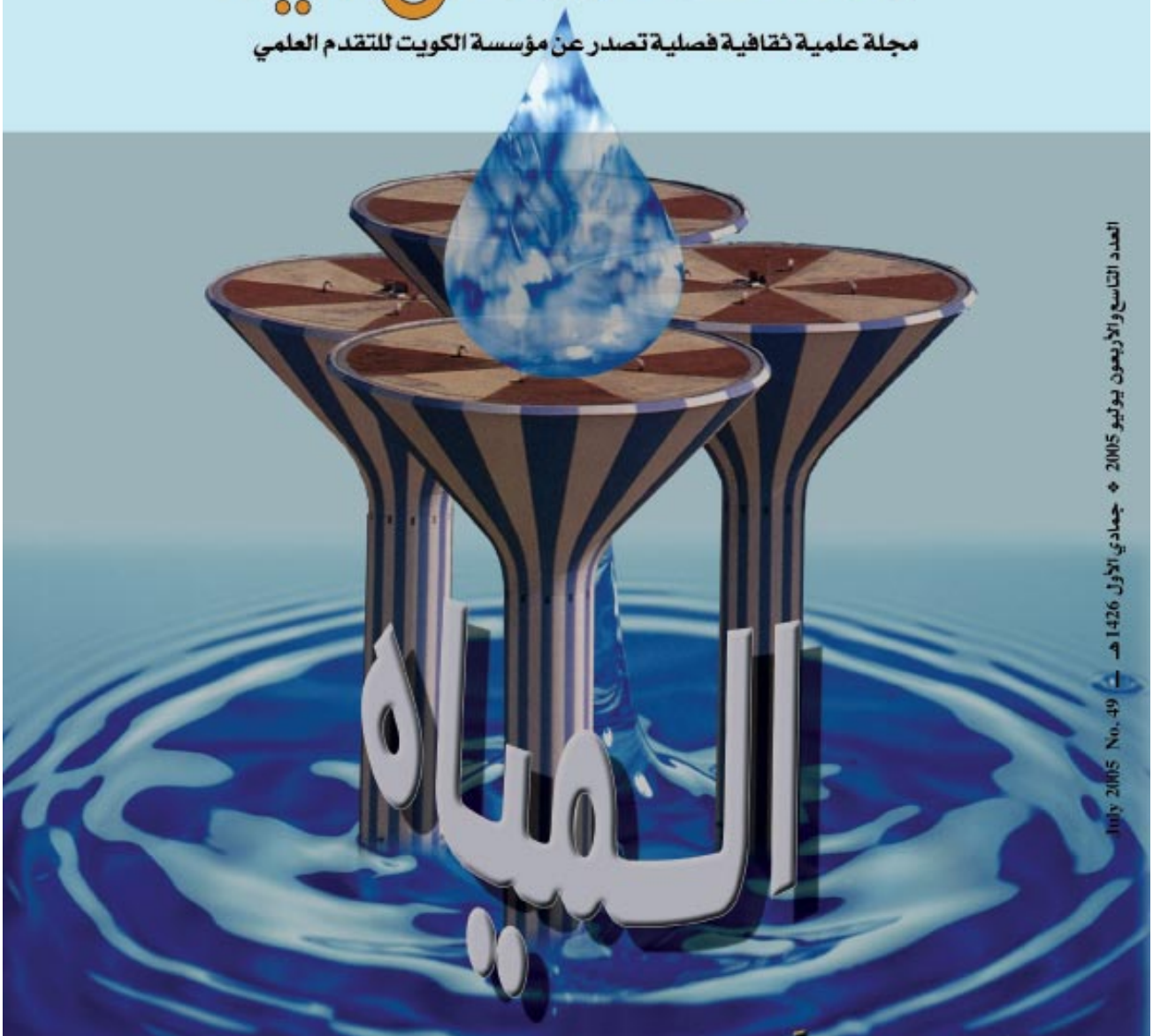
التقدم العلمي

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي



المياه

العدد التاسع والأربعون يوليو 2005 ♦ جمادي الأول 1426 هـ — July 2005 No. 49

العام الدولي لآينشتاين

مستقبل تحلية المياه في دولة الكويت

المخترعون الكويتيون .. أوكسار وذهبيات بمعرض جنيف

مجلس إدارة
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
❖ رئيس مجلس الإدارة
حضرة صاحب السمو أمير البلاد
الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح
حفظه الله
❖ أعضاء مجلس الإدارة
السيد / حمد يوسف العيسى
السيد / سعد علي الناهض
السيد / خالد عبد الله الصقر
السيد / أنور عبد الله النوري
الدكتور / فهد محمد الراشد
الشيخ/ حمد صباح الأحمد الصباح
الأستاذ الدكتور/ علي عبد الله الشملان - المدير العام
المهندس / سليمان عبد الله العوضي - أمين السر
❖ الهيئة الإدارية للمؤسسة
الأستاذ الدكتور
علي عبد الله الشملان
المدير العام
الدكتور
إبراهيم محمد الشريدة
مدير مكتب الجوائز
السيد
خالد محمد صالح شمس الدين
مدير إدارة الشؤون الإدارية
السيد
عدنان علي العبد المحسن
مدير إدارة الثقافة العلمية بالوكالة
السيد
يوسف عثمان المجلهم
مدير إدارة الشؤون المالية
الدكتور
ناجي محمد المطيري
مدير إدارة البحوث
المهندس
مجبل سليمان المطوع
مدير إدارة الهندسة

النقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العـدد التاسع والأربعـون، يوليو 2005 ❖ جمادي الأول 1426 هـ
July 2005 No. 49

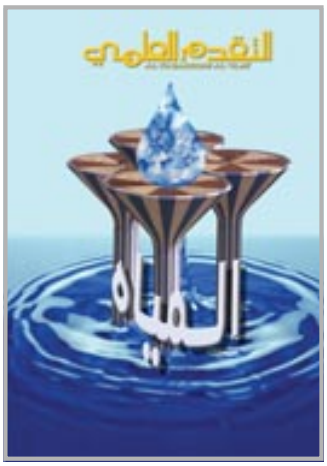
رئيس التحرير
د. عـادل سـالم العبـدالجـادر

Editor-In-Chief
Dr. ADEL S. AL-ABDULJADER

المتابعة والتوزيع
ثريـا صبـحي

الغـــلاف

المـــياه



في هذا العدد، انتقينا لك عزيزي القارئ كل ما أمكننا انتقاؤه من مقالات ودراسات أعدها وكتبها كبار المتخصصين العرب في مجال «المياه»، ليكون هذا العدد مرجعا مميزا لقراء العربية يضيف معلومات علمية حديثة، إلى جانب تقديم صورة توعوية تساهم في خلق وعي استهلاكي للمواطن. ولعل تسليط الضوء على إسهامات القطاع العام والقطاع الخاص في دولة الكويت يضيف فائدة ويكون نموذجا يقتدى لحل بعض مشكلات المياه مستقبلا.

المراسلات باسم : رئيس التحرير
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Correspondence : **Editor-In-Chief**
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences
ص.ب : 25263 - الرمز البريدي 13113. الصفاة-الكويت- فاكس : 2415520 (00965)- هاتف : 2415510 (00965)
P.O.Box: 25263 - P.C.13113 Safat - Kuwait - Fax: (00965) 2415520 - Tel.: (00965) 2415510
E-Mail: asm@kfas.org.kw

ما تتضمنه الموضوعات التي تنشر في المجلة تعبر عن وجهة نظر كتابها ولا تمثل بالضرورة وجهة نظر المجلة، ويتحمل كاتب المقال جميع الحقوق الفكرية المترتبة للغير.

الهيـئـة الاستشارية للمجلـة

مدير عام مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
أ.د. علي عبد الله الشملان

رئيس الهيئة الاستشارية
د. جاسم محمد بشاره
نائب رئيس الهيئة الاستشارية

الهيئة الاستشارية

أ.د. عدنان الحموي
د. إبراهيم محمد الشريدة
د. ناجي محمد المطيري
م. سليمان عبد الله العوضي
أ. عدنان علي العبد المحسن
د. عادل سالم العبدالجادر

■ أخبار المؤسسة
- تعاون علمي بين المؤسسة ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا.
- المؤسسة تكرم د. جاسم بشارة.
- المخترعون الكويتيون ... إنجازات مبهرة في معرض جنيف.
- المركز العلمي يحتفل بالذكرى الخامسة لافتتاحه.
4

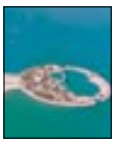
مقالات العدد

■ محطة الصليبية لتنقية مياه الصرف الصحي
18

■ محطة الزور للكهرباء والماء
28

■ الفقر المائي والمستقبل العربي
52

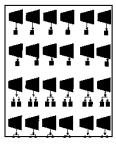
■ الأمن المائي في الوطن العربي ... التهديدات وإجراءات الترشيد
59



■ مشكلة المياه في دولة الكويت
63

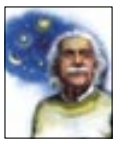
■ المياه الجوفية في الكويت
85

■ المعالجة الكيميائية لمياه المقطرات
91



■ مستقبل التحلية في الكويت
107

■ 1905 العام الرائع لآينشتاين
114



■ مئة عام علمي على إعلان آينشتاين النظرية النسبية
118

مقابلات ملف العدد

■ وكيل وزارة الطاقة:
إدارة الطلب على المياه من الأولويات الملحة.
24

■ د. ناجي المطيري:
برنامج موارد المياه ذو منظور محلي واقليمي وعالمي.
36

■ د. فاطمة العوضي:
الأمن المائي ضرورة ملحة للكويت.
42

أزمة المِـيَاه..
وضرورات التوعية

بقلم الدكتور
عادل سالم العبدالجادر
رئيس التحرير

ارتبط الماءُ بأدبيات اللُّغة ارتباطًا غريبًا، فهوَ رمزٌ للحياة، وإن كان الهواء أولى، حيث يتحمل الإنسان العطش مدة أطول من تحمله نقص الهواء، إلا أن التشبيهات التي جرت على لسان العامة والخاصة، وانعكست بلاغتها على الاستعمالات اللغوية، تكاد تكون متفردة، فحين يقول أبو نواس:

إني هويت حبيباً لست أذكره إلا تبادر ماء العين ينسكب

فإنه يقصد الدموعَ، وإن كانت العين تدمع من ألم أو حزن أو سعادة. أما "ماء الوجه" فهو كناية عن الحياء، وأحيانًا الخجل. ويجري "ماء الفم" ـ وهو اللعاب ـ غالبًا عند رؤية طعام مرغوب فيه، إلا أنّ العرب صوروا جريان اللعاب صورة ارتبطت بالجشع والدناءة. واستعمل العرب كذلك "ماء الرجل" أو "ماء المرأة" رمزًا لبدء الحياة وتكوين الإنسان. أما "ماء السماء" فهو المطر، وقد استعاره قوم من «الأزد» عندما لقبوا به عامر بن حارثة، الذي صارت من سلالته بعض ملوك الشام. كذلك أطلق "ماء السماء" لقبًا على أم المنذر بن امرئ القيس اللخمي ومن ذريتها ملوك الحيرة.

وعلى كثرة البحار والبحيرات والأنهار والينابيع والآبار، يأتي الإنسان ليخرب ويلوّث ويستنزف تلك المياه، الأمر الذي أشعل الضوءَ الأحمر عالميًا، فبدأت الدول والمنظمات العالمية تحذر من خطر قادم، وعملت دول العالم على توعية مواطنيها لترشيد إنفاق المياه، وأصبحت الشركات الصناعية المعنيَّة بالأمر تعرض إنتاجها الحديث لخدمة الترشيد والأمن المائي. ومن هنا يأتي دور مجلة «التقدم العلمي» في توعية قرائها من خلال توفير صورة "بانورامية" تَوْعَوية، انطلاقًا من دور دولة الكويت الرائد في هذا المجال، فلم يقف الأمر دراسةً وتطبيقاً عند القطاع العام متمثلاً بوزارة الطاقة ومعهد الكويت للأبحاث العلمية، بل ساند ذلك إسهامات متميزة من القطاع الخاص كمؤسسة الكويت للتقدم العلمي وغيرها من الجهات الكويتية المعنية بالمياه.

فخامة السلطان قابوس بن سعيد يزور المركز العلمي

قام فخامة السلطان قابوس ابن سعيد سلطان سلطنة عمان يرافقه ممثل سمو أمير البلاد رئيس مجلس الوزراء سمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح بزيارة إلى المركز العلمي حيث اطلعا على هذا الصرح الحضاري الذي يحمل رسالة واضحة لنشر المعرفة وتنمية الوعي بالتاريخ وتقدير التراث والمحافظة على البيئة.

وكان في استقبالهما أ.د. علي عبدالله الشملان مدير عام مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وأعضاء مجلس إدارة المؤسسة ورئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب للمركز العلمي المهندس مجبل سليمان المطوع.

شاهد السلطان قابوس معروضات النفط والغاز الجديدة في قاعة الاستكشاف، وأبدى اهتمامه بها لما تمثله صناعة النفط من أهمية خصوصا أنها المصدر الرئيسي للدخل في عدد من الدول الخليجية، ثم جال الضيف ومرافقوه في أرجاء الاكواريوم، وأبدى إعجابه الشديد به، وقد اختتم الضيف زيارته بمشاهدة فيلم «جسم الإنسان» في آي ماكس، وسجل انبهاره من حجم الشاشة العملاقة والتكنولوجيا الرقمية العالية.

ولاقت الجولة استحسان الضيف الذي بدت عليه علامات السرور والفخر بوجود مثل هذا الصرح الحضاري في دولة خليجية ودون توقيعه في سجل المركز قبل أن يغادره حاملا معه ذكرى لزيارة متميزة.

تعاون علمي وبحثي بين مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)

تم في الحادي عشر من مايو الماضي توقيع اتفاقية تعاون علمي وبحثي بين كل من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) في ماساتشوستس بالولايات المتحدة الأمريكية، يتم على أساسها إنشاء" مركز الكويت - إم آي تي للموارد الطبيعية والبيئة ومقره في المعهد المذكور.

وقد حضر حفل التوقيع أ. د. المدير العام لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي علي عبدالله الشملان وأعضاء مجلس إدارة المؤسسة سعد الناهض، خالد الصقر، أنور النوري، د. فهد الراشد إضافة إلى د. حسن الإبراهيم (عضو المجلس الاستشاري لبرنامج الكويت لدى جامعة هارفرد) وكل من السيد سليمان العوضي أمين سر مجلس الإدارة والسيد خالد المحيلان مدير مكتب البرامج الدولية والسيدة وئام العثمان المساعدة الإدارية بالمكتب نفسه.

اشتمل الحفل على زيارة المقر المقترح للمركز المزمع إنشاؤه في إحدى كليات المعهد، كما أقامت الدكتورة سوزان هوكفيلد-رئيسة المعهد حفل استقبال وعشاء بهذه المناسبة.

يذكر أن مدة العمل بالاتفاقية هي عشر سنوات قابلة للتجديد، تنتهي في 2015، ويدار المركز من خلال مجلس استشاري من الجانبين الكويتي والأمريكي يضم عضوي مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أنور عبد الله النوري والدكتور فهد محمد الراشد ومديرها العام الدكتور علي عبد الله الشملان إضافة إلى من يتم اختياره من الكويت ممثلاً لأحد القطاعات ذات العلاقة، أما الجانب الأمريكي فيشكل من الأمين العام للمعهد وعمداء كليات العلوم والهندسة، والإنسانيات والعلوم الاجتماعية. ويدير

توقيع الاتفاقية بين المؤسسة ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا

المركز البروفسور ديل مورجان ونائبه البروفسور الفاتح الطاهر (فائز سابق بجائزة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي).

ويهدف المعهد إلى إجراء أبحاث ذات علاقة بالمصادر الطبيعية كالمياه والبترول من جهة والبيئية من جهة أخرى في دولة الكويت وذلك من خلال:

- توفير البيانات الخاصة بالمياه الجوفية في دولة الكويت من خلال استخدام الوسائل التكنولوجية المتقدمة.
- قياس مخاطر التعرض للهزات الأرضية والزلازل وعلاقة ذلك باستخدام المصادر الطبيعية كالمياه الجوفية والبترول وتطوير تقنيات متقدمة لمواجهة تلك المخاطر.

أعضاء مجلس إدارة المؤسسة ومديرها العام في لقطة تذكارية مع مسؤولي المعهد

ـ تحليل السياسات المرتبطة باستخدام الموارد الطبيعية.

ويتم ذلك من خلال:

1 ـ برنامج دعم الباحثين العاملين بالمركز، حيث يتم إجراء الأبحاث من قبل العاملين في المعهد، وتبادل الزيارات مع الجهات المعنية في دولة الكويت وتنظيم دورات تدريبية في المجالات المذكورة.

2 ـ برنامج زمالة المركز، وذلك بالاستفادة من العقول الشابة من خريجي المعهد بما يتلاءم مع أهداف الاتفاقية وتغطية تكاليف مشاركتهم في إجراء الأبحاث اللازمة لمدة تسعة أشهر (خلال السنة الدراسية) لمن يقع عليه الاختيار.

3 ـ برنامج التبادل البحثي، الذي يوفر فرصتين لباحثين من المعهد لقضاء عدة أشهر (سنوياً) في الكويت لإجراء التجارب واستخلاص النتائج.

4 ـ المؤتمر الاستشاري السنوي، يهدف إلى دعوة جهات عالمية تعمل في مجالات المصادر الطبيعية والبيئية والهندسية ورسم السياسات لبناء شبكة اتصالات وتبادل الأفكار فيما بينها بما يعزز من عمل المركز وذلك على نحو سنوي.

زيارة معهد فورسايث

قام بزيارة معهد فورسايث ببوسطن كل من أ. د. علي الشملان والسيد سليمان العوضي والسيد خالد المحيلان وذلك للوقوف على طبيعة اختصاصات المعهد ونشاطاته حيث سيتقدم المعهد بمقترح إنشاء مركز Oral and Systemic Wellness Research Center وسيتم تقديم دراسة للمؤسسة يتم من خلالها عرض بنود وأهداف المقترح الذي سيخضع للدراسة والبحث من قبل المسؤولين بالمؤسسة وذوي العلاقة بدولة الكويت لاتخاذ القرار المناسب بشأنه.

الحلقة النقاشية الخامسة للقياديين الكويتيين

عُقدت الحلقة النقاشية الخامسة للقياديين الكويتيين تحت عنوان "إدارة المشاريع والمنشآت بالقطاع العام" بالتعاون بين مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وكلية جون إف كنيدي لشؤون الحكم بجامعة هارفرد خلال الفترة 15 – 20 مايو 2005 بكيمبردج، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.

شارك في الحلقة 25 مشاركاً من القياديين الكويتيين منهم 17 من القطاع الحكومي كان من بينهم سعادة السفير خالد الدويسان – سفير دولة الكويت لدى المملكة المتحدة ووكلاء مساعدون في وزارات الدولة ومديرون تنفيذيون ببعض المؤسسات الحكومية و8 من القطاع الخاص كرؤساء مجالس إدارات ومديرين عامين.

تعقد الحلقة ضمن أنشطة برنامج الكويت لدى جامعة هارفرد الذي تم تدشينه في يناير عام 2001 في الولايات المتحدة الأمريكية، ويهدف إلى ربط المؤسسات العلمية والبحثية في الكويت ودول مجلس التعاون بالمؤسسات العالمية وذلك بغرض إتاحة الفرصة للعلماء والقياديين والباحثين من كلا القطاعين الحكومي والخاص في الدولة للاستفادة من إمكانات البحث والتدريب المتوافرة لدى المؤسسات العالمية المشابهة.

المشاركون في الحلقة النقاشية الخامسة للقياديين الكويتيين

مشاركة أعضاء مجلس الإدارة بمؤتمر Crisis and Democracies

قام العميد ديفيد إلوود – عميد كلية جون إف كنيدي لشؤون الحكم بجامعة هارفرد بدعوة كل من السادة أنور النوري وسعد الناهض وخالد الصقر ود. فهد الراشد وأ. د. علي الشملان – أعضاء مجلس إدارة المؤسسة والسيد سليمان العوضي أمين سر مجلس إدارة المؤسسة ود. حسن الإبراهيم عضو المجلس الاستشاري لبرنامج الكويت لدى جامعة هارفرد لحضور فعاليات المؤتمر الذي عقدته الكلية تحت عنوان: **Crisis and Democracies: Can We Meet the Challenges Ahead** خلال الفترة 13- 2005/5/14 .

وناقش المؤتمر نقطة تحول مهمة على المستوى العالمي لمعالجة سلسلة من التحديات التي تواجه العالم حالياً بدءاً من الإرهاب وصولاً إلى مشكلة الفقر. كما عرض المؤتمر الاتجاهات العالمية نحو تطور سريع الخطى على النطاقين الاجتماعي والاقتصادي والكثافة السكانية حيث جرت أثناء المؤتمر مباحثات جادة حول ما إذا كان لدول العالم، وبالأخص الدول الديمقراطية، القدرة على مواجهة تلك التحديات العالمية بدءاً من الولايات المتحدة الأمريكية وحتى العراق.

شارك في فعاليات المؤتمر نخبة من الأكاديميين المتميزين ورجال السياسة من كلية جون كنيدي بجامعة هارفرد و آخرين من دول العالم.

المؤسسة تكرم الدكتور جاسم بشارة

أقامت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي حفلا تكريميا للدكتور جاسم بشارة المدير السابق لإدارة الثقافة العلمية بمناسبة انتهاء مدة عمله في المؤسسة وتسلمه منصبه الجديد مديراً عاما للهيئة العامة للبيئة.

د. الشملان يكرم د. جاسم بشارة

وحضر الحفل المدير العام للمؤسسة الأستاذ الدكتور علي عبدالله الشملان ورئيس مجلس إدارة المركز العلمي والعضو المنتدب المهندس مجبل المطوع ومديرو الإدارات والمكاتب بالمؤسسة وعدد من العاملين بها.

وأشاد الحضور بالدور الذي أداه الدكتور بشارة خلال المدة التي عمل فيها مديرا لإدارة الثقافة العلمية والجهود التي بذلها بهذا الصدد تحقيقا للأهداف المناطة بالإدارة وتمنوا له التوفيق في عمله الجديد.

من جهته أعرب الدكتور بشارة عن شكره لهذه اللفتة الكريمة من المؤسسة منوها بالجهد الكبير الذي تقوم به المؤسسة وبالتعاون الذي لقيه خلال عمله في إدارة الثقافة العلمية.

جانب من الحضـــــور

الحضور في لقطة تذكارية

ثلاث ميداليات وأول أوسكار عربي

المخترعون الكويتيون ...
إنجازات مبهرة ومستقبل واعد

● أ.د. علي عبد الله الشملان والمخترعون ورئيس النادي العلمي إياد الخرافي وعدد من مستقبلي المخترعين

من جديد، أثبت أبناء الكويت قدرتهم على الإنجاز والإبداع، وتحليهم بالموهبة والابتكار، وأضافوا الى رصيد دولتهم الصغيرة إنجازاً عربياً وعالمياً فذاً، تمثل في فوزهم بثلاث ميداليات في المعرض العالمي للمخترعين في جنيف إضافة إلى جائزة أوسكار للاختراعات العالمية.

معرض جنيف السويسرية الذي عقد في الفترة ما بين 6و 10 إبريل تحت مظلة المنظمة العالمية لحقوق الملكية الفكرية و«ايبو» والاتحاد العالمي للمخترعين «إيفيا» كان مسرحا لذلك الإنجاز الكويتي، حيث حصل أبناء الكويت عل ميداليتين ذهبيتين وأخرى فضية إضافة إلى الأوسكار.

وعُرضت الاختراعات الكويتية في جناح دولة الكويت في ذلك المعرض الذي شاركت فيه جهات عالمية عديدة وشركات صناعية كبرى من نحو 43 دولة قدمت نحو 900 مخترع عرضوا اختراعاتهم وإنجازاتهم وإبداعاتهم في أكبر محفل عالمي من نوعه.

وحظي مخترعو الكويت وهم أحمد عبدالعزيز الحشاش صاحب الذهبية والأوسكار، وصادق أحمد قاسم صاحب الذهبية، وعبدالله حسين اليتيم، باستقبال حار إثر عودتهم من المعرض بحضور الأستاذ الدكتور علي عبدالله الشملان المدير العام لمؤسسة الكويت للتقدم

● أحمد الحشاش و عبد الله اليتيم وصادق قاسم

العلمي والدكتور جاسم بشارة المدير العام للهيئة العامة للبيئة ورئيس المكتب الكويتي لرعاية المخترعين وعدد من مسؤولي النادي العلمي الكويتي وأهالي المخترعين.

وأعرب د. علي الشملان عن بالغ سعادته بتحقيق هذا الإنجاز الرائع قائلا: بهذه الإنجازات والميداليات نكون قد وصلنا الى أعلى المستويات. منوها بقيمة الأوسكار قائلا: ويكفي الشخص فخرا أن يرشح له، فما بالكم بثلاث ميداليات لدولة صغيرة مثل الكويت والحصول على أعلى تقدير.

وأضاف: هذه الإنجازات تشكل دافعا كبيرا جداً لأبنائنا الآخرين في المدارس والجامعة الكليات والمعاهد، مؤكدا أن هذا التميز كله يعد بمنزلة شهادة كبيرة للنظرة الثاقبة لحضرة صاحب السمو أمير البلاد رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي عندما أبدى توجيهاته السامية بإنشاء المكتب.

وحول إمكانية دعم المؤسسة لتسويق الاختراعات الفائزة، قال إن المؤسسة غير ربحية وغير تجارية إلا أننا أشركنا مخترعينا في أكبر المحافل الدولية من كوريا إلى المانيا إلى جنيف وأمريكا، وحصلوا خلالها على أعلى الشهادات ولكن هذا لا يعني أنه يجب أن تبصر اختراعاتهم النور كسلعة، لأن بعضها يعتمد على المصانع والشركات التجارية، داعيا القطاع الخاص إلى الاهتمام بهم بحيث تصبح مخترعاتهم مشروعات تجارية بحتة «ذلك أننا كمؤسسة لا نستطيع ذلك».

من جانبه أعرب رئيس مجلس إدارة النادي العلمي إياد جاسم الخرافي عن بالغ سعادته لما حققه المخترعون الكويتيون وحصولهم على هذه الجوائز القيمة، وقال إن الشباب رفعوا رأس الكويت وأدخلوا الفرحة إلى القلوب بهذا الإنجاز العظيم، وذكر أن هؤلاء الشباب بدأوا مع النادي العلمي من سن عشر سنوات وتعلموا خلال السنوات الماضية مختلف الأمور العلمية في شتى المجالات وكونهم يحصلون على هذه الجوائز، فإننا نشعر أن الجهود المبذولة ولا يزال لها مردود فعلي على رفع اسم الكويت في

● د. الشملان: المؤسسة تقدم الدعم الكامل لجميع المخترعين وترعى إنجازاتهم

● د. بشارة : رعاية الموهوبين ضرورة لمواكبة التطور العلمي

● الخرافي: المخترعون رفعوا اسم الكويت في المحافل الدولية

● صادق: 13 اختراعا سابقا وانتظروا 3 اختراعات جديدة

المحافل الدولية مما يؤكد سيرنا على الطريق الصحيح.

وقال إن الشيء المفرح هو عودتنا ومعنا جائزة الأوسكار التي تعتبر أول جائزة تحصل عليها دولة عربية منذ 33 عاما منذ نشأة هذه المنظمة.

وأعلن أن هناك ترتيبات ستقام لعمل احتفال كبير لتكريم المخترعين مؤكدا ضرورة تكريم من رفع اسم الكويت في المحافل الدولية.

على الصعيد نفسه هنأ الأمين العام للنادي العلمي

● اليتيم: تسويق المشاريع اختراعي القادم ليطرح باسم الكويت

المهندس أحمد المنفوحي شباب النادي العلمي الفائزين بالميداليات الذهبية بمعرض جنيف الدولي للمخترعين، وذكر المنفوحي أن هذا الانجاز العالمي هو نتاج جهود كبيرة ورعاية حقة أثمرت هذا التفوق والإبداع من بين أقسام وورش النادي العلمي الذي يهيئ الأجواءالعلمية المشجعة على الإبداع والابتكار من خلال ما يوفره من وسائل وأجهزة للمبدعين من شبابنا في كافة المجالات العلمية.

● الحشاش: أكثر من ٥ شركات عالمية عرضت خدماتها لتسويق اختراعاتي

وأكد المنفوحي أن هذا الإنجاز تحقق من خلال الدعم الدائم والمستمر لرعاية المخترعين بالنادي العلمي الذي أتاح الفرصة أمام شبابنا المخترعين للمشاركة في هذا المعرض الدولي كما أتاح للعديد من إخوانهم المشاركة في معارض وملتقيات علمية مماثلة، وحصلوا فيها على ميداليات ذهبية ورفعوا اسم الكويت عاليا بفضل الرعاية الأبوية لحضرة صاحب السمو أمير البلاد المفدى الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح حفظه الله رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

وأعرب المنفوحي عن شكر وامتنان جميع العاملين والأعضاء والمنتسبين بالنادي العلمي لرعاية صاحب السمو أمير البلاد المفدى وسمو ولي عهده الأمين وسمو رئيس مجلس الوزراء تجاه الأجيال الصاعدة التي أضافت نجاحا لرسالة النادي العلمي.

وقد شاركت دولة الكويت في هذا المعرض ممثلة بوفد من المكتب الكويتي لرعاية المخترعين الذي تحتضنه كل من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي والنادي العلمي الكويتي، وضم الوفد كلاً من الدكتور جاسم بشارة رئيس اللجنة التنفيذية للمكتب الكويتي لرعاية المخترعين ورئيس مجلس إدارة النادي العلمي إياد جاسم الخرافي ومدير المكتب الكويتي لرعايةالمخترعين عمر البناي إضافة إلى المخترعين الثلاثة أحمد عبدالعزيز الحشاش وصادق أحمد قاسم وعبدالله حسين اليتيم.

والجدير بالذكر أن المكتب الكويتي لرعاية المخترعين هو إحدى المبادرات السامية لحضرة صاحب السمو أمير البلاد، رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح - حفظه الله - التي تبنتها المؤسسة إلى أن تم تشكيل لجنة تنفيذية عليا تشرف على أعماله منذ سنتين بهدف دعم الأفكار المبدعة لدى الشباب الكويتي والمساهمة في تسجيل

براءات اختراعاتهم في المكاتب العالمية، وتقديم الدعم المادي والعلمي للمخترعين وإيفادهم للمشاركة في المعارض الدولية للاختراعات من أجل تقديم اختراعاتهم في المحافل الدولية.

وحول فوز المخترعين الكويتيين في جنيف قال الدكتور جاسم بشارة إن الكويت شاركت في المعرض للمرة السادسة على التوالي، حيث سبق لمخترعين كويتيين آخرين الفوز بميداليات ذهبية وبرونزية في جميع المعارض الخمسة السابقة التي شاركوا فيها خلال السنتين الماضيتين في كل من كوريا الجنوبية والمانيا وسويسرا وامريكا.

وأضاف د. بشارة أن اهتمام العالم أصبح موجها في الوقت الحاضر للاستفادة من التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة، كما أن دول العالم وخاصة المتقدمة منها أصبحت تتضافر بما لديها من منجزات علمية وتقنية مركزة على الثروة البشرية منها بشكل عام وعلى فئة المخترعين والمبدعين بشكل خاص، لذا توجهت تلك الدول نحو رعاية المبدعين والمخترعين وتقديم العون المادي والمعنوي للجادين منهم.

وأوضح د. بشارة أنه من هذا المنطلق تم إنشاء المكتب الكويتي لرعاية المخترعين الذي من أهم أعماله رعاية ودعم المخترعين الكويتيين، وتسجيل الاختراعات الكويتية لدى المكاتب العالمية المانحة لشهادات براءات الاختراع، وتشجيع المواهب الكويتية على الابتكار والاختراع إسهاما في تكوين رأس المال البشري الذي يمثل إحدى آليات التنمية الشاملة.

وأشار إلى أن هناك أنشطة عدة للمكتب منها المساهمة في دعم وتسجيل براءات الاختراع الكويتية، والتنسيق مع الجهات العلمية والمؤسسات الأخرى بشأن الاستفادة من المخترعات وإقامة الندوات المتخصصة حول المخترعات، وإصدار نشرة دورية متخصصة توفر المعلومات من المستجدات في العلوم والتقنيات والاختراعات ونشر الأبحاث التي يقوم بها المخترعون الكويتيون، والمشاركة في المؤتمرات والمعارض العالمية.

وحول إنجازات المكتب قال د. بشارة: قام المكتب بدعم وتمويل تسجيل عدد من براءات الاختراع العائدة لمخترعين كويتيين في عدد من مكاتب تسجيل براءات الاختراع العالمية، ولايزال المكتب يتلقى طلبات يقوم بعرضها على اللجنة التنفيذية لاتخاذ اللازم بشأن تسجيلها في أحد المكاتب العالمية إضافة إلى المشاركة في معارض الاختراعات الدولية وحصول مخترعي الكويت على الميداليات الذهبية والفضية والبرونزية فيها، اخرها معرض جنيف حيث حقق مخترعو الكويت نجاحات متميزة قام على إثرها التلفزيون الرسمي السويسري بتغطية الحدث، وتم بث الخبر مباشرة وفي نشرات الأخبار الرسمية، كما تمت تغطية الاختراعات الكويتية في عدد من الجرائد الرسمية السويسرية وحصول الكويت على الجوائز المتقدمة في المعرض بالإضافة إلى تغطية من عدد آخر من التلفزيونات الأوروبية للجناح الكويتي والاختراعات الفائزة، وقد حظي الجناح الكويتي باهتمام كبير من

الشهادات التقديرية والميداليات دليل على تميز الشباب الكويتي وقدرته على المنافسة عالمياً

جمهور المعرض الذين حضروا من دول العالم المختلفة وخصوصا الشركات العالمية ومراكز تسويق الاختراعات العالمية.

وقد التقت التقدم العلمي المخترعين الثلاثة الذين رفعوا اسم الكويت عاليا في الخارج وكانت البداية مع أحمد عبدالعزيز الحشاش الذي فاز بأوسكار المعرض الوحيد وميدالية ذهبية مع شهادة تقدير لاختراعه، وكانت الميدالية الذهبية عن اختراعه «السترة الهوائية لراكب الدراجة النارية» يقول أحمد الحشاش: شعوري لا يوصف وأحيانا لا أصدق أنني حصلت على الأوسكار الوحيد في المعرض على الرغم من مشاركة ما يقارب من 900 مشارك، إضافة إلى أنها المرة الأولى التي تحصل عليه دولة عربية منذ بدء أعمال المعرض قبل 33 عاماً، وقد حظي فوز الكويت باهتمام وسائل الإعلام العالمية حيث تم تصوير الاختراع بعد أن عرفوا أن هناك «سوبر ستار» يشارك بالمعرض ولديه إنجاز مهم وطبعا الفضل لله أولا ثم لمكتب رعاية المخترعين خصوصا أنني لم أكن أتوقع هذا التقدير الذي حصلت عليه حتى أفراد التلفزيون الإيطالي والسويسري والألماني والإيراني والتركي والفرنسي قاموا بتصوير الاختراع إضافة إلى أن المعرض عالمي وليس للهواة بل للمحترفين وللشركات العالمية المتخصصة.

وحول الاختراع يقول الحشاش إنه عبارة عن تصميم لباس مخصص لسائقي الدراجات النارية يعمل على حماية السائق من الإصابات الجسدية، ويتكون من ثلاثة أجزاء، وبعد ان انتهيت منه قدمته للمهندس عمر البناي في مكتب رعاية المخترعين بالنادي العلمي الذي ناقش الفكرة معي ومن ثم باشر عملية التسجيل للحصول على براءة الاختراع وهو الذي رشحني للمشاركة في المعرض العالمي، ويعد بحق من الجنود المجهولين حيث بذل جهوداً جبارة وعظيمة في أثناء مشاركتنا في المعرض.

● فرحة أسر المخترعين الفائزين فرحة كل الكويت

■ **الحشاش: زاد اهتمام المسؤولين بالاختراع بعد رجوعنا بالأوسكار أما في الماضي فلم يكن الاهتمام بمثل هذا الحجم**

■ **صادق: اختراعي الفائز رقمه 13 في سلسلة اختراعاتي التي لن تتوقف عند حد معين**

وحول اهتمام المسؤولين بالاختراع يقول الحشاش: لقد اتضح الاهتمام الآن بعد رجعنا بالأوسكار أما في الماضي فلم يكن هناك اهتمام بمثل هذا الحجم حتى إننا في الخارج شهدنا اهتماماً كبيراً جدا من قبل وسائل الإعلام والمسؤولين والمتخصصين في مجال الاختراعات، وأذكر أن إحدى الشركات الألمانية المتخصصة في مثل هذه المجالات طلبت مني الاطلاع على فكرة الاختراع إضافة إلى شركة أخرى روسية متخصصة في المخاطر والإنقاذ التي اختارتني لمشروعي التميز، حيث قام رئيس الشركة بإعطائي كتاباً موقعا منه شخصيا.

وأعلن الحشاش أن لديه العديد من الاختراعات الأخرى التي يعمل عليها إلا أنه سيتم

الإعلان عنها فيما بعد.

وينهي الحشاش حديثه قائلا: أهدي الأوسكار لحضرة صاحب السمو أمير البلاد رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي الشيخ جابر الأحمد الصباح ولسمو ولي عهده الأمين الشيخ سعد العبدالله السالم الصباح وسمو رئيس مجلس الوزراء الشيخ صباح الأحمد وإلى شعب الكويت حفظهم الله، مشيداً باهتمام رئيس مجلس إدارة النادي العلمي أياد الخرافي الذي قام بتأجيل سفره ليبقى معنا ويقدم لنا الدعم والمؤازرة.

وحول الخطوة التالية بعد الحصول على الجائزة يقول الحشاش لقد سلمت الإدارة الاختراع ليكون تحت تصرف المهندس عمر البناي وأنا أثق فيه خاصة أن هناك شركات كبيرة عالمية طلبت مني العنوان وهي أكثر من خمس شركات عالمية.

أما المخترع صادق أحمد غلوم قاسم الطالب في كلية العلوم بجامعة الكويت والعضو في النادي العلمي الكويتي ويدرس مادة الفيزياء بالنادي فقد حصل على الميدالية الذهبية عن اختراعه نظام الإضاءة الخلفية للسيارة مع الفرامل الذي يساعد على حماية المركبات من أخطار التوقف المفاجئ. وقال: أحمد الله على ما حققته من إنجاز كوني أصغر مشارك سنا يحقق هذا الإنجاز. ويضيف: بدأت في الإعداد لهذا الاختراع وانتهيت منه منذ بداية العام وسلمته مع التقارير للزملاء في المكتب الكويتي لرعاية المخترعين الذين تولوا عملية تسجيل الحصول على براءة الاختراع.

ويقول صادق: قمت خلال اختراع الجهاز بالاستعانة بالمهندس مروان السعيد السلامة الذي ساعدني على تصميم الدائرة خاصة أنها مبتكرة. مشيدا بدور الأهل وتشجيعهم له بعد حصوله على الميدالية الذهبية في المعرض الذي أقيم بأمريكا وكان عن المكنسة الكهربائية، وكان ذلك وهو في سن الخامسة عشرة.

ويقول صادق في هذه الفترة، لم أجد اهتماما بما حققته من إنجاز، وأكد أن هذا الاختراع هو الـ 13 حيث قام قبل ذلك باختراع الحارس الإلكتروني وكاشف الرطوبة، والباب الآمن وغيرها من الاختراعات مشيرا إلى أن الاختراع الأول له حصل فيه على ميدالية ذهبية، إضافة إلى الميدالية الذهبية التي حصل عليها أخيرا.

وقال صادق: إنه يعمل حاليا على ثلاثة اختراعات إلا أنه لا يمكن الإعلان عنها حاليا.

ووجه صادق كلمة شكر لحضرة صاحب السمو أمير البلاد لرعايته المكتب الكويتي لرعاية المخترعين خاصة وكذلك الشكر لمدير عام مؤسسة الكويت للتقدم العلمي د. علي الشملان ود. جاسم بشارة والمهندس عمر البناي.

وأضاف أن اهتمامي الأول كان رفع اسم الكويت في المحافل الدولية ومن أجل ذلك وأثناء ترتيب حقيبة سفري كان أول ما يوضع فيها علم الكويت والذي ابتكرته بطريقة حديثة من بايبات البلاستيك ليقيني أن علم الكويت هو رمز البلد والسند لديرتي.

■ الحشاش يعرض اختراعه بمعرض جنيف

■ المهندس عمر البنا ي : سعيد بالأوسكار الذي يعبر عن تفوق الكويت

■ عبد الله اليتيم: سمو الأمير الأب الروحي والراعي الأساسي للمخترعين الكويتيين

تسويق المشاريع

أما المخترع الثالث فهو عبدالله حسين اليتيم - عضو في النادي العلمي، ويعمل موظفاً في الهيئة العامة للبيئة، وحصل على الميدالية الفضية عن اختراعه «مفعل الكيمو كهربائي» الذي يعمل على تحويل المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي عن طريق البكتريا إلى طاقة كهربائية يستفاد منها، واستغلال المياه في إنتاج الكهرباء والحفاظ على البيئة البحرية والهوائية.

تحدث عبدالله اليتيم واصفاً شعوره بأنه لا يصدق حتى الآن حصوله على هذا الفوز في ظل مشاركة شركات عالمية متخصصة.

وأعرب عن شكره وتقديره لأسرة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي والنادي العلمي، مهديا ميداليته إلى حضرة صاحب السمو أمير البلاد الأب الروحي والراعي الأساسي للمخترعين الكويتيين.

ويؤكد أن خطوته التالية هي تسويق المشاريع لتطرح للعالم باسم الكويت.

وأشاد المخترعون الثلاثة بالدعم الذي لقوه من القائمين على سفارة دولة الكويت في جنيف ورعايتهم لهم أثناء وجودهم في سويسرا والتي كان لها بالغ الأثر في تمكينهم من الحصول على المراكز المتقدمة التي حققوها.

افتتاح قاعة الاستكشاف

احتفل المركز العلمي بافتتاح قاعة الاستكشاف وذلك تحت رعاية معالي الشيخ أحمد الفهد الصباح وزير الطاقة رئيس مجلس إدارة مؤسسة البترول الكويتية الذي أناب عنه الشيخ طلال الخالد الصباح العضو المنتدب للخدمات البترولية في مؤسسة البترول الكويتية، وذلك بعد إنجاز المرحلة الثانية من تطويرها بمعروضات النفط والغاز تحت رعاية مؤسسة البترول الكويتية. استغرق العمل بالمشروع ما يزيد على العام ونصف العام، وكان ثمرة عمل وجهود مشتركة ومتواصلة بين المركز العلمي وفريق عمل متخصص في القطاع النفطي سخر كل خبراته وطاقاته لتظهر المعروضات أشبه ما تكون بالواقع على أرض الكويت، وبالتحديد في المواقع النفطية من خلال بانوراما الصناعة النفطية، حيث تم تصميم المعروضات الجديدة لتحكي قصصاً ومعلومات علمية عن أهم مورد في الاقتصاد الكويتي، وتجيب عن العديد من التساؤلات التي تحيط بالصناعة النفطية في دولة الكويت، وروعي عند تصميم المعروضات أن تحاكي عقل الزائرين من مختلف المراحل العمرية بدءاً من مرحلة الرياض مروراً بالمستويات التعليمية الأعلى وانتهاء بالأسرة وفي مقدمتها الوالدان.

كبار الحضور يقصون شريط الافتتاح

تشغل معروضات «النفط والغاز» مساحة تبلغ 560 متراً مربعاً وهو ما يعادل ثلثي مساحة قاعة الاستكشاف الإجمالية تقريبا، وهو الأمر الذي كان يعني إعادة تصميم القاعة ورسم المواقع من جديد لخدمةالمعروضات التي روعي فيها تقديم مادة علمية لكل فئات الزوار سواء على المستوى الاجتماعي أو الترفيهي أو الأكاديمي أو حتى على مستوى المؤسسات العاملة والمنتجة في هذا القطاع الحيوي الهام.

تتيح المعروضات لكل زوار القاعة من الأطفال والكبار التعرف إلى قصة النفط وأماكن تواجده بين طبقات الأرض، وتسمح لهم بالقيام بعمليات استكشاف كالتي يقوم بها العاملون في القطاع النفطي، ويشاهدون كيف تتم عمليات استخراج النفط وتكريره، وما هي المنتجات البترولية وأخيراً أسلوب التوزيع ومنافذه، كل ذلك من خلال 33 معروضاً جديداً روعي في تصميمها المرونة والحجم والمساحات المدروسة لتستوعب المجموعات الزائرة بشكل يضمن تحقيق الفائدة القصوى والمرجوة.

ومن الجدير بالذكر أن هذا التطوير جاء نتاج دراسات ميدانية ولقاءات أجراها المركز العلمي مع شريحة واسعة من التربويين والنظار والمدرسين في مختلف المراحل والمناطق التعليمية، حيث جاءت النتائج لتؤكد ضرورة إيجاد مثل هذه المعروضات في دولة مثل الكويت حيث يعد هذا المورد فيها من أهم الموارد الطبيعية أولا، وثانيا لصعوبة التعرف إلى هذه الصناعة الهامة في المواقع الطبيعية لها وذلك لحساسية هذه المواقع التي يصعب على الجمهور والأسر والأطفال زيارتها لأسباب الأمن والسلامة.

الحضور يطلعون على أحد المعروضات

المركز العلمي يحتفل بالذكرى الخامسة لافتتاحه

وسط أجواء احتفالية متميزة أقيمت على مدى يومين، أطفأ المركز العلمي شمعته الخامسة بمشاركة جمهوره.

مبروك الشمعة الخامسة

فرقة بن حسين أشاعت جواً من التراث

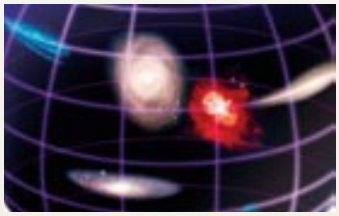
وشمل برنامج الاحتفال الذي أعدته إدارة المركز العلمي العديد من البرامج والأنشطة المشوقة احتفالاً بهذه المناسبة، استمتع خلالها الأطفال بورش العمل التي أقامها المركز بالتعاون مع شركة الطفل المتميز وقدمت خلالها العديد من الورش العلمية و الفنية. وتضمنت الاحتفالات عروضاً حية لبعض من حيوانات الأكواريوم في البهو الرئيسي واستمتع بها الكبار قبل الصغار.

وقد نظم المركز العلمي بهذه المناسبة عشاء الباربكيو الأول على واجهته الخارجية، وقد أضفت فرقة حمد بن حسين بعروضها الموسيقية الغنائية جواً من البهجة والمرح، وتخلل هذه العروض العديد من المسابقات والسحوبات على الجوائز والهدايا القيمة.

مجلة العلوم

تَصدر «**مجلة العلوم**» شهريا منذ عام 1986 عن «**مؤسسة الكويت للتقدم العلمي**»، وهي في ثلثي محتوياتها ترجمة عربية لمجلة «***ساينتفيك أمريكان***» التي تُعَدُّ من أهم المجلات العلمية المعاصرة والتي تصدر بثماني عشرة لغة.

نقرأ في العددين 4/3 (2005) من العلوم ما يلي:



أفكار خاطئة عن الانفجار الأعظم
<Ch. H. لاينويفر> ـ <T. M. ديفز>

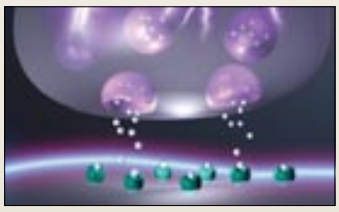
Misconceptions about the Big Bang

تُرى هل كان انفجارا هائلا؟ وهل بإمكان المجرات أن تتقهقر بأسرع من الضوء؟ وكم هو ضخم الجزء المرئي من الكون؟ إنها أسئلة غالبًا ما تلقى إجابات خاطئة من قبل الفلكيين.

المقالات العلمية: ما وراء إدراج وترتيب أسماء مؤلفيها
<D. پونتي>

Articles scientifiques: le dessous des signatures

إن قائمة المؤلفين الموقِّعين مقالة علمية لا تعكس دائما إسهام كل منهم بصورة عادلة؛ ذلك أن التقاليد السائدة وتأثير النفوذ والمجاملات لا تسمح بمعرفة حقيقة ما يجري في هذا المجال.



تثبيت الذاكرات
<R. D. فيلدس>

Making Memories Stick

بعض الذاكرات تستديم في حين يتبخر بعضها الآخر. ويمكن ربط السيرورات التي تساعد على استدامة الذاكرات بالسيرورات التي تتشكل الأدمغة وفقها.

فصيلة الخيليات البرية المهدَّدة بالانقراض
<P. D. مولمان>

Endangered Wild Equids

بعد آلاف السنين من الانبهار بالفصيلة الخيلية، ربما كان الإنسان في طريقه إلى دفع آخر الجماعات المتبقية من الحمير والأفراس الوحشية وحمير الزَّرَد إلى الانقراض.

دروس من الذئاب
<J. روبنز>

Lessons from the Wolf

غيَّرت إعادة الضاري الرئيسي إلى متنزه محمي في أمريكا الشمالية توازن الفلورا flora **والفونا** fauna على نحو يفوق بكثير ما كان متوقعا.

الإنسان القزم
The Littlest Human

<K. وونگ>

في إحدى الجزر الأندونيسية تُظهر اكتشافات مذهلة، ولكنها مثيرة للجدل، أن نوعا من المخلوقات الصغيرة الشبيهة بنا كان يشاركنا العيش على الكرة الأرضية قبل نحو 13 ألف سنة.

عودة إلى مستقبل محاصيل الحبوب
Back to the Future of Cereals

<S. A. گوف> ـ <J. M. سالمرون>

إن المزاوجة بين الطرائق المعهودة في تربية النبات والاستبصارات الجينية، تولد تقانة تدعى تربية النبات بمساعدة الواسمات، يمكنها أن تسهم في إطلاق ثورة خضراء جديدة.

نوع من الكائنات الحية في المعدة معرّض للخطر
An Endangered Species in the Stomach

<J.M. بليزر>

إن البكتيرة التي تعيش في معدة الإنسان وتسبب له القرحة، في سبيلها إلى الانقراض؛ ولكن هذا النجاح قد يكون على حساب الصحة العامة.

ارتفاع درجة حرارة الموصلية الفائقة المنخفضة الحرارة
Low-Temperature Superconductivity Is Warming Up

<P. C. كانفيلد> ـ <S. L. بدكو>

ليس ثنائي بوريد المغنيزيوم مجرد موصل فائق جيد غير متوقع؛ فهو، إذا أُعدّ كما ينبغي، يتفوق في أدائه على المواد المفضلة حاليا في الصناعة.

البرنامج الوراثي الخفي عند الكائنات الحية المعقدة
The Hidden Genetic Program of Complex Organisms

<J. S. ماتيك>

قد يعمل سقط الدنا داخل الخلايا على تنظيم مباشر للكيفية التي تتحول وفقها الخلية المخصَّبة الواحدة إلى تريليونات من الخلايا في جسم الإنسان.

يشرف على إصدار المجلة **هيئة استشارية** مؤلفة من :

أ.د. **علي عبدالله الشملان** ، رئيس الهيئة
أ.د. **نادر عبدالله الجلال** ، نائب رئيس الهيئة
أ.د. **عدنان الحموي** ، عضو الهيئة ـ رئيس التحرير

مراسلات التحرير توجه إلى : **رئيس تحرير مجلة العلوم**

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
ص.ب : 20856، الصفاة، الكويت 13069
هاتف : 2428186 (965+)، فاكس : 2403895 (965+)
العنوان الإلكتروني : oloom@kfas.org.kw

الاشتراكات

	بالدينار الكويتي	أو بالدولار الأمريكي
* للطلبة والعاملين في سلك التدريس و/ أو البحث العلمي	12	45
* للأفراد	16	56
* للمؤسسات	32	112

وتحول قيمة الاشتراك بشيك مسحوب على أحد البنوك في **دولة الكويت**.

محطة الصليبية لتنقية مياه الصرف الصحي..

الأولى في المنطقة.. والأكبر على مستوى العالم

دشنت الكويت في شهر مارس الماضي محطة الصليبية لتنقية مياه الصرف الصحي التي تعد الأولى في منطقة الشرق الأوسط والأكبر على المستوى العالمي.

ويعتبر مشروع محطة الصليبية سبقا مهما في مجال تنقية المياه المعالجة رباعيا، وواحدا من أضخم ـ إن لم يكن الأضخم ـ المشروعات التنموية بنظام البناء والتشغيل ونقل الملكية المعروف عالميا بالمختصرات (BOT) في المنطقة، إضافة إلى تجسيد سبق آخر باعتبار أن هذه المحطة تعتبر الأكبر من نوعها في الشرق الأوسط، كما تعدُّ الأكبر عالميا باستخدام تقنية نظام التناضح العكسي في تنقية مياه الصرف الصحي.

والمحطة التي تقع جنوب مدينة الكويت العاصمة قادرة على معالجة 375 ألف متر مكعب يوميا عند بدء التشغيل ، وستصل الكمية إلى 600 ألف متر مكعب يوميا تدريجيا أثناء فترة الاستثمار التي تبلغ 30 عاما ، وبذلك تعالج المحطة نحو 60 في المئة من إجمالي كميات مياه الصرف الصحي في دولة الكويت.

وتجسيد هذه المحطة على أرض الواقع لم يبدأ من جانب الشركة المنفذة عام 1998، عندما تقدمت للتأهل في المناقصة، بل بدأته

جانب من المحطة

المحطة تعالج نحو 60 في المئة من إجمالي كميات مياه الصرف الصحي في دولة الكويت

الحكومة قبل ذلك بعدة سنوات، عندما عكف العديد من خبرائها على إعداد مستندات المناقصة ، وقرروا انتهاج نظام البناء والتشغيل ونقل الملكية، حينما كان هذا النظام وقتها وليدا، بل ربما جنينا، لم ير النور بعد. واليوم، وقد بدأ التشغيل الفعلي تجاريا، فإن هذا الإنجاز يعتبر برهانا على ان القطاع الخاص الكويتي سند للحكومة عندما وضعت ثقتها في قدراته، وعهدت اليه بمسؤولية تنفيذ وتشغيل مشروعات البنية التحتية الضخمة، التي ظلت لعدة عقود حكرا ترعاه الدولة.

تلمس النتائج

ومع بدء تشغيل محطة الصليبية، بدأ الكثير من المواطنين يلمسون جانبا من الثمار البيئية الإيجابية لهذا المشروع، حيث تم الاستغناء تماما عن محطة المعالجة القديمة الموجودة في منطقة العارضية، بتحويل المياه إلى محطة ضخ جديدة، يتم من خلالها تحويل وضخ المياه عبر خطوط أنابيب تحت الأرض بطول 25 كلم إلى محطة المعالجة في الصليبية ، ليعالج جذريا مشكلة انتشار روائح الصرف الصحي في منطقة العارضية، التي بدأت فعلا بالانحسار منذ بدء التشغيل التجريبي للمشروع في نوفمبر 2004 .

وكان هذا الأمر أحد أهداف المشروع، التي تحققت فور بدء التشغيل، فضلا عن الحد من تلوث البيئة البحرية، التي كانت تعاني بسبب صرف مياه ضارة وغير مكتملة المعالجة إلى البحر نظرا لقصور محطات المعالجة، تلك المحطات التي ضاقت عن تلبية الزيادة في التدفقات ، والتي صار بعضها يعمل بكفاءة منخفضة بسبب قدمها ، حيث ستقوم المحطة الجديدة بمعالجة كميات تقارب من 60 في المئة من كميات الصرف الصحي لدولة الكويت.

وما ستقوم به المحطة من إنتاج للمياه الصالحة التي تعادل نقاوتها نقاوة مياه الشرب وبمواصفات ، يمكن ان تساهم في شكل كبير وفاعل في تخفيف الضغط على مخزون الكويت من المياه فضلا عن توفير وإيصال المياه للمواطنين بتكلفة أقل، إذ تقوم المحطة بإنتاج كميات من المياه النقية تقارب او تفوق ربع كميات المنتجة من محطات التقطير بالكويت مجتمعة، وبتكلفة تقل عن تكلفة إنتاج المياه من أي مصادر أخرى، وفي شكل خاص محطات التقطير لإزالة ملوحة مياه البحر، حيث تقوم الدولة بشراء المياه بسعر تنافسي تم الاتفاق عليه ضمن عقد الاستثمار.

المرحلة التحضيرية

كان توقيع العقد في 7 مايو 2002 بين دولة الكويت والشركات التي نفذت المشروع البداية لسلسلة من الاجتماعات والاتصالات المكثفة بين أكثر من عشر مدن في العالم ، وكانت معظم هذه الاجتماعات تعقد في الكويت . وبلغ عدد الساعات

المبذولة في تلك المرحلة التحضيرية أكثر من 300 ألف ساعة عمل خلال 14 شهرا انتهت في 7 يوليو 2002 .

وخلال تلك الفترة تم الانتهاء من وضع التصميم الاساسي للمشروع إذ تم في 24 يونيو 2002 توقيع عقد التمويل مع بنك الكويت الوطني وبنك الخليج وبنك الكويت والشرق الاوسط إضافة إلى توقيع عقد البناء وعقد التشغيل والصيانة الذي يستمر حتى نهاية مدة الاستثمار.

وفي السابع من يوليو 2002 تم إصدار وثيقة موقعة من كل وزارة الاشغال العامة وشركة تنمية المرافق لإعلان بداية مدة الاستثمار والبدء بأعمال الانشاء.

وعلى مدى 29 شهرا تضافرت جهود العديد من شركات مجموعة الخرافي (التي نفذت مشروع المحطة) وفي مقدمتها شركة محمد عبد المحسن الخرافي والشركة الكويتية البريطانية للأعمال الخرسانية واتحدت جهودها في سبيل إنجاز هذا المشروع الرائد في الكويت.

ومع منتصف عام 2004 بدأت الاستعدادات للقيام بأعمال الفحص والتشغيل ومن ثم جرى في 14 اغسطس عام 2004 البدء بتحويل مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة القديمة في العارضية إلى محطة الضخ الجديدة في العارضية ، ومن هناك إلى محطة الصليبية وذلك عبر خطوط الضخ بين المحطتين.

وبعد سلسلة معقدة وطويلة من عمليات الفحص للمعالجة والتنقية جرى في 4 نوفمبر 2004 إنتاج أول قطرة مياه منقاة من محطة الصليبية.

مرافق المشروع

يتكون مشروع محطة الصليبية من محطة المعالجة الابتدائية والضخ في منطقة العارضية ، و خطوط الضخ من العارضية إلى الصليبية ومحطة المعالجة والتنقية في الصليبية.

ومع وصول مياه الصرف الصحي إلى محطة المعالجة الابتدائية والضخ في العارضية تبدأ عملية المعالجة الابتدائية بحجز الرمال وإزالة الدهون ، يتم بعدها توجيه المياه إلى خزانين للموازنة يبلغ قطر الواحد منهما 67 مترا وبعمق سبعة أمتار، لتنظيم التدفقات الواصلة إلى العارضية قبل دخولها إلى محطة الضخ التي تحتوي على 8 مضخات (منها مضختان احتياطيتان) لضخ مياه الصرف الصحي عبر ثلاثة أنابيب يبلغ قطر كل منها 1400 ملليلتر تمتد على مسافة 25 كيلومترا من العارضية إلى الصليبية.

ومن منطلق الحرص على سلامة البيئة في محطة الضخ بالعارضية ونظرا لقربها من المناطق السكنية فإن جميع منشآت

خزانات مفتوحة لتجمع الحمأة

من أكبر مشروعات التنمية بنظام البناء والتشغيل ونقل الملكية المعروف عالميا بالـ B.O.T

المحطات مغطاة كما أنها مزودة بأحدث المعدات لإزالة الروائح مع أنظمة متطورة للمراقبة ، ويحيط بالمحطة حزام أخضر من الأشجار من أجل تحسين البيئة المحيطة.

ومع وصول مياه الصرف الصحي إلى محطة الصليبية تبدأ عمليات المعالجة البيولوجية في أحواض التهوية التسعة التي يبلغ طول كل منها 147 مترا بعرض 28 مترا حيث يتم تزويد تلك الأحواض بالهواء عن طريق مبنى ضواغط الهواء الذي يحتوي على خمس وحدات لضغط الهواء.

ومن أحواض التهوية تنساب المياه إلى أحواض الترسيب الدائرية التسعة التي يبلغ قطر كل منها 56 مترا وعمقها 8 أمتار ومنها تنساب المياه المعالجة ثنائيا إلى حوض التجميع تمهيدا لبدء عمليات التنقية.

أما المواد الصلبة المترسبة فيتم توجيهها إلى مبنى تكثيف الحمأة ومنه إلى أربعة أحواض خاصة لهضم الحمأة طول كل منها 58 مترا وعرضه 24 مترا وعمقه 7 امتار ، يتم تغذيتها بالهواء من مبنى ضواغط الهواء الذي يحتوي على ثلاث وحدات لضغط الهواء . ومع انتهاء عملية الهضم يتم توجيه الحمأة المتبقية إلى أحواض التجفيف حيث يتم بعدها تخزين الحمأة مدة 6 أشهر حتى تصبح صالحة للاستخدام كسماد طبيعي.

أما عملية تنقية المياه فتبدأ مع وصول المياه المعالجة ثنائيا من حوض التجميع إلى مبنى الفلترة الفائقة الدقة الذي يحتوي على خمسة خطوط مستقلة للتنقية تضم في مجملها 8704 مرشحات (فلاتر) مصنعة من أغشية ذات مسام

جانب من المنشآت الحديثة

فائقة الدقة وتتولى تلك المرشحات القيام بإزالة كاملة للجزيئات العالقة والميكروبات ويتم تنظيف تلك المرشحات بانتظام بواسطة عمليات غسيل عكسية تتم بصورة آلية ودورية.

ومن مبنى الفلترة الفائقة الدقة تنساب المياه إلى مبنى التناضح العكسي الذي يتكون من ستة خطوط مستقلة للتنقية يحتوي كل منها على سبع وحدات بحيث يبلغ مجموع المرشحات في تلك الوحدات 20832 مرشحا (فلترا) يتم مرور المياه من خلالها إلى حوض التجميع ومن ثم تنساب المياه عبر خطوط خاصة إلى مركز التحكم التابع لوزارة الاشغال العامة.

وتجرى معظم العمليات داخل مختلف أجزاء المحطة بصورة آلية من غرف مجهزة لذلك تجهيزا كاملا وباستخدام أحدث أنظمة الكمبيوتر والتحكم إضافة إلى وجود مختبرات متطورة جدا لمتابعة المياه في جميع مراحلها وأخذ عينات للقياس ومقارنتها بالمواصفات المعيارية الموضوعة لهذه المياه .

معالجة 375 ألف متر مكعب يوميا عند بدء التشغيل ، تصل إلى 600 ألف متر مكعب يوميا أثناء فترة الاستثمار

أهم فوائد المشروع

تكمن أهمية محطة الصليبية في الأهداف المرجوة منها ، ومن أهم هذه الأهداف :

- إمكانية حقن المياه المنقاة في المحطة في باطن الارض، لتكوين مخزون استراتيجي طويل الأمد للمياه.
- تحويل المواد الصلبة الناتجة عن أعمال المعالجة إلى سماد طبيعي خال من المواد الكيماوية للاستعمال في أغراض زراعية.
- الحد من تلوث البيئة البحرية نتيجة التوقف عن صرف مياه صرف صحي غير تامة المعالجة إلى البحر.
- يعالج المشروع مشكلة انتشار روائح الصرف الصحي التي كانت تنبعث من محطة معالجة مياه الصرف الصحي القديمة في منطقة العارضية .
- حصول الكويت على تقنية حديثة في معالجة وتنقية مياه الصرف الصحي.
- تخفيف عبء استثمارات ضخمة عن كاهل الدولة يتمثل في الاستثمار المباشر في إنشاء وتشغيل المحطة او غير المباشر من خلال مصاريف إنشاء محطات التقطير الاضافية ومحطات الكهرباء اللازمة لتشغيل محطات التقطير بحسب الأحوال.

وبانتهاء فترة عقد الاستثمار ستؤول ملكية محطة الصليبية إلى الحكومة دون مقابل ، وعند ذلك سيكون إجمالي التوفير المالي الناتج عن المشروع نحو 3.2 مليار دينار (11 مليار دولار) يتمثل ذلك في الفرق بين ما كانت الدولة تتكلفه لإنتاج مياه نقية والسعر الذي تشتري به المياه المنقاة من المستثمر وهو سعر تنافسي تم تقديمه في مناقصة عامة وكان هذا السعر هو اقل الأسعار.

افتتاح رسمي كبير للمحطة

حضره سمو رئيس مجلس الوزراء

في احتفال رسمي كبير افتتح سمو رئيس مجلس الوزراء الشيخ صباح الاحمد محطة معالجة وتنقية المياه في الصليبية التي نفذتها مجموعة شركات محمد عبد المحسن الخرافي وأولاده بحضور كبار المسؤولين في دولة الكويت.

رئيس مجلس الوزراء يفتتح المحطة متوسطا معالي وزير الطاقة والسيد ناصر الخرافي

وأشاد الشيخ صباح الاحمد بإنشاء المحطة، ووصفها بالصرح العالمي الذي «نعتز به كثيراً وسيساهم في دعم الطاقة المائية في البلاد والحد من التلوث»، مؤكدا ان العالم لا يعيش الا على الماء. وجاء هذا المشروع ليضيف لمسة جديدة في سد حاجة البلاد من هذا المورد المهم وليمثل انجازاً كويتياً جديداً سنضاهي به بلدان العالم اجمع خاصة انه أول المشاريع التي تنجز بنظام B.O.T.

وثمن من الشيخ صباح الاحمد الجابر الصباح الدور الكبير الذي قامت به مجموعات شركة الخرافي في إنجاز هذا المشروع الذي يمثل رصيداً مهماً للكويت ومقياساً حضارياً لنموها الاقتصادي.

وألقى رئيس مجموعات شركات الخرافي السيد ناصر الخرافي كلمة أشاد فيها بسمو أمير دولة الكويت الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح ووصف سموه بأنه أبو «الاقتصاد الكويتي وقائد النهضة الاقتصادية»، مبينا أن سمو الأمير بذل جهوداً كبيرة في مجال التنمية من خلال الخبرة والحنكة الكبيرة التي يملكها سموه.

وقال الخرافي إن الاقتصاد عصب كل الحكومات لما له من أهمية كبيرة في جميع دول العالم، إذ إنه يؤمن الاستقرار السياسي والاجتماعي وبفضله يعلو شأن رؤساء وحكومات وأحزاب، فضلاً عن تأثيره بشكل كبير على منظومة العلاقات والمصالح بين دول العالم.

وأشاد بدور أمير البلاد في ترسية قواعد الاقتصاد الكويتي خصوصاً بعد إنشاء سوق الكويت للأوراق المالية الذي بات أنشط وأكبر سوق في المنطقة، والبنك المركزي، وكذلك الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية الذي كان له بالغ الأثر في توثيق علاقات الكويت مع دول العالم، فضلاً عن إنشاء سموه صندوق الأجيال القادمة وهيئة الاستثمار اللذين لولا وجودهما لتعاظمت معاناة المواطنين خلال المحنة القاسية التي مرت بالبلاد.

وذكر ان سمو الأمير بذل كل ما في وسعه من أجل رفعة الكويت ومواطنيها وهذا قليل من كثير، كما أن سموه بذل جهوداً كبيرة في الأزمات الداخلية وعلى المستوى العربي، مشيدا بجهود سمو ولي العهد الشيخ سعد العبدالله السالم الصباح

سمو رئيس مجلس الوزراء: صرح عالمي يدعم الطاقة المائية

حفل افتتاح المحطة

سمو الشيخ صباح يشاهد عينة من المياه المعالجة

ناصر الخرافي: سمو الأمير أبو الاقتصاد وراعي التنمية

السيد ناصر الخرافي

في حل الأزمات التي واجهت البلاد داخلياً وخارجياً.

التنمية والقطاع الخاص

وقال الخرافي مخاطباً الشيخ صباح الأحمد «منذ توليتم رئاسة الحكومة وأنتم تولون الاقتصاد والتنمية والقطاع الخاص أهمية كبيرة رغم مسؤولياتكم بباقي القطاعات»، مشيداً بدعمه للقطاع الخاص وتذليل الصعوبات أما هذا القطاع المهم من أجل تنمية البلاد.

وأضاف إن « مبادرتكم في الذهاب إلى شرق آسيا مع نخبة من رجال الأعمال، وبالذات الصين هذا العملاق الاقتصادي الذي من المنتظر أن يصبح أكبر قوة اقتصادية في العالم، سيكون لها الأثر الإيجابي على الاقتصاد الكويتي»، مشيرا إلى أن هذه المبادرة هي الأولى من نوعها و«تؤكد رؤيتكم الاقتصادية والاستراتيجية وحرصكم على التنمية الاقتصادية وفتح مجالات جديدة للاستثمارات الكويتية، ودعم علاقات الكويت مع مختلف بلدان العالم على المستويات كافة».

وقال إن الكويت بلد صغير وعدد سكانه قليل، ولكنه كبير في إنجازاته، وهذا سبب الاستقرار الذي ننعم به في بلدنا، مضيفا إن الكويت لديها وبشهادات عالمية أنجح بنك مركزي في المنطقة، فضلا عن سوق الكويت للأوراق المالية، وكذلك البنوك والشركات، خصوصا شركات الاتصالات التي استطاعت إثبات جدارتها بقوة لتنافس كبرى شركات العالم، إلى جانب الشركات العقارية التي قامت بمشاريع عالمية وأوجدت مجالات للترفيه عن المواطن والوافد من خلال المشاريع السياحية الضخمة.

نظام الـ B.O.T

وفي حديثه عن مشروع محطة الصليبية وطرحه بنظام الـ B.O.T قال الخرافي إن هذا النظام مفيد ومهم للغاية، لاسيما أن معظم بلدان العالم، ومنها الدول التي كانت أنظمتها شيوعية قامت بتطبيقه، لذلك لابد من التساؤل لماذا تم الاتجاه لنظام الـ B.O.T؟ وأجاب انه يوفر الأموال للحكومات لاستثمارها في قطاعات لا يستطيع القطاع الخاص القيام بها، ويحمل المستثمر المسؤولية الكاملة للتنفيذ والتشغيل، وبالجودة المطلوبة تلبية، لمتطلبات المواطن والدولة بأسرع وقت.

وذكر أن الشفافية مطلب أساسي لإنجاح هذا النوع في المشاريع، لذلك أؤكد أن مشروع محطة الصليبية نفذ بشفافية تامة، حيث قام معهد الكويت للأبحاث العلمية بوضع المواصفات المطلوبة ووضع الأسس للتأهيل، ثم شكلت لجنة من جميع الجهات الحكومية لدراسة العروض، وعلى ضوء ذلك رأت اللجنة أن عرضنا هو الأفضل.

وأوضح أن محطة الصليبية تعتبر الأكبر في العالم، وقد حصلنا على أجود التكنولوجيا من أكبر شركة في العالم في مجال تنقية المياه، وهي شركة ايونكس الاميريكية التي ساهمت في هذا المشروع، مما يؤكد الثقة الكبرى في المناخ الاستثماري في الكويت وبجدوى المشروع قبل موعده بعدة أشهر.

وأفاد أن هذه المحطة الحيوية تعد أحد أبرز الإنجازات التنموية في دولة الكويت، وسطرت الكويت بهذا الإنجاز وبدء التشغيل، سبقا مهما في مجال تنقية المياه المعالجة رباعيا.

سمو رئيس الوزراء يطلع على عمل المحطة

ملف العدد

سعود الناصر وكيل وزارة الطاقة (الكهرباء والماء):

إدارة الطلب على المياه من الأولويات الملحة

أكد السيد سعود الناصر وكيل وزارة الطاقة (الكهرباء والماء) سعي الوزارة إلى التركيز على موضوع إدارة الطلب على المياه باعتباره من الأولويات الملحة من أجل وقف أو تقليل الصراعات على هذا المصدر الحيوي.

وقال الناصر في لقاء مع مجلة (التقدم العلمي) إن وزارة الطاقة كانت تركز في السابق على تلبية الطلب على المياه، وكان ذلك الطلب يرتكز على إنتاج المياه لكننا نركز حاليا على إدارة هذا الطلب والتعامل معه وفق خطط واستراتيجيات محددة.

وأوضح أن الوزارة تسعى قدر المستطاع إلى ترشيد استهلاك المياه، وتحاول إيصال رسالة إلى المستهلكين كافة بأن يرشدوا من الاستهلاك، وتركز أيضا بهذا الصدد على فئة الناشئة ليكون ذلك سلوكا متواكبا مع حياتهم وتطورهم ونموهم فينشأوا على ترشيد استهلاك المياه والحد من هدرها.

وذكر أن الوزارة تسعى إلى البدء بمفاهيم الترشيد من مرحلة الروضة، ليغرس ذلك السلوك في طلاب تلك المرحلة ويستمروا بذلك طوال مراحل حياتهم مضيفا إن الوزارة خاطبت بهذا الصدد وزارة التربية و"طلبنا أن تتضمن المناهج دروسا عن ترشيد الاستهلاك والحد من هدر المياه إضافة إلى التعريف بموارد المياه الجوفية ومياه البحر والمحطات والغلايات لينمو الشعور مع المواطن بحيث يكون هو أحد محددات التصور، وذلك بالمحافظة على هذه النعمة الكبيرة.

وأضاف "لقد آن الأوان ليشعر المواطن بأهمية هذه المياه ويدرك قيمتها وضرورتها للحياة ويتعامل معها وفق هذه النظرة".

استراتيجية شاملة

وعن الاستراتيجية التي وضعتها الوزارة للحفاظ على المياه وترشيد استهلاكها وإدارة الطلب عليها قال الناصر إن لدى الوزارة استراتيجيتين أولاهما تمتد حتى عام 2015 والأخرى حتى 2025، ولدينا الكميات المتوقعة للطلب على المياه لهذه الفترات لكن هذا الطلب يكون بناء على الأنشطة المتوافرة في الكويت والمشروعات المختلفة المطروحة.

وأضاف "نحن عادة نحسب الطلب على المياه حسب المعلومات المتوافرة لدينا لكن هذا الطلب غير ثابت، وبسبب ذلك كانت الوزارة تأخذ احتياطيا قدره نحو 20 في المئة لكن الوزارة في الآونة الأخيرة قللت هذه النسبة حتى وصلت إلى 15 في المئة".

وعن موضوع تخزين المياه قال وكيل وزارة الطاقة إن الوزارة تتوسع في تخزين المياه للاستفادة من الكميات المخزنة في أوقات الطوارئ، وقد بنت الوزارة ذلك على أن يكون للمواطن حصة معينة من المياه في أوقات الطوارئ،

وتخطط الوزارة إلى أن يصبح مقدار الكميات المخزنة بعد نحو خمس إلى عشر سنوات بحدود ثلاثة آلاف مليون جالون .

وأعرب عن اعتقاده أن هذا التخزين أمر استراتيجي للأمن المائي للكويت مضيفا إن الكويت تمتلك أكبر كمية من المياه المخزنة في دول مجلس التعاون الخليجي. كما تتجه الوزارة حاليا إلى الاستفادة من المياه المعالجة لاستخدامها في أوقات الطوارىء لاستعمالات متعددة.

وتقوم خطة الوزارة الحالية على زيادة المخزون من المياه العذبة وقليلة الملوحة لمجابهة فترات الاستهلاك القصوى وذلك بإنشاء خزانات بسعات مختلفة وفي مواقع متفرقة.

وفيما يخص سعة التخزين الحالية للمياه العذبة أوضح أن سعة الخزانات الأرضية التي تعمل بالانسياب الطبيعي تبلغ 1137.8 مليون جالون امبراطوري في حين تبلغ سعة الخزانات الأرضية التي تعمل بالضخ 1020 مليون جالون امبراطوري مبينا أن سعة الأبراج المرتفعة تبلغ 24.784 مليون جالون امبراطوري.

وعن حجم المياه قليلة الملوحة حاليا ذكر الناصر أن سعة الخزانات الأرضية التي تعمل بالانسياب الطبيعي تبلغ 499 مليون جالون امبراطوري في حين تبلغ سعة الخزانات الأرضية التي تعمل بالضخ 40.1 مليون جالون امبراطوري وسعة الأبراج المرتفعة تبلغ 9.254 مليون جالون امبراطوري.

يذكر أن الخزانات الأرضية التي تعمل بالانسياب الطبيعي تم إنشاؤها في مواقع مرتفعة حتى يمكن التغذية منها بطريقة الانسياب الطبيعي.

• نركز على الناشئة ليكون ترشيد المياه سلوكاً متواكباً مع جميع مراحل حياتهم وتطورهم ونموهم

وقال الناصر إنه توجد في مواقع خزانات المياه العذبة أجهزة للتعقيم ويتم تشغيل هذه الخزانات أوتوماتيكيا من مراكز للتحكم الآلي متصلة بمحطات الضخ.

وعن سعة محطات ضخ المياه قليلة الملوحة حتى نهاية عام 2003 قال إن إجماليها فعليا بلغ 89.61 مليار جالون امبراطوري يوميا فيما بلغ الاحتياطي منها 64.95 مليار جالون امبراطوري يوميا.

نظام التوزيع

وأفاد الناصر أن نظام توزيع المياه في الكويت يشتمل على شبكتين إحداهما للمياه العذبة والأخرى للمياه قليلة الملوحة ولكل من هاتين الشبكتين خزانات أرضية ومحطات ضخ وأبراج مرتفعة خاصة بها.

ويتم ضخ المياه المنتجة من محطات التقطير او من الآبار الجوفية إلى خزانات أرضية ومنها يتم الضخ إلى شبكات التوزيع وإلى الأبراج المرتفعة الموزعة في عدة مناطق والتي تساعد على تأمين احتياجات المواطنين في ساعات الاستهلاك القصوى كما أن عمليات الضخ في الشبكة والتوزيع يديرها مركز تحكم المياه الموجود في منطقة الشويخ.

يذكر أن شبكات التوزيع تتكون من خطوط ضخ وتوزيع رئيسية وشبكات فرعية وتتراوح أقطار الشبكات الفرعية بين 300 و 500 ملليمتر.

وبدأت الوزارة منذ فترة بتنفيذ عدد من الشبكات من أنابيب الدكتايل بالنسبة للمياه العذبة وقليلة الملوحة في المشاريع الجديدة.

تنسيق وتعاون

وقال الناصر إن الوزارة تنسق مع جميع الوزارات و"طلبنا منهم تقديم حاجاتهم من المياه للسنوات الخمس المقبلة لتؤخذ في الاعتبار ضمن مشروعات وزارة الطاقة وخططها المستقبلية لكن هناك علاقة خاصة

تربط بين وزارة الطاقة ووزارة الأشغال لكون جميع شبكات المياه ضمن عقود وزارة الأشغال ، وهناك لجنة وزارية مختصة تنسق بين الجهات المعنية بشأن استهلاك المياه ، وهذا يساعد على وضع الخطط المستقبلية التي تلبي جميع المتطلبات".

وعن الحملة التوعوية التي نظمتها وزارة الطاقة العام الماضي لترشيد استهلاك المياه قال وكيل وزارة الطاقة إن تبني سمو أمير البلاد الشيخ جابر الأحمد الصباح للحملة كان دافعا لجميع المواطنين للتجاوب مع الحملة، وهناك جهات من جمعيات النفع العام أدت أداء متميزا وفاعلا في مجال ترشيد الاستهلاك.

وذكر أنه تبين بعد الحملة أن الطلب على المياه أنخفض العام الماضي نحو 20 مليون جالون ، وكنا بحاجة ماسة لهذه الكميات مضيفا إن الوزارة ستبدأ قريبا حملة توعوية جديدة تشمل قطاعات عدة بناء على النتائج التي حصلنا عليها العام الماضي.

وأفاد إن هناك وسائل تقنية ندرس تطبيقها في بعض المساجد والوزارات للحد من استهلاك المياه، وهذا الأمر يتم بالتعاون بين وزارة الطاقة والجهات المعنية. وأعتقد أن ذلك سيوفر نحو 30 في المئة من الاستهلاك في تلك الجهات كما أن مردود ذلك الخفض سيكون أكبر بكثير من تكلفة تلك الوسائل التقنية التي ستوضع في الوزارات والمساجد والجهات الأخرى.

وعن نظام الشرائح الذي يستهدف وضع أسعار معينة لاستهلاك المياه وفقا للشرائح.

أوضح الناصر أن هذا النظام سيكون في حال تطبيقه لترشيد الاستهلاك بحيث لايزيد الاستهلاك على الشريحة الموضوعة او المحددة للمستهلك ، وبحيث لاتستخدم المياه الا للحاجات الضرورية لها دون إسراف أو هدر من دون فائدة ، وليست الغاية جباية أموال إضافية للوزارة بقيد ما يعني ذلك تحفيزا إلى الترشيد .

وأضاف إن دولة الكويت تدعم الخدمات المقدمة للمواطن مثل الكهرباء والماء ، وحتى في حال وضع نظام الشرائح فإن ذلك لايعني أن هذه المبالغ المحددة للشرائح تمثل التكلفة الفعلية التي تنفق على مثل تلك الخدمات.

اليوم العالمي للمياه

وعن اليوم العالمي للمياه الذي نظمته الوزارة في منتصف مارس الماضي قال الناصر إنه من المعروف أن الماء هو أغلى ما تملكه البشرية وهو أساس الحياة ولا حياة لأي كائن من إنسان أونبات أو حيوان من دون وجود المياه ، وكذلك فإنه لايمكن أن تكون هناك تنمية مستدامة من دون وجود مياه .

وأضاف "أردنا من خلال شعار ذلك اليوم (المياه من أجل الحياة) أن نشعر الناس بقيمة تلك المياه وأهميتها ، وذلك بالتنسيق مع دول مجلس التعاون المختلفة لإيصال رسالة عامة إلى جميع المواطنين والمقيمين على أرض دول مجلس التعاون بضرورة الاهتمام بهذا المورد الحيوي، لأن دول الخليج تواجه الظروف نفسها من حيث الموارد الطبيعية للمياه وكذلك الطقس والمناخ وظروف الاستهلاك".

وذكر أن ترشيد استخدام المياه والحد من هدرها توجيه رباني وفطري يستوجب اتباعه ، ويعلم الجميع أن الإسراف مذموم داعيا الأمهات والآباء إلى أن يستخدموا هذه النعمة العظيمة الاستخدام الأمثل ، لأن في ذلك شكرا لنعم الله ، وتقديرا لما تنفقه الدولة وما تبذله من جهود من أجل توفير المياه.

وقال الناصر " إن الماء مصدر طبيعي ذو صلة مباشرة بجميع أوجه الحضارة البشرية ، بالنظر إلى أن الحياة على الأرض بدأت بالمياه، وسيظل الارتباط بين الماء والحياة قائما ، كما أن الطلب على المياه هو القوة المحركة لعجلة الحياة الاجتماعية والاقتصادية والتنمية الثقافية خلال التاريخ الانساني".

وذكر أن الجهود الحثيثة التي تقوم بها الكويت تجاه تطوير فكرة (المياه من أجل الحياة) لهذا العام تهدف إلى وضع مبادىء أخلاقية اجتماعية واقتصادية لإدارة المياه . وانطلاقا من هذا الإيمان فقد أصبحت الكويت تتبنى العديد من الخطط والاستراتيجيات والبرامج والمشروعات التي تحقق التنمية المنشودة من خلال هذه الجهود .

مشروعات مستقبلية

وعن المشروعات المستقبلية أوضح الناصر أن لدى وزارة الطاقة (قطاع الكهرباء والماء) الكثير من المشروعات المستقبلية التي تسعى لإنجازها من أجل توفير الرفاهية والخدمات المتكاملة لكل مواطن ومقيم.

● آن الأوان ليشعر المواطن بأهمية المياه ويدرك قيمتها وضرورتها للحياة

● استراتيجيتان شموليتان لوزارة الطاقة أولاهما تمتد حتى عام 2015 والأخرى حتى 2025

لدينا مشروعات مستقبلية كثيرة سنعمل على إنجازها لتوفير الرفاهية المتكاملة

وذكر أن من المشروعات المستقبلية مشروع إنشاء المرحلتين الأولى والثانية من مقطرات الصبية الذي يهدف إلى توريد وتركيب أربع وحدات تقطير سعة كل منها 12.5 مليون جالون امبراطوري في اليوم.

وأوضح أن المشروع يهدف أيضا إلى توريد وتركيب وحدة لمعالجة المياه المقطرة الناتجة من المرحلتين الأولى والثانية أي بسعة قصوى 50 مليون جالون امبراطوري في اليوم إلى جانب أعمال إنشاء ومآخذ ومخارج مياه البحر لوحدات التقطير بما في ذلك جميع وحدات التقطير المستقبلية.

وعن مشروع إنشاء المرحلة الثالثة من مقطرات الصبية أفاد تقرير صادر عن الوزارة أنه يهدف إلى تزويد وتركيب أربع وحدات تقطير سعة كل منها 12.5 مليون جالون امبراطوري في اليوم إضافة إلى معدات زيادة قلوية المياه المقطرة مبينا أنه تم طرح المناقصة منذ مدة على أن تدخل الوحدة الأولى الخدمة في منتصف العام المقبل.

وذكر التقرير أن من مشروعات الوزارة أيضا مشروع إنشاء وحدات تحلية المياه بمحطة الزور الشمالية ، الذي يهدف إلى تزويد وتركيب عشر وحدات تقطير متعدد المراحل سعة كل منها 12.5 مليون جالون امبراطوري في اليوم مع معدات زيادة قلوية المياه المقطرة إضافة إلى وحدة لتحلية مياه البحر تعمل بالتناضح العكسي بسعة 25 مليون جالون امبراطوري في اليوم.

وأضاف التقرير في هذا الشأن إن المرحلة الأولى تتكون من أربع وحدات تقطير مع معدات زيادة قلوية المياه المقطرة بالإضافة إلى وحدة لتحلية مياه البحر تعمل بالتناضح العكسي بسعة 25 مليون جالون امبراطوري في اليوم متوقعا أن تدخل أول وحدة الخدمة نهاية عام 2008.

وعن المشروعات قيد الإنشاء أفاد تقرير وزارة الطاقة أن هناك مشروع إنشاء المرحلة الثانية من مقطرات الزور الجنوبية الذي يشتمل على توريد وتركيب أربع وحدات تقطير سعة كل منها ستة ملايين جالون امبراطوري في اليوم مع معدات زيادة قلوية المياه المقطرة حيث تم تنفيذ وتشغيل وتسلم جميع وحدات التقطير إضافة إلى وحدة زيادة القلوية.

وفيما يخص مشروع إنشاء المرحلة الثالثة من مقطرات الزور الجنوبية قال التقرير إنه يهدف إلى توريد وتركيب أربع وحدات تقطير مع معدات زيادة قلوية المياه المقطرة في محطة الزور الجنوبية كمرحلة ثالثة.

المياه الجوفية

وعن المياه الجوفية قال الناصر إن الطاقة الإنتاجية المركبة الحالية لآبار المياه الجوفية وصلت إلى نحو 120 مليون جالون امبراطوري في اليوم ، وإن أقصى صافي استهلاك خلال صيف عام 2003 كان نحو 121 مليون جالون امبراطوري يوميا.

وذكر أنه يتم توفير المياه الجوفية حاليا لنحو 71 ألف مستهلك بأسعار ميسرة، وهناك برامج أخرى من المقرر تنفيذها لرفع الطاقة الإنتاجية ومنها استحداث حقول جديدة لاستثمار المياه الجوفية القليلة الملوحة في المناطق الواقعة شمال وشمال غربي حقول الشقايا وشمال غربي وشمال شرقي حقل أم قدير بالإضافة إلى تطوير حقل الصليبية .

وفي مجال التخزين أفاد أن الوزارة قامت بإنشاء 14 برجا مخروطي الشكل يتسع كل منها إلى 661 ألف جالون امبراطوري (3000 متر مكعب) موزعة على مختلف مناطق الكويت ، وذلك بهدف تأمين ضغط ثابت في شبكات التوزيع ومواجهة الاستهلاك أثناء فترات الاستهلاك القصوى ، وبذلك يكون مجموع سعة الأبراج للمياه القليلة الملوحة المتوافرة حاليا 9.254 مليون جالون امبراطوري .

وعن التخزين الأرضي ذكر أن سعة الخزانات الواقعة في حقول الإنتاج تبلغ 328 مليون جالون في حين تتسع التي تقع في مناطق التوزيع إلى 171 مليون جالون وبهذا تبلغ سعة التخزين الارضي 499 مليون جالون امبراطوري .

ملف العدد

محطة الزور للكهرباء والمياه

معلم حضاري وإنشائي عالمي

البحيرة الصناعية

المهندس عماد العبيد: المحطة هي الأكبر على مستوى الكويت أنشئت منتصف الثمانينات وتضم 16 وحدة تقطير

كما هو مَعْلوم فإن دولة الكويت يندر فيها الماء العذب، ولا يوجد فيها أنهار أو ينابيع، وكان الكويتي في الماضي يقاسي كثيراً لتوفير قليل من الماء العذب الذي لم يكن يقدر بثمن لندرته.

كانت الكويت سباقة، مع بدء نهضتها، في توفير أفضل مستلزمات الحياة والبقاء، كان الماء في مقدمة الأولويات، حيث انشئت محطات لتكرير المياه، وقامت مشاريع نهضوية جبارة، لتحويل مياه البحر المالحة، إلى مياه عذبة صافية رقراقة، تمتاز بأفضل معايير الجودة العالمية، وأنسب المقاييس الصحية، رغم أن هذا الماء الذي يشربه أهل الكويت «يصطادونه» من البحر.

فهذا البحر الوفي، كان في الماضي طريق الحياة للكويتيين عندما كانوا يركبونه للتجارة إلى الهند وغيرها، ويلقون فيه شباكهم للحصول على مورد رزقهم الرئيسي من اللؤلؤ والأسماك، ظل معيناً لهم، ولأحفادهم، وأصبح جدولا عذبا، طيبا، بسواعد بنت سابقاً وتبني حاضرا ومستقبلا..

وتأتي في مقدمة محطات تقطير مياه البحر في الكويت، محطة الزور الجنوبية، كبرى المحطات في البلاد، التي تبعد عن

بحيرة صناعية ضخمة لتنقية المياه من الشوائب والأسماك

غرفة التحكم وجانب من رصيف المحطة

إنتاج مياه خالية من الاملاح بدرجة عالية من النقاوة ذات مواصفات عالمية

العاصمة نحو 80 كيلومترا، وتقترب إلى حد المتاخمة للحدود السعودية، وترتفع هامتها كمعلم حضاري مهم لاستمرار الحياة.

والرحلة إلى محطة الزور رحلة بعيدة نسبيا، تستغرق نحو ساعة للوصول إلى منطقة صحراوية، نائية، لولا عدد الشاليهات القريبة، وبعد رحلة طويلة ندخل حرم المنشآت المتميز بحراسة امنية يقظة، لنصل إلى مبنى الادارة، ذي الطابع الحديث الذي يبعده عن اجواء الصحراء القريبة منه، حيث يبدو منظر البحر بهيا وشديد الزرقة، يجعل الزائر يطمئن إلى ما يكتسي المكان من جمال وهدوء، وربما كانت طبيعة المنطقة هي الحافز إلى استقطاب كثير من مرتادي البحر ومحبي الشاطئ ، حيث التقينا على امتداد الطريق، مجموعة متنزهات وفنادق وشاليهات ومزارع ومخيمات.

الأهم على الصعيد المحلي

مدير ادارة محطة الزور الجنوبية لتوليد القوى الكهربائية وتقطير المياه في وزارة الطاقة، المهندس عماد عبدالحميد العبيد تحدث إلى «التقدم العلمي» وقال: إن اتساع مهمة المحطة من حيث توليد الكهرباء وتقطير المياه، ونظرا لاتساع حجمها وكثرة عدد منشآتها يجعلها الاهم والاكبر على صعيد الكويت، وتجربة مهمة محليا وعربيا وعالميا، ومن اجل ذلك يأتيها الزوار والخبراء من انحاء العالم.

واشار إلى زيارة اخيرة قام بها المستشار الألماني غيرهارد شرويدر برفقة وزير الطاقة الشيخ احمدالفهد وذلك بمناسبة افتتاح وتشغيل وحدات كهربائية جديدة في المحطة.

وقال: منذ أشهر تم افتتاح محطات التوربينات الغازية الجديدة بمناسبة اعياد الاستقلال والتحرير بحضور حشد من الخبراء الالمان، فضلا عن المستشار الالماني والشيخ احمد الفهد.

وعن عدد مقطرات الماء الموجودة في المحطة قال العبيد انها 16 مقطرة، تنتج يوميا نحو 115 مليون جالون امبراطوري من الماء العذب وهو انتاج كبير يغطي نسبة كبيرة من حاجة الكويت للماء.

ويشير العبيد إلى انه نظرا لامتداد سواحل الكويت المطلة على الخليج العربي، ولعدم توافر المصادر الطبيعية للمياه العذبة فان ماء البحر يعتبر مصدرا اساسيا لانتاج الماء باستخدام طريقة التحلية ذات التبخير الوميضي متعدد المراحل.

وقال: ان المحطة انشئت في منتصف الثمانينات على الشاطئ الجنوبي لدولة الكويت وتضم ثماني وحدات بخارية لتوليد الطاقة الكهربائية انتاج كل وحدة منها 300 ميجاوات، وتضم 4 وحدات غازية باجمالي 110 ميجاوات، كما تضم 16 وحدة للتقطير، انتاج كل وحدة 7.2 مليون جالون امبراطوري في اليوم، والمجموعتان مترابطتان في عملهما حيث يمر البخار الناتج من الغلايات إلى التربينات البخارية وذلك لانتاج الطاقة الكهربائية، ثم يستخدم بعد ذلك جزء من البخار ذي القيمة الحرارية المنخفضة في انتاج المياه المقطرة بوحدات التقطير.

وحدات معالجة المياه

بعد لقائنا مدير المحطة، رافقنا عدد من المهندسين داخل منشآت المحطة للتعرف إلى اقسامها المتنوعة.

المهندس العبيد

وعلمنا ان الهدف الاساسي من انشاء وحدة معالجة المياه هو زيادة املاح الكربونات في مياه الشرب مما يؤدي إلى تقليل الصدأ وتقليل التآكل في انابيب لشبكة المياه وبالتالي التقليل من ظاهرة احمرار المياه، كما ان وجود هذه الاملاح يؤدي بدوره إلى تحسين عذوبة مياه الشرب اذ ان شرب المياه المقطرة الخالية من املاح الكربونات والاملاح الاخرى يؤدي إلى حدوث مشكلات صحية.

عند دخولنا رصيف المقطرات، شاهدنا بحيرة كبيرة يتم فيها تجميع ماء البحر بعد تصفيته من الشوائب، ومنع دخول الاسماك بواسطة المناخل الحديدية الموضوعة علي جوانب البحيرة، ثم يتم سحب المياه إلى الداخل، ويتم تصفيتها بمرحلة ثانية بواسطة فلاتر ضخمة خاصة بكل مضخة ليتم بعدها ضخ الماء النظيف بواسطة انابيب من المضخات إلى المقطرات.

وفي المقطرات يتم استخلاص ثنائي اكسيد الكربون ويتم تجميعه عن طريق أجهزة موجودة في المقطرات، ويتم ضغط الغاز بواسطة مضخات خاصة بعد ان يتم تخليصه من الابخرة المصاحبة عن طريق تمديدها على مكثف الغازات.

ويتم رفع ضغط ثنائي اكسيد الكربون بواسطة ضواغط خاصة به ثم يرسل إلى خزانات تجميع الغاز المضغوط ومنها إلى فلاتر الكربون النشيط حيث يتم التخلص من المكونات العضوية والروائح ان وجدت. وبعد تنقية غاز ثنائي اكسيد الكربون يتم تمديده على ابراج الامتصاص حيث تتم اذابته في المياه المقطرة.

وبعد ذلك تمرر المياه المقطرة المذاب فيها ثنائي اكسيد الكربون على طبقات الحجر الجيري فتذيبه، وتكون الكمية المذابة متناسبة مع درجة ثنائي اكسيد الكربون المذاب في الماء، وتستمر عملية اذابة الحجر الجيري إلى ان يحدث توازن كيميائي بينه وبين ثنائي اكسيد الكربون ثم يتم خلط الماء الناتج عن فلاتر الحجر الجيري مع الماء المقطر الذي يمرر خلال مسار جانبي ويتم الحصول على درجة القلوية المطلوبة.

جانب من غرفة التحكم

أقسام متعددة ومهندسون في كل المجالات

قسم المختبر

يرتبط قسم المختبر ارتباطاً وثيقاً بالتشغيل والصيانة معاً من حيث متابعة دوائر المياه والبخار والزيوت كيميائياً، وكذلك العمل على حماية مهمات المحطة من التلف ولذلك فاننا نجد ان مهام قسم المختبر تتركز في اثنين من اهم مقومات العمل بالمحطة.

الاول هو المحافظة على سلامة المحطة واطالة عمرها الافتراضي والآخر انتاج مياه خالية من الاملاح على درجة عالية من النقاوة ذات مواصفات محددة لاستخدامها في كثير من المجالات.

وتنقسم اعمال المختبر إلى مجموعة انشطة، ويوجد مختبر للتحاليل الكيماوية،

وحدات التقطير

وفيه عدد من الكيميائيين المهندسين على مدار الساعة، وذلك للمحافظة على مواصفات سليمة من الناحيتين الكيميائية والفنية باعتبار أن إيقاف تشغيل المحطة خير من تشغيلها في ظروف غير مناسبة او إمدادها بمياه غير مطابقة للمواصفات مما قد يؤدي إلى حدوث مشكلات تعطلها عن العمل لفترات طويلة.

كما ان التحليل اليومي يساعد على اكتشاف اي تلوث في دوائر المياه أو الأبخرة أو الزيوت.

ويوجد في المحطة مختبران، الاول للمياه والآخر للزيوت، ففي مختبر المياه يتم اجراء كثير من التحاليل الكيماوية مثل التوصيل الكهربي، درجة التأين (PH)، الكلوريدات، السيليكا، الهيدرازين، الامونيا، الحديد النحاس، الكلور المتبقي.. كما يحوي المختبر على اجهزة قياس معملية تستخدم في اجراء تحاليل علمية ذات صلة.

المعالجة بالكلور

يستخدم الكلور الغازي والمسال تحت ضغط في المعالجة بحقنه في كل من مياه احواض المأخذ للمضخات، ومياه تبريد المكثفات، وذلك للحد من تكاثر ونمو الكائنات الحية مثل الطحالب والقواقع، للحفاظ على حسن اداء سير المضخات وعدم عرقلة التبادل الحراري المكثف وحسن اداء المقطرات.

ويتم حقن الكلور بحيث تراوح نسبة الكلور المتبقي في المياه ما بين 0.5 إلى 2.0 ملجم/ليتر، ويوجد في المحطة اربع وحدات معالجة، في كل وحدة خمس اسطوانات غاز كلور مسال.

فلاتر المياه

جانب من المحطة

المقطرات

يتم فيها تقطير المياه بالطريقة الحرارية، ولذلك يتم حقن عدة مواد كيماوية مثل : مانع الترسيب، ومانع التآكل، ومانع الرغوة، ويكون التوصيل الكهربائي للمياه الناتجة اقل من 10 ميكروموه/سم.

وحدة إعادة الكربنة

يتم فيها إعادة كربنة جزء من المياه الناتجة من المقطرات بتمريرها على كربونات الكالسيوم، لزيادة نسبة البيكربونات فيها، للتخلص من ظاهرة احمرار المياه.

وتوجد في المحطة وحدتان لإعادة الكربنة وفيهما يتم استخدام كربونات الكالسيوم كمادة اساسية للمعالجة وكذلك الصودا الكاوية كمادة مساعدة لضبط (PH) المياه.

وتوجد في المحطة عدة مراكز وغرف للتحكم في أجزائها المختلفة ولمراقبة الجودة ومعرفة اي عطل قد يطرأ على أي جزء من المنشآت المتنوعة، ويعمل فيها عدد كبير من المهندسين والفنيين المتخصصين على مدار 24 ساعة في اليوم وسبعة ايام في الاسبوع،

الماء نعمة عظيمة، لا يمكن لإنسان أن يحيا من دونها فهي مادة البقاء الأولى، ليس للإنسان فحسب ولكن لجميع الكائنات الحية

وقد شاهدنا الغرفة كخلية نحل حيث يتابع المهندسون بكل دقة تفاصيل العمل الفني في المنشآة بالكامل.

وتوجد في المحطة أقسام عديدة أخرى منها قسم السلامة الذي يضطلع بمهام عدة منها التأكد من صلاحية جميع اعمال المحطة وعند وجود خلل يتم معالجته فورا، وتأمين المحطة من الاخطار الناشئة.

وهناك أيضا مكتب الكفاءة والتدريب والمتابعة، واقسام خاصة بالتشغيل والكهرباء والميكانيكا والكيمياء والتخطيط.

وفي ختام جولتنا الطويلة في المحطة لابد من توجيه تحية كبيرة لكل الجنود المجهولين العاملين في المحطة في أقسى ظروف الحياة صيفا وشتاء، حيث يبذلون جهدا كبيرا لتأمين الماء العذب، والإنارة.

ملف العدد

الدكتور محمد الراشد مدير إدارة موارد المياه في معهد الكويت للأبحاث العلمية:

خطة مستقبلية بالتعاون مع القطاع العام والخاص

أشاد الدكتور محمد الراشد مدير إدارة موارد المياه في معهد الكويت للأبحاث العلمية بالدور الذي تؤديه مؤسسة الكويت للتقدم العلمي في دعم مشروعات الإدارة وأبحاثها المنجزة والجارية مشيرا إلى دعمها نحو 50 في المئة من الأبحاث السابقة.

وقال الدكتور الراشد في لقاء مع مجلة (التقدم العلمي) إن الإدارة تسير في عملها وفق خطط شاملة يضعها معهد الكويت للأبحاث العلمية كل خمس سنوات مراعيا فيها التطورات الحالية والمتغيرات المستقبلية في مجالات عملها.

وذكر أن الإدارة تعتبر من الإدارات المهمة في المعهد، وتخصص لها ميزانية جيدة وفق الأولويات التي يضعها المعهد لإداراته المتعددة.

وأعلن الدكتور الراشد أن الإدارة ستنظم بالتعاون مع جمعية علوم وتقنية المياه الخليجية وعدد من الجهات الرسمية والخاصة في الكويت مؤتمرا خليجيا في نوفمبر المقبل عن المياه يعد السابع في سلسلة المؤتمرات التي تنظم على المستوى الخليجي ويشارك فيه باحثون من الدول العربية والأجنبية.

نظرة شمولية

وتحدث الدكتور الراشد عن المصادر المائية الطبيعية في الكويت موضحا أنها محدودة كماً ونوعاً، فمعظم المياه الجوفية قليلة الملوحة و المعدل السنوي للأمطار نحو 110 ملليمترات فقط.

وقال إن الكويت تعتمد على ثلاثة مصادر مائية رئيسية: مصدرين صناعيين هما مياه البحر المحلاة ومياه الصرف الصحي المعالجة ، ومصدر طبيعي وهو المياه الجوفية مضيفا إن القطاع السكني يستهلك معظم مياه التحلية.

وأضاف إنه على الرغم من أن معظم المياه الجوفية غير عذبة فإنها تُعتبر مصدراً أساسياً للمياه في الكويت، حيث تُستخدم في الخلط مع المياه المقطَّرة التي تنتجها محطات التحلية وكذلك في الري، ولكن كمياتها محدودة وغير متجددة.

وذكر أنه بسبب التكلفة الباهظة لتحلية مياه البحر، وقلة كمية المياه الجوفية، برزت حاجة ماسة لإدارة واستغلال المصدر الثالث للمياه (مياه الصرف الصحي المعالجة) بصورة مثلى عن طريق الاعتماد

على تقنيات حديثة وغير تقليدية لمعالجة تلك المياه وإعادة استخدامها مما يخفف الضغط على المصادر الأخرى

وقال الدكتور الراشد إن القطاع المائي في دولة الكويت يقسم إلى شقين أساسين هما:

1- عمليات تحلية مياه البحر، وإنتاج مياه الشرب، وتوزيعها، وبرامج استكشاف واستغلال وتوزيع المياه الجوفية، وتتكفل بها وزارة الطاقة (الكهرباء والماء).

2- عمليات جمع ومعالجة وتصريف مياه الصرف الصحي والتي تُعنى بها وزارة الأشغال العامة.

إدارة الموارد المائية

وعن المهام التي تتولاها إدارة موارد المياه في المعهد أوضح الدكتور الراشد أن الهدف الاستراتيجي لبرنامج موارد المياه ركز على إجراء عمليات بحث وتطوير تؤدي إلى توفير الدعم التقني العالي الجودة في مجال الإنتاج الاقتصادي للمياه والمحافظة على الموارد المائية وحسن استغلالها وإدارتها.

وقال إن عناصر برنامج موارد المياه تضم عنصرين رئيسيين هما:

- عنصر إدارة الموارد المائية
- عنصر تقنيات المياه

وفيما يتعلق بعنصر إدارة الموارد المائية خلال الخطة الخمسية الخامسة للمعهد (2000 - 2005) أفاد أن الهدف الأول كان تقييم كمية ونوعية المياه الجوفية وتطوير خطط استراتيجية طويلة الأمد لتطوير وتحقيق الاستغلال الأمثل لمكامن المياه الجوفية. وفي سبيل إنجاز هذا الهدف فقد تم تقييم تأثر نوعية المياه الجوفية بالعديد من المؤثرات الطبيعية وغير الطبيعية (كتسرب النفط من البحيرات النفطية، ومياه البحر المستخدمة لتطوير حقول النفط) إضافة إلى إعداد

خطة شمولية خمسية في مجال إدارة موارد المياه وتقنياتها

مقترحين لخرائط مساندة متخذي القرار في حماية المياه الجوفية والتقييم الكمي والنوعي للمياه الجوفية المتسربة الى جون الكويت وذلك من خلال 11 مشروعا منجزا وجار إنجاز مشروعين مقترحين.

أما الهدف الثاني فكان تحديد وتطوير المعايير الخاصة بالأمن المائي في الكويت بما في ذلك حقن المياه الجوفية . وبهذا الصدد تم تقييم مدى صلاحية ملاءمة المياه المحلاة والمياه المعالجة للشحن الاصطناعي وتطبيقاتها عن طريق الآبار والأحواض والبحيرات الصناعية، وتحديد الاستراتيجية المثلى لاستغلال المياه الجوفية العذبة وذلك من خلال خمسة مشروعات منجزة.

وكان الهدف الثالث هو تحديد وتقييم الطلب على المياه من قبل مختلف القطاعات المستهلكة للمياه في الكويت ، أما الهدف الرابع فكان تطوير دراسات لمساعدة متخذي القرار المسؤولين عن إنتاج وتوزيع المياه فيما يتعلق بتخطيط وترشيد استهلاك المياه. والهدف الخامس كان تقييم الطرق والوسائل للتقليل من الآثار الجانبية السلبية لارتفاع مناسيب المياه تحت السطحية في المناطق السكنية.

ولخص الدكتور الراشد النشاطات البحثية لهذا العنصر بالآتي:

- مشاريع تعاقدية منجزة: عدد 8
- مشاريع داخلية منجزة: عدد 2
- مشاريع تعاقدية جارية: عدد 9
- مشاريع داخلية جارية: لا يوجد
- مقترحات أبحاث: عدد 11

ويتبين عند مراجعة النشاطات البحثية لعنصر إدارة موارد المياه أنها ترتكز في مجملها على الهدفين الأول والثاني (المياه الجوفية) في حين جاءت النشاطات البحثية الخاصة بالهدف الرابع في المرتبة التالية. أما النشاطات البحثية ضمن الأهداف 3 و 5، فقد اقتصرت حتى الآن على إعداد مقترحات أبحاث.

عنصر التقنيات

وقال الدكتور الراشد إن العنصر الثاني من عناصر الإدارة هو عنصر التقنيات وقد تم في الخطة الخمسية الخامسة التطرق إلى جميع أهداف الخطة، وتتلخص النشاطات البحثية لعنصر تقنيات المياه بالآتي:

- مشاريع تعاقدية منجزة: عدد 6
- مشاريع داخلية منجزة: عدد 2
- مشاريع داخلية جارية: عدد 3
- مقترحات أبحاث تعاقدية: عدد 7

ويتضح فيما يخص أهداف عنصر تقنيات المياه أنه تم تناول الهدف الأول الخاص بتطويع وتطوير تقنيات تحلية المياه من خلال خمسة مشاريع بحثية من بين 18 أي ما يمثل نحو 28 في المئة من المشاريع المنجزة والجارية والمقترحة. كما تم تناول كل من الهدفين الثاني والثالث في العنصر الخاصين بتحسين وتطوير تقنيات ونظم

تحلية المياه من خلال ثلاثة مشاريع لكل منهما ، أي بنسبة 33 في المئة لهما مجتمعين من المشاريع المنجزة والجارية والمقترحة. أما فيما يخص الهدف الرابع وهو الخاص بتحسين وتطوير تقنيات المعالجة لمياه الصرف فقد خصص له ستة مشاريع أي نسبة 33 في المئة من مجموع المشاريع المنجزة والجارية والمقترحة ضمن عنصر تقنيات المياه. وتم تناول الهدف الخامس وهو الخاص بأداء المواد المستخدمة في محطات التقطير والمعالجة من خلال مشروع واحد يتم تنفيذه بما يمثل ٦ في المئة من مجموع المشاريع البحثية المذكورة.

استشارات لقطاع المياه

وقال الدكتور الراشد إنه في مجال دعم إدارة موارد المياه اضطلع المعهد بإنجاز عدد من الخدمات الاستشارية،ومنها خدمة استشارية لصالح شركة سيماتكو لفحص التربة والمواد الهندسية، وخدمة استشارية لصالح الهيئة العامة للشباب والرياضة، وخدمة استشارية لصالح الشركة الكويتية الدولية للجولف، وخدمة استشارية لصالح البرنامج البيئي للأمم المتحدة UNEP، وخدمة استشارية لصالح شركة الأنابيب الوطنية وخدمة استشارية لصالح وزارة الطاقة ، كما تم إنجاز ثلاث خدمات استشارية لشركات عالمية ، ويجري حاليا بحث اتفاقيات تقديم خدمات أخرى مع شركة نفط الكويت وشركة البترول الوطنية الكويتية وشركات عالمية متخصصة بأنظمة الفصل الغشائي للأملاح والملوثات وأخرى متخصصة في تحلية المياه بالطاقة الشمسية.

أبحاث تقنيات المياه

وعن أبحاث تقنيات المياه في معهد الكويت للأبحاث العلمية ضمن الخطة الاستراتيجية السادسة (2005 – 2010) قال الدكتور الراشد إن الهدف الاستراتيجي في مجال تقنيات المياه هو القيام بعمليات البحث والتطوير المؤدية إلى خفض تكلفة المياه المنتجة من تحلية مياه البحر وكذلك خفض تكلفة معالجة مياه الصرف والمياه الملوثة وإيجاد أفضل الطرق للاستفادة من هذه المياه إضافة الى تقديم الدعم الفني لوزارة الطاقة ووزارة الأشغال العامة والقطاع النفطي .

وذكر أن من أهم مجالات البحث والتطوير هو تقنيات التحلية مبينا ان تقييم تقنيات تحلية المياه يعتمد إلى حد بعيد على الظروف المحلية السائدة من حيث توافر مياه التغذية بجودة تتناسب مع متطلبات تشغيل تقنيات التحلية وباعتمادية تسمح بإنشاء محطات بسعات كبيرة على المديين القريب والبعيد ، وأيضا من حيث توافر مصارف للمياه المعادة مع ضمان قدرة الوسط البيئي على استيعاب هذه المياه المعادة دون حدوث أضرار أو آثار غير مستحبة.

وقال إن للتغيرات الموسمية في الطقس ودرجات الحرارة لها آثارها على أداء بعض تقنيات التحلية ومن ثم فإن تقييم ملاءمة أي من هذه التقنيات يقتضي الأخذ في الاعتبار جميع الظروف المحلية السائدة على مدار العام .

وذكر أن من هذا المنطلق سيتم توجيه مجالات البحث والتطوير الآتية بما يتناسب مع الظروف المحلية السائدة:

- نقل وتطوير وتوطين تقنيات تحلية مياه البحر الملائمة فنيا واقتصاديا.
- تطوير تقنيات التحلية الحرارية لتقطير مياه البحر مع التركيز على تقنيات التقطير الفجائي المتعدد المراحل المستخدمة حاليا في دولة الكويت.
- إدخال وتطوير تقنيات غير تقليدية للمعالجة الأولية لمياه التغذية لوحدات التحلية.
- تطوير وتوطين تقنيات لنظم هجينة ومترابطة لتحلية مياه البحر.

وعن تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي أوضح الدكتور الراشد أن نوعية مياه الصرف الصحي والصناعي تختلف باختلاف طبيعة المكان واختلاف العادات والسلوك الاجتماعي للتجمع السكاني المنتج لهذه المياه، مضيفا إنه لذلك عند التطبيق الأمثل للتقنيات المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي ينبغي الأخذ في الاعتبار الظروف البيئية المحلية والتركيز على الغرض المستهدف من المياه المعالجة.

● عمليات البحث والتطوير توفر الدعم التقني في مجال الإنتاج الاقتصادي للمياه والمحافظة على مواردها

● دور فاعل لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي في تمويل مشروعات البحوث المنجزة والجارية وأنشطة الإدارة

وذكر أن الإدارة تهتم بهذا الصدد بالأمور الآتية:

- نقل وتطوير وتوطين تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي الملائمة فنيا واقتصاديا.
- تطوير تقنيات متقدمة لمعالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الأغشية.
- إرساء المعايير الفنية الخاصة بمعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي والصناعي وإعادة استخدامها.

وفيما يتعلق بتقييم المواد المستخدمة في

محطات التحلية والمعالجة قال الدكتور الراشد إن ارتفاع التكلفة الإنشائية والتشغيلية لمحطات تحلية المياه وكذلك محطات معالجة الصرف الصحي يرجع في الاساس الى التكلفة العالية للمواد المستخدمة في بناء هذه المحطات والى عدم قدرة بعض هذه المواد على مقاومة التآكل بشكل فعال مما يقصر من عمر الأجزاء المصنعة من هذه المواد ويزيد من انهياراتها .

وذكر أن الإدارة تتوجه بهذا الصدد إلى أن تأخذ في الاعتبار الأمرين الآتيين:

- دراسة أداء مواد جديدة منخفضة التكاليف يمكن استخدامها في محطات التحلية ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- دراسة مسببات تآكل المواد وطرق الوقاية منها.

تقييم أداء وحدات التحلية

وعن تقييم أداء وحدات التحلية أوضح الدكتور الراشد أن ظروف التشغيل الفعلية تختلف دائما عن تلك التي بني عليها تصميم وحدات التحلية إذ إن مقتضيات التصميم ينبغي أن تكون عند قيم محددة للمتغيرات مثل درجة حرارة مياه التغذية وتركيز الأملاح فيها ومعدل إنتاج الوحدة.

وذكر أن معدلات الأداء تتأثر غالبا بأقل التغيرات في قيم هذه المتغيرات مما يجعل من الصعب تحديد ما إذا كان مستوى أداء وحدات التحلية مطابقا - أوعلى الأقل في الحدود المقبولة - مقارنة بالتصميم .

وأضاف إنه من هذا المنطلق تولي الإدارة أهمية خاصة عند البحث والتطوير للنقاط الآتية:

- إرساء وتوحيد معايير أداء محطات التحلية ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي .

● مؤتمر خليجي في الكويت في نوفمبر المقبل لمناقشة المستجدات في تقنيات المياه وسبل معالجتها

- تقييم أداء محطات التحلية ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي العاملة في الكويت.
- تحديد مسببات تدهور أداء محطات التحلية ومحطات المعالجة، واقترا ح الحلول الملائمة للمحافظة على مستويات مناسبة لأداء تلك المحطات.

وعن تكلفة إنتاج المياه المحلاة ومياه الصرف المعالجة أوضح الدكتور الراشد أن تحديد التكلفة الأساسية لذلك هو من أساسيات السياسة الاقتصادية الناجحة مضيفا إنه من هنا تبرز أهمية إجراء الدراسات الآتية تحت الظروف السائدة في الكويت:

- دراسات حول التكلفة الفعلية لإنتاج المياه المحلاة بواسطة التقطير الفجائي المتعدد المراحل ضمن نظام الإنتاج المزدوج للمياه والكهرباء القائم حاليا في الكويت .
- دراسات حول تكلفة إنتاج مياه محلاة باستخدام طرق واعدة غير مستخدمة حاليا في الكويت.
- دراسات للتعرف إلى إمكانية خفض كلفة إنتاج المياه المحلاة في النظم القائمة حاليا.
- دراسات حول التكلفة الفعلية لمعالجة مياه الصرف الصحي بالطرق التقليدية بالمراحل المختلفة.
- دراسات حول تكلفة استخدام تقنيات غير تقليدية في معالجة مياه الصرف الصحي.

ملف العدد

الدكتور ناجي المطيري

مدير ادارة البحوث بمؤسسة الكويت للتقدم العلمي:

برنامج موارد المياه من اولويات المؤسسة.. ومنظوره محلي واقليمي

أكد الدكتور ناجي المطيري مدير ادارة البحوث في مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أهمية الدور الذي يؤديه برنامج موارد المياه التابع للادارة في التركيز على القضايا الاساسية والمحورية في مجال المياه ووضع الاستراتيجيات الآنية والمستقبلية في هذا المجال مع اعطاء اولوية خاصة للقضايا التوعوية المتعلقة بترشيد المياه والحفاظ على مواردها.

وقال الدكتور المطيري في لقاء مع مجلة «التقدم العلمي» حول طبيعة عمل برنامج موارد المياه وأنشطته الآنية وخططه المستقبلية ان البرنامج يعتبر من الأولويات التي سعت المؤسسة الى التركيز عليها في خططها المستقبلية لكون قضايا المياه من القضايا الملحة محلياً وعالمياً.

وأوضح أن تبني مؤسسة الكويت للتقدم العلمي لموضوع المياه كأحد اولوياتها لاعتبار ان الكويت من أفقر دول العالم في موارد المياه الطبيعية لذلك تسعى المؤسسة لتمويل الابحاث العلمية المقدمة في هذا المجال، ودعم وتمويل المؤتمرات والندوات وورش العمل المتخصصة بهذا الصدد، اضافة الى المشاركة في كل ما من شأنه تنشيط البحث العلمي واقامة المراكز العلمية المتخصصة والدورات التدريبية ونشر الوعي المائي.

وعن بدايات برنامج موارد المياه قال الدكتور المطيري: إن اهتمام المؤسسة بقضايا المياه يعود الى مدة طويلة والى بداية انشائها عام 1976 وقد قامت المؤسسة على مدى الـ 29 عاما الماضية بدعم العديد من الابحاث العلمية والمؤتمرات والندوات والحلقات العلمية المتعلقة بموضوع المياه.

واضاف: لكن التركيز على برنامج موارد المياه يعود في بداياته الى نحو عام 1995 عندما تبنت المؤسسة مشروع برنامج أولويات البحث العلمي وذلك لتكثيف الجهود في أبحاث علمية تهدف لدراسة وتطوير قطاعات ذات أهمية قصوى للفرد والمجتمع، حيث كان مجال موارد المياه على قائمة هذه الاولويات. وقد تم صياغة مشروعات علمية عدة في مجال المياه وتصنيفها ضمن أبواب معينة وذلك بالتنسيق مع المؤسسة وكل من جامعة الكويت ومعهد الكويت للابحاث العلمية بهذا الصدد.

واوضح الدكتور المطيري ان البداية الفعلية لانطلاق البرنامج بدأت مع بداية عام 2003 وسبقها بنحو عام وضع خطة لعمل البرنامج اعدتها لجنة علمية رسمت تصوراتها لطبيعة عمل البرنامج واهدافه وخططه ووضعت خطة اولية للسنوات الخمس المقبلة لتفعيل البرنامج وتبيان اولوياته.

وذكر انه مع بداية انطلاق البرنامج جرى التركيز على محورين اساسيين اولهما محلي والآخر اقليمي وكل منهما استهدف العمل وفق مبادئ محددة وصولا الى تحقيق تطلعاته ومتطلباته.

وقال الدكتور المطيري إن المحور المحلي تضمن العمل على اعداد مسح مرجعي للدراسات والابحاث التي جرت في مجال تنمية موارد المياه والتعرف الى الحلول

● د. المطيري في ندوة خاصة عن مياه الشرب بالكويت

■ الكويت تعاني مشكلة الاسراف المفرط في استهلاك المياه العذبة الذي بات يهدد المخزون الاستراتيجي للبلاد

■ القطاع المنزلي مسؤول عن 80 في المائة من جملة الاستهلاك في المياه العذبة و 78 في المائة من المستهلكين يدخلون في نمط الاستهلاك المفرط

المطروحة في استراتيجيات الدول والدراسات والابحاث المحلية والاقليمية والعالمية وجرى التوصل الى نقاط محددة ومحورية تتعلق بالموارد المائية في الكويت.

واضاف انه تبين من خلال الدراسة المسحية المرجعية ان الجهات المسؤولة عن موارد المياه في الكويت متشعبة ولابد من جهاز يضع ضمن اولوياته الادارة المتكاملة لموارد المياه والتنسيق بين الجهات كما ان تكلفة انتاج المياه بواسطة محطات التحلية مرتفعة جدا نظرا لارتفاع تقنيات التحلية.

واستخلصت تلك الدراسة ان ادارة المياه والمحافظة على الموارد المائية وترشيد استخدامها هو الخيار الارخص والامثل في نظر معظم المتخصصين افراد ودولا ومؤسسات ويجب ان تكون هذه المواضيع في مقدمة القضايا المحورية والاساسية التي يجب التصدي لها.

وقال الدكتور المطيري ان الدراسة المسحية اظهرت ان الكويت تعاني مشكلة الاسراف المفرط في استهلاك المياه العذبة الذي بات يهدد المخزون الاستراتيجي للبلاد وانه لا توجد حسابات او رؤية استراتيجية مستقبلية لتغطية متطلبات التوسع العمراني وبناء المدن الجديدة كما ان سياسات الحكومة تفتقر الى الانشطة التربوية والاعلامية المؤدية الى الترشيد وتكاد تنعدم برامج التوعية والتربية والتعليم من المفاهيم السلوكية لترشيد المياه التي يحتاج اليها النشء والعامة.

واضاف انه تبين من خلال دراسة على معدلات الاستهلاك في الكويت ان القطاع المنزلي مسؤول عن 80 في المائة من جملة الاستهلاك في المياه العذبة وان 78 في المائة من المستهلكين يدخلون في نمط الاستهلاك المفرط.

وافاد انه من اجل ذلك كله فقد تبنى برنامج موارد المياه استراتيجيات مستقبلية تركز على النقاط الآتية:

- الادارة المتكاملة لموارد المياه.
- الترشيد والحد من الاستهلاك والمحافظة على الموارد المائية.
- تدريب الكوادر الفنية وتأهيلها.
- نشر الوعي المائي وتبني شعار «جعل المياه سلوكيات ونمط حياة».

وعن الاستراتيجيات الزمنية للبرنامج اوضح مدير ادارة البحوث في مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ان البرنامج وضع منذ انشائه ثلاثة

استراتيجيات جاءت كالآتي:

– استراتيجية آنية «سبتمبر 2002 – ديسمبر 2004».

– استراتيجية متوسطة المدى «يناير 2005 – ديسمبر 2009».

– استراتيجية بعيدة المدى «يناير 2010 – ديسمبر 2020».

وفيما يتعلق بالابحاث التي ستجرى بهذا الصدد قال الدكتور المطيري ان المؤسسة خاطبت وزارة الطاقة «الكهرباء والماء» ووزارة الاشغال العامة والهيئة العامة للزراعة والثروة السمكية لدراسة المشاريع المطروحة في البرنامج وتحديد الاولويات آخذين في الاعتبار الامور الآتية:

– تعتبر مياه الصرف الصحي مورداً مائيا مهما ضمن منظومة موارد المياه.

– ضرورة وضع استراتيجية مستقبلية للمياه تتضمن حاجة الدولة الى المياه مستقبلا، وتحديد مجالات الابحاث التي تشكل رافدا لرسم الخطة المستقبلية للموارد المائية.

الخصخصة

– ضرورة خصخصة قطاع موارد المياه لتنمية هذا القطاع وخفض تكاليف الانتاج والبيع.

المشاريع البحثية

وذكر الدكتور المطيري أنه جرى بالتنسيق مع معهد الكويت للابحاث العلمية تحديد تسعة مشاريع بحثية بعد الاخذ بالاعتبار المتطلبات الآنفة الذكر، وهذه المشاريع هي:

– دراسة لتحديد متطلبات استهلاك المياه في القطاعات المختلفة والتنبؤ بمقاديرها على المدى الطويل.

– وضع دليل لانظمة الري الزراعي وارشادات الاستخدام «للحد من استنزاف المياه الجوفية».

– دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لخصخصة قطاع المياه.

– تطوير قاعدة معلومات عن مياه الصرف الصحي والصناعي لتحديد كمياتها ونوعياتها واستخداماتها على المدى البعيد.

● استخدام الأ ساليب الحديثة في الري أحد سبل ترشيد المياه

– تحديد ضوابط ومعايير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.

– تطوير نموذج رياضي هيدرولوجي لدولة الكويت.

– تقييم كمية ونوعية المخزون الاستراتيجي الطبيعي من المياه الجوفية العذبة في الكويت.

– تحسين اداء وانتاجية محطات التقطير الفجائي المتعدد المراحل والمتعدد المؤثرات.

– مقارنة تحليلية فنية واقتصادية لانتاج المياه بالتقطير الفجائي المتعدد المراحل والمتعدد المؤثرات وانضغاط البخار وطريقة التناضح العكسي.

وعن برنامج تدريب الكوادر الفنية وتأهيلها اوضح الدكتور المطيري ان برنامج موارد المياه بدأ منذ مارس الماضي دورات مكثفة على عدد من القضايا المتعلقة بالمياه تستمر حتى يونيو من العام الجاري يشارك فيها الكوادر الفنية العاملة في الوزارات والشركات المختلفة.

وقال ان هذه الدورات ستتضمن المواضيع الآتية:

– جودة المياه ومشكلات التآكل والترسبات في انظمة المياه.

– التحلية بالطرق الحرارية.

– تكنولوجيا تحلية المياه بواسطة الاغشية.

– مواضيع عامة متعلقة بعمليات التحلية «كالمردود البيئي للمياه المركزة الناتجة من عمليات التحلية، والقياسات والتحكم، والطاقة والتحلية، واقتصاديات التحلية، والسلامة، والصيانة والادارة، وقواعد الصيانة».

واضاف ان هذه الدورات تسعى الى تحقيق الاهداف الآتية:

– بناء القدرات الفنية لدى العاملين في مجال تحلية المياه.

– التعرف الى المشكلات التي يواجهها الفنيون اثناء التشغيل وكيفية التعامل معها والمساهمة في حلها.

– تأسيس قواعد علمية لدى العاملين في هذا المجال تساعدهم على اكتساب مهارات جديدة وتعمل على تشجيع روح البحث والاطلاع.

– العمل على تحسين ادارة وتشغيل المحطات عن طريق رفع مستوى الاداء لدى الفنيين في المؤسسات التنفيذية.

وعلى صعيد البند الاخير من المحور المحلي المتعلق بنشر الوعي المائي اوضح الدكتور المطيري ان المؤسسة شاركت ممثلة بمدير ادارة البحوث في اعمال اللجنة الوطنية للمحافظة على المياه وكان الناطق الرسمي باسمها كما قدمت مديرة برنامج موارد المياه الدكتورة فاطمة العوضي محاضرات عدة لطلبة المدارس عن اهمية المياه ومواردها اضافة الى اعداد برامج مسابقات واعلانات

● إعادة معالجة مياه الصرف الصحي ضرورة لحل مشكلة موارد المياه

■ برنامج موارد المياه تبنى استراتيجيات مستقبلية تركز على الادارة المتكاملة لموارد المياه و الترشيد والحد من الاستهلاك والمحافظة على الموارد المائية وتدريب الكوادر الفنية وتأهيلها ونشر الوعي المائي وشعار «جعل المياه سلوكيات ونمط حياة».

عن ترشيد المياه وتنظيم ندوة عن جودة مياه الشرب في الكويت.

واضاف ان ادارة البحوث شاركت في عدد من اللقاءات التلفزيونية والاذاعية والصحفية وركزت فيها على جودة مياه الشرب والممارسات التجارية الخاطئة في انظمة المياه المنزلية من اجل نشر الوعي المائي بين جميع شرائح المجتمع.

مركز المياه

وعن المحور الاقليمي الذي يتبناه برنامج موارد المياه في المؤسسة اوضح الدكتور المطيري ان العمل جار على اعداد منظور استراتيجي لمركز للمياه بمشاركة اقليمية من متخصصين من دول خليجية «المملكة العربية السعودية ومملكة البحرين ودولة الكويت»، وتم وضع تصور للمنظور الاستراتيجي للمركز خلال اجتماعات مكثفة.

وقال انه ارتؤي في هذا المركز – الذي يتوقع افتتاحه العام المقبل– الامور الآتية:

– ان لا يكون المركز تكرارا لأي من المراكز المحلية او الاقليمية.

– ان يكون رائدا متميزا، محليا واقليميا مستقلا مالياً واداريا ومفيدا بحيث يطرح الحلول لمشكلات حقيقية ومواضيع مختارة.

– ان تكون اعماله ذات جودة مميزة وقيمة مضافة.

– ضمان الاستدامة: استدامة مالية وتقنية ومؤسسية ومجتمعية وهي توثيق العلاقة مع فئات المجتمع المعنية بشؤون المياه وتوظيف طاقاتها لخدمة اهداف المركز.

– وظائف المركز «اجراء دراسات واعداد تقارير والتدريب ودعم الابحاث وورش العمل والمؤتمرات والندوات وبرامج التوعية وبنك المعلومات».

– وظائف مقترحة «انشاء وادارة ونشر ودعم الشبكات العلمية على غرار شبكة معلومات الكمنويلث او يكون اقليميا بتطبيق نظام (water forum) وله دور ميسر لتبادل المعرفة (global development).

– توزيع الوثيقة على الخبراء المختصين في شؤون المياه في دولة الكويت والخبراء المعنيين في المياه في المنظمات العالمية /UNESCO ESCWA/UNEP/UNDP.

واضاف ان رؤية المركز تتضمن ان يتبوأ دورا رياديا متميزا كمرجع في مجال السياسات «الاستراتيجيات» المائية في المنطقة.

اما رسالته فهي ايجاد الحلول المبنية على الاسس العلمية لمشكلات وتحديات المياه في دولة الكويت والمنطقة وتحفيز المنهج التشاوري/ التشاركي والتعاون المحلي والاقليمي بين المؤسسات ذات العلاقة لتحقيق الهدف.

وافاد الدكتور المطيري ان برنامج موارد المياه كان له اسهامات عدة ضمن محوره الاقليمي ومنها المشاركة مع المؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا – ومقرها الشارقة – في مشروع «آفاق تحلية وتنقية المياه في العالم العربي» الذي يهدف الى التوصل في عام 2015 الى ان يكون العالم العربي مشاركا عالمياً في تطوير وتوطين تقنيات التحلية من خلال الاستثمار في مجالات منتقاة من الابحاث ومجالات التطوير لهذه التقنيات.

واضاف انه جار حاليا اعداد الامور الآتية:

- وضع خطة مسار تقنيات تحلية وتنقية المياه في العالم العربي.

- تطوير نظام مبرمج عن استخدامات التحلية لاتخاذ القرارات على اساس تكامل الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتقنية في مجال اختيار وتطبيق تحلية وتنقية المياه.

- وضع خطة عمل تنفيذية تتضمن اختيار مشروعين او ثلاثة مشاريع يتم التركيز عليها في الفترة المقبلة.

وذكر ان من الانشطة المشتركة حتى الآن هي:

- حضور اجتماع في الرياض بالمملكة العربية السعودية في ابريل 2004 للتنسيق والاتفاق حول الخطوط العريضة للمشروع.

- مشاركة المؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا في تنظيم ودعم ملتقى عربي/ عالمي اقيم في مراكش/ المغرب على هامش مؤتمر التحلية الاوروبي.

- عضوية مدير برنامج موارد المياه في اللجنة التنفيذية للمشروع.

يجب تطوير قاعدة معلومات عن مياه الصرف الصحي والصناعي لتحديد كمياتها ونوعياتها واستخدامها على المدى البعيد مع مراعاة كميات مياه الصرف الصحي الحالية والمستقبلية والحاجة إلى الاستفادة منها في دولة الكويت

- قدمت مدير برنامج موارد المياه ورقة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي في الجلسة الافتتاحية للملتقى شملت اعمال المؤسسة وبخاصة في مجال المياه وتطلعاتها المستقبلية لانشاء مركز متخصص بهذا المجال ودور الكويت الرائد في احتضان تقنية انتاج المياه بطريقة التبخير الومضي المتعدد المراحل والتوسع في هذه التقنيات ثم الحاجة الى الدراسات والبحوث في مجال تحلية وتنقية موارد المياه وسد الطلب المتناهي عليها.

- المشاركة بفرق عمل في الملتقى.

واكد الدكتور المطيري في ختام حديثه سعي المؤسسة الى تفعيل أداء دور برنامج موارد المياه وزيادة انشطته لتحقيق جميع التطلعات المنشودة منه.

أولوية المشاريع البحثية في مجال موارد المياه

شُكل فريق عمل من متخصصين في مجال المياه عام 1995 وذلك لإعداد عناصر وعناوين بحثية ذات أهمية بالغة بالنسبة لدولة الكويت ، بحيث يتم اختيارها لوضع برنامج استراتيجي في مجال موارد المياه .

وقد اشتمل البرنامج على أربعة عناصر رئيسية هي إدارة موارد المياه، المياه الجوفية، مياه الصرف الصحي وتحلية المياه. ثم تم اختيار بعض مشاريع الأبحاث ذات الأولوية لتنفيذها من قبل معهد الكويت للأبحاث العلمية في خطته الاستراتيجية المقدمة عام2000 .

وبعد إنشاء برنامج موارد المياه في مؤسسة الكويت للتقدم العلمي عام 2003 قامت إدارة البحوث/ برنامج موارد المياه بتشكيل لجنة علمية من أكاديميين متخصصين في مجالات المياه المختلفة لتقييم الأبحاث والدراسات المقدمة للبرنامج . وبعد دراسة مستفيضة لمدى أهمية المشاريع المطروحة توصلت اللجنة العلمية إلى اختيار المشاريع

المؤتمرات والندوات التي شاركت المؤسسة في تمويلها داخل الكويت في مجال المياه (1986 -2003)

البيان	المكان	الزمان
■ ندوة تكنولوجيا تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي	معهدالكويت للابحاث العلمية	24-22 نوفمبر1986
■ ندوة ادارة وتقنية موارد المياه في المناطق الجافة	معهدالكويت للابحاث العلمية	7-5 اكتوبر 1987
■ المؤتمر العالمي الرابع لتحلية المياه واعادة استخدامها	معهدالكويت للابحاث العلمية	8-4 نوفمبر 1986
■ حلقة نقاشية حول استخدامات مياه الصرف الصحي المعالجة	الهيئة العامة للبيئة	23-22 مارس 1994
■ المساهمة في طباعة سجل ندرة المياه في الوطن العربي	الجمعية الجغرافية الكويتية	28-26 نوفمبر 1994
■ ندوة حول فلورة مياه الشرب	الهيئة العامة للبيئة	23-21 اكتوبر 1996
■ ندوة حول المعالجة الاولية لمياه تغذية وحدات التحلية بالتناضح العكسي	معهدالكويت للابحاث العلمية	31 مارس - ٢ ابريل 1997
■ المؤتمر الدولي حول التلوث البحري وادارة تصريف المياه	معهدالكويت للابحاث العلمية	25-23 نوفمبر 1998
■ تقنيات تحلية مياه البحر مع بداية الالفية القادمة	معهدالكويت للابحاث العلمية	7-4 نوفمبر 2000
■ ورشة عمل دولية في التطبيقات التكنولوجية المتقدمة للكشف عن الملوثات في التربة والمياه الجوفية	معهدالكويت للابحاث العلمية	15-12 نوفمبر 2000
■ المؤتمر الاول حول تقنيات وادارة حمأة مياه الصرف الصحي	معهدالكويت للابحاث العلمية	8-6 اكتوبر 2003

التالية لتكون لها الأولوية في الخطة الاستراتيجية المائية.

العنصر: إدارة موارد المياه

1-دراسة لتحديد متطلبات استهلاك المياه والتنبؤ بمقاديرها على المدى الطويل.

2-استخدام نظام المعلومات الجغرافية في الإدارة المثلى للنظام المائي في الكويت.

3-وضع دليل لترشيد الري الزراعي وإرشادات الاستخدام.

العنصر: المياه الجوفية

1-تقييم الآثار المستقبلية للتوسع العمراني على مناسيب المياه الجوفية بدولة الكويت.

2-إيجاد طرق بديلة لتخلص مناسيب المياه تحت السطحية في المناطق الصكية.

3-دراسة مدى ملائمة مياه الصرف الصحي المعالجة لعمليات الشحن الاصطناعي للمكامن المياه الجوفية.

4-إقامة وحدة نموذجية لدراسة الشحن الاصطناعي باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.

العنصر: مياه الصرف الصحي

1-تطوير قاعدة معلومات عن مياه الصرف الصحي والصناعي لتحديد كمياتها ونوعياتها واستخدامها على المدى البعيد.

2-تكميلات مياه الصرف الصحي الحالية والمستقبلية والحاجة إلى الاستفادة منها في دولة الكويت.

3-تقييم طرق مناسبة لمعالجة المياه المستهلكة في المناطق النائية في دولة الكويت وإعادة استخدامها في أمكنة وجودها.

العنصر: تحلية المياه

1- استخدام التحليل المراري الاقتصادي لحساب تكلفة إنتاج المياه بطرق التحلية المختلفة (RO, MED, MSF) تحت الظروف السائدة في دولة الكويت

2-تحسين أداء وإنتاجية محطات التقطير الفجائي متعدد المراحل.

عناوين المشاريع البحثية التي تم تنفيذها والمشاريع البحثية الجارية التي مولتها المؤسسة في المياه (1986 -2003)

أولا: المشاريع البحثية المنتهية

1- دراسة احتياجات المياه العذبة في دولة الكويت (1997).

2-التغيرات الطارئة على نوعية مياه الصرف الصحي باستخدام تقنية المعالجة بواسطة الزيوة فوق الكمن (1997).

3-دراسة مخبرية لملائمة المياه المعالجة ومياه الصرف الصحي المعالجة بالتفاعل المكسي مع مكمن مجموعة الكويت (1998).

4- التقييم العملي لمكامن المياه الجوفية التابعة لمجموعة الكويت وتكوين الدمام في منطقة أم قدير (1986).

5- ملائمة حقن مياه التحلية مع مكمن تكوين الدمام في الموقع التجريبي، دولة الكويت (1994).

6-دراسة نموذجية لمعالجة وإعادة استخدام المياه تحت السطحية في المناطق الصكية في دولة الكويت (1994).

7-ترشيد استخدام المياه الجوفية في ري مزارع المبدلي (1997).

8-التحليل بواسطة الحاسوب لأثر آبار التنمية على أنظمة مكامن المياه الجوفية في دولة الكويت (2000).

9-أعمال البحث والتطوير الخاصة بتحلية المياه بالتفاعل المكسي (1986).

10- جدوى تمديل صيفكو لتحسين التقطير الفجائي متعدد المراحل (2000).

11- المعالجة الأولية لمياه تغذية وحدات تحلية مياه البحر باستخدام تقنية الفلترة النانومترية (2000).

12-العوامل المؤثرة في استهلاك المياه العذبة في دولة الكويت وسبل الترشيد – الاستهلاك المشترك للطاقة الكهربائية في دولة الكويت (1998).

13-السلوك الفائقي لأنابيب النحاس في مياه الشرب بدولة الكويت (1987).

14-دراسة تجريبية عن تكون الطبشات المرارية في خزانات مستطيلة الشكل لمنشأ الماء المبرد واستعماله في التكييف (1987).

15-دراسة قياس نسبة ثنوبان ثاني أكسيد الكبريت في المياه المالحة عند درجات الحرارة والتركيزات المختلفة: المرحلة الأولى (1996).

ثانيا: المشاريع البحثية الجاري تنفيذها

1-تحسين جودة مياه الصرف الصحي المعالجة بواسطة الزيوة فوق المكمن في دولة الكويت (2002).

2-دراسة الجدوى الفنية للمعالجة طويلة الأمد لمياه الصرف بواسطة المكامن الطبيعية (2002).

3- دراسة توزيع التركيبات النيتروجينية في المياه الجوفية في دولة الكويت (2002).

4- تقييم وتحديد التركيبات الهيدروكربونية المختلفة في المياه الجوفية بدولة الكويت (2003).

5-وحدات تقطير المياه بالتقطير الفجائي المتعدد المراحل- أداء المواد وتقييمها في قسم الارتجاع المراري (2001).

6- مأينة حديثة للتحكم في انبعاث ثاني أكسيد الكبريت وإنتاج المياه العذبة، المرحلة الثانية (1999).

7- التقييم الإيكولوجي للتأثير الناجم عن التغيير في مياه شمال العرب على بيئة شمال الخليج العربي: المرحلة الثانية (2000).

8-التحليل الكيميائي والبيولوجي لمياه الشرب المنتجة والمياه المعبأة في دولة الكويت (2001).

الأمن المائي ضرورة ملحّة للكويت

د. فاطمة العوضي
مديرة برنامج موارد المياه
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

خنق الدولة ووضعها في موضع حرج جدا في شأن المياه صار أمرا بيد المواطن

حذرت الدكتورة فاطمة العوضي مديرة برنامج موارد المياه في مؤسسة الكويت للتقدم العلمي من استمرار الهدر السائد حاليا للمياه العذبة في الكويت باعتباره يشكل خطرا على التنمية بجميع أبعادها الاجتماعية والاقتصادية والسكانية والإسكانية بل وعلى الأمن المائي للبلاد في المستقبل.

وأشارت الدكتورة العوضي لمجلة (التقدم العلمي) إلى أن الكويت فقيرة جداً بموارد المياه الطبيعية، وفي الماضي كان الكويتيون يعتمدون في استخدام المياه العذبة على الآبار الموجودة داخل المنازل وعلى تجمعات المياه العذبة من الأمطار ، ثم على المياه العذبة التي كانت تجلب من شط العرب بواسطة المراكب. وفي الخمسينيات من القرن الماضي ومع اكتشاف النفط بكميات كبيرة والبدء بعمليات الحفر والتصدير ازدادت حاجة الشركات النفطية للمياه فقامت شركة نفط الكويت ببناء أول محطة لتحلية المياه في الكويت في مدينة الأحمدي ومنها تم تمديد أنبوب عبر الصحراء لتضخ عبره المياه العذبة الفائضة لسد حاجة مدينة الكويت من المياه العذبة.

■ د. العوضي مشاركة في ندوة عن جودة مياه الشرب في دولة الكويت وخطورة الممارسات التجارية الخاطئة في أنظمة المياه المنزلية

■ المحافظة على المياه وترشيد استخدامها أمر مهم جدا لتحقيق الأمن المائي للكويت

وعندما توافرت للكويت عائدات النفط اتجهت إلى المصادر الصناعية حيث تم بناء محطة تحلية في منطقة الشويخ تعمل بتقنية المياه المغمورة لتلبية الطلب المتزايد على المياه العذبة. وعندما توصل باحثون في جامعة جلاسكو البريطانية إلى تقنية التبخير الومضي المتعدد المراحل تبنت الكويت هذه التقنية الواعدة وبنيت في الكويت أول محطة تجارية تعمل بهذه الطريقة في العالم عام 1957 .

ومع استمرار التطور الحضري والمعماري في الكويت ومع استمرار عمليات الإنتاج السريع والكبير للنفط ونزوح العمالة الوافدة الى الكويت لتحقيق متطلبات التنمية ظهرت الحاجة الماسة الى زيادة المياه العذبة الضرورية لتلبية متطلبات هذه التطورات، لذا فقد تم في تلك الفترة عمليات البحث عن المياه الجوفية التي أسفرت عن اكتشاف المياه الجوفية العذبة في منطقة الروضتين وأم العيش، كما أسفرت عن وجود المياه الجوفية القليلة الملوحة في منطقة الصليبية والشقايا وام قدير والتي تم ضخها عبر شبكة منفصلة إلى المنازل والمؤسسات والحدائق العامة للاستخدام في الأعمال المنزلية وري الحدائق في مناطق الكويت المختلفة. وكانت ومازالت المياه القليلة الملوحة تضاف الى المياه المقطرة لتعديل محتواها من الأملاح اللازمة لجسم الإنسان قبل توزيعها عبر شبكة مياه الشرب إلى المناطق السكنية لاستخدامها كمياه صالحة للشرب.

وتوالى بناء المحطات تباعاً عبر السنوات إلى أن أصبح عددها ست محطات هي الشويخ والشعيبة الشمالية والجنوبية والدوحة الشرقية والدوحة الغربية والزور الشمالية والجنوبية وأخيرا محطة الصبية. وسيتم بإذن الله في القريب العاجل إنشاء محطة جديدة لتحلية مياه البحر تعمل بالتناضح العكسي.

وشهد إنتاج المياه المحلاة زيادة كبيرة بعد فترة التحرير من العدوان العراقي مع ازدياد الحركة العمرانية والاقتصادية في الكويت ولم تعد وزارة الطاقة (الكهرباء والماء) تستطيع تلبية هذا الضغط المتزايد على شبكاتها مما شكل بعض الأزمات المائية في أوقات الذروة الاستهلاكية.

سياسات واستراتيجيات مستقبلية

وعن السبل الكفيلة بمعالجة ذلك الوضع الناجم عن الطلب المتنامي على المياه العذبة قالت الدكتورة العوضي إن الكويت بحاجة الى تفكير جدي لحل تلك الأزمة، وهذا يعني ضرورة وضع سياسات واستراتيجيات مستقبلية ذات رؤية شمولية تأخذ كل الأمور والمستجدات بعين الاعتبار. ورأت ضرورة التركيز على الإنسان في الكويت باعتباره المرحلة الأولى في عملية الحفاظ على المياه

ومن هنا تكمن أهمية التوعية الشاملة التي تستهدف ترشيد استخدام المياه والحد من عمليات الهدر التي تستنفد الثروة المائية لدولة الكويت.

وقالت إن المواطن يجب أن يعي أهمية ما تبذله الدولة من تكاليف لإنتاج المياه وأهمية الحفاظ على كل قطرة من المياه تصل إلى بيته أو التي يستخدمها في أي مكان، ويعرف حق المعرفة أنه لا استمرار لحياته ومعيشته دون مساهمته في الحفاظ على هذه الثروة الغالية لاسيما حين يدرك أن كل قطرة تمر في شبكات المياه قد مرت بمراحل عدة تبدأ بضخ مياه البحر وتنتهي بالتعقيم والمعالجة والفحص خاصة وأن الكويت تفتقر إلى الموارد الطبيعية للمياه كالأمطار والأنهار والبحيرات.

ودعت إلى تكثيف الحملات التوعوية التي تدعو الى ترشيد استخدام المياه واستهلاكها وعدم حصر تلك الحملات بالأزمات المائية الطارئة التي تمر بها البلاد ولاسيما خلال الصيف، مشيدة بالنتائج التي حققتها الحملة الأخيرة لوزارة الطاقة العام الماضي.

وقالت إن من أهم عوامل النجاح التي تحققت لتلك الحملة هو مساهمة سمو أمير البلاد الشيخ جابر الأحمد الصباح في تلك الحملة بصورة شخصية، مما حفز المواطنين جميعا إلى ضرورة الحفاظ على تلك النعمة الإلهية وعدم التفريط بها كيفما شاء مع إدراك أهميتها وما تعنيه لحياتهم من رفاهية.

■ الكويت من أفقر دول العالم بموارد المياه الطبيعية وأكثرها إسرافا في المياه العذبة

الموارد والاستهلاك

وانتقدت الدكتورة العوضي عمليات الاستهلاك الجائر وغير المنطقي للمياه العذبة في الكويت مشيرة الى التقارير والإحصائيات الدولية الصادرة عن الأمم المتحدة والتي تبين أن دولة الكويت من أفقر دول العالم بالموارد الطبيعية للمياه ولكنها في الوقت نفسه من أكبر الدول المستهلكة للمياه أي إننا بصورة أخرى نحن من أكبر الدول المسرفة في استخدام المياه.

وذكرت أن المستوى العالمي لاستهلاك الفرد من المياه يتراوح حسب الإحصائيات الدولية بين 110 و120 جالونا في اليوم الواحد في حين يتراوح في الكويت بين 450 و 600 جالون في اليوم، وهذا يعني أن أي أسرة كويتية تستهلك يوميا أربعة أضعاف ما يستهلكه الإنسان عادة في معظم دول العالم.

ورأت الدكتورة فاطمة أن وضع أسعار خاصة لاستهلاك المياه وفق قاعدة الشرائح أمر ضروري ومساعد على ترشيد استهلاك المياه، والغاية هنا ليست زيادة الأموال الواردة الى الوزارة بل ترشيد استهلاك المياه وفق الحدود المتعارف عليها عالمياً، واعتبرت أن ذلك الأمر لن يمس أصحاب الدخول المحدودة لأنه سيرفع التسعيرة على أصحاب الاستهلاك الكبير من المياه.

وقالت إنه لو نظرنا إلى الواقع لرأينا أن خنق الدولة ووضعها في موضع حرج جدا صار أمرا بيد المواطن والمواطن وحده، فهو بترشيده استهلاك المياه والحد من استخدامها إلا للضرورات يسهم في بناء وطنه ويساهم في عملية التنمية، ويخفف

من الخسائر الكبيرة التي تتكبدها الدولة من عمليات بناء محطات التحلية والإنفاق على شبكات المياه، وهو من جهة أخرى يخفف من التوسع في بناء محطات ومعالجة مياه الصرف الصحي بعد استخداماتها في المنازل.

وعن الدعوات المنادية لزيادة عدد محطات التحلية في الكويت لمواكبة تزايد الطلب على المياه العذبة رأت الدكتورة العوضي أن الحل السحري لايكمن في زيادة المحطات فقط بل إن الأمر الأكثر أهمية هو زيادة الوعي لدى المواطن والمقيم بضرورة ترشيد استخدام المياه، لأن المواطن إذا التزم بالحدود المتعارف عليها عالميا للاستهلاك فلن تحتاج الكويت لأي محطة على المدى القريب.

وأوضحت أن تكلفة بناء المحطات والمنشآت التابعة لها عالية جدا وتكلف الدولة أموالاً باهظة، والمحطات التي أنشأتها الكويت حتى الآن قادرة على تلبية الطلب عند التزام الجميع بالاستهلاك الطبيعي.

وعن المياه المستخدمة قالت العوضي إن معظم المياه التي تستخدم تذهب إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي للتعامل معها بطرق فنية مختلفة تمهيدا لمعالجتها وتنقيتها لاستخدامها من جديد في الري والزراعة، لكنها أوضحت أن زيادة المياه الواردة الى محطات المعالجة قد تزيد على طاقة تلك المحطات مما سيؤدي إلى تحميل المحطات عبئا كبيرا لن تستطيع معه معالجة كل تلك المياه ومن ثم سيضطر العاملون في المحطات إلى طرح الفائض من مياه الصرف الصحي إلى مياه البحر، وهذا الأمر سيؤدي إلى تلوث مياه البحر من جهة وإلى زيادة العبء من جديد على محطات التحلية الموجودة على سواحل البحر حين تتلقى مياها ملوثة، مما سيضطرها إلى مضاعفة الجهد الملقى على أجهزتها لمعالجة تلك المياه والتخلص من الشوائب والملوثات الموجودة فيها.

وقالت إنه بصورة أخرى فإن المواطن حمل محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومحطات التحلية عبئا كبيرا بسبب استخدامه الكبير والفائض عن الحاجة للمياه، وهو في النهاية سيتحمل أخطار ذلك لأن المياه الملوثة ستعود بالضرر على صحته وبيئته البحرية وغذائه المستخرج من تلك البيئة.

الأمن المائي

وأوضحت الدكتورة العوضي أن المحافظة على المياه أمر مهم جدا لتحقيق الأمن المائي للكويت ، لأن هذه القضية ملحة جدا ولا تقل أهمية عن الجوانب الأمنية الأخرى . وعبارة الأمن المائي لم تعد عبارة جوفاء تلقى جزافا بل أصبحت قضية مهمة وأساسية للكويت كما هي لدول الخليج العربية وكثير من الدول الأخرى في العالم التي تفتقر إلى المياه العذبة، ويجب أخذها بالاعتبار في عمليات التخطيط والتنمية المستقبلية كما يجب تكاتف جهود جميع الجهات الرسمية والخاصة في هذا الشأن.

ودعت إلى وضع استراتيجيات مستقبلية تغطي احتياجات المستقبل البعيد وترصد التطلعات المنشودة في خطط التنمية الاقتصادية والصناعية والاجتماعية، بما في ذلك عدد السكان والعمالة الوافدة والسياسات التنموية العمرانية ونمط البناء وغيره من العوامل المؤثرة في الاحتياجات المائية.

ودعت الدكتورة العوضي إلى التكامل بين مؤسسات الدولة عند وضع الخطط التنموية المستقبلية للكويت وإلى التنسيق بين هذه الجهات لتخرج الاستراتيجيات المستقبلية برؤية شمولية لما تحتاج إليه الكويت في المستقبل.

وطالبت باستخدام التقنيات الحديثة في مجال الري والزراعة بدلا من الطرق

- ضرورة إنشاء مركز متخصص في الكويت يتولى مهمة الإدارة المتكاملة لموارد المياه
- عبارة الأمن المائي لم تعد عبارة جوفاء تلقى جزافا بل أصبحت قضية مهمة وأساسية للكويت كما هي لدول الخليج العربية

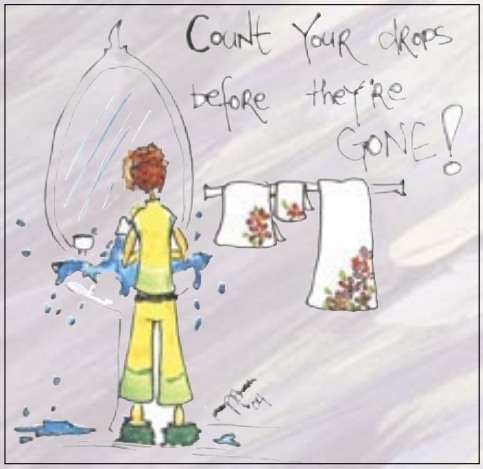
■ جانب من الحضور في ندوة الممارسات الخاطئة في مياه الشرب

التقليدية التي تستهلك كميات كبيرة من المياه مبينة أن هذه التقنيات قد تكون مكلفة في بداية الأمر على المزارع ولكنها ستؤدي في النهاية إلى مكاسب كثيرة أهمها المحافظة على المياه الجوفية والتربة من التدهور.

مركز لإدارة موارد المياه

وأشارت الدكتورة العوضي إلى تطلع الإدارة العليا في المؤسسة إلى أن يكون برنامج موارد المياه في إدارة البحوث نواة لإنشاء مركز متخصص في الكويت يتولى مهمة الإدارة المتكاملة لموارد المياه والتنسيق مع الجهات المعنية بهذا الصدد والاستفادة من خبرات الباحثين والمتخصصين المحليين والإقليميين والعالميين لإجراء دراسات شمولية في مجال السياسات والإستراتيجيات المائية. وقالت إن المركز يمكن أن يتولى إعداد الدراسات المستقبلية والإسهام مع الجهات المعنية في وضع الخطط الخاصة بالمياه من حيث الموارد والاستهلاك.

وأفادت الدكتورة فاطمة أن من مهام المركز القيام بحملات توعية شاملة تستهدف جميع شرائح المجتمع، وقد بدأ فعلا برنامج موارد المياه بتقديم المحاضرات للمدارس الثانوية. وإيماناً منا بأهمية تدريب النشء منذ الصغر على المحافظة على المياه لتكون نمط حياة بادرنا بالتنسيق مع وزارة التربية



المياه المحلاة تطابق المقاييس العالمية للجودة

عمليات الغش التي تمارسها بعض الشركات المحلية لبيع وحدات تحلية مياه الشرب تؤدي إلى خطورة المياه المنتجة من هذه الوحدات التي تزيل الأملاح من مياه الشرب وتحيلها إلى مياه مقطره حمضية خالية من الأملاح

حيث تقوم اللجنة العلمية في برنامج موارد المياه والمكونة من أكاديميين متخصصين في مجال المياه من المؤسسة وجامعة الكويت بإعداد المواد العلمية في مجالات المياه المختلفة التي سيتم إدراجها في جميع المراحل التعليمية من الرياض إلى الثانوية. وستركز هذه المواد على علوم وتقنيات المياه وطرق إنتاجها وأهمية وكيفية المحافظة عليها.

مشكلات المرشحات (الفلاتر)

وأشارت الدكتورة فاطمة إلى الجهود المضنية التي يبذلها القائمون على إنتاج المياه المقطرة وطرق معالجتها

الأملاح مهمة لمياه الشرب فهي تقلل من الإصابة بأمراض القلب وجهاز التناضح العكسي يزيل تماماً المواد الموجودة في مياه الشرب مثل بيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من الأملاح

وإضافة العناصر الضرورية لجسم الإنسان مثل بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم لتصل إلى المواطن عبر الشبكة حسب المواصفات العالمية.

وحذرت الدكتورة العوضي من عمليات الغش التي تمارسها بعض الشركات المحلية لبيع وحدات تحلية مياه الشرب مشيرة إلى خطورة المياه المنتجة من هذه الوحدات التي تزيل الأملاح من مياه الشرب وتحيلها إلى مياه مقطره حمضية خالية من الأملاح.

وقالت إن خطورة تركيب هذه الأجهزة في المنازل والمؤسسات تكمن في أنها تزيل الكثير من الأملاح التي تضيفها وزارة الطاقة إلى المياه واللازمة لصحة الإنسان.

وذكرت أن وزارة الطاقة تقوم منذ نهاية الثمانينيات بإضافة المواد المهمة مثل (الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم) إلى المياه المقطرة المنتجة من محطات تقطير المياه لإنتاج مياه شرب حسب المواصفات العالمية لمياه الشرب، وتصل قيمة جهاز المعالجة الى 25 مليون دينار في المحطات الجديدة مثل الصبية والزور في الوقت الذي يعمد فيه بعض المواطنين الى تركيب وحدات تحلية المياه على شبكة مياه الشرب لإزالة تلك الأملاح المهمة لبناء جسم الإنسان و يحتاج إليها الجسم في عمليات الهضم وبناء الخلايا والعظام وبخاصة مادة الكالسيوم والمغنسيوم.

وعن أهمية هذه الأملاح قالت الدكتورة العوضي إن شرب هذه المياه يقلل من الإصابة بأمراض القلب، وإن جهاز التناضح العكسي يزيل تماما المواد الموجودة في مياه الشرب مثل (بيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم) وغيرها من الأملاح، كما أن جهاز التناضح العكسي يؤدي الى إنتاج مياه خالية من الأملاح المغذية والتي لاتتطابق مع المواصفات العالمية لمياه الشرب، بل إن جهاز التحلية يسهم في هدر الأموال والجهود التي تبذلها الدولة في معالجة المياه المقطرة، علماً بأن هذه الأجهزة تستخدم لتحلية المياه في المناطق التي لا تصلها مياه الشبكة وتعتمد على مياه الآبار لتحلية مياه الشرب كبعض المناطق في الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأخرى.

ووصفت الدكتورة العوضي التجارب الوهمية التي تجريها بعض الشركات لبيان مدى تلوث مياه الشرب في الشبكة مقارنة بالمياه التي تعالجها تلك الوحدات بأنها غش تجاري يعتمد على جهل المواطن بمكونات المياه مضيفة ان هذه الشركات تزعم أنها تقوم بوضع جهاز لقياس درجة نقاء المياه في كوبين يحتوي أحدهما على مياه الشبكة والآخر على مياه منتجة من جهاز التحلية وبعد توصيل التيارالكهربائي في الكوبين يتغير لون مياه الشبكة إلى اللون البني الداكن أو الأسود مقارنة بماء الشركة الذي يعطي لوناً يميل إلى الاصفرار، فيصاب المواطن بالذعر لمنظر الماء الملون ويوافق فورا على تركيب الجهاز دون تردد.

وأضافت إن الخدعة تكمن في أن جهاز القياس المكون من قضيبين من الحديد والآخر من الألمنيوم هو الذي يسبب تلون ماء الشبكة نتيجة لانتزاع أيون الحديد من قضيب الحديد واتحاده مع أيونات الهيدروكسيد في الماء المتأين مكوناً مركبات الحديديك البنية اللون، في حين لا يتأين ماء الشركة المقطر بالقدر الكافي لتكوين مركب هيدروكسيد الحديديك لقلة وجود الأملاح فيه فيبدو الماء مصفراً.

وعزت انتشار ظاهرة بيع هذه الأجهزة إلى عدة عوامل منها تساهل الجهات الرقابية في الترخيص لمثل هذه الانشطة دون متابعتها، واستغلال الشركات وجود بعض الشوائب في خزانات المنازل التي تتجمع مع مرور الوقت دون تنظيفها مما يوحي بتلوث المياه إضافة الى جهل المستهلك بكيفية إنتاج المياه بدولة الكويت وكيفية ضبط الجودة في المختبرات ومتابعتها حتى وصولها إلى المستهلك.

تحلية مياه البحر كمصدر لمياه الشرب تخضع لمقاييس عالمية وتضاف الأملاح اللازمة بعد التقطير

■ **الخدعة التي تقوم بها الشركات البائعة للفلاتر تصيب المواطن بالذعر وتجعله يوافق فوراً على الشراء**

■ **الجهات الرقابية تتساهل في الترخيص لمثل هذه الانشطة دون متابعتها، والشركات تستغل وجود بعض الشوائب في خزانات المنازل التي تتجمع مع مرور الوقت دون تنظيفها لتوحي بتلوث المياه**

ونصحت الدكتورة العوضي باستخدام المرشحات العادية المصنوعة من الفخار الطبيعي أو الصناعي أو المرشحات المصنوعة من الألياف الملفوفة داعية إلى تركيب الفلتر عند موقع الاستخدام. وقالت إن مرشحات الكربون أو الكربون النشط تزيل البكتيريا والملوثات لكنها بعد مدة محددة تتشبع فتعيد هذه الملوثات إلى المياه ويجب الحرص على تغييرها بعد فترة تزيد وتقل حسب الاستخدام. كما أنها تزيل بعض العناصر النزرة والمفيدة لصحة الإنسان مثل الزنك والنحاس والحديد وبالتالي تفقد المياه جزءا رئيسيا من فائدتها.

وأشارت إلى عدم الحاجة لتركيب مرشح مركزي في البيت وقالت إننا نحتاج لمياه نقية فقط للشرب وللطبخ بينما المرشحات المركزية تعمل على تنقية المياه لاستخدامات لا حاجة لتنقيتها مثل دورات المياه وعمليات الغسيل في المنزل وخاصة في المطبخ وعمليات الري الداخلي وهي كلها تستهلك طاقة المرشحات وتؤدي إلى تكرار عملية الغسيل الاوتوماتيكي للفلتر دون داع مما يسبب هدرا كبيرا للمياه.

وتطرقت الى بعض الممارسات الخاطئة في أنظمة المياه المنزلية وقالت إن أبرز هذه الممارسات الخاطئة هي استخدام برادات مياه تحتوي على أجهزة تناضح عكسي أو أجهزة تعقيم، أو تركيب أجهزة التبادل الأيوني بعد الخزان أو في الحمام لمعالجة مياه الاستحمام أو مرشحات تحتوي على مركبات السيليكات والفوسفات.

وأفادت أن من هذه الأخطاء أيضا ربط أنابيب النحاس بوصلات من الحديد أو تبطين خزانات الماء بمواد غير مصرح بها لمياه الشرب وكذلك تركيب خزانات كبيرة لا تتناسب مع احتياجات المنزل لأن ذلك يعني ركود الماء وقلة دورانه وبالتالي تلوثه خاصة بالبكتيريا.

المجلس العربي للمياه ... قناة جديدة للتعاون والعمل المشترك

المجلس العربي للمياه منظمة غير حكومية تحت التأسيس تتمتع بشخصية اعتبارية مستقلة مالياً وإدارياً ذات طابع إقليمي دولي، لا تسعى للربح، وتعمل على تفعيل الإدارة المتكاملة للموارد المائية لتحقيق الأمن المائي العربي من خلال رؤية عربية مشتركة.

د. عادل أحمد بشناق

• موقع المجلس على الشبكة الإلكترونية www.arabwatercouncil.org

تأسس المجلس في القاهرة بتاريخ 14 أبريل 2004م بحضور 400 خبير وعالم متخصص بشؤون المياه في الوطن العربي، وبمشاركة العديد من المؤسسات الإقليمية والدولية والمراكز البحثية وممثلي القطاع الخاص ومنظمات المجتمع المدني في عدد من الدول العربية مشكلين بذلك نواة الجمعية التأسيسية.

اختارت الجمعية التأسيسية الدكتور محمود أبو زيد - وزير الموارد المائية والري المصري والرئيس الشرفي الدائم للمجلس العربي للمياه ليكون رئيساً للجنة التأسيسية للمجلس العربي للمياه التي تمثل مختلف المؤسسات الحكومية والأهلية في المجتمعات العربية إضافة إلى المنظمات الإقليمية في شؤون المياه، وأن تضطلع اللجنة بإعداد الدستور والدراسات الأخرى اللازمة للعرض مرة أخرى على الجمعية التأسيسية، كما اختارت الجمعية التأسيسية مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا في القاهرة (سيداري) ليكون المقر المؤقت لأمانة المجلس إلى حين اختيار المقر الدائم للأمانة.

الأهـــداف

1) المساهمة في تحقيق الأمن المائي والغذائي للوطن العربي.
2) توفير المناخ الملائم الذي يسمح بتقريب وجهات النظر بين الدول العربية والدول المجاورة لتعميق التعاون والعمل المشترك.
3) تقديم المشورة الفنية لمساعدة الدول العربية على إدارة الأزمات المائية.
4) التعرف على قضايا المياه ذات الأولوية والتي لها أهمية دولية أو إقليمية أو وطنية، على أساس التقييم الدوري للوضع المائي في الوطن العربي.
5) العمل على وضع رؤى مشتركة حول الإدارة المتكاملة للموارد المائية وخاصة في مجال إدارة الموارد المائية المشتركة.
6) تقديم المشورة الفنية بشأن التشريعات والقوانين الخاصة بالمياه.
7) اقتراح وصياغة السياسات الخاصة بحماية الموارد المائية من التلوث.

من أهداف المجلس المساهمة في تحقيق الأمن المائي والغذائي للمواطن العربي وتوفير المناخ الملائم الذي يسمح بتقريب وجهات النظر بين الدول العربية والدول المجاورة لتعميق التعاون والعمل المشترك وتقديم المشورة الفنية لمساعدة الدول العربية على إدارة الأزمات المائية

● إحدى الطرق التقليدية اليدوية التي لا تزال تستخدم في الري

8) تقييم السياسات الخاصة بترشيد استهلاك المياه وإعادة استخدامها.
9) المساهمة في تنسيق السياسات الزراعية والمائية.
10) نشر المعلومات وتيسير تبادل الخبرات ، والممارسات الجيدة، والتقنيات الحديثة، ونتائج الأبحاث بين الدول العربية والعمل على توجيه البحث العلمي والأكاديمي لما يخدم قضايا التنمية المائية في الوطن العربي.
11) الربط مع البرامج والمبادرات العالمية والإقليمية.
12) التعاون والتنسيق والتشاور مع المنظمات الإقليمية والدولية العاملة في مجال المياه في الوطن العربي.
13) دعم التعاون العربي لنشر الوعي بقضايا الموارد المائية، وبناء القدرات لتنفيذ وتحقيق فهم أفضل للإدارة المتكاملة للموارد المائية.
14) العمل كأداة لاستشعار الرأي العام حول المشاريع المتعلقة بالمياه المشتركة وحول التشريعات والسياسات المائية على المستويين الوطني والإقليمي.

يسعى المجلس لتفعيل برنامج «موارد» بمشاركة القطاع الخاص والشركات العربية في توفير وتطوير احتياجات الوطن العربي من صناعات وخدمات المياه واكتساب وتطوير التقنيات الحديثة في إطار خطط استراتيجية واتحادات وصناديق استثمار مشترك

15) دراسة الاتفاقيات والمبادرات والقوانين الدولية والتعريف بها والعمل على تنسيق مواقف الدول العربية تجاه هذه الاتفاقيات وتجاه التصديق عليها.

16) تمثيل الرأي العربي إزاء القضايا المائية في المحافل الدولية.

البرامج والأنشطة

يقوم المجلس العربي للمياه بتحقيق أهدافه من خلال البرامج والأنشطة التالية:

1 ـ برنامج شبكات لبناء وتشغيل شبكات الربط الافتراضية، وتجهيز قواعد معلومات شاملة للخبرات المتاحة وبرامج المياه والدراسات والمعلومات المتوافرة، وتيسير التواصل بين الخبراء من خلال نشرات دورية للتعريف بنشاط المجلس وبجهود الأعضاء والجديد في مجالات الاهتمام المشترك.

2 ـ برنامج الأكاديمية العربية للمياه لدعم وتطوير القدرات البشرية وتعظيم الاستفادة من مراكز البحوث ومعاهد التدريب، وتعميم الخبرات والدروس المستفادة، وتنفيذ برنامج التبادل الدراسي وبرامج منح جوائز لشباب العلماء العرب وتحفيز الإبداع والابتكار، وعقد الدورات وورش العمل المتخصصة، وصياغة ومتابعة تنفيذ ميثاق شرف لأخلاقيات استخدام الموارد المائية والحفاظ عليها.

اجتماع تأسيسي

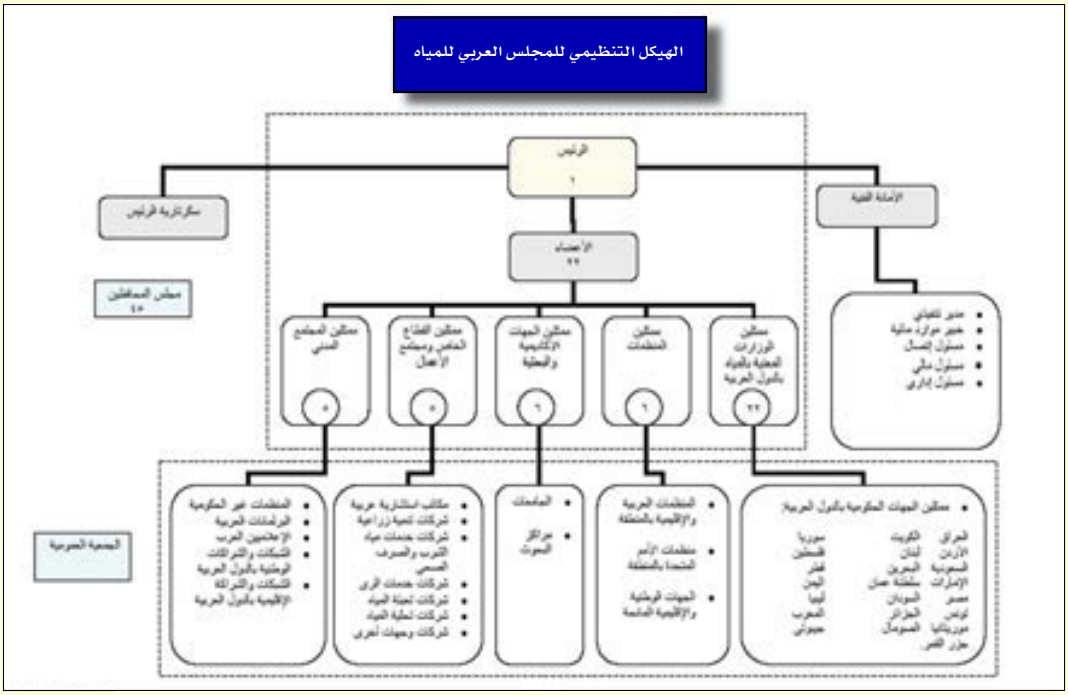
اجتمعت اللجنة التأسيسية للمجلس العربي للمياه بمدينة دبي في الفترة 5 - 3 يناير 2005 لبحث المسائل المهمة المتعلقة باستكمال النظام الأساسي والهيكل التنظيمي للمجلس وآليات التمويل اللازمة وخطة العمل المستقبلية كما اطلعت على التقارير الفنية التالية :

تقرير المجلس العربي للمياه عن وضع الدول العربية من حيث تنفيذ توصيات مؤتمر التنمية المستدامة لإعداد خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية.

تقرير الوضع المائي في الوطن العربي الصادر بتاريخ ديسمبر 2004 من إعداد منظمة سيداري.

وقد حثت اللجنة التأسيسية جميع المتخصصين العرب على التسجيل المبكر في المنتدى العالمي الرابع للمياه الذي سيعقد في المكسيك في مارس 2006.

كما حثت على المشاركة في عضوية المجلس العربي للمياه وحضور اجتماع الجمعية العمومية للمجلس الذي سيعقد في نهاية 2005 وحضور المنتدى العربي الأول للمياه الذي سيعقد في عام 2007 والقيام بدور قيادي في تنفيذ برامج المجلس وأنشطته.



3 ـ برنامج وقف المياه للتعاون بين مؤسسات المجتمع المحلي لتوفير مياه الشرب النقية والصرف الصحي لجميع السكان في الوطن العربي وبالخصوص في المناطق القروية والأحياء الفقيرة بهدف مساعدة الدول العربية على تحقيق أهداف الألفية للتنمية.

4 ـ برنامج منتديات للإعداد لعقد المنتدى العربي الأول للمياه وتمثيل المجلس في المنتدى العالمي في المكسيك عام 2006 والمشاركة في أكبر عدد من المنتديات الإقليمية والدولية الخاصة بالسياسات المائية لعرض وإبراز رسالة وأهداف وبرامج المجلس العربي، وتنظيم منتديات محلية قطرية لمناقشة أولويات كل قطر عربي في مجال المياه.

5 ـ برنامج روافد لتنمية المجتمع المدني بما في ذلك دور المرأة والشباب والأطفال، ودعم الجهود المحلية والقطرية والجمعيات والمؤسسات غير الحكومية وتفعيل دورها لتنفيذ برامج الإدارة المتكاملة للمياه وبرامج التوعية العامة لترشيد استخدام المياه ومنع تلوث المصادر.

6 ـ برنامج معارف لإعداد الدراسات والتقارير بما في ذلك رؤية مستقبلية للمياه في الوطن العربي، وللمياه المشتركة والدولية، والتقرير الدوري للوضع المائي

أعضاء المجلس

ويضم المجلس العربي للمياه في عضويته خبراء وفنيين من الفئات التالية :

1- الحكومات.

2- المنظمات، بما في ذلك المنظمات العربية والإقليمية ومنظمات الأمم المتحدة.

3- الجهات الأكاديمية ومراكز البحوث.

4- القطاع الخاص ومجتمع الأعمال.

5- المجتمع المدني ويمثله المنظمات غير الحكومية والإعلاميون العرب والشبكات والشراكات الوطنية والإقليمية ومنظمات الشباب والمنظمات النسائية والنقابات.

6- الخبراء والشخصيات العربية العامة.

في الوطن العربي ونشر المعارف ذات العلاقة بالنواحي الاقتصادية والاجتماعية والقانونية في إدارة الموارد المائية معايير وطرق تقييم الموارد المائية والمحافظة عليها وسبل تحقيق التوازن المستدام بين الأمن المائي والأمن الغذائي في ظروف الوطن العربي، وإصدار مجلة "السياسات المائية في الوطن العربي".

7- برنامج موارد لتفعيل مشاركة القطاع الخاص والشركات العربية في توفير وتطوير احتياجات الوطن العربي من صناعات وخدمات المياه واكتساب وتطوير التقنيات الحديثة في إطار خطط استراتيجية واتحادات وصناديق استثمار مشترك واستثمار جسور.

8- برنامج سيول لتعزيز وتيسير التعاون العربي في ظروف الأزمات المائية الطارئة كالسيول والجفاف، بتقديم الاستشارات الفنية والعلمية واتخاذ الاحتياطات الفنية وتبادل الخبرات والطاقات المتاحة.

الفقر المائي والمستقبل العربي

أ. د. جيهان قريطم
أستاذ هندسة الري والصرف
بجامعة الإسكندرية

على الرغم من التفكك الكبير الذي يشهده العالم العربي حاليا فإن الأمل مازال معقودا في مستقبل أفضل وفي دور مؤثر، ونحن نعيش عصراً جديداً وألفية ثالثة لا مكان فيها إلا للتجمعات الإقليمية القوية و الفاعلة.

ومن أهم أسس البقاء في العصر الجديد، توافر الموارد الطبيعية القادرة على دعم خطط التنمية والإيفاء بالاحتياجات المحلية و المشاركة الفاعلة في الاقتصاد العالمي.

ومن أهم هذه الموارد وأخطرها تأثيرا هي المياه خاصة أن المنطقة التي نعيش فيها معظمها ذات مناخ صحراوي أو جاف، وقليل منها شبه جاف حيث تقل فيها الموارد المائية، ونصيب الفرد فيها من المياه هو من أدنى المستويات على الصعيد العالمي، حيث يقترب من مستوى الفقر المائي، أي 1000 متر مكعب سنويا حسب تعريف البنك الدولي.

ثمة استشعار عالمي بأهمية المياه في القرن الحادي و العشرين، خاصة مع التفاوت الكبير في الموارد المائية المتوافرة من مكان لآخر على الكرة الأرضية، ما بين المناطق المطيرة ذات الوفرة المائية، والمناطق الصحراوية و الجافة التي تعاني شحا مائيا كبيرا يؤثر على كيانها وحياة شعوبها، وثمة نزاعات ومشكلات متعددة بين الدول التي تشترك في أحواض مائية سواء كانت جوفية أو سطحية، كما أن هناك مشكلات التلوث المتفاقمة وتأثيرها السلبي على الموارد المائية و البيئة والصحة العامة، وهناك أيضا مشكلات سوء الاستخدام واستنزاف الموارد المائية.

الجدير بالذكر أن معظم هذه المشكلات المائية يعانيها العالم النامي بصفة عامة والعالم العربي بصفة خاصة، أما الدول الغنية الصناعية الكبرى فتحظى بوفرة تفيض عن حاجتها و تفكر في استثمارها بالبيع و المقايضة. وكما هو قائم

جفاف الأرض بسبب ندرة موارد المياه عربيا

بالفعل من هيمنة استراتيجية للقوى الكبرى على معظم الموارد الطبيعية في العالم من بترول ومعادن وغيرها، ونظرا للأهمية الاستراتيجية للمياه في القرن الجديد فإنه يتم حاليا وضع الخطوط العريضة لتنظيم استخداماتها، بما يخدم أو على الأقل لا يتعارض مع مصالح هذه الدول و يتماشى مع ما يسمى بنظام العولمة، وذلك من خلال خلق و ابتكار مفاهيم مستحدثة لتداول المياه بين الدول ذات الوفرة المائية و الدول التي تحتاج إليها. وضمن هذه المفاهيم بيع المياه وتسعيرها، وبورصة المياه، وبنك المياه، التي تحمل في ظاهرها رفع كفاءة الاستخدامات المائية و تسوية المشكلات الإقليمية، وفي باطنها الكثير من فرض الهيمنة السياسية و تغيير موازين القوى الإقليمية.

ومن مظاهر الاستنفار المائي العالمي: قيام المجلس العالمي للمياه و بمشاركة من البنك الدولي و الأمم المتحدة وجهات دولية عديدة، وبتمويل من عدة جهات أهمها كندا، التي هي من أكثر دول العالم وفرة في المياه، بالدعوة لإعداد رؤية عالمية للمياه للقرن الحادي و العشرين، مدعمة بالرؤى الإقليمية للمياه وأهميتها و المحافظة عليها وتنميتها، وفي هذا الإطار شرع العرب في إعداد رؤية عربية للمياه تم وضع خطوطها العريضة في اجتماع موسع حضره ممثلو 15 دولة عربية منهم عدد من الوزراء، وذلك في مدينة مرسيليا بفرنسا، وتلا ذلك عدة اجتماعات إقليمية لبلورة هذه الرؤية ومراجعة محاورها الرئيسة. وتم وضع دراسات تحليلية لدعم الرؤية العربية من خلال إعداد عدة سيناريوهات للوضع المائي العربي في عام 2025، في إطار المحاور العربية المقترحة للحفاظ على الموارد المائية و تنميتها، وقد عرضت ونوقشت ضمن الرؤى الإقليمية الأخرى في المنتدى العالمي الكبير الثالث للمياه.

لقد كانت نتائج هذه الدراسات التحليلية للوضع المائي في العالم العربي، وفاعلية الرؤية العربية لضمان وضع مائي مستقبلي أفضل و لمواجهة التهديدات والتحديات الداخلية و الخارجية، وفي هذا التحليل تم استخدام أحدث البيانات المتوافرة عن الموارد المائية و الاستخدامات المائية في العالم العربي، التي تم نشرها في تقرير لمنظمة الفاو عام 1997. ولا يتعدى نصيب المنطقة العربية من موارد المياه العالمية نسبة 40٪ على الرغم من أن مساحة الوطن العربي تبلغ حوالي 2.9٪ من مساحة اليابسة، وتعداد سكانه يصل إلى 4.5٪ من عدد سكان العالم، أما نصيب الفرد من المياه في الوطن العربي فيقل عن عُشر متوسط نصيب الفرد في العالم، بالإضافة إلى أن أكثر من 60٪ من موارده المائية تأتي من خارج حدوده، ممثلة في أنهار النيل ودجلة و الفرات و السنغال، وبعض أحواض المياه الجوفية، وتظهر آثار هذه الندرة المائية حاليا في العديد من مناطق الوطن العربي، خاصة الجزيرة العربية التي يصل العجز المائي فيها إلى حوالي 46٪، ونصيب الفرد فيها من المياه نحو 329 مترا مكعبا سنويا.

العجز المائي في الجزيرة العربية يبلغ حوالي 46% ونصيب الفرد قليل جداً

وفي ليبيا نجد أن نسبة العجز المائي أقل، وفي حدود 10٪، و نصيب الفرد من المياه نحو 760 مترا مكعبا سنويا. أيضا في فلسطين هناك عجز مائي كبير نتيجة استيلاء إسرائيل على أكثر من 85٪ من الموارد المائية بالضفة الغربية، و تشغل المستوطنات الإسرائيلية و المزارع الاستيطانية 17٪ من مساحة قطاع غزة تستنزف المخزون الجوفي المحدود للقطاع، وتشتري معه السلطة الفلسطينية جزءا من مياه الشرب من إسرائيل للإيفاء بالاحتياجات السكانية. أما في مصر فنجد أن الموارد المائية المتجددة لا تكفي الاحتياجات نظرا لأن الحصة المصرية من مياه النيل ثابتة منذ عام 1959م حسب اتفاقية مصر و السودان، زاد بعدها عدد السكان و المساحة الزراعية و القاعدة الصناعية مما استلزم إعادة استخدام المياه أكثر من مرة للإيفاء بالاحتياجات المائية المتامية، وانخفض نصيب الفرد من المياه إلى أقل من 1000 متر مكعب سنويا.

والوضع المائي في معظم الدول العربية ليس أحسن حالا من الدول السابق ذكرها، فنصيب الفرد من المياه في تونس لا يتعدى 515 مترا مكعبا، وفي جيبوتي 695 مترا مكعبا، وفي الجزائر 735 مترا مكعبا، وفي الصومال 1150 مترا مكعبا، وفي المغرب 1240 مترا مكعبا، علما بأن هذه الدول تعتمد على الأمطار التي تتباين بشدة من عام إلى آخر، وهناك سنوات جفاف تنزل معها هذه الحصص المائية إلى النصف أو أقل.

أما الوضع المائي في العراق و سوريا ولبنان فهو أحسن نسبيا حيث ترتفع حصة الفرد من المياه سنويا إلى 3000، 2600، 2400 متر مكعب، حسب الترتيب.

وفي دول الخليج تعتبر المياه الجوفية وتحلية مياه البحر المصدر الرئيس للمياه، ويستهلك القطاع الزراعي 85٪ من المياه ويصل نقص المياه إلى حوالي مليار متر مكعب، ومن المتوقع أن يرتفع الطلب على المياه في هذه الدول إلى 47 مليار متر مكعب بحلول عام 2015، ولكن سيكون

هناك تهديدات مائية كثيرة في العالم العربي تستوجب الاسراع بوضع خطوات انقاذية فاعلة عبر مخطط تعاوني

المتوافر في ذلك الوقت 21.5 مليار متر مكعب وهو ما يعني تفاقم عجز المياه في هذه الدول مستقبلا.

وأخيرا تأتي السودان بوفرتها المائية حيث يبلغ نصيب الفرد فيها من المياه حوالي 2450 مترا مكعبا سنويا، وهناك إمكانات كبيرة لمضاعفة هذه الكميات من خلال مشاريع لزيادة إيراد نهر النيل، ولكن السودان يتعرض لمشكلات داخلية عديدة ونزاعات طائفية تؤثر على تماسكه وعلى خططه التنموية، ذلك بالإضافة إلى عدم الاستقرار السياسي في دول حوض النيل والتدخلات الخارجية مما قد يؤثر سلبا على الاستقرار المائي لكل من مصر والسودان.

في ظل هذا الوضع المائي الراهن في الوطن العربي ومع المعدل المرتفع للزيادة السكانية في معظم الدول العربية، ومع مخاطر سيادة المفاهيم المطروحة حاليا لتدويل المياه، و المشروعات المقترحة إقليميا لبيع المياه تتضح الحاجة الملحة لخطوات عاجلة وفاعلة لمواجهة التهديدات الراهنة والحفاظ على حقوقنا ومواردنا المائية من الاستنزاف والتلوث من ناحية، ولزيادة كفاءة الاستخدامات المائية من ناحية أخرى، وذلك من خلال تكتل عربي مؤثر وتكامل اقتصادي وخطط مائية قومية تعكس البعد الإقليمي العربي، ومفاهيم قومية للتعاون المائي.

عولمة مشكلة المياه

في أكبر حشد من نوعه في العالم تجمع أكثر من 4500 وزير وعالم وخبير ومسؤول عن المياه في العالم، إضافة إلى أكثر من 500 صحفي من جميع أنحاء العالم لمناقشة ووضع رؤية عالمية مستقبلية لقضية المياه في القرن الحادي و العشرين و حتى عام 2025، وذلك في الملتقى الثالث للمياه الدولية تحت رعاية المجلس العالمي للمياه. وطرح العرب رؤيتهم المستقبلية للمياه

تقارير دولية تؤكد أن نصف سكان العالم ليس لديهم موارد مائية آمنة وثلاثة ملايين يموتون سنويا بسب المياه

وأنسب الطرق لحل مشكلاتها، سواء بسبب الشح و الجفاف أو بسبب الندرة، أو بسبب استيلاء وسرقة إسرائيل للمياه العربية، حيث ثبت طبقا للدراسات المقدمة في المؤتمر أن 80٪ من الدول العربية هي الأفقر مائيا في العالم، ومن ناحية أخرى طرحت مصر رؤيتها المستقبلية في إطار عدد من المحددات أهمها: رفض مبدأ تسعير المياه دوليا واعتبارها سلعة اقتصادية تباع و تشترى، وعدم فرض دولة من دول الحوض للنهر المشترك رأيها أو موقفها على الدول الأخرى، وضرورة إيجاد إدارة جيدة ومتكاملة للموارد المائية، مع توسيع دائرة المشاركة في هذه الإدارة. وترتيبا على ذلك نجحت مصر من خلال المؤتمر في تحقيق عدة عناصر إيجابية دعمت أمنها المائي الحالي و المستقبلي، حتى عام 2025م.

على الجانب الآخر كان قد أصدر ملتقى لاهاي الدولي الثاني للمياه الدولية بهولندا تحت رعاية ملكة هولندا و المجلس العالمي للمياه عام 2000، في ختام أعماله عدة توصيات تحت مسمى إعلان لاهاى –2000 للمياه (رؤية عالمية مستقبلية لحل مشكلات المياه للقرن الحادي و العشرين وحتى عام 2025)، مؤكدا عددا من التحديات و التوصيات اختلفت نحوها الآراء للدول و المهتمين بشؤون المياه عالميا وإقليميا وعربيا. و يعتبر مؤتمر لاهاي ملتقى عالمياً لمناقشة مشكلات المياه دوليا، وهو الثاني من نوعه ضمن سلسلة اجتماعات الملتقى عالميا، ويعقد الملتقى اجتماعاته دوريا كل ثلاث سنوات، إلا أن أهمية دورته الثانية في لاهاي، تبرز في انعقادها مع بداية القرن الجديد لرسم الاستراتيجية المائية العالمية خلال الربع الأول من هذا القرن، وحتى 2025، وجدير بالذكر أن اجتماعات اللجنة التنفيذية للإعداد للمؤتمر الدولي الثاني لإعلان الرؤية المستقبلية العالمية للمياه في القرن الجديد عقدت بالقاهرة بالتعاون مع الحكومة الهولندية، حيث صدر عنها ثلاثة محاور لأعمال المؤتمر الرئيسية.

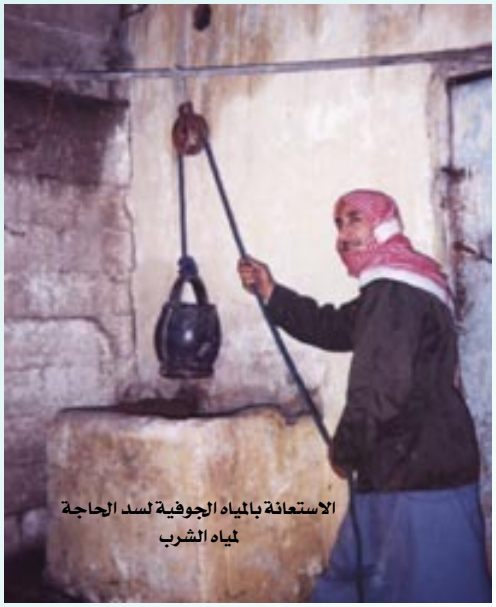
أولها: الوصول إلى اتفاق كامل بين المسؤولين عن إدارة المياه في العالم.

الثاني: مطالب العلماء في مجال المياه من المشاركين في المؤتمر.

ثالثا: متابعة تطبيق الاتفاقيات والاستراتيجيات المائية لتحقيق أهداف الرؤية العالمية للمياه التي تم التوصل اليها على مدى ثلاث سنوات.

وفي ختام اجتماعات اللجنة التنفيذية أعلن رئيس المجلس العالمي للمياه أن العالم سوف يشهد عهدا جديد من السلام الاجتماعي والقضاء نهائيا على ما يسمى بحروب المياه المحتملة، وذلك عقب إعلان هذه الرؤية التي اشترك في إعدادها أكثر من 20000 من العلماء و الخبراء ومسؤولي المياه في 25 منطقة قطرية في قارات العالم خلال السنوات الثلاث الماضية.

على الجانب الآخر فإن أهمية المؤتمر تأتي في إطار ما وجهه نائب مدير البنك الدولي في محاولة من وجهة نظر البنك لإنقاذ مصادر المياه العذبة في العالم من النضوب، اعتمدت على الدعوة لرفع سعر المياه مما يساعد على ترشيد استهلاكها وتقليل الفاقد منها، خاصة بعد التحذيرات المتكررة بأن العالم سوف يواجه أزمة مائية في الربع الأول من القرن الحالي يصاحبها الانفجار السكاني و ثبات الموارد المائية وسوء استخدامها، مدعيا أن القطاع الخاص بدول العالم يمكن تفويضه بمهمة تنقية المياه و توزيعها بسعر مناسب على أن تستخدم في ذلك أحدث الوسائل مع تقديمها للفقراء بأسعار مدعومة، مضيفا أنه يوجد في العالم أكثر من مليار نسمة لا يضمنون الحصول على حاجتهم من المياه، وأن هناك أكثر من مليارين من البشر يعيشون على مياه غير نظيفة. وفي الوقت نفسه ذكر تقرير للأمم المتحدة، أن نصف سكان العالم ليس لديهم موارد مائية آمنة، وأن ثلاثة ملايين شخصاً يموتون سنويا؛ بسبب عدم حصولهم على مياه شرب نقية. وترتيبا على ذلك جاءت توصية المجلس العالمي للمياه الذي يعقد تحت إشرافه وسيطرته اجتماعات الملتقى العالمي للمياه، أنه لابد من عقد مؤتمرات إقليمية في مختلف مناطق وقارات العالم قبل انعقاده الرسمي و النهائي في لاهاي حتى يمكن توحيد الرؤية المستقبلية العالمية للمياه، وتنفيذا لذلك عقد المؤتمر الأول في مارسيليا بفرنسا في أغسطس 1999



الاستعانة بالمياه الجوفية لسد الحاجة لمياه الشرب

لمناقشة مشكلات المياه في الدول الأورومتوسطية، واشترك فيه 27 دولة عربية و أوربية، وأكثر من ستين خبيرا هم أعضاء دول الشراكة الأورو متوسطية، وعقد المؤتمر الثاني في المنطقة العربية في بيروت في ديسمبر 1999 تحت مظلة جامعة الدول العربية وحضرته جميع الدول العربية لمناقشة مشكلات المياه في المنطقة العربية، وعقد المؤتمر الثالث في معهد باري الدولي لبحوث المياه بإيطاليا في يوليو 1999 لدول الشرق، وشمال أفريقيا بحضور 25 دولة لمناقشة مشكلات المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

كانت الرؤى التي نوقشت في المؤتمر تنصب على الرؤية الأوربية و الأفريقية والعربية التي أعلنها خبير منظمة (الأسكوا) التابعة للأمم المتحدة و تضمنه إعداد قواعد وقوانين خاصة بالمياه لاستخدام أقصى كمية منها، وعدم إهدارها في الوقت نفسه، فضلا عن ضرورة توصيل المياه النظيفة إلى الجميع بدون مقابل، خاصة الفقراء منهم و تحسين نوعية المياه، كما استعرضت الرؤية المستقبلية للمياه في قارة آسيا مع التركيز على المياه في الصين و اليابان مع التركيز على دور المرأة و الشباب في تحقيق الأمن المائي داخل كل دولة، وأخلاقيات المياه المتعلقة بالموارد المائية العذبة السطحية والجوفية في قارة آسيا، وكان من أهم ما صدر من توصيات:

1- إنشاء آلية جديدة باسم المجلس العالمي للسلام للمياه الدولية.

2- الإعلان عن جائزة دولية على غرار جائزة نوبل للسلام، تمنح كل 3 سنوات لأفضل شخصية أو مؤسسة تعمل في مجال المياه، وتبلغ قيمتها مئة ألف دولار، تقدم باسم الملك الراحل الحسن الثاني (ملك المغرب السابق).

٣- الإعلان عن الرؤية المستقبلية للمياه في القرن الحادي و العشرين فيما يسمى (إعلان لاهاي 2000) للمياه.

٤- عقد المؤتمر الثالث في اليابان عام 2003، وسيعقد المؤتمر الرابع عام 2006 في كندا.

وجدير بالذكر أنه قدمت اقتراحات بعقد هذين المؤتمرين في المملكة العربية السعودية والكويت، في إطار دعوة من الأمين العام للجامعة العربية لإيجاد آلية عربية من خلال قمة عربية لتنفيذ توصيات ومقترحات مؤتمر لاهاي على المديين القريب و البعيد.

المجلس العالمي للسلام للمياه الدولية

لقد أسفر مؤتمر لاهاي عن الإعلان عن إنشاء آلية جديدة باسم «المجلس العالمي للسلام للمياه الدولية»، تكون مهمته فض النزاعات الدولية حول المياه بالطرق السلمية، وذلك بين الأطراف المتنازعة في البؤر المشتعلة حول المياه بمختلف مناطق العالم، وذلك بالطرق القانونية الدولية و الأعراف و التقاليد المحبة للسلام من خلال الشخصيات العالمية البارزة، وقد كان من مهامه الرئيسية أيضا إضافة إلى فض المنازعات كيفية تحريك الأموال الموجودة لدى القطاع الخاص لاستخدامها في تنمية الموارد المائية، وإقامة مشروعات المياه بما يكفل حماية رأس المال وحماية حقوق المستهلك، خاصة الفقراء في الدول النامية، من سد خلال الفجوة الموجودة حاليا في مجال التنمية بهذه الدول. ويعد هذا المجلس إحدى ثمار ونتائج المجلس العالمي للمياه باعتباره المسؤول عن إنشائه واقتراحه، ومن ثم السيطرة عليه ومتابعة أعماله مستقبلا. و لقد حدد مؤتمر لاهاي سبعة تحديات أساسية لضمان وصول المياه لكل مواطني العالم هي:

- تلبية الاحتياجات الأساسية: حيث إن الوصول إلى الماء يعدُّ حاجة أساسية للإنسان، وبناء عليه يجب إتاحة السلطة للنساء و الرجال لاتخاذ القرارات بشأن ما يحصلون عليه من مياه وتجهيزات صحية آمنة وكافية.
- حماية نظام البيئة وعدم المساس بها من خلال إدارتها بشكل يتيح الحفاظ عليها بدون تدهور.
- تأمين توافر الغذاء من خلال زيادة إنتاجية الماء لإنتاج الطعام.
- تقاسم مصادر المياه لتطوير التعاون داخل الدول في حالة تصدي مصادر المياه للحدود عن طريق إدارة حوض النهر.
- التحكم في المخاطر بتوفير الأمن من الفيضانات و الجفاف.
- إدراك قيمة المياه بإدارتها بطريقة تعكس قيمتها الاقتصادية والاجتماعية، والثقافية، والاتجاه نحو تثمين خدمات المياه لتغطية تكاليف تقديمها بطريقة تسمح بعمل حساب للحاجة إلى العدل والاحتياجات الأساسية للفقراء.
- إدارة المياه بحكمة ضمانا للإدارة الجيدة التي تشمل مشاركة الأهالي ورعاية جميع مصالح المؤتمنين.

الجفاف الناتج من شح المياه

وكان الوزراء المجتمعون قد أعلنوا أن تلك التحديات ما هي إلا جزء من عمل أكثر اتساعا ويرتبط بنطاق واسع مع المبادرات على جميع المستويات، كما أنهم يعلمون الدور ذا الأهمية العظيمة الذي تلعبه الحكومات في تحقيق نشاطات العمل لمواجهة هذه التحديات التي تشمل الحاجة إلى التحسين و الابتكار الجهازي و التقني والمالي لتغطية مسيرة العمل، وأنهم ملتزمون بمتابعة التطوير في مجال التعاون لتحويل المبادىء المتفق عليها إلى أفعال. كما أنهم حددوا أهداف مواجهة هذه التحديات و استراتيجيات تحقيقها لحث نظام الأمم المتحدة على متابعة تطوير الأجهزة و الأدلة لمراقبة الأهداف المحددة من قبل الدول، وتقديم التقارير عن تلك الأهداف في التقرير نصف السنوي للتنمية العالمية للمياه كجزء من الرقابة الشاملة لجدول العمل في المجال المائي للقرن الحالي.

لقد كان البيان الذي اعتمد في مؤتمر لاهاى المعبر عن الرؤية العالمية المستقبلية للمياه، والتصورات النهائية للخطط التنفيذية لمستقبل المياه ومعالجة مشكلاتها حتى عام 2025، من أهم ما صدر في هذا الصدد، وقد تضمنت مواده :

- أهمية الدور الذي تلعبه الحكومات لمواجهة التحديات في قضايا المياه.
- حث منظمة الأمم المتحدة على معاودة التقييم الدوري لحالة المياه العذبة وأنظمة البيئة المتعلقة بها لمساعدة جميع البلدان.
- العمل الجماعي لتطوير ثقافة مائية أقوى حول أفضل الممارسات، وتوطيد طاقات المعرفة ونشرها من خلال المشاركة بين الأفراد و الأجهزة والمؤسسات والجمعيات على جميع المستويات المناسبة.
- التعاون لنقل تقنيات استخدام المياه إلى الدول النامية وزيادة فعاليات التحكم في التلوث.

ندرة المياه في العالم ربما ترتبط بحل مشكلة الأمن الغذائي... والحل الحقيقي يتمثل بإيجاد إدارة متكاملة

وقد أكد المجلس العالمي أن على حكومات العالم الاسترشاد بما جاء بمحتويات إعلان لاهاي كل حسب ظروفه، وأن صدور الرؤية المستقبلية يعد اعترافا عالميا بأن هناك مشكلة في المياه، وأنه لابد من إيجاد الإدارة المتكاملة لجميع مصادر المياه، كما أن عولمة مشكلة المياه أصبحت هي القضية الأولى التي تهم البشر كافة. وبالتالي فإن الرؤية المستقبلية أوضحت التفاصيل الكاملة لمواجهة التحديات الأساسية لضمان وصول المياه لكل مواطن في العالم، ويمكن إيجازها في عدد من المسائل أهمها :

- ندرة المياه لن تحل مشكلة العالم بتوفيرها إذا لم تحل مشكلة الأمن الغذائي العالمي التي تؤثر في 80٪ من زراعات العالم.
- تحسين نوعية المياه من أجل المحافظة على البيئة.
- معالجة تدهور التمويل الحكومي بتشجيع القطاعات الاستثمارية الخاصة على المشاركة في تنفيذ مشروعات مائية.
- إمكانية حل مشكلة المياه بالتشاور والتعاون بين دول كل حوض.
- أهمية تعظيم دور التوعية بين الأشخاص والأفراد والهيئات المشاركة في اتخاذ القرار.
- إدارة المياه تمثل مشكلة صعبة.
- الحل الحقيقي لمشكلة المياه هو في إيجاد إدارة جيدة ومتكاملة للموارد المائية، وتوسيع دائرة المشاركين في هذه الإدارة.

وقد كانت هناك عدة مواقف عربية في هذا المؤتمر أعلنها رئيس المجلس العالمي للمياه أبرزها ما يلي :

موقف مصر

- رفضت مصر مبدأ تسعير المياه واعتبارها سلعة اقتصادية تباع و تشترى.
- السياسة المائية المصرية ترفض بالتالي تسعير المياه في مصر التي تحتاج إلى تغيير الهيكل الاجتماعي، وهو الأمر الذي لا تستطيع مصر أن تفرضه على مواطنيها، و أن موقف مصر ثابت ومعلن بالنسبة للمياه الدولية، وهو ألا تفرض أي دولة من دول الحوض رأيها أو موقفها على الدول الأخرى.
- المياه ثروة ذات قيمة ومدلول اجتماعي وسياسي وديني وثقافي ولا يملكها أحد من البشر في العالم كله حتى يحدد لها سعر البيع و الشراء.
- مطالبة وزراء الموارد المائية العرب بتخطي حاجز الفقر المائي بعد أن تبلورت الرؤية العربية الشاملة تجاه قضايا المياه في صورة خطة متكاملة، وبرامج يمكن ترجمتها إلى واقع ملموس لتحقيق الأمن الغذائي و الزراعي.
- مؤتمرات المجلس العالمي للمياه تعد فرصة للعالم العربي لتحقيق مكاسب هائلة وحقيقية بتعظيم موارد المياه العربية، ومواجهة تحديات الشح و الندرة في المنطقة العربية خاصة مع اشتداد الجفاف.
- المؤتمر أتاح الفرصة للعرب للنقاش مع المسؤولين التنفيذيين والسياسيين في الهيئات و المنظمات الدولية العاملة في مجال المياه ومع جهات التمويل والدول المانحة الكبرى.
- المطالبة بوضع وسائل جديدة للحد من تلوث المياه وتدني نوعيتها خاصة في الأحواض التي تضم أكثر من دولة.
- لقد كانت مصر خلال عام 1999 هي مدينة المياه العالمية شهدت انعقاد نحو عشرة مؤتمرات عالمية وإقليمية ومحلية في المجال المائي، في مقدمتها اجتماع المجلس العالمي للمياه، ومؤتمر المجلس

الوزاري لوزراء الموارد المائية لدول حوض النيل، ومؤتمر النيل عام 2002، ومؤتمر المياه للوزراء الأفارقة 2004، ومؤتمر الشراكة الدولية للمياه حول أخلاقيات استخدام المياه (وهذا اللقاء الدولي للمياه الذي طالب بإعداد ميثاق أخلاقي يحكم العلاقات الخاصة بالمياه، ومنها العمل على إلزام الشعوب المشتركة في نهر أو أنهار، بالتعاون المشترك لتنمية مصادر تلك الأنهار من المياه).

الموقف اللبناني

على الرغم من حضور الجانب اللبناني للملتقى لاهاي وجلساته ومناقشاته فإن الموقف اللبناني كانت له رؤية وتحركات خاصة منها:

- الإعلان عن رفض الاشتراك في أي اجتماعات مشتركة تحضرها إسرائيل أو أي اجتماع تحضره أي دولة عربية أخرى تلتقي معها، وذلك من منظور أن إسرائيل تقوم بسرقة المياه اللبنانية.
- لا يمكن للبنان أن يشارك بأي شكل من الأشكال في مفاوضات متعددة الأطراف لبحث مشكلات المياه (لجنة المياه) كجزء ثابت من السياسة اللبنانية المعلنة في هذا الصدد.
- التأكيد على رفض اعتبار الموارد المائية الخاصة بأي دولة سلعة اقتصادية قابلة للبيع أو مطروحة للمناقشة من أساسه.
- لبنان وضع قانونا جديدا خصص فيه المياه لتوصيلها إلى جميع أفراد الشعب

السلطة الفلسطينية تطالب بحقوقها المائية المشروعة وحصتها من المياه ولكن ؟!

اللبناني، ولا يعني ذلك قبول لبنان لبيع أو شراء المياه، بل الهدف هو تأمين حاجة المواطن اللبناني من المياه.

الموقف الأردني

أكدت الأردن أن المواطن الأردني لا يحصل إلا على 85 لترا من المياه مقابل 600 لتر للمواطن الأمريكي في اليوم نفسه، وأن مواطن عَمَّان في الصيف الماضي لم يكن يحصل على المياه إلا يوما واحدا في الأسبوع نتيجة قلة الأمطار، مثله مثل المواطن السوري في دمشق الذي لم يكن يحصل على المياه إلا ثلاثة أيام في الأسبوع للسبب نفسه، كما أن حجم الاستهلاك في فلسطين والأردن وإسرائيل يقدر بنحو 3.2 مليار متر مكعب سنويا، في حين أن هذه الكمية لهم سوى 2.5 متراً مكعب. وطالب الأردن بتبني رؤية عربية جديدة للمياه، وإيجاد عادات استهلاكية جديدة أيضا تتيح ترشيد الاستهلاك.

الموقف الفلسطيني

أكدت السلطة الفلسطينية في الملتقى على أهمية إحداث توزان في إطار التعاون الإقليمي الثلاثي بين فلسطين و الأردن وإسرائيل، كما طالبت بضرورة تطبيق مبدأ التشاور في الحقوق المائية بين الدول الثلاث، خاصة أن إسرائيل تقوم بتوفير 370 متراً مكعباً من المياه لري المتر المربع الواحد من الأراضي الزراعية، ولا تتيح سوى 66 متراً من المياه لري المساحة نفسها من الأراضي الفلسطينية. واشترطت لقبول المقترحات الإسرائيلية للتعاون المائي مع الفلسطينيين لتنفيذ مشروعات تحلية مشتركة للمياه، أو شراء المياه العذبة، ضرورة حصول فلسطين أولا على جميع حقوقها المائية المشروعة وحصتها القانونية من المياه السطحية و الجوفية. موضحة أن مقدار الاستهلاك للمواطن الإسرائيلي من المياه يبلغ عشرة أضعاف نصيب المواطن الفلسطيني مع وجود فوارق أيضا في نوعية المياه حيث تذهب المياه الجيدة للإسرائيلي، والمتدهورة النوعية للفلسطيني.

الأمن المائي في الوطن العربي

التهديدات وإجراءات الترشيد

أ. د. خليفة عبدالمقصود

أصبح الحديث والاهتمام العالمي بمشكلات المياه من أولويات العالم شرقه وغربه، ففي الوقت الذي يسعى فيه العالم لوقف الحروب والتعايش السلمي بين الشعوب، نجد أن العالم قلق من أن الحرب القادمة ستكون حرب مياه، وذلك لما يحدث من نزاعات مختلفة حول المياه بين الدول المتجاورة.

وعلى الرغم من الجهود المضنية التي تبذلها الجهات المسؤولة في الدول المختلفة فإن هناك خللا واضحا بين كمية المصادر المائية المتاحة والطلب عليها، ومع ازدياد استمرار هذه المشكلة مستقبلا فإن ندرة المياه في العديد من الدول العربية تمثل العائق الرئيسي للتنمية، وعليه فإن الحاجة ملحة في الوقت الحالي إلى التخطيط والإدارة المتكاملة لهذه الموارد المائية بشكل أكثر دقة للمحافظة على المياه وتطوير فعالية استخدامها وزيادة كمية المياه المتاحة، وذلك من خلال اكتشاف المزيد من الموارد المائية وإقامة المشروعات التي تهدف إلى صون وتعزيز الموارد المائية. وبالرغم من هذه الجهود فإن الطلب على المياه مازال في تزايد مطرد ويفوق معدلات التغذية الطبيعية، مما أدى الى اختلال التوازن المائي بين العرض والطلب وحدوث عجز في إمدادات المياه في كثير من المناطق بالدول العربية.

الماء هو أساس الحياة على الأرض وجميع الكائنات الحية تبحث عن المياه، والماء مطلب أساسي وضرورة من ضروريات الحياة، ولا يستطيع الإنسان الحياة من دونه بأي حال من الاحوال، والماء ليس حيويا فقط للإنسان ولكنه يلزم أيضا للحيان والنبات والعديد من الانشطة المختلفة للانسان، وتتضح أهمية الماء في الدول الواقعة ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة والتي شهدت في الآونة الأخيرة معدلات نمو سكانية عالية إضافة الى التوسع العمراني والزراعي والصناعي مما أسهم في زيادة الطلب على المياه وبالذات الجوفية منها، وهذا أدى إلى انخفاض مستوياتها وتدهور نوعيتها.

ولقد اصبح في الآونة الاخيرة الحديث والاهتمام العالمي بمشكلات المياه من أولويات العالم شرقه وغربه، ففي الوقت الذي يسعى فيه العالم لوقف الحروب والتعايش السلمي بين الشعوب، نجد أن العالم قلق من أن الحرب القادمة ستكون حرب المياه، وذلك لما يحدث من نزاعات مختلفة حول المياه بين الدول المتجاورة. وقد ظلت الدوائر العامة تتساءل: هل ستتوافر المياه لتغطية الحاجة لها في الألف الثالث؟ وهل العلم وحده بأساسياته وتطبيقاتها التكنولوجية سيمكن العالم من حل ازمة المياه وتحقيق الأمن المائي. إن الإدارة الرشيدة للمياه والمؤسسة على العلم والتكنولوجيا ستساعد بلا شك على الحد من أزمة المياه العالمية، ولكن ذلك يتطلب ثقافة جديدة ومسؤولية وطنية للفرد والمجتمع حتى يصبح ذلك ممكنا.

وتعاني المناطق الجافة وشبه الجافة في الدول العربية مشكلات حادة في تأمين الاحتياجات المتزايدة من الغذاء والكساء ومتطلبات الحياة الأخرى، مما دفع الباحثين إلى دراسة استخدام

المياه المتوسطة الملوحة في الري، مثل مياه الصرف والمياه الجوفية. وقد أصبح هذا الأمر مألوفا في العديد من الدول العربية إضافة الى الولايات المتحدة الأميركية. وتعد مياه الري مصدرا من مصادر تملح التربة مما استوجب إضافة متطلبات الغسيل لازالة الملوحة الداخلة في مياه الري. ولقد أصبح واضحا أن الدول العربية سوف تعاني عجزا كبيرا في مواردها المائية خلال الربع الثاني من هذا القرن، مما ينذر بمخاطر في تحقيق الأمن الغذائي العربي إضافة الى مخاطر بيئية متنوعة، ولذلك ينبغي الاستعداد لمجابهة هذه المخاطر من الآن لتلافي آثارها الضارة والحد منها.

الموارد المائية والمساحات المروية

وتقدر نسب الموارد المائية المتجددة والمستثمرة في الزراعة بنحو 80% من مجموع الموارد الكلية في الوطن العربي «جامعة الدول العربية 1997» وتبلغ المساحة المروية في الوطن العربي نحو 11 مليون هكتار تروى معظمها بطرق بدائية وتفتقر الى نظم الري الحديثة والى الإدارة الحقلية التي تضمن تحقيق كفاءة ري مقبولة مما يترتب عليه هدر كميات كبيرة من المياه على الرغم من شحها. وعلى سبيل المثال لو أمكن توفير ماء ري بعمق 1 سنتيمتر

الطلب ملح على الماء في الوطن العربي بوجه عام وذلك في الوقت الذي تعاني فيه هذه الدول نقصا حادا في الكميات المتاحة لها

في الموسم الزراعي بكامله على عموم المساحة المروية في الوطن العربي فإن حجم الماء الذي يستفاد منه يبلغ 2.2 مليار متر مكعب سنويا وهذا الحجم يزيد على مجموع الموارد المائية المتجددة لعدة أقطار عربية.

وعلى الرغم من شح المياه المتاحة في المناطق الجافة وشبه الجافة لاسيما في منطقة الخليج العربي ، ووجود كميات من مياه الصرف الصحي المعالجة والتي يمكن أن تستخدم لأغراض مختلفة ولاسيما في الري، فإنه مازال هناك نوع من التخوف لاستخدام هذه المياه إن الاهتمام بموضوع المياه يعتبر مطلبا أساسيا لأي تنمية مستدامة في المناطق الصحراوية ذات المصادر المائية المحدودة، وزيادة الطلب على المياه في الجزيرة العربية للأغراض المختلفة يتجاوز العرض المتوافر من هذه المياه بشكل كبير ويعتبر الأعلى في العالم في حين يعتبر التعويض في منسوب المياه المتجددة الاقل في العالم، ويأتي استخدام المياه للأغراض الزراعية أكثر انواع الاستخدام للمياه وبخاصة الجوفية منها. واستمرار استخدام هذه المياه لتقابل احتياجات الإنتاج الزراعي العالية سيقود الى انخفاض منسوب المياه في المنطقة. وترشيد استخدام المياه للأغراض الزراعية واختيار الأصناف ذات الاحتياج المائي الأقل يعتبر مطلبا مهما للمحافظة على هذا المورد وتنميته للأجيال القادمة.

تهديد شح المياه

وعلى الرغم من ان مياه البحار والمحيطات تغطي أكثر من 70% من المساحة الكلية لسطح الأرض فإن شح الماء بدأ يهدد الحياة في كثير من بقاع الارض. ونظرا لأن الموقع الجغرافي للعديد من الدول العربية في نطاق شح المياه في العالم إضافة الى التزايد السكاني الملحوظ في تلك الدول فإن على الدول العربية أن تكثف من جهودها من أجل ترشيد استهلاك ما هو

يبلغ نصيب الفرد العربي 1500 متر مكعب سنويا مقارنة بنحو 13000 متر مكعب نصيب الفرد من سكان كوكب الارض

متوافر لديها من رصيد مائي وتطويره ومحاولة زيادة مقداره، لأن الماء من أنفس السلع ويمثل الشريان الرئيسي للحياة ومن دونه يصبح كوكبنا الذي نعيش على سطحه قاحلا ولا أثر للحياة عليه، وبالماء ارتبطت الحضارات القديمة وبوفرة الماء واصلت تلك الحضارات مسيرتها وتطورها، وكثيرا ما اضمحلت حضارات وتلاشتت عندما نضبت المياه التي قامت عليها تلك الحضارات.

والطلب ملح على الماء في الوطن العربي بوجه عام، وذلك في الوقت الذي تعاني فيه هذه الدول نقصا حادا في الكميات المتاحة لها من هذه السلعة، ومما يزيد الأمر حرجا الزيادة السكاني التي تتبعها زيادة ملحوظة في الطلب على الماء في القطاعات المختلفة من الأنشطة السكانية الناجمة عن التكاثر السكاني المطرد في الدول العربية، ولذلك يجب على الدول أن تجد الوسائل الكفيلة بالتعرف إلى أرصدة أنواع المياه المختلفة لديها وتصنيفها من أجل استغلالها الاستغلال وتطويرها والسعي لزيادتها وتبني اعداد أطلس مائي لهذه الدول. ومن الأطالس المهمة في هذا الموضوع:

- **الأطالس المائية:** وهي أطالس تعالج في متونها مواضيع أساسية كلها ذات علاقة وطيدة بالمياه الصالحة للشرب والاستخدامات المنزلية والري وسقيا الحيوانات والأنشطة الصناعية والبشرية وغيرها، ويعتمد القائمون على إعداد هذه الأطالس على تصنيف الموارد المائية من حيث توزيعها الجغرافي على مستوى الدولة المعنية وإعدادها ونوعياتها ومقدار ما تدر عليها من مياه على مدار السنة واحتياجاتها. وتتعرض هذه الأطالس لدراسة كل ما له علاقة بالمياه من عناصر المناخ المختلفة مثل الحرارة والرياح والأمطار والأنشطة الاقتصادية القائمة على المياه ومشروعات التحلية والصرف الصحي.

- **الأطالس العالمية:** هذا الصنف من الاطالس يأخذ من العالم بقاراته ومحيطاته ودوله أساسا له لذا فإن تفصيلاته تكون محدودة بالنسبة لموضوع معين مثل الموارد المائية. ومن المعروف ان الظواهر المائية ذات المياه العذبة تبرز في الخرائط المليونية ذات مقاييس الرسم الصغيرة وفي الأطالس العالمية المختصرة.

وتتميز هذه الخرائط ذات مقاييس الرسم الكبيرة بقلة المعلومات الخاصة بالظواهر البشرية والطبيعية التي توضع على صفحاتها، فعلى سبيل المثال لا تبرز على هذا النوع سوى البحيرات العذبة المتسعة المساحة كالبحيرات العظمى بالولايات المتحدة الاميركية وبحيرات هضبة البحيرات في وسط أفريقيا مثل بحيرة فكتوريا وبحيرة تنجانيقا، والأنهار العملاقة مثل نهر الميسسبي والنيل والفرات ودجلة وهوانج هو. ولقد كانت هذه الظاهرات تبرز بشكل يدعو للانتباه في الأطالس القديمة على اساس أن المصادر المائية كانت تعني الموت أو الحياة بالنسبة الى المستعمرين والمسافرين والتموين، إضافة الى أنه لم يكن مكتشفا منها إلا قليل. ومن هنا كانت الأمكنة البيضاء التي لم تتوافر عنها المعلومات اللازمة كثيرة، وهنا عمد رسامو الخرائط ومصممموها الى شغل تلك الفراغات بالرسوم المختلفة أو عبر المبالغة في إبراز المعلومات المتوافرة لديهم والتي كان من أهمها المصادر المائية. ومن امثلة هذه الأطالس أطلس: **Collins Illustrated Atlas of the World** وتوجد أطالس تأخذ صيغة الأطالس العالمية بصورة جزئية حيث تهتم بموضوع محدد يأتي

الاهتمام بالماء في شاياه مثل أطلس The Mitchell Atlas of Earth Resources.

حرب ضروس

والعالم يشهد الآن حرباً ضروساً ليست نزاعا على مساحة أرض ولكن قطرة ماء. والوطن العربي يشكل مساحة توازي 9% من مساحة اليابسة بنسبة 5% من سكان العالم، ومن المتوقع أن يصل عدد السكان الى نحو 300 مليون نسمة ويقدر أن ما هو متاح له من الموارد المائية في العالم لا يتجاوز 0.7% من احتياطي العالم، ويراوح ما هو متاح له من مصادر المياه المتجددة ما بين 1.0 و 1.4% عالميا، ويبلغ نصيب الفرد العربي 1500 متر مكعب سنويا مقارنة بنحو 13000 متر مكعب نصيب الفرد من سكان كوكب الارض، في حين نجد أن متوسط نصيب الفرد في العراق نحو 3850 مترا مكعبا نجده يصل في المملكة العربية السعودية الى 150 مترا مكعبا وفي قطر نحو 120 مترا مكعبا، و100 متر مكعب في الكويت وذلك وفقا لاحصائيات البنك الدولي .

أما فيما يختص بالقطاع الزراعي باعتباره أهم مستهلك للمياه في العالم العربي، فنجده لا يستوعب إلا نصف ما هو متاح من موارد مائية وذلك لعدم كفاءة شبكات الري بالصورة المطلوبة، أما المياه العذبة طبيعيا والصالحة لتوفير

المطلوب سياسة مائية وطنية وتحديد درجة الاكتفاء والبحث عن موارد جديدة وترشيد الاستهلاك

الحاجات الإنسانية فلا تتجاوز نسبتها 2.5% من كل المياه المتوافرة في العالم من محيطات وبحار وبحيرات ومحابس المياه المختلفة و68%من هذه الكمية محفوظ على هيئة مجمدات و 30% مياه جوفية تحت الأرض. ومن هذه الكمية يوجد فقط 26% في البحيرات و 0.006% في الأنهار، وحتى هذه الكمية الضئيلة ليست في متناول الافراد إذ يعتبر ذلك مكلفا وفقا للمساحة بعدا او ارتفاعا وهناك تفاوت واضح بين نسب نصيب الفرد في مدن الوطن العربي، إذ الملاحظ هو التكلفة العالية للمياه إضافة الى ارتفاع نسبة الفاقد منها عبر تسرب المياه من الشبكة نتيجة لقدمها أو لعدم صيانتها بصورة جيدة أو عبر التبخر في المياه المكشوفة في المناطق الشديدة الحرارة على مدار جزء كبير من السنة.

إجراءات الترشيد

وقد اتضح أن تسعيرة بيع المياه لا تغطي التكلفة الحقيقية لإنتاج ونقل المياه مسافات طويلة نسبيا ثم إدارة تلك المياه، والأمر الآن اختلف عما كان في الماضي مياه بلا حدود ومنابع لا تنضب، إن المحافظة على المياه ووضع استراتيجية مستقبلية للمياه في الوطن العربي تتطلب العمل على زيادة الموارد المائية بمزيد من حصاد الأمطار وتغذية المياه الجوفية والأهم من ذلك إقامة مشروعات التخزين داخل البلاد وخارجها فضلا عن الترشيد في الاستهلاك سواء بتقليل الفاقد أو تطوير وسائل الري الحديثة أو تطبيق زراعة المحاصيل المناسبة بتطبيق التكنولوجيا الحديثة في إنتاج نباتات تتحمل الجفاف، لذا كان الماء هو العنصر الحاسم لرفع الانتاجية ومزيد من التنمية الشاملة في كل المجالات.

إن وضع استراتيجية مستقبلية للمياه في الوطن العربي يتطلب العمل على: وضع سياسة مائية وطنية بتحديد وتوزيع الموارد المائية المتاحة وتحديد درجة الاكتفاء الذاتي الذي يكون الأمن المائي جزءا كبيرا منه، ومتابعة استكشاف الموارد المائية وتقديرها كما ونوعا بالأساليب الحديثة وقياس الطلب عليها وتطويره وترشيده، وترشيد استثمار الموارد المائية وتخفيف الهدر في استعمالات المياه، وتنمية الوعي البيئي وإرشاد المواطنين.

موارد ها نادرة واستهلاكها الأعلى في العالم

مشكلة المياه في دولة الكويت

■ أ.د محمد درويش ■ د. ناجم الناجم
جامعة الكويت ـ كلية الهندسة والبترول

تواجه دولة الكويت مشكلة مياه قد تتحول إلى أزمة خطيرة في أي وقت. وقد نشأت مشكلة المياه في الكويت بسبب ندرة مصادر المياه الطبيعية والتي تبلغ 60 متراً مكعباً سنوياً لكل فرد (م3 /س.ف) من مياه الآبار المتجددة، في حين يبلغ السحب من هذه الآبار أكثر من 300 م3 /س.ف ويتحدد خط الفقر المائي بمقدار 1000 م3/س.ف والفقر المائي المدقع بمقدار 200 م3 /س.ف. وتعتمد دولة الكويت على تحلية مياه البحر كمصدر أساسي لمياه الشرب. وفي عام 2002 بلغ إنتاج المياه المقطرة من ماء البحر 248 مليون جالون إمبراطوري يومياً (م ج أ ي) في حين بلغ متوسط الاستهلاك اليومي للمياه العذبة 268 م ج أ ي (واحد مليون إمبراطوري يساوي 4550 متراً مكعباً) كما بلغ استهلاك المياه الصليبية 70 م ج أ ي والتي تستخدم في الأغراض الزراعية، وبذلك تمثل مياه التحلية 93٪ من مياه الشرب و 73٪ من إجمالي المياه المستخدمة.

ولقد تفاقمت هذه المشكلة بسبب الطريقة الوحيدة المتبعة في الكويت في إنتاج الطاقة الكهربائية والمياه المقطرة والتي تقوم أساساً على ربط وحدتي تحلية تبخير وميضي متعدد المراحل MultiStage Flash (سعة الواحدة منها 7.2 مليون جالون إمبراطوري يومياً) مع توربينة بخارية طاقتها الكهربائية ٣٠٠ ميجاوات وبالتالي تحددت نسبة المياه المقطرة الممكن إنتاجها إلى الطاقة الكهربائية حسب تصميم وحدتي التحلية والتوربينة البخارية وهذه النسبة لا تكفي للوفاء بالطلب المتزايد على المياه.

الإجراءات الحكومية ودوافع المستهلكين

تتزايد المشكلة بسبب عدم اتخاذ إجراءات حكومية أو وجود دوافع لدى المستهلكين للحد من استهلاك المياه والحفاظ عليها، نظراً لتدني الأسعار التي تباع بها المياه والطاقة (أقل بكثير من التكلفة الحقيقية)، وعدم إدراك المستهلكين لقيمة المياه في المباني العامة كالمدارس والمساجد والمنازل، إضافة إلى التكلفة العالية لإنتاج مياه التحلية والتي ترجع أساسا لارتفاع استهلاك الطاقة النوعية في وحدات التبخير الفجائي متعدد المراحل والذي يبلغ 20 كيلووات ساعة /متر مكعب في حين تبلغ هذه الطاقة 5 كيلووات ساعة / متر مكعب في طريقة التناضح العكسي و9 كيلووات ساعة / متر مكعب في طريقة التحلية بانضغاط البخار ميكانيكياً Mechanical Vapor Compression System ويوضح هذا المقال وضع إنتاج مياه التحلية في دولة الكويت ومناقشة جدوى الطريقة الوحيدة المتبعة في الكويت ومحدودية تلك الطريقة في الوفاء بالطلب المتزايد على المياه وكفاءتها، كما يقدم البحث مقترحا أكثر كفاءة وسرعة لحل مشكلة المياه.

وضع إنتاج مياه التحلية في دولة الكويت

تستخدم وزارة الطاقة (الكهرباء والماء سابقاً) طريقة وحيدة لتحلية مياه البحر في دولة الكويت هي التبخير الفجائي

متعدد المراحل والمعروفة بارتفاع استهلاكها للطاقة مقارنة بباقي طرق التحلية وحاجتها للربط مع محطات القوى الكهربائية لتزويدها بالبخار اللازم لها، إما بالسحب من التوربينات البخارية في محطات القوى البخارية أو من مولدات البخار التي تعمل باسترجاع الطاقة الحرارية من الغازات الساخنة المنبعثة من محطات القوى العاملة بالتوربينات الغازية.

وفي حالة عدم ربط وحدات التبخير الفجائي بمحطات القوى فإنه يتم تزويدها بالبخار مباشرة من مولدات بخار تعمل بالوقود، وهذا يضاعف ثمن الوقود المستهلك لإنتاج مياه التحلية.

ويتم ربط وحدات التحلية بالتبخير الفجائي بالتوربينات البخارية في محطات تعرف باسم «المحطات ثنائية الغرض» لإنتاج مياه التحلية والطاقة الكهربائية والتي يتحدد نسبة إنتاج المياه إلى الطاقة منها عند التصميم، حيث يتم سحب كمية بخار محددة من كل توربينة بخارية لتزويد وحدة أو وحدتين لإنتاج مياه التحلية عند القيمة الاسمية للوحدة في حين يتغير إنتاج الطاقة الكهربائية من 25٪ إلى 100٪ من الطاقة الاسمية للتوربينة البخارية حسب أحمال الطاقة. وهذه النسبة من المياه إلى الطاقة في المحطات العاملة حالياً بالكويت لا تفي بالطلب المتزايد على المياه.

ويبين الجدول (1) الطاقة الإنتاجية للطاقة الكهربائية ومياه التحلية للمحطات ثنائية الغرض في دولة الكويت(1) والذي يوضح زيادة القدرة

تستخدم وزارة الطاقة (الكهرباء والماء سابقاً) طريقة وحيدة لتحلية مياه البحر في دولة الكويت هي التبخير الفجائي متعدد المراحل والمعروفة بارتفاع استهلاكها للطاقة مقارنة بباقي طرق التحلية وحاجتها للربط مع محطات القوى الكهربائية لتزويدها بالبخار اللازم لها، إما بالسحب من التوربينات البخارية في محطات القوى البخارية أو من مولدات البخار التي تعمل باسترجاع الطاقة الحرارية من الغازات الساخنة المنبعثة من محطات القوى العاملة بالتوربينات الغازية. وفي حالة عدم ربط وحدات التبخير الفجائي بمحطات القوى فإنه يتم تزويدها بالبخار مباشرة من مولدات بخار تعمل بالوقود، وهذا يضاعف ثمن الوقود المستهلك لإنتاج مياه التحلية.

جدول ١. الخصائص الفيزيائية لمياه الشرب في الكويت مقارنة بالاشتراطات التي أوصت بها منظمة حماية البيئة الأمريكية و المعايير القياسية لمياه الشرب في الكويت

الخاصية	الوحدة	هيئة حماية البيئة التركيز المرغوب	هيئة حماية البيئة الأمريكية أقصى ما يمكن السماح به	اشتراطات دوله الكويت التركيز المرغوب	معايير دولة الكويت أقصى ما يمكن السماح به	قياسات فعلية لمياه الشرب
اللون	وحدة كوبالت		(٢٥)٢٠	١٥	(٧)١٥	صفر
العكارة	وحدة جهاز قياس العكارة		(٢٥)٤	٥	(٧)٥	صفر
الطعم	وحده طعم		(٢٥)٣		مقبول	
مشعات ألفا	بيكو كيورى/لتر	صفر(٣)	(٣)١٥	(٦)٠	(٣)١٥	٠,٠٩٧
مشعات بيتا	ميلي ريمز/سنة	صفر(٣)	(٣)٤	(٨)٠		٠,٥٧٣ (بيكوكورى/لتر)
اليورانيوم	بيكو كيورى/لتر	صفر(٣)	(٣)٣٠			صفر
راديوم٢٢٦	ميكروجم/لتر	صفر(٣)	(٣)٥			صفر

لمحطات التقطير من 216 م ج أ ي عام 1993 إلى 316 م ج أ ي 2002 ، أي بنسبة سنوية قدرها 4.45 ٪ في حين زاد الاستهلاك اليومي من المياه العذبة خلال تلك الفترة من 164 الى 317 مليون جالون امبراطوري يومياً (م ج أ ي)، أي بزيادة سنوية قدرها 7.7٪ وكان معامل القدرة (factor) Capacity لوحدات التحلية هو 79٪ عام 2002، ويعرف بكمية المياه المقطرة المنتجة سنوياً إلى الطاقة اليومية المركبة لوحدات التحلية. كما أن كثيراً من وحدات التحلية الحالية قد تعدت عمرها الافتراضي وتدنت كفاءتها ويتم إخراج بعضها من الخدمة بصورة روتينية، فعلى سبيل المثال فإن وحدات التحلية في محطة الشويخ تم تشغيلها منذ الأعوام 1960 و1968 و1982 في حين جرى تشغيل جميع وحدات محطة الشعيبة قبل عام 1975 وإذا بقيت نسبة زيادة الطلب على المياه (7.7٪) على حالها فمن المتوقع أن يزيد الطلب على المياه المقطرة عام 2010 إلى 57 م ج أ ي وتكون طاقة التحلية المطلوبة 685 م ج أ ي وذلك إذا أخذ في الحسبان زيادة قدرها 20٪ لعمل الصيانة الدورية والتشغيل الاحتياطي.

الطريقة الوحيدة المتبعة لتحلية المياه وإنتاج الطاقة في دولة الكويت

عندما يتم ربط توربينة بخارية طاقته 300 ميجاوات بوحدتي تحلية سعتهما القصوى 14.4 مليون جالون امبراطوري يومياً، فإن نسبة إنتاج المياه إلى الطاقة تكون 218 متراً مكعباً يومياً/ميجاوات وهي نسبة متدنية بالنسبة إلى الحاجة المتزايدة للمياه، وكان من الممكن استخدام طرق أخرى تعطي نسبة أكبر من المياه إلى الطاقة قد تصل إلى 700 متر مكعب يومياً/ميجاوات في المحطات البخارية التي تستعمل توربينات ضغط خلفي كمحطة الجبيل و300 في محطات التوربينات الغازية / البخارية المجمعة كمحطة الطويلة 2 في دولة الإمارات العربية المتحدة و500 في محطات التوربينات الغازية التي تستخدم مراجل بخارية تعمل بالغازات الساخنة المطرودة من التوربينات الغازية.

وقد تم ربط جميع التوربينات البخارية في كل محطات الطاقة بوحدات تحلية فيما عدا 8 توربينات في محطة الصبية. وقد أصدرت وزارة الطاقة بالفعل أوامر توريد لإضافة ثماني وحدات تحلية طاقتها 100 مليون جالون امبراطوري يومياً وبالتالي هناك حاجة إلى طاقة تحلية تصل إلى 270 مليون جالون إمبراطوري يومياً قبل عام 2010 بعد إضافة 100 مليون جالون امبراطوري يومياً إلى محطة الصبية عام 2007 ، كما أنه لا توجد توربينات بخارية لإضافة أي وحدات تحلية إليها. وبذلك يجب ألا ترتبط محطات التحلية المزمع إنشاؤها بمحطات القوى الموجودة

جدول ٢. القياسات البيولوجية لمياه الشرب الكويتية مقارنة باشتراطات هيئة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية

نوع التحليل	قياسات مياه الشرب الفعلية	هيئة حماية البيئة الأمريكية التركيز المرغوب	هيئة حماية البيئة الأمريكية التركيز الأقصى المسموح به
العد الكلي للبكتريا / مل (HPC)	٠(٢٧)	٠	< ٥٠٠ (٣٠)، وكلما قلت الكثافة البكترية كلما كان أفضل (لأن هذا النوع من البكتريا ليس له تأثيرات ممرضة).
بكتريا الكوليفورم الكلية / ١٠٠ مل	٠(٢٧)	٠	ليس أكثر من١٥ ٪ عينه واحدة موجبة من عدد العينات الكلية بالشهر (٣٠).
بكتريا الا يكو لا ي / ١٠٠ مل	٠(٢٧)	٠	ليس أكثر من١٥ ٪ عينه واحدة موجبة من عدد العينات الكلية بالشهر (٣٠).
الفيروسات	٠(٢٧)	٠	٩٩٪ إزالة (٣١).

حالياً. كما أنه يجب إعادة النظر في استخدام طريقة واحدة لتحلية مياه البحر في دولة الكويت وهي التبخير الفجائي متعدد المراحل والتي تستهلك طاقة مكافئة ميكانيكية تساوي 22 كيلووات ساعة لكل متر مكعب، في حين تستهلك طريقة التناضح العكسي .

ماذا يعني ارتفاع استهلاك الطاقة في وحدات التبخير الفجائي؟

تبلغ كمية الطاقة الحرارية اللازمة لوحدات التبخير الفجائي متعدد المراحل نحو 15 ميجاوات لكل مليون جالون امبراطوري يومياً بواسطة بخار تزود به وحدة التحلية. والميزة الأساسية للمحطات المزدوجة لإنتاج الطاقة والمياه هي أن كمية طاقة الوقود المستهلكة لتزويد وحدات التحلية بالطاقة الحرارية اللازمة هي 60٪ من تلك الطاقة، وبذلك يحتاج إنتاج مليون جالون امبراطوري يومياً تلك الكمية لأي إلى طاقة وقود قدرها 15 ميجاوات × 0.6= 9 ميجاوات طاقة وقود. ولو جرى تزويد تلك الكمية لأي محطة توليد طاقة كهربائية كفاءتها 35٪ فإن ٩ ميجاوات طاقة فإنها ستنتج: 3.15 ميجاوات طاقة كهربائية، وبالتالي يمكن القول إن إنتاج مليون جالون امبراطوري يومياً يحتاج إلى 15 ميجاوات طاقة حرارية والتي تكافئ 3.15 ميجاوات طاقة كهربائية. كما يحتاج إنتاج مليون جالون امبراطوري يومياً إلى طاقة كهربائية أخرى لضخ المياه في وحدات التحلية قدرها 0.8 ميجاوات، وبذلك يعادل الاستهلاك الكهربائي لإنتاج مليون جالون امبراطوري يومياً 3.95 ميجاوات طاقة كهربائية، وهذا يعادل 20.8 كيلووات ساعة/متر مكعب. وعند استعمال طريقة التناضح العكسي فإنها تستهلك نحو 5 كيلووات ساعة/ متر مكعب. فعند إنتاج 100 مليون جالون يومياً على سبيل المثال فإن سعر الطاقة المستخدمة بواسطة طريقة التبخير الفجائي هو 2073.6 مليون دولار خلال عشر سنوات إذا كان سعر

أعلنت وزارة الطاقة بدولة الكويت عن نيتها شراء وحدات توربينات غازية طاقتها 1000 ميجاوات، وذلك أساساً لمواجهة أحمال الطاقة القصوى التي تحدث في الصيف ولساعات قليلة بسبب الأحمال الزائدة لأجهزة تكييف الهواء. ويقدم هذا المقال اقتراحاً مفاده أن يتم استخدام هذه الوحدات طوال العام (باستثناء ساعات الأحمال القصوى) في تشغيل وحدات تحلية بالتناضح العكسي على أن يتم زيادة كفاءة وحدات التوربينات الغازية (كونها ستعمل معظم ساعات السنة) عن طريق ربط توربينات بخارية معها في المستقبل لرفع كفاءتها من 34٪ مثلاً إلى 50 ٪ إذا عملت كدورة مزدوجة لتوربينات الغاز/البخار، ذلك توفيراً للوقود حماية للجو من ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى المنبعثة من احتراق الوقود.

جدول ٣. مقارنة الخصائص الكيميائية لمياه الشرب في الكويت باشتراطات هيئة حماية البيئة الأمريكية ومقاييس دولة الكويت لمياه الشرب

	هيئة حماية البيئة الأمريكية التركيز المرغوب ملجم/لتر	هيئة حماية البيئة الأمريكية أقصى تركيز ملجم/لتر	معايير الكويت التركيز المرغوب ملجم/لتر	معايير الكويت أقصى ما يمكن السماح به ملجم/لتر	قياسات فعليه لمياه الشرب في الكويت ملجم/لتر
مجموعة الخلاصة الجافة	٥٠٠ (٧)	١٠٠٠(٧)	٥٠٠	١٥٠٠(٨)	٣٢٢(٦)
العسر الكلي بكربونات الكالسيوم	١٠٠(٧)	٥٠٠(٧)	٣٠٠(٢٩)	٥٠٠(٨)	١٤٤(٦)
الرقم الهيدروجيني	٦,٥ -٨,٥(٧)		٧-٨,٥	٦,٥-٨,٥(٨)	٧,٨(٣)
القلوية الكلية	٥٠(١٢)	١٠٠(٧)		١٠٠(٨)	١١,٥(٣)
بيكربونات	٠(٣٤)	٥٠٠(٣٤)			١٣(٣)
كلورايدات	٢٠٠(٦)	٦٠٠(٢٦)	٢٠٠	٢٥٠(٨)	٧٥,٠(٦) ٨٠,٠٩(٢٦)
الكبريتات	٢٠٠(٢٦)	٤٠٠(٢٦)	٢٠٠	٢٥٠(٨)	٨٠(٣) ٨٩,٢٤(٢٦)
الكالسيوم	٧٥	٢٠٠(٧)		١٠٠(٨)**	٢٣(٣)
المغنيسيوم	٣٠(٣)	٥٠(٣)		١٥٠(٨)*	٩,٢٨(٦)
الصوديوم	٢٠(٣)	١٥٠(٢٥)		٢٠٠(٨)	٣٩(٦)
البوتاسيوم	١٠(٧)	١٢(٢٥)		١٠(٨)	١,٢(٣)
الحديد	٠,١(٣٤)	٠,٥(٣٤)	٠,٣	٠,٣(٨)	٠,٠٢٣٤(٦)
المنجنيز				٠,١(٨)	٠,٠١٦٨(٦)
الخارصين				٣,٠(٨)	٠,٠١٢٩(٦)
الألومونيوم		٠,٢		٠,٢(٨)	٠,٠٠٦٨(٦)
الكلور الحر	٠,٣		٠,٣-٠,٥	١	٠,٠(٦)
الأمونيا				١,٥(٨)	٠,٠(٦)
النترات	١٠	١٠	١٥	٥٠(٨)	١,٠٣(٦)
النيتريت	١	١		٣,٠(٨)	٠,٠(٦)
المنظفات الأيونية				٠,٢(٨)	
كربلت					٠,٠٠٠٠٩(٦)
البريليوم	٠,٠٠٤(١٣)				٠,٠٠٠٠٤(٦)
الليثيوم					٤,٤٧(٦)
الثاليوم	٠,٠٠٢(١٣)				
الفضة	٠,٠٥				
بروميت	٠	٠,٠١			
الأنتيمون		٠,٠٠٦(١٣)		٠,٠٠٥(٨)	٠,٠٠٠٠٤(٦)
الزرنيخ	٠,٠٥(١٣)	٠,٠٥(٢١)		٠,٠١(٨)	٠,٠٠٠٦٤(٦)
الباريوم	٠,٧(٧) ٢,٠(٣)	٢,٠(١٣)		٠,٧(٨)	٠,٠٠٩٩(٦)
البورون				٠,٣(٨)	٠,٠٠٣(٦)
كادميوم	٠	٠,٠٠٥(١٣)		٠,٠٠٣(٨)	٠,٠٠٠٠١(٦)
الكروميوم		٠,١(١٣)		٠,٠٥(٨)	٠,٠٠٢٩٥(٦)
النحاس	١,٠(١١)	١,٣(٢٧)		١,٠(٨)	٠,٠٣٥(٦)
السيانيد	٠,٢	٠,٢(٢٧)		٠,٠٧(٨)	٠,٠(٦)
الفلورايد	٤,٠	٤,٠(١٣)	٠,٦	١,٥(٨)	
الرصاص	٠,٠١(٣)	٠,٠١٥(١٣)		٠,٠١(٨)	٠,٠٠٠٠٤(٦)
المنجنيز	٠,٠٥			٠,٠٥(٨)	٠,٠٠١٦٨(٦)
الزئبق	٠,٠٠٢	٠,٠٠٢	٠,٠٠١	٠,٠٠١(٨)	٠,٠(٦)
المولبيدينم				٠,٠٧(٨)	٠,٠٠٦(٦)
النيكل	٠,١(١٣)	٠,١(١٣)		٠,٠٢(٨)	٠,٠٠٦٣٨(٦)
السلينيوم	٠,٠٥(١٣)	٠,٠٥(١٣)		٠,٠١(٨)	٠,٠٠٢٤(٢١)

* يجب مراعاة نسبه الكالسيوم والماغنسيوم بحيث لا تتعدى النسبة المحددة للعسر الكلي.

**يجب ألا يزيد تركيز الماغنسيوم على ٣٠ جزء في المليون، في حالة وجود ٢٥٠ ملجم/لتر، ولا يزيد على ١٥٠ ملجم/ لتر إذا قلت نسبة الكبريتات عن ذلك.

الكهرباء 0.06 دولار كيلووات ساعة في حين تبلغ هذه التكلفة 498 مليون دولار فقط في حال استخدام طريقة التناضح العكسي.

حل مقترح حل مشكلة إنتاج المياه في دولة الكويت

أعلنت وزارة الطاقة بدولة الكويت عن نيتها شراء وحدات توربينات غازية طاقتها 1000 ميجاوات، وذلك أساساً لمواجهة أحمال الطاقة القصوى التي تحدث في الصيف ولساعات قليلة بسبب الأحمال الزائدة لأجهزة تكييف الهواء. ويقدم هذا المقال اقتراحاً مفاده أن يتم استخدام هذه الوحدات طوال العام (باستثناء ساعات الأحمال القصوى) في تشغيل وحدات تحلية بالتناضح العكسي على أن يتم زيادة كفاءة وحدات التوربينات الغازية (كونها ستعمل معظم ساعات السنة) عن طريق ربط توربينات بخارية معها في المستقبل لرفع كفاءتها من 34٪ مثلاً إلى 50٪ إذا عملت كدورة مزدوجة لتوربينات الغاز/البخار، وذلك توفيراً للوقود وحماية للجو من ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى المنبعثة من احتراق الوقود، ويمكن أن تكون توربينات البخار المضافة من نوع التوربينات ذات الضغط الخلفي والتي يخرج البخار منها عند ضغط يناسب تشغيل وحدات تحلية بالتبخير الفجائي. وهذا النظام متبع في محطة الطويلة 2 في دولة الإمارات العربية المتحدة والتي قامت بإنشائها شركات خاصة تحت نظام الخصخصة. وهذه المحطة تعتبر نموذجاً في ارتفاع الكفاءة وسرعة الإنشاء إذ إن معظم مكوناتها جاهزة للبيعOn Shelf مثل التوربينات الغازية وتوربينات البخار، حيث تم تركيبها وتشغيلها في 18 شهراً. وتتكون المحطة من ثلاث وحدات توربينات غازية، طاقة كل منها 185 ميجاوات وتشغل الغازات الساخنة المطرودة منها 3 مولدات بخارية. ويستعمل البخار المنتج منها في

الأولوية لوحدات تحلية المياه بالتناضح العكسي ومن المفضل قيام شركات مياه متخصصة بتحمل مسئوليات التصميم والإنشاء والتشغيل للوحدات بدلاً من الحكومة بطريقة BOT

تشغيل عدد 2 من التوربينات البخارية طاقة كل منها 111 ميجاوات، وبذلك تكون طاقة المحطة هي 777 ميجاوات. أما البخار الخارج من التوربينات البخارية فيقوم بتشغيل 4 وحدات تبخير فجائي سعتها الكلية 50 مليون جالون إمبراطوري يومياً (م ج أ ي)، ويستعمل 40 ميجاوات من الطاقة الكهربائية المنتجة في تشغيل مضخات وحدات التبخير الفجائي، وباقي إنتاج المحطة 720 ميجاوات يمكن استخدامه في تشغيل محطات التناضح العكسي، والتي يمكن إضافتها حسب الحاجة. ويكفي إنتاج الطاقة الكهربائية من مثل هذه المحطة لإنتاج أكثر من 720 مليون جالون يومياً (أكثر بكثير من المطلوب قبل عام 2010)، وبذلك يتم فك ارتباط وحدات التحلية وبصفة نهائية من الربط مع محطات الطاقة إضافة إلى المزايا التالية:

- تشغيل التوربينات الغازية طوال العام بدلاً من ساعات الأحمال القصوى فقط والتي لا تدوم لأكثر من عدة ساعات وهذا أكثر للأجهزة المستخدمة انتفاعاً.

- سيتم تشغيل وحدات تحلية بالتناضح العكسي والتي تعد أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة (تقريباً ربع الطاقة المستهلكة بوحدات التبخير الفجائي المستخدمة حالياً) وهو اتجاه عام تقوم به دول كثيرة، فقد جرى الاستعاضة عن وحدة طاقتها 1.5 م ج أ ي في مدينة جرس ببريطانيا بوحدة تحلية تستهلك 5.8 كيلووات ساعة / متر مكعب. أما في مالطا فقد بنيت وحدات تبخير فجائي في الفترة من 1967 إلى 1973 ، وتوقف استعمال تلك الوحدات تماماً، وتعمل جميع وحدات التحلية بمالطا بطريقة التناضح العكسي حيث بلغ استهلاك بعض تلك الوحدات للطاقة 3 كيلووات ساعة/متر مكعب . كما بنت المملكة العربية السعودية محطات تناضح عكسي طاقتها الإنتاجية 25 م ج أ ي في جدة و 28 م ج أ ي في المدينة وينبع و20 م ج أ ي في الجبيل.

- تعطي وحدات إنتاج الطاقة بتوربينات الغاز / البخار أعلى كفاءة (تصل إلى أكثر من 50٪) كما أن التوربينات البخارية صغيرة الحجم ومتوافرة On Shelf وبالتالي يمكن توريدها وتركيبها في وقت قصير.

- يوفر إنتاج مياه التحلية بواسطة التناضح العكسي ووحدات التبخير الفجائي مزايا عدة مثل استخدام ماء تغذية ذي درجة حرارة مناسبة في الشتاء لوحدات التناضح العكسي من ماء التبريد العائد من قطاع طرد الحرارة في وحدات التبخير الفجائي، كما يوفر تزاوج وحدات التحلية بطريقتين مختلفتين Hybrid وفراً في المعالجة المشتركة لمياه التغذية ويتيح خلط إنتاج المحطتين.

خصخصة إنتاج مياه التحلية في دولة الكويت

نظراً لقلة خبرة دولة الكويت بالمعالجة الأولية لوحدات تحلية المياه بالتناضح العكسي وتصميم تلك الوحدات وتشغيلها فمن الأفضل أن تقوم شركات مياه متخصصة بتحمل مسئوليات التصميم والإنشاء والتشغيل بدلاً من الحكومة بطريقة BOOT ، وفي هذه الطريقة تقوم الشركات المتخصصة مع القطاع الخاص (ويمكن مشاركة الحكومة في جزء من رأس المال) بتمويل وبناء وامتلاك وتشغيل محطات المياه لمدة محددة على أن تنتقل ملكيتها للحكومة بعد هذه المدة (ولتكن من 10 إلى 20 عاماً

مثلاً) وتقوم هذه الشركات بالاتفاق مع الحكومة سلفاً بإنتاج المياه بمعدل معين. كما تقوم الحكومة بشرائه بثمن متفق عليه، وبيع الطاقة الكهربائية لهذه المجموعة بسعر محدد متفق عليه (مثلاً 0.06دولار لكل كيلووات ساعة). وعادة ما يكون سعر بيع المياه هو السعر الحقيقي لتكلفة رأس المال والصيانة والتشغيل والطاقة. ويبين الجدول (2) شروط وأسعار ثلاثة محطات تحلية بالتناضح العكسي في ثلاثة أمكنة مختلفة في العالم. ويتضح من الجدول أن تكلفة المتر المكعب الواحد أقل من دولار واحد في حين تكلفة الطاقة فقط في طريقة التبخير الفجائي متعدد المراحل هو أكثر من دولار للمتر المكعب في دولة الكويت. ومن المعروف أن هناك تراخ في الأجهزة الحكومية في جميع دول العالم في البحث عن أفضل الطرق كفاءة، أما الشركات الخاصة والتي تتوافر المنافسة فيها فتنحو إلى تخفيض الأسعار باختيار أكثر النظم كفاءة.

استهلاك المياه في دولة الكويت وأسعارها

في عام 2000 أعلنت الحكومة السعودية إن الاستهلاك البلدي Municipal للمياه بالمملكة العربية السعودية هو 226 لتراً يومياً لكل فرد. واعتبرت أن هذا الاستهلاك مرتفع ويجب تخفيضه إلى 150 لتراً يومياً لكل فرد من خلال برنامج مدروس تتعاون فيه أجهزة الدولة مع السكان. أما في دولة الكويت فإذا فرضنا أن 90٪ من إنتاج المياه العذبة يستهلك في الأغراض المنزلية فيكون الاستهلاك المنزلي قد ارتفع من 125 لتراً يومياً لكل فرد عام 1975 إلى 453 لتراً يومياً لكل فرد عام 2002، وهو استهلاك مرتفع بجميع المقاييس حتى في البلاد الغنية بمصادر المياه الطبيعية. ففي دول مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا واستراليا

إذا فرضنا أن 90٪ من إنتاج المياه العذبة يستهلك في الأغراض المنزلية بالكويت فيكون الاستهلاك المنزلي قد ارتفع من 125 لتراً يومياً لكل فرد عام 1975 إلى 453 لتراً يومياً لكل فرد عام 2002، وهو استهلاك مرتفع بجميع المقاييس

يبلغ الاستهلاك 250 لتراً يومياً لكل فرد (سعر المياه هو 0.5 دولار للمتر المكعب) أما في الدانمارك وفرنسا فيبلغ الاستهلاك 180 لتراً يومياً لكل فرد (سعر المياه هو 1.81 دولار لكل متر مكعب) وفي ألمانيا وبلجيكا والبرتغال يبلغ الاستهلاك 140 لتراً يومياً لكل فرد (سعر المياه هو 1.81 دولار لكل متر مكعب) وبذلك يتضح أن الاستهلاك يقل بزيادة سعر بيع المياه.

ومع أن المياه سلعة اجتماعية يجب توفيرها لكل فرد مهما كان دخله غير أنه يجب أن يكون ذلك في حدود الحاجة الحقيقية لهذا الفرد. ولعل انخفاض سعر المياه في دول الخليج هو أحد أسباب زيادة الاستهلاك، بالإضافة إلى أن المستهلك لايعي قيمة المياه التي تصل إليه، لذا يجب فرض إجراءات للحد من استهلاك المياه وإعادة تسعيرها بحيث يقوم المستهلك بدفع القيمة الحقيقية لتكلفة المياه المستهلكة إذا تعدى حداً معيناً من الاستهلاك المعقول، فمثلاً يمكن أن تمنح كل أسرة مكونة من 5 أفراد ما يقرب من 22.5 متر مكعب شهرياً (150 لتراً يومياً لكل فرد) مجاناً أو بسعر رمزي جداً، أما ما زاد على ذلك فيجب محاسبته على سعر التكلفة الحقيقية للمياه. وتبلغ تكلفة إنتاج المياه في الكويت نحو دينار للمتر المكعب بالطريقة المتبعة حالياً في إنتاج المياه إذ تبلغ تكلفة الطاقة فقط 1.32 دولار لكل متر مكعب (على أساس 20 كيلووات ساعة لكل متر مكعب وسعر الكيلووات ساعة هو 0.06 دولار)، وتمثل تكلفة الطاقة نحو 45٪ من تكلفة الإنتاج والتوزيع، ويمكن تخفيض هذا السعر إذا اتبعت طريقة أكثر كفاءة في إنتاج مياه التحلية، كما يجب الحد من استهلاك المياه من خلال برنامج إدارة الطلب الذي يتطلب إجراءات محددة تقوم بها السلطات المعنية وتوعية المستهلكين وتشجيعهم وتعليمهم سبل اتباع الطرق المثلى لتقليل استهلاك المياه، كما يجب أن تمنع بعض الاستخدامات الشائعة مثل استخدام خراطيم المياه في غسل السيارات والأرصفة والطرقات .

والأصل في الموضوع هو أن يعي المرء قيمة هذه المياه واضعاً نصب عينيه الحفاظ عليها عند الاستهلاك.

يلاحظ أن استهلاك المياه يزيد في عدم وجود عدادات لاستهلاك المياه عند نقاط التوزيع والاستهلاك، وكذلك عند تحديد سعر موحد للمياه بصرف النظر عن الاستهلاك وفي الأوقات شديدة الحرارة، والأهم هو أن يعي المستهلك قيمة هذه المياه. كما أن تركيب عدادات عند المصدر ونقاط الاستهلاك يكشف عن الماء المفقود في الشبكة والتي يجب عمل الإصلاحات اللازمة لها لتقليل الفقد. ويجب أن يكون رفع سعر المياه حسب الكمية المستهلكة، كما يجب الاستثمار لإنتاج المعدات أو استحداث الطرق والتقنيات التي تقلل استهلاك المياه. ويجب معالجة مياه المجاري إلى مستوى مناسب يسمح بإعادة استخدامها ومراقبة الاستهلاك في المنازل والمصالح الحكومية والمدارس والمصانع لمعرفة الطرق الكفيلة بتخفيض الاستهلاك.

مياه الشرب الكويتية... اشتراطات وتحديات

للمياه أهمية كبيرة في حياة الإنسان، فحيثما وجدت المياه وجدت الحضارات، وحينما انعدمت المياه بادت الحضارات، فالمياه هي أساس الحياة.

مها الشمري
معهد الكويت للأبحاث العلمية

يمثل الماء 70% من مجموع الجسم البشري، ويجري في داخل الجزء الهلامي في مقلة العين وأيضا عبر السوائل في داخل الدماغ البشري. وللماء دور مهم في عملية بناء وتجديد الخلايا البشرية وتنظيف الجسم من السموم، وفي عملية الزفير وتنظيم درجة حرارة الجسم كلها، حيث يقوم بحمل الأكسجين إلى خلايا الجسم، ويرطب الأكسجين من أجل عملية التنفس وتنشيط الأعضاء وتحويل الطعام إلى طاقة، ويساعد الجسم على امتصاص العناصر الغذائية المهمة. لذا فإنه من الضروري أن يكون ماء الشرب نظيفا ونقيا، وخاليا من أي شائب بكتيري أو فيروسي ممرض ليقوم بمهامه على أكمل وجه. والتاريخ الإنساني مشحون بالكوارث والأمراض التي كان سبب انتشارها تلوث مياه الشرب.

وتتعدد الملوثات المائية وتختلف حسب نوع الملوث إلى ملوثات فيزيائية وبيولوجية وكيميائية، إذ تعتبر المواد الصلبة العالقة والمواد المشعة والملوثات الحرارية من الملوثات الفيزيائية. أما الملوثات البيولوجية فهي مثل ناقلات العدوى، ومسببات الأمراض، وبعض الكائنات الدقيقة الأخرى، بينما تعد المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي من الملوثات الكيميائية، إضافة إلى المبيدات الحشرية، والمغذيات، والمواد السامة، والفلزات الثقيلة النزرة.

وقد اهتمت وزارة الطاقة (الكهرباء والماء) في دولة الكويت بنوعية مياه الشرب، ووضعت جدولاً دورياً أو يومياً لفحص هذه المياه المنتجة في محطات التحلية في دولة الكويت والمخلوطة بمياه قليلة الملوحة لتكون صالحة للشرب، حيث يتم تحليل العينات قبل الخلط وبعده ثم مقارنة خصائصها البيولوجية والكيميائية والفيزيائية بالاشتراطات الموضوعة من قبل الهيئة المعنية فى دولة الكويت وهيئات أخرى عالمية مثل هيئة حماية البيئة للتأكد من خلوها من الملوثات وصلاحيتها.

الاشتراطات الفيزيائية لمياه الشرب

من أهم الاشتراطات الفيزيائية لمياه الشرب هو عدم احتوائها على أية مواد تؤثر فيها من ناحية اللون، أو الطعم أو الرائحة، أو المظهر، كما يجب أن تخلو تماما من المواد الغريبة أو الشوائب التي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة سواء كانت أتربة، أو رمالاً، أو خيوطاً، أو شعيرات أو غيرها. فيجب أن لا يزيد مقدار العكارة على ١٥ وحدة كوبلت، وكذلك يجب ألا يتجاوز مقدار العكارة عن ٥ وحدات باستخدام الجهاز الخاص بقياس العكارة كما يجب أن يكون طعم المياه مستساغاً.

ولا تزال مياه الشرب في الكويت وطبقا لتحاليل مياه الشرب التابعة لمركز تنمية مصادر المياه، مطابقة تماماً لهذه الشروط، حيث كان مقدار عكارة مياه الشرب في الكويت صفرا إضافة الى خلوها من الملوثات ذات الطبيعة الإشعاعية مثل اليورانيوم، والراديوم، وإشعاعات ألفا وبيتا، التي من أهم أخطارها الأورام السرطانية والتسمم الكلوي. وأقصى تركيز يمكن السماح به تبعا لاشتراطات هيئة حماية البيئة في الولايات المتحدة هو 15 بيكو كوري/ لتر لإشعاعات ألفا و 4 ميلي ريمز/ سنة لإشعاعات بيتا، أما اليورانيوم فقد حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية بأن لا يزيد تركيزه على 30 ميكروجم/ لتر في مياه الشرب. بينما قنن مقدار الراديوم 226 بحيث لا يزيد تركيزه عن 5 بيكوكوري/ لتر.

وعند مقارنة هذه الاشتراطات بمواصفات مياه الشرب الكويتية يلاحظ أن قياس

عند مقارنة مركبات مياه الشرب في الكويت بالمستوى العالمي نكتشف فوائدها الصحية

إشعاعات ألفا في مياه الشرب الكويتية لا يتعدي 0.097 بيكوكوري/ لتر ، في حين لم يزد تركيز إشعاعات بيتا على 0.573 بيكوكوري / لتر.

الاسترشادات الدالة على التلوث البيولوجي

تتعدد مؤشرات التلوث البيولوجي المعتمدة وتتنوع، فمنها ملوثات بكتيرية، وأخرى فيروسية، وسوف نستعرض كلا منها على حدة.

1- المؤشرات البكتيرية:

تعتبر بكتيريا القولونيات من أكثر الكائنات قبولا كمؤشر على التلوث البرازي، ومن أهمها: بكتيريا القولون البرازية (Fecal Coliform) وبكتريا القولون الأشريكية (E Coli) . يضاف إليها مؤشر آخر هو بكتيريا الفيكل ستربتو كوكس(Fecal Streptococci) كمؤشر ثانوي على التلوث البرازي للمياه. ومن أهم أسباب اعتماد هذه المؤشرات للتلوث البرازي هو سهولة رصدها في المياه.

2- بكتيريا القولون البرازية (الكوليفورم):

يعتبر قياس بكتيريا الكوليفورم من أهم وأبسط المعايير المستخدمة للدلالة على خلو الماء من الملوثات البكتيرية، ويعتمد عدد العينات المطلوب قياسها بشكل دوري على عدد السكان، بحيث يزداد عدد العينات اللازم جمعها بزيادة عدد السكان. ويشترط قياس الكثافة البكتيرية في العينات عن طريق تحديد وجودها من عدمه.

3- البكتيريا القولونية الأشريكية (الايكولاي) E.Coli:

يؤدي تلوث المياه بهذا النوع من البكتيريا إلى إصابة الأطفال بشكل خاص بنزلات

بعض أنواع البكتيريا المسموح في حد معين نجد مستواه في مياه الشرب في الكويت (صفراً)

معوية، وهذا النوع من البكتيريا يستطيع العيش في المياه عدة أسابيع، ويهاجم بشكل خاص الجهاز الهضمي والأمعاء. وأهم الطرق المستخدمة للقضاء على هذه البكتيريا هي المطهرات الكيماوية مثل الكلور. ويتم الكشف عن هذه البكتيريا بتحديد وجودها في المياه من عدمه.

وقد حددت هيئه حماية البيئة الأمريكية أقصى تركيز مسموح به في مياه الشرب لبكتيريا الكوليفورم الكلية وبكتيريا الايكولاي هو عينة موجبة واحدة لكل ٤٠ عينة يتم تحليلها شهريا أو ما لا يزيد على ٥ ٪عينة موجبة بالنسبة لعدد العينات الشهرية حسب التعداد السكاني الذي تسخدمه شبكة المياه المراد اختبارها، في حين كان التركيز المرغوب به هو صفر عينة موجبة.

وقد كانت قياسات البكتيريا سواء القولونية البرازية أو القولونية الأشريكية (الايكولاي) في مياه الشرب الكويتية صفرا، أي مطابقة تماما للاشتراطات الموضوعة من قبل هيئة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية.

4- المؤشرات الفيروسية:

تختلف الأمراض التي تسببها الفيروسات باختلاف الفيروس المسبب للمرض، فالحمى السحائية وشلل الأطفال والجفاف والإسهال وشذوذ القلب الخلقي، كلها قد تصيب الإنسان إن كان الماء ملوثاً بالفيروسات المعوية. أما القيء الوبائي والجفاف بصورة خاصة وأمراض الجهاز التنفسي فإنها تنتج عن تلوث المياه بفيروسات الجفاف وفيروسات الغدد. وهناك أنواع أخرى من الكائنات الدقيقة التي تسبب تلوثاً خطيرا للمياه ألا وهي الديدان الشريطية والخيطية بالإضافة إلى الثاقبات والبروتوزوات التي تصيب الإنسان بأمراض الدوسنتاريا الأميبية والبلهارسيا وعادة ما توجد هذه الفيروسات في المياه الطبيعية.

والتركيز المرغوب به هو صفرلهذه المؤشرات الفيروسية كما قننته هيئة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد وجد أن تركيز المؤشرات الفيروسية في مياه الشرب الكويتية صفرا أي مطابق لهذه الاشتراطات.

الاشتراطات الكيميائية

1- الأس الهيدروجيني :

ترجع أهميه الأس الهيدروجيني إلى تحديده للتركيبات الحيوية والكيميائية في الماء، وقد أوصت هيئة حماية البيئة بأن تكون درجة الأس الهيدروجيني لمياه الشرب ما بين 6.5 و8.5 ، وترجع أهمية ذلك إلى أثر الأس الهيدروجيني في تآكل شبكات المياه إذا قلت قيمته عن 6.5، أما إذا زادت قيمة الأس الهيدروجيني على 8.5 ، فإنه يساعد على تقليل كفاءة الكلور في عمليات التطهير وتنمية البكتريا. وعادة ما تكون قيمة الأس الهيدروجيني لمياه الشرب في الكويت بحدود 7.8 اي طبقاً للاشتراطات الموضوعة.

2- القلوية الكلية:

تقاس القلوية الكلية عادة بمقدار الكربونات والبيكربونات في المياه. وحسب معايير هيئة حماية البيئة فإن تركيز القلوية في الماء يجب أن لا يزيد على 100 ملجم/لتر . ومقدار القلوية في مياه الشرب الكويتية هو 11.5 ملجم/لتر قبل المعالجة بالبيكربونات وهو مقدار ضئيل جدا، بل إنه أقل من الحد المرغوب به وهو 50 ملجم/لتر كما نصت عليه هيئة حماية البيئة. في حين تشير التحاليل بعد المعالجة إلى تركيز 44 ملجم/لتر وهو مطابق للحدود المرغوبة.

أما بالنسبة لتركيز الكربونات فيجب أن لا يزيد على 500 ملجم/لتر حسب إرشادات هيئة حماية البيئة. في حين أن التركيز الفعلي لها في مياه الشرب الكويتيه منخفض جداً ولا يزيد على 13 ملجم/لتر.

3- عسر المياه:

عادة ما يعرف مجموع تركيزي الكالسيوم والمغنيسيوم معا بعسر المياه، ويعبر عسر الماء عن قدرة المياه على إحداث رغوة عند خلطها بالصابون إضافة إلى أنه قد تؤدي إلى اصفرار الملابس وخشونة الجلد والشعر عند استعمالها، ولها تأثيرات كبيرة على عملية طهو الطعام وجعله ذا طعم مستساغ. وطبقاً لمعايير هيئة حماية البيئة الأمريكية فإن أقصى تركيز يسمح به لعسر مياه الشرب هو 500 ملجم/لتر، والتركيز المفضل هو 100 ملجم/لتر.

الإضافات الصحية على المياه يراعى فيها الشروط العالمية ومعيار البلاد الحارة

وقد وضعت الهيئة المعنية في الكويت معياراً قدره 500 ملجم/لتر كحد أعلى لعسر المياه، ويلاحظ أنه مطابق لمعيار هيئة حماية البيئة الأمريكية.

4- الكالسيوم :

الكالسيوم عنصر مهم لصحة الإنسان ولاسيما الاطفال.. كما أن الكالسيوم يعتبر ثاني أهم عنصر بعد البيكربونات في معظم المياه السطحية، والمياه التي تحوي الكالسيوم بتركيز يراوح بين 10 و 40 ملجم/لتر تصنف عادة في خانة المياه العسرة. وحددت هيئة حماية البيئة التركيز المرغوب بأن لا يتعدى 75 ملجم/لتر في مياه الشرب، ولكن الهيئة المعنية في الكويت قننت تركيزه في مياه الكويت بأن لا يزيد على 100 ملجم / لتر مع مراعاة أن لا يزيد مجموع تركيزي الكالسيوم والمغنيسيوم على النسبة المحددة للعسر الكلي.

وقد كان تركيز الكالسيوم في مياه الشرب الفعلية في الكويت لا يتجاوز 23 ملجم / لتر قبل المعالجة في حين يصل إلى 44 ملجم/لتر بعد إضافة بيكربونات الكالسيوم، وهذا التركيز يقع ضمن نطاق الاشتراطات المسموح بها.

5- الفلورايد:

يضاف هذا العنصر لمياه الشرب في معظم دول العالم، لأنه يعتبر ضروريا لسلامة الأسنان. حيث توصي هيئة حماية البيئة الأمريكية بتركيز يراوح بين 0.6و 0.7 ملجم/لتر ليحفظ الأسنان من خطر التسوس. عندما يزيد معدل تركيزه على 1.5 ملجم/لتر فإنه قد يسبب مرض تبقع الأسنان، وخاصة لدى الأطفال الذين تكون أعمارهم أقل من تسع سنوات؛ لأن هذا المرض يصيب الأسنان الدائمة قبل ظهورها وهى مازالت في طور النمو.

وقد حددت الهيئة المعنية في الكويت تركيزه في مياه الشرب بأن لا يزيد على 1.5 ملجم/لتر. وهو معيار مناسب للبلاد الحارة التي يزيد معدل استهلاك الفرد لمياه الشرب فيها على لترين يومياً.

6- الصوديوم:

يقوم الصوديوم بتنظيم الضغط الأسموزي، ويساعد على تكوين حمض الهيدروكلوريك، ويساعد على هضم البروتينيات في المعدة.

ولقد وجد أن جسم الفرد المكتئب يحتفظ بكمية من الصوديوم تزيد على 50 ٪ عن الشخص الطبيعي؛ لذلك يجزم أن لتركيز الصوديوم في الجسم علاقة كبيرة بمرض الاكتئاب النفسي. وهو المتهم الأول عن مرض ارتفاع ضغط الدم ومرض السكري، ومن أهم أعراض نقص الصوديوم في الجسم

الدوار والإعياء وانتفاخ البطن والصداع وعدم انتظام ضربات القلب وضعف الذاكرة والغثيان والتقيؤ. ولقد قننت الأكاديمية العالمية للعلوم في الولايات المتحدة عام 1980 وهيئة حماية البيئة الأمريكية تركيز الصوديوم المرغوب به في مياه الشرب أن يكون نحو 20 ملجم/لتر ، وأن لا يزيد تركيزه في مياه الشرب على 150 ملجم/لتر في حين كان المعيار الموضوع من قبل الهيئات المعنية في الكويت هو أن لا يزيد على 200 ملجم/لتر قديماً ولكن تم تغيير هذا المقياس إلى 100 ملجم/لتر حديثا بعد اكتشاف ارتباطه بارتفاع ضغط الدم. وقد لوحظ انخفاض تركيز الصوديوم في مياه الشرب الكويتية عن هذا المعيار بشكل كبير، إذ إن تركيزه الفعلي لم يتجاوز 39 ملجم/لتر مما يضمن سلامة المستهلكين.

7- الرصاص:

ليس للرصاص أية فائدة بيولوجية معروفة للإنسان، وعند التعرض لتركيز عال منه يمكن أن يدمر عدة أجهزة في الجسم بما في ذلك الجهازان العصبي والتناسلي، ويمكن أن يتسبب في ارتفاع ضغط الدم وإصابة الكلي والجهاز العصبي، وقد يتراكم هذا العنصر عند زيادة تركيزه في العظام. ويمكن تشخيص التسمم بهذا العنصر من وجود خط أزرق حول اللثة. والمجموعات السكانية الأكثر عرضه لخطر الرصاص هي الأطفال وصغار السن لتأثيره المباشر على سلوكياتهم. لذا يعد الرصاص من أخطر العناصر السامة الموجودة بشكل طبيعي في مياه الشرب الطبيعية، ولكن معدل تركيزه في المياه الطبيعية لا يتعدى الحدود المرضة، ويعتبر المعدل الذي يجب عدم تجاوزه في مياه الشرب أقل من 0.05 ملجم/لتر، وتم تعديل هذا المعيار في السنوات الأخيرة فأصبح الاشتراط الجديد هو أن لا يتجاوز تركيزه 0.01 ملجم/لتر في مياه الشرب، ولكن التركيز الحقيقي لهذا العنصر في مياه الشرب الكويتية لا يتعدي 0.00004 ملجم/لتر، وهو مقدار ضئيل وطبقا

باختصار

مواصفات مياه الشرب الكويتية مطابقة تماماً لمقاييس هيئة حماية البيئة في أمريكا، وذات جودة عالية جداً ولا تحتاج لأي نوع من أنواع المعالجة سواء إزالة عسر أو غيره إذا ما تم تأمين وصولها بالجودة نفسها للمستهلك.. والجهات الرقابية أثبتت كفاءتها في التصدي لمختلف مشكلات المياه، إضافة إلى قوة رصدها للملوثات.

للإرشادات الموضوعة.

8- السلينيوم:

لاختلال نسبة تركيز هذا العنصر بالزيادة أو النقص علاقة وثيقة بتساقط الشعر، وفقدان أظافر أصابع اليد والقدم، إضافة إلى خدران في الأصابع ومشكلات في دوران الدم. وعادة ما يكون مصدر هذا التلوث هو مياه فضلات المناجم، والمياه الناتجة من عمليات التكرير البترولية.

وقد حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية تركيزه بأن لا يتعدى 0.05 ملجم/لتر في مياه الشرب. ولكن تم تغيير هذا التركيز إلى 0.01ملجم/لتر حاليا. ويعتبر السلينيوم عنصراً ساماً عند تراكيز مرتفعة، ولكنه أيضا يعتبر من المواد الغذائية المهمة عند تراكيز منخفضة ما بين 0.05 إلى 0.2 ملجم/لتر. وقد حددت الهيئات المعنية بالكويت 0.01 ملجم/لتر في مياه الشرب، أي أقل من تركيز هيئه حماية البيئة الأمريكية في حين لا يتعدى تركيزه الفعلي في مياه الشرب الكويتية 0.0024 ملجم/لتر.

9-الكروميوم:

هناك نوعان من الكروميوم، هما الكروميوم ثلاثي التكافؤ والكروميوم سداسي التكافؤ. والنوع الأخير هو نوع سام وخطر على الصحة، في حين أن ثلاثي التكافؤ يعتبر ضرورياً من الناحية الغذائية وغير سام للإنسان، ومن المعروف أن أول مقياس تم وضعه للكروميوم كان في سنة 1970 وهو 0.05 ملجم/لتر، وقد غيرت هيئة حماية البيئة اشتراط تركيزه في السنوات الأخيرة بحيث لا يتعدى 0.1 ملجم/لتر . في حين كان الاشتراط الموضوع من قبل الهيئات المعنية بالكويت هو أن لا يزيد على 0.05 ملجم/لتر.

وقد كان تركيزه في مياه الشرب في الكويت نحو 0.003 ملجم/لتر، أي مطابقاً لجميع الاشتراطات الموضوعة.

10- البوتاسيوم :

البوتاسيوم عنصر ضروري للأعصاب والقلب والشرايين والعضلات، كما أنه يلعب دوراً مهماً في تعديل الأحماض الضارة بالجسم. ولعنصري البوتاسيوم والصوديوم الأهمية نفسها في الجسم.

وقد أشارت التحاليل الكيميائية لمياه الشرب الكويتية الى أن تركيز البوتاسيوم يقع ضمن نطاق استرشادات هيئة حماية البيئة الأمريكية ومقاييس الهيئة المعنية بمياه الشرب في دولة الكويت، حيث أوصت جميع الهيئات السابق ذكرها بتركيز لعنصر البوتاسيوم لا يزيد على 10 ملجم/لتر، في حين كان تركيزه الفعلي في مياه الشرب الكويتية لا يتعدى 2.5 ملجم/لتر.

11- الحديد:

الحديد من العناصر المهمة في بناء جسم الإنسان، فهو يدخل في تركيب المادة الصباغية الحمراء الهيموجلوبين المكونة للدم، والتي تنقل مولد الحموضة (الأكسجين) من الرئة إلى أنسجة الجسم المختلفة.

واشترطت هيئه حماية البيئة بأن لا يزيد تركيزه على ٠,٥ ملجم/لتر في مياه الشرب،

التلوث بالرصاص

دلت نتائج تحاليل المياه التي تقوم بها الجهات الرقابية على مياه الشرب في الكويت على ارتفاع تركيز عنصر الرصاص في أكثر من مصدر لمياه الشرب. وقد سارعت الجهات المعنية باتخاذ التدابير اللازمة لعزل مصدر التلوث، ودراسته للتأكد من مسبباته، حيث أكدت تلك الدراسات أن مصدر التلوث ليس شبكة المياه وإنما بعض برادات المياه المصنعة محلياً، حيث كان ملف التبريد الموجود في هذه البرادات هو سبب التلوث، لأنه مصنع من مواد يدخل في تركيبها الرصاص، وكانت هذه البرادات مصممه ليكون ملف التبريد مغموراً في خزان المياه ليقوم بعملية التبريد، والذي أدى مع طول الفترة إلى ذوبان بعض عناصر الرصاص من ملف التبريد في مياه الشرب، وبالتالي تلوثها، لذا قامت الجهات المسؤولة على الفور بسحب جميع البرادات المسببة للمشكلة وأرغمت الجهة المصنعة على الاستعاضة عنها ببرادات للمياه ذات ملف تبريد خارجي.

وقننت كذلك الهيئة المعنية في الكويت تركيزه في مياه الشرب بأن لا يزيد على ٠,٣ ملجم/لتر، في حين كان التركيز الفعلي له في مياه الشرب الكويتية لا يتجاوز ٠,٠٢٣ ملجم/لتر أي أقل بكثير من الاسترشادات المطلوبة.

12- الكلورايد

عادة ما يكون تركيزه في المسطحات المائية لا يتجاوز 10 ملجم/لتر، إلا أنه قد يصل في مياه الخليج العربي إلى 20000 ملجم/لتر. وارتفاعه في مياه الشرب يكون مصاحباً لزيادة في ملوحة المياه فتكون المياه ذات طعم مالح، لذا أوصت هيئة حماية البيئة الأمريكية بأن لا يتعدى تركيزه في مياه الشرب معدل 600 ملجم/لتر، في حين أن التركيز المرغوب به هو 200 ملجم/لتر، أما بالنسبة لاشتراطات دولة الكويت فإن التركيز المرغوب به كان مطابقاً للتركيز الموضوع من قبل هيئة حماية البيئة أي 200 ملجم/لتر، ولكن أقصى تركيز مسموح به في اشتراطات دولة الكويت هو 250 ملجم/لتر. وليس للكلور أي أضرار صحية ولكن إن وجد على هيئة ملح كلورايد الصوديوم فإنه يكون غير مرغوب به. وخصوصاً للأشخاص ذوي الشروط الصحية المحددة بالنسبة لتركيز الأملاح كمرضى ضغط الدم وغيرهم. وقد لوحظ انخفاض تركيز الكلورايد في مياه الشرب الفعلية في الكويت فهو يراوح بين 75 و 80 ملجم/لتر مما يضمن عذوبة مياه الشرب في دولة الكويت .

مياه الشرب في الكويت تخلو تماماً من النتريت وتركيز النيترات مطابق للحدود المسموح بها

13- الكادميوم:

الكادميوم من العناصر السامة، إلا أن مصدر تلوثه عادة لا يكون من مياه الشرب، وإنما يمكن أن يكون مصدره الرئيسي هو أنابيب المياه المستخدمة والتي تدخل مركبات الكادميوم في تركيبها، ووجود نسبة عالية من هذا العنصر قد يؤثر على الأوعية الدموية ويسبب التسمم الكلوي. ولهذه المادة اشتراط وضع من قبل منظمة صحة المياه بأن لا يزيد على 0.005 ملجم/لتر، في حين كان الاشتراط القياسي الذي وضع من قبل هيئة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية هو 0.015 ملجم/لتر لمياه الشرب، ولكن التركيز الفعلي لهذا العنصر في مياه الشرب لدولة الكويت لم يتجاوز 0.00001 ملجم/لتر، أي أقل بكثير من المستوى المسموح به لجميع المنظمات السابق ذكرها.

14- النحاس

النحاس عنصر ذو لون بني محمر ويستخدم في صناعة أنابيب تمديدات المياه داخل المنازل. وعلى الرغم من أن النحاس من العناصر المفيدة للعمليات الفسيولوجية في الجسم، فإنه عند ارتفاع تركيزه يقلل من طعم المياه المستساغ ويسبب طعماً غير مقبول.

وعند تراكيز مرتفعة من النحاس فإنه قد يكون سببا في ألم وضيق شديد وخاصة في المعدة، كما قد يدمر الكبد والكلية ويسبب الأنيميا الحادة ، وقد وضعت هيئة حماية البيئة الأمريكية مقياسا وقدره 1ملجم/لتر كقيمة استرشادية له في مياه الشرب ، كما وضعت الهيئات المعنية بالكويت القيمة نفسها كمعيار قياسي لمياه الشرب في

الكويت في حين كان تركيزه الحقيقي لا يتعدى 0.035 ملجم/لتر في مياه الشرب الكويتية.

15- النترات NO3 والنيتريت NO2:

النترات هي الصورة الأكثر استقراراً من صور مركبات نترات النيتروجين في البيئة، إذ إن معظم المركبات النيتروجينية تميل للتحول إلى هذه الصورة. وتقاس النترات عادة لمعرفة تركيز النيتروجين في الماء لأهميته في التركيب الغذائي للجسم.

وقد وجد أن مياه الشرب الكويتية خالية تماماً من النيتريت، في حين كان تركيز النترات فيها 1.03 ملجم/لتر أي طبقاً للحدود المسموح بها، ولكن يلاحظ اختلاف الاشتراطات الموضوعة من قبل الهيئات الكويتية عن تلك الموضوعة من قبل هيئة حماية البيئة، حيث كان المعيار الكويتي الموضوع للنترات هو 15 ملجم/لتر في حين لم يزد على 3 ملجم/لتر بالنسبة للنيتريت.

16- المغنيسيوم:

للمغنيسيوم دور مهم في إنتاج الطاقة في الجسم وتجديد الخلايا ونقل الإشارات العصبية بالإضافة إلى كونه منشطاً لبعض الأنزيمات والخمائر التي يتم بها تكوين الجلوكوز، وأهميته في نمو الخلايا وتكاثرها.

وعادة ما يعتبر تركيزه مرتفعاً في المياه الجوفية إن زاد على40 ملجم/ لتر. وقد حددت هيئة حماية البيئة الأمريكية التركيز المرغوب به نحو 3 ملجم/لتر، وأقصى تركيز يسمح به هو50 ملجم/لتر. في حين قننت الهيئات في الكويت تركيزه بأن لا يزيد على 150ملجم/لتر. ووجد أن تركيزه الحقيقي لا يزيد على 9.28 ملجم/لتر في مياه الشرب الكويتية.

17- النيكل:

يوجد النيكل عادة في التربة والمياه الجوفية إضافة إلى المياه السطحية وغالباً ما يدخل في عمليات الطلاء بالكهرباء.

وتعتبر المحاقن الطبية وناظم الخطى القلبي أهم مصادر التلوث بالنيكل ويحتمل أن تكون الأسمدة الزراعية مصدراً لتلوث الخضراوات بالنيكل.

وقد وضعت هيئة حماية البيئة الأمريكية مقياساً له في الماء مقدرا بتركيز 0.1ملجم/لتر في حين قننت الهيئة المعنية بالكويت تركيزه بأن لا يزيد على 0.02 ملجم/لتر . وقد كانت مقاييس مياه الشرب الحقيقية أقل من المعيارين بمقدار كبير إذ إن تركيزه في مياه الشرب الكويتية لا يزيد على 0.006 ملجم/لتر.

18- الزئبق:

عادة ما يوجد هذا العنصر في الطبيعة على صورتين مختلفتين، صورة أملاح غير عضوية وصورة مركبات عضوية زئبقية مثل ميثيل الزئبق. وقد كانت أهم استخدامات الزئبق تتم في الأجهزة والمعالجات الإلكترونية.كما يستعمل في صناعة الأقمشة والورق وتبطين الأحذية.

ومن الممكن أن يكون مصدر التلوث بهذا العنصر هو عمليات التنجيم والصهر وعمليات حرق الوقود الكربوني الأصل.

ومن المعروف أن العديد من أملاح الزئبق قد تسبب أكزيما مثل كروم الزئبق والميكروكروم الشائع استخدامه كمطهر للجروح. وقد أشارت قياسات مياه الشرب في الكويت إلى أن تركيزه معدوم (صفر ملجم/لتر)، وقد كان المقياس الموضوع من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكي هو 0.002 في حين المقياس المحلي لدولة الكويت هو 0.001 ملجم/لتر.

وعند مقارنة تراكيز العناصر الكيميائية الموجودة في مياه الشرب الكويتية قبل معالجتها بإضافة بيكربونات الكالسيوم باشتراطات هيئة حماية البيئة الأمريكية نجد أنها بشكل عام ذات تراكيز أقل من التراكيز المرغوب بها مثل القلوية الكلية والكلوريدات والكبريتات والمغنيسيوم والبوتاسيوم وجميع العناصر النزرة، كما أنها لم تتجاوز بأي حال من الأحوال التراكيز القصوى المسموح بها من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية، غير أن هذه الظاهرة تم تعديلها بإضافة بيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم ليصبح تركيز الكالسيوم 44 ملجم/لتر والمغنيسيوم10 ملجم/لتر علماً بأن التراكيز المرغوب بها في مواصفات مياه الشرب هي 75 و 30 ملجم/لتر على التوالي.

وقد نلاحظ أيضا ارتفاع بعض العناصر الكيميائية في مياه الشرب الكويتية على الحد المرغوب به طبقاً لاشتراطات هيئة حماية البيئة، ولكنها لم تتعد الحد الأقصى المسموح به مثل تركيز عنصر الصوديوم وعسر المياه.

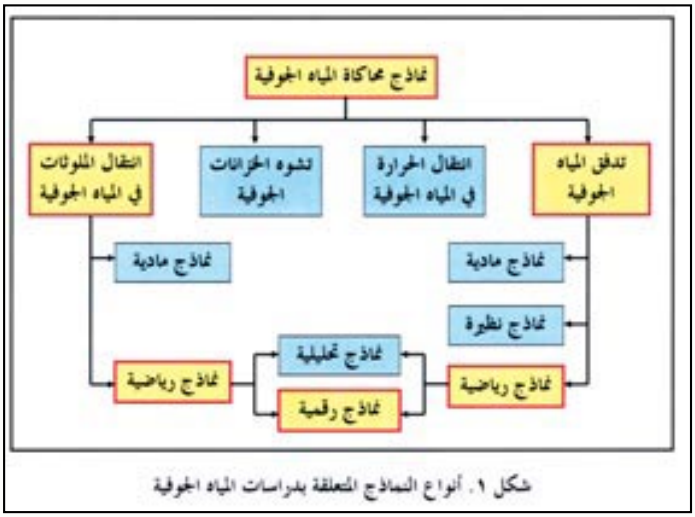
المياه الحمراء

عانت شبكات المياه في الكويت قديماً تلون مياه الشرب التي تصل إلى المنازل بلون بني محمر وهو ما تعارف عليه «المياه الحمراء»، وعند دراسة هذه الظاهرة اتضح أن سببها هو تآكل شبكات المياه، بسبب خاصية الماء الهجومية إزاء المواد المستخدمة في نظام توزيع المياه على الرغم من أن مكونات نظام التوزيع كانت من الأسبست الأسمنتي والحديد المطاوع والفولاذ المرن المبطن بطبقة من الأسمنت. إلا أن هناك مشكلات تآكل تحدث في مواد المضخات والأنابيب والتوصيلات. ونتيجة لذلك تتدهور نوعية المياه التي تصل إلى المستهلك حيث تتدفق من الحنفيات مياه عكرة وملونة. ولكن سرعان ما قامت الجهات المسؤولة بدراسة المشكلة دراسة وافية وقامت بدراسة العديد من الخيارات المتاحة للقضاء على المشكلة مثل ضبط الأس الهيدروجيني واستخدام مثبطات مكونة الترسيب، ودراسة العلاقة بين القلوية وتركيز الكالسيوم، وتكوين طبقة من مادة الكربونات. وقد وجد أن أفضل الطرق للقضاء على المشكلة هو زيادة القلوية إلى 100 ملجم/لتر للحد من نسبة التآكل وتعديل التركيب الأيوني للمياه، وتمت التوصية بتعديل القلوية بإضافة غاز ثنائي أكسيد الكربون وكربونات الكالسيوم، وتم القضاء على هذه المشكلة نهائياً .

تطبيقات نماذج المحاكاة الرياضية في تنمية وإدارة موارد المياه الجوفية

د. وليد خليل الزباري
أستاذ مشارك، هيدروجيولوجيا
كلية الدراسات العليا جامعة الخليج العربي

تمثل نماذج المحاكاة الرياضية الرقمية أداة تخطيطية وإدارية فعالة لتنمية أنظمة المياه الجوفية المعقدة.



شكل ١. أنواع النماذج المتعلقة بدراسات المياه الجوفية

وإذا تم بناء النماذج على نحو ملائم ودقيق فإنها تصبح مفيدة لتقدير تأثير الخطط التطويرية والإدارية في النظام المائي الجوفي، إضافة إلى مساعدتها على فهم السلوك العام للنظام المائي الجوفي. وتقوم هذه النماذج بحساب مستوى السطح البيزومتري للنظام المائي الجوفي وتوزيع نسبة الملوحة فيه أو توزيع تركيز ملوث معين فيه، أي متغيرات وعناصر الحالة للمياه الجوفية المستخدمة في اتخاذ القرارات المتعلقة بتنمية وإدارة هذه الموارد. فبينما في الواقع العملي يمكن استثمار الخزان الجوفي مرة واحدة فقط وبتكاليف عالية نسبياً، فإنه يمكننا باستخدام هذه النماذج محاكاة النظام المائي عدة مرات بتكلفة قليلة نسبياً وفي مدة زمنية قصيرة، وملاحظة أداء هذه النماذج تحت مختلف سيناريوهات التطوير والإدارة، ومن ثم الوصول إلى مجموعة من الظروف التشغيلية المثلى لاستثمار النظام المائي بأقل التكاليف ومن دون تعريض استدامته للخطر.

وبشكل عام، فإن استخدام النماذج الرياضية في دراسات موارد المياه الجوفية يشمل خمس خطوات رئيسية:

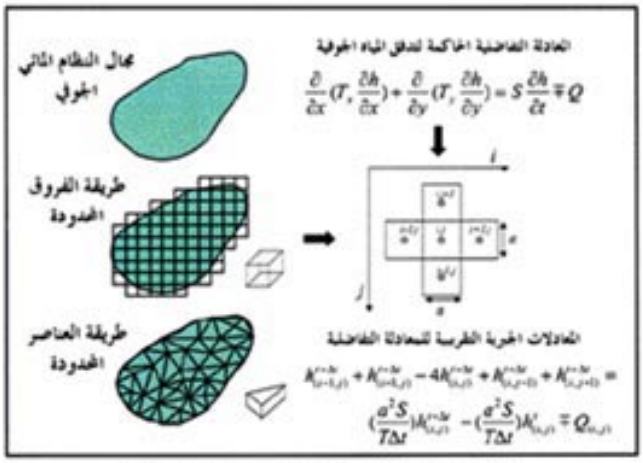
1) تجميع البيانات والتصور المبدئي للنظام المائي محل الدراسة.
2) تجهيز بيانات النموذج وإدخال البيانات
3) بناء النموذج (المطابقة التاريخية واختبارات الحساسية)
4) التنبؤ
5) تدقيق النموذج.

وتهدف الخطوات الثلاث الأولى إلى بناء نموذج رياضي يستطيع أن يحاكي سلوك النظام الطبيعي الفعلي إلى أقرب الحدود، في حين تهدف المرحلة الرابعة، التنبؤ، إلى تقدير وحساب أداء النظام المائي تحت مختلف المخططات التطويرية/الإدارية لهذا النظام واختيار الأمثل منها لضمان تعظيم استثماره واستدامته. أما المرحلة الخامسة، فيتم فيها مراجعة نتائج النموذج التي تم الحصول عليها بعد تطبيق الخطط التطويرية/الإدارية مدة زمنية معينة، عادة 3-5سنوات، عن طريق مراقبة أدائه ومقارنة المشاهدات الحقلية التي تم الحصول عليها خلال هذه المدة مع الحسابات التي تم التنبؤ بها بواسطة النموذج لنفس الفترة الزمنية. وبناء على نتائج هذه المقارنة يتم تعديل مدخلات النموذج الذي تم بناؤه مرة أخرى لزيادة مطابقته للنظام الفعلي، ومن ثم استخدامه بشكل أكثر دقة لتنمية وإدارة النظام المائي الجوفي بشكل مستمر للمراحل المقبلة.

دور رائد

تؤدي النماذج الرياضية الرقمية لمحاكاة المياه الجوفية دوراً متزايداً في تنمية وإدارة وتخطيط موارد المياه الجوفية منذ تطويرها في منتصف الخمسينات، وقد أصبحت حالياً جزءاً أساسياً لا غنى عنه في مساندة عملية اتخاذ القرار في مجالات تزويد المياه ونوعيتها واقتصاديات تنميتها. وتكمن أهمية هذه النماذج في أنها تستطيع التنبؤ بسلوك المياه الجوفية كمياً ونوعياً عند تعريضها للضغوط والإجهادات المستقبلية إضافة إلى إمكانية استخدامها لتوضيح أسباب سلوك الخزانات للإجهادات والضغوط السابقة.

وفي المناطق الصحراوية والجافة تكتسب نماذج محاكاة المياه الجوفية أهمية خاصة حيث تمثل المياه الجوفية الجزء الأهم والأكبر في الدورة الهيدرولوجية واعتماد العديد من الدول الواقعة في تلك المناطق عليها بشكل رئيسي في تلبية متطلباتها المائية. ومع هذا الاعتماد على المياه الجوفية فإن فهمنا لسلوك أنظمتها عليه أن يزداد وثيق تنميتها وإدارتها عليها أن تكون مبنية على أسس ومبادئ علمية سليمة ومبتكرة ومدعمة بتقنيات وأدوات علمية حديثة. وحالياً تمثل نماذج المحاكاة أفضل الأدوات لدراسة المشكلات الهيدروجيولوجية المتعلقة بتنمية وإدارة هذه الموارد ويمكنها حينما تم بناؤها بشكل صحيح أن تزيد من فهمنا لها وبالتالي كيفية إدارتها.



شكل ٢. طرق التقريب الرقمية لنماذج تدفق المياه الجوفية

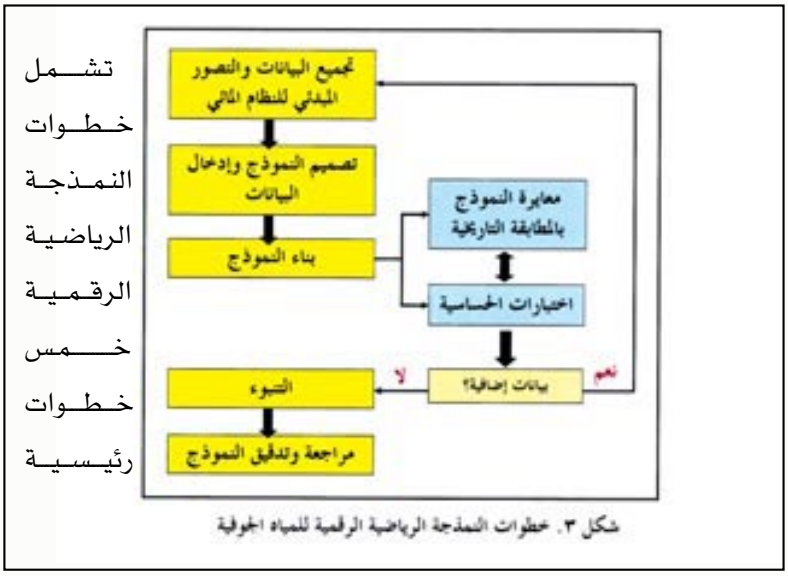
تؤدي النماذج الرياضية الرقمية لمحاكاة المياه الجوفية دوراً متزايداً في تنمية وإدارة وتخطيط موارد المياه الجوفية منذ تطويرها في منتصف الخمسينات وقد أصبحت حالياً جزءاً أساسياً لا غنى عنه في مساندة عملية اتخاذ القرار في مجالات تزويد المياه ونوعيتها واقتصاديات تنميتها.

وهناك العديد من التطبيقات لنماذج المحاكاة الرياضية في تنمية وإدارة موارد المياه الجوفية واستخدامها للإجابة عن تساؤلات عديدة في هذا المجال مثل: كيفية تطوير حقول السحب لتعظيم العائد الاقتصادي لها، وكيفية تصميم أفضل مخطط مكاني لتوزيع آبار السحب وعمق نطاق السحب بحيث يتم تقليل التداخل بينها؛ تقييم تصرف الخزان المائي الجوفي الغير لما تم التنبؤ به؛ ما هي منيعة ونوع المعلومات الحقلية المطلوبة، وما هي المعاملات الهيدروليكية الرئيسية المطلوب قياسها؛ من أي جزء من الخزان الجوفي تأتي المياه المسحوبة من الآبار؛ ما هي كفاءة نظام التغذية الصناعية والمخططات الإدارية الأخرى لمكافحة غزو مياه البحر للخزان؛ تحديد مناطق حماية الآبار البلدية (حرم الآبار) من التلوث بمسبب الأنشطة السطحية؛ تفسير البيانات الكيميائية التي تم الحصول عليها من الحقل وتاريخ انتقالها ومصادرها؛ والتنبؤ بتوزيع تركيز الملوثات بالخزان الجوفي مكانياً وزمانياً وتقدير مدى كفاءة الإجراءات العلاجية التي تم تصميمها لتنظيف الخزان من هذه الملوثات.

أنواع نماذج المياه الجوفية

تعرف نماذج محاكاة المياه الجوفية Groundwater Simulation Models أي نظام صناعي يمكنه مطابقة وتمثيل السلوك الديناميكي الطبيعي للنظام المائي الجوفي، وتعرف عملية المحاكاة بعملية تشغيل هذا النموذج والحصول على نتائجه والتعامل معها (Prickett, 1979) ويمكن تقسيم هذه النماذج إلى أربعة أقسام عامة بناء على العمليات الهيدرولوجية الطبيعية التي تمثلها (Mercer and Faust, 1981، الشكل ١)، وهي: نماذج تدفق المياه الجوفية Flow Models، ونماذج انتقال الملوثات بالمياه الجوفية Contaminant Transport Models، ونماذج انتقال الحرارة في المياه الجوفية Heat Transport Models، ونماذج تشوه الخزانات الجوفية Deformation Models. ومن أكثر النماذج استخداماً في حقل دراسة المياه الجوفية هي النماذج التي تصف تدفق المياه الجوفية وانتقال الملوثات فيها، والأولى تستخدم لمحاكاة

الجوانب المتعلقة بتزويد المياه مثل اتجاهات ومعدلات حركة المياه الجوفية، والتغيرات في المستويات المائية جراء عمليات السحب أو التغذية، والتفاعل بين المياه الجوفية والسطحية، والتداخل بين الآبار المنتجة للمياه، ....، وتكون هذه النماذج مبنية على معادلة واحدة تصف المستوى البيزومتري بالخزان المائي الجوفي في البعدين الزماني والمكاني. أما نماذج انتقال الملوثات بالمياه الجوفية، فكما يدل اسمها، فإنها بمشكلات تلوث المياه الجوفية وحركة الملوثات فيها، وتكون هذه النماذج مبنية على معادلة إضافية للمعادلة التي تصف توزيع المستوى البيزومتري، وتصف هذه المعادلة تركيز العنصر أو المركب الكيميائي تحت الدراسة وانتقاله مع حركة المياه في البعدين الزماني والمكاني والعمليات الكيميائية التي قد تطرأ عليه أثناء ذلك.



شكل ٣. خطوات النمذجة الرياضية الرقمية للمياه الجوفية

تعرف نماذج محاكاة المياه الجوفية Groundwater Simulation Models بأنها أي نظام صناعي يمكنه مطابقة وتمثيل السلوك الديناميكي الطبيعي للنظام المائي الجوفي، وتعرف عملية المحاكاة بعملية تشغيل هذا النموذج والحصول على نتائجه والتعامل معها

نماذج انتقال الحرارة بالمياه الجوفية

أما بالنسبة لنماذج انتقال الحرارة بالمياه الجوفية فتستخدم في دراسات انتقال الحرارة من المياه الجوفية العميقة الحارة المستخدمة مثلاً كمصدر للطاقة، وسعة التخزين الحراري في الخزانات الجوفية، والمشكلات الحرارية المصاحبة لتخزين نفايات المواد المشعة في باطن الأرض، في حين تستخدم نماذج تشوه الخزان المائي الجوفي، وتسمى بنماذج الانخفاض، لدراسة مشكلات انخفاض السطح الأرضي الناتج من السحب المفرط للخزانات الجوفية المحصورة والتي تحدث بسبب تقليل الضغط المائي بشكل كبير في هذه الخزانات مسبب تضاغط الحبيبات فيها وتقليل مساميتها مؤدياً في نهاية الأمر إلى انخفاض سطح الأرض الواقع أعلى الخزان ومسبب مشكلات جيو-تقنية عديدة إضافة إلى تقليل سعة التخزين للنظام المائي (مثل مدينة مكسيكو = 8 أمتار، هيوستن = 4 أمتار).

تاريخياً تدرجت النماذج التي تحاكي تدفق المياه الجوفية من نماذج مادية Physical Models إلى النماذج النظيرة Analog Models، وأخيراً إلى النماذج الرياضية Mathematical Models، موضوع هذه المقالة. وتحتوي هذه النماذج على معادلات تفاضلية جزئية Partial Differential Equations تحكم حركة المياه في الأوساط الجيولوجية، وبإضافة الشروط الابتدائية والشروط الحدودية المناسبة للمنطقة تحت الدراسة يمكننا أن نحسب توزيع المستويات البيزومترية لهذه المنطقة. كما تنقسم النماذج الرياضية إلى قسمين رئيسيين: تحليلية ورقمية. ومن أمثلة النماذج الرياضية التحليلية التي تصف توزيع المستويات البيزومترية في المياه الجوفية معادلة "ثايم" للتدفق المستقر، ومعادلة "ثايس" للتدفق غير المستقر في الخزان المحصور، ومعادلة "نيومان" للتدفق غير المستقر في الخزان غير المحصور، ومعادلة "حنتوش" للتدفق غير المستقر للخزان شبه المحصور،... ألخ. إلا أن إحدى أهم سلبيات هذه النماذج هي الافتراضات العديدة المستخدمة لاشتقاق معادلاتها التحليلية من المعادلة التفاضلية العامة، ومن أهمها افتراضها بأن الخزان الجوفي متجانس في خواصه الهيدروليكية (معاملاً الناقلية والتخزين)، إذ إن في الواقع العملي قلما تكون هذه الخواص متجانسة. وبالرغم من العديد من التعديلات والتحويرات التي يمكن إضافتها لهذه المعادلات لوصف أنظمة المياه الجوفية التي لا تنطبق عليها افتراضاتها المستخدمة في اشتقاقها، فإنه لا يمكن استخدامها بسهولة ودقة لوصف الأنظمة الهيدروجيولوجية المعقدة للمياه الجوفية.

وفي المقابل، للحالات التي يكون فيها النظام المائي الجوفي غير متجانس ويتسم بدرجة عالية التعقيد (من حيث تغير الشروط الحدودية وتعدد الطبقات واختلاف معدلات التصريف والتغذية مكانياً وزمانياً) يتم استخدام النماذج الرقمية، والتي يتم فيها تقريب المعادلة التفاضلية الجزئية رقمياً باستخدام تقنيات التحليل الرقمية Numerical Analysis Techniques، مثل طريقة الفروق المحدودة Finite Difference Method أو طريقة العناصر المحدودة Finite Element Method(الشكل٢).

في هذه الطرق التقريبية يتم تقسيم مجال الخزان الجوفي إلى شبكة من الخلايا الصغيرة واستبدال المعادلة التفاضلية المتصلة التي تصف المستوى البيزومتري في كل مكان من المجال تحت الدراسة إلى عدد من المعادلات الجبرية تصف المستوى البيزومتري عند هذه الخلايا. ويتم التعامل مع عدم تجانس المعاملات الهيدروليكية في الخزان بتغيير هذه المعاملات في كل خلية من هذه الخلايا وتحديد المتغيرات الهيدروجيولوجية الأخرى بالخزان كالتصريف والتغذية والشروط الحدودية في داخل هذه الخلايا. وعادة ما يكون الناتج من هذه الطرق عدداً كبيراً من المعادلات الجبرية التي يتم حلها عن طريق المصفوفات باستخدام الحاسوب.

خطوات النمذجة

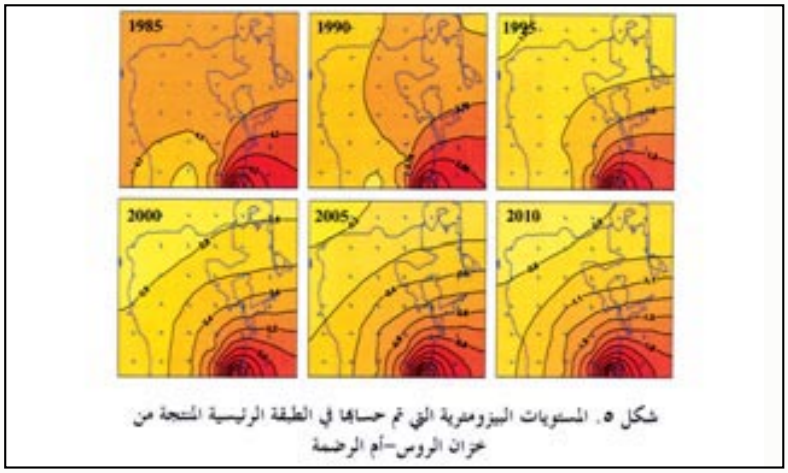
تشمل خطوات النمذجة الرياضية الرقمية خمسة خطوات رئيسية، كما هو مبين في الشكل 3.

الخطوة الأولى في بناء النموذج الرياضي لنظام مائي هي فهم السلوك والتصرف الطبيعي له، وتحديد العلاقات بين المؤثر والأثر المترتب عليه في النظام المائي وتصور النموذج المبدئي له. وفي هذه المرحلة يتم التحديد المبدئي لحدود منطقة النظام المائي الجوفي المراد دراسته سواء كانت طبيعية (مثل حدود الطبقة الجيولوجية المنفذة، حد عازل لتدفق المياه، حد مائي كبير نسبياً، ...) أو غير طبيعية (مثل منطقة صغيرة من خزان إقليمي، أو حدود سياسية غير طبيعية بين دول مشتركة بالخزان الجوفي)، ومن ثم تجمع البيانات الهيدرولوجية اللازمة للنظام المائي الجوفي في هذه المنطقة، وتشمل المعاملات الهيدروليكية للطبقة الجيولوجية (معامل الناقلية، أو معامل التوصيل الهيدروليكي وسمك الطبقات المائية، ومعامل التخزين، ...)، وتحديد معدلات المياه الخارجة من المنطقة (أي التصريف ويشمل آبار السحب، والتدفق الأفقي إلى خارج المنطقة، والبخر-نتح، العيون الطبيعية، ...) ومعدلات المياه الداخلة إلى المنطقة (أي التغذية وتشمل التغذية بواسطة الأمطار أو الآبار أو السدود، والتدفق الأفقي إلى المنطقة، ...) مكانياً وزمانياً. كما تشمل بيانات المراقبة للمستويات البيزومترية كمتغير يصف حالة الخزان المائي خلال الفترات السابقة ومواقع قياسها فيه. وفي الكثير من الأحيان لا يتوافر العديد من هذه البيانات بشكل متكامل، لذا يتم تقديرها مبدئياً على أن يتم الحصول على قيمها بشكل أفضل بواسطة معايرة النموذج، أو وضع برامج لقياسها حقلياً.

ومن البيانات المتوافرة يمكن تصور وفهم وضعية الخزان ودراسة موازنته المائية وربطها بالمستويات البيزومترية وتحديد الفترات التي كان فيها النظام المائي في وضع الاتزان (الداخل = الخارج مسبباً ثبات المستويات البيزومترية في الخزان المائي الجوفي مع الوقت) وفترات عدم الاستقرار (الداخل -الخارج تغير المستويات البيزومترية).

تصميم الشبكة

وحينما يتم تحديد حدود الخزان ووضع التصور المبدئي له يتم تصميم شبكة من خلايا صغيرة نسبياً، ويفترض أن تكون الخواص الهيدروليكية متماثلة في كل واحدة منها. ويتم تمثيل المستوى البيزومتري في الخزان الجوفي عند النقاط الواقعة في منتصف الخلايا عند استخدام طريقة الفروق المحدودة (الخلايا المستطيلة) أو عند النقاط



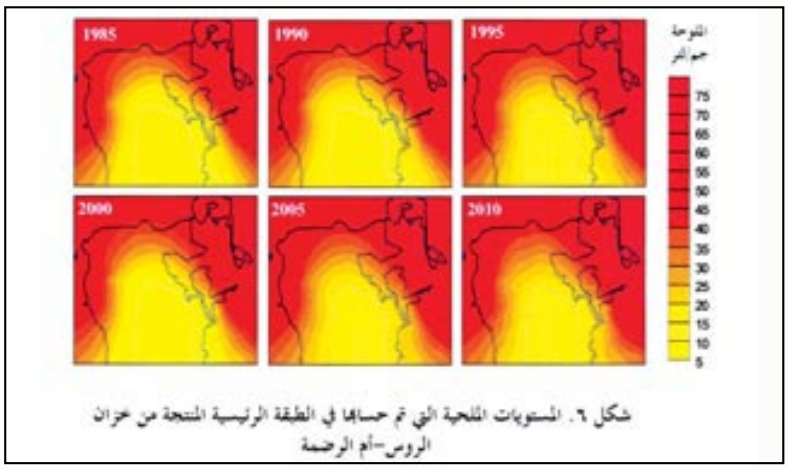
شكل ٥. المستويات البيزومترية التي تم حسابها في الطبقة الرئيسية الناتجة من خزان الروس-أم الرضمة

يبين الشكل (5) المستويات البيزومترية للمياه الجوفية في الخزان التي تم حسابها بواسطة النموذج الرياضي، وتشمل مرحلة المعايرة بالمطابقة التاريخية (1985-2000) ومرحلة التنبؤ.

الثلاث المكونة للخلية عند استخدام طريقة العناصر المحدودة (الخلايا المثلثة)، كما هو مبين في الشكل 2 .

وفي حالة نماذج التدفق، يتم في كل خلية من هذه الخلايا تعريف معاملات الخزان الجوفي (مثل معاملي الناقلية والتخزين) والشروط الابتدائية (المستوى البيزومتري الابتدائي)، وفي حالة تمثيل أكثر من طبقة (معامل التوصيل الهيدروليكي في الاتجاه الرأسي)، كما يتم تحديد معدلات التصريف والتغذية وتعريف الشروط الحدودية في الخزان المائي بحسب مواقعها في هذه الخلايا.

أما في حالة نماذج الملوثات، فإضافة إلى المعلومات السابقة، يتم تعريف خواص الانتشار في الخزان (معامل الانتشار الهيدرو-ديناميكي) والخواص المؤدية لتخفيف تركيز المادة الكيميائية التي يتم نمذجتها من حيث معدل ادمصاصها في صخور الخزان (يتم حسابه في المعمل ويعتمد على المركب الكيميائي ونوعية صخور الخزان المائي)، ومعدل انحلالها الحيوي (معدل نصف العمر)، وتحديد العلاقات الكيميائية لتحولها من مادة لأخرى. كما يتم تعريف الشروط الابتدائية (تركيزها الأصلي في الخزان المائي) وشروطها الحدودية (مصادر مستمرة لدخول الملوث للمنطقة أو الخروج منها)، وتحديد مواقع ومعدلات دخولها في الخزان المائي وخروجها منه في خلايا الشبكة الرقمية التي تم تصميمها.



شكل ٦. المستويات الملحية التي تم حسابها في الطبقة الرئيسية المنتجة من خزان الروس-أم الرضمة

يبين الشكل (6) المستويات الملحية التي تم حسابها في الطبقة الرئيسية المنتجة من الخزان وتبين نضوب عدسة المياه شبه المالحة مع الزمن.

ويتم استخدام هذه القيم الابتدائية لتشغيل النموذج الرياضي في مراحله الأولى، ويتم تحديثها وتعديلها في المرحلة الثالثة من بناء النموذج. ويقوم النموذج بحساب المستوى البيزومتري عند كل خلية من الخلايا التي تم تصميمها لتغطي في مجملها المجال الكلي للنظام المائي تحت الدراسة، ويتم حسابها لفترات زمنية متقاربة تمثل في مجموعها الزمن الكلي المراد محاكاته. وفي حالة نماذج الملوثات تشمل الحسابات تركيز المركب الكيميائي في كل خلية من خلايا الشبكة للفترات الزمنية المطلوبة.

مرحلة بناء النموذج

وتهدف المرحلة الثالثة (مرحلة بناء النموذج) إلى تطوير نموذج رقمي يطابق أو "يحاكي" السلوك الطبيعي الفعلي للنظام المائي إلى أقرب الحدود باستخدام المطابقة التاريخية، حيث يتم فيها إعادة بناء الداخل (التغذية) والخارج (آبار السحب والعيون الطبيعية، التبخر والنتح، ..) من النظام الطبيعي تحت الدراسة في الزمان والمكان بالنموذج وتشغيله، ومقارنة المستويات البيزومترية الناتجة من النموذج بتلك التي تم مشاهدتها في الحقل لنفس الفترات الزمنية. وفي حالة نماذج انتقال الملوثات، وإضافة إلى الخطوة السابقة في نماذج التدفق، يتم مقارنة تراكيز المستويات البيزومترية الناتجة من النموذج بتلك التي تم مشاهدتها في الحقل لنفس الفترات الزمنية. واعتمادا على مدى تقارب الحل مع المشاهدات الحقلية يتم تعديل المعاملات الهيدروليكية التي تم إدخالها بالنموذج إلى أن يتم الحصول على درجة معقولة من المقارنة بين مخرجات النموذج والمشاهدات الحقلية.

مرحلة اختبارية

وعادة ما يسبق هذه العملية مرحلة اختبار حساسية النموذج للمعاملات الهيدروليكية المستخدمة في تشغيله، وفيها يتم تحليل وقياس مدى حساسية مخرجات النموذج لكل معامل هيدروليكي تم إدخاله بالنموذج، وخصوصاً تلك المعاملات التي لاتتوافر لها بيانات حقلية جيدة وتحمل قيمها مقدار ثقة منخفضا، بحيث يتم تغيير هذا المعامل بالزيادة والنقصان في المدى المحتمل له وضمن المشاهدات الحقلية مع تثبيت المعاملات الأخرى وتشغيل النموذج وقياس مدى تأثيره على مخرجاته (عادة المستوى البيزومتري أو تركيز الملوث ولكن في بعض الأحيان يمكن إضافة مخرجات أخرى مثل معدلات التدفق إذا تم قياسها أو معرفتها حقلياً). وبعد ذلك

يتم حصر المعاملات الهيدروليكية التي تؤثر بشكل كبير نسبياً في مخرجات النموذج، وتمثل في مجموعها البيانات الإضافية المطلوب توافرها للحصول على مقدار ثقة أكبر لمخرجات النموذج. وفي كلتا الحالتين، سواء تم الحصول على هذه البيانات الإضافية المطلوبة عن طريق قياسها حقلياً أو تعذر ذلك، يتم التركيز على هذه المعاملات في مرحلة المعايرة إلى أن يتم الحصول على قيم معقولة لها وتنتج مخرجات قريبة نسبياً للمشاهدات الحقلية.

في الماضي كانت عملية المعايرة بالمطابقة التاريخية تتم بطريقة التجربة والخطأ، أي تعديل قيم المعاملات الهيدروليكية ومراقبة تأثير ذلك في حسابات النموذج للمستوى البيزومتري إلى أن يتم الحصول على قيم قريبة من المشاهدات الحقلية. وعادة ما تستغرق هذه العملية وقتاً طويلاً ونتائجها في معظم الأحيان غير موضوعيةإذ إنها تعتمد بشكل كبير على خبرة محلل النموذج. وحالياً تم تقليل الجهد المبذول في هذه المرحلة بشكل كبير نسبياً مع زيادة موضوعية نتائج هذه المرحلة باستخدام التقنيات الآلية لتقدير المعاملات والمتغيرات الهيدروجيولوجية، حيث يتم الحصول على أفضل قيمة للمعاملات الهيدروليكية التي تعطي قيماً قريبة من المشاهدات الحقلية آلياً بواسطة برامج مضافة للنموذج الرياضي نفسه.

شكل ٧. حسابات النموذج الرياضي للموحة المياه المنتجة من حقل السحب

يمثل الشكل (7) حسابات النموذج للموحة المياه المنتجة من حقل السحب، التاريخية والمتوقعة، والتي من المتوقع أن تصل إلى نحو 16.5 جم/لتر بحلول العام 2010، ولقد تم إضافة 5 سنوات أخرى لمرحلة التنبؤ لضمان عدم حصول زيادة مفاجئة في مستوى الأملاح بعد فترة التنبؤ المطلوبة.

استخدام النموذج

بعد الحصول على نموذج "معاير" تاريخياً ومقدار ثقة مناسب لمخرجاته، يمكن استخدام النموذج للتنبؤ بسلوك الخزان المستقبلي تحت مختلف الخطط والبرامج المستقبلية لاستثماره. وتهدف هذه المرحلة إلى حساب وقياس أداء الخزان تحت هذه السيناريوهات المقترحة. ولما كان تطوير الخزان المائي واستثماره مرة واحدة وبتكلفة عالية نسبياً أو ممكنا عمليا، فإنه يمكن تشغيل النموذج عدة مرات وبتكلفة قليلة نسبياً وفي وقت قصير جداً ومراقبة أداء النموذج تحت مختلف سيناريوهات التطوير والإدارة المقترحة للخزان المائي، ومن ثم اختيار أفضل وأمثل الخيارات التشغيلية له من دون تعريضه للخطر، مثل تصميم حقول آبار السحب، والتنبؤ بالمستويات البيزومترية جراء السحب، وتأثير مناطق سحب على أخرى، وحساب الموازنة المائية للخزان.

وفي حالة نماذج انتقال الملوثات يمكن استخدامها لتحليل العلاقة بين مستوى السحب وتداخل مياه البحر أو المياه المالحة العميقة، أو تقييم كفاءة نظام التغذية الصناعية والمخططات الإدارية الأخرى لمكافحة غزو مياه البحر للخزان، أو تحديد مناطق حماية الآبار البلدية (حرم الآبار) من التلوث بسبب الأنشطة السطحية، أو تفسير البيانات الكيميائية التي تم الحصول عليها من الحقل وتاريخ انتقالها ومصادرها، أو التنبؤ بتوزيع تركيز الملوثات في الخزان الجوفي مكانياً وزمانياً وتقدير مدى كفاءة الإجراءات العلاجية التي تم تصميمها لتنظيف الخزان من هذه الملوثات.

أما المرحلة الخامسة، مرحلة تدقيق النموذج، فيتم فيها مراجعة نتائج النموذج التي تم الحصول عليها بعد تطبيق الخطط التطويرية/الإدارية لمدة زمنية معينة، عادة 3-5 سنوات، عن طريق مقارنة المشاهدات الحقلية التي تم الحصول عليها خلال هذه الفترة بالحسابات التي تم التنبؤ بها بواسطة النموذج لنفس المدة الزمنية. وبناء على نتائج هذه المقارنة يتم تعديل مدخلات النموذج الذي تم بناؤه مرة أخرى لزيادة مطابقته للنظام الفعلي، ومن ثم استخدامه بشكل أكثر دقة كأداة لتقييم خطط تنمية وإدارة النظام المائي الجوفي المستقبلية. وللأسف، فإنه بالرغم من الجهد المبذول للحصول على هذه الأداة وأهميتها المستقبلية، فإن الكثير من الدراسات تغفل هذه المرحلة المهمة، ويتم التعامل مع دراسة النمذجة على أنها مشروع محدودة بفترة زمنية معينة تنتهي بنهاية مرحلة

التنبؤ، في حين أنها في الواقع عملية مستمرة.

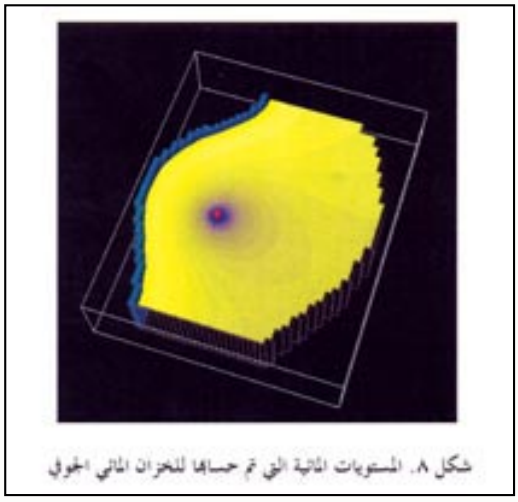
سوء استخدام نماذج المحاكاة

كما ذكر سابقاً، فإن نماذج المحاكاة الرياضية ما هي إلا عبارة عن أداة مساعدة لتنمية وإدارة الموارد المائية الجوفية، ويجب أخذ الحذر من سوء استخدام هذه النماذج، والتي من أكثرها شيوعاً الاستخدام غير المناسب لها

overkill، أي تطبيق نموذج رياضي بدرجة عالية من التفاصيل لا تتناسب مع طبيعة المشكلة التي يتم دراستها، مثل استخدام حجم صغير جداً من الخلايا (وبالتالي عدد كبير منها) لتمثيل مجال الخزان المائي الجوفي لا يتناسب والمعلومات الهيدروليكية المتاحة للخزان، أو تمثيل الخزان الجوفي ثلاثياً (أي إدخال البعد الرأسي) لخزان جوفي قليل السمك أو متجانس في البعد الرأسي. لذا يجب أولاً تقييم درجة تعقيد المشكلة، والبيانات والمعلومات المتاحة، والهدف من التحليل، ومن ثم تحديد المنهج المطلوب لحل المشكلة. وكقاعدة عامة يفضل أن يتم البدء بنموذج مبسط وبتوصيف عام للنظام المائي لمنطقة الدراسة ومن ثم تحسين هذا النموذج وزيادة التفاصيل فيه تدريجياً إلى يتم الوصول إلى التقييم المطلوب لأداء الخزان.

ومن الأمور الأخرى هي استخدام النموذج في التنبوء بشكل غير مناسب إذ إن عملية معايرة النموذج بالمطابقة التاريخية تعتمد على مجموعة معينة من الظروف الحقلية للمدة الزمنية المستخدمة ومن الممكن أن تتغير في المستقبل خلال مرحلة التنبؤ المستقبلي، فمثلاً قد يكون الخزان محصوراً في مرحلة المعايرة ولكنه في مرحلة قريبة للتحول إلى خزان غير محصور بسبب انخفاض المستوى البيزومتري إلى مستويات قريبة من المستوى السفلي للطبقة الحاصرة له، لذا فإن استخدام النموذج المحصور للتنبؤ سيؤدي إلى نتائج خاطئة بسبب تغير المعاملات الهيدروليكية له (معاملا الناقلية والتخزين). كما أن النماذج الرياضية للمياه الجوفية، بخلاف نماذج المياه السطحية، تتعامل مع الجزء الواقع تحت السطح والذي يحتوي على العديد من العوامل والمتغيرات غير المعروفة والتي قد تؤثر في نتائجها سواء بسبب عدم فهمنا لها أو بسبب قلة المعلومات عنها. لذا فإنه بشكل عام، يجب عدم التنبوء بمدد زمنية تزيد على ضعفي المدة الزمنية التي تم استخدامها لمعايرة النموذج بالمطابقة التاريخية، وفقط عندما تكون ظروف السحب مشابهة للظروف السابقة، والإمعان في تحليل نتائج مرحلة التنبؤ قبل القبول بها.

والنقطة الأخيرة قد تكون أحد أسوأ استخدامات النماذج، أي الإيمان المطلق بنتائج النموذج وحساباته التي قد تتناقض مع البديهيات الهيدروجيولوجية والتي تنتج عادة من أخطاء في إدخال البيانات، أو في التطبيق غير المناسب للنموذج على مشكلة لا تتناسب حيثياتها مع افتراضاته، ومن دون الفهم المبدئي للنظام المائي الجوفي بشكل عام قد تكون دراسة المحاكاة لهذا النظام بلا معنى ومضيعة للوقت والمال والجهد.



شكل ٨. المستويات المائية التي تم حسابها للخزان المائي الجوفي

يبين الشكل (8) المستويات المائية للخزان المحسوبة من قبل النموذج الرياضي

أمثلة تطبيقية

أ) نمذجة الخزان المائي الجوفي الساحلي في إمارة الفجيرة، الإمارات العربية المتحدة (الاسكوا، 2001)

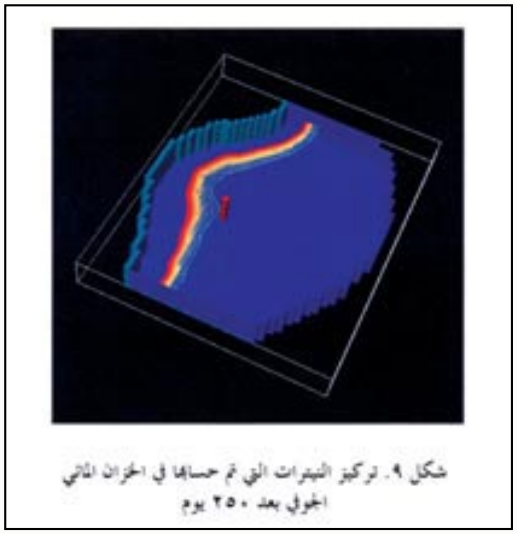
في العديد من الدول العربية يتم الحصول على المياه العذبة لتزويد المناطق الحضرية ومن خزانات مائية جوفية ساحلية، وأصبح غزو مياه البحر لهذه الخزانات إحدى المشكلات الرئيسية لاستثمارها، إذ إن زيادة السحب من الخزان لتلبية الطلب المتزايد أدت إلى تقدم الواجهة الملحية إلى داخل الخزان واختلاط مياه البحر بالمياه العذبة مسببةً تدني نوعيتها. وتم استخدام نموذج رياضي رقمي لدراسة مشكلة غزو مياه البحر في الخزان المائي الساحلي بإمارة الفجيرة، الإمارات العربية المتحدة، لتقييم الخيارات الإدارية المقترحة لمجابهة هذه الظاهرة. ولقد بينت دراسة النموذج أنه بالرغم من وجود سد لتجميع مياه الأمطار وتغذية الخزان الجوفي فإن معدل التغذية من السد غير كاف لمنع غزو مياه البحر للخزان بسبب السحب المفرط له. ويمثل الشكل (4) توزيع نسبة الملوحة في الخزان التي تم حسابها بواسطة النموذج الرياضي بعد 20 سنة من دون اتخاذ أي إجراءات إدارية علاجية، ويمكن ملاحظة تأثير حقول السحب على زيادة نسبة الملوحة أسفلها.

ب) نمذجة خزان الروس-أم الرضمة في مملكة البحرين (الزباري، 2002)

يوجد خزان الروس-أم الرضمة في جزيرة البحرين على هيئة عدسة محدودة الاتساع غير متجددة، ويحتوي على مياه جوفية شبه مالحة (5-15 جم/لتر) ويحدها من الأسفل مياه عالية الملوحة تصل ملوحتها إلى أكثر من 100 جم/لتر. وتعتمد مملكة البحرين على هذا الخزان في تزويد محطة تحلية تستخدم تقنية التناضح العكسي ومصممة لاستقبال مياه لا تزيد ملوحتها على 20 جم/لتر وبعمر اقتصادي يصل إلى 25 سنة. ويتم تغذية المحطة بواسطة حقل سحب يقع في المنطقة الشرقية من جزيرة البحرين بدأ تشغيله في أواخر العام 1984 ومن المتوقع أن تنضب مياه العدسة شبه المالحة مع استمرار السحب وأن تصل ملوحتها إلى نسب مقاربة لملوحة مياه البحر أو أكثر.

وبسبب الطلب المتزايد على المياه البلدية في البحرين يعتزم المسؤولون عن المياه فيها زيادة سعة الإنتاج الحالية للمحطة عن طريق إضافة وحدتي تناضح عكسي للوحدات الثماني الحالية في المحطة كأفضل خيار وذلك بناءً على نتائج دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية. وسيتطلب ذلك زيادة معدل السحب من الحقل المغذي للمحطة عن طريق حفر أربع آبار إضافية لرفع إنتاجية الحقل من 25 مليون متر مكعب في السنة إلى 34 مليون متر مكعب في السنة. ولكن قد يؤدي ذلك إلى زيادة ملوحة المياه المنتجة إلى أعلى من 20 جم/لتر، الأمر الذي يتعارض مع تصميم محطة التحلية. وبمعنى آخر، فإن الهدف الإداري الرئيسي لاستثمار الخزان تحت الخطة المقترحة هو ضمان استدامة الخزان في تغذية محطة التحلية بمياه لاتزيد ملوحتها على 20 جم/لتر ولمدة زمنية تصل إلى 25 سنة (1985-2010) تمثل العمر الاقتصادي للمحطة.

لذا، فإنه من الضروري إجراء تقييم مستقبلي لملوحة المياه المنتجة من الحقل قبل البدء في الاستثمارات المتعلقة بتوسعة المحطة وزيادة الطاقة الإنتاجية لحقل السحب المغذي لها والنظر في مدى تحقيقها للشروط الإدارية المذكورة آنفاً. وللمساعدة على إجراء هذا التقييم تم بناء نموذج رياضي رقمي ليحاكي حركة المياه في خزان الروس-أم الرضمة وانتقال المياه المالحة فيه، وتم استخدام النموذج للتنبؤ بملوحة المياه المنتجة من حقل السحب عند زيادة طاقته الإنتاجية في الفترة 2002 -2010 ويبين الشكل (5) المستويات البيزومترية للمياه الجوفية في الخزان التي تم حسابها بواسطة النموذج الرياضي، وتشمل مرحلة المعايرة بالمطابقة التاريخية (1985-2000) ومرحلة التنبؤ (2001-2010)، في حين يبين الشكل (6) المستويات الملحية التي تم حسابها في الطبقة الرئيسية المنتجة من الخزان وتبين نضوب عدسة المياه شبه المالحة مع الزمن. ويمثل الشكل (7) حسابات النموذج لملوحة المياه المنتجة من حقل السحب، التاريخية والمتوقعة، والتي من المتوقع أن تصل إلى نحو 16.5 جم/لتر بحلول العام 2010، ولقد تم إضافة 5 سنوات أخرى لمرحلة التنبؤ لضمان عدم حصول زيادة مفاجئة في مستوى الأملاح بعد فترة التنبؤ المطلوبة.



شكل ٩. تركيز النيترات التي تم حسابها في الخزان المائي الجوفي بعد ٢٥٠ يوم

يبين الشكل (9) تركيز النيترات بعد 120 يوما، الزمن الذي استغرقه الملوث لوصوله إلى حقل آبار السحب.

جـ) نمذجة تلوث المياه السطحية وتأثيرها في مياه الشرب البلدية في العراق (الزباري، 2005)

تتعرض المياه السطحية في العراق للتلوث بواسطة مياه الصرف الصحي وغيرها من الملوثات البلدية والصناعية. وفي العديد من الأحيان يتم انتقال هذه الملوثات من المياه السطحية إلى حقول آبار المياه الجوفية المستخدمة لتزويد السكان بالمياه المنزلية والشرب، وذلك بسبب قرب هذه الحقول من مجاري المياه السطحية وتكوينها لمخروطات انخفاض تتقاطع والمجاري السطحية مسببة انحدار المستويات المائية من المياه السطحية في اتجاه هذه

تتعرض المياه السطحية في العراق للتلوث بواسطة مياه الصرف الصحي وغيرها من الملوثات البلدية والصناعية، وفي العديد من الأحيان يتم انتقال هذه الملوثات من المياه السطحية إلى حقول آبار المياه الجوفية المستخدمة لتزويد السكان بالمياه المنزلية والشرب

الحقول. ولقد تم بناء نموذج رياضي لدراسة انتقال النيترات من مجرى مائي سطحي متلوث إلى حقل آبار يقع بالقرب منه، ويتم استخدام مياهه المنتجة لتزويد مدينة صغيرة. وتم استخدام النموذج كأداة مساندة لاتخاذ القرار عن طريق التنبؤ بالفترة الزمنية التي سيصل فيها تركيز النيترات إلى 10 ملجم/لتر (الحد الأقصى المسموح به لتركيز النيترات في مياه الشرب) في المياه المنتجة من حقل الآبار، أي المدة التي سيتم فيها إيقاف الحقل بسبب عدم صلاحية المياه المنتجة منه للاستخدام الآدمي، أو معالجتها قبل تزويدها للسكان. ويبين الشكل (8) المستويات المائية للخزان المحسوبة من قبل النموذج الرياضي، في حين يبين الشكل (9) تركيز النيترات بعد 120 يوم، الزمن الذي استغرقه الملوث لوصوله إلى حقل آبار السحب. ويمثل الشكل (10) تركيز النيترات في المياه المنتجة بواسطة الحقل مع الزمن، والتي سيصل تركيزها إلى 10 ملجم/لتر بعد نحو 250 يوماً من بدء تلوث المياه السطحية.

شكل ١٠. تركيز النيترات في المياه المنتجة بواسطة حقل السحب

يمثل الشكل (10) تركيز النيترات في المياه المنتجة بواسطة الحقل مع الزمن، والتي سيصل تركيزها إلى 10 ملجم/لتر بعد نحو 250 يوماً من بدء تلوث المياه السطحية.

تعريف المصطلحات والتوضيحات

الخزان المائي الجوفي المحصور: عندما يحد الطبقة الحاملة للمياه من الأعلى والأسفل طبقتان غير منفذتين نسبياً للمياه، ويكون ضغط الماء أعلى من الضغط الجوي وعند حفر بئر ما فيه يرتفع الماء في هذه البئر إلى أعلى من المستوى العلوي للطبقة، أما في الخزان المائي الجوفي غير المحصور فلا توجد طبقة علوية حاصرة للمياه ويكون السطح العلوي له هو سطح الماء الحر الواقع تحت الضغط الجوي.

المستوى البيزومتري: ارتفاع مستوى سطح الماء في الخزان المائي الجوفي بالنسبة لمستوى سطح البحر (أو أي سطح أفقي مناسب آخر)، وتوزيع المستوى البيزومتري في الخزان الجوفي هو الذي يحدد اتجاهات وسرعان تدفق المياه فيه.

معامل الناقلية: هو مقياس لقدرة الخزان الجوفي على تمرير الماء خلاله تحت ظروف مستوى بيزومتري مائل، ويعرف بمعدل انتقال المياه خلال وحدة عرض من الخزان الجوفي تحت وحدة انحدار هيدروليكي، وهو حاصل ضرب معامل التوصيل الهيدروليكي في سمك الجزء المشبع بالماء من الخزان المائي الجوفي، ويعرف معامل التوصيل الهيدروليكي بمعدل حركة المياه خلال وحدة سمك من الوسط المسامي المكون للخزان تحت وحدة انحدار هيدروليكي، ويعتمد على نوع الصخر المكون للخزان وخواص الماء من حيث الكثافة واللزوجة.

معامل التخزين: هو حجم الماء الذي تعطيه وحدة مساحة من الخزان المائي الجوفي لقاء هبوط المستوى البيزومتري وحدة واحدة.

معامل الانتشار الهيدروديناميكي: هو خاصية لقياس مدى انتشار المادة الملوثة في الخزان، و يعتمد على مقدار عدم التجانس والتماثل في الخزان وسرعة التدفق ونوع الملوث نفسه.

النماذج المادية: هي نماذج فعلية مصغرة للخزان يتم تصنيعها وبناؤها في المعمل باستخدام صخور الخزان المائي ومطابقة أبعاد وسمك الخزان بنسب مصغرة للواقع الفعلي downscaling ويتم تمثيل معدلات التغذية (الأمطار، التدفق الجانبي، ...) والتصريف (آبار السحب، التبخر،..) في الخزان وقياس المستوى البيزومتري في آبار مراقبة، ومن ثم إرجاع هذه المستويات البيزومترية إلى الواقع الفعلي بحسب نسبة التصغير. وهذه النماذج موجودة حالياً في متاحف الجامعات ومراكز الأبحاث العلمية.

النماذج النظيرة: تعتمد على الاستفادة من تشابه المعادلة التفاضلية التي تحكم انتقال الحرارة في الأوساط المختلفة للمعادلة التفاضلية التي تحكم تدفق المياه الجوفية، حيث يتم مساواة المستوى البيزومتري بدرجة الحرارة، ومعامل التوصيل الهيدروليكي بمعامل التوصيل الحراري، ومعامل التخزين بالسعة الحرارية، ويتم إنشاء شبكة من الأسلاك يتم التحكم في خواص التوصيل الحرارية لها وتمثيل التغذية للخزان بوضع مصدر حراري، والتصريف من الخزان بوضع مستنزف حراري، ويتم فيها قياس درجة الحرارة عند تقاطعات هذه الأسلاك ومن ثم تحويلها لتعطي المستوى البيزومتري في الخزان.

توجد في نوعين من الحقول وتعتبر المصدر الطبيعي الرئيسي

المياه الجوفية في الكويت

المياه الجوفية أو الأرضية هي الواقعة تحت سطح الارض، وتتكون نتيجة تسرب المياه من خلال سطح التربة إلى أسفل، حيث تكون نفاذية ومسامية الصخور تحت السطحية عالية جداً بحيث تكفي لنقل المياه. والمياه تحت السطحية لا تعتبر جميعها جوفية، فالمياه الجوفية في التربة مثلاً لا تعتبر مياها جوفية مادامت المياه لا تجري بحرية إلى الآبار، والفراغات البينية بين الصخور ليست مشبعة تماماً بالماء، أما المياه الجوفية الحقيقية فهي التي توجد في منطقة التشبع حيث جميع الفراغات والمسامات بين الصخور مشبعة تماما بالمياه.

أ.د. فوزية محمد الرويح
جامعة الكويت

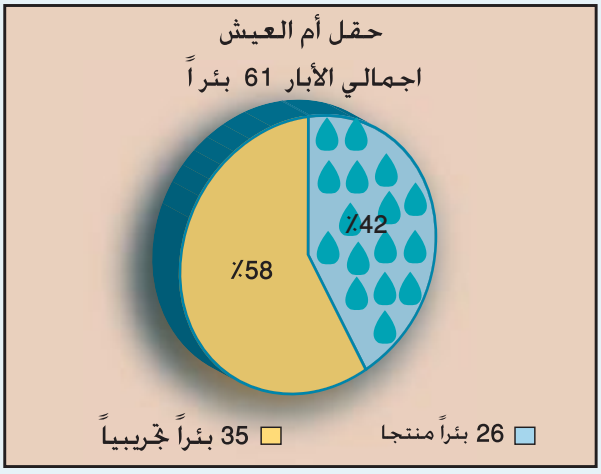
توجد المياه الجوفية في نطاقين رئيسيين هما نطاق التهوية ونطاق التشبع ويفصل بينهما مستوى المياه الجوفية. وفي نطاق التهوية توجد المياه الضحلة اما منطقة التشبع فهي تمتد من السطح العلوي لنطاق التشبع إلى سطح الطبقة الصخرية الصماء إلى أسفل.

تنقسم منطقة التهوية بدورها إلى عدة نطاقات هي:

- منطقة ماء التربة.
- المنطقة الوسطى.
- المنطقة الشعرية.

نشأة المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية جزءاً من الدورة المائية التي تشمل المياه السطحية والجوفية، كما أن جزءاً قليلاً من المياه الجوفية من مصادر أخرى قد يدخل في الدورة المائية. ومن الناحية العلمية فإن جميع المياه الارضية بصورة عامة تعود في أصلها إلى مياه الأمطار والمياه السطحية مثل مياه الأنهار والبحيرات التي تتسرب خلال شقوق التكوينات الجيولوجية، كما تحتوي بعض الصخور على نوع من المياه



تم اكتشاف حقل أم العيش في عام 1963، ويتم إنتاج المياه العذبة من تكوين الدبدبة المكون من صخور رملية وحصوية تفصلها طبقات رملية ناعمة، وطبقات طينية قليلة المسامية وأظهر التصنيف الكيميائي لمياه أم العيش أن هناك ثلاثة أنواع من المياه العذبة هي: نوع بيكربونات الكالسيوم، ونوع كلوريد الكالسيوم، ونوع كبريتات الكالسيوم

التركيب الكيميائي لحقول المياه الجوفية العذبة عام 1994

الحقل / البئر	مجموع الاملاح الذائبة ملجم/لتر	الموصلية الكهربائية مايكروموهز/سم	الصوديوم Na^+	البوتاسيوم K^+	الكالسيوم Ca^{++}	الماغنسيوم Mg^{++}	الكلور Cl^-	الكبريتات SO_4^{--}	البيكربونات HCO_3^-
الروضتين R-1	356	538	59	3.9	50	7	40	90	165
R-5	684	1078	148	4.7	68	11	119	240	158
R-6	832	1208	708	5.4	125	17	140	276	178
R-7	3224	4520	300	8.0	264	52	853	1186	98
أم العيش UM-1	1852	2420	31	6.6	293	36	396	783	91
UM-6	254	410	154	3.7	33	5	17	43	160
UM-18	740	1078	228	6.4	56	17	75	268	178
UM-48	1232	1950		8.6	63	12	232	489	

التركيب الكيميائي لحقول المياه الجوفية قليلة الملوحة

الحقل / البئر	مجموع الاملاح الذائبة ملجم/لتر	الموصلية الكهربائية مايكروموهز/سم	الصوديوم Na^+	البوتاسيوم K^+	الكالسيوم Ca^{++}	الماغنسيوم Mg^{++}	الكلور Cl^-	الكبريتات SO_4^{--}	البيكربونات HCO_3^-
الصليبية	4804	5410	583	20	525	173	1188	1834	69
الشقايا: حقل أ	4288	5480	652	15	367	108	1082	1054	99
حقل ب	2988	3610	343	14	258	129	521	1079	131
حقل جـ	3556	4170	503	13	310	133	734	1184	138
حقل د	3132	4010	708	15	345	120	633	1421	176
حقل هـ	5264	6430	822	16	513	136	1579	1345	72
ام قدير	3568	4890	539	20	326	133	1134	985	94

الأرضية تسمى «المياه المتزامنة» أو «الاحفورية» أو «المحصورة» وهي التي حُبِسَت في الطبقات الصخرية في أثناء عملية الترسيب الجيولوجي لهذه الصخور، وهي إما أن تكون مياها مالحة أو مياها عذبة، كما توجد مصادر أخرى للمياه الجوفية وهي مياه الصهير أو الحمم الناتجة من اندفاع مكونات الحمم إلى سطح الأرض، والتي تحتوي بدورها على بخار ماء، فإذا تكثف بخار الماء على أعماق كبيرة تحت سطح الارض كون مياهاً جوفية، أما إذا اندفع البخار وتكثف قريباً جداً من سطح الارض فحينئذ تسمى المياه الجوفية باسم المياه البركانية. ومن المصادر الاخرى كذلك المياه

● بئر كويتية قديمة

المتحولة، وهي المياه الناتجة من عمليات التحول التي تحدث للصخور تحت ضغط وحرارة عاليين مما يؤدي إلى تكوّن هذا النوع من المياه الذي عادة ما يتميز بارتفاع نسبة الأملاح الذائبة فيه، وهناك المياه الجديدة الناتجة من عملية الماجما أو المياه الكونية، التي لم تكن سابقا جزءا من الدورة المائية تسمى «النشطة».

المياه الجوفية في الكويت

تعتبر دولة الكويت فقيرة في مواردها المائية الطبيعية، إذ إن الأمطار القليلة التي يبلغ معدلها 155 ملم/ السنة، ونسبة التبخر العالية، لا تسمحان بتكوين المياه السطحية، التي إن وجدت يقتصر وجودها على فصل الشتاء كمياه سطحية مؤقتة، لذا فإن المصدر الرئيسي لموارد المياه الطبيعية هو المياه الجوفية، وتوجد المياه الجوفية المستغلة في دولة الكويت في طبقات مجموعة الكويت وتكوين الدمام، وتتاسب حركة المياه الجوفية من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي.. كما وجد أن مجموع الأملاح الذائبة (T.S.D) في كل من

خزان مجموعة الكويت وتكوين الدمام يزداد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي في اتجاه حركة المياه الجوفية، ويتراوح ما بين 2.500-150.000 ملجم/لتر.

حقول إنتاج المياه الجوفية

تنقسم حقول المياه الجوفية إلى قسمين رئيسيين بحسب نوعية المياه المنتجة: حقول مياه جوفية عذبة، وحقول مياه جوفية قليلة الملوحة.

أولا : حقول المياه الجوفية العذبة

توجد حقول المياه الجوفية العذبة في شمال الكويت، في تكوين الدبدبة من مجموعة الكويت، في منخفض الروضتين ومنخفض أم العيش.

حقل الروضتين

تم اكتشاف حقل الروضتين في شهر مايو 1960، وتبلغ مساحته 50 كيلومترا مربعاً وهو مستطيل الشكل، يراوح امتداده من الشرق إلى الغرب بين 4-5 كم، أما طوله فيبلغ من الشمال إلى الغرب نحو 15 كم، في حين يصل ارتفاع المنخفض إلى 38 مترا فوق سطح البحر، ويتكون الحقل من 113 بئرا منها 26 بئرا منتجة و 87 بئرا تجريبية ومراقبة، بطاقة تصميمية للحقل تبلغ 3.5 مليون جالون امبراطوري من تكوين الدبدبة المكون من صخور رملية وحصوية وتفصلها طبقات رملية ناعمة، وطبقات طينية قليلة المسامية، ويصل المجموع الكلي لسمك الطبقات المنتجة إلى 21 مترا، ويراوح مجموع الأملاح الذائبة ما بين 300 و 2000 ملجم / لتر.

ولقد لوحظ ارتفاع الملوحة في الآبار القريبة من الحد الفاصل بين المياه العذبة وقليلة الملوحة، مما أدى إلى تخفيض معدل الإنتاج من الحقل حيث تختلف درجة حرارة ملوحة المياه في الآبار حسب قربها من مركز المنخفض وعمق تلك المياه، حيث فتقل الملوحة عند مركز الحقل وتزداد مع زيادة العمق، كما استدل على أن نوعية المياه الكيميائية هي: نوع كبريتات الصوديوم، نوع بيكروبونات الكالسيوم، نوع كبريتات الكالسيوم، نوع كلوريد الصوديوم ونوع بيكربونات الصوديوم، مما يدل على أن مياه حقل الروضتين مياه عذبة، تكونت نتيجة لتجمع مياه الأمطار الغزيرة غير المنتظمة في عصر البليستوسين المطير.

حقل أم العيش

تم اكتشاف الحقل في عام 1963، ويتم إنتاج المياه العذبة من تكوين الدبدبة المكون من صخور رملية وحصوية تفصلها طبقات رملية ناعمة، وطبقات طينية قليلة المسامية، ويتكون الحقل من 61 بئرا منها 26 بئرا منتجة، و 35 بئرا تجريبية ومراقبة بطاقة تصميمية قدرها 1.5 مليون جالون امبراطوري يوميا، وتراوح ملوحة المياه الجوفية ما بين 300 و 2000 ملجم/ لتر، وهذه المياه محاطة من الجوانب ومن الأسفل بمياه عالية الملوحة، كما أظهر التصنيف الكيميائي لمياه أم العيش أن هناك ثلاثة أنواع من المياه العذبة هي: نوع بيكربونات الكالسيوم، ونوع كلوريد الكالسيوم، ونوع كبريتات الكالسيوم، كما تبين من التحاليل الكيميائية لمياه حقل أم العيش أن تركيز القلويات الأرضية «كالسيوم ومغنيسيوم» يزيد على تركيز القلويات «الصوديوم والبوتاسيوم»، وأن تركيز الأحماض القوية أكبر من تركيز الأملاح الضعيفة.

ثانيا: حقول المياه الجوفية قليلة الملوحة

توجد هذه المياه في كل من طبقات تكوين الدمام وطبقات مجموعة الكويت في النصف الجنوبي والجنوبي الغربي من دولة الكويت.

يعتبر كل من حقل الصليبية والشقايا وأم قدير اكبر الحقول إنتاجا لهذه لمياه التي تستعمل لأغراض الزراعة والخلط مع المياه المنتجة من التقطير لأغراض الشرب، وتتحرك المياه الجوفية في كل من مجموعة الكويت وتكوين الدمام بصفة عامة تحت ضغط من الاتجاه الغربي إلى الشمال الشرقي من دولة الكويت، وبصورة عامة فإن الملوحة في المناطق الغربية والجنوبية الغربية تتراوح ما بين 3000-6000 ملجم/لتر، وتزداد الملوحة تدريجيا مع ازدياد العمق في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية حيث تصل إلى أكثر من 100.000 ملجم/لتر في الطبقات السفلى من مجموعة الكويت، أما بالنسبة لملوحة تكوين الدمام فهي تتراوح بصورة عامة من 2500 ملجم/لتر في الطبقات الغربية والجنوبية الغربية، وتزداد تدريجا في الاتجاه الشمالي والشمالي الشرقي حيث تصل هناك إلى أكثر من 150.000 ملجم/لتر.

حقل الصليبية

تم اكتشاف هذا الحقل في سنة 1941، ويقع على بعد 15 كم جنوب غرب مدينة الكويت، ويتكون الحقل من 107 آبار منتجة من طبقات الدمام، يبلغ معدل طاقتها الانتاجية 1.28 × 106 جالوناً امبراطورياً يوميا، أما بالنسبة إلى ملوحة المياه الجوفية المنتجة من آبار حقل الصليبية فانها تتراوح عموما بين 4000 ملجم/لتر في الجزء الغربي من الحقل ونحو 8000 ملجم/لتر في المناطق الشرقية. ومن نتائج التحاليل الكيميائية لحقل الصليبية تبين أن هناك عدة أنواع من كبريتات الصوديوم، كما أن وجود مياه من نوع CL-MG يدل على أن أصل المياه ناتج من الترسيب في بيئة بحرية، وان وجود مياه من نوع SO4-NA يدل على أن المياه أصلها جوي، وهذا يدل على ان المياه الأصلية لتكوين الدمام

في حقل الصليبية قد تعرضت للمزج والاختلاط مع بعض المياه العذبة في اثناء عملية التسرب.

حقول الشقايا

تقع حقول الشقايا في الزاوية الجنوبية الغربية من الكويت، وتشمل حقول أ، ب، ج، د، و، هـ ، وقد بلغ الإنتاج الكلي للمياه الجوفية لحقول الشقايا في عام 1996 إلى 9.5 × 109 مليون جالون امبراطوري.

حقل - أ

تم حفر 13 بئرا انتاجية في حقل - أ خلال الفترة ما بين 1970-1972، منها 12 بئرا يتم فيها استخراج المياه الجوفية من تكوين الدمام ومجموعة الكويت معا، وبئر واحدة تستغل فيها مجموعة الكويت فقط. وتصل الطاقة التصميمية للحقل إلى 7 و 8 ملايين جالون امبراطوري في اليوم، وتراوح ملوحة المياه بين 3000-4000 ملجم / لتر. بلغ انتاج المياه الجوفية للحقل في عام 1996 نحو 108× 6.77 جالوناً امبراطورياً.

حقل - ب

تم حفر آبار حقل - ب خلال الفترة ما بين 1970-1971 ، ويشمل على 16 بئرا إنتاجية، منها 15 بئرا يتم فيها استغلال مياه تكوين الدمام، وبئر واحدة تستغل فيها مجموعة الكويت وتكوين الدمام معا. وتراوح ملوحة الخزان المائي ما بين2685 و 4897 ملجم/ لتر، كما ان عسر المياه الكلي يتراوح ما بين 1217 و 1745 ملجم/لتر، وتجدر الاشارة إلى ان المياه الجوفية من نوع كبريتات الصوديوم.

حقل - هـ

تم حفر آبار حقل - هـ ما بين 1978-1977، ويشمل 30 بئرا، نوعية المياه هي نوع كبريتات الصوديوم، وتتراوح ملوحة الحقل هـ بين 2900 و 5000 ملجم/ لتر.

وبلغ إنتاج المياه الجوفية للحقل في عام 1996 نحو 109 × 2.43 جالوناً امبراطورياً.

حقل ام قدير

يقع حقل أم قدير في الزاوية الجنوبية الغربية من دولة الكويت، ويغطي مساحة قدرها 450 كم مربعاً تم حفر 41 بئرا انتاجية في عام 1981م، وسبع آبار ملاحظة، حيث تستخلص المياه من طبقة مجموعة الكويت، وتكوين الدمام، ويعتبر خزان مجموعة الكويت من النوع شبه المحصور، اذ ان متوسط قيمة معامل النقل هو 14.194 جالون في اليوم لكل قدم، ويرتفع منسوب المياه الجوفية في خزان مجموعة الكويت بمقدار 317.5 قدم (نحو 93 مترا) في المتوسط بالنسبة لمستوى سطح البحر، وهو أعلى من متوسط ارتفاع منسوب المياه الجوفية في خزان تكوين الدمام بمقدار 46.2 قدم (نحو 15 مترا. ويبلغ متوسط ملوحة المياه الجوفية 4028 ملجم/لتر. وهناك نوعان كيميائيان للمياه الجوفية هما: مياه من نوع كلوريد الصوديوم (NaCl)، ونوع كلوريد الكالسيوم (CaCl2)، وتعتبر المياه من نوع كلوريد الصوديوم هي النوع السائد. أما خزان تكوين الدمام فهو من النوع المحصور إلى شبه المحصور، وتبلغ متوسط قيمة معامل النقل 22.029 جالون في اليوم لكل قدم. تعتبر المياه الجوفية في تكوين الدمام من النوعية قليلة الملوحة، حيث يبلغ متوسط الملوحة فيها 3480 ملجم/ لتر. ولقد تم تحديد ثلاثة أنواع كيميائية للمياه الجوفية في خزان تكوين الدمام هي: مياه من نوع كبريتات الصوديوم (NA2SO4)، وكبريتات الكالسيوم (CaSO4)، ومياه من نوع كلوريد الكالسيوم (CaCl2).

ان دولة الكويت وبسبب محدودية مصادر المياه العذبة الطبيعية أمنت حاجات السكان من المياه العذبة من خلال بناء وحدات تقطير مياه البحر، وقد بلغت السعة المركبة لمحطات التقطير 234 مليون جالون امبراطوري يوميا، في حين بلغ أقصى استهلاك سجل في عام 1996 م، 221.4 مليون جالون يوميا، وهذا يعكس التطور الكبير الذي حدث في البلاد ويعتبر احد المقاييس والمؤشرات الدالة على الرقي والتطور في دولة الكويت.

آبار مزارع العبدلي

يوجد في منطقة مزارع العبدلي نحو 933 بئرا عاملة، وتراوح أعماق هذه الآبار ما بين 20 و 50 مترا من سطح الارض. ويتم استغلال المياه الجوفية من الراوسب الحديثة وتكوين الدبدبة من مجموعة الكويت، حيث تتحرك المياه في الطبقات العليا تحت تأثير الضغط الجوي، أما مياه الطبقات السفلى فتتحرك تحت تأثير ضغط المياه والصفات الفيزيائية للطبقات الحاملة لها. ويراوح تركيز الاملاح الذائبة في المياه المنتجة بواسطة هذه الآبار بين 10000و 3000 ملجم/لتر علما بأن ملوحة المياه في منطقة مزارع العبدلي تزداد بصورة عامة في الاتجاه الشمالي الشرقي، وكذلك مع ازدياد العمق.

آبار مزارع الوفرة

يوجد في مزارع الوفرة نحو 963 بئرا عاملة، ويراوح عمق تلك الآبار بين 30-60 مترا تحت سطح الارض، بلغت الطاقة الانتاجية للمياه الجوفية في مزارع الوفرة 68 مليون جالون امبراطوري يوميا لعام 1989 وتراوح ملوحة المياه المنتجة من آبار مزارع الوفرة بين 5000-10000 ملجم/ لتر. وبصورة عامة فإن ملوحة مياه كل من طبقات مجموعة الكويت، وتكوين الدمام في منطقة الوفرة تزداد في الاتجاه الشرقي والشمالي الشرقي، وذلك انعكاس لبطء سريان المياه الجوفية في هذه الاتجاهات.

جودة مياه الشرب في دولة الكويت

تعتمد الكويت اعتماداً كلياً على محطات التحلية وبالذات "محطات التقطير الفجائي المتعدد المراحل" في إنتاج مياه الشرب. وفي هذه الطريقة يتم استخدام طاقة حرارية لإنتاج مياه مقطرة خالية من الأملاح تماماً إلا من تراكيز قليلة جداً من الأملاح تتطاير مع البخار ومعظمها من كلوريد الصوديوم أو ما نسميه "ملح الطعام". وتتميز هذه المياه بميلها للحموضة حيث تكون قيمة الأس الهيدروجيني لهذه المياه 6.8 تقريباً (pH=6.8) مما يجعلها ذات طبيعة هجومية على المواد التي تتصل بها كما أنها بالطبع غير صالحة للشرب. لذا فإن هذه الصفات تجعلها بحاجة إلى تعديل قيمة الأس الهيدروجيني ليكون الماء متعادلاً وإضافة الأملاح اللازمة لجعلها صالحة للشرب.

د. فاطمة محمد العوضي

وقد حرصت دولة الكويت منذ بداية عمليات التحلية فيها على معالجة المياه المقطرة المنتجة من محطات التقطير بإضافة هيدروكسيد الكالسيوم لرفع قيمة الأس الهيدروجيني. والذي استعيض عنه فيما بعد بهيدروكسيد الصوديوم. ومن الجدير بالذكر أنه بعد هذه العملية كان يتم إضافة مادة فلوريد الصوديوم إلى المياه حتى عام 1981 حين توقفت هذه العملية تماماً. وتخلط هذه المياه المعدلة بنسبة معينة من المياه القليلة الملوحة نحو 10٪ لإكسابها الطعم والمذاق المطلوبين والوصول بمحتوى المياه بطريقة طبيعية إلى متطلبات منظمة الصحة العالمية، ثم تُعرّضُ هذه المياه إلى عمليات التعقيم بمادة الكلورين حتى تصل نسبة الكلورين المتبقية إلى 2.5 ملجم/ اللتر لضمان عدم تلوث المياه أثناء رحلتها الطويلة عبر الشبكة إلى المنازل والمؤسسات. وعلى الرغم من أن هذه المياه تطابق مواصفات مياه الشرب العالمية فإن هذا النوع من المعالجة أدى إلى إنتاج مياه غير متزنة ذات طبيعة هجومية على المعادن والمواد المتصلة بها نظراً لانخفاض البيكربونات فيها مما سبب ظاهرة "المياه الحمراء" لاحتوائها على مادة هيدروكسيد الحديد الناتج من تفاعل مياه الشرب مع مادة الحديد التي ينتزعها الماء من الخزانات وأنابيب الحديد المجلفنة المصنوعة منها شبكة مياه المنازل آنذاك. ونظراً لوجود عدد كبير من المشكلات التي تعرض لها المستهلكون وبخاصة في المنازل قامت وزارة الطاقة (الكهرباء والماء سابقاً) ممثلة في مركز تنمية مصادر المياه التابع لها في الثمانينات من القرن العشرين بإجراء الدراسات المستفيضة لإيجاد الحلول لهذه المشكلة حيث استخدم كثير من المواد المستخدمة في معالجة مياه الشرب حول العالم ومنها مركبات الفوسفات والسيليكا المانعة للتآكل والمركبات المكونة لطبقة من الكربونات والتي يمكن الحصول عليها بطرق مختلفة حسب المعادلات الكيميائية التالية:

1 ـ كربونات الكالسيوم + ثنائي أكسيد الكربون ⟵ بيكربونات الكالسيوم

$$CaCO3 + CO2 \longrightarrow Ca(HCO3)2$$

2 ـ هيدروكسيد الكالسيوم + ثنائي أكسيد الكربون ⟵ بيكربونات الكالسيوم + ماء

$$Ca(OH)2 + 2CO2 \longrightarrow Ca(HCO3)2 + H2O$$

3 ـ كربونات الكالسيوم + حامض الكبريتيك ⟵ بيكربونات الكالسيوم + كبريتات الكالسيوم

$$2Ca\,CO3 + H2SO4 \longrightarrow Ca(HCO3)2 + Ca\,SO4$$

4 ـ دولومات (أكسيد المغنيسيوم وكربونات كالسيوم) + ثنائي أكسيد الكربون + ماء ⟵ بيكربونات الكالسيوم + بيكربونات المغنيسيوم

$$MgCO\,CaCO3 + 3CO2 + H2O \longrightarrow Ca(HCO3)2 + Mg(HCO3)$$

ومن الملاحظ أن تكوين بيكربونات الكالسيوم المطلوب إضافتها إلى المياه المقطرة تحتاج إلى ثنائي أكسيد الكربون في جميع العمليات الكيميائية الآنفة ماعدا العملية رقم 3، ويمكن إنتاج ثنائي أكسيد الكربون من حرق النفط الخفيف أو باستخلاصه من محطات تقطير المياه. وأظهرت الدراسات أن الطريقة الثانية أي استخلاصه من محطات التقطير هي الطريقة المثلى في المعالجة نتيجة خلوها من الملوثات. وقد تم تطبيق هذه المعالجة لمياه الشرب في الكويت، والتي تتلخص بالآتي:

1- أثناء عمليات تشغيل محطات التقطير ترتفع درجة حرارة مياه البحر ويتصاعد غاز ثنائي أكسيد الكربون الناتج من تكسر بيكربونات الكالسيوم الموجودة طبيعياً في مياه البحر كالتالي:

بيكربونات الكالسيوم ⟵ كربونات الكالسيوم + ثنائي أكسيد الكربون + ماء

$$Ca(HCO3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

2 ـ يستخلص ثنائي أكسيد الكربون المتصاعد من محطة التقطير مع الغازات الأخرى مثل الأوكسجين والنيتروجين، ويتم تنقيته من الشوائب أو أي ملوثات بإمراره على مرشحات كربونية نشطة، ثم يذاب في المياه المقطرة مكوناً مياها مكربنة (Carbonic Acid).

3- تمرر المياه المكربنة المحتوية على ثنائي أكسيد الكربون على طبقة من صخور نقية من كربونات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم المخلوطة مكونة مركبات بيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم المطلوبة في مياه الشرب حسب ما تبينه المعادلتان الأولى والرابعة السابق ذكرهما.

وعند مرور المياه الحاوية لبيكربونات الكالسيوم يتكسر جزء من المركب أثناء الاحتكاك مع الأنابيب مكوناً طبقة من كربونات الكالسيوم، وتعمل هذه الطبقة على حماية الأنابيب في حين يبقى معظمها في المياه مكوناً المركبات المطلوبة لصحة الإنسان في مياه الشرب حيث تعمل البيكربونات على معادلة الأحماض في المعدة والجهاز الهضمي، ويدخل الكالسيوم والمغنيسيوم في عمليات بناء الخلية وبناء العظام والأسنان وما إلى ذلك من عمليات البناء داخل الجسم.

وتبين الدراسات أن المستهلكين الذين يعتمدون على مياه محتوية على الكالسيوم والبيكربونات تقل عندهم أمراض القلب عن المستهلكين الذين يعتمدون على مياه يسرة خالية من بيكربونات الكالسيوم.

ونظراً لحاجة جسم الإنسان إلى عناصر أخرى مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلورايد وغيرها فإنه يتم إضافتها بشكل طبيعي من خلال إضافة نسبة معينة من المياه الجوفية القليلة الملوحة المحتوية على هذه العناصر والمركبات، لذا فإنه يتم إضافة 10 ٪ تقريباً من المياه القليلة الملوحة للمياه المقطرة لاستكمال متطلبات مواصفات الشرب وبخاصة مواصفات منظمة الصحة العالمية للمياه الطبيعية. ويبين الجدول الآتي نوعية مياه الشرب في دولة الكويت بعد إضافة بيكربونات الكالسيوم والمياه الجوفية.

وتجدر الإشارة إلى أن منظمة الصحة العالمية بصدد إعداد مواصفات لمياه الشرب المنتجة بواسطة عمليات التحلية في المستقبل القريب والتي ستشمل جميع المعالجات اللازمة لمياه الشرب. وتشارك دولة الكويت في اجتماعات الخبراء العالميين التي تعقدها المنظمة والتي نأمل أن يعقد الاجتماع المقبل لها في دولة الكويت لإبراز دور الكويت الرائد في توفير مياه الشرب حسب المواصفات العالمية.

جدول: نوعية مياه الشرب في دولة الكويت*

المركبات / العناصر	الوحدة ملجم/اللتر	المركبات / العناصر	الوحدة ملجم/اللتر
درجة التوصيل الأيوني	567**	كالسيوم	44
الأملاح الذائبة الكلية	300	مغنيسيوم	10
عسر المياه	150	صوديوم	48
القلوية الكلية	44	بوتاسيوم	1.7
قيمة الأس الهيدروجيني pH	7.6	بورون	0.7
البيكربونات	52	كروم	0.002
الكربونات	0.2	حديد	0.01
الكلوريدات	82	نحاس	0.04
الكبريتات	92	زنك	0.02
النيترات	1.5	الكربون العضوي الكلي (TOC)	0.09
سيليكا	1		

* تحاليل مركز تنمية مصادر المياه / وزارة الطاقة (الكهرباء والماء).
**µs/cm

د. خولة الشايجي
قسم الهندسة الكيميائية
جامعة الكويت

المعالجة الكيميائية لمياه المقطرات

دور فاعل للتعقيم بالكلور وللمواد المضادة للتآكل والرغوة

توسعت الدول الساحلية في منطقة الشرق الأوسط عامة والخليج العربي خاصة في استخدام مياه البحر عن طريق إقامة محطات تحلية المياه، حيث يتم سحب كميات كبيرة من مياه البحر بغرض إنتاج مياه الشرب. وتتم عملية التحلية بصورة أساسية في دولة الكويت من خلال تقنية التبخير الوميضي متعدد المراحل، وتعتبر هذه الطريقة من أنظف الطرق نسبيا، وتشتمل على عدد من الإضافات الكيميائية يتم استخدامها للتغلب على مصاعب التشغيل أو بغرض تحسين أداء الوحدات.

وتضاف هذه المواد الكيميائية على شكل جرعات في مآخذ مياه البحر ووحدات التحلية، وهي عملية في منتهى الأهمية. وفيما يلي أهم هذه المواد المضافة:

- المواد المعقمة لمياه البحر
- المواد المضادة للتآكل
- المواد المضادة للرغوة
- المواد المضادة لترسب الأملاح

وتتناول هذه المقالة تلخيصاً لهذه المعالجات الكيميائية وأهميتها في عمليات التحلية.

تعقيم مياه البحر باستخدام الكلور

تؤثر البيئة البحرية تأثيراً مباشراً من الناحية البيولوجية على مآخذ مياه البحر والمضخات ونظم أنابيب مياه البحر والمبادلات الحرارية وغرف التبخير والوحدات الأخرى لمحطات التحلية.

فمياه البحر تحتوي على كائنات دقيقة أولية تستقر على السطوح الرطبة حيث تنمو كمادة غروية جيلاتينية، كما تمثل السطح الذي يجذب جزيئات الطمي من المياه المتدفقة بحيث يتكون غلاف طيني يزيد سمكه في طبقات متتالية مع تكاثر هذه الكائنات والتصاق المزيد من المواد الغروية. ومياه البحر الممتلئة بالكائنات الدقيقة من القواقع والأسماك والتي تنتقل بسهولة من خلال الشبكات والمناخل والمصافي عند مآخذ مياه البحر تستقر على الأسطح الداخلية، وتبدأ بممارسة

حياتها الطبيعية الساكنة وتتغذى على المياه ومن ثم تنمو سريعا، وهذا النمو له تأثير شديد الخطورة، ويمثل مشكلة كبيرة تؤدي إلى انتشار ظاهرة التآكل كما تعمل على خفض الانتقال الحراري وزيادة تكاليف الصيانة.

وللحد من هذه المعوقات يتم إضافة الكلور إلى مياه التغذية وذلك عن طريق جرعات متواصلة مفاجئة عند دخوله إلى المحطة لمنع الكائنات البحرية (القواقع والهدبيات وبراغيث البحر والأسماك الصغيرة وغيرها) من الدخول إلى وحدات التقطير، وليس هناك طريقة عيارية لإضافة الكلور إلى مياه البحر. وتختلف كمية المواد المستخدمة المضافة وطريقة المعالجة من موقع إلى آخر. وعادة ما يتم تحديدها من خلال التجارب المتكررة، وهذه الكميات تعتمد على عوامل عدة منها: النشاط البيولوجي ودرجة الحرارة وعكارة الماء والوجود الفعلي لغاز الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين والمواد الأخرى التي تسبب الترسب.

ومن الطرق المستخدمة في المعالجة حقن غاز الكلور في موقع مآخذ مياه البحر.

وتكتمل هذه الجرعات بجرعات مفاجئة لمدة عشرين دقيقة كل ثماني ساعات خلال اليوم الواحد؛ لمنع تراكم المقاومة لدى هذه الكائنات. و تتم إضافة الكلور إما في حالته الغازية داخل أسطوانات أو بتوليده كهربائيا باستخدام الخلايا الكهروكيميائية في الموقع لإنتاج هيبوكلوريت الصوديوم. وعادة ما يتم الحفاظ على المحتوى المتبقي من غاز الكلور في حدود جزأين في المليون، ولكن قد تراوح هذا المحتوى بين 4 و6 أجزاء في المليون تبعاً للمتطلبات الفعلية ونظام الجرعات المستخدم.

غاز الكلور

ويتم نقل الغاز في أسطوانات خاصة من الصلب تحتوي على الغاز فوق السائل، وعند درجة الحرارة الثابتة يبقى ضغط الغاز ثابتا مادامت هناك كمية مناسبة من السائل، ويجب ألا يتم تسخينها أو وضعها في أمكنة ساخنة؛ لأن ضغط بخار الغاز في الأسطوانة يرتفع بسرعة مع ارتفاع درجة الحرارة. ويعتبر غاز الكلور مادة شديدة النشاط حيث يتفاعل مع جميع العناصر الأخرى تقريبا، ومن الخطورة أن يتم استنشاق هذا الغاز، كما أن الحد المسموح للتعرض له هو 1 جزء في المليون، ويمكن التعرف إلى وجوده من خلال رائحته المهيجة. عندما يصل تركيز الغاز إلى 30 جزءاً في المليون فإنه يؤدي إلى السعال وعندما يصل تركيزه إلى 1000 جزء في المليون فإنه يؤدي إلى الوفاة إذا ما تم استنشاقه.

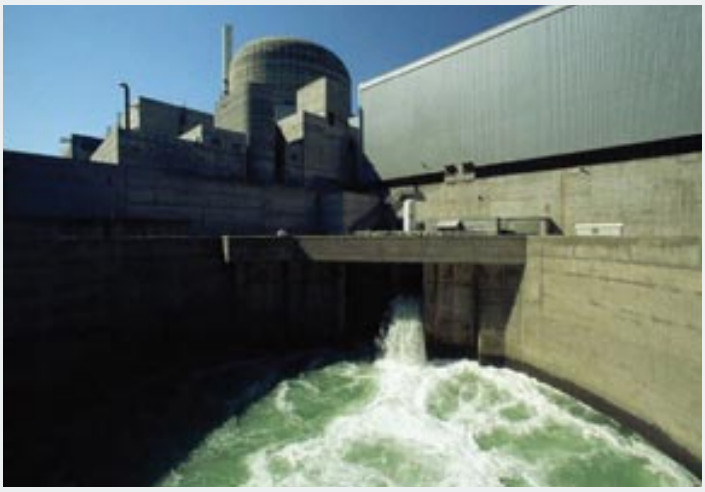
ويتفاعل الكلور مع مياه البحر ويعطي حامض الهيدروكلويك وحامض الهيبوكلوريت:

$$Cl2 + H2O \quad HCl + HClO$$

ويتعادل كل من الحامضين بصور مباشرة بفعل قاعدية مياه البحر. وفي الضوء (الأشعة فوق البنفسجية) يتحلل أيون الهيبوكلوريت إلى أيون كلورايد وأكسجين:

$$ClO^- \quad Cl^- + 1/2\ O2$$

ويعزى التأثير التعقيمي لغاز الكلور إلى وجود أيون الهيبوكلوريد. ويحتوي محلول الكلور الناتج عن الخلايا الكهروكيميائية على كمية وافرة من الهيبوكلورايت (عادة ما تقترب من 5000 جزء في المليون) ومن جميع النواحي فإن المحلول يتفاعل مثل غاز الكلور في الماء، ومع ذلك تبقى له مميزاته كونه أقل تأثيرا من حيث التآكل كذلك من السهل التعامل مع انسكاب محاليل



الهيبوكلورايت عن التعامل مع تسرب غاز الكلور من الأسطوانات.

المواد المضادة للتآكل

الهواء (الأوكسجين) هو العنصر الأكثر أهمية لاستمرار الحياة، ولكن عندما يتسرب الأوكسجين إلى وحدات التبخير المحتوية على مكثفات مصنعة من أنابيب النحاس والنيكل، فإن هذا يؤدي إلى حدوث التآكل.

وتشتمل آلية التآكل على الأكسدة بصورة مبدئية لمادة الأنبوب وتحويلها إلى أكسيد النحاس، ويعقب ذلك ذوبانها في طبقة صغيرة السمك لمحلول ثنائي أكسيد الكربون المشبع على سطح الأنابيب والناتج عن التحلل الحراري لأيونات الكربونات الهيدروجينية والكربونات الموجودة في مياه الدوران داخل المقطرات.

وتحت هذه الظروف تحمل المياه المقطرة مقداراً من أيونات النحاس أكثر من المسموح به، وفي هذه الحالة يجب التخلص من هذه المياه المقطرة في البحر.

ولكن يمكن الحد من ظاهرة التآكل إلى درجة مقبولة في وحدات التحلية التي تعمل في اتجاهين رئيسيين:

● الاختيار الصحيح للمواد والظروف التشغيلية بحيث يتم تحسين نوعية المواد عندما يكون من المتوقع أن تكون الظروف غير ملائمة.

● تقليل نسبة الأكسجين إلى كمية صغيرة جدا في مياه التعويض باستخدام نازع الهواء. ويلي ذلك التخلص الكيميائي من الأوكسجين المتبقي باستخدام جرعات كبريتيت الصوديوم.

ويتمثل التفاعل الرئيسي للتخلص من الأوكسجين باستخدام كبريتيت الصوديوم من خلال المعادلة التالية:

$$Na2\ SO3 + 1/2O2 \quad Na2SO4$$

ومن هذه المعادلة نجد إن نحو 8 أجزاء في المليون من كبريتيت الصوديوم كافية للتخلص من جزء في المليون من الأوكسجين.

ومن خلال الخبرات ثبت أن ضعف هذه الكمية تكون مطلوبة للتخلص بفاعلية من جميع المحتوى الأكسجيني؛ لأن جزءاً من كبريتيت الصوديوم سوف يتفاعل مع المواد العضوية، وكذلك فإن الأمر يتطلب وجود زيادة من كبريتيت الصوديوم لأسباب تتعلق بحركة الجزيئات.

المواد المضادة للرغوة

عاده ما تنشأ رغوة متزايدة أثناء وميض مياه البحر في عملية التبخير الوميضي متعدد المراحل نتيجة لوجود أحماض الهيوميك و الفوليك بكميات لا يمكن تجاهلها. وتكوين هذه الرغوة في غرف التطاير يؤثر في الوظيفة الصحيحة لمزيلات الرذاذ الملحي ويسمح بانسدادها بالأملاح ، وقد تمتد الرغوة أيضا إلى مجرى المياه المقطرة مما يؤدي إلى ارتفاع ملوحتها. ولهذه الأسباب فإنه من الضروري إضافة مادة كيميائية إلى مياه التعويض الخارجة عن نازع الهواء مضادة للرغوة مع المواد المضادة للتآكل ولتكون رواسب الأملاح، ولكن تركيز المادة المضادة لتكوين الرغوة أقل بكثير من الأخيرة وبمقدار تراوح بين 0.05 و 0.1 جزء في المليون.

المواد المضادة لترسيب الأملاح

وإحدى المشكلات الرئيسية التي يتم مواجهتها في عمليه التقطير من خلال التبخير والتكثيف هي تكون الرواسب الملحية التي تنقسم إلى رواسب قاعدية (كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم) ورواسب غير قاعدية (كبريتات الكالسيوم) في أنابيب مكثف الوحدة وعلى أسطح غرف التطاير.

وتكوُّن الرواسب الملحية يتلازم مع كيميائية مياه البحر التي تحتوي على أيونات البيكربونات والكربونات والكالسيوم والماغنسيوم، ويتحلل أيون البيكربونات $HCO\ 3^-$ تبعا للمعادلة التالية:

$$CO2 + H2O + Co3^{-2} \quad 2HCO3^-$$

وعندما يصل تركيز ثنائي أوكسيد الكربون إلى قيمة معيّنة تفي بحدود معدل ذوبان كربونات الكالسيوم فإن مركب كربونات الكالسيوم يترسب على سطح الأنابيب:

$$CaCo_3 \quad Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

وعند المزيد من درجات الحرارة المرتفعة فإن أيون-Co32 يتحلل مائيا إلى أيونات هدروكسيل ويبدأ هيدروكسيد الماغنسيوم في الترسب:

$$Mg(OH)_2 \quad Mg^{+2} + oH^-$$

وتمثل كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم الجزء الرئيسي من الأملاح القاعدية المترسبة والتي تشتمل على كميات مختلفة من المواد الطينية والرمل وبعض المواد العضوية اللاحمة. وغالبا ما يكون ترسب كربونات الكالسيوم على حساب هيدروكسيد الماغنسيوم في درجات الحرارة المنخفضة من 40 - 80 درجة مئوية في حين أنه في درجات الحرارة المرتفعة (من 80-110 درجات مئوية) غالبا ما تكون السيادة لرواسب هيدروكسيد الماغنسيوم ، ولكن في بعض الحالات تتكون رواسب هيدروكسيد الماغنسيوم في درجات حرارة منخفضة ، أما كبريتات الكالسيوم فإنها عادة ما تظهر في درجات الحرارة الأعلى نسبياً من 110 درجات مئوية.

ويعتبر تكوين الرواسب الملحية على أنابيب التبادل الحراري مشكلة كبيرة لايمكن إهمالها، فهي تؤدي إلى خفض الكفاءة الإجمالية لمحطة التحلية وبالتالي إلى زيادة التكاليف التشغيلية.

وبالنظر إلى آلية ترسيب الأملاح نجد أنها إحدى عمليات التبلور التي تشتمل على أربع مراحل:

- حدوث الإفراط في التشبع
- تكوين البلورات الصغيرة
- نمو البلورات حول الأنوية
- نمو البلورات الصغيرة إلى بلورات كبيرة مما يزيد من سماكة طبقة الأملاح المترسبة.

كما إن مدى كثافة طبقة الأملاح المترسبة في عملية التقطير يعتمد على طبيعة وتركيز مكونات هذه الرواسب الموجودة في مياه البحر والتي تعتبر العنصر الخام في عملية التحلية. وللتحكم في هذه الترسبات هناك ثلاث طرق رئيسية:

- إزالة مركبات هذه الرواسب أو الحد منها.
- تثبيط ترسيب الأملاح من خلال إضافة مواد كيميائية مضادة للأملاح.
- مراقبة الرواسب مع تنظيف السطوح بصفة دورية في برنامج زمني.

استخدام جرعات كيماوية

من الطرق التقنية الشائع استخدامها للتحكم في ترسب الأملاح استخدام جرعات من المواد الكيماوية التي تمنع ترسب تلك الأملاح، وهذه التقنية ذات فاعلية اقتصادية إذ إنها في كثير من الحالات تعمل على منع ترسب الأملاح باستخدام تركيزات منخفضة جدا (أجزاء في المليون) من موانع الترسب وعادة ما يقل تركيزها عن 10 أجزاء في المليون. ولما كانت هذه الجرعات المنخفضة تمثل كسرا صغيرا في التركيز الكيميائي لمكونات الرواسب فإن ظاهرة التثبيط هذه لاتشتمل على تفاعلات كيمائية وإنما تكون عملية التثبيط ذات آلية فيزيائية أكثر منها وتشتمل على عمليات الامتزاز. إن امتزاز المادة المثبطة على السطح البلوري يعمل على إعاقة تكون أنوية البلورات ويخفض من معدل الترسيب وكذلك يؤدي إلى تشوه الهيكل البلوري بالصورة التي تضعف من ميل هذه الأملاح للترسب، ومن خلال امتزازها على أنوية البلورات فإن جزيئات المادة المثبطة تمنع نمو هذه الأنوية بحيث لا يصل حجمها إلى الحجم الحرج، وبالتالي تعيق من معدل تكون هذه الأنوية. وبسبب انخفاض الوزن الجزيئي للمادة المثبطة فإن جزيئاتها تكون أكثر حركة مما يزيد التأكيد على اتساع الفترة الحيثية وانخفاض الوزن الجزيئي لهذه الجزيئات، وفي مرحلة نمو البلورات يمكن لجزيئات المادة المثبطة أن تعيق عملية النمو هذه بطرقٍ عديدة.

ومعظم المركبات المثبطة تحتوي على أيونات كبيرة الحجم وبالتالي تؤدي إلى إعاقة فاعلة للنمو البلوري. ومن المحتمل أن تحدث بصور نسبية تغطية كبيرة للسطح البلوري.

ومن الشائع استخدام مركبات مضادة لترسب الأملاح، وهي مركبات تشتق من ثلاثة مركبات كيميائية هي:

البولي فوسفات والفوسفات العضوية والبولي الكتروليتات. وتعتبر البولي فوسفات هي الأرخص تكلفة من هذه المواد ويمكنها أن تعطي تأثيرا فاعلا وكذلك لها خصائص تعمل على تبديد الأملاح المترسبة والوقاية من التآكل، وتفوقها الفوسفات العضوية من حيث استقرارها الحراري والكيميائي عبر نطاق واسع من الأس الهيدروجيني وظروف درجة الحرارة المختلفة. أما البولي الكتروليتات المثبطة فعادة ما تكون أحماض مجموعة الكربوكسيل. وبعض هذه الأحماض، حامض البولي أكريليك وحامض البولي ميتاأكريليك وحامض البولي ماليك، ومن التطورات الجديرة بالذكر هو الميل لتصميم بوليميرات مندمجة لها وظائف مختلفة للوصول إلى أهداف بعينها وبغرض مزج البوليمرات المختلفة لزيادة فاعليتها في مقاومة تكوين رواسب الأملاح.

وتختلف جرعة المواد المضادة لتكوين الرواسب الملحية تبعاً لعوامل عديدة منها:

- عملية نظام التنظيف بالكرة الإسفنجية.
- أعلى درجة حرارة يصل إليها ماء التدوير.
- نوعية العملية المستخدمة لمنع تكون الرواسب الملحية.

تستخدم فيها 3 طرق تقطير و 3 للفصل الغشائي

مـــوارد الميـــاه غيـــر التقليديـــة

د. محمود عبد الجواد
معهد الكويت للأبحاث العلمية

المياه مادة متوافرة في الطبيعة ومرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالحياة النباتية والحيوانية على الأرض، وكمياتها محدودة ومقدرة بـ326 مليون ميل مكعب، يتداور جزء منها ضمن الخصائص الطبيعية للمياه من حالة سائلة إلى غازية أو صلبة، فيتبخر ويتكثف وينتقل من مكان إلى آخر بفعل الرياح ويسقط على وجه الكرة الأرضية، ويذيب عناصر ومركبات، ويزيل ملوثات ويعود مرة أخرى إلى الخزانات الطبيعية الهائلة من محيطات وبحار وأنهار وبحيرات ومكامن جوفية، حيث تتكفل الطبيعة مرة أخرى بمعالجة المياه وتبخير جزء منها للتخلص من الأملاح والمواد المذابة فيها. إن معظم المياه الموجودة في البحار والمحيطات المالحة لا تصلح للاستهلاك الإنساني والحيواني والنباتي، وجزءاً آخر منها متجمد موجود في القطبين الشمالي والجنوبي وقمم الجبال الشاهقة، ويصعب الاستفادة منها بشكل مباشر، أما المياه العذبة في بحيرات العالم وأنهاره كافة فلا تتجاوز 1 في المئة من مياه العالم.

إن التراكيز المرتفعة من الأملاح في مياه البحار والمحيطات وبعض مكامن المياه الجوفية جعلتها غير صالحة للاستهلاك الآدمي أو الاستعمال في الزراعة وغيرها من الاستخدامات. ومن هذا المنطلق، لم تكن هذه الخزانات الهائلة من المياه المالحة تعتبر حتى وقت قريب مورداً صالحاً لمياه الشرب وللاستخدامات الأخرى. فعلى مر السنين اعتاد الإنسان على استغلال موارد المياه العذبة الطبيعية غير مدرك لأهمية وضخامة مورد المياه المالحة المحيطة به، فكان يحصل على مياه سليمة وآمنة بعيداً عن مسببات الأمراض من خلال استخدام معالجات ميكانيكية وكيميائية بسيطة، تطورت فيما بعد لتصبح قادرة على إزالة الملوثات العالقة واللون والطعم والرائحة وعسر المياه وغيرها.

ومع تطور التقنيات فقد أصبحت قابلة للتطبيق على نطاق تجاري لفصل الأملاح المذابة عن المياه، ولذا فقد تمكن الإنسان خلال نصف القرن الماضي فقط من فتح ثغرة صغيرة في الخزانات الهائلة لموارد المياه المالحة، فأصبحت هذه الموارد مصدراً أساسياً للتزود بالمياه العذبة في كثير من بقاع العالم، خاصة في منطقة الخليج العربي.

بين الطرق التقليدية والحديثة

فبينما كانت طرق معالجة المياه محصورة بطرق تقليدية كتكتيل العوالق وتجميعها وترسيبها وترشيحها ومن ثم تعقيمها، أضيفت وسائل جديدة لإزالة ملوحة المحاليل المائية (تحليتها) وفصل محتواها من الملوثات والمواد المذابة فيها، بل وأصبحت اليوم طرقاً معتمدة لمعالجة المياه مهما كانت نوعية المواد المذابة فيها أو الملوثات الأخرى الموجودة فيها. وتنحصر طرق تحلية المياه المعتمدة تجارياً في العالم اليوم بطرق تقطير حرارية (تبخير وتكثيف)، وطرق فصل غشائي باستخدام أغشية انتقائية تسمح بمرور الماء دون محتواها من المواد المذابة والملوثات أو تسمح بمرور أيونات الأملاح دون الماء.

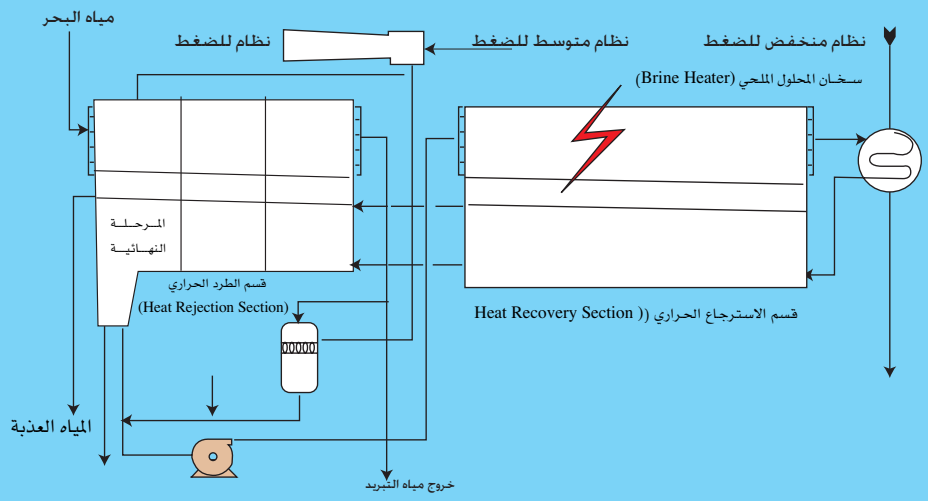
ويمكن حصر طرق التقطير التجارية بثلاث طرق هي:

- التقطير الفجائي متعدد المراحل (MSF) Multi Stage Flash Evaporation
- التقطير متعدد المؤثرات (MED) Multi Effect Distillation
- انضغاط البخار (VC) Vapor Compression

ومن طرق الفصل الغشائي التجارية:

- التناضح العكسي Reverse Osmosis (RO)
- الديلزة الكهربائية Electro Dialysis (ED)
- الفلترة النانومترية Nano Filtration (NF)

والعامل المشترك لجميع طرق تحلية المياه هذه أنها مستهلكة للطاقة وتشتمل على أنظمة معقدة، فالطرق المعتمدة على التقطير تعمل على تحويل حالة المياه من السائلة إلى الغازية ثم إلى السائلة مرة أخرى، ويتم ذلك باستهلاك طاقة من مصدر خارجي أو من تبادل داخلي للطاقة. أما طرق الفصل الغشائي فلا تشتمل على تغيير في الحالة السائلة للماء، ففصل الماء عن الأملاح بالتناضح العكسي والفلترة النانومترية يتم نتيجة الطاقة المستهلكة في ضغط هيدروليكي عبر الأغشية باستخدام مضخات، أما طريقة الديلزة الكهربائية فتستهلك طاقة كهربائية من تيار مباشر.



شكل توضيحي مبسط يبين طريقة تحلية مياه البحر بأستخدام نظام التقطير الفجائي متعدد المراحل

الشكل (1)

يمكن حصر طرق التقطير التجارية بثلاث طرق هي:

- **التقطير الفجائي متعدد المراحل Multi Stage Flash Evaporation (MSF)**
- **التقطير متعدد المؤثرات Multi Effect Distillation (MED)**
- **انضغاط البخار Vapor Compression (VC)**

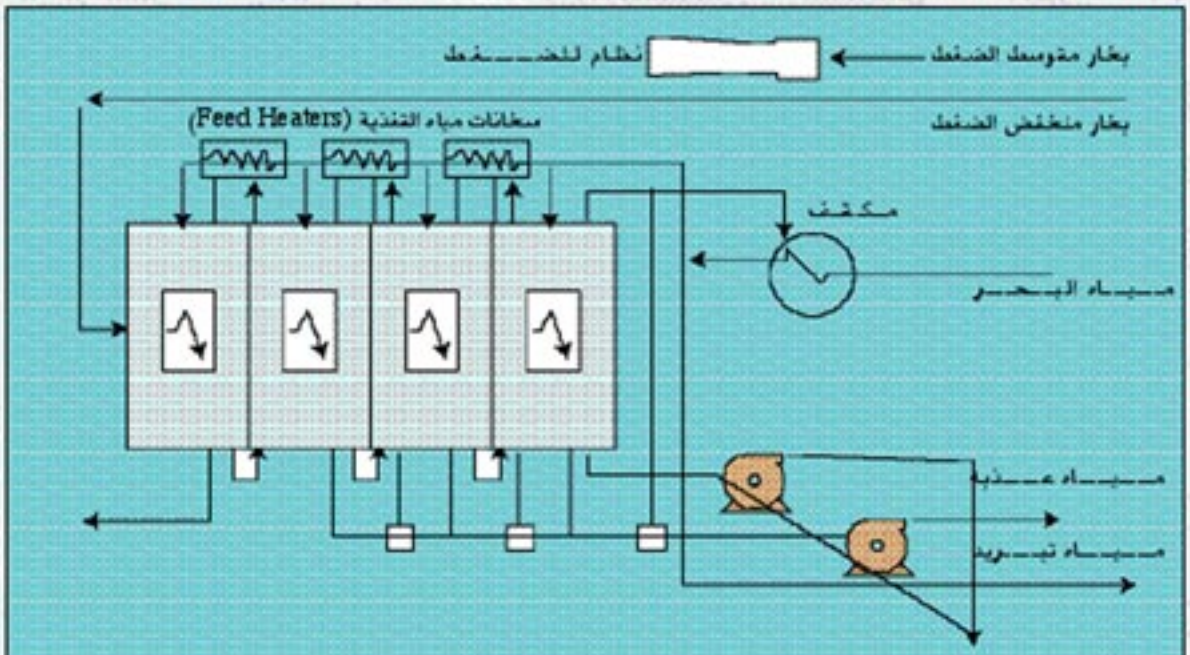
وتشمل المنشورات العلمية تفاصيل تقنية كثيرة عن هذه الطرق، وقبل إعطاء وصف موجز لكل منها، لا بد من الإشارة إلى أن تطوير تقنية الفلترة النانومترية لم يكن في الأصل لأغراض تحلية المياه، وإنما كان لإزالة عسر مياه البحر قبل حقنها في آبار النفط لتعزيز إنتاج النفوط الثقيلة، ثم تبين بأن لها قدرة محدودة نسبياً لتحلية المياه بإزالة معظم تراكيز الأيونات الثنائية والثلاثية التكافؤ وأنها تسهم في خفض باقي الأيونات الأحادية التكافؤ، كما أن تطبيقاتها مازالت حديثة وغير منتشرة تجارياً.

ولابد من التوضيح بأن جميع طرق التحلية التجارية تشتمل على الأقسام التالية:

- نظام لمأخذ مياه التغذية المالحة.
- نظام معالجة أولية لمياه التغذية المالحة.
- نظام للتخلص من المياه المالحة المركزة الناتجة بعد التحلية.

طريقة التقطير الفجائي متعدد المراحل (MSF)

يتكون هذا النظام من ثلاثة أجزاء رئيسية: سخان المحلول الملحي (Brine Heater)، قسم الاسترجاع الحراري (Heat Recovery Section)، وقسم الطرد الحراري (Heat Rejection Section) كما هو موضح في الشكل (1). ويمكن تسمية قسم الطرد الحراري «المكثف» حيث يتم استخدام مياه البحر لطرد الحرارة الزائدة، ويتكون هذا القسم عادة من مرحلتين إلى ثلاث مراحل، بحيث يمر ماء البحر البارد داخل أنابيب المبادل الحراري عند آخر مرحلة من قسم الطرد الحراري والتي تكون الضغوط المطلقة عندها الأقل في المقطرة، وبالتالي الأقل في درجة الحرارة، فيتكثف البخار الناتج في هذه المرحلة على الجدار الخارجي لأنابيب المبادل الحراري لها، ويتخلص من حرارته الكامنة بنقلها إلى مياه البحر المارة داخل الأنابيب بتأثير فرق درجات الحرارة، فترتفع درجة حرارة مياه البحر درجات عدة خلال مرورها من مرحلة إلى أخرى مع ارتفاع درجة الحرارة والضغط المطلق. وعندما تخرج مياه البحر



شكل توضيحي مبسط يبين كلية مياه البحر بأستخدام نظام التقطير متعدد المؤثرات

الشكل(2)

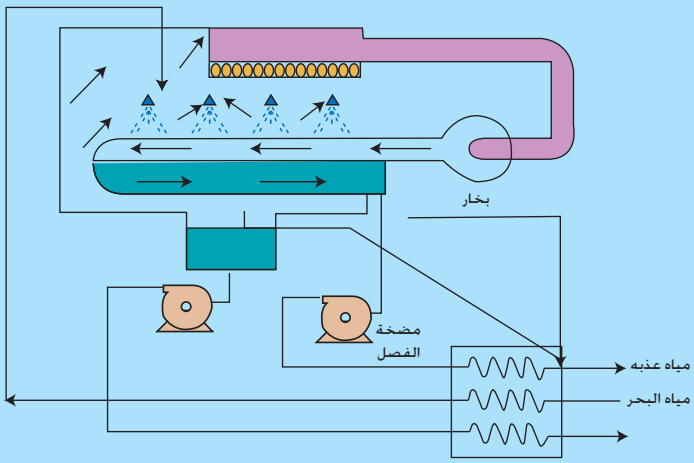
يتم تصنيف هذا النوع من المقطرات حسب وضع سطوح التبادل الحراري وترتيب دخول مياه التغذية، ويتكون هذا النظام من عدد من مؤثرات التبخير مرتبة على التوالي حيث تدخل إليها مياه البحر لتغذيتها بالتوازي بعد مرورها بسخانات مياه التغذية (FeedHeaters) لرفع درجة حرارتها بالتتابع باستخدام البخار المتصاعد من المؤثرات

من قسم الطرد الحراري تكون قد اكتسبت ما بين 7 إلى 8 درجات مئوية، وتنقسم كمياتها إلى جزأين: جزء لتعويض النقص في كميات المياه المارة الدوارة داخل وحدة التقطير وذلك بعد تبريدها بعمليات لإزالة الغازات الذائبة والتخلص منها، كما يضاف إليها مواد كيميائية للحد من الرغوة وترسبات الأملاح، وأما الجزء الآخر فإنه يطرح ويعود إلى البحر.

وعند الطرف الآخر من هذه الوحدة يتم تزويد المبخر بالطاقة الحرارية على هيئة بخار من مصدر خارجي (غلاية أو توربينة بخارية)، بحيث يكون ضغطه منخفضاً ويتم تكثيفه هناك بعد أن ينقل حرارته الكامنة إلى المحلول الدوار فترتفع درجة حرارته إلى مستوى يعرف باسم «درجة الحرارة العليا للمحلول الملحي Top Brine) Temperature) والتي تتراوح ما بين 90 و120م حسب الطريقة المستخدمة للحد من ترسبات الأملاح باستخدام مواد كيميائية للتشغيل عند حرارة منخفضة أو مرتفعة أو باستخدام أحماض معدنية، ونتيجة للتطور الحديث في تقنية الفلترة النانومترية أصبح بالإمكان رفع درجة الحرارة العليا للمحلول الملحي الدوار لأعلى من 120م دون خطر حدوث ترسبات للأملاح.

تياران متعاكسان

ويتدفق المحلول الملحي الدوار بتيارين متعاكسين، أحدهما داخل أنابيب المبادلات الحرارية في أعلى وحدة التقطير بحيث يعمل على تكثيف البخار الصاعد والمتطاير من المراحل على المحلول الخارجية لهذه الأنابيب، ويكون اتجاه هذا التيار من آخر مرحلة لقسم استرجاع الحرارة باتجاه دخول الأنابيب إلى المبخر، والتيار الآخر المعاكس بالاتجاه هو تيار المحلول الملحي الذي تتطاير منه الأبخرة، وتتم حالة التطاير عندما تكون درجة حرارة المحلول الملحي أعلى بعدة درجات من حرارته عند دخوله في كل مرحلة مقارنة بالضغوط السائدة فيها، أي إن المحلول يكون في حالة عدم توازن ثيرموديناميكي وهذا يسبب انطلاق بخار المياه النقية من المحلول الملحي، وباستمرار مرور المحلول الملحي من مراحل الحرارة



شكل توضيحي مبسط يوضح خلية مياه البحر بطريقة انضغاط البخار

الشكل(3)

إن ميكانيكية عمليات التبخير والتكثيف التي تتم في وحدات انضغاط البخار تماثل تلك التي تتم في وحدات التقطير متعدد المؤثرات، ويوضح الشكل (3) رسماً مبسطاً لوحدة انضغاط بخار تعمل بطريقة ميكانيكية ومكونة من مؤثر واحد بأنابيب تبادل حراري أفقية تسقط عليها طبقات رقيقة جداً من مياه التغذية (Falling Film، كما يمكن أن تتكون وحدات انضغاط البخار من عدد محدود من المؤثرات وبأنابيب تبادل حراري عمودية أيضا والوحدات التجارية الحديثة من هذه الوحدات مصممة لتعمل بمياه تغذية تركيز أملاحها منخفض نسبيا.

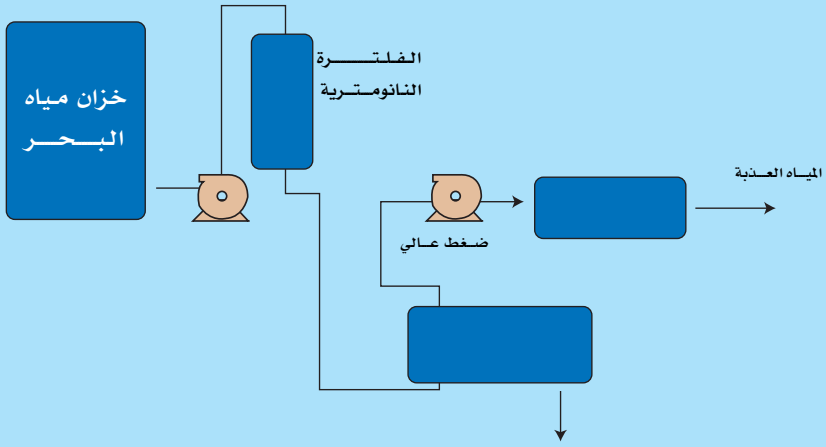
الحرارة الأقل يستمر انخفاض الضغوط المطلقة داخل المراحل وفي الوقت نفسه يزداد تركيز الأملاح في المحلول الملحي نتيجة تبخر الماء منه، وللمحافظة على تركيز الأملاح في المحلول الملحي الدوار يتم إضافة جزء من مياه البحر التي تم تسخينها في قسم الطرد الحراري لوحدة التقطير إلى هذا المحلول الدوار، و هكذا تتكرر العملية.

طريقة التقطير

متعدد المؤثرات MED

يتم تصنيف هذا النوع من المقطرات حسب وضع سطوح التبادل الحراري وترتيب دخول مياه التغذية، والنوع الشائع منها هو ذو الأنابيب الأفقية لسطوح التبادل الحراري التي تساب عليها طبقة رقيقة جداً من المياه المالحة المغذية للوحدة بطريقة مباشرة.

يتكون هذا النظام من عدد من مؤثرات التبخير مرتبة على التوالي حيث تدخل إليها مياه البحر لتغذيتها بالتوازي بعد مرورها بسخانات مياه التغذية (Feed Heaters) لرفع درجة حرارتها بالتتابع باستخدام البخار المتصاعد من المؤثرات كما هو موضح في الشكل (2). وبعد دخول مياه التغذية إلى المؤثر تتوزع فوق الصفوف العليا لسطوح أنابيب التبادل الحراري عن طريق فوهات رش بحيث تسقط المياه عليها بطبقات رقيقة جداً فوق جميع الأنابيب Thin Films وتنتقل الحرارة الكامنة في البخار - القادم من توربينة بخارية- الموجود داخل أنابيب التبادل الحراري إلى الطبقات الرقيقة من مياه التغذية الموجودة خارج الأنابيب في المؤثر الأول فتعمل على تبخير جزء منها. ويتجه هذا البخار بدوره إلى المؤثر الثاني فيعمل أيضاً على تبخير جزء من مياه التغذية فيه ويتكثف هناك، وهكذا تتتابع العملية في باقي المؤثرات من الأعلى حرارة إلى الأقل حرارة، ثم يتم سحب المياه المقطرة في النهاية بواسطة مضخة بعد تكثيفها من كل المؤثرات، وأما الجزء المتبقي من مياه التغذية في المؤثر الأول فيصبح أكثر تركزاً فيتم توجيهه إلى المؤثر الثاني ومن الثاني إلى الثالث وهكذا



شكل توضيحي مبسط يوضح تحلية مياه البحر بطريقة التناضح العكسي والفلترة النانومترية

الشكل(4)

تعرف ظاهرة التناضح الطبيعي بأنها عملية انتقال الماء من محلول أقل تركيزاً بالأملاح إلى محلول أكثر تركيزاً حين يُفصل بين المحلولين بغشاء شبه نفاذ مناسب، وعند تسليط ضغط مناسب على المحلول الأكثر تركيزاً فإن الماء ينفذ إلى المحلول الأقل تركيزاً تاركاً خلفه الأملاح وهو ما يعرف بـ «التناضح العكسي»

إلى أن يتم سحبه والتخلص منه عن طريق مضخة من آخر مؤثر. ونتيجة لحدوث عمليتي التبخير والتكثيف على أسطح التبادل الحراري نفسها، تتعرض هذه الأسطح لتكوين ترسبات ملحية عليها Scale، ولهذا السبب تعمل طريقة التقطير متعدد المؤثرات على درجات حرارة منخفضة نسبياً (TBT أقل من 80م) مقارنة بطريقة التبخير الفجائي.

طريقة انضغاط البخار

إن ميكانيكية عمليات التبخير والتكثيف التي تتم في وحدات انضغاط البخار تماثل تلك التي تتم في وحدات التقطير متعدد المؤثرات، ويوضح الشكل (3) رسماً مبسطاً لوحدة انضغاط بخار تعمل بطريقة ميكانيكية ومكونة من مؤثر واحد بأنابيب تبادل حراري أفقية تسقط عليها طبقات رقيقة جداً من مياه التغذية ((Falling Film، كما يمكن أن تتكون وحدات انضغاط البخار من عدد محدود من المؤثرات وبأنابيب تبادل حراري عمودية أيضاً. والوحدات التجارية الحديثة من هذه الوحدات مصممة لتعمل بمياه تغذية تركيز أملاحها منخفض نسبياً، وتحت الضغط الجوي الاعتيادي وعلى درجات حرارة 100م، مما يحد من تكون ترسبات ملحية على سطوح أنابيب التبادل الحراري. وتبدأ عملية التحلية بمرور مياه التغذية على سطوح مبادل حراري حيث يتم رفع درجة حرارة المياه نسبياً قبل دخولها إلى المؤثر، ثم يتم رش هذه المياه على صفوف سطوح التبادل الحراري داخل المؤثر لتكوين طبقة رقيقة جداً من المياه على سطوح الأنابيب الخارجية، وبذلك يعمل انتقال الحرارة الكامنة في البخار الموجود داخل الأنابيب على تبخر جزء من مياه التغذية، ثم يتم سحب كمية البخار هذه وضغطها بمعدات لضغط البخار حتى ترتفع درجة حرارة وضغط البخار ويصبح في حالة ثيرموديناميكية مناسبة للاستخدام كمصدر بخاري للتسخين. ويعتبر ضاغط البخار أكثر المعدات حرجاً وتكلفة في وحدات انضغاط البخار.

طريقة التناضح العكسي وطريقة الفلترة النانومترية

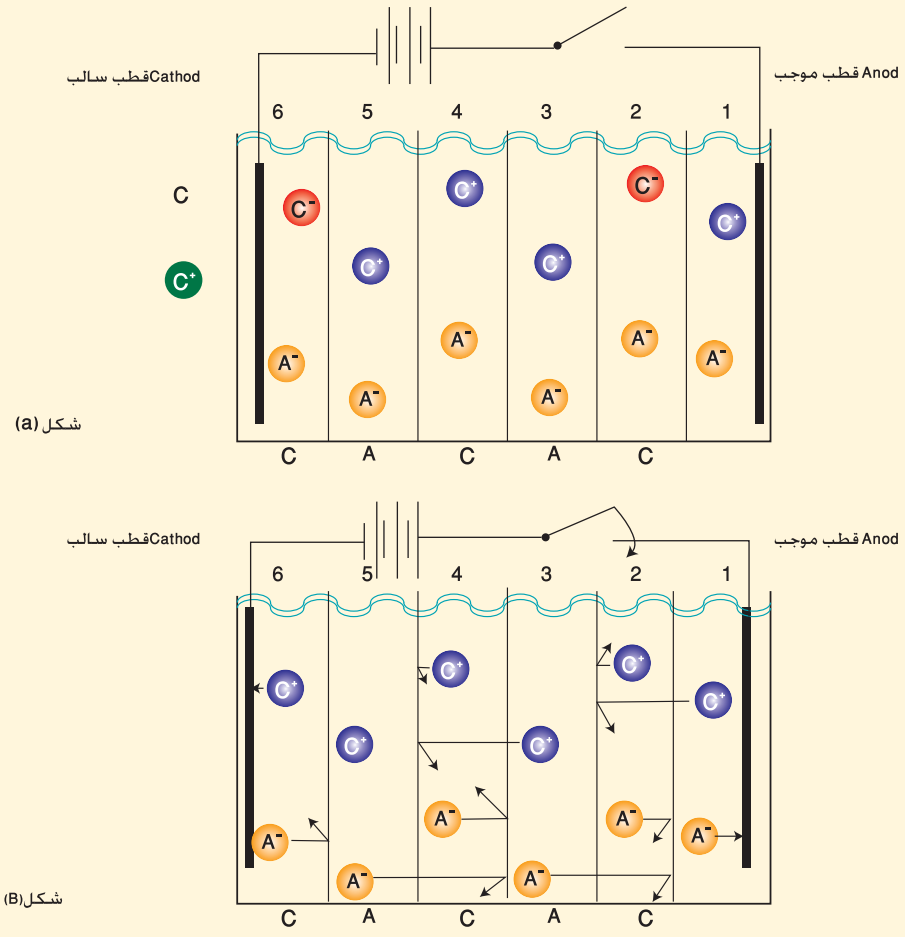
تعرف ظاهرة التناضح الطبيعي بأنها عملية انتقال الماء من محلول أقل تركيزاً بالأملاح إلى محلول أكثر تركيزاً حين يُفصل بين المحلولين بغشاء شبه نفاذ مناسب، وعند تسليط ضغط مناسب على المحلول الأكثر تركيزاً فإن الماء ينفذ إلى المحلول الأقل تركيزاً تاركاً خلفه الأملاح وهو ما يعرف «التناضح العكسي»، كما يسمى باسم "الترشيح بالغ الدقة" Hyperfiltration وكذلك بالنسبة للفلترة النانومترية فهي تسمح بمرور مياه عذبة Permeate عبر غشاء شبه نفاذ، من محلول ملحي واقع تحت ضغط مرتفع والانتقال إلى الجانب الآخر من الغشاء من دون معظم الأملاح. وطبقاً لأبسط قوانين الديناميكا الحرارية، فإن عمليات التناضح العكسي والفلترة النانومترية تحتاج إلى أن يكون انتقال المياه دائما من الجهة ذات الجهد الكيميائي العالي إلى الجهد الأقل. وعلى الرغم من أن طريقتي التناضح العكسي والفلترة النانومترية تحتاجان في تطبيقهما إلى تعريض السوائل إلى ضغوط، فإنه يجب التفريق بينهما وبين طرق الفلترة فائقة الدقة Microfiltrationوالفلترة المجهرية Microfiltration التي تحتاج أيضاً إلى ضغوط مناسبة للعمل على ترشيح السوائل ولكن دون فصل ملوحتها، ويمثل الشكل (4) رسماً بسيطاً لنظام التناضح العكسي وهو يمثل أيضاً نظام الفلترة النانومترية. ويمكن وصف ميكانيكية انتقال المياه عبر أغشية التناضح العكسي وأغشية الفلترة النانومترية أيضاً بأنها عملية امتصاص وانتشار انتقائي عبر فتحات شعرية في الأغشية (Preferential Sorption - Diffusion - Capillary Flow Mecha nism أي إن إنتاج المياه المحلاة يتناسب طردياً مع مساحة سطح الأغشية وفرق الضغوط عبر هذه الأغشية، ويتناسب عكسياً مع تركيز الأملاح في مياه التغذية المالحة، ويتم وضع الأغشية داخل أوعية تتحمل الضغوط التي

نتيجة لتزايد تركيز أيونات في بعض الأجزاء من الخلية، فإن هناك احتمالاً لحدوث ترسبات أملاح على سطوح الأغشية ما لم يتم حقن مياه التغذية بمواد كيميائية تحد من تكون هذه الترسبات

تتعرض لها الأغشية التي تكون من مواد عضوية أهمها: ثنائي أستات السليولوز Cellulose diacetate، وثلاثي أستات السليولوز Cellulose triacetate، وبولي أميد Polyamide، وبولي يوريا Polyurea، وأكثر أشكال الأغشية شيوعاً واستخداماً هو: الأغشية الشعرية المجوفة (Hollow Fire Fibers، والأغشية الحلزونية Spiral Wound، ويسمح النوع الأول برص مساحات كبيرة من الأغشية داخل أوعية الضغط، إلا أنه يحتاج إلى ضغوط تشغيل أعلى ويتعرض إلى الاتساخ Fouling أكثر من النوع الثاني من الأغشية، ولذلك نجد بأن أغلب أشكال أغشية الترشيح النانومتري هي الأغشية الحلزونية، ويجب أن تكون مياه تغذية وحدات التناضح العكسي والفلترة النانومترية نظيفة جداً من المواد الصلبة العالقة Suspended Solids ومن العكارة Turbidity، وكذلك من الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms)، ولذلك فإن المعالجة الأولية لمياه تغذية هذه الوحدات حرجة جداً للمحافظة على الأغشية. وبعد إتمام عمليات المعالجة الأولية لمياه التغذية، يتم إدخال المياه إلى مضخة الضغط العالي (8000-2000) kpa ، ويكون الضغط متناسباً طردياً مع تركيز الأملاح الذائبة في مياه التغذية، ويتم توزيع المياه المضغوطة على الأغشية حيث يتم فصل المياه المحلاة عن المحلول الملحي المتبقي على الجانب الآخر من الأغشية، ويطرد المحلول الملحي إلى خارج وحدات التحلية بعد استرجاع الطاقة العالية التي اكتسبها من مضخة الضغط العالي، وإعادته إلى الضغط الجوي الاعتيادي.

طريقة الديلزة الكهربائية ED

تستخدم هذه الطريقة أيضاً أغشية انتقائية تسمح لأيونات الأملاح الذائبة بالمرور عبرها من الجانب الأقل ملوحة إلى الأكثر ملوحة بتأثير تيار كهربائي مباشر (Direct Electric Current). ويستخدم في هذه الطريقة نوعان من الأغشية، يسمح الأول بمرور الأيونات السالبة فقط في حين يسمح الآخر بمرور الأيونات الموجبة فقط. وهذه الأغشية موصلة كهربائياً ولا تسمح بمرور الماء. وأهم خواص الأغشية التوصيل الكهربائي والانتقائية الأيونية التي تتناسب عكسياً مع تركيز الأيونات في المحلول الملحي. ويمثل الشكل (5) رسماً توضيحياً لخلية الديلزة الكهربائية، ومنه يتضح أن أهم عناصرها هي الأقطاب المعدنية، والأغشية ومصدر الطاقة الكهربائية المباشر، والمحلول الملحي، فالجزآن (1) و(6) من هذا الشكل يوضحان موضع الأقطاب الموجبة والسالبة، وعندما يمر جهد تيار كهربائي مباشر عبر الخلية يتكون غاز أوكسجين وأيونات هيدروجين على القطب السالب في الجزء (1)، ويتكون غاز هيدروجين وأيون هيدروكسيد على القطب الموجب في الجزء (6). وفي الأجزاء (3) و(5) تمر الأيونات السالبة خلال الأغشية A وتنتقل إلى الأجزاء (2) و (4)، كما تمر الأيونات الموجبة من خلال الأغشية (2) إلى الأجزاء (4) و (6)، وبذلك ينخفض تركيز الأيونات في الأجزاء (3) و (5) وتصبح المياه فيها أقل ملوحة من الأجزاء الأخرى. وفي التطبيقات التجارية، يتم ترتيب الأغشية بأعداد تتجاوز المئات منها، ونتيجة لتزايد تركيز أيونات في بعض الأجزاء من الخلية، فإن هناك احتمالاً لحدوث ترسبات أملاح على سطوح الأغشية ما لم يتم حقن مياه التغذية بمواد كيميائية تحد من تكون هذه الترسبات، وللتغلب على هذه المشكلة، فقد تم إدخال



الشكل(5) شكل مبسط يوضح تحلية مياه البحر بطريقة الديلزة الكهربائية

تم إدخال تعديلات على الخلية بحيث يتم عكس اتجاه الأيونات السالبة والموجبة نتيجة عكس أقطاب التيار الكهربائي المباشر ثلاث إلى أربع مرات في الساعة. ويدعى هذا النوع من الوحدات بالديلزة الكهربائية المتعاكسة (Electrodialysis, Reversal) ، وينتج من هذا التعديل (عكس اتجاه التيار في القطبين) تكون أحماض على الأقطاب تعمل على تنظيفها بشكل أوتوماتيكي.

تعديلات على الخلية بحيث يتم عكس اتجاه الأيونات السالبة والموجبة نتيجة عكس أقطاب التيار الكهربائي المباشر ثلاث إلى أربع مرات في الساعة. ويدعى هذا النوع من الوحدات بالديلزة الكهربائية المتعاكسة ((Electrodialysis, Reversal، وينتج من هذا التعديل (عكس اتجاه التيار في القطبين) تكون أحماض على الأقطاب تعمل على تنظيفها بشكل أوتوماتيكي.

دلائل مياه الشرب المنتجة بأنظمة تحلية مياه البحر

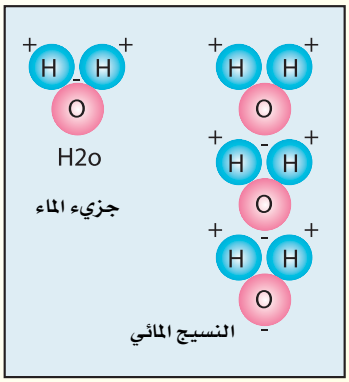
د. محمود يوسف عبد الرحيم
مستشار برنامج البيئة والتلوث
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

أدرك الإنسان أن الماء وإن كان تركيبه الكيميائي واحدا (وهو عبارة عن ذرتي هيدروجين تحيطان بذرة أوكسجين) إلا أنه من النادر أن يكون من أحد المصادر مطابقاً تماماً للمياه من مصدر آخر، من حيث المحتوى الملحي، إذ إن المكونات الذائبة في الماء عبارة عن مجموعة أملاح يستخلصها هذا المذيب العجيب من الصخور والحصى والرمال التي يمر عليها أو يختزن بها. (إن مصدر الماء على الأرض) هو واحد وهو بخار ماء نقي خال من الأملاح يتصاعد من البحار والمسطحات المائية الأخرى، وتطرحه النباتات "النتح" ليكون سحباً تعود إلينا أمطاراً وثلجاً تتساقط على الجبال، فتتحول إلى جليد أو تنزل على السهول والوديان لتتجمع في باطن الأرض مكونة المياه الجوفية، أما الأنهار والبحيرات فقد تكوّن معظمها في العصر الممطر من تاريخ الأرض. وعلى الرغم من انحسار عدد كبير من البحيرات واختفاء معظم الأنهار في العصور التي تلت ذلك، فإن استمرار دورة الماء من بخار إلى مطر إلى مياه جارية كسيول وأنهار تصب في البحيرات والبحار أو ترشح لتغذية الخزانات الجوفية حافظت على استمرار وتوازن الأنظمة البيئية التي تعتمد عليها. ومنذ دخول البشرية عصر الثورة الصناعية والإنسان يلوث الأنهار ويجور في استخدام المياه الجوفية التي أخذت بالتناقص حتى باتت مهددة، وأصبح الماء المورد الطبيعي الأول في الندرة كماً ونوعاً وعلى الأخص في المناطق الجافة وشبه القاحلة التي يقع معظمها في الجزء الجنوبي من الكرة الأرضية.

خصائص الماء

الماء محلول عجيب يحتوي على جميع مكونات القشرة الأرضية بنسب تتفاوت حسب مصدر ومسيرة المياه، وبالتالي فقد وفر هذا المحلول البيئة الخصبة لنمو الكائنات الحية وتكاثرها منذ بدايتها على سطح الأرض، وقد سمي الماء بالمذيب المثالي أو الكوني "Universal Solvent"، فهو متعادل كيميائياً مما يعطيه القدرة على التفاعل مع المواد الحمضية والقلوية.

وتتحد جزيئات الماء بنظام فريد، فجزيء الماء يكون على الشكل الموضح أعلاه إذ تصطف ذرتا الهيدروجين الموجبتا الشحنة على طرفي ذرة الأوكسجين بينما تبقى ذرة الأكسجين كرأس يحمل شحنة سالبة، وتصطف جزيئات الماء في تجمع أساسه الروابط بين جزيئات الأكسجين السالبة وذرات الهيدروجين الموجبة مما يجعل من الماء ما يشبه النسيج المرن ذا اللزوجة العالية، ومن خصائص الماء الفيزيائية أنه المادة الطبيعية الوحيدة التي توجد في الحالات (الغازية والسائلة والصلبة) بدرجات الحرارة التي توجد على سطح الأرض، وتختلف كثافته حسب درجة الحرارة إذ إن كثافته تقل عند التجمد (مما يجعل الجليد أخف من الماء السائل) وهو يسمح للحياة في الأنهار والبحيرات بأن تستمر في الشتاء إذ يبقى الماء البارد العالي الكثافة في القاع ويطفو الثلج على السطح ولا تتجمد الأسماك والكائنات الأخرى عند القاع. وللماء قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالحرارة؛ ولهذا فهو السائل الأفضل لأجسام الكائنات الحية. وقد استغلت هذه الخاصية في الصناعة فنجد مبرد ماكينة السيارة Radiator يحتوي على الماء كسائل تبريد. وللماء نتيجة للزوجته فائدة أخرى فهو يكون على شكل قطرات بدلاً من الانتشار أفقياً وهو ما يجعله يتصاعد عبر الشعيرات الدموية



واجه مصممو محطات تحلية المياه مشكلات هندسية عديدة من أهمها: مشكلات التآكل ونمو الطحالب والأصداف على جدران المبادلات الحرارية وكذلك التآكل الناجم عن تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون عند تفكك البيكربونات نتيجة للحرارة

للإنسان وجذور النباتات (الخاصية الشعرية) محملاً بالمواد الذائبة.

إن هذه الخصائص تجعل من الماء وسطاً من الصعب الاحتفاظ بمواصفاته الطبيعية لفترة طويلة، فهو يتأثر بما يحيط به لقدرته الفائقة في إذابة المواد التي يحتك بها، لذا فإن منظمة الصحة العالمية WHOوالمنظمات الدولية الأخرى المعنية بالمياه وضعت دلائل لمياه الشرب يسترشد بها بدلاً من وضع مواصفات محددة.

إنتاج المياه بواسطة تحلية مياه البحر

يعاني كثير من الدول في الأقاليم الجافة وشبه القاحلة من ندرة المياه ومنها دول الخليج والجزيرة العربية، التي تمر بمعدلات نمو اقتصادية وسكانية غير اعتيادية، تجاوزت فيها معدلات استهلاك المياه ما احتوته الطبيعة من مياه جوفية، فلجأت إلى تقنيات إنتاج المياه بوسائل تحلية مياه البحر، وكانت ولا تزال إلى حد كبير تقنية التقطير الومضي لمياه البحر التقنية الأكثر انتشاراً في المنطقة. وتعتبر تقنية تحلية مياه البحر إنجازاً هندسياً عظيماً خاصة بعد أن أمكن استغلال جزء من البخار لإدارة توربينات توليد الكهرباء مما جعل الإنتاج المشترك للطاقة ومياه الشرب عملياً للدول النفطية حيث رخص تكلفة الوقود. وقد واجه مصممو محطات تحلية المياه مشكلات هندسية عديدة من أهمها: مشكلات التآكل ونمو الطحالب والأصداف على جدران المبادلات الحرارية وكذلك التآكل الناجم عن تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون عند تفكك البيكربونات نتيجة للحرارة وغيرها من المشكلات الهندسية التي تم التغلب على معظمها بإضافة مواد كيماوية أو باتباع حلول هندسية، وكانت النتيجة هي إنتاج مياه مقطرة ذات أس هيدروجيني منخفض وخالية من الأملاح تقريباً مما استلزم إضافة مواد تعطي للمياه استساغة الطعم والمحتوى المطلوب من الأملاح (مستعينين بدلائل منظمة الصحة العالمية)، وقد قامت بعض الشركات بإضافة الأملاح مباشرة للمياه المقطرة وأخرى ارتأت إضافة مياه جوفية قليلة الملوحة (كما هي الحال بدولة الكويت) بينما رأت شركات أخرى إضافة قليل من ماء البحر إلى المياه المنتجة لزيادة المحتوى الملحي.

المواد المضافة في عمليات التحلية

تعتمد مواصفات المياه المقطرة التي تنتج بواسطة تحلية المياه على عدة عوامل أهمها: خصائص وتراكيز المواد المضافة إلى مياه البحر الداخلة، أو أثناء مراحل التحلية. ولكي تتحول المياه المقطرة إلى مياه

جدول (1): نوعية مياه الشرب في دولة الكويت *

المركبات / العناصر	الوحدة ملجم/الليتر	المركبات / العناصر	الوحدة ملجم/الليتر
درجة التوصيل الأيوني	**567	كالسيوم	44
الأملاح الذائبة الكلية	300	مغنيسيوم	10
عسر المياه	150	صوديوم	48
القلوية الكلية	44	بوتاسيوم	1.7
قيمةالأس الهيدروجيني pH	7.6	بورون	0.7
البيكربونات	52	كروم	0.002
الكربونات	0.2	حديد	0.01
الكلوريدات	82	نحاس	0.04
الكبريتات	92	زنك	0.02
النيترات	1.5	الكربون العضوي الكلي (TOC)	0.09
سيليكا	1		

* تحاليل مركز تنمية مصادر المياه / وزارة الطاقة (الكهرباء والماء)
** µs / cm

مواصفات مياه الشرب الكويتية لا تشمل مؤشرات للاستدلال بها عن نواتج تفاعل المواد المضافة للماء أثناء التحلية وذلك من منطلق أن هذه المواد أو تلك الناتجة عن تفاعلها مع الكلور لا تنتقل إلى المياه المقطرة المنتجة بتراكيز تشكل خطورة على صلاحية هذه المياه.

شرب يتم إضافة الأملاح (كأملاح صلبة أو مياه قليلة الملوحة أو مياه بحر) ثم تعقيم المنتج النهائي. ويبين الجدول التالي الخصائص العامة لمياه الشرب المنتجة بواسطة التقطير الومضي في دولة الكويت.

وكما يتضح من الجدول السابق فإن مواصفات مياه الشرب الكويتية لا تشمل مؤشرات للاستدلال بها عن نواتج تفاعل المواد المضافة للماء أثناء التحلية وذلك من منطلق أن هذه المواد أو تلك الناتجة عن تفاعلها مع الكلور لا تنتقل إلى المياه المقطرة المنتجة بتراكيز تشكل خطورة على صلاحية هذه المياه.

و من الواضح أن المياه المنتجة بواسطة تحلية مياه البحر تختلف بمواصفاتها عن المياه السطحية الطبيعية التي وضعت الدلائل الاسترشادية لها وتقوم حالياً منظمة الصحة العالمية WHOبالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP والمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ومن خلال فريق عمل استشاري يشارك به كثير من المتخصصين بإعداد دلائل لمياه الشرب المنتجة بواسطة تحلية مياه البحر. وتجدر الإشارة إلى أن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي تدعم هذا الجهد وذلك انطلاقاً من دور الكويت الرائد في مجال التحلية، وتقوم اللجنة بمراجعة الدلائل المعمول بها ومحاولة مطابقتها مع تلك الخاصة بمياه الشرب المنتجة بواسطة تحلية مياه البحر.

وهناك معايير عدة يتم بموجبها تقويم دلائل صلاحية مياه الشرب وأهمها بالنسبة لمياه التحلية وهو تقويم مدى الخطورة الصحية المحتملة عن وجود مواد كيماوية مضافة (أو نواتج تفاعلها) في الماء، وتؤخذ بالاعتبار طبيعة المواد المضافة أثناء عملية التحلية وبعدها. ويمكن اتباع مقياس "الاستهلاك اليومي الآمن" أو (Tolerable) Daily Intake-TDI)

الذي يقاس بقسمة معدل الاستهلاك التي يتم التوصل إلى أنه لا ينتج عنها أي ضرر على الصحة على معامل عدم اليقين بالنسبة للمادة حسب معادلة معينة.

ويعرف مقياس الاستهلاك اليومي لأية مادة بتركيزها في الماء والغذاء الذي يمكن للإنسان أخذه دون خطورة صحية ملموسة، وتستخدم هذه القيم كمؤشرات للتراكيز التي يسمح بها بالنسبة لمواد مثل المبيدات الحشرية والمواد المضافة للأطعمة (كلون أو نكهة) وهناك من يستخدم مؤشراً آخر هو الجرعة القياسية (Bench Mark Dose BMD) والذي يستخدم قيماً يتم استنتاجها عملياً وتكون مبنية على الحد الأدنى من التراكيز التي تحدث زيادة طفيفة بدرجة التأثر بالمادة التي يجري اختيارها. ويتم اختيار المواد الكيماوية التي تشملها الدلائل لوجود بيانات توثيق لوجودها في مياه الشرب مقرونة بدليل على سميتها المعروفة أو المتوقعة أو أن تكون المادة ذات اهتمام عالمي (كالمبيدات مثلاً) أو أنها داخلة ضمن المواد التي تقوم منظمة الصحة العالمية بتقويم خطورتها الصحية.

ولاستنباط دلائل صلاحية مياه الشرب تقسم المواد الكيماوية المضافة أو المتكونة في المياه إلى مجموعتين: مواد ليس لها حدود آمنة للمجموعة old non thresh: وهي مجموعة المسرطنات، ومواد لها حدود آمنة للمجموعة threshold وبالتالي تحسب لها قيمة TDI . وهناك مصادر دولية عديدة للمساعدة على تحديد قيمة دلائل خواص مياه الشرب مثل البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية (IPCS). وعند عدم توافر معلومات كافية حول مادة ما فإنه يتم وضع قيم بصورة أولية، ويرمز لها بأحرف تدل على ذلك مثل الحرف"P" «أي إن القيمة تقديرية لعدم وجود دليل علمي قاطع على آثارها الصحية أو الحرف "A"لكون القيمة أقل مما يمكن لطرق القياس الاعتيادية أن تقدر محتواها.

وتجدر الإشارة إلى أن وضع الدلائل بناءً على الآثار الصحية لا يعني عدم إدراج مواد أخرى تؤثر على طعم الماء، ويرمز عادة للدلائل المبنية على الآثار الصحية بالحرف "C" .

وتلجأ الدول إلى التعامل مع المؤشرات التي لا يمكن خفضها إلى القيم المنصوص عليها بالدلائل وذلك إما باستبدال المصدر أو بالمعالجة، التي تتراوح بين المعالجة بالكلور أوالتهوية أو الإزالة بالفحم المنشط أو المعالجة بالتناضح العكسي RO وهي الأعلى كلفة، كما يمكن تخفيض مستويات الفلورايد والمانجنيز والسليلينيوم واليورانيوم بالترسيب أو الألومنا النشطة Activated Alumina أو بالتناضح العكسي، فيما تستخدم التهوية للتخلص من معظم المركبات العضوية الطيارة كالبنزين ومشتقاته، وتعتبر إضافة الكلور أو

الأوزون وسائل ناجحة للتخلص من الميكروبات والمواد العضوية بأكسدتها إلا أنه يجب أخذ الحيطة من احتمال أن تتكون مركبات جديدة لها آثار صحية، فمثلاً تؤدي إضافة الكلور إلى مياه الشرب ذات المحتوى العالي من المواد العضوية الطبيعية إلى تولد المركبات العضوية المهلجنة Halome thanes التي للبعض منها آثار صحية بعيدة المدى مما يجب معه معالجتها أو خفض المحتوى العضوي في المياه قبل معالجتها بالكلور. وينسحب هذا المبدأ على معالجة المشكلات الأخرى في المياه مثل منع تآكل شبكات توزيع المياه من خلال تعديل الأس الهيدروجيني للمياه للحفاظ على نسب تركيز أيونات الكلوريد والكبريتات بالنسبة إلى تركيز البيكربونات، ولكن مع الحاجة للتأكد من عدم تأثر المكونات الأخرى للمياه.

نظراً لكون مياه الشرب المنتجة بواسطة تحلية مياه البحر ليست طبيعية بالمفهوم المتعارف عليه، لذا فإنه ولقدرة الماء الكبيرة على إذابة المواد من الضروري التعرف بدقة إلى مراحل إنتاج المياه المحلاة وتتبع المواد التي يتم إضافتها أو تمر عليها هذه المياه. ولعل أفضل مثال على ذلك مسألة استخدام غاز الكلور في تعقيم مياه البحر حيث تتكون مركبات البروم العضوية بدلاً من الكلور كما أن خلط المياه المقطرة التي تنتجها محطات التحلية بمياه قليلة الملوحة أو إضافة الأملاح مباشرة أو إضافة ماء البحر لتعديل الطعم وزيادة المحتوى الملحي يتطلب دراسة دقيقة لمكونات المواد المضافة قبل اختيار المادة المناسبة للتعقيم؛ فمثلاً إذا كانت معالجة مياه البحر أساساً باستخدام غاز الكلور أو حامض الهيدروكلورس فإن مستوى البروم سيكون مرتفعاً نسبياً في المياه المقطرة المنتجة (وتكون على شكل بروميت) أما إذا أضيف ماء البحر للمياه

المقطرة هذه فإن نسبة البروم سترتفع وبالتالي فإن تعقيم المياه بعد خلطها على هذا النحو باستخدام المواد المؤكسدة كالكلور أو الأوزون سيحرر مزيداً من البروميت وبالتالي تجاوز الدلائل المقترحة من منظمة الصحة العالمية لهذه المادة.

إن استخدام الرقابة الدورية على المياه من خلال الكشف عن الدلائل العامة هو أمر جيد بالنسبة للتلوث العضوي إلا أن الرقابة على جودة المياه وصلاحيتها من النواحي الصحية وعلى الاستخدام البعيد المدى تتطلب تقييماً دقيقاً لمراحل التحلية وتتبع المواد التي تتكون خلال مراحل التحلية حتى وصول المياه للمستهلك.

وقد يكون من المجدي التفكير باستبدال غاز الكلور أو حامض الهيبوكلورس في تعقيم مياه البحر واستخدام ثاني أكسيد الكلور- Chlo rine Dioxide على الرغم من ارتفاع ثمنه وذلك للتغلب على مشكلة تكون مركبات البروم في المياه المنتجة. كما أن استبدال عملية خلط المياه المقطرة المنتجة بمياه البحر أو المياه الجوفية أو المياه القليلة الملوحة بنظام آخر يحاول محاكاة الطبيعة في تكوين مياه الشرب وذلك بتمريرها على صخور طبيعية تستخلص منها هذه المياه الأملاح الطبيعية وبالتالي تصبح أقرب إلى مياه الأنهار مما هي عليه الآن.

أما من الناحية الصحية فإن الفترة الزمنية التي مرت على اعتماد الإنسان في دول الخليج كلياً على شرب المياه المنتجة بتحلية مياه البحر كافية لإجراء الدراسات الابديميولوجية للتعرف إلى أية آثار صحية بعيدة المدى ووضع الدلائل التي يمكن من خلالها إنتاج المياه ضمن الحدود الآمنة والتحقق من ذلك بتطبيق أنظمة رقابية لخصائص هذا النوع من مياه الشرب.

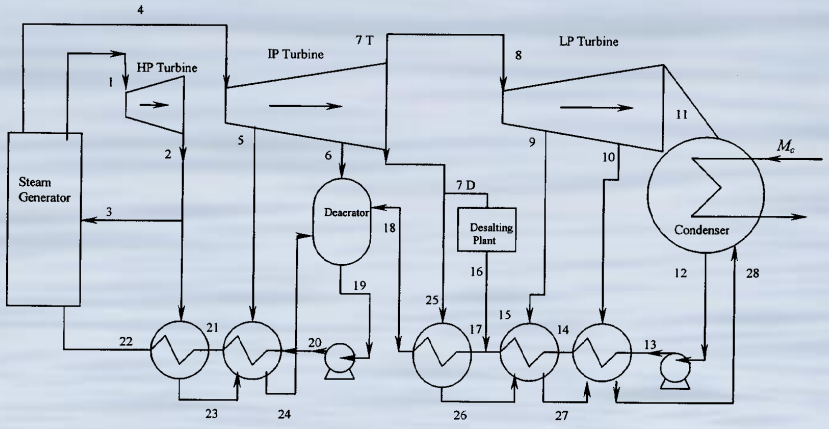
أمامها خياران هما التناضح العكسي والتبخير بالغليان متعدد التأثير

مستقبل التحلية في الكويت

تستخدم الكويت طريقة التحلية بالتبخير الفجائي متعدد المراحل MSF فقط في تحلية مياه البحر منذ تركيب أول وحدتين تعملان بهذه الطريقة في العالم بمحطة الشويخ عام 1960. وقد بلغت السعة المركبة 315.8 مليون جالون إمبراطوري يومياً في الوقت الحالي. وتزود تلك الوحدات بالطاقة الحرارية اللازمة لتشغيلها على شكل بخار مستنزف من توربينات بخارية عند ضغط 2 جوي ودرجة حرارة لا تزيد على 120 درجة مئوية كما تزود بالطاقة الميكانيكية (الكهربائية) اللازمة لتشغيل مضخاتها من محطات القوى، لذلك فجميع الوحدات العاملة بطريقة التبخير الفجائي متعدد المراحل مرتبطة بمحطات قوى تعمل بالتوربينات البخارية فيما عدا محطة الشويخ. وتعرف تلك المحطات ثنائية الغرض لإنتاج الطاقة والمياه المقطرة انظر الشكل (1).

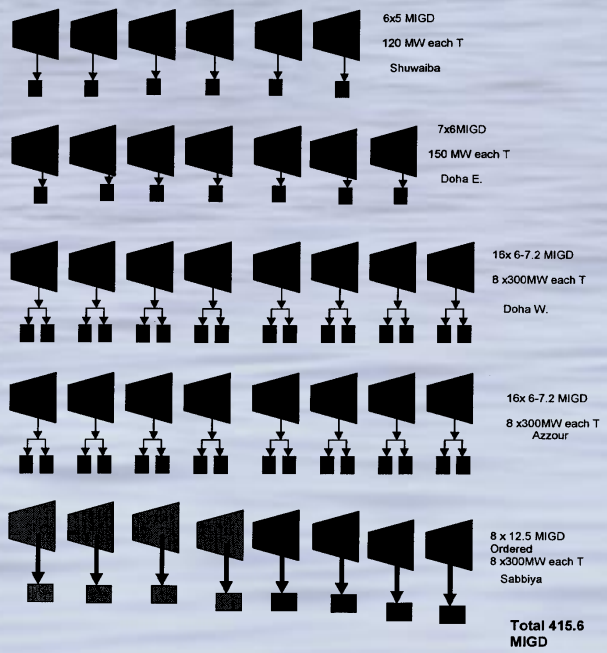
أ.د. محمد درويش
جامعة الكويت - كلية الهندسة والبترول

م. أنور عمر
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي



شكل (1) المحطات ثنائية الغرض لإنتاج الطاقة والمياه المقطرة.

تعتبر التحلية بالتناضح العكسي أكثر طرق التحلية كفاءة في استخدام الطاقة، ولا تحتاج إلى ربط بمحطة قوى كهربائية كما تعد أكثر الطرق استعمالاً في جميع دول العالم باستثناء منطقة الخليج العربي حيث تأتي في المرتبة الثانية بعد طريقة التبخير الفجائي متعدد المراحل في المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة ومملكة البحرين.



شكل (2) التربينات البخارية وارتباطها مع وحدات التحلية (MSF) في الكويت

ويستخدم البخار المنتج من الغلاية في تلك المحطات لإنتاج طاقة ميكانيكية أولاً عندما يتمدد في التوربينة البخارية قبل سحبه إلى وحدات التحلية العاملة بالتبخير الفجائي لتزويدها بالطاقة الحرارية اللازمة لها، ولهذا تقسم تكلفة طاقة الوقود اللازم لإنتاج البخار بين مياه التحلية المقطرة والطاقة الميكانيكية (الكهربائية) المنتجة.

وتبلغ طاقة الوقود التي تحسب لإنتاج متر مكعب واحد من المياه 200 ميجا جول (نحو 5 كجم وقود / متر مكعب ماء) ويشمل ذلك كلا من الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية المستهلكة للمضخات. وعندما لا تكون هناك توربينات بخارية كافية لتزويد تلك الوحدات بالبخار، يتم تزويد الوحدات مباشرة من مولدات البخار وعندئذ ترتفع طاقة الوقود اللازمة لإنتاج متر مكعب واحد إلى الضعف (نحو 10 كجم وقود / متر مكعب ماء) حيث يتم تحميل ثمن وقود البخار المنتج بالكامل إلى تحلية المياه. وقد تم ربط جميع التوربينات البخارية الموجودة بجميع محطات القوى بالكويت حالياً بوحدات التبخير الفجائي متعدد المراحل، وليس هناك مكان لإضافة أي وحدات تحلية أخرى في هذه المحطات كما هو مبين في الجدول (1) وشكل (2).

الطاقة المركبة لوحدات التحلية بالتبخير الفجائي

ستبلغ الطاقة المركبة لوحدات التبخير الفجائي في الكويت 416 مليون جالون امبراطوري يومياً (م ج أ ي) عام 2007، ومن المتوقع أن يصل متوسط الإنتاج اليومي 330 م ج أ ي إذا أخذ بالاعتبار معامل إنتاج قدرة 80٪ أي إن تلك الوحدات تحتاج إلى 20٪ من الوقت لأعمال الصيانة والانتظار للتشغيل Standby . وبالنظر إلى معدل الاستهلاك اليومي للمياه العذبة خلال السنوات العشر الأخيرة فإننا نجده قد ازداد إلى الضعف (164 م ج أ ي عام 1993 إلى 328 م ج أ ي عام 2003) في حين لم تزد النسبة المئوية للسعة المركبة في تلك الفترة على 45 ٪ (216 م إ ج ي عام 1993 إلى 316م إ ج ي عام 2003) بل إنه لوحظ أن الزيادة السنوية في استهلاك المياه العذبة قد وصلت الى 7.7٪ عند أخذ 20٪ زيادة في الطاقة المركبة عن الإنتاج لأعمال الصيانة والتشغيل. وعلى افتراض استمرار هذه الزيادة بالمعدل نفسه فستحتاج الكويت إلى طاقة مركبة قدرها 685 م ج أ ي في عام 2010 ولهذا يجب زيادة الطاقة المركبة لوحدات التحلية بمقدار 270 م ج أ ي مع حلول 2010 .

الشكل (2) يبين التوربينات البخارية وارتباطها بوحدات التحلية (MSF) في الكويت.

2. الطاقة المركبة لوحدات التحلية بالتبخير الفجائي.

اسم المحطة	عدد التربينات البخارية ×السعة MW	عدد وحدات MSF× السعة MIGD	الطاقة الميكانيكية المكافئة kWh/m^3	عدد التربينات الغازية × السعة MW
الزور	300×8	7.2×16	22.5	27.5× 4
الدوحة الشرقية	300×8	7.2× 12 + 6 ×4	22.5	--
الدوحة الغربية	150×7	6× 7	25	18× 6
الصبية	300×8	12.5× 8	--	--
الشعيبة	120×6	5× 6	22.5	--
الشويخ	--	6× 3	37	--
المجموع	**8970**	**415.6**	--	**218**

أنواع وحدات التحلية المتاحة

هناك خمسة أنواع من وحدات التحلية ثبتت وثوقيتها ولها سجل مضمون في قلة ساعات التوقف الجبري أو للصيانة، وهذه الأنواع هي:

أ . وحدات التبخير الفجائي متعدد المراحل MSF المتبعة في الكويت، وتحتاج إلى بخار مستنزف من توربينات بخارية عند ضغط يتراوح بين ٢ و ٣ ضغط جوي.

ب . وحدات التقطير بانضغاط البخار حرارياً TVC وتحتاج إلى بخار مماثل للطريقة السابقة.

ج . وحدات التبخير بالغليان متعدد التأثير MEB ، وعادة ما تحتاج إلى بخار له ضغط منخفض عند نحو 0.3 ضغط جوي ودرجة حرارة في حدود 70 درجة مئوية.

د . وحدات التقطير بانضغاط البخار ميكانيكياً، وتحتاج إلى طاقة ميكانيكية (كهربائية) لتشغيلها، علماً بأن أقصى إنتاج للوحدة من هذا النوع متوافر حالياً بسعة إنتاجية تقارب مليون جالون إمبراطوري يومياً (م ج أ ي).

هـ. وحدات التناضح العكسي، وتحتاج إلى طاقة ميكانيكية فقط، ويوضح الجدول (2) صفات كل من تلك الطرق ومقارنة بينهما.

تحتاج طريقتا التبخير الفجائي متعدد المراحل MSF وانضغاط البخار حرارياً TVC إلى الربط بتوربينات بخارية لتزويدها بالبخار اللازم أو بمولدات بخارية استرجاعية تستخدم الغازات الساخنة الخارجة من التوربينات الغازية لتوفير البخار اللازم لتلك الوحدات، وهو أمر غير متوافر حالياً في الكويت حيث لا توجد توربينات بخارية متاحة في محطات القوى الحالية كما لا توجد وحدات غازية مرتبطة بمولدات بخارية، ولذلك لا مجال لاستعمال طريقتي التبخير الفجائي وانضغاط البخار حرارياً في الوقت الحالي. ويصعب استخدام وحدات انضغاط البخار ميكانيكياً لإنتاج 270 م ج أ ي لصغر السعة الإنتاجية للوحدة، لذا لم يتبق غير خيارين هما طريقة التناضح العكسي(RO) وطريقة التبخير بالغليان متعدد التأثير (MEB).

خيار استخدام التناضح العكسي

تعتبر التحلية بالتناضح العكسي هي أكثر طرق التحلية كفاءة في استخدام الطاقة، ولا تحتاج إلى ربط بمحطة قوى كهربائية كما تعد أكثر الطرق استعمالاً في جميع دول العالم باستثناء منطقة الخليج العربي حيث تأتي في المرتبة الثانية بعد طريقة التبخير الفجائي متعدد المراحل في المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة ومملكة البحرين. وتقدر الطاقة المستهلكة في محطات التناضح العكسي بربع الطاقة المستخدمة في محطات التبخير الفجائي، وقد تبدو طريقة التناضح العكسي بسيطة للوهلة الأولى حيث يتم ضغط الماء الملحي إلى الأغشية التي تسمح بمرور الماء النقي عبر الغشاء وتمنع الأملاح من الانسياب خلاله، وهذا للأسف تصور خاطئ إذ إن هناك ترتيبات متعددة لهذا النظام وكل منها يحتاج إلى دراسة متعمقة قبل تطبيقه للوصول إلى الغرض المنشود من النظام في كل موقع. فمثلاً تعتمد معالجة مياه التغذية المطلوبة على تحليل مياه التغذية عند موقع معين، كما تحتاج إلى فهم متعمق لطرق منع تلوث الأغشية والترسبات عليها وتدني أدائها، وهناك بعض الظروف الواجب أخذها في الاعتبار عند تطبيق هذا النظام بدولة الكويت مثل:

- يمكن خلط الماء النقي تماماً (تقريباً نسبة الأملاح فيه 10 أجزاء من المليون) الناتج محطات التبخير الفجائي متعدد

جدول (2) مقارنة بين طرق التحلية المختلفة

العنصر	MSF	MED	MVC	RO
أقصى سعة للوحدة ، m^3/d	70,000	22,000	5,000	10,900
معامل الأداء، kg/kg	8	12-8	–	–
الطاقة المستخدمة	حرارية/ كهربائية	حرارية/ كهربائية	كهربائية	كهربائية
ضغط البخار، بار	2-3	0.3 MED & 3–20 MED-TVC	–	–
معدل استهلاك الكهرباء، kWh/m^3	4	2	10	8-5
جودة الماء المنتج (الملوحة)، جزء في المليون	25	25	25	400
المزايا	وحدات كبيرة السعة	معامل أداء مرتفع	تحتاج فقط للطاقة الكهربائية	تحتاج فقط للطاقة الكهربائية
العيوب	تستهلك طاقة مرتفعة	سعة الوحدة أصغر من MSF	سعة صغيرة	ارتفاع تكلفة المعالجة الأولية

تبلغ طاقة الوقود التي تحسب لإنتاج متر مكعب واحد من المياه 200 ميجا جول (نحو 5 كجم وقود / متر مكعب ماء) ويشمل ذلك كلا من الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية المستهلكة للمضخات. وعندما لا تكون هناك توربينات بخارية كافية لتزويد تلك الوحدات بالبخار

المراحل مع الماء المنتج من وحدات التناضح العكسي مع الأخذ في الاعتبار نسبة الأملاح الموجودة فيها.

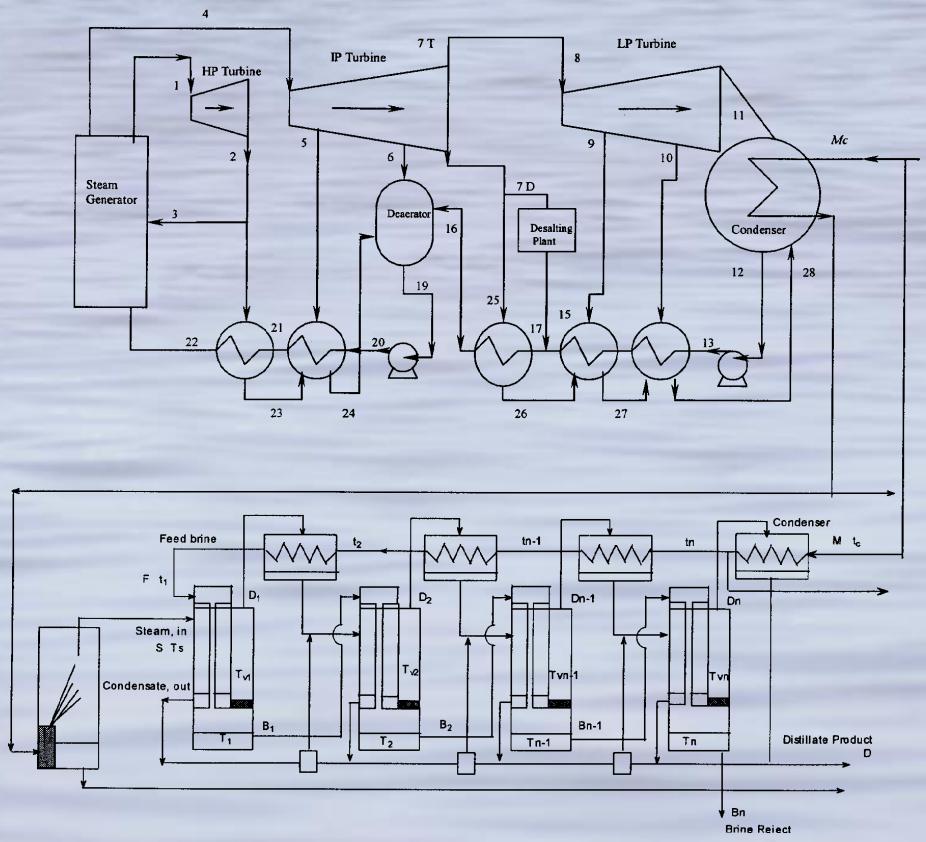
– قد لا تسمح مكونات مياه البحر في دولة الكويت باسترجاع نسبة عالية من المياه المنتجة مقارنة بمياه التغذية حيث تزيد قليلاً على 30٪ لتجاشي ترسب كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ وذلك لارتفاع نسبة مكونات الكالسيوم والكبريتات، وقد يؤدي استخدام الفلترة النانومترية Nano-Filtration في المعالجة الأولية لوحدات التناضح العكسي إلى التخلص من الأملاح المكونة للترسبات وبذلك يمكن رفع نسبة المياه المنتجة باستخدام تلك الطريقة في المعالجة الأولية إذا ما تبيّنت جدواها الاقتصادية. وقد دلت بعض الأبحاث التي قامت بها المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة في المملكة العربية السعودية على أن استخدام الفلترة النانومترية NF قبل وحدات التبخير الفجائي ووحدات التناضح العكسي أدى إلى التخلص من 98٪ من الكبريتات وما بين 85 و 90 ٪ من الكالسيوم، وتم تقليل عسر الماء إلى 55-60 ٪ من مياه الخليج العربي قبل إدخالها إلى وحدات التحلية.

– ربط وحدات التبخير الفجائي والتناضح العكسي يمكن أن يخفض تكلفة المعالجة الأولية المشتركة بينهما يضمن ارتفاعاً نسبياً في درجة حرارة في المياه شتاءً لضمان زيادة إنتاج وحدات التناضح العكسي من المياه والتي تقل مع انخفاض درجة حرارة مياه التغذية في الشتاء.

– يمكن استخدام التوربينات الغازية التي ستقوم وزارة الطاقة/ الكهرباء والماء بتركيبها (1000 ميجاوات) لمواجهة زيادة الأحمال القصوى للطاقة الكهربائية خلال الصيف والتي تستمر لساعات قليلة كل عام لإدارة وحدات التناضح العكسي – في غير ساعات الأحمال القصوى – كما يمكن إضافة توربينات بخارية إلى التوربينات الغازية لتكوّن محطة مجمعة من توربينات غازية وتوربينات بخارية ((Combined Cycle كمحطة الطويلة 2 في دولة الإمارات العربية المتحدة والتي تتميز بكفاءتها

جدول (3) أهم المواصفات لمحطة أشدود العاملة بطريقة الغليان متعدد التأثير

عدد المؤثرات	6
السعة الإنتاجية، kg/s	201
معامل الأداء	5.7
أقصى درجة حرارة للمياه المركزة، °C	50
أدنى درجة حرارة للمياه المركزة، °C	34.5 (low)
الفرق في درجات الحرارة بين المؤثرات، °C	3.1
ارتفاع نقطة الغليان، °C	1
نسبة مياه التغذية إلى المياه المنتجة (F/D)	3



شكل (4) محطة ثنائية الغرض مرتبطة مع وحدة تحلية تعمل بطريقة بالغليان متعدد التأثير

يمكن الاتجاه إلى خيار التحلية بطريقة الغليان متعدد التأثير وذلك بإضافة هذه الوحدات إلى محطات القوى البخارية الموجودة حالياً لزيادة السعة الإنتاجية، حيث إن هذه الطريقة تحتاج إلى ضغوط ودرجات حرارة منخفضة مقارنة بالطرق الأخرى. ويركز هذا المقترح على أنه يمكن رفع ضغط البخار عند خروجه من التوربينات البخارية إلى 30 كيلوباسكال ودرجة حرارة تشبع نحو 70 درجة مئوية، بدلاً من ضغط المكثف.

المرتفعة (50٪ تقريباً) والتي تستخدم توربينة بخارياً ذات ضغط خلفي يغذى البخار الخارج منه بعد تمدد وحدات تبخير فجائي متعدد المراحل أو وحدات تبخير بالغليان متعدد التأثير كما هو مبين في الشكل (3) وبذلك ترتفع كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية وسعة وحدات التحلية.

خيار وحدات التحلية بالغليان متعدد التأثير ودرجة الحرارة المنخفضة

يمكن الاتجاه إلى خيار التحلية بطريقة الغليان متعدد التأثير وذلك بإضافة هذه الوحدات إلى محطات القوى البخارية الموجودة حالياً لزيادة السعة الإنتاجية، حيث أن هذه الطريقة تحتاج إلى ضغوط ودرجات حرارة منخفضة مقارنة بالطرق الأخرى كما تقدم. ويركز هذا المقترح على أنه يمكن رفع ضغط البخار عند خروجه من التوربينات البخارية إلى 30 كيلوباسكال ودرجة حرارة تشبع نحو 70 درجة مئوية.

Last cylinder	300 MW	225 MW	150 MW	80 MW
$ms_{(8)}$, kg/s	135.61	80.358	39.774	9.941
h(8) kJ/kg	2940.7	2943	3019.3	3049.1
$P_{(8)}$, kPa	453	343	343	87
$ms_{(11)}$, kg/s	114.83	70.545	36.173	9.941
$P_{(condenser)}$, kPa	6.3	5.26	4.79	4.42
$h_{(11)}$, kJ/kg	2332.8	2346.5	2441.3	2743.7
$W_{L(output)}$, MW	69.805	42.08	20.908	3.036
$Q_{(condenser)}$, MW	249.24	156.24	83.328	28.644
$M_{(CW)}$, kg/s	9300	9300	9300	9300
$\Delta T_{(CW)}$, °C	6.87	4.2	2.24	0.77
$T_{(condenser.)}$ °C	37.3	33.8	33.1	30.7
$h_{(condenser.)}$ out kJ/kg	289.21	289.21	289.21	289.21
$h_{(11)}$ new, kJ/kg	2530	2565	2655	2935
$ms_{(11)}$ new kg/s	170	111.3	57.39	26.61
$Q_{(condenser)}$ new MW	380.864	253.351	135.780	70.4
$M_{(CW)}$, new kg/s	2441	1624	870.4	451.3
$M_{(flashed)}$ kg/s	41.42	27.55	14.77	7.657
$M_{(desalted)}$, kg/s	236.1	157.1	84.17	43.64
$M_{(desalted)}$, MIGD	4.489	2.983	1.6	0.8297

جدول (4) كميات المياه المحلاة الناتجة من وحدة تحلية تعمل بطريقة الغليان متعدد التأثير عند جميع ظروف التشغيل لمحطة بخارية ثنائية الغرض الموضحة في الشكلين 1و3 لمحطة مثل الزور.

ms: معدل تدفق البخار ، kg/s

P: الضغط ، kPa

h: الإنثالبي ، kJ/kg

Q: كمية الحرارة المطرودة من المكثف، MW

M(CW): معدل تدفق مياه التبريد إلى المكثف، kg/s

ΔT(CW): مقدار ارتفاع درجة الحرارة في المكثف ، °C

بدلاً من ضغط المكثف عند 10 كيلو باسكال ودرجة حرارة تشبع 45 درجة مئوية ويتم ذلك عن طريق تقليل مياه التبريد للمكثف والتي تعود من المكثف عند 65 درجة مئوية على سبيل الافتراض، وبالتالي ويمكن استعمالها كمصدر حراري لوحدة تحلية بالغليان متعدد التأثير تعمل عند درجات حرارة منخفضة، إذ تدخل مياه التبريد العائدة من المكثف عند درجة حرارة 65 درجة مئوية إلى غرفة تبخير فجائي وعندها يتحول جزء منها إلى بخار ويتم تزويد هذا البخار إلى التأثير الأول في وحدة التحلية كمصدر حراري، ويرسل الجزء الباقي من ماء تبريد المكثف والذي زادت نسبة الأملاح فيه نتيجة تبخير جزء منه إلى ماء البحر كما هو موضح بالشكل (4).

محطة «أشدود» تستخدم وحدة تحلية تعمل بطريقة الغليان متعدد التأثير تبلغ طاقتها الإنتاجية أربعة ملايين جالون إمبراطوري (م ج أ ي)، وتستخدم مياه تبريد عائدة من مكثف محطة قوى بخارية عند درجة 62.5 درجة مئوية كمصدر حراري

وتماثل تلك الطريقة وحدة تحلية تعمل بطريقة الغليان متعدد التأثير في محطة «أشدود» حيث تبلغ طاقتها الإنتاجية أربعة ملايين جالون إمبراطوري (م ج أ ي)، وتستخدم مياه تبريد عائدة من مكثف محطة قوى بخارية عند درجة 62.5 درجة مئوية كمصدر حراري في حين أن أقصى درجة حرارة للمياه المركزة هي 50 درجة مئوية. وتُنتج مياه التبريد العائدة من المكثف بخاراً بعملية البخر الفجائي تزود به وحدة التحلية. ويمكن تطبيق تلك الطريقة في دولة الكويت برفع درجة حرارة مياه التبريد الراجع من مكثف التوربينة البخارية في أي من محطات الزور أو الصبية أو الدوحة الغربية على سبيل المثال إلى ما بين 65-60 درجة مئوية واستخدامها كمصدر حراري لوحدة تحلية تعمل بطريقة الغليان متعدد التأثير تشابه الوحدة العاملة في محطة أشدود. ويوضح الجدول (3) أهم مواصفات هذه المحطة وعدد التأثيرات 6 ومعامل الأداء (الماء المقطر المنتج/البخار المغذي

للوحدة) 5.7 وأعلى درجة حرارة للماء الملحي 50 درجة مئوية وأقل درجة حرارة (في التأثير الأخير) 34.5 درجة مئوية. وبذلك يكون الفرق في درجة الحرارة بين كل مؤثر هي 3.1 درجة مئوية.

وإذا أخذت ارتفاع نقطة الغليان مساوية درجة مئوية واحدة فإن فرق درجة الحرارة الدافعة للانتقال الحراري هو 2.1 درجة مئوية وهو فرق صغير يؤدي إلى زيادة مساحة سطوح الانتقال الحراري اللازمة للوحد، وقد بينت الحسابات أن تلك المساحة تساوي72.780 متر مربع وأن المساحة النوعية (المساحة الكلية مقسومة على معدل الإنتاج من الماء المقطر بوحدات كجم/ثانية) هي 523.6 متر مربع/(كجم/ثانية) وهي أكبر بنحو 90 ٪ من وحدات التبخير الفجائي العاملة في الكويت والتي تبلغ مساحتها النوعية 275 متراً مربعاً/(كجم/ثانية). ولذا يجب دراسة هذه الطريقة بعناية في الكويت حيث ينخفض البخار الداخل إلى مكثف التوربينة البخارية كثيرا عند سحب البخار إلى وحدات التحلية بالبخر الفجائي علماً بأن زيادة ضغط البخار الخارج من التوربينة البخاري يؤدي إلى زيادة كمية البخار الساري في التوربينة عند إنتاج كمية الطاقة نفسها، وبالتالي يزيد الحمل الحراري للمكثف وكمية مياه التبريد المطلوبة له.

وقد بينت الحسابات التي أجريت أنه عند رفع ضغط المكثف إلى 30 كيلو باسكال (درجة حرارة تشبع 69.1 درجة مئوية) وتغيير درجة حرارة ماء التبريد في المكثف من 26 إلى 65 درجة مئوية فإن انخفاض درجة حرارة مياه التبريد بعد عودتها من المكثف بمقدار 10 درجات مئوية (من 65 إلى 55 درجة

عدم توافر توربينات بخارية لربط وحدات التحلية العاملة بطريقة التبخير الفجائي متعدد المراحل في الوقت الحالي، يتيح لوزارة الطاقة التوجه إلى خيار تحلية مياه البحر بطريقة التناضح العكسي وعمل تعديلات طفيفة لتركيب وحدات تحلية بطريقة الغليان متعدد التأثير MEB

مئوية) في غرفة البخر الفجائي يؤدي إلى توليد بخار معدل سريانه = معدل سريان مياه التبريد ×الحرارة النوعية ×فرق درجة الحرارة في غرفة البخر الفجائي مقسوماً على الحرارة الكامنة، ويكون الماء الناتج من وحدة التحلية يساوي حاصل ضرب البخار الناتج بالبخر الفجائي في معامل الأداء (5.7)، ويعطي الجدول 4 كميات المياه المقطرة المنتجة من وحدة التحلية ومقدارها 0.83،1،6،2،98،4.48 م ج أ ي عندما يكون حمل التوربينة 300،225،150،80 ميجاوات على التوالي، ويسحب بخار من ذلك التوربينة لوحدات التحلية بالبخر الفجائي متعدد المراحل في الوقت نفسه والمركبة أصلا مع التوربينة البخارية. كما يعطي الجدول كميات المياه المحلاة عند جميع ظروف تشغيل التوربينة البخارية.

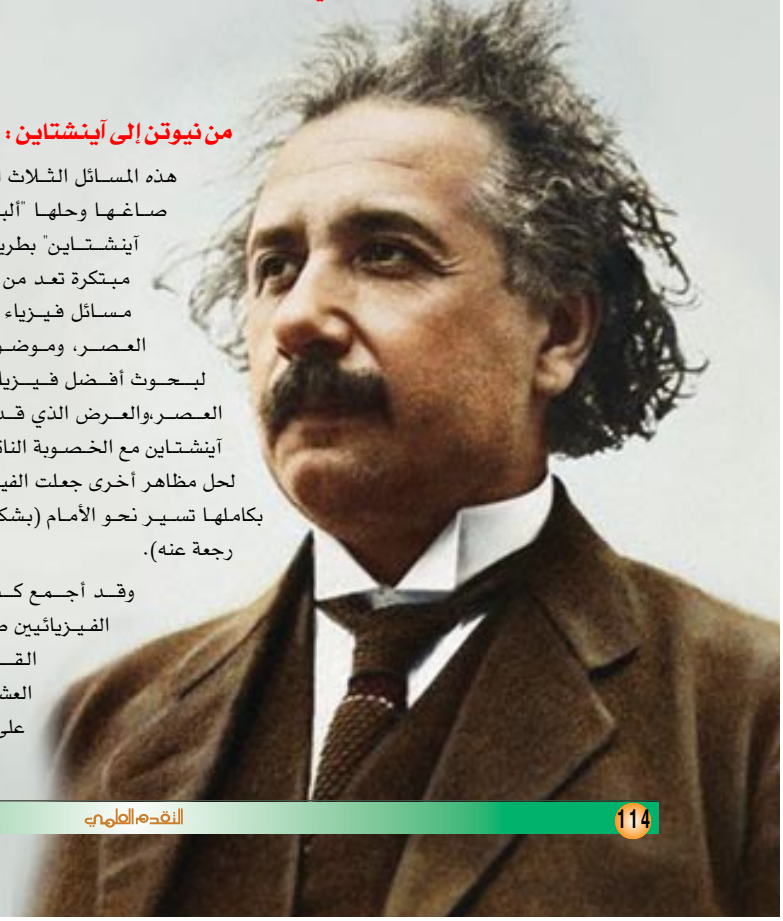
الخلاصة

يتبين مما سبق عدم توافر توربينات بخارية لربط وحدات التحلية العاملة بطريقة التبخير الفجائي متعدد المراحل في الوقت الحالي، ولذا يمكن لوزارة الطاقة التوجه إلى خيار تحلية مياه البحر بطريقة التناضح العكسي كما يمكنها عمل تعديلات طفيفة لتركيب وحدات تحلية بطريقة الغليان متعدد التأثير MEB وذلك برفع ضغط المكثف في التوربينات البخارية التي تعمل حالياً واستعمال ماء التبريد الراجع من تلك المكثفات عند درجة حرارة 65 درجة مئوية كمصدر حراري لوحدات MEB. وفي هذه الحالة يمكن زيادة السعة المركبة عن طريق إضافة 24 وحدة من هذه الوحدات (92 م إ ج ي) حتى تصبح 508 ملايين جالون إمبراطوري يومياً دون استهلاك أي كمية إضافية من الوقود، وباستخدام طاقة ميكانيكية فقط لتشغيل المضخات (2 كيلووات ساعة/متر ماء مكعب) كما يجب الأخذ في الاعتبار أنه لن تكون هناك أي زيادة في الغازات المنبعثة من هذه المحطات.

1905 العام الرائع لآينشتاين

ترجمة: سهام شاهين

في عام 1905،اهتم باحث شاب شغوف في الفيزياء بثلاث مسائل نظرية تتعلق بظواهر لوحظت تجريبياً، وأعطى لكل منها حلاً مبتكراً سيدوم مدة طويلة.
المسائل الثلاث تفتح آفاقاً جديدة بعيدة المدى فيما يخص المعرفة الفيزيائية، تعنى الأولى بالتركيب الذري للمادة، وتكشف عن الوجود الفعلي للذرات التي بقيت حتى تلك الساعة فرضية،فاتحة بذلك أبواب الفيزياء الذرية.
وتعنى الثانية بخصائص الإشعاعات الكهرمغنطيسية التي برهن أن طاقتها توجد بشكل حزم متقطعة لجسيمات دقيقة (أي مؤلفة من جسيمات منفصلة من الطاقة أو الطاقة الكوانتية) معطياً بذلك إحدى أولى النظريات المؤسسة للفيزياء الكوانتية ،واقترحت الثالثة إعادة صياغة مشكلة « القوى الكهربائية » للأجسام المتحركة، الموضوعة منذ نظرية "الكهرمغنطيسية" لماكسويل ، وأسست ما دعي فيما بعد « النظرية النسبية الخاصة ».



من نيوتن إلى آينشتاين :

هذه المسائل الثلاث التي صاغها وحلها "ألبرت آينشتاين" بطريقة مبتكرة تعد من أهم مسائل فيزياء هذا العصر، وموضوعاً لبحوث أفضل فيزيائيي العصر،والعرض الذي قدمه آينشتاين مع الخصوبة الناتجة لحل مظاهر أخرى جعلت الفيزياء بكاملها تسير نحو الأمام (بشكل لا رجعة عنه).

وقد أجمع كبار الفيزيائيين طوال القرن العشرين على أن "آينشتاين" هو الأول بينهم،وهذا التقييم لا يرجع لشهرته الواسعة بل لأسباب معقدة ثقافية وسياسية عالمية بعيدة عن الغرابة،وتأتي شهرته أيضاً من أسباب علمية جعلت منه بعد/23/عاماً نظيراً لنيوتن ،الذي عمل في عدة ميادين كالرياضيات والبصريات والميكانيك، وأوضح عمله الأول سنة 1665-1666 عن كامل أعماله، وأن نظريته عن الجاذبية لم تعرف صياغتها النهائية إلا بعد عدة سنوات عند نشره"مبادئ رياضيات الهندسة الطبيعية " وهو كتاب ظهرت طبعته الأولى باللاتينية عام1687 ووصف نيوتن نفسه ذاك العام بعامه الرائع.

هذا التعبير ينطبق تماماً على عام 1905 لآينشتاين، فجزء كبير من عمله الخاص وأيضاً من فيزياء القرن العشرين كمن في أعماله الأولى ، ويمكننا بعد استعراض مضمون أبحاثه ونتائجه تفحص مضمون ما تناوله من مسائل مدروسة ، وسيتضح ما ندعوه"بأسلوبه" وتقريره عن "الغاية" من أبحاثه.

إذاً: سنة رائعة، ليس آينشتاين من قال لنا ذلك ، بل التاريخ هو من اقترحه.

إلا أن المقارنات بين هذين العالمين لها حدودها ، والمساواة بينهما وكذلك بين عاميهما الرائعين لا يمكن الذهاب بها بعيداً،فمسألة نظرية الجاذبية شكلت مجالاً لمقارنة إسهاماتها ، وقانون نيوتن لتجاذب الكتل لم يكتمل إلا قبيل نشر كتابه

مبادئ رياضيات الهندسة الطبيعية" وفي هذا التحضير لم تدرج أفكاره عن الفضاء والزمان المطلق والرياضيات إلا فيما بعد، وبالمقابل لو عرف آينشتاين منذ عمله عام 1905 النسبية الخاصة والفضاء والزمن كمقادير فيزيائية مرتبطة ومتعلقة بشكل جوهري بحالتها الحركية المطردة،لما تطرق بعد عامين لمسألة النسبية،ولما أخذ بعين الاعتبار إلا تدريجياً ضرورة إعادة تنظيم الفضاء والوقت إلى الأمام لجعلها أكثر فيزيائية بربطهما بحالة المادة والكتلة والطاقة التي هي حقل النسبية ،ولم يحصل على الصياغة النهائية لنظرية النسبية العامة إلا في نهاية عام 1905 .

وما إن ندخل في التفاصيل،حتى ندخل في ملاحظة الفارق أو التباين، والسبب بسيط للغاية، فتاريخ العلوم لا يتكرر أبدا، رياضيات وفيزياء لعصرين مختلفين للغاية،و نتائجهما أيضا، فإضافة لتطور المفاهيم العامة عن الطبيعة وعن الفكر، يجب ملاحظة أن صياغة هذين التصورين استمر رغم التغيرات المهمة التي طرأت على العلوم ، فالنسبية العامة لآينشتاين تابعت صياغتها الرياضية للفيزياء بقوة وشمولية أكثر في اتجاه شكل فيه الميكانيك ونظام العالم النيوتني أحد أوتاده الأولى.

خبير في شهادة البروفيه

لدى خروجه من معهد البوليتكنيك في زيورخ ، لم ينجح آينشتاين في إيجاد وظيفة جامعية ليكرس نفسه لها كما كان يتمنى من أجل البحث الفيزيائي، وكان عليه أن يرضى بوظيفة مهندس خبير في مكتب البروفيه في "بيرن" وتطلب هذا المنصب معرفة جيدة بالفيزياء الكلاسيكية ومهارة التجربة والتطبيقات العملية لنظريات الفيزياء، ويتمتع آينشتاين بكل هذه الميزات إذ أمضى الكثير من الوقت في المختبر خلال دراسته. وإضافة لذلك تمتع بميزة أخرى وهي معرفته الجيدة بالظواهر الكهرمغنطيسية.

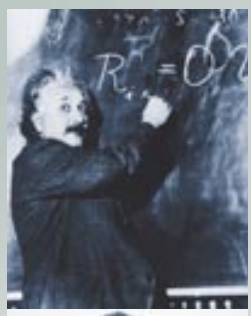
في ذلك العصر، لم تكن نظرية ماكسويل قد درست في الجامعات ولا في مدارس المهندسين، كذلك كانت حال معهد البوليتكنيك (متعدد العلوم والفنون) في زيورخ، وكان التصميم العصامي لآينشتاين الشاب في هذا الميدان هو أحد أسباب قبوله في مكتب البروفيه، لأن مشاريع الأجهزة الكهربائية والكهرمغنطيسية تعددت أكثر فأكثر، ومع اهتمامه الحقيقي بهذه المسائل (كان عليه أن يقترح بنفسه تصاميم لآلات) كان شغوفا بالجوانب النظرية التي من المفترض أن تعطي شرحا عن المظاهر وأسبابها العميقة.

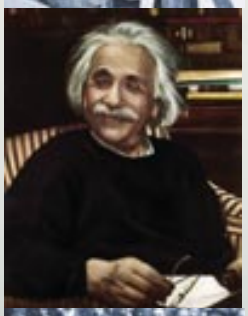
تشير بعض المخطوطات إلى أنه كان يتساءل بشكل خاص حول طبيعة الضوء وظاهرة التحريض المغناطيسي (التأثير المتبادل بين مغناطيس و دارة كهربائية مغلقة ، أحدهما في حركة بالنسبة للآخر، مولدة تيارا كهربائيا في الدارة).

مسائل أخرى في الفيزياء النظرية شغلته وحازت اهتمامه ، وبدأ دراستها على حسابه الخاص على هامش عمله لكسب القوت، ومع أنه كان بعيدا عن الجامعات ومختبراتها ومكتباتها إضافة إلى الأهمية التي أولاها لأبحاثه كان يأمل الحصول على منصب جامعي بفضل هذه البحوث ، وتشهد بذلك مراسلاته مع أصدقائه وخاصة مع ميلوفا ماردفيك زوجته الأولى.

الترموديناميك (علم العلاقة بين الحرارة والحركة)

كان أول الأبحاث المنشورة لآينشتاين في إحدى أفضل المجلات العلمية (annalen der physik) ابتداء من عام 1901 حول الجاذبية الشعرية وحول الخواص الكهربائية للأملاح المنحلة وحول الترموديناميك ، وحول النظرية الحركية الجزيئية ، ورغم تنوعها الظاهري فإن هذه الأعمال تهدف إلى شرح الخواص الفيزيائية (التي ترى بالعين المجردة) للأجسام من خلال الفرضية الجزيئية ، وهيأت هذه الأعمال لموضوع عام 1905 حول نظرية آينشتاين وأبعاد الجزيئات . والديناميك (علم النظم





لم ينجح آينشتاين في إيجاد وظيفة جامعية ولكنه بلغ أعلى المراتب العلمية خارج الجامعة

الفيزيائية) كان له المرجعية والدور الحاسم في عمل آينشتاين المكرس لتحديد كمية الطاقة ، وبإلهام من أعمال لودفيك بولتزمان عن نظرية حركية الغاز اهتم آينشتاين ما بين عامي 1902 و 1904 بأسس جزيئات نظرية الحرارة.

بالنسبة لآينشتاين كلما كانت صيغة بولتزمان صحيحة كان تعريف الاحتمالية أقل فيزيائية واستوجب نصيبا من العشوائية ، فاقترح إعادة تفسير شرح الاحتمالية بطريقة فيزيائية وذلك برؤية ما فيها من التواتر في زمن الحالات الممكنة للنظام. وهكذا وجد آينشتاين نتائج الميكانيك الإحصائي الذي طوره ويلارد جيبس قبل ذلك بزمن قليل والتي لم يكن على دراية بها بعد.

في عام 1903 نشر آينشتاين مقالا بعنوان: «نظرية أسس الترموديناميك» حيث أظهر كيف استنتج مفاهيم الترموديناميك مثل الحرارة والقصور الحراري من فكرة التركيب الذري للمادة و مصونية الطاقة دون اللجوء إلى نظريات محدودة كنظرية الحركية[1].

في عام 1904 كتب إلى زميل دراسة قديم (مساعده المستقبلي في الرياضيات والنسبية العامة) مارسيل غروسمان الذي كان يحضر أطروحة عن الهندسة اللاإقليدية :" أنت تعالج الهندسة دون مسلمة المتوازيات وأنا أعالج النظرية الذرية للحرارة دون فرضية الحركية".

الطاقة الإشعاعية

تناول آينشتاين في هذا العمل مسألة إشعاع الأجسام السوداء بطريقة مختلفة تماما عن طريقة بلانك سابقا.

الجسم الأسود هو عبارة عن فجوة مغلقة محماة في حالة توازن حراري بين الشعاع المنبعث والشعاع الممتص، طبق بلانك توزيع طاقة الإشعاع في الحجم والتوازن الحراري بنفس طريقة بولتزمان على جزيئات الغاز، ووجد أن طاقة الإشعاع المتبادلة مع الالكترونات كانت متقطعة ومتناسبة مع التواترات حسب الصيغة: $E = nhv$

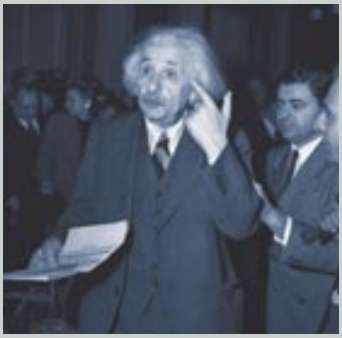
E : هي الطاقة المتبادلة المحمولة من قبل شعاع التواتر V.

N : عدد صحيح.

H : ثابتة التناسب " ثابتة بلانك"

(إن ما تتنبأ به النظرية الكهرمغنطيسية الكلاسيكية -بلانك- هو أن طاقة الإلكترونات الضوئية تتغير مع شدة الضوء الوارد ولا تعتمد على تواتر هذا الضوء، ولما كان هذا القول مخالفا للنتائج التجريبية ، فقد قدم آينشتاين عام 1905 حلا لهذه المسألة باستعمال كم[2] بلانك : فبدلا من أن يعتبر الضوء الوارد عبارة عن إشعاع له تواتر v اعتبره تيارا من الجسيمات يسمى الواحد منها «فوتون» ويحوي كل منها طاقة تساوي hv حيث h ثابت بلانك.

قادت فرضية "كمية الضوء" مباشرة إلى نتائج مهمة فيما يخص مظاهر إنتاج الضوء وامتصاصه (الفعل الكهرضوئي)[3] والتي لاحظها هنريك هرتز 1887 ، ولم تكن مفسرة بشكل واضح (عندما نعرض معدنا



لإشعاع بتردد عال فإن المعدن يصدر الكترونات ، ولكن تحت تردد معين لا ينبعث أي الكترون).

تفسير آينشتاين لهذه الظاهرة هو أن كمية من الضوء تحت تواتر العتبة لا تملك الطاقة الكافية لإطلاق الكترون من المعدن أي إنه لكي يصدر الكترون يجب أن تكون طاقة الإشعاع أكبر من طاقة الترابط الذي يثبت الالكترون داخل المعدن.

(كل مادة معرضة للإشعاع يوجد لها تواتر محدد لا يمكنها أن تحدث أثرا كهرضوئيا تحته وهذا التواتر يسمى «تواتر العتبة». وهو صفة مميزة للمعدن . وطول الموجة الموافق لتواتر العتبة هو طول موجة العتبة ، أي لا يوجد إصدار الكتروني إذا تعرضت المادة لأشعة طول موجتها أكبر من طول موجة العتبة.

وهناك آثار أخرى مثل تأيين الفوتونات شرحت بخاصية الإشعاع الضوئي فيما يخص الفعل الكهرضوئي، فإن نظرية آينشتاين تكهنت بأبعاد الالكترونات المنبعثة والتي سيتم قياسها بعد عدة سنوات.

وبتطوير محاكمته اعتنى آينشتاين في تحديد مفهومه الفيزيائي للاحتمالات فيما يخص الترددات للأحداث والإحصاء التي تسمح بتجنب عشوائية تساوي إمكانية الحدوث وقال : «هناك صعوبة منطقية تقف عائقا أمام وضع مبدأ بولتزمان موضع التطبيق».

وخلافا للأبحاث التي أتينا على ذكرها فإن بحث «الالكتروديناميك للأجسام المتحركة» كان موضوع المقال الثالث الذي المنشور عام 1905 ولم يسبق لآينشتاين نشر مقال عن الموضوع نفسه أو عن موضوع مشابه.

إنها مسألة ذات أهمية خاصة وصفتها «نظرية الكهرمغنطيسية» لجيمس ماكسويل منذ صياغتها ولكنها تناولت من جديد سؤالا قديما عن "علم بصريات الأجسام المتحركة" الذي نشأ مع نظرية "موجية الضوء" لأوغستين فريزنل منذ إعدادها في 1818-1821 .

الكترودينامكية الأجسام المتحركة والنسبية الخاصة

جعلت نظرية ماكسويل من الضوء موجة كهرمغنطيسية اختلطت مسألة حركتها منذ حينها بآثار الحقل المغناطيسي وانتشار هذا الأخير كان يؤخذ كذبذبات وسط مرن ملء الفضاء (الأثير) (كانتشار الأمواج الضوئية في نظرية فريزنل) ، ومسألة معرفة كيف تغير حركة الأجسام الخواص الكهرمغنطيسية المتعلقة بهذه الأجسام كانت موضع اهتمام عام 1905.

اهتم العديد من الفيزيائيين بالجوانب النظرية والتجريبية المرتبطة بهذا السؤال، ومعظمهم اقترح نماذج نظرية عن جسيمات مشحونة كمصادر للحقول الكهربائية والمغناطيسية ، وحسب الميل العام السائد في القرن التاسع عشر بإعادة كافة الظواهر إلى أحداث ميكانيكية أتت" نظرة الكهرومغناطيسية للعالم".

إن ثلاثاً من بين المساهمات حول الموضوع والمنشورة في تلك السنوات، ثلاث منها تلفت الانتباه بالاتجاه المشترك للنتائج والذي ظهر بأنه جيد ،واجدا بذلك حلا لمسألة قائمة منذ 100 عام.

اثنان من كتاب هذه الإسهامات كانا معروفين وهما "لورنتزو" و "بوانكاريه". وإن أصالة وخصوبة تناوله للمسألة والحلول التي اقترحها تفوقت فيما بعد على ما توصل إليه الآخرون ،كالذي توصل إليه "لورنتزو" وظهر عام 1895 ": نظرة في نظرية المظاهر الكهربائية والبصرية في الأجسام المتحركة" حيث طور لورنتزو نظرية في الالكترودينامك التي تطبق معادلات ماكسويل للحقول الكهرمغنطيسية على الإلكترونات (التي افترض أن أجسامها المادية موجودة) ، هذه الأجسام التي تعتبر في حالة استراحة في الفضاء المطلق.

اقترح بوانكاريه تحسينات لنظرية الإلكترونات للورنتزو، وتوصلت أعمالهم إلى مقالاتهم المعتبرة 1904-1905 مطابقة لصياغة الكترودينامك نسبي.

كانت الفكرة المباشرة لأعمالهم ضرورة ملاءمة نظرية الكهرمغنطيسية لبعض الضغوطات الناجمة عن الواقع.

فقد أدى إعادة تشكيل علم الحركة إلى إعادة صياغة الديناميك التي أعطت لمعادلات ماكسويل شكلا معتبرا هو نسبية الحركة.

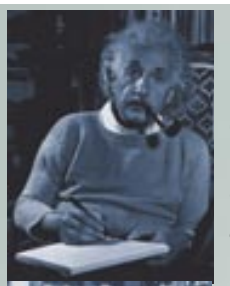
وضع آينشتاين نقطة نهائية لصعوبات الألكترودينامك التقليدي وهكذا حلت النظرية المطورة في مقال 1905 مسألة الكترودينامكية الأجسام المتحركة والتي حددت هدفه الأكثر شمولا: ما بعد الديناميكية الخاصة، وكانت موضوع انطلاقة عمله عن الشروط الحركية بشكل عام والتي يمكن تطبيقها على الديناميك كافة ،أسماها آينشتاين عام 1911 "نظرية النسبية" والصفة "خاصة" ستضاف فيما بعد للتمييز بينها وبين النظرية النسبية العامة التي تطورت لاحقا في الاتجاه في التفكير نفسه ، ولكن هذه المرة موجهة بديناميكية حقول الجاذبية.

للنظرية علاقة أخرى مباشرة كانت هدفا لمقال رابع لآينشتاين بعد عدة أشهر عام 1905 عن العلاقة بين الكتلة والطاقة التي تلخصها المعادلة التي أصبحت شهيرة $E=mc^2$ معلنا أن المادة هي مستودع للطاقة. (الكتلة: m سرعة الضوء: c الطاقة الناتجة : E)

أسلوب آينشتاين

منذ أعماله الأولى أخذ آينشتاين بعين الاعتبار أن تكميم طاقة الإشعاع الضوئي معارضة لنظرية الكهرمغنطيسية الكلاسيكية والتي وجب استبدالها بنظرية أكثر جوهرية: إن اهتمامه في إقامة بعض خطوط النظرية المرجوة قاد أبحاثه اللاحقة، وهكذا فنحن مدينون له بالعديد من الركائز التحضيرية لنظرية الكم.

بما يخص النظرية النسبية تجاوز هدفه الأولي بالحصول على علاقات ثابتة بإمكانها التحكم في كل حركة ، وجعله ذلك يواجه بعد فترة قصيرة مسألة تعميم هذا الثابت على كل حركة أي لنظم متحركة متسارعة أيا كانت. وقد كشف هذا الطريق الستار عن عمله اللاحق : نظرية النسبية العامة ، علم الكونيات النسبي ، البحث عن نظرية حقول مستمرة موحدة.



وننهي هذا التذكر بأعمال آينشتاين خلال عامه الرائع بملاحظة عن خصوصية " أسلوبه" في البحث الذي يبرهن أن المسائل الثلاث المتطرق إليها 1905 ليست مستقلة وأنه يعنى بكل خواص المادة.

إن ميل آينشتاين في التطرق للمسائل من وجهة نظر "جوهرية" تبدأ بنقد النظريات والتمييز الدقيق لعدم كفاءتها وتجاوز عدم الكفاءة هذه وتناول هذا النقد حتى غرض النظرية نفسه وأصبح ذلك سمة دائمة لأعماله اللاحقة.

الهوامش:

(1) أقر آينشتاين أن حزم الطاقة هذه تحفظ ذاتيتها عبر حياتها خلافا لاعتقاد بلانك بأن الإشعاع مؤلف من حزم من الطاقة في المناطق المجاورة للمصدر فقط.

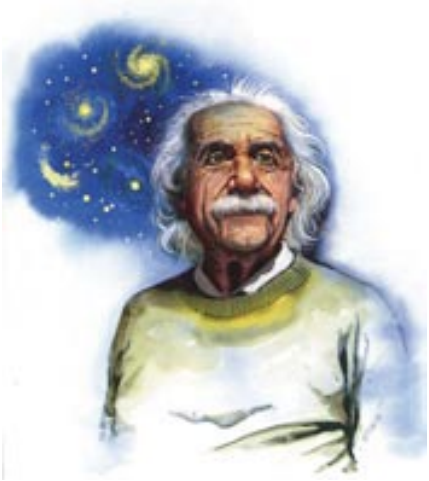
(2) كم : كمومية أو تكميم الإشعاع وهي ترجمة Quanta أو الكوانتية.

(3) الفعل الكهرضوئي لمادة هو الطاقة الدنيا اللازمة لتحرير الكترون ضوئي من المادة.

ترجم البحث بتصرف عن:

Pour la science - N 326 - Decembre 2004

مئة عام على إعلان أينشتاين . . النظرية النسبية

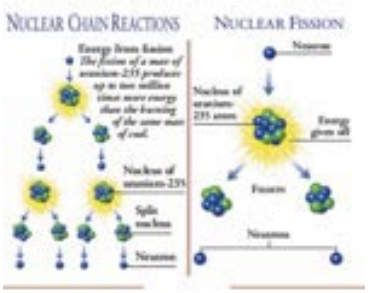


■ حسب نظريات آينشتاين، لا يوجد مفهوم التطابق بالزمن، لأن الزمن والفراغ غير مطلقين، كما أن سرعة الضوء في الفراغ ثابتة ولا يمكن لأي جسم تجاوز هذه السرعة.

النظرية النسبية، التي قلبت كثير من المفاهيم الكلاسيكية التي كانت معروفة سابقا، لاسيما المتعلقة بالزمن حيث كان يُعتقد حسب نيوتن أن الزمن والفراغ مطلقان، أي أنه اذا كان حدثان معينان متطابقين بالزمن في أحد الأنظمة، فسيكونان متطابقين بالزمن في جميع الأنظمة

احتل البرت اينشتاين (1879 -1955)، المرتبة الأولى بين فيزيائيي القرن العشرين، لأنه قدم نظريات وتفسيرات مهمة غيرت كثيراً من المفاهيم التي كانت سائدة قبله، ورسخ من خلالها علم الفيزياء الحديث، وأهمها نظرية النسبية التي يُحتفل هذا العام بمناسبة مرور مئة عام على إعلانها.

قبل أن يكمل آينشتاين السادسة والعشرين من عمره، أي عام 1905م، وبعد حياة متنقلة بين المانيا وايطاليا وسويسرا، قضاها في الدرس والعمل في وظائف عادية وبالتدريس، بدأ آينشتاين بنشر دراسات مهمة في مجلة حوليات الفيزياء الألمانية (Annales der physic) قدمها بلغة رفيعة المستوى، تناولت موضوعات متعددة، اهمها النظرية النسبية، التي قلبت كثيراً من المفاهيم الكلاسيكية التي كانت معروفة سابقا، لاسيما المتعلقة بالزمن حيث كان يُعتقد حسب نيوتن أن الزمن والفراغ مطلقان، أي إنه إذا كان حدثان معينان متطابقين بالزمن في أحد الأنظمة، فسيكونان متطابقين بالزمن في جميع الأنظمة، أما حسب نظريات آينشتاين، فلا يوجد مفهوم التطابق بالزمن، لأن الزمن والفراغ غير مطلقين، كما أكد على أن سرعة الضوء في الفراغ ثابتة ولا يمكن لأي جسم تجاوز هذه السرعة، وعلى أن هناك اختلافاً في كتلة الجسم عندما يكون في حالة سكون عن كتلته في حالة الحركة،



النظرية النسبية استخدمت بعد حوالي أربعين عاماً في المجال النووي

وعلى وجود علاقة بين طاقة جسم وجداء كتلته في مربع سرعة الضوء، هذه العلاقة التي استخدمت بعد حوالي أربعين عاماً في

د. غازي حاتم

المجال النووي، وأصبحت من أكثر العلاقات شهرة في الفيزياء بشكل خاص والعلوم بشكل عام، ثم أكمل أبحاثه في سنوات لاحقة، بعد أن قام بتدريس الفيزياء في جامعتي زيورخ وبراغ، وبعد أن أشرف على مراكز علمية كلف بها، ونشر نظرية النسبية العامة عام 1915، حيث بذل لهذه النظرية اكثر الجهود التي قام بها في حياته، أشار فيها الى أن للجاذبية أثراً ليس فقط على المادة بل على الضوء أيضا.

وعلى الرغم من أهمية نظرية النسبية، التي غيرت كثيراً من المفاهيم الفيزيائية، فإن لجنة التحكيم المكلفة بمنح جائزة نوبل للفيزياء لعام 1912 قررت منحه إياها على بحثه المتعلق بظاهرة المفعول الكهرضوئي، التي فتحت الأبواب واسعاً امام الباحثين في مجالات قريبة منها، دون ان تذكر

نظرية النسبية، حيث أكد أن التفسيرات الكلاسيكية للمفعول الكهرضوئي التي كانت سائدة غير صحيحة، لأنه كان يعتقد أنها تنتج عن تفاعل الالكترونات السطحية مع الحقل الكهربائي للموجة الضوئية، كما أكد خطأ التصورات السابقة التي تشير الى أن الضوء ينتقل بشكل متصل، كما تجاوز نظرية بلانك، بعد أن أجرى تعديلات عليها «نظرية الكوانتات» بافتراضه أن كل دفعة من الإشعاع الكهرمغنطيسي الصادر تساوي hv، وسماها فوتونا، وليس عددا صحيحا منها nhv ، وافترض أيضا أن الضوء ينتشر على شكل كوانتات منفصلة وليس على شكل كوانتات.

وقد أدت جائزة نوبل التي حصل عليها الى تعديل وضعه، من الناحية المادية والعائلية والعلمية، حيث أنهى الإجراءات والمشكلات المتعلقة بزوجته الأولى التي طلقها عام 1918، وتزوج مرة ثانية من قريبته الزا، التي رافقته حتى وفاته، وثبت حضوره العلمي كواحد من الفيزيائيين البارزين في العالم في تلك الفترة، ومتن علاقته مع بعض الفيزيائيين، حيث تنبأ عام 1924 مع مساعده العالم الهندي ساتيندرا بوجود حالة خامسة للمادة، أطلق عليها «الحالة التكثيفية»، وهي حالة مختلفة عن الحالات الأربع التي كانت معروفة حينئذ: الصلبة، السائلة، الغازية، والبلازما، كما أدت الى ازدياد شهرته، والى بروزه كرجل علم بارز في القرن العشرين، كما كان داروين رجل العلم البارز في القرن التاسع عشر، ولكن هذه الشهرة، أدت الى نتائج سلبية عليه في بلده المانيا، وخاصة بعد وصول هتلر الى السلطة في بداية الثلاثينيات، إذ تعرض لمضايقات حثته على الهرب الى الولايات المتحدة الاميركية، حيث ألقى محاضراته الاخيرة في جامعة برنستون، وحصل على الجنسية الأمريكية، وحذر الرئيس الأمريكي روزفلت من خطر امتلاك النازية للقنبلة النووية بشكل فردي، وتابع بحثه عن الحقل الموحد ولكن دون أن ينجزه، وبعد أن تم اكتشاف انشطار اليورانيوم في نهاية عام 1938، وتم استخدام علاقته التي تكافئ بين الكتلة والطاقة في التفاعلات النووية، إضافة إلى تخوفه من احتمال أن تتمكن النازية من تصنيع القنبلة

بشكل فردي، استعمل شهرته العلمية للتنبيه لمخاطر التسلح، وقاد حملة للاشراف على الأسلحة النووية، ولاسيما بعد قيام الحرب العالمية الثانية وإطلاق القنبلتين النوويتين على كل من هيروشيما وناغازاكي.

توفي آينشتاين عام 1955 قبل أن يوحد بين النظريتين الكوانتية والجاذبية، حيث كان يسعى لتحقيق ذلك. وبعد رحيله، بقيت نظرياته ودراساته صالحة، وتم متابعة بعضها، إذ تم التحقق عام 1955 ، وضمن منافسة شديدة بين عدة مجموعات بحثية تعمل في مراكز أمريكية ذات سمعة عالية في الفيزياء، من وجود الحالة التي اقترحها بوس ـ آينشتاين، من قبل الأمريكيين كارل ويمان واريك كورنيل، والألماني ولفغانغ كيترين وأطلقوا عليها حالة بوس- آينشتاين، التكثيفية، أو كثافة بوس – آينشتاين ومنحوا عليها جائزة نوبل للفيزياء عام 2001، تكريما لصاحبي فكرتها اللذين اقترحاها عام 1924، والتي سيكون لها تطبيقات كثيرة، في مجال اجهزة القياس الدقيقة ومجالات الالكترونيات والكمبيوتر، وفي مجالات الدارات الكمبيوترية المجهرية الحجم، وفي التقانة النانوية، وتم افتتاح أقسام في كليات فيزيائية مختصة بهذا الموضوع في بعض الدول المتقدمة في مجال الفيزياء.

وقد دخل آينشتاين التاريخ بقوة، ليس فقط من خلال نظرياته وتصوراته الفيزيائية المهمة، بل أيضا بسبب ذكائه الحاد وتميز دماغه، حسب ما يقال، عن أدمغة الكثيرين من البشر، حيث ماتزال الدراسات جارية لكشف سر العبقرية الخارقة عند البعض، وللكشف عن نوع المورّثات التي جعلته متفوقا في التفكير والتحليل على الآخرين، كما يجب عدم نسيان مواقفه الاجتماعية والإنسانية الداعية للسلم العالمي وإلى التسامح بين الشعوب، وكما ظهرت كتب ومقالات كثيرة تثني على هذه الابداعات والمواقف، ظهرت بعض الانتقادات في السنوات الأخيرة، التي أشارت إلى انتحال آينشتاين لنظرية النسبية، منها كتابا كريستوفر جون بيركينس «البرت آينشتاين: المنتحل بلا حياء» و «ممهدات لآينشتاين في نظرية النسبية العامة» حيث يشار إلى أنه اعتمد على نظريات لعلماء سابقين دون أن يشير إلى مصادرها، مثل بوانكاريه، ولورنتس، وغيرهما من العلماء الفيزيائيين والرياضيين الذين نشروا أبحاثا متعلقة بموضوع النسبية.

ويحتفل في هذه الأيام، بمناسبة إعلان آينشتاين النظرية النسبية حيث يعتبر هذا العام «عام الفيزياء العالمي»، بعد ان تم الاقتراح عام 2000 من قبل الجمعية العامة على ذلك، لما تم قبل مئة عام من الآن من تطورات بارزة، أحدثت ثورة علمية في مجال الفيزياء بشكل خاص وفي العلوم الأخرى بشكل عام. وبدأت المقالات والدراسات والأبحاث بالظهور بهذه المناسبة منذ الأيام الأولى لهذا العام كما ستقام نشاطات كثيرة في كثير من دول العالم للتأكيد على أهمية علم الفيزياء في فهم الطبيعة، وعلى أهميته في التكنولوجيا الحديثة، وعلى اهمية دراسته في البلدان كافة، وعلى ضرورة عدم بقاء هذا العلم محصورا على بعض الفيزيائيين البارزين الذين يفهمونه ويساهمون في تطويره ويطبقون كل نتائجه، كما قال آينشتاين نفسه في إحدى المناسبات.

التراث العلمي العربي

العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية

ضمن سلسلة التراث العلمي العربي، أصدرت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي عام 1995م كتاب «العلوم والمعارف الهندسية في الحضارة الإسلامية» للأستاذ الدكتور جلال شوقي. وقد أوضح المؤلف في مقدمة الكتاب أن نصيب التراث العلمي العربي من الاهتمام كان ولا يزال يسيرا.

قسم المؤلف كتابه إلى بابين إضافة إلى المقدمة والملاحق والفهارس. ويقع الكتاب في 481 صفحة من القطع الكبير، ويضم 227 شكلا وصورة تشرح وتبين الآلات والأشكال والزخارف والإنجازات الهندسية الواردة في متن الكتاب. ورتب بابي الكتاب على نحو متناغم ومنظم، فالباب الأول عبارة عن عرض موجز لتاريخ العلم والتراث العربي، وكيف قسّم العلماء العرب العلوم. وربما نعتبر ما ورد مدخلا وإطارا عاما للعلوم الهندسية في الحضارة الإسلامية، استطاع فيه المؤلف أن ينتقل إلى شرح الهندسة العقلية أو النظرية.

■ آلة رفع الماء بواسطة ترتيبة الأسطوانتين المتعاكستين

ولعلنا نستطيع القول بأنّ الباب الثاني من الكتاب قد فاق الباب الأول من حيث إعطاء القارئ فكرة مكثفة عن هندسة الحركات، وعن العلماء الذين صنفوا في هذا العلم كتبا كانت قواعد لهذا العلم، وسلط المؤلف الضوء على أعمال العلماء العرب والمسلمين، من أمثال بني موسى بن شاكر والخوارزمي وبديع الزمان

الجزري ورضوان بن محمد الساعاتي وابن معروف، الذين امتدت آثارهم وطبقتها الحضارة الغربية، لتكون معينا لا ينضب إلى يومنا هذا. وتفيد البحوث الغربية الجديدة في هذا المجال، بعد العثور على مخطوطة بعنوان "كتاب الحيل" في رفوف مكتبة الفاتيكان بأعمال بني موسى بن شاكر، أن الأعمال الواردة في تلك النصوص 92 شكلا، صلح منها 80 حيلة. ويستخدم علماء ذاك الزمان مصطلح "الحيل" للدلالة على ما يسمى اليوم بعلم «الميكانيكا».

ويتناغم موضوع هذا العدد من مجلة التقدم العلمي مع إسهامات العلماء العرب والمسلمين في مجال الهيدروستاتيكا وما أطلق عليه "رفع المياه لجهة العلو"، فالكتاب يضم مبحثا ممتازا عن ميكانيكا رفع المياه والآلات التي اخترعها العلماء العرب والمسلمون، وإليك عزيزي القارئ ما قدمه بديع الزمان الجزري وابن معروف في هذا المجال.

من إنجازات الجزري وابن معروف:

1 ـ آلة ترفع الماء من غمرة أو بئر بدابة تديرها.

2 ـ آلة رفع الماء باستعمال زنجير ودلاء.

3 ـ آلة إخراج الماء بالمغرفة المتأرجحة.

4 ـ آلة سحب وضخ الماء في أسطوانتين متعاكستين.

أما ابن معروف فقدم أربع ترتيبات لإصعاد الماء، هي كالتالي:

1 ـ المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين.

2 ـ المضخة الحلزونية، وهي تطوير لمضخة أرشميدس.

3 ـ مضخة الحبل، وتستخدم للأعماق الكبيرة.

4 ـ المضخة ذات الأسطوانات الست.

وهناك حيل هندسية أخرى كثيرة يجدها القارئ في الكتاب، خاصة في مصابيح الإنارة وآلات الحرب. إلا أن ما يؤخذ على هذا الكتاب أنّ معظم الأشكال والصور الواردة فيه لم تحظ بالعناية الإخراجية الكافية، مما يؤدي إلى عدم فهم القارئ لتصورها في معظم الأحيان. هذا بالإضافة إلى أن هناك أشكالا وصورا مكررة، وأخرى زجت داخل الكتاب دون تقديم أي شروح لها أو إحالة لها.

يعتبر هذا الكتاب من الكتب المرجعية في مجاله، وموضوع الكتاب واضح بإطاره العلمي وبمنهجه، ومفيد للقارئ العادي والمتخصص. لذا، ننصح باقتناء الكتاب ليكون متوافرا في المكتبة المدرسية والجامعية وفي المكتبات العامة.

رسائلكم ومقالاتكم وصلت إلينا مع الشكر والتقدير

تهدف مجلة التقدم العلمي إلى نشر الوعي العلمي والثقافي بين قراء العربية. وتتناول ضمن موضوعاتها مجالات المعرفة المتنوعة بمقالات وبحوث مدعمة بصور هادفة، لتخاطب المستويات العلمية والثقافية المختلفة. وقد عنيت هيئة تحرير المجلة عناية خاصة بهذه الزاوية لحرصها على التواصل مع القراء الكرام.

شروط النشر في مجلة التقدم العلمي

- توجه المقالات العلمية إلى رئيس تحرير مجلة التقدم العلمي، وتكتب بخط واضح أو مطبوعة (يفضل أن تكون الطباعة على قرص حاسوبي)، ومرفقة بما يلي:
  1 - صور ملونة أصلية عالية النقاء، مع ذكر مصادر هذه الصور، ومراعاة ترجمة تعليقات وشروح الصور والجداول إلى اللغة العربية.
  2 - تعهد خطي من المؤلف أو المترجم بعدم النشر السابق للمقالة المرسلة.
  3 - سيرة ذاتية للمؤلف أو المترجم.
  4 - الأصل الأجنبي للترجمة.
- أولوية النشر تكون للمقالات المدعمة بالمصادر والمراجع.
- الموضوعات التي لا تنشر لا تعاد إلى أصحابها.
- يفضل أن لا تقل المقالة عن صفحتين ولا تزيد على عشر صفحات.
- يحق للمجلة حذف أي فقرة من المقالة تمشيا مع سياسة المجلة في النشر.

تشكر التقدم العلمي جميع الجهات التي أهدتها المجلات والدوريات الصادرة عنها..

ما تتضمنه الموضوعات التي تنشر في المجلة تعبر عن وجهة نظر كتابها ولا تمثل بالضرورة وجهة نظر المجلة، ويتحمل كاتب المقال جميع الحقوق الفكرية المترتبة للغير.

بالمحبة والتقدير تسلمنا رسائلكم

دولة الكويت

- معالي الشيخ ناصر محمد الأحمد الصباح

وزير شؤون الديوان الأميري

- معالي بدر ناصر الحميدي

وزير الأشغال ووزير الدولة لشؤون الإسكان

- سعادة النائب عادل عبد العزيز الصرعاوي

عضو مجلس الأمة

- الشيخة حصة صباح السالم الصباح

المشرف العام لدار الآثار الإسلامية

- سعادة السفير سيد جعفر موسوي

سفير الجمهورية الإسلامية الإيرانية بالكويت

- السيد عبد السلام حسين شعيب

الوكيل المساعد للشؤون الإدارية والمالية والمخالفات المالية - ديوان المحاسبة

- السيد إبراهيم إسماعيل سالمين

رئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب - دريان للاستشارات والخدمات النفطية

- السيد عبد الله غلوم الصالح

الديوان الأميري

- السيد محمد علي النقي

شركة ألمونيوم الكويت

- السيد عبد الله خلف التيلجي

أمين عام رابطة الأدباء

- السيد صافي عبد العزيز المطوع

أمين سر جمعية المحاسبين والمراجعين الكويتيين

- السيدة مريم عبد الله القطان

مساعد مدير إدارة المكتبات - جامعة الكويت

- سعادة الشيخ مبارك دعيج الإبراهيم الصباح

وكيل قطاع الإعلام الخارجي - وزارة الإعلام

- الفريق م. عبد الحميد الحجي

محافظ حولي

- سعادة النائب علي فهد الراشد

عضو مجلس الأمة

- د. موضي عبد العزيز الحمود

مديرة الجامعة العربية المفتوحة

الدول العربية

- د. محمود إبراهيم الدوعان

جدة (المملكة العربية السعودية)

- أ.د. خليل يوسف الخليلي

مدير تحرير مجلة العلوم التربوية والنفسية (مملكة البحرين)

- السيد محمد عبد الكريم جاموس

مدير مكتبة جامعة القلمون (سوريا)

- أ.د. عدنان أحمد قشلان

أستاذ بكلية العلوم- قسم النبات - جامعة حلب (سوريا)

- د. سناء نذير الترزي

مشرف عام قسم الوسائط المتعددة بمكتبة الإسكندرية

- أ.د. أبو بكر خالد سعد الله (الجزائر)

باحث وصحفي علمي.

وصلتنا مقالاتكم

- د. مساعد العطية (الكويت)
- أ.د. بركات محمد مراد (مصر)
- أ.د. خليفه عبد المقصود زايد (مصر)
- أ.د. داليا فهمي (مصر)
- أ.د. جيهان محمد قريطم (مصر)
- د. عبد الرحمن عبد اللطيف النمر (مصر)
- سهام شاهين (سوريا)
- أ.د. عدنان أحمد قشلان (سوريا)
- عبد الحميد غزي بن حسن (سوريا)
- ليلى عبد الرحمن السلطان (سوريا)
- د. فصيح قرديسي (سوريا)
- مصطفى محمد علي نصر (مصر)
- محمد فيض الله الحامدي (سوريا)
- م. وهدان عز الدين (سوريا)
- أ.د. بركات محمد مراد (مصر)
- أ.د. محمود محي الدين ياقوت (مصر)
- فراس جاسم جرجيس (الامارات)
- أ.د. داليا فهمي السيد (مصر)
- د. فصيح عبد المجيد (سوريا)

شكراً على إهداءاتكم:

من الكويت:

- مجلة العربي
- مجلة الكويت
- العالمية

من المملكة العربية السعودية:

- مجلة الفيصل

من البحرين:

- مجلة العلوم التربوية والنفسية

من الإمارات العربية المتحدة - أبو ظبي:

- المرشد

الماء سر الحياة.. ومن يستطيع العيش دون ماء؟

د. طارق البكري

كم من معارك وتوترات وحروب نشبت قديما وحديثا بين شعوب الأرض سببها الماء؟

وأبلغ مثال معاصر على قيمة الماء أن موضوع البحث عن الماء كان في مقدمة أهداف الرحلات الفضائية منذ نهاية الخمسينيات لسبب واحد هو ان الماء يعني حياة وان العثور عليه يعني عثورا على كائنات حية.

وكما أن الماء طريق الحياة فهو أيضا دليل اضطرابها كما الحال مثلا في بقاع معينة من كندا حيث عثر العلماء على ضفادع مشوهة الخلق بسبب تلوث المياه.

وبعض الأبحاث تشير إلى موت مئات الأشخاص يوميا بسبب شرب ماء ملوث، يترافق ذلك مع تفاقم ظاهرة التصحر التي زحفت إلى اوربا محولة نحو10 الاف كيلومتر مربع من اراضي اسبانيا إلى صحارى. فيما يشك بعض العلماء بوجود علاقة بين أمراض سرطانية ومنشآت تنقية المياه.

فما هو هذا العنصر الذي يبدو على هذا المستوى من الأهمية؟

التعريف العلمي للماء يقول: سائل شفاف دون طعم أو رائحة أو لون. تركيبه الجزيئي مكون من ذرتي هيدروجين وذرة من الاكسجين. ينتشر على الارض بأشكال مختلفة، سائل وصلب وغازي كما أن 70٪ من سطح الأرض مغطى بالماء، ويعتبر العلماء الماء أساس الحياة على أي كوكب.

ثلاث حالات

● حالة صلبة: يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي.

● حالة سائلة: يكون فيها الماء سائلا شفافا، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي 100 درجة مئوية.

● حالة غازية: يكون فيها الماء على شكل بخار، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة.

خصائص الماء

للماء عدة خصائص جعلت له قيمة كبيرة في الحياة، والصناعة، والزراعة، وغيرها من مجالات الحياة، ومنها:

● التعادل الحمضي: الماء سائل متعادل كيميائيا، إذ إن درجة الحموضة أو القاعدية فيه هي 7، وهذا يعني أنه لا يمكن اعتبار الماء مادة حمضية أو قاعدية، لأنه مادة متعادلة كيميائيا.

● الإذابة: الماء مادة مذيبة، وهذا يعني أنه من الممكن إذابة الكثير من الأملاح والمواد في الماء. الماء الموجود في الطبيعة لا يوجد بشكل نقي 100٪ ، وذلك بسبب وجود الأملاح والغازات في الماء الموجود بالطبيعة.

نسبة الماء في الأرض

بحسب تقديرات العلماء فإن حجم الماء يبلغ 1.5 مليار كيلومتر مربع الا ان جزيء الماء صغير إلى حد انه يمكن حشر 10 مليارات جزيء ماء في رأس دبوس.

ويغطي الماء ثلثي الارض الا ان نسبة المياه العذبة قليلة جدا علما بأن 70٪ من مياه الشرب على المستوى العالمي مستقاة من المياه العذبة والجوفية خصوصا. وقد تضاعف استهلاك المياه العذبة اربع مرات خلال الخمسين سنة الماضية. ويضيف

التطور الصناعي عبئا على مشكلة المياه لأن منظمة الصحة العالمية تقدر ان 23٪ من المياه المستهلكة عالميا تستخدم في الصناعة والتنظيف والتسخين والتبريد.

ضرورة الماء النقي للصحه

يشكل الماء 90% من الجهاز المعقد ومصدر التفكير عند الانسان الا وهو الدماغ. ويؤلف الماء ايضا 70٪ من مكونات القلب و 86٪ من الرئتين والكبد ، 83٪ من الكليتين ، 75٪ من عضلات الجسم المختلفة و 83٪ من الدماء.

واذا كان الماء ضروريا للحياة فإن الماء النقي ضروري جدا للصحة، لأن كافة الوظائف الجسدية الحيوية تعتمد على الماء النقي في عملها وتواصلها.

يعتقد البعض انهم قادرون على تعويض ذلك عن طريق تناول المشروبات الغازية والشاى والقهوة والعصير لكن ذلك لا يتطابق مع الحقيقة تماما فالانسان بحاجة يوميا إلى 2-3 لترات من ماء صاف نظيف.

ويقدر ان الانسان يفقد يوميا حوالي 3 لترات من الماء. ويفترض ان يعوض نصف المفقود على الأقل عن طريق الماء النقي ويحصل على نصف ما يحتاج اليه من خلال المشروبات الاخرى.

وللجسم جهاز انذار مبكر يحذر الانسان عن طريق الشعور بالعطش. ويكفي فقدان 0.8% من مياه الجسم لتشغيل هذا الجهاز لإشاعة مظاهر جفاف الشفتين وجفاف الحلق والبلعوم. وهذا يعني ان فقدان 0.3 لتر من ماء الجسم عند انسان يزن 70 كغم يؤدي إلى قرع اجراس الحذر في جسم الإنسان.

بعض الحقائق عن الأنهار والغطاءات الجليدية

● تغطي الأنهار الجليدية حوالي 10-11 بالمئة من الأراضي كلها.

● إذا ذابت كل الأنهار الجليدية اليوم فسيرتفع منسوب البحار إلى حوالي 70 متراً (230 قدما).

● خلال العصر الجليدي الأخير وصل مستوى سطح البحر إلى 122 متراً (400 قدم)، وهو معدل أقل من معدل اليوم وكانت الأنهار الجليدية تغطي تقريباً ثلث الأرض.

نسبة الماء في جسم الانسان

● نسبة المياه في الأجسام الحية: تبلغ نسبة المياه في تركيبة جسم الانسان والحيوانات 70% وأكثر من ذلك في النباتات حيث يشكل الماء 95% في بعضها..

● تشكل المياه نحو 60% من وزن جسم الإنسان. ويفقد الإنسان على الأقل نحو 40 اونس «وحدة وزن تساوي 13 جراما» كل يوم.

● وتخرج المياه من الجسم عن طريق البول – التنفس " الزفير " – التبخر خلال الجلد " العرق" – وبالطبع فإذا كان الفرد يعمل " يتدرب " ويعرق فإنه سوف يفقد كماً أكبر من الماء.

● كثير من الأطعمة تحتوي كما هائلا من الماء خاصة الفاكهة، وتكمل المياه والسوائل الأخرى الكمية التي يحتاج إليها الجسم.

أنواع الماء

● مياه فوارة: وهو الشكل الذي تحتفظ فيه المياه بنفس معدلات ثاني أكسيد الكربون التي كانت عليها قبل المعالجة.

● مياه غنية بالفيتامينات: يتم إضافة الفيتامينات لها حتى تصبح صحية أكثر.

● مياه الينابيع: تأتي من مياه جوفية لكنها تتدفق على سطح الأرض وتحتوي (على الأقل) على 250 جزيء / مليون من المواد الصلبة القابلة للتحلل.

● مياه مطهرة: وهي التي يتم تنقيتها.

● مياه غنية بالأكسجين: تحتوي على نسبة من الأكسجين أكثر 40 مرة من الماءالعادي.

● مياه معدنية طبيعية: تأتي من مصادر جوفية وتحوي معادن مثل الماغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والحديد.

● مياه ذات نكهة: نكهات طبيعية أو صناعية تضاف غالباً للمياه المعدنية.

● مياه مقطرة: يتم الحصول عليها بالتقطير، وتستخدم في المعامل الكيميائية من أجل التجارب وليس للشرب.

● مياه شبه قلوية أيونية: تستخدم فيها الكهرباء لفصل الجزيئات وشحنها.

التعامل مع أنواع المياه المعبأة:

● إذا تم الشرب منها وفتحها لا تترك فترة طويلة دون استخدام لأن البكتريا ستنشط فيها.

● يجب العناية بزجاجة الماء وغسلها بالماء الساخن والصابون عند إعادة ملئها.

● للتخلص من طعم الكلور يصب الماء في إناء كبير ويترك لمدة ساعة تقريباً.

حقائق عن الماء

● الماء يشكل 3/2 وزن جسم الإنسان، وتتألف بلازما الدم من حوالي 90% ماء بينما تشكل نسبة الماء في العظام 22%.

● لا يستطيع الإنسان الحياة دون ماء لأكثر من خمسة أيام كحد أدنى وبشكل عام يتم شرب حوالي لترين من المياه يومياً.

● الماء مذيب طبيعي للعديد من العناصر مثل الفيتامينات والمعادن والبكتريا والفطريات والمعادن الثقيلة والمواد المشعة.

● مياه الأمطار التي تأتي من السحب هي أنقى أنواع المياه الطبيعية، على الرغم من تلوثها بعوادم المصانع المتمثلة في الكبريت» من هنا يتكون ما يعرف باسم «المطر الحمضي».

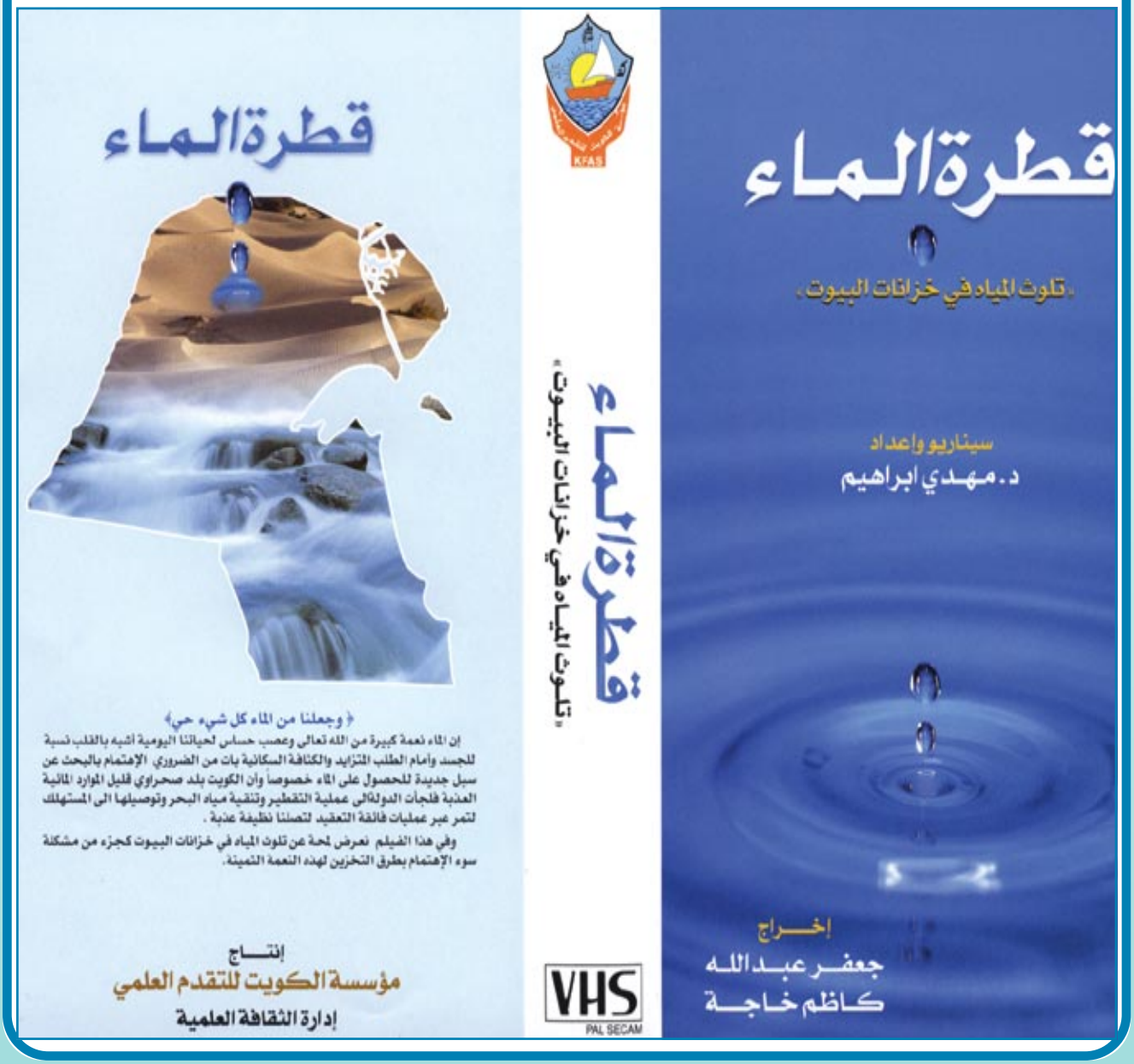
● يغسل الماء جسم الإنسان من السموم والمواد السرطانية، والبول هو شكل من أشكاله اذ يحتوي على المواد الضارة.

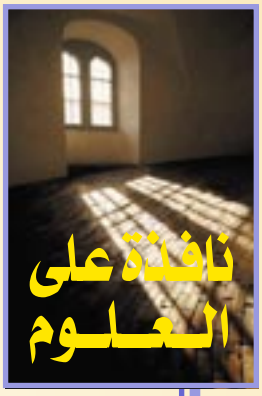
● يضاف الكلور غالباً للماء لقتل البكتريا، وقد تكون رائحته نفاذة كما يضاف الفلورايد لمحاربة تسوس الأسنان. وهيدروكسيد الألومنيوم لتنقية الماء.

فيلم سينمائي بعنوان:

قطرة الماء

إنتاج
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة الثقافة العلمية





تقنيات التحلية المصدر الرئيسي لمياه الشرب بالكويت

بدأت الكويت التطلع إلى تقنيات تحلية مياه البحر منذ عام 1914 حين اشترى الشيخ مبارك الصباح رحمه الله محطة صغيرة لتحلية مياه البحر، غير أنها تعرضت لكثير من المشكلات التشغيلية وأخفقت في إنتاج المياه المقطرة إلا لفترات متقطعة، وتوقفت المحطة عام 1929.

ولما أنعم الله على هذه الأرض الطيبة باكتشاف النفط قامت شركة نفط الكويت بإنشاء محطة صغيرة للتحلية تعمل بطريقة الأنابيب المغمورة عام 1950 سعتها 100 ألف جالون إمبراطوري في اليوم لسد حاجة القطاع النفطي، وتم مد أنبوب إلى مدينة الكويت لنقل المياه المقطرة لتخلط مع مياه الآبار. ولما أصبح إنتاج النفط اقتصاداً ثابتاً ارتأت الحكومة ضرورة تأمين مصدر معتمد للمياه العذبة، فقامت عام 1954 بشراء عدد من المحطات تحتوي كل منها على 10 مبخرات ثلاثية المراحل من الأنابيب المغمورة.

وفي عام 1958 تم ادخال أول وحدة تبخير ومضي حيث فزادت السعة الإنتاجية إلى مليوني جالون إمبراطوري في اليوم. وفي عام 1960 تبنت الكويت تقنية التقطير الوميضي متعدد المراحل وتم شراء أول محطة في العالم تعمل بهذه الطريقة. ومن يومها باتت هذه التقنية هي الأساس في وحدات التحلية العاملة في الكويت والتي تعمل تحت درجات حرارة منخفضة باستخدام مادة البولي فوسفيت بعد خلطها بمواد تشغيلية أخرى والتي سميت عالمياً باسم "خلطة الشويخ". وتوالى بناء هذه المحطات حتى وصلت حاليا إلى 326 مليون جالون امبراطوري في اليوم بعد تشغيل بعض المحطات عند درجات حرارة عالية.

ومن الجدير بالذكر أنه خلال السنوات العشرين الأولى من عصر التحلية وصلت الكويت إلى قمة مجدها في هذا المجال حيث حصلت الكويت على جائزة المتميزين في مجال التحلية في المؤتمر الأول للتحلية للقارات الأمريكية الذي أقيم في المكسيك في اكتوبرعام 1976، مما يعكس المكانة العلمية التي وصلت إليها الكويت في ذلك الوقت، حيث لم تهتم الوزارة بتشغيل محطات التحلية فقط بل شاركت في وضع التصاميم الهندسية وتركيب وتشغيل المحطات في حين لم توظف مستشاراً أو مهندساً معمارياً في مشاريع التحلية. وفي الحقيقة كان المختصون في الكويت يعملون مستشارين وموجهين في الدول الأخرى لمعاينة أعمال المستشارين. ويؤدي هؤلاء المختصون دوراً نشيطاً مع المصنعين والمصممين في مجال البحث والتجارب للاستخدام الأمثل للمواد الكيماوية المتعلقة بالتآكل وضبط الجودة والمعالجات، وكانت محطات الكويت مسرحاً لتدريب المهندسين والفنيين لسد الطلب المتزايد على الفنيين المتدربين لتشغيل المحطات الجديدة ليس فقط في الكويت وإنما في الدول العربية المجاورة.

وقامت وزارة الكهرباء والماء (سابقا) بإنشاء مركز تنمية مصادر المياه بالتعاون مع البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة عام 1968 للقيام بأعمال البحث والتطوير وإجراء الدراسات الهندسية والتقنية والبيئية، واختيار وتقييم طرق وعمليات التشغيل ومراقبة نوعية المياه وتدريب الكوادر الفنية للعمل في منشآت المياه.

ولم يقتصر دور الكويت الريادي على مجال تقنية التقطير الوميضي المتعدد المراحل فحسب بل تعداه إلى عدة تقنيات أخرى، فعلى سبيل المثال لما كانت محطات التناضح العكسي في بداياتها دعت الكويت في المؤتمر الأول للتحلية إلى تشكيل لجنة على المستوى العالمي لدراسة مجالات البحث والتطويرفي مجال التناضح العكسي، وفعلاً تم تشكيل لجنة عالمية سميت لجنة الحوار العربي الأوربي في مجال التناضح العكسي حيث اجتمعت في الكويت لدراسة وتطوير هذه التقنية الواعدة واعتمد مبلغ من المال لدعم هذه التقنية.

وقامت الكويت بتجربة وحدة تحلية تعمل بالطاقة الشمسية واتضح أنها أكثر كلفة مقارنة بوحدات التقطير الوميضي المتعدد المراحل. وقد قامت حكومة الكويت في السبعينات بتشكيل لجنة للنظر في إنشاء محطة تعمل بالطاقة الذرية لإنتاج الكهرباء والماء لخفض تكاليف الإنتاج في المستقبل وظل مجسم هذه المحطة المقترحة في مبنى مركز تنمية مصادر المياه حتى عام 1990 شاهداً على التطلعات الطموحة إبان السبعينات.

وها نحن في الوقت الحالي نعيش فترة حرجة يزداد فيها الطلب على المياه إلى درجة التعدي على المخزون الاستراتيجي لمياه الشرب. كما تشير الدراسات المستقبلية إلى أن استمرار الزيادة في بناء المحطات على هذا النحو مع قلة الوعي والاستخدام الجائر للمياه والكهرباء سيؤدي بالكويت إلى أن تجد بعد عدة سنوات أن ما تنتجه من النفط يتم صرفه في إنتاج الكهرباء والماء. لذا لا بد أن نخطط لتطبيق البدائل المتاحة في ربط تقنيات التحلية المختلفة المستخدمة حالياً مع محطات طاقة أكفأ واستخدام التقنيات الجديدة في معالجة مياه البحر في نقلة نوعية تحفظ للأجيال القادمة الثروة النفطية وتؤمن لهم المياه والكهرباء.

د. فاطمة العوضي

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

جائزة الكويت لعام 2005

دعوة للترشيح

تمشيًا مع أهداف **مؤسسة الكويت للتقدم العلمي** وتحقيقًا لأغراضها في دعم الإنتاج العلمي وتشجيع العلماء والباحثين، تقوم المؤسسة بتخصيص جوائز في مجالات العلوم والآداب والفنون والتراث، وذلك وفق برامجها السنوية. وتسجل المؤسسة من خلال هذه الجوائز اعترافها بالإنجازات الفكرية المتميزة التي تخدم التقدم العلمي وتفتح الطريق أمام الجهود المبذولة لرفع المستوى الحضاري في مختلف الميادين.

وموضوعات جائزة الكويت لعام 2005 هي في المجالات الخمسة التالية:

- **العلوم الأساسية:** علم الحاسوب — *Computer Science*
- **العلوم التطبيقية:** تنمية مصادر المياه — *Water Resources Development*
- **العلوم الاقتصادية والاجتماعية:** اقتصاديات المعلومات والتنمية في الوطن العربي — *Economy of Information and Development in the Arab World*
- **الفنون والآداب:** أثر الأدب العربي في الآداب الأوروبية — *Role of Arabic Literature in European Literatures*
- **التراث العلمي العربي والإسلامي:** علم الطب وتاريخه — *Medical Science and Its History*

تُخصص المؤسسة سنويا لكل مجال من المجالات المذكورة جائزتين مقدار كل منهما 30 000 د.ك (ثلاثون ألف دينار كويتي)، تمنح الأولى لواحد (أو أكثر) من أبناء دولة الكويت وتمنح الثانية لواحد (أو أكثر) من أبناء الدول العربية الأخرى. كما تقدم المؤسسة مع الجائزة الفضية ميدالية ذهبية ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية تبين مميزات الإنتاج بصورة مختصرة.

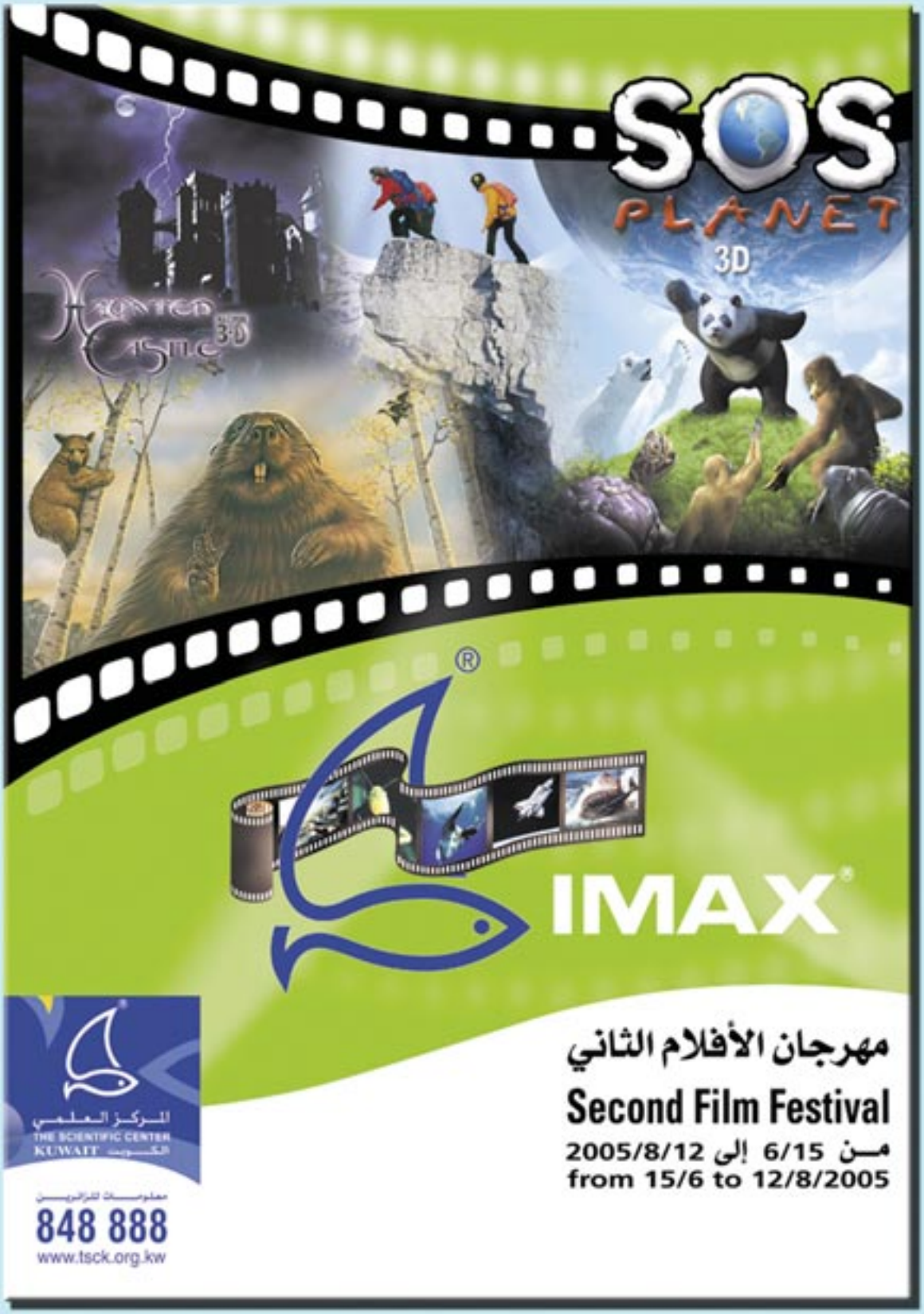
ويتم منح جائزة الكويت وفق الشروط الآتية:

- أن يكون الإنتاج مبتكرا وذا أهمية بالغة بالنسبة إلى الحقل المقدم فيه ومنشورا خلال السنوات العشر الماضية.
- ألا يكون المرشح قد نال جائزة عن الإنتاج المقدم من أي جهة أخرى.
- تقبل المؤسسة طلبات المتقدمين وترشيحات الجامعات والهيئات العلمية، كما يحق للأفراد الحاصلين على هذه الجائزة ترشيح من يرونه مؤهلا لنيلها ولا تقبل ترشيحات الهيئات السياسية.
- يتضمن الترشيح السجل العلمي للمرشح ونبذة مختصرة عن حياته وإنتاجه ومبررات ترشيحه لنيل الجائزة.
- لا يعاد الإنتاج المقدم إلى مرسله سواء فاز المرشح أو لم يفز.
- لا تقبل الاعتراضات على قرارات المؤسسة بشأن منح الجوائز.
- على الفائز أن يقدم محاضرة عن الإنتاج الذي نال عنه الجائزة.
- تقبل الترشيحات لغاية 2005/10/31 مشفوعة بأربع نسخ من الإنتاج المقدم.

ترسل الترشيحات والاستفسارات بشأن الجائزة إلى العنوان الآتي:

السيد مدير عام
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب: 25263 الصفاة 13113 ـ دولة الكويت
فاكس: 2403891 (965+) ـ هاتف: 2429780 (965+) ـ البريد الإلكتروني: prize@kfas.org.kw


SOS
PLANET
3D
IMAX®
مهرجان الأفلام الثاني
Second Film Festival
من 6/15 إلى 2005/8/12
from 15/6 to 12/8/2005
المركز العلمي
THE SCIENTIFIC CENTER
KUWAIT الكويت
معلومات للزائرين
848 888
www.tsck.org.kw