التشجير في البيئة المحلية

منظور للاستدامة

مملكة البحرين

عبدالحميد عبدالغفار

المحتويات

خلاصة البحث

الفصل الأول: خطة البحث

- مقدمة
- أهداف البحث
- مشكلة البحث
- أسئلة البحث
- منهجية البحث

الفصل الثاني: وصف الوضع الراهن

- التصحر
- تكلفة التصحر والتدهور البيئي
- التصحر في البحرين
- المساحة المزروعة والمساحة القابلة للزراعة
- الوضع المائي
- معدلات هطول الأمطار والرطوبة والحرارة
- التربة
- الوضع البيولوجي
- برامج مكافحة التصحر
- انتقاء الأصناف الشجرية
- ضياع الاستثمارات الزراعية
- مراكز أبحاث الزراعة
- حماية المستهلك
- جهود الإعلام

الفصل الثالث: مياه الصرف الصحي لقيم آمن وملح في توسيع الرقعة الخضراء

- الدور المأمول لمياه الصرف الصحي المعالجة
- مستوى المعالجة وطاقتها المستقبلية:
- تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي
- الخطط المستقبلية
- عائد استغلال مياه الصرف الصحي

الفصل الرابع: محاور حاسمة في الاستثمار الزراعي

- الخصائص الشجرية
- درجات الحرارة
- دراسة حالة
- بحوث العمليات في قطاع الزراعة

الفصل الخامس: بدائل التشجير المثلى في البيئة المحلية

- البعد البيئي والجمالي في خطط التشجير
- البعد المائي في خطط التشجير
- توجهات التشجير في دول مجلس التعاون
- جدوى التشجير بأشجار أصيلة ومستقدمة
    - شجرة الـ "سدر" Ziziphus
    - شجرة الـ "نيم" Azadirachtaindica
    - شجرة الـ " كونوكاربس "Conocarpus erectus

المراجع

خلاصة البحث

تكتسب برامج التشجير في كافة دول مجلس التعاون الخليجي أهمية استثنائية في مواجهة ظاهرة تصحر إقليمية مقلقة في ظل الإحاطة بحقيقة ندرة المياه وشحها في كافة دول المجلس. ومن المعروف أنه بخلاف البلدان الغنية بمصادر مياهها وغاباتها التي تسهم في الاتزان الطبيعي، يتسم الشريط الساحلي للخليج العربي بتحد إقليمي يتمثل في تدهور المياه الجوفية التي تمثل المصدر المائي الطبيعي الوحيد من جهة، وارتفاع تكاليف استعذاب مياه البحر من جهة أخرى، يضاف لذلك ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة في إقليم يتسم بندرة الأراضي الزراعية وارتفاع معدلات ملوحتها وانخفاض خصوبتها.

من جهة أخرى، ولاعتبارات بيئية واقتصادية واجتماعية، تصاعدت الجهود المستهدفة التوسع في تشجير الشوارع والمتنزهات العامة، بيد ان نجاح تلك الجهود يتطلب الوقوف مليا أمام قدرة الأصناف الشجرية المختارة على الصمود أمام المحددات الطبيعية وغير الطبيعية، ونعني بهذه الأخيرة قرارات الاستثمار الزراعي والتفضيل بين خيارات التشجير، حيث ان الاختيار الأمثل بين الأصناف النباتية المتاحة والقادرة على الصمود في البيئة المحلية يعتبر شرطا أساسيا لنجاح جهود التشجير.

وفي نفس السياق، ومع التأكيد على أهمية تطوير القطاع الزراعي وتوسيع الرقعة الخضراء، يلزم البحث في جدوى الاستغناء عن زراعة تلك الأشجار المثمرة والتجميلية التي تستهلك قدرا من المورد المائي يفوق ما تضيفه من قيمة مضافة للاقتصاد أو قيمة جمالية للوطن، واعتماد ذلك كمعيار رئيسي في تقييم خطط التشجير، مع العمل على الاستفادة المثلى من المياه المعالجة لأغراض الزراعة.

إن أخذ تلك الحقائق بعين الاعتبار أمر أساسي عند اتخاذ القرار باختيار أصناف الأشجار الملائمة للبيئة المحلية، أكانت أشجارا محلية أم مستوردة، أشجارا مثمرة للبساتين أم أشجار زينة للشوارع، مما يتطلب دراسة النتائج المحتملة لمختلف الخيارات، بحيث يجد الخيار الأمثل القدرة على الإقناع والتبرير العلمي، وإلا نجم عنه هدر في الموارد المائية والمالية، العامة منها والخاصة.

ومما لا شك فيه ان قرارات التشجير غير الصائبة مكلفة، حيث أنها تمس حجوم الاستثمارات الوطنية، وهذا ما يطرح جدوى تحديد تلك الأصناف الشجرية التي لا يمكن لها أن تعود بعائد مجز في ظل استحواذها على قدر ليس قليل من الموارد المائية الشحيحة، بجانب الموارد المالية المرتبطة أصلا بمورد طبيعي ناضب وهو النفط، مع ضرورة تمييزها عن تلك الأصناف الشجرية المطلوب الترويج لها في البيئة المحلية من واقع دراسات تتكئ على تجارب علمية حصيفة تحدد أمثل خيارات التشجير.

فكيف لنا والحال هذه ان نواجه ظاهرة التصحر والدفع باتجاه معالجة الوضع البيئي بالتوسع في خطط التشجير مع مراعاة قيود الزراعة؟ هذا ما تحاول هذه الورقة تناوله من خلال عرض المخارج لمحددات الزراعة في البحرين باعتبارها حالة دراسية، وفي هذا السياق، يستهدف البحث عرض مشروع لتجميل الشوارع والمتنزهات العامة بأقل قدر من الخسائر واقل قدر من المياه التي تعد اللقيم الحيوي في برامج التشجير، ولهذا فهي دعوة لامعان الفكر في الكيفية التي تضمن معالجة طرفي المعادلة التي تتمثل في التوفيق بين الحاجة الملحة للتشجير المجدي بيئيا وماليا من جهة، والإحاطة بالقيود الطبيعية والمحددات المالية من جهة أخرى.

الفصل الأول

خطة البحث

1. مقدمة

تواجه كافة دول مجلس التعاون الخليجي ظاهرة تصحر مقلقة دعتها قبل بضعة عقود لصياغة برامج حثيثة لمكافحتها، ولاعتبارات بيئية واجتماعية واقتصادية غدت مشروعات التشجير ضرورة ملحة، حيث تلعب دورا حيويا في تحسين المناخ وتحسين التربة وزيادة خصوبتها ومقاومة التلوث الجوي، بجانب دورها النفسي وآثارها الاقتصادية المؤكدة.

ومن المعروف أنه خلاف البلدان الغنية بمصادر مياهها وغاباتها التي تسهم في الاتزان الطبيعي، تتسم دول الخليج العربي بندرة مياهها، مع ظهور تحد إقليمي يتمثل في ندرة المياه الجوفية التي تمثل المصدر المائي الطبيعي الوحيد، وارتفاع تكاليف تحلية مياه البحر، يضاف لذلك ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة، مع اتصاف أراضيه بارتفاع معدلات الملوحة وانخفاض خصوبتها.

ولهذا، تصاعدت الجهود المستهدفة التوسع في تشجير الشوارع والمتنزهات العامة. بيد ان نجاح تلك الجهود يتطلب الوقوف مليا أمام قدرة الأصناف الشجرية على الصمود أمام المحددات الطبيعية، كالمناخ السائد ونوعية التربة ومدى توفر الموارد المائية ونوعيتها، يضاف إلى ذلك المحددات غير الطبيعية التي تحكم نجاح جهود التشجير تلك، وأبرزها قرارات الاستثمار الزراعي، ونعنى بها التفضيل بين الخيارات المتاحة للأشجار المستهدفة، الأمر الذي يجعل من عملية الاختيار بين الأصناف النباتية شرطا أساسيا لنجاح جهود التشجير.

إن أخذ تلك الحقائق بعين الاعتبار أمر أساسي عند اتخاذ القرار باختيار أصناف الأشجار الملائمة للبيئة المحلية، أكانت أشجارا محلية أم مستوردة، أشجارا مثمرة للبساتين أم أشجار زينة للشوارع، وهذا يتطلب دراسة النتائج المحتملة لمختلف الخيارات، بحيث يجد الخيار الأمثل القدرة على الإقناع والتبرير العلمي، وإلا نجم عنه هدر في الموارد المائية والمالية، العامة منها والخاصة.

ومما لا شك فيه ان قرارات التشجير غير الصائبة مكلفة، حيث أنها تمس في الواقع حجوم الاستثمارات الوطنية التي لم توفق في اختيار الأصناف الملائمة للتشجير، وهذا ما يطرح جدوى تحديد تلك الأصناف الشجرية التي لا يمكن لها أن تعود بعائد مجز في ظل استحواذها على قدر ليس قليل من الموارد المائية الشحيحة، بجانب الموارد المالية المرتبطة أصلا بمورد طبيعي ناضب وهو النفط مع ضرورة تمييزها عن تلك الأصناف الشجرية المطلوب الترويج لها في البيئة المحلية من واقع دراسات تتكئ على تجارب علمية حصيفة تحدد أمثل خيارات التشجير.

2. أهداف البحث

يجمع المتخصصون على ضرورة مواجهة ظاهرة التصحر عبر إيجاد برامج تشجير تؤمن كبح ظاهرة التصحر وتضمن تجميل الشوارع والمتنزهات العامة لاعتبارات بيئية. إزاء ذلك، كان لا بد من إمعان الفكر في الكيفية التي تضمن معالجة طرفي المعادلة التي تتمثل في التوفيق بين الحاجة الملحة للتشجير المجدي بيئيا وماليا وتوفير متطلبات الزراعة التجميلية في ظل الإحاطة بالقيود والمحددات الطبيعية

والمالية. لذا يسعى البحث إلى عرض أمثل الصيغ الكفيلة بتخفيض تكلفة التشجير وتجميل الشوارع أخذا في الاعتبار المحددات السالفة الذكر، دون الإخلال بالأهداف الأساسية لبرامج التشجير ومكافحة التصحر.

3. مشكلة البحث

هناك محددات طبيعية قاسية تفرض نفسها بقوة على واقع الزراعة في مملكة البحرين بصفة خاصة، وإقليم الخليج العربي بصفة عامة، وتأتي في مقدمتها اتسام المنطقة بمناخ حار وجاف، ومعدلات أمطار ضئيلة، مقابل معدلات مرتفعة للبخر، إضافة لما يتسم به الخليج من مميزات المناطق الجافة من العالم من صيف حار مشبع بنسبة رطوبة عالية، وشتاء يأتي بزخات مطرية شحيحة، مع ضالة مخزون المياه الجوفية وتراجع نوعيتها بسبب ارتفاع الطلب عليها، في مقابل محدودية التعويض الطبيعي لخزانات المياه الجوفية. وقد نجم عن تعاظم الاعتماد على المخزون الجوفي ارتفاع تركز الأملاح فيه، مما قاد إلى ارتفاع معدلات ملوحة التربة، الأمر الذي افرز ما يعرف بظاهرة التصحر.

هنا تدور في الذهن حزمة من الأسئلة حول امثل الطرق لمكافحة التصحر والإسهام في معالجة الوضع البيئي في ظل الإحاطة بالمحددات السالفة الذكر، وأمثل خيارات التشجير من بين عدة خيارات تتباين بطبيعة الحال من حيث القدرة على التكيف مع البيئة المحلية، إضافة لتباينها من حيث متطلباتها من المياه، ومستوى جمالياتها، وعمرها الافتراضي، وغيرها.

4. أسئلة البحث

مما تقدم، تثار جملة من الأسئلة تدور حول الآتي:

- كيفية تحقيق هدف مكافحة التصحر وتوسيع برامج التشجير وتجميل الشوارع والميادين العامة في ظل الإحاطة بالمحددات الزراعية والظروف الطبيعية المستجدة على نوعية المياه الجوفية.
- ماهية الأشجار المثلى للبيئة المحلية في ظل تعدد خيارات التشجير.
- امثل أساليب ضغط الإنفاق وصولا لتحقيق هدف التوسع في خطط التشجير وتجميل الشوارع والمتنزهات العامة.

5. منهجية البحث

اعتُمد المنهج الوصفي – التحليلي عبر رصد المشاهدات الحقلية في كافة فصول الدراسة، بينما اعتمد المنهج الإحصائي في فصل الدراسة الأخير.

الفصل الثاني

وصف الوضع الراهن

1. التصحر

عرَّفت اتفاقية الأمم المتحدة "التصحر" بأنه "تردي الأراضي في المناطق القاحلة وشبه الجافة، والجافة شبه الرطبة، نتيجة عوامل مختلفة، من بينها الاختلافات المناخية والأنشطة البشرية". أما مصطلح "مكافحة التصحر"، فيعني الأنشطة التي تشكل جزءا من التنمية المتكاملة للأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، والقاحلة شبه الرطبة، من اجل التنمية المستدامة (الأمانة المؤقتة لاتفاقية مكافحة التصحر، 1995).

أما الصندوق الدولي للتنمية الزراعية فيشير إلى ان التصحر لا يعني زحف الصحراء، ولو أنه يمكن أن يشتمل على غزو الكثبان الرملية للأراضي، وإنما يعني التدهور المستمر للنظم الإيكولوجية للأراضي الجافة نتيجة الأنشطة البشرية والتقلبات المناخية .كما يعتبر واحداً من أخطر التحديات الإنمائية في عصرنا هذا، نظراً لتأثيره الشديد على رفاه الإنسان وعلى البيئة (الصندوق الدولي للتنمية الزراعية، ifad.org).

بُذل جهد بحثي كبير لإيجاد العديد من المؤشرات الدالة على شدة الجفاف، ومن بين تلك المؤشرات مؤشر اليونسكو الذي يمثل حاصل قسمة معدل الأمطار على معدل البخر والنتح. وقد وَصَف هذا المؤشر المعدل 0.03 بأنه يدل على أن المنطقة محل الدراسة تعتبر جافة جدا. وحيث أن معدل البخر في البحرين يتراوح بين 1650 – 2050 ملليمتر في السنة، مقابل 72 ملليمتر في المتوسط لمعدل الأمطار، فإننا نصبح بذلك إزاء معدل يبلغ 0.035 – 0.044، مما يؤكد وقوعنا في المنطقة الحرجة، ويدفعنا لوضع قيود أمام أنشطة الإنسان المسببة في تدمير الغطاء النباتي الذي يعتبر ضمانة تحول دون تدهور المزيد من الأراضي، ومن ثم تصحرها.

في هذا الصدد، يذكر معين الزغت، في دراسته "الجفاف والتصحر في شبه الجزيرة العربية"، الصادرة عن جامعة الملك سعود، "بان 94% من شبه الجزيرة العربية قد تصحر بدرجات مختلفة، وتتعرض مناطق واسعة أخرى لتأثير التصحر الشديد، المتمثل في الرمال المتحركة، وارتفاع درجات الحرارة، وانعدام الغطاء النباتي، وتملح الأرض" (الزغت، 1997).

وعلى المستوى المحلي، يمتاز التوازن البيئي بحساسيته المفرطة الناتجة عن الخصائص المناخية والهيدرولوجية، والتي تنتج نماذج ايكولوجية حرجة، تكون دوما معرضة لشتى أنواع التراجع والتدهور الذي يصيب المناطق الجافة، الأمر الذي يبرز أهمية برامج مكافحة التصحر.

تصحر منطقة المالكية نموذجا

2. تكلفة التصحر والتدهور البيئي

تشير تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى أن التصحر يكلف العالم 42 مليار دولار أمريكي سنوياً" (greenline.com.kw)،ويقدر برنامج الأمم المتحدة للبيئة القيمة الإنتاجية المفقودة سنويا في الدول النامية بسبب التصحر بـ 16 مليار دولار، وهذا في الواقع رقم صغير جدا إذا ما قورن بالآثار الاقتصادية والاجتماعية المباشرة وغير المباشرة لتكاليف التدهور البيئي، إما السياسات الإنمائية فستكون دون معنى إذا لم تأخذ في الحسبان ان التدهور البيئي هو جزء جوهري في المسألة الإنمائية، وان مكافحة التصحر هو أساس في التنمية المستدامة.

قام البنك الدولي بالتعاون مع مكتب الأمم المتحدة للإحصاءات والسلطات القطرية في كثير من الدول بتحديد منهجية تهدف إلى توسيع نطاق النظم الحالية للحسابات القومية، بغرض دمج الأبعاد البيئية في الإطار المحاسبي. وقد تم إعداد حسابات لمجموعتين من الناتج المحلي الصافي المصحح بيئيا، بحيث تعكس المجموعة الأولى تقديرات استنزاف موارد النفط والمعادن واستخراج الخشب، تقتطع في مجملها من الناتج المحلي الصافي. في الوقت نفسه، تقْتَطِعْ المجموعة الثانية بالإضافة إلى ذلك، تقديرات القيمة النقدية للتدهور البيئي، مثل تلوث الهواء والماء واستنزاف التربة، واستغلال المياه الجوفية (طاهر، 1997).

وقد اعد معهد الموارد الدولي دراسة حول إندونيسيا تبين منها كيف أن المعايير والمقاييس التقليدية للنمو الاقتصادي والمتمثلة في معدلات نمو الناتج المحلي والقومي الإجمالي أدت وبطرق مختلفة إلى تشويه النمو الاقتصادي الفعلي، أو بمعنى آخر، تشويه التنمية المستدامة. فقد بلغ معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي لإندونيسيا خلال الفترة 1971 - 1984 بأسعار عام 1973 حوالي 7.1% سنويا. إلا انه عندما تم خصم مقابل الاستنزاف الذي يعبر عن فقدان الغابات والتربة والوقود الحفري، فقد بلغ معدل

نمو الناتج المحلي الصافي حوالي 4% سنويا" (طاهر، 1997). ويعزز السعدون (1991) ذلك بقوله "من المؤكد أن وسيلة القياس بطرق الحسابات القومية التقليدية التي تعتمدها المنظمات الدولية غير صالحة". (عبدالغفار، 2003).

ومن بين المنظرين في هذا الميدان بيرس PEARCE (1993) فقد تمخضت أبحاثه عن تعديل بسيط على الدخل أو الناتج القومي، وصولا لـ "الناتج القومي الأخضر" أو "النظيف"، الذي يعنى باهتلاك رأس المال الطبيعي، بالقدر الذي يأخذ في الحسبان اهتلاك رأس المال المشيد، أو ما يدعى بالأصول الثابتة، ويرى أن ابسط تعديل للدخل القومي لا بد وان يأخذ في الاعتبار المعادلة التالية:

$$gNNP = GNP - SKm - SKn$$

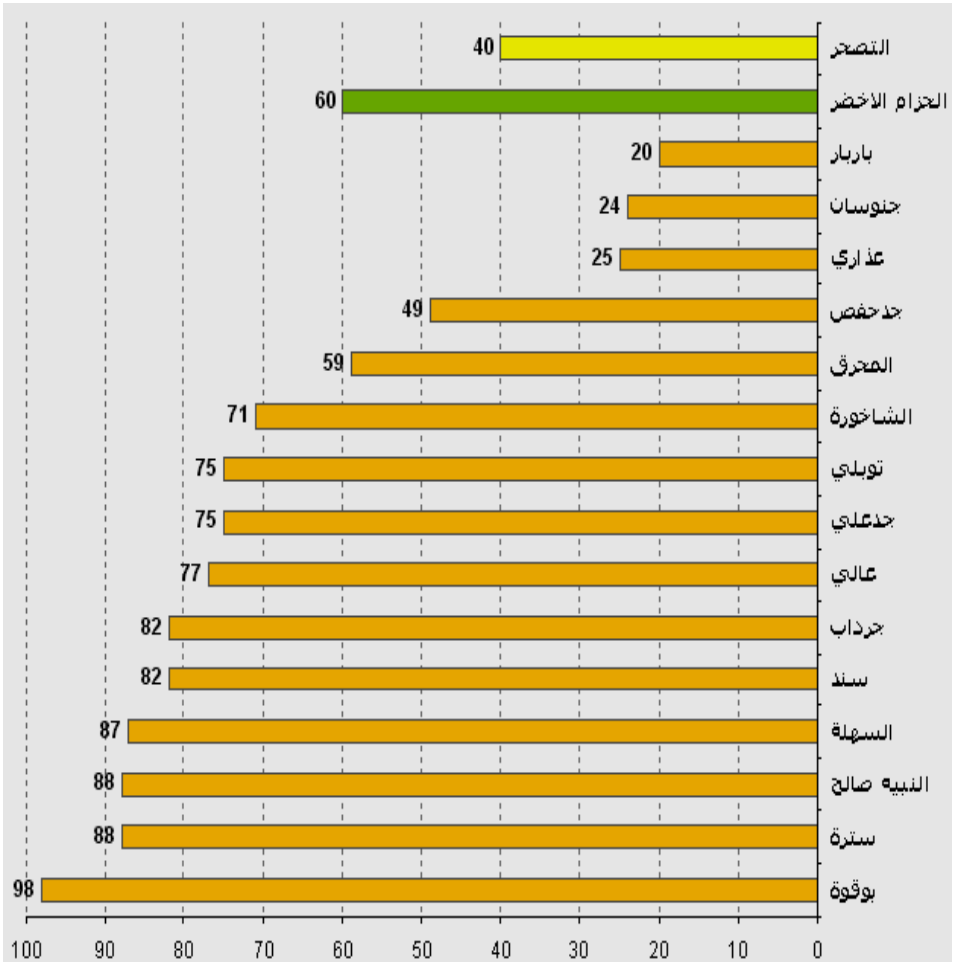
حيث: g = الأخضر (green)، و gNNP تمثل الدخل القومي المعدل (الأخضر)، و SKm تمثل اهتلاك رأس المال المشيد، و SKn تمثل اهتلاك رأس المال الطبيعي.

3. التصحر في البحرين

بفعلالعجز المائي،ارتفع معدل تركز الأملاح في المياه الجوفية في مملكة البحرين بشكل كبير خلال العقود القليلة الماضية، الأمر الذي أفضى إلى تملح التربة وتقلص الأراضي الصالحة للزراعة. لذا فمشكلة التغير في اتجاهي ملوحة المياه والتربة من جهة، وتراجع المساحات الخضراء من جهة أخرى، تأخذ في الواقع شكل متصاعد، ومعه تراجع التنوع البيولوجي بشكل ملحوظ.

ووفقا للإحصاءات الرسمية، بلغت معدل التصحر العام في مملكة البحرين حوالي 40% في عام 2003، وقد تباينت من منطقة لأخرى، فبينما بلغ في منطقة الحزام الأخضر حوالي 60%، بلغت 98% في منطقة بوقوة، بينما لم تتعدى 20% في منطقة باربار، والشكل أدناه يظهر تبيان معدلات التصحر في مختلف مناطق المملكة.

معدلات التصحر وفقا للمناطق في عام 2003



يجدر بالذكر ان كوريا الجنوبية استضافت خلال الفترة 17-18 أكتوبر 2011 الدورة العاشرة لفعالية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر الذي ناقش قضايا التصحر وتدهور الأراضي الجفاف والأمن الغذائي والتطوير بعيد المدى للنظم المستدامة الزراعية والغذائية. وقد شارك في المؤتمر بجانب وفد المملكة 3000 مشارك من 194 دولة عضو بالاتفاقية، إضافة إلى المنظمات والمؤسسات الحكومية وغير الحكومية ذات العلاقة، وقد ناقش المشاركون مبادرة كوريا الجنوبية للتعاون لمكافحة التصحّر وتقاسم الخبرات الناجحة في هذا المجال.

جزيرة النبيه صالح بين عام 1954 وعام 1998

4. المساحة المزروعة والمساحة القابلة للزراعة

بينما ازدادت مساحة المملكة من 711.8 كم^2 في عام 2000 إلى 759 كم^2 في عام 2010، تراجعت الأراضي القابلة للزراعة بسبب طغيان العمران على الأراضي الزراعية من 110كم^2 في عام 2000، إلى 64 كم^2 في 2010، أما الأراضي المزروعة فعلا فتراجعت خلال نفس الفترة من حوالي 42 كم^2 إلى 37.32 كم^2. أما الأراضي القابلة للزراعة مقارنة بمساحة المملكة فقد تراجعت إلى 8.4% في عام 2010 مقارنة بـ 15.5% في عام 2000، كما سجلت الأراضي المستغلة مقارنة بالقابلة منها للزراعة تراجعا إلى 4.9% في عام 2010 مقارنة بـ 5.9% في عام 2000.أما بقية الأراضي فقد صنفت بأنها أراض غير زراعية لارتفاع ملوحتها، مما يجعلها غير مهيأة لزراعة الكثير من الأصناف الشجرية. يبقى القول ان محدودية توفر التربة الصالحة للزراعة في البحرين مشكلة حقيقية، بل وتعد تحد لا يمكن مواجهته بالأساليب التقليدية.

مع ملاحظة ان المساحات كانت في الماضي خضراء دون تكلفة، حيث كانت المياه تتفجر تلقائيا لتسقي الأراضي، أما اليوم، فتكلفة استعذاب مياه البحر تتجاوز الـ 0.7 دينار لكل متر مكعب إذا ما أخذت في الحسبان الأسعار الحقيقية للطاقة في السوق الدولية، أما إذا أخذت كلفة توجيهها نحو شبكات التوزيع فربما تجاوزت الدينار بأسعار عام 2005 الدينار.

الأراضي القابلة للزراعة والمستغلة مقارنة بمساحة المملكة

السنة	2000	2002	2004	2006	2008	2009	2010
مساحة المملكة	711.8	717.5	728.3	741.4	757.5	5760.	759.0
الأرض القابلة للزراعة (كم^2)	110	64	64	64	64	64	64
الأرض المستغلة في الزراعة (كم^2)	41.87	38.26	35.94	44.54	42.19	41.04	37.32
الأرض القابلة للزراعة إلى مساحة المملكة (%)	15.5	8.9	8.8	8.6	8.4	8.4	8.4
الأرض المستغلة إلى مساحة المملكة (%)	5.9	5.3	4.9	6.0	5.6	5.4	4.9
المستغلة إلى القابلة للزراعة (%)	38.1	59.8	56.2	69.6	65.9	64.1	58.3

يبقى القول ان محدودية توفر التربة الصالحة للزراعة في البحرين مشكلة حقيقية، بل وتعد تحد لا يمكن مواجهته بالأساليب التقليدية، كنقل التربة الصالحة للزراعة من موقع لآخر. وحيال ذلك ليس من الصائب إقامة المشروعات الزراعية التي تعتمد تقنيات الزراعة بدون تربة على الأراضي الزراعية، حيث ان هذه الأخيرة يجب ان تترك لمن هم متمسكين بالزراعة التقليدية، وليس من الحكمة زراعة ما تبقى من أراض مؤهلة للزراعة بأشجار تستهلك قدرا كبيرا من المياه ولا تقوى على الصمود في البيئة المحلية، المطلوب هو تعظيم عائد استغلال الأراضي الزراعية المتبقية بأصناف قادرة على إضافة اكبر قدر ممكن من القيم المضافة للاقتصاد المحلي، مع زراعة تلك النوعية من الأشجار المتعايشة مع البيئة في مناطق خارج الرقعة الزراعية لاعتبارات بيئية.

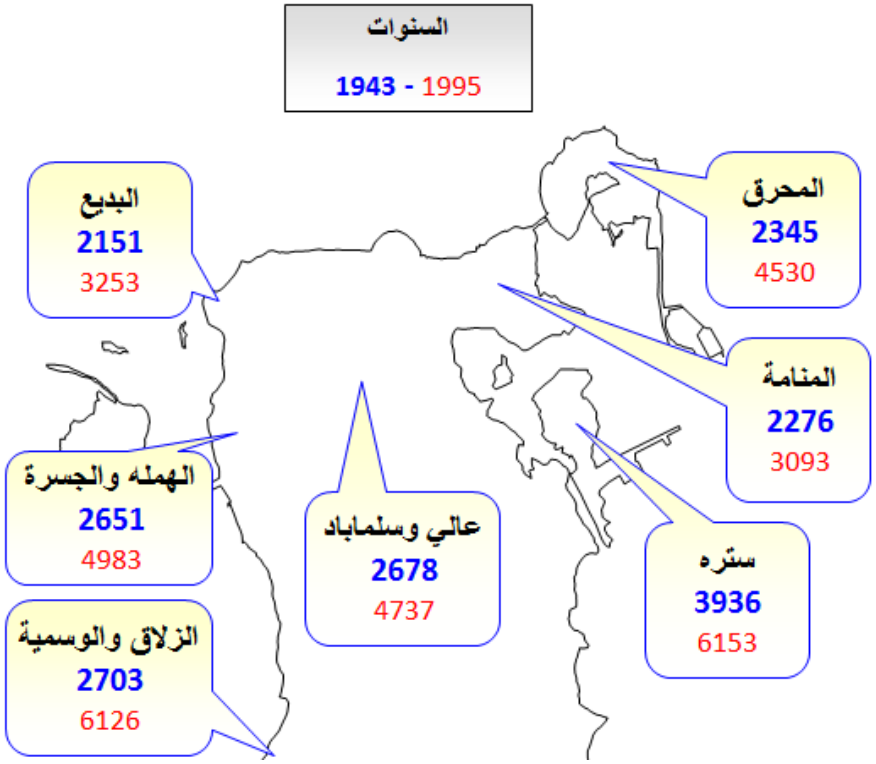
5. الوضع المائي

في الماضي، ارتبطت أسطورة جلجامش في تاريخ البحرين القديم بالمياه، لذلك عدت المياه المصدر الرئيسي لتفسير غنى البحرين بالزراعة، ومن ثم ثراءها البيئي والبيولوجي. وبفضل المياه انبثقت حضارات دلمون وتايلوس وأوال عندما كان هناك وفرة في المياه الطبيعية، بل أن "إنكي" (إله المياه العذبة) يظهر المكانة الفريدة للمياه في البحرين القديمة، وهذا ما تؤكده الوثائق المسمارية وأجزاء مدونة عشتار الذي كشفته بعثة تنقيبات جامعة بنسلفانيا في مدينة نفر بجنوب العراق. لذا، فبفضل المياه أصبحت دلمون وطن جلجامش بطل الملحمة الأسطورية التي ارتبطت بالآشوريين في بابل، جلجامش الذي بحث عن ارض الخلود، فلم يجدها إلا في جزر البحرين، حيث المياه العذبة الوفيرة، وهكذا أضحت أسطورة جلجامش تعبيرا عن قدسية مياه ارض دلمون لدى السومريين فالبابليين فالآشوريين.

اليوم، يمثل المورد المائي اخطر التحديات المحلية على الإطلاق، وأهميته تكمن في كونه مورد حيوي استراتيجي من جهة، وكونه يفسر تراجع المحيط الحيوي من جهة أخرى. حيث ترتبت على ارتفاع معدلات الأملاح في المياه الجوفية تحديات جوهرية كبرى أمام قطاع الزراعة، قاد إلى تغيير دراماتيكي

في مستوى التنوع البيولوجي في العديد من مناطق البلاد الثرية بيئيا، الأمر الذي مهد لعمليات تجريف قضى على مساحات واسعة من الحزام الأخضر.

معدلات الأملاح في المياه الجوفي في عام 1995 مقارنة بعام 1943 (طبقة الدمام / ملليجرام للتر)

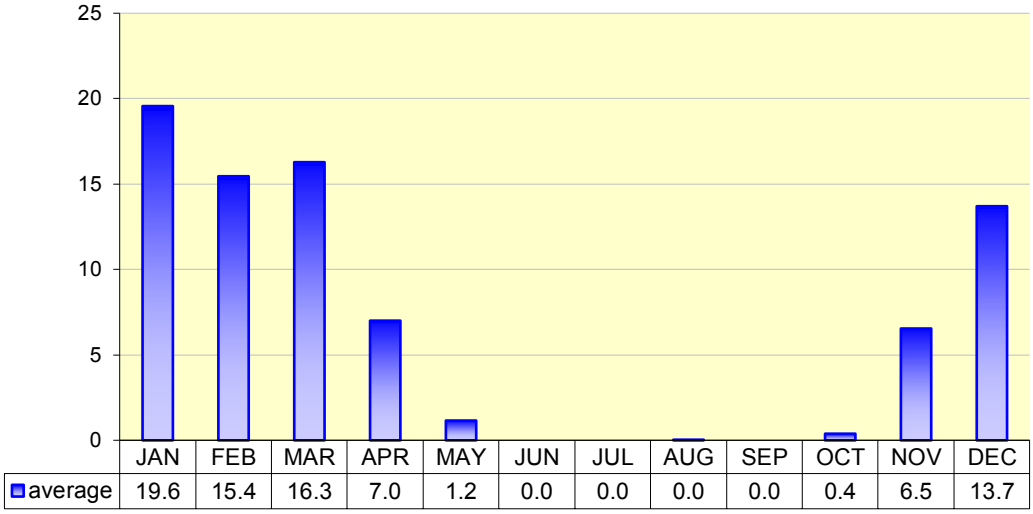


المصدر: عبدالحميد عبدالغفار، تكلفة تدهور المورد المائي الجوفي في مملكة البحرين، مركز البحرين للدراسات والبحوث، مملكة البحرين، 2003.

6. معدلات هطول الأمطار والرطوبة والحرارة

من بين المحددات الطبيعية المؤثرة على واقع الزراعة، ما تمتاز به المنطقة عموما من مناخ حار وجاف، ومعدلات أمطار ضئيلة، مقابل معدل مرتفع للبخر، الأمر الذي يجعل إقليم الخليج العربي من بين أكثر مناطق العالم جفافا، حيث يتسم بصيف حار مشبع بنسبة رطوبة عالية، وشتاء يأتي بزخات مطرية شحيحة.

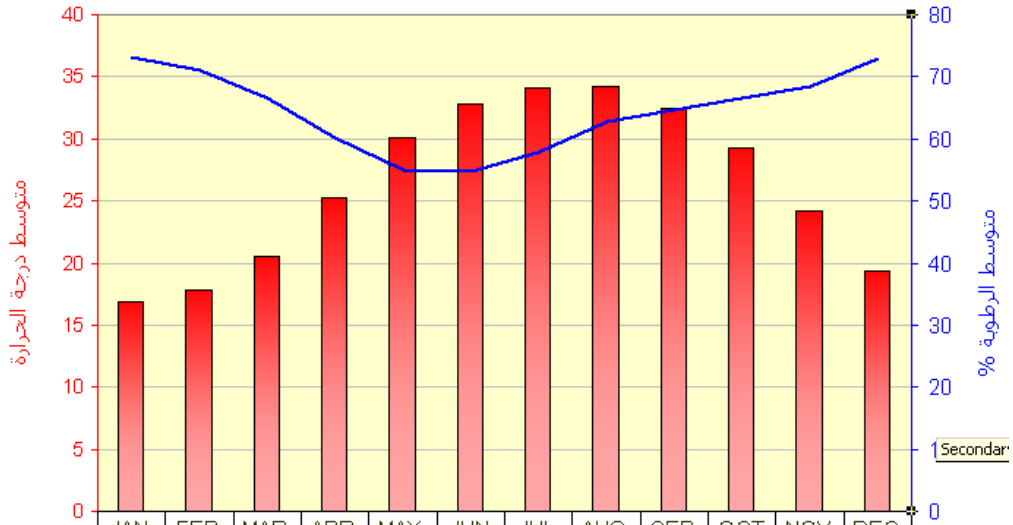
متوسط سقوط الأمطار الشهري (مم) خلال العقود الخمس الماضية



	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
average	19.6	15.4	16.3	7.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	6.5	13.7

المصدر: (جهرمي، 2004).

متوسط الرطوبة (%) ومتوسط درجة الحرارة خلال العقود الخمس الماضية



	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Average T	16.8	17.8	20.6	25.2	30.1	32.7	34.1	34.2	32.5	29.2	24.2	19.4
Average H	73.2	70.9	66.7	60.1	54.9	54.8	57.8	62.8	64.7	66.5	68.4	72.9

المصدر: (جهرمي، 2004).

7. التربة

تؤكد نتائج تحليل الكثير من عينات الرمال ان غالبية تربة البحرين مالحة، ويلاحظ ان أفضل نوعية للتربة تقع في بارابار، حيث يبلغ معدل ملوحتها 4.14 ملليموس للسنتيمتر، الأمر الذي يجعلها غير صالحة لزراعة النباتات الحساسة للملوحة، وهي بذلك تغدو غير ملائمة للكثير من الشتلات المروج لها محليا. اما غالبية الأراضي فتوصف بأنها مالحة ولا تصلح إلا لزراعة المحاصيل المقاومة للملوحة.

يجدر بالذكر ان مختبر الملوحة التابع لوزارة الزراعة الأمريكية يحدد المواصفات العالمية للتربة (ملليموس/سم) على النحو التالي:

- من صفر إلى 2: عديم الملوحة وصالح لزراعة جميع النباتات.
- 2 - 4: قليلة الملوحة وغير صالحة لزراعة النباتات الحساسة للملوحة.
- 4 - 8: متوسطة الملوحة وتؤثر على إنتاجية أغلب النباتات.
- 8 - 16: مالحة ولا تصلح إلا لزراعة المحاصيل المقاومة للملوحة.
- أكثر من 16: مالحة جدا ولا تصلح إلا لزراعة أنواع قليلة جدا من النباتات المعروفة بمقاومتها الشديدة للملوحة.

نوعية التربة في مناطق مختلفة في عام 1999 (ملليموس للسنتيمتر)

المنطقة	المعدل	المنطقة	المعدل
بابار	4.14	توبلي	9.98
الجسرة	5.75	بوري	10.1
البديع	6.61	السهلة	10.45
سنابس	7	سترة	13.5
سار	7.1	الجنبية	14.6
الهملة	8.41	سند	15.29
دمستان	8.74		

المصدر: محمد سيد علي، تربة البحرين، وزارة الأشغال والزراعة، مايو 1999.

ام برامج الزراعة

والتشجير، تضاف إلى انخفاض خصوبة التربة وندرة المياه، وارتفاع درجة الحرارة، وارتفاع تكاليف تحلية مياه البحر.

8. الوضع البيولوجي

مع اندثار العيون الطبيعية، وتراجع وفرة المياه الجوفية العذبة، وارتفاع ملوحة التربة، وامتداد الزحف العمراني على الحزام الأخضر، اختفت أشجار أصيلة في البيئة المحلية تتسم بقدرتها على تحمل ظروف الحرارة والرطوبة وملوحة التربة آنذاك، كالنخيل والسدر واللوز والصبار والحناء والبمبر وغيرها. هذه الأشجار الأصيلة بدأت تواجه ظروف لم تكن سائدة قبل بضعة عقود، ومعها، تشكلت ظروف جديدة قادت إلى تدهور المحيط الحيوي وتراجع ثراء المناطق الخضراء، حيث اختفت الكثير من الأحياء من نباتات وزواحف وحشرات وكائنات مائية، ومعها اختفت طيور عديدة كانت شائعة في البيئة المحلية، كالهدهد والصعودة الزيان والشيان، والسلحوت، والصقرقع، والجوارح على اختلاقها، كالحمامي بنوعيه والخضيري وبوحقب وغيرها.

في مقابل ذلك، تكاثرت أنواع من الكائنات الحية على حساب أخرى، فالغراب أصبح مألوفا في بيئة قيل عنها إنها "لا تعرف نعيقا للغراب في ارض خضراء نظرة" (أسطورة جلجامش). أمام البلابل ذات الرأس

الأسود والخدين الأبيضين، فأصبح مهددا بالانقراض، حيث يستلذ الغراب فراخه، وتؤكد دارسات متخصصة أن ندرة هذه البلابل تكمن في وجود حلق اصفر رفيع ذو صفات خاصة حول عينيه تختلف عن تلك التي تتسم بها البلابل في دول اخرى في الخليج العربي.

اما أنشطة التعمير في كافة المناطق المحددة باعتبارها مناطق "حزام أخضر" فقد شملت جزيرة المحرق (الحزام الأخضر في منطقة عراد)، وجزيرة المنامة (منطقة عذاري والبرهامة وغيرها). وهناك مناطق زراعية أخرى مسها تراجع في الوضع البيئي، وأصبحت مهيأة للتجريف وإقامة مشروعات تجارية عليها، كمنطقة سترة التي تشهد أعمار مناطق تجارية، والمالكية التي اختفت فيها عين الصلاّط، وجزيرة النبيه صالح وغيرها. اما حدود الحزام الأخضر فلم تعد تلك الحدود المرسومة له في عام 1968.

ومع تراجع ثراء المناطق الخضراء، شهدت البيئة المحلية ظهور أصناف شجرية لم تكن معروفة قبل بضعة عقود من الزمان، كالسدر الصيني المركب (Zizyyphusjujuba) الذي أصبح في بيئته الجديد يصاب بآفة (إفرازه مادة صمغية) ليس لها مبيد في إدارة الزراعة، وذلك ينصحوا بقطع الاغصان المصابة.

والواقع ان الأشجار الدخيلة على البيئي عدة أصناف، صنف ادخل قبل وقت طويل للبلاد، وله قابلية مقاومة ظروف البيئة رغم ان بعضه شره للمياه، ومثاله الـ "أكاسيا Eucalyptus spp" والـ "فايكس التسيما Ficusaltysima" المعروفة محليا بالرول، والـ "جهنمي"، والـ "تيكوما". هذه الأشجار لم تعد تقوى على تحمل معدلات الملوحة في المياه الجوفية. بيد ان هناك صنف له قابلية كبرى على تحمل ظروف البيئة المحلية وأهمها الـ "نيم Neem" والـ "كونوكاربس".

9. برامج مكافحة التصحر

تملي ظاهرة التصحر في البحرين اتخاذ إجراءات تشجير استثنائية في إطار برامج قصيرة ومتوسطة وبعيدة المدى تستهدف زيادة الرقعة الخضراء. وكي يكون هذا البرنامج فعالا لا بد من تحديد مساحات الحزام الاخضر، او اعادة تعريفها، والمساحات التي لم يعد بالإمكان إدراجها ضمن الحزام، والأراضي التي يمكن إحيائها داخل الحزام، والاراضي التي بالإمكان اصلاحها وتشجيرها خارجه، مع تحديد واستهداف اصناف شجرية مثمرة مدروسة بعناية، ودراسة الأصناف التجميلية التي يمكن استهدافها، وذلك من اجل وقف ظاهرة التصحر وزيادة الرقعة الخضراء لاعتبارات بيئية وجمالية، ووضوح البرنامج يفترض مراعاة المحددات المائية والظروف البيئية الأخرى، مع تحديد إطار زمني للبرنامج بتفصيلاته المالية وغير المالية مع وضع خطة.

10. انتقاء الأصناف الشجرية

ليس من الحكمة انتقاء الأصناف الشجرية دون معرفة العديد من خواصها، كشراهتها للمياه، أكانت مياه جوفية أم مياه شبكة التوزيع التي يشكل إنتاجها ضغطا شديدا على مرفق وزارة الكهرباء والماء وعلى الميزانية العامة للدولة. وعليه، لا بد من الإحاطة الكاملة بالأصناف الشجرية في البيئة.

فعلى سبيل المثال، ما هو العمر المتوقع لكل صنف شجري، وما هي الاحتياجات المائية لكل منها؟ وما هو أعلى معدل أملاح محتمل لكل صنف؟ وما هي قدرتها على تحمل المحددات الأخرى، كالحرارة والرطوبة وملوحة التربة وغيرها؟ وهل تتسم اوراقها بالسمية؟ وهل يمكن ادخال ثمرها او اوراقها

كمدخل في صناعات ما، كصناعة علف الماشية؟ وهل من الأنسب زراعة أصناف قوية مستوردة في الصحاري والمناطق المعرضة للتصحر؟ ام انها جميعها ملائمة كذلك للمنازل؟

11. ضياع الاستثمارات الزراعية

العديد من الدول التي تتعرض لكوارث طبيعية كالأعاصير والفيضانات وحرائق الغابات تقوم بإجراء تقديرات لخسائرها، بينما تفتقر دول الخليج إلى جهات معنية بتقدير الخسائر الناجمة عن العواصف الهوجاء، او تجاوز درجة الحرارة للمستوى الذي تتحمله الكثير من الأشجار المزروعة فعلا، في الوقت الذي تشير مشاهدات سنوات ماضية الى أن الكثير من الأشجار قد هلكت بسبب تخطي درجات الحرارة حدود معينة.

وهنا لا بد من التوقف مليا امام غياب الجهات المعنية باحتساب الخسائر الناجمة عن قرارات التشجير غير الموفقة، كتكلفة المدخلات التي وجهت إليها (بما فيها تكلفة المياه) في الوقت الذي أزعم فيه بأن ذلك يعد في الواقع خسائر في أصل رأسمالي Capital Stock ولعل الصور التي يمكن إيرادها في هذا الصدد لا تحصى. بيد أن المهم هو ما ينجم عن تلك الخيارات من هدر في الموارد المائية والمالية والبيئية، وما تخلفه قرارات التشجير غير الموفقة من موت للأشجار التي تضيف بموتها تلوثا بصريا فوق التلوث الجوي، ووفقا لستيفن كابلان فان تأثير البيئة المحيطة بالإنسان تؤثر تأثيرا مؤكدا على سلوكه.

الدوار الحادي عشر بمدينة حمد يظهر عدم قدرة بعض الأصناف الشجرية على الاحتمال

إن قرارات التشجير غير الصائبة مكلفة بالنتيجة، وهي ربما عبرت عن الحاجة لترشيد القرار قبل ترشيد الإنفاق. وتلك القرارات يمكن أن يكون مصدرها القطاع العام (تشجير مزارع الحكومة بالأشجار المثمرة، وتشجير الشوارع والمتنزهات العامة) أو القطاع الخاص (تشجير المزارع الخاصة بالأشجار المثمرة أو

غير المثمرة).وفي جميع الحالات نحن معنيون بمجمل الخسائر التي تتناسب مع حجم الاستثمارات الوطنية.

12. مراكز أبحاث الزراعة

ان نبذ العشوائية هو أول شروط برامج التشجير الناجحة، ولذا تغدو دراسات مخاطر الاستثمار وتقييم جدوى التشجير بهذا الصنف الشجري أو ذاك مسألة بالغة الحيوية. وفي الواقع الكثير من الأشجار المستقدمة من الخارج لم تجرى عليها دراسات او دراسات كافية، مما رفع من حجم الخسائر، ولهذا تبرز الحاجة لتنشيط البحث العلمي لمعرفة خصائص وفوائد الأشجار المستقدمة، حيث ان هذه المعرفة يفترض ان تشكل منطلقا يجب ان يسبق الشروع في اتخاذ أي قرار بالتشجير.

مراكز الأبحاث في بيئتنا الشحيحة بالمياه يجب ان تعنى بالتعريف بخصائص وحاجات مختلف الأصناف الشجرية للمياه، وبقابلية كل منها على مقاومة المحددات الطبيعية، مع إظهار التباين بين الأشجار الأصيلة، كالنخيل والسدر واللوز والصبار والحناء وغيرها، عن تلك الدخيلة، القادرة منها أو غير القادرة على الصمود في البيئة المحلية، كالـ "كاسيا Cassia alata"، والـ "أكاسيا Eucalyptus spp" والـ "فايكس التسيما Ficusaltysima" المعروفة محليا بالرول، والـ "جهنمي"، والـ "تيكوما"، وغيرها. واخص بالذكر هنا المستقدمة منها من خارج البيئة المحلية، وبصفة خاصة شجرة الـ "نيم Neem" والـ "كونوكاربس".

إن أخذ نتائج مثل تلك البحوث في الاعتبار أمر أساسي عند اتخاذ القرارات الحكومية والخاصة بالتشجير باعتبارهما مستهلكين للأشجار، أكانت أشجارا محلية أم مستوردة، أشجارا مثمرة للبساتين، أم أشجار زينة للشوارع، وهذا يتطلب دراسة النتائج المحتملة لمختلف الخيارات الممكنة، وإلا غدت تلك القرارات غير المتكئة على دراسات علمية حصيفة هدرا في الموارد المائية والمالية، العامة والخاصة على حد سواء.

ان التنبؤ بالتحولات في بيئة الزراعة والتنوع البيولوجي بوجه عام، وما يمكن ان تفرزه من جديد غير مألوف في الأمدين المتوسط والبعيد، يتطلب مراكز أبحاث فاعلة وقادرة على التنبؤ بمستقبل الزراعة والتنوع البيولوجي في المدى المتوسط والبعيد.

يجدر بالذكر ان هناك بالفعل بعض الأشجار المروجة والمستقدمة من الخارج تتحمل درجة حرارة تجاور المتوسط الحسابي لدرجات الحرارة في صيف الخليج خلال فترة قد تطال سنوات عديدة، إلا أن هناك متغيرات أخرى تفعل فعلها في البيئة ولا بد من دراستها دراسة علمية دقيقة قبل الشروع في اتخاذ القرار بالتشجير، كالرطوبة ومعدلات ملوحة التربة واتجاهها، ومعدلات الملوحة في المياه واتجاهها وغيرها من عوامل مؤثرة، وعليه لا مناص من تناول مجمل تلك المتغيرات في إطار دراسات علمية دقيقة قبل التقرير بشأن اختيار أصناف الأشجار المعنية.

من جهة أخرى، نحن بحاجة لمراكز ابحاث اقليمية تتصف بالكفاءة العالية وقادرة على توظيف علوم الهندسة الوراثية في مجال الزراعة للوصول لسلالات وأصناف شجرية مثمرة وتجميلية قادرة على التكيف مع البيئة.

13. حماية المستهلك

ليست كل الأشجار الأصيلة والدخيلة على البيئة مناسبة في الواقع للمنازل، فقد أدى جهل البعض للمحددات البيئة المستجدة إلى زراعة الكثير منها في المنازل، ليكتشفوا بعد حين ان تلك الأشجار تسببت في تكبدهم خسائر كبيرة لم تكن في حسبانهم، حيث شرخت مثلا شجرة الصبار الأصيلة، وشجرة الكونوكاربس المستقدمة أسوار المنازل عندما زرعت بجوارها، الأمر الذي قاد إلى اقتلاعها بعد بضعة أعوام رغم توجيه قدرا كبير من مياه شبكة التوزيع (المحلاة) نحوها، وبهذا ذهبت أدراج الرياح كلفة الشتلات ومياه شبكة التوزيع والجهود البشرية ومصروفات الاسمدة والمبيدات الحشرية والوقت المنصرف وغيرها.

إن قرارات الأفراد باختيار الأصناف الشجرية مرهونة في الواقع ببرامج توعية المواطن بخصائص الأصناف الشجرية الأصيلة والمستقدمة على حد سواء، وذلك بعد إخضاع خيارات التشجير العامة والخاصة لدراسات ميدانية علمية تحدد قابلية كلا منها على تحمل معدلات ملوحة المياه والتربة من جهة، وشراهتها للمياه وقابليتها للتكيف مع المحددات الزراعية في البيئة المحلية.

هنا تطرح في الواقع قضية حماية المستهلكين عبر إعداد دليل زراعي استرشادي شامل للمستهلكين في إطار حمل توعوية واسعة النطاق تحدد فيها قابلية كل الأشجار المستهدفة في البيئة المحلية، الأصيلة منها والمستقدمة، وحاجة كل منها للمياه، والعمر الافتراضي لها، وما إلى ذلك.

هنا يمكن فضلا عن تنشيط الجانب الاعلامي لإيصال تلك المعارف، انشاء حديقة خاصة او متحف لنباتات البيئة المحلية والتي يمكن ان يشكل وجودها خطرا في المنازل او المتنزهات العامة، وذلك على غرار الحديقة العامة الشهيرة الملحقة بقلعة ألنويكف بإنجلترا والمعروفة بحديقة السموم لما تحتويه من نباتات هي الأكثر سمّية في العالم، كنبات اللفاح البلادونا السام (المعروف الباذنجان القاتل)، ونبات Strychnosnux-vomicaأو السم الجوز الذي يستخدم لاستخراج سم الأستريشينين، ونبات سم الشوكران الذي استخدم لقتل الفيلسوف سقراط، وغيرها من النباتات والأشجار القاتلة. يجدر بالذكر ان تلك الحديقة التي يعود تاريخها لعام 1750 افتتحت بغرض ترسيخ الاهتمام بالنباتات والمواد السامة الذي عرفت بها إنجلترا منذ قرون عدة (عبدالغفار، 2012).

يجدر بالذكر ان الجهات الحكومية المعنية بالتشجير مستهدفة هي الأخرى بعدم وضوح الرؤية تجاه امثل خيارات التشجير التي تستهدف زيادة الرقعة الخضراء، حيث ان موت الكثير من الأشجار في ظروف بيئة المنطقة القاسية يعد خسائر مؤكدة في أصل من الأصول الرأسمالية للوطن، الأمر الذي يستدعي تقدير منافع وتكاليف تفضيل هذا الصنف الشجري على غيره من الأصناف الشجرية عند تقييم قرارات التشجير، فكما تقدر خسائر حرائق الغابات والفيضانات والجفاف وغيرها في الدول المتقدمة، يلزم هنا في الواقع الوقوف على كلفة قرارات التشجير غير الموفقة باعتبارها سببا رئيسيا في فقدان أصول أصيلة للوطن استنزفت قدرا كبير من الوقت والجود والموارد البشرية وغير البشرية.

14. جهود الإعلام

المادة الرابعة من مرسوم إنشاء لجنة حماية البيئة رقم 7 لسنة 1980 أكدت على ضرورة "إدخال التثقيف البيئي في برامج التعليم الدراسية وفي برامج أجهزة الإعلام "، لهذا نعتقد بضرورة تفعيل البرامج المعنية بالبيئة في أنشطة الإعلام والتربية. في هذا الصدد أشار المكتب الإقليمي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في البحرين إلى أهمية التركيز على الإعلام وإنشاء وحدة في مؤسسات الإعلام خاصة بالبيئة، بحيث تعنى بإنتاج الدراسات الخاصة بالبيئة وإعداد البرامج الإعلامية المعنية بها. ونضيف لذلك ان هذه الأهمية تؤكدها ضرورات وواجبات حماية المستهلك.

إن استمرار عشوائية قرار التشجير يطرح موضوع حماية المواطن عبر أجهزة الإعلام المختلفة باعتباره مستهلكا ومستثمرا في اصل من الاصول، وذلك من خلال توجيهه للكثير من الحقائق اللازمة له حول هذا الموضوع. وعليه فعلى الاجهزة المعنية بعد دراسة جدوى قرارات التشجير دراسة وافية باستخدام الأدوات والخبرات الفنية اللازمة، الاجتهاد بشأن الاستثمار الآمن في القطاع الزراعي (إن جاز التعبير) من خلال تحديد تلك الأصناف من الأشجار التي لا يمكن لها أن تعود بعائد داخلي مجز على مشتريها، أو أنها تستهلك قدرا كبيرا من المياه المدعومة، أو لا تقوى على الصمود في البيئة المحلية، أو التي ينجم عنها تدمير للبنى التحتية العامة والخاصة، مع تمييزها عن تلك الأشجار المطلوب الترويج لها في البيئة المحلية، الأمر الذي يطرح مسؤولية جهل المواطن بالخصائص الشجرية.

يجدر بالذكر ان المملكة العربية السعودية إدراكا منها لأهمية تعريف المواطن بالأصناف الشجرية الأساسية أصدرت دليل يشمل شرح بأهم أنواع النباتات الملائمة زراعتها في مشاريع التشجير في المدن والتعريف بها من حيث الوصف العام واحتياجاتها البيئية وطرق تكاثرها ومجالات استخدامها. ويأتي ذلك من الإدراك بوجود نباتات غير مرغوب في زراعتها وأخرى سامة مزروعة داخل المدن تتفاوت درجة سميتها من منخفضة إلى عالية، والتي قد يظهر ضررها على الإنسان بملامسة عصارتها مباشرة للجلد أو عند أكل الجزء السام منها.

في هذا الصدد أصدرت وزارة الشئون البلدية والقروية تعميم رقم 4/98/وف في 6 محرم 1410هـ بخصوص التحذير من النباتات السامة والتوصية بعدم زراعة بعضها في الشوارع والحدائق والمنتزهات وملاعب الأطفال لسميتها. وامتدادا لهذا الدور والتوعية الإعلامية بمخاطرها، عنيت وزارة الشؤون البلدية والقروية بالمملكة العربية السعودية بالتعريف بالنباتات المرغوبة وغير المرغوب في دليل معززا بالصور أتيح للمواطنين والمقيمين على الموقع الالكتروني[1] ليسهل التعرف عليها بشكلها الظاهري وتحديد أنواعها ومدى ضررها ودرجة سميتها وتحديد الجزء السام منها.

يجدر بالذكر ان الدليل قيم جدا في محتواه، حيث عرف الأسماء العلمية للنباتات وحددها وصنفها وفقاً لقابليتها لتحمل درجات الحرارة العالية، كالسدر Ziziphusspina-christi والنيم Azadirachtaindica والكونوكاربس Conocarpus erectus والزيتون Oleaeuropaea والأثل Tamarixspp والأكاسيا Acacia spp والبوانسيانا Delonixregia. والجهنمي Bogainvilleaspp. والدفلة oleander Nerium والانتانا Lantana camara وغيرها. كما حدد النباتات المقاومة للجفاف والعطش كالسدر والنيم والكونوكاربس

[1] http://www.momra.gov.sa/Specs/guid0014.asp

والزيزفـون Elaegnusangustifolus والصـنوبر Pinusspp وغيرهـا. والنباتـات المتحملـة للتقلبـات الجويـة والريـاح كالسـدر والنـيم والكونوكـاربس والأثـل .Tamarixspp والدفلـة Nerium oleander والسـرو Cupressusspp وكـف مـريم Vitexagnus – custus والكـافور (كينـا) Eucalyptus spp وغيرهـا، والنباتـات المتحملة للرياح البحرية والملوحة بالقرب مـن سـواحل البحـار كالسـدر والنـيم والكونوكـاربس والتيكومـا Tecomaspp والفيكس .Ficusspp والقرم- المنجروف (الشورى)Avicennia marina وغيرهـا. والملائمـة للزراعة في الأراضي الرملية الخفيفة، وتلك الملائمة للزراعة فـي الأراضـي الثقيلـة والمتحملـة للقلويـة والمتحملة للتربة الجيرية. والنباتات المتحملة للتربة الملحية كالسدر والكونوكاربس. والنباتـات الملائمـة للزراعة في الأراضي الضحلة، والنباتات الملائمة للزراعة في الأراضي الحصوية، وغيرها.

ورغم أهمية هذا الدليل لكافة المهتمين بالزراعة في دول مجلـس التعـاون الخليجـي، الا انـه لـم يظهـر منافع أشـجار اسـتثنائية كالنيم، وأشـجار أصيلة كالسـدر، بينما أهمـل إظهـار مخـاطر زراعـة الكونوكـاربس في المنازل رغم مخاطرها ومضارها الجمة في المناطق السـكنية، علمـا بانهـا غـزت كافـة منـاطق دول مجلس التعاون الخليجي دون اسـتثناء. لهذا، ربما كان من المجدي إرسـاء جهود البلديات فـي كافـة دول المجلس من اجل إصدار دليل الكتروني جامع وشـامل لكافـة دول المجلـس، وتعزيـزه بصـور لكـل شـجرة مقيمة – أصيلة أو مسـتقدمة إلى المنطقة دون اسـتثناء، مع الحرص علـى ايصـال هـذه المعلومـات الـى المواطنين والمقيمين بكافة السـبل المتاحة.

الفصل الثالث

مياه الصرف الصحي لقيم آمن وملح في توسيع الرقعة الخضراء

1. الدور المأمول لمياه الصرف الصحي المعالجة

تعد مياه الصرف الصحي المعالجة أكثر البدائل المجدية اقتصاديا في سبيل توفير مصدر مهم للمياه للزراعة. وقد بدأت البحرين تنفيذ المخطط الرئيسي لمشروع الصرف الصحي عام 1976، وبدأ العمل في تنفيذ إنشاء المجاري الرئيسية 1977، وبحلول عام 1979 أنجزت خطوط الصرف الصحي الرئيسية ومحطات الضخ، وتم توصيل أول مجرى بشبكة المجاري الجديدة، كما قدمت في ذلك العام الخطة الرئيسية لشبكة المجاري الفرعية.

وفي الفترة 1977-1979 تم استصلاح أراضي خور المقطع في تُوْبلِي لإنشاء مشروع توبلي لمعالجة مياه الصرف الصحي الذي أصبح فيما بعد المحطة الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي. وبحلول عام 1979 أنجز جزء من مشروع خطوط الصرف الصحي الثانوية وتوصيلات المنازل، والذي توقف بموجبها تدفق مجاري كل من مدينة المنامة والمحرق ومدينة عيسى باتجاه البحر. وفي عام 1980 بدء العمل في المرحلة الأولى لمركز توبلي لمعالجة المياه، وتم توصيل مدينة حمد بمركز توبلي لمعالجة المياه في عام 1984، كما تم في نفس العام إعداد استراتيجية شاملة لشبكة مياه المجاري ومعالجتها.

أما أطوال خطوط المجاري الرئيسية والثانوية المنجزة حتى عام 1993 فبلغت حوالي 1482 كيلومتر، تم بموجبها توصيل خدمات الصرف الصحي بشبكة الصرف الصحي العامة لتخدم 60% من السكان، بينما بلغت محطات الضخ الرئيسية والفرعية 13 محطة و297 محطة على التوالي. أما الاستثمارات الحكومية الرأسمالية الموظفة في هذا القطاع فبلغت حوالي 223 مليون دينار خلال الفترة 1977 - 1993، موزعة على المجاري الرئيسية، والخدمات الهندسية، والصيانة والتشغيل، ومنطقة سترة الصناعية، ومركز معالجة المياه بتوبلي. أما عدد السكان المستفيدين من خدمات مشروع المجاري فيبلغ 420 ألف نسمة، أي حوالي 67% من السكان، علما بان العمل جاري لاستكمال مشروع المجاري وتزويد كافة مناطق البلاد بهذه الخدمة، بيد أن توسيع نطاق مشروع الصرف الصحي بالكامل ليشمل مجمل المناطق السكنية في البلاد مرهون بقدرة الميزانية على التمويل في السنوات المقبلة.

2. مستوى المعالجة وطاقتها المستقبلية

فتعد مياه الصرف المعالجة في مملكة البحرين أكثر البدائل المجدية في سبيل توفير مصدر مائي دائم للزراعة، وخصوصا انها تحتوي على عناصر مهمة للزراعة، كالنيتروجين والفوسفور. والحقيقة، لا مستقبل للزراعة التقليدية ولا لتخضير البلاد دون توافر المياه المعالجة ثلاثيا باعتبارها موردا متجددا، حيث أن المياه الجوفية غدت مستبعدة كليا للأغراض الزراعية لارتفاع تركز الأملاح فيها (راجع الملاحق بصدد نوعية المياه الجوفية)، لذا لا يبقى لدينا من اجل الارتقاء بالواقع الزراعي سوى المياه المعالجة، ونستثني بالطبع تقنية الزراعة بدون تربة التي لا بد لها من استخدام مياه شبكة التوزيع بعد اعادة تحليتها لتخفيض معدلات الاملاح العالية نسبيا فيها.

شهدت مياه الصرف المعالجة واستخداماتها مرحلتها الأولى في عام 1988، وقد اشتملت على بناء وحدة متطورة للتعقيم بالأوزون لتصبح تلك المياه مثالية للاستخدامات الزراعية، وقد ساهمت المياه في تلك

المرحلة في ري نحو 670 هكتار في مناطق عذاري وهورة عالي والعديد من المناطق. وبعد ثبوت نجاح المرحلة الأولى التي ضمنت توصيل المياه المعالجة الى 129 مزرعة، وفي ظل استمرار تعرض المياه الجوفية للسحب المتزايد وتدهور نوعيتها، باشرت الحكومة في عام 1997 بالإعداد للمرحلة الثانية لإنتاج وإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة. وباكتمال المرحلة الثانية ارتفعت طاقة الانتاج لتصل الى 36.1 مليون متر مكعب من المياه في عام 2010، تستفيد منها نحو 400 مزرعة بمساحة تقدر بنحو 3,300 هكتار، كما يستفاد منها في ري العديد من الشوارع والمسطحات الخضراء. وبهذا يبلغ عدد المزارع الاجمالية المستفيدة من المياه المعالجة 529 مزرعة، والجدول ادناه يظهر المزراع التي تم توصيل المياه اليها في المرحلة الثانية خلال الفترة 2004 – 2010.

عدد المزارع التي تم توصيل المياه المعالجة اليها في المرحلة الثانية (2004 – 2010)

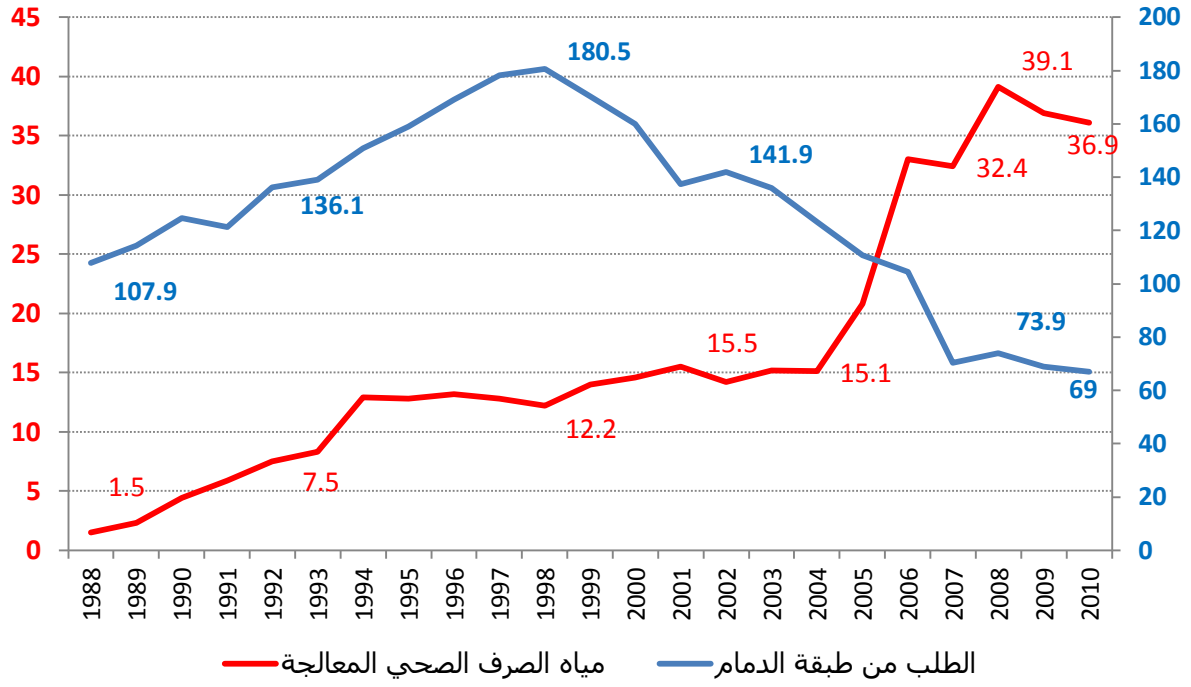
المنطقة	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	المجموع
عالي			6					6
ابوصيبع			31	1	6	4	1	43
عذاري			16		1	5		22
الدمستان	5	44		4	6	17		76
الجنبية			26		6	13	2	47
الجسرة		32	2		1	9		44
الهمله	8	19			2	5		34
المالكية		14	13			10		37
مقابة		41		1		7	4	53
صدد		12	4			4	1	21
الزلاق		2	14	1				17
المجموع	13	164	112	7	22	74	8	400

المصدر: وزارة البلديات والتخطيط العمراني، اصدار توعوي حول المياه الجوفية والمياه المعالجة، 2011.

وبارتفاع معدل انتاج مياه الصرف الصحي من 1.5 مليون متر مكعب في عام 1988 الى 36.14 مليون متر مكعب في عام 2010، امكن تخفيض معدلات استنزاف المياه الجوفية للأغراض الزراعية بنسبة تناهز 63%، إذ يلغ الطلب على المياه الجوفية 67 مليون متر مكعب في عام 2010، مقارنة بـ 180.5 مليون متر مكعب في عام 1998. اما المتوسط اليومي لانتاج المياه المعالجة فقد بلغ في اكتوبر 2012 حوالي 118,039 متر مكعب، مقارنة بـ 50,712 متر مكعب في عام 2003. ووفقا للمنظمات الدولية العنية، تعتبر المياه المعالجة في مطة توبلي من اجود انواع المياه المستخدمة في الزراعة التقليدية، وهي تخضع لاختبارات مستمرة في مختبرات وزارة الاشغال ووزارة الصحة.

على صعيد آخر، الحكومة ماضية في خطتها لتوسيع المحطة باضافة قدرات اضافية بحوالي 200 الف متر مكعب يوميا، وانشاء مرافق مكملة ستشاهم في امكانية التعامل من التدفقات المتزايدة التي تصل للمحطة والتي تزيد عن 300 الف متر مكعب في اليوم. اما النقلة الكبرى فستحدث خلال السنوات القادمة، حيث تقوم الوزارة بتنفيذ محطة المحرق للمعالجة التي ستنجز بنهاية العام القادم، مما سيوفر 400 الف متر مكعب من الميه يوميا بنهاية 2016. وبالنتيجة، يتوقع انخفاض نسبة الاستهلاك من المياه الجوفية للغايات الزراعية بحيث لا تتجاوز 9 ملايين متر مكعب في عام 2015.

تطور استخدامات المياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة (مليون متر مكعب)



المصدر: وزارة البلديات والتخطيط العمراني، مملكة البحرين.

يجدر بالذكر ان الطلب الزراعي نسبة الى اجمالي الطلب على المياه الجوفية من طبقة الدمام يشكل قرابة 69% في عام 2010 مقارنة بـ 59.7% في عام 2007. اما الطلب البلدي فقد انخفض من 33.9% في عام 2007 الى 24.7% في عام 2010، بينما ظل الطلب الصناعي في حدود 6% خلال الفترة.

3. تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي

لا تتوافر بيانات حديثة، الا انه من واقع بيانات عام 1998، يتضح ان تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي ثنائيا تقدر بحوالي 0.062 دينار (0.164 دولار) للمتر المكعب، و0.119 دينار (0.317 دولار) للمياه المعالجة ثلاثيا (النعيمي، 1999). وأخذا بالاعتبار كمية المياه المعالجة ثلاثيا، والبالغة 11,680 ألف متر مكعب سنويا (32 ألف متر مكعب يوميا)، فإننا نصبح إزاء حوالي 1.4 مليون دينار (3.7 مليون دولار)، مقابل 2.9 مليون دينار (7.7 مليون دولار) للمياه المعالجة ثنائيا، على اعتبار أن الكميات تعادل حوالي 46,720 ألف متر مكعب سنويا (128 ألف متر مكعب يوميا). وبوجه الإجمال، تقدر التكلفة الإجمالية لمعالجة مياه الصرف الصحي في محطة توبلي بحوالي 4.3 مليون دينار (11.4 مليون دولار)، الأمر الذي يلح بدراسة جدوى توظيف هذه المياه في خدمة مختلف القطاعات الاقتصادية، ودراسة امثل استغلال اقتصادي لهذه المياه المعالجة، في إطار خيارات وأولويات واضحة، لاستعادة ولو جزءا من تلك التكاليف.

4. الخطط المستقبلية

هناك خطة استراتيجية لتوصيل شبكة المجاري لكافة مناطق البلاد التي شهدت توسعات كبيرة في السنوات القليلة الماضية. وبالرغم من أن جملة المصروفات على شبكة المجاري بالبحرين بلغت أكثر من 250 مليون دينار منذ عام 1971 وحتى أكتوبر 2000، استفاد منها 450 ألف مواطن ومقيم، إلا انه

من المقدر أن تبلغ جملة المصروفات على شبكة المجاري حوالي نصف مليار دينار بحلول عام 2020، يستفيد منها أكثر من مليون مواطن ومقيم.

وتخطط البحرين لمعالجة جميع المياه الواردة لمحطة توبلي معالجة ثلاثية، ولأجل تحقيق ذلك، عكفت الحكومة في الربع الأول من عام 1997 على التفاوض مع الصناديق العربية لتمويل المرحلة الثانية من مشروع توسعة محطة المياه المعالجة بتوبلي، والتي تستهدف رفع الطاقة الإنتاجية للمحطة لتغطي كل المنطقة الغربية، الواقعة على الامتداد من الزلاق إلى الجسرة، علما بان إنجاز المرحلة الأولي قد مكن من تغطية مناطق عالي وبوري وعذاري وحتى مدينة حمد.

وقد باشرت الجهات المعنية تنفيذ مشروع تطوير أداء محطات المعالجة لإنتاج واستخدام مياه الصرف الصحي في سبتمبر 1997، مع زيادة القدرة الإنتاجية إلى 200 ألف متر مكعب يوميا من المياه المعالجة ثانويا، مع رفع كفاءة المعالجة الثلاثية لضمان إنتاج 60 ألف متر مكعب يوميا من المياه، مع توسعتها لاحقا لإنتاج 100 ألف متر مكعب يوميا. من جهة أخرى سيتم بموجب المشروع رفع كفاءة تخزين المياه المعالجة لضمان الاستخدام الفعال لعشرين ألف متر مكعب من المياه المخزنة، وإضافة وسائل تخزين جديدة لخمسين ألف متر مكعب. كما سيتم تمديد شبكة النقل لتغطي مناطق جديدة، مع رفع كفاءة الشبكة الحالية.

أما الهدف من المشروع فهو زيادة إنتاج المياه المعالجة، واستعمالها في الأغراض الزراعية وري أشجار الشوارع والحدائق العامة لتخفيف الضغط على المياه الجوفية (تصريح لوكيل وزارة الإسكان والزراعة، جريدة الأيام، العدد 3112، 10 سبتمبر 1997). ومن المتوقع أن تساهم تلك الزيادة في الطاقة الإنتاجية في وقف تدهور الرقعة الزراعية من جهة، وتوفير البديل الأنسب لري أشجار الزينة في تلك المناطق، عوضا عن السحب المباشر من المياه الجوفية لأغراض الري.

5. عائد استغلال مياه الصرف الصحي

ان استرداد الإنفاق على عمليات معالجة مياه الصرف الصحي مرهون في الواقع بمدى استغلالها استغلالا مجديا في برامج الزراعة المثمرة والزراعة التجميلية. ورغم صعوبة تقدير القيم المضافة للنواحي الجمالية المترتبة على برامج التشجير المستفيدة من تلك المياه، الا انه يمكن اعداد دراسات علمية تحتسب الزيادة المتحققة في المساحات الخضراء وعدد الأشجار الجديدة مقابل تلك التوسعات في طاقة معالجة المياه. كما يمكن دراسة عائد بيع المياه المعالجة على المشروعات الخاصة، حيث يلاحظ عدم وجود تعرفة لبيع تلك المياه.

الفصل الرابع

محاور حاسمة في الاستثمار الزراعي

1. الخصائص الشجرية

ما انفكت الأشجار التي لا يمكنها الصمود بدون قدر كبير من المياه تملأ الشوارع مثلما تملأ الكثير من المنازل. وهذه الأشجار تعرفت عليها بيئتنا في وقت لم تعرف فيه البلاد ندرة المياه (في العقود الأولى من القرن الماضي)، كما أن موطنها الأصلي لا يعرف بحكم الموقع الجغرافي ندرة المياه. لذا فهي ربما كانت جميلة وصالحة لتلك البلاد، إلا أنها ما انفكت تشكل عبئا ثقيلا علينا في الوقت الراهن، كما أن العائد منها مقارنة بالبدائل المحلية يمثل في المحصلة خسارة لمصادرنا المائية.

فشجرة عيد الميلاد قادرة على الصمود في بيئتها هناك، والفايكسFichus التي تستحوذ على جزء كبير من أشجار الزينة في شوارعنا ومتنزهاتنا قد تكون قادرة بالكاد على التعايش مع البيئة عند وصول درجات الحرارة إلى حدودها القصوى، إلا أنها ليست أجمل ولا أكثر اخضرارا من الكثير من الأشجار المحلية، كالسدرة مثلا. لهذا نقول ان الكثير من الأشجار المستقدمة جميلة في بيئتها الأصلية، بيد انها ربما كانت غير قادة على الصمود في البيئة المحلية.

النباتات المزهرة كالهبسكاس Hiniscus هي نماذج تستهلك قدرا غير معلوم من المياه مقارنة بخيارات أخرى لا حصر لها، وهكذا دواليك. أما نباتات السيج المستخدمة على أرصفة الشوارع والمعروفة بالياسمين الزفر Clerodeendron والذي يمتاز بشراهته للمياه، فهو ليس بديلا مقنعا للمشموم البلدي مثلا الذي يمتاز بقدرته الكبيرة على التعايش مع المحددات البيئية المحلية، فضلا عن كونه ليس اقل استهلاكا للمياه فحسب، بل وكونه يزداد نظارة واخضرارا وعطرا في لهيب صيفنا الحار.

إذن نحن مطالبون قبل الترويج للتشجير بدراسة أكبر عدد من البدائل لاختيار الأمثل من واقع بيئتنا المحلية، حيث أن هذا الأمر لا يمكن أن يكون عشوائيا بأي حال من الأحوال.

2. درجات الحرارة

يعد هذا المحدد أحد المعايير الرئيسية في انتقاء الكثير من أصناف الأشجار المستوردة للبيئة في مجمل دول الخليج العربي، بيد أن الخطأ الجسيم هو الاتكاء على المتوسط الحسابي لدرجات الحرارة في الصيف، عوضا عن البحث في درجات الحرارة القصوى المحتملة عند عدد كبير من السنوات، وعند مجال ثقةConfidence Interval يعتد به، والواقع أن ذلك التجاهل قد يذهب بالكثير من الاستثمارات الزراعية هباء (تشجير الشوارع والبساتين وحدائق المنازل)، وربما في وقت هو دون العمر الافتراضي المطلوب للشجرة موضوع الدراسة، لذا لا بد من توظيف التقنيات العلمية عند تقرير اختيار أصناف الأشجار المختلفة. ولأهمية هذا الموضوع بشكل خاص، آثرنا الاستطراد فيه.

إن الإحصائيين يعرفون تماما الفرق بين:

المتوسط الحسابي $\frac{\sum X}{n}$ حيث $\sum \mathbf{X}$ تمثل مجموع قيم المشاهدات، وn تمثل عدد المشاهدات (حجم العينة)

ومجال الثقة الذي يساوي $\bar{X} \pm \frac{S(z)}{\sqrt{n}}$

حيث : X : المتوسط الحسابي

S : الانحراف المعياري

Z : تساوي 2.58 عند مجال ثقة 99% .

n : حجم العينة

وتسهيلا للأمر، تم تجميع متوسط حرارة الجو في البحرين في كل ساعة من ساعات اليوم (24 ساعة) في شهور الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس باعتبارها من شهور السنة الشديدة الحرارة)، وذلك للفترة 1984-1995، وبذلك نكون حيال 21600 مشاهدة Observations، وقد توصلنا من ذلك إلى النتائج التالية:

درجات الحرارة في ساعات شهور الصيف(يونيو ويوليو وأغسطس) للسنوات 1984 – 1995

البيان / الأشهر	يونيو	يوليو	أغسطس	المتوسط
المتوسطات للساعة	32.6	34.1	34.2	33.633
الانحراف المعياري للساعة خلال الشهر (S1)	0.7847	0.8752	0.7981	* 0.820
الانحراف المعياري اليومي خلال الشهر (S2)	3.8442	4.2876	3.9099	** 4.02
الفرق بالنسبة للمتوسط Tolerance	9.9181	11.0620	10.0875	10.368
حدود الثقة لأقصي وأدنى درجة عند معدل ثقة 99%	من 22.7 إلى 42.5	من 23.0 إلى 45.2	من 24.1 إلى 44.3	من 23.3 إلى 44.0

* (S1) : $\sqrt{\frac{\mathbf{S}^2_{\mathbf{June}} + \mathbf{S}^2_{\mathbf{July}} + \mathbf{S}^2_{\mathbf{August}}}{\mathbf{3}}}$

** (S2) : $\frac{\sqrt{24}}{\sqrt{3}} \sqrt{S^2_{June} + S^2_{July} + S^2_{August}}$

يلاحظ أن الحالات المشاهدة قد أُخذت في كل ساعة من كل يوم في يونيو ويوليو وأغسطس خلال عشر سنوات، وعليه، فإننا في مثالنا هذا إزاء 7200 مشاهدة Observations في كل شهر من الأشهر المذكورة (10 * 24 * 30)، ومن ثم فإن مجمل المشاهدات للأشهر الثلاثة تبلغ 21600 مشاهدة.

مما تقدم يتضح، إن متوسط درجة الحرارة في يوليو مثلا تبلغ 34.1 درجة مئوية (لاحظ أن متوسط درجة الحرارة في أغسطس أعلى منه في يوليو، بيد أن أقصى درجة حرارة ممكنة هي أعلى في يوليو منها في أغسطس)، إلا أننا في الواقع لن نتمكن من تحديد خياراتنا وتقرير أصناف الأشجار التي يمكن لها التعايش حتى مع درجة حرارة 35 درجة مئوية، والسبب إحصائيا بسيط، حيث إن هناك احتمالات تقضي بأن درجة الحرارة (من واقع البيانات التاريخية للسنوات العشر الماضية) يمكن أن تتجاوز المتوسط وتصل إلى 45.16 درجة مئوية في إحدى ساعات يوم من أيام يوليو.

وعليه يمكن القول بأن القرار (حكوميا كان أم خاصا) القاضي بتشجير منطقة أو شارع بصنف من الأشجار لا تتحمل تلك الحرارة العظمى، قرار قد يشكل هدرا أو ضياعا للموارد المستخدمة في ذلك المشروع، وعليه، فبافتراض استثمار جهة ما في صنف من الأشجار يبلغ عمرها الافتراضي 30 سنة، بينما باستطاعتها البقاء في بيئة تبلغ حرارتها القصوى 44 درجة مئوية، فإن هذا يعني احتمال هلاك الشجرة في أي عام من الثلاثين عاما إذا صادف تجاوز درجة الحرارة المعدل 44 درجة مئوية، وهذا احتمال قائم في ظل هامش ثقة هو في مثالنا أعلاه 99%، حيث إن درجة الحرارة القصوى الممكنة والتي هي دون قدرة الشجرة المفترضة على تحملها هي في مثالنا أعلاه 45.16 درجة مئوية (أي أكبر من 44 درجة مئوية)، والاحتمال يبقى قائما بالنظر للحد الأقصى المحتمل عند حدود ثقة 99%.

بهذا الأسلوب، وأخذا بالاعتبار تلك الحقائق فقط، يمكن المحافظة على الموارد (الاستثمارات العامة والخاصة) الداخلة في مشروعات تشجير الشوارع والبساتين وغيرها، كما يمكن حماية المستهلك باعتباره مستثمرا في أصول زراعية. تجدر الإشارة إلى أن حدود الحرارة (المجال أو المدى) تزداد كلما ارتفعت حدود الثقة، وعليه يفضل في حالتنا هذه ألا تقل حدود الثقة عن 99%، وإلا كنا حيال درجة حرارة قصوى أقل مما مبين في مثالنا أعلاه. أخيرا من المفيد الإشارة إلى أقصى وأدنى درجتي حرارة مسجلتين خلال السنوات القليلة الماضية، لما لذلك من أهمية في تحديد خيارات التشجير في البيئة المحلية :

أقصى وأدنى درجتي حرارة مسجلتين خلال السنوات 1986 – 2012

السنوات	أقصى درجة حرارة		أدنى درجة حرارة	
	الشهر	درجة مئوية	الشهر	درجة مئوية
1986	يوليو	44.2	يناير	8.6
1987	يوليو	45.6	يناير	10.4
1988	أغسطس	44.0	ديسمبر	9.5
1989	يوليو	44.6	يناير	8.2

السنوات	أقصى درجة حرارة		أدنى درجة حرارة	
	الشهر	درجة مئوية	الشهر	درجة مئوية
1990	يوليو	44.0	يناير	9.5
1991	يوليو	40.6	فبراير	11.5
1992	يونيو	43.0	يناير	7.0
1993	أغسطس	45.7	فبراير	8.8
1994	يونيو	44.0	ديسمبر	8.6
1995	أغسطس	45.3	يناير	11.0
1996	مايو	44.5	يناير	8.8

المصدر : شؤون الطيران المدني، إدارة الأرصاد الجوية، مملكة البحرين.

ومن الأمور التي لا بد من أخذها بعين الاعتبار عند الشروع في دراسة درجات الحرارة المحتملة في البيئة، عدد السنوات موضوع الدراسة، حيث أنه وبالرغم من بلوغ عدد المشاهدات في مثالنا السابق 21600 مشاهدة (حاصل ضرب 10 سنوات في 24 ساعة في 30 يوما في 3 أشهر)، تبين لنا أن أعلى درجة حرارة كانت 45.16 درجة مئوية، إلا أن الحقائق الفعلية تسجل أرقاما أعلى مما ذهبنا إليه، حيث أن الأرصاد الجوية تقول بأن أعلى درجة حرارة مسجلة في البحرين كانت في تمام الواحدة والنصف من مساء 29 مايو 1972، حيث بلغت وقتذاك 46.7 درجة مئوية، وهذا الأمر إنما يؤكد خطأين:

الأول: تصور استحالة وقوع ذروة الصيف خارج أحد الشهور الثلاثة (يونيو ويوليو وأغسطس). اما الثاني، فهو الركون لعدد المشاهدات البالغ 21600 مشاهدة باعتباره عددا ضخما. فتلك الدرجة القصوى والمسجلة في عام 1972 إنما تؤكد وجوب أخذنا لـ 25 سنة كحد أدنى عوضا عن 10 سنوات، مع ضرورة أخذ الشهور المحتملة الأخرى بالاعتبار، وبهذا يفضل للدقة إدخال بيانات كافة السنوات التاريخية المتاحة، وتضمين كافة شهور السنة لضمان حصر جميع الاحتمالات الممكنة الوقوع، ولمعرفة أقصى وأدنى درجة مئوية ممكنة، حيث أن هناك أشجارا مطلوب في بيئتنا البحث عن أدنى درجة مئوية تحتملها، كالأشجار الاستوائية. تجدر الإشارة إلى أن عدد المشاهدات في حالة أخذ درجات الحرارة في كل ساعة خلال 25 سنة ماضية ستبلغ 216 ألف مشاهدة، بينما لن تتجاوز درجة الحرارة القصوى وفقا لذلك 46.9 درجة مئوية عند مستوى ثقة 99%. وبناء عليه، تقودنا نظرية الاحتمالات إلى إمكانية احتساب احتمال بقاء شجرة ما على قيد الحياة، إذا عرفت الدرجة القصوى للحرارة التي تتحملها.

احتمال بقاء شجرة على قيد الحياة إذا عرفت الدرجة القصوى للحرارة التي تتحملها

أقصى درجة يمكن للشجرة تحملها	احتمال بقاء الشجرة على قيد الحياة %	أقصى درجة يمكن للشجرة تحملها	احتمال بقاء الشجرة على قيد الحياة %
22	0.19	40	94.34
25	1.58	43	99.01
28	5.05	46	99.90
31	25.61	49	99.99
34	53.63	52	100.00
37	79.89	55	100.00

ملاحظة: تم الرجوع فيما يتعلق بنظرية الاحتمالات إلى خالد سلمان الزياني.

إن تكرارنا للقول "في البيئة المحلية" في مواضع عدة، هو في الواقع تكرار مقصود، حيث إن احتمالات تحمل شجرة ما لأقصى درجة حرارة في بيئتها الأصلية (الهند او بنجلادش مثلا) قد تتبدل بدخول متغيرات أخرى عليها في البيئة المستجدة عليها (البحرين)، وعليه فقد لا تتساوى أعمار بعض الأشجار في البيئة المحلية بمقارنتها بأعمارها في بيئتها الأصلية، كما قد تتغير تلقائيا على المدى البعيد الأعمار الافتراضية لنوعيات بعض الأشجار المستقدمة نتيجة لصراعها من أجل التواؤم مع البيئة المستجدة عليها.

3. دراسة حالة

لتقريب ما خلصنا إليه للواقع بمثال عملي، نشير إلى أنه بوصول درجة الحرارة القصوى إلى 44.5 درجة مئوية في صيف 1996، اتضح لكاتب هذه الدراسة في نوفمبر من ذاك العام موت 167 شجرة من أشجار الفيكس نتيدا Fichus Nitida المزروعة على شارع الشيخ عيسى بن سلمان من أصل 200 شجرة، بالرغم من تلبية كافة احتياجاتها، بما في ذلك احتياجاتها من المياه، ومنه يستدل بان احتمال بقاء تلك الشجرة حية في ظروف وبيئة صيف 1996 لا يتعدى 16.5%، علما بأن درجة الحرارة (باعتبارها أحد المحددات البيئية) في ذلك العام لم تتخط 44.5 درجة مئوية في ظهيرة صيف 1996. وقد دعا ذلك الأمر المسؤولين بشؤون تشجير الشوارع بعد التيقن من جفاف عروق تلك الأشجار، إلى ضخ استثمارات إضافية، وبذل جهد إضافي لاستبدالها بالنخيل ابتداء من 13 نوفمبر 1996، اما الوقت الضائع فيصعب تقديره ضمن التكاليف.

إن هذا المثال كان من الممكن أن يكون غنيا في مدلولاته ومعانيه الرقمية (باعتباره عينة ودراسة حالة ممتازة) لو أمكن لنا حصر تقديرات كميات المياه الموجهة نحو تلك الأشجار تحديدا طيلة فترة حياتها، وتكلفة الأيدي العاملة التي قامت بشؤونها، وقيمة الرمال الزراعية والأسمدة والمبيدات الحشرية

الموجهة نحوها، و .. الخ. بينما هنالك أشجار سدرة عديدة لا تزال مخضرة منذ عقود عدة، ولم تؤثر عليها حتى أعلى درجات الحرارة المسجلة في البحرين، والبالغة كما أسلفنا 46.7 درجة مئوية [2].

إن ما ذكر أعلاه عن موت الأشجار على شارع الشيخ عيسى بن سلمان عام 1996 قد تكرر في عام 1998 غربي كورنيش الملك فيصل، حيث هلكت الأشجار نفسها، ليعاد زراعة المنطقة، وليصار لاحقا لتوسيع الشوارع، وهلم صعودا.

من العرض السابق، هدفنا إلى توضيح ضرورة دراسة كافة المتغيرات المحتملة بالقدر الملائم، كخطوة أولى تسبق قرارات التشجير والاستثمار في الزراعة، ومن بين تلك المتغيرات التي تتطلب البحث ولم تجد مجالا لذلك في طي هذه الدراسة، ولها فعل مؤثر على احتمالات بقاء شجرة ما على قيد الحياة، درجات الرطوبة ومعدلات الأملاح في التربة وشدة الرياح ونوعيتها ومعدل خصوبة التربة ونوعية المياه التي تلبي حاجتها .. الخ. وهذا يتطلب في الواقع تنشيط وتطوير مجال البحث العلمي في شؤون الزراعة، وتوفير الكثير من البيانات اللازمة، والتنسيق فيما بين دول مجلس التعاون، بالتعاون مع المنظمات الدولية العاملة في هذا الميدان، وصولا لبيانات يمكن الاعتداد بها واعتمادها في خطط التشجير المستقبلية.

إن أهمية هذه البحوث وتلك القياسات تتمثل في ضمان مردود الاستثمار، وفي مثالنا ضمان مساهمة الأشجار المعنية في جمالية المتنزهات مثلا طيلة الفترة التي يفترض أنها تمثل عمرها الافتراضي، نظير استهلاكها لقدر من المياه وتلبية متطلباتها الأخرى والتي تمثل - كما سبق الذكر - مدخلات ضرورية ومصروفات جارية. أما موتها نتيجة ارتفاع درجة الحرارة مثلا الممكن التنبؤ بها في ذروة الصيف، فتمثل هدرا في الموارد المائية والمالية مرجعه الارتجال في قرارات الاختيار وعشوائية جهود التشجير.

4. بحوث العمليات في قطاع الزراعة

إذن، كيف يتسنى لنا تحقيق جملة من الأهداف المتقاطعة والمتعارضة دفعة واحدة، كتخفيض حجم المياه الموجه للقطاع الزراعي دون الإخلال بهدف الاستمرار في سياسات التشجير. وتخفيض التكاليف المعتمدة للزراعة في الميزانية العامة مع المحافظة على الاستمرار في زيادة الرقعة الخضراء وتجميل الشوارع. وتعظيم مخرجات الأشجار المثمرة مع المحافظة على المياه الجوفية من التملح؟

تجيب "بحوث العمليات" على هذه التساؤلات، فمن خلالها يمكن زيادة فاعلية استعمال المياه للأغراض المختلفة، كما يمكن من خلال وضع القيود (المحددات Constraints) التي تترجم السياسة الزراعية (ككميات المياه القصوى التي يمكن توجيهها للزراعة بكافة أصنافها المرغوبة، ومقدار التدفقات النقدية

---

2 إن واقع الحال في الجزيرة العربية متشابه، حيث تضم الجزيرة العربية واحدة من أكثر الصحاري قساوة في العالم. فقد أعلنت إدارة الأرصاد الجوية في دبي أن درجة الحرارة تراوحت بين 42 و49 درجة مئوية خلال الفترة 13-20 يونيو 1999. وقد سجلت أعلاها في منطقة الظفرة بالقرب من ابوظبي، حيث بلغت 49 درجة، فيما سجلت في ابوظبي 47 درجة مئوية، وفي دبي 46.7 درجة مئوية (وكآلات الأنباء، أخبار الخليج، العدد 7759، 21 يونيو 1999).

المعتمدة لها لمواجهة مختلف أوجه التكاليف، وعدد كل صنف من أشجار الزينة والأشجار المثمرة .. الخ) الوصول لأمثل توصيف (أفضل خليط Optimum Mix) يراعي تلك القيود ويعطي أفضل عائد.

وبالرغم من وجود طاقات محلية ذات كفاءة عالية قادرة على التعامل مع هذا الصنف من البحوث، إلا أن عقبات عديدة لا بد وأن تواجهها في هذا الحقل، لعل أهمها شح البيانات اللازمة لمثل تلك البحوث. فالباحث في هذا الميدان في أمس الحاجة لقدر كبير من التفاصيل. فمثلا هو بحاجة ليس لحصر أصناف الأشجار وعددها فحسب، بل وبحاجة لمعرفة بنود تكاليف جهود التشجير مصنفة وفقا لأنواع الأشجار المختلفة، كسعر كل شتلة من الشتلات المرغوب في زراعتها، وتكلفة المياه اللازمة لها، وتكلفة تسميدها وتشذيبها ورشها بالمبيدات الحشرية .. ومرورا بعدد تلك الأشجار وأعمارها الافتراضية، وانتهاء بالقدر الذي تضيفه من قيمة مضافة، كمساهمتها في جماليات الشارع إن كانت أشجار زينة، أو قيمة مخرجاتها إن كانت أشجارا مثمرة تسعى لتعظيم الربح .. وهكذا مرورا بكل صنف من أصناف الأشجار المختارة طيلة سنوات الخطة.

تجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة لأشجار الزينة يمكن ترجمة الجمال كقيمة إلى قيد، إما كنسبة مئوية موزونة ومتفق عليها من خلال ترجيح رؤية محددة لفريق البحث العلمي، وإما تحديدها كقيد عددي، كأن لا يتجاوز عددها نسبة مئوية مقررة سلفا، مقارنة بمجموع أشجار الزينة والأشجار المثمرة المستهدفة في خطة التشجير. والواقع أن عملا كبيرا ومضنيا كهذا غير ممكن التطبيق - كما سبق الذكر - ما لم يمهد له بتطوير قاعدة البيانات الزراعية، التي لا تفي راهنا الإحصاءات المتاحة منها بالغرض المنشود. أما تطوير قاعدة البيانات تلك، فلا بد من تحديدها بالتنسيق مع فريق العمل المعني ببحوث العمليات الزراعية.

الفصل الخامس

بدائل التشجير المثلى في البيئة المحلية

1. البعد البيئي والجمالي في خطط التشجير

قال الفيلسوف فولتير (فرانسوا ماري أرويه 1694 – 1778) في اواخر ايامه بعد ان ذاع صيته في عصر التنوير بجانب مونتسكيو وجان جاك روسو وجون لوك وغيرهم: "انه لم يعمل الا شيئا واحدا معقولا طيلة حياته، هو زراعة الارض" !، ومن المعروف ان اعمال وافكار هذا الفيلسوف قد تركت بصماتها الواضحة على مفكري الثورة الفرنسية والامريكية (موسوعة ويكيبيديا).

ومن بين الدراسات الجميلة حول التشجير، تلك الدراسة التي نشرتها مجلة "القافلة" الصادرة عن شركة ارامكو السعودية في مارس 2003 تحت عنوان "الشجرة في المدينة"، ومن بين الفقرات التي ورددت فيها: "وفق كل المعايير، المدينة الخالية من الاشجار بشعة"، وان جمال المدينة جزءا من تحسن الحياة، وان الشجرة في المدينة مجموعة من القضايا تتجاوز الجمال، حيث انه يعكس المستوى الثقافي والحضاري والبيئي، وقول البروفسور دانييل جانزن في كتابه "قوة المكان": عندما نلغي الطبيعة من حياتنا، ننتهي دون احساس حقيقي بالشم والسمع والرؤية.

ومن بين الارقام المثيرة التي اوردتها الدراسة اشاراتها لنتائج دراسة منظمة فاير فاكس رليف والتي ذكرت ان شجرة بارتفاع 8 أمتار يمكن لظلها أن يوفر 15% من الطاقة المستخدمة لتبريد منزل. بينما يمتص الفدان مما تنفثه سيارة تسير 41 آلف كم (محيط الأرض 40072 كم).اما الشجرة فتضيف الف دولار سنويا (خفض تلوث الجو ونزع ثاني أكسيد الكربون، وخفض مصاريف الطاقة)، وتبث حاجة 18 إنسان من الأكسجين لمدة عام. آما في مواقف السيارات، فتنخفض الحرارة 5 درجات في البلدان الحارة.

2. البعد المائي في خطط التشجير

هناك دول عديدة في العالم أولت عملية اختيار الأصناف الشجرية المثلي اهتماما كبيرا لاعتبارات مائية بيئية رغم وفرة الموارد المائية لديها، وتحضرنا هنا الجهود التي بذلت في مدينة هرمانوس التي لا تبعد كثيرا عن كيب تاون في جنوب إفريقيا بغية استبدال أشجار الصنوبر ولآس والقصب والصمغ المتعطشة بطبيعتها للمياه والمستقدمة من أستراليا بأشجار زينة محلية مقاومة للجفاف، كـ " البروطية "، وهي شجرة دائمة الخضرة، الأمر الذي نجم عنه توفير كميات هائلة من المياه للاستخدام الآدمي، حيث أظهرت دراسة قام بها "جيمز فان درلند" أن كميات كبيرة من المياه ستتوفر بعد القضاء على النباتات الدخيلة على البيئة هناك [3].

3 " أزمة المياه معضلة المستقبل "، تقرير صحفي، جريدة البيان الإماراتية، العدد 6831، 2 مارس 1999.

3. توجهات التشجير في دول مجلس التعاون

في المقابل، قد تبدو خطط التشجير في منطقة الخليج العربي مبهمة إلى حد ما، رغم انها من أكثر دول العالم شحا بالمياه، حيث يسترعي انتباه المراقب لتشجير الشوارع والمتنـزهات في دول مجلس التعاون الخليجي التباين في اختيار أصناف الأشجار في الشوارع والمتنزهات العامة رغم تمثل المحددات الطبيعية والبيئية.

هذا من جهة، ومن جهة أخرى عدم ربط الأصناف الشجرية في كثير من الأحيان بالمعدلات اللازمة لها من المياه باعتبارها أهم لقيم في عمليات التشجير، ولا بقدرتها على تحمل الظروف البيئية المحلية. فالزائر لدول الخليج يلاحظ أن بعضها يستهدف زراعة النخيل في المقام الأول مثلا، بينما يستهدف بعضها الآخر السدرة (القتاد شجرة صحراوية مقاومة للحرارة والأملاح، وتسمى في اليمن بالقاف وفي مصر النبق)، بينما تستهدف ثالثة شجرة اللوز المعروفة. فيا ترى ما هو الخيار الأمثل في ترجيح المرتبة الأولى في ظل تماثل المحددات الزراعية.

فعلى سبيل المثال يلاحظ من بين 22 دوارا في مدينة حمد التي تعتبر إحدى أجمل مدن الخليج العربي، عدم وجود شجرة لوز واحدة في أي من دواراتها الـ 22، بالرغم من تمييز كل دوار من تلك الدوارات بصنف وحيد تقريبا من الأشجار. كما أن شجرة واحدة فقط من أشجار السدر قد غرست في دوار وحيد هو الدوار الثالث (وهي كما اللوز مثمرة). بينما لم تزرع شجرة سدرة أو لوز واحدة على طريق المطار بخلاف دول خليجية أخرى. فهل أخضعت خيارات التشجير المختلفة في دول مجلس التعاون لدراسات علمية تقييميه قبل الشـروع في اتخاذ القرار؟ وما هي المعايير المعتمدة في الترجيح بين بدائل الخيارات المختلفة في دول متماثلة الى حد كبير؟.

4. جدوى التشجير بأشجار أصيلة ومستقدمة

حيث إننا بصدد الحديث حول خيارات التشجير، سعيا لتحجيم مقدار الهدر في المياه وزيادة الرقعة الزراعية وتحسين البيئة، فإننا معنيون بتلك الأشجار ذات القدرة على التكيف مع محيطها. وحيث إن هناك العديد من الأصناف المتوائمة مع البيئة المحلية منذ القدم، كالنخيل والسدرة والصبار واللوز وغيرها، ونظرا لصعوبة التطرق إليها جميعا في هذا الحيز الضيق، فقد آثرنا اختيار ثلاثة أشجار فقط، الأولى شجرة أصيلة من البيئة المحلية وهي "السدر" (الكنار)، والثانية هي شجرة مستقدمة نوصي بزراعتها على أوسع نطاق في المنازل والشوارع والمتنزهات العامة وغيرها من المناطق وهي "النيم"، اما الثالثة فلا ينصح بزراعتها في المنازل رغم جدواها المؤكدة في مكافحة ظاهرة التصحر. اما النخلة فلا يختلف اثنان على جدواها الاقتصادية والبيئية.

- السدر Ziziphusspp

ورد ذكر شـجرة السدرة في القرآن الكريم، مثلما ورد ذكر الزيتون والنخل وغيرها من الزرع والنبات، حيث ورد في سـورة الواقعة، الآية 28 {في سدر مخضود} ومخضود أي منزوع الشوك. كما ورد في سورة النجم، الآيات 14-16 {عند سـدرة المنتهى . عندها جنة المأوى. إذ يغشى السـدرة ما يغشى}.

وتمتاز شجرة "السدرة" المعروفة في البحرين بـ "الكنار" بقدرتها العجيبة على تحمل درجات الحرارة العالية، والنمو في ظروف قاسية، ومقاومة الحرارة وملوحة التربة المرتفعتين. ويمكن للمراقب ملاحظة نمو الكثير من شجيرات السدرة بمدينة حمد (على سبيل المثال لا الحصر) في مناطق لا يجاورها أي مصدر للمياه، وفي وقت أبعد ما يكون عن موسم الأمطار.

ويبدو أن من خصائص تلك الشجرة الفريدة قدرتها على امتصاص قطرات الندى ورطوبة الجو، والاستفادة منها استفادة مثلى للحصول على حاجتها من المياه، فضلا عن ذلك، فإن لها في صيفنا اللاهب اخضرارا نضرا يثير الدهشة. كما أنها لا تتعرى من أوراقها مع قدوم الخريف على خلاف الغالبية الساحقة من الأشجار، مما يوفر جهود عمال النظافة. ومن المعروف ملازمة الشوك القوي والغزير لها في صباها، إلا أن ذلك الشوك يتساقط ببلوغها أشدها واصطلاب عودها، وكأن الشوك ضامن لها ومؤمن لمسيرتها الأولى ضد المتطفلين. وفوق كل ذلك، فإن لها ثمرا شتائيا غزيرا، يشتهيه الإنسان ناضجا، كما يمكن ادخاله في صناعة الاعلاف، مما يعظم من قيمتها الاقتصادية، وهذه احدى الصناعات التي لم نشاهدها بعد. وقد استخدم العطارون العرب منذ القدم أوراق شجرة السدرة في غسيل الشعر وتنعيمه، نظرا لما لأوراقها من قدرة على إضفاء النعومة، وهذه صناعة اخرى لم نشاهدها بعد، وقس عليها.

وقد عرفت قديما كمادة تضفي النعومة للبشرة، كما استخدمت أوراق السدرة كعلاج للامساك والتقلصات المعوية. وأخيرا فإن السدرة تمتاز بطول عمرها الافتراضي، مما جعلها رمزا في التراث الخليجي، وفي هذا تحضرني على سبيل المثال لا الحصر، أناشيد التراث الخليجي التي تظهر مناجاة وإفشاء المحب لأسراره للسدرة، وهي تحنو على طفولته وترافقه في صباه فشبابه فرجولته فشيخوخته فهرمه (يا سديرة، كلمات مبارك الحديبي وغناء شادي الخليج). كما وردت السدرة في المجموعات القصصية الخليجية، ولعل آخرها المجموعة القصصية "دهاليز" للقاص القطري ناصر هلالي، والتي صدرت في عام 1997

والحق أن السدرة ليست بنت المشرق العربي وحده، فهي تُعرف في مصر وكذلك في السودان بـ "النبق"، وهذه التسمية صحيحة هي الأخرى، فقد ورد في تفسير الجلالين للآية {عند سدة المنتهى} ما نصه "لما أسرى ربه في السماوات، وهي شجرة نبق عن يمين العرش لا يتجاوزها أحد من الملائكة". وبهذه المناسبة أود الإشارة إلى أن تفسير الجلالين يدحض دحضا الاعتقاد البالي الذي يردد "أن البيت الذي تسكنه السدرة تسكنه الأرواح"!، فتفسير الجلالين يفسر {عندها جنة المأوى} بالتالي: "تأوي إليها الملائكة وأرواح الشهداء والمتقين". ويفسر {إذ يغشى السدرة ما يغشى}، بـ "ما يغشى من طير وفير".

والمعروف أن للسدرة أصنافا عديدة تكاد لا تتفق في صفات عديدة، رغم انتمائها لعائلة واحدة، إلا أنها جميعا ترجع إلى الأصل العلمي المسمى Zizphus . ويذهب البعض إلى أن لهذه الشجرة فروعا عديدة في الوطن العربي وفي العالم، منها العناب والزيزفون، ذاهبين في ذلك إلى ورودها في الأدب العربي، كقصة محمد عبدالحليم عبدالله " تحت ظلال الزيزفون".

وبالرجوع إلى التعريفات الواردة في الموسوعة العربية الميسرة تبين أن كلا من العناب والزيزفون صنفان مختلفان تماما عن السدرة المعروفة محليا بالكنار. حيث تعرف الموسوعة الزيزفون بأنها: "شجرة زينة

سليبة، تتبع جنس الزيزفون، وتنمو في نصف الكرة الشمالي، وتجذب أزهارها العطرة الحشرات، ويستعمل خشبها القيِّم في صناعة الستائر الفينيسية والأثاث الثمين وأدوات أخرى". بينما تعرف العناب بأنه: "زيزيفس جوجوبا من الفصيلة الرهماسية، موطنه الأصلي الصين، وامتد منها شرقا إلى اليابان، ومنه نباتات برية بشمال الهند، ويزرع الآن ببلاد حوض البحر المتوسط. الشجرة متوسطة الحجم إلى صغير، قائمة النمو، شائكة، متساقطة الأوراق، تنفض بعض فريماتها، والثمرة صغيرة أو كبيرة، كروية أو بيضاوية أو مطاولة أو كمثرية الشكل، الطول كبيرة منها حوالي 7 سنتيمتر. وقطرها حوالي 5 سم، ولون الناضجة منها بني داكن أو محمر، اللحم سميك جاف حلو متقصف، النواة كبيرة بها بذرتان، تؤكل الثمار طازجة أو مقددة، حيث يكون لها طعم البلح، ولذا تسمى بالبلح الصيني"[4].

من العرض السابق يتبين إن كلا النوعين لا يتوافقان مع السدرة المعروفة محليا بالكنار، والأرجح أن العناب المذكور أعلاه هو المعروف لدينا بالكنار الهندي. إلا أن الموسوعة ذاتها تؤكد أن السدرة هي إحدى فصائل العناب، واسمها العلمي هو "زيزيفس سبين كريستي"، حيث توردة الموسوعة تحت اسم العناب" .. ويوجد نوع آخر يسمى النبق، اسمه العلمي هو "زيزيفس سبين كريستي" شجرته كبيرة شائكة، ثمارها في حجم ثمرة الكرز، لونها أصفر أو بني أو برتقالي محمر، لحمها رقيق متوسط الحلاوة، وبه قليل من اللزوجة، بذورها كبيرة نوعا وكروية، تزرع الشجرة بصعيد مصر، وتتكاثر بالبذور".

وعليه فإني أزعم بأن لدى هذه الشجرة المنتشرة في دول الخليج العربي (بجانب النخلة والصبار والحنة، وربما أشجار أخرى) قدرة جبارة لم يتم التعرف عليها بعد كما يجب، من حيث قدرتها على امتصاص رطوبة الجو وتحويلها إلى القدر الذي تحتاجه من ماء بكفاءة قد لا تزاحمها عليها الأشجار المستقدمة إلى البيئة المحلية. وإذا صح هذا، فإنها بذلك تعكس مسار المياه واتجاهه في عروقها، مما يجعلها فريدة بين النباتات. وبالرغم من أن الأمر يحتاج لدراسة من قبل المختصين بشؤون الزراعة والتربة، إلا أنني أستطيع الجزم بأن النمو الذاتي للكثير من أشجار السدرة المتناثرة في أماكن عديدة وغير مأهولة بالسكان، تقدم دليلا على ما ذهبت إليه [5]. وإلا كيف تتجفف أشجار مروية عديدة في لظى صيف الخليج (كالفيكس بغالبية أنواعه مثلا) بينما تقف السدرة منتصبة ومخضرة في أماكن عدة لا يمسها ماء.

بعد ما ذهبنا إليه بشأن قدرة الأشجار المحلية على تحمل الظروف البيئية (كالسدرة والنخيل والصبار والحناء وغيرها) يمكن أن نتصور جدوى تحويل أراضي جافة إلى خضرة وغوط فيما لو زينت الشوارع والمنتزهات العامة بأشجار من البيئة المحلية، بجانب أشجار مستقدمة قادرة على الامتثال لتلك القيود Constraints البيئية، عوضا عن أشجار لا تحتمل (بضم التاء الأولى وفتح الثانية)، وكم من الموارد يمكن أن نوفر سنويا. وإذا صح ما ذهبنا إليه، فإن تكلفة مقاومة التصحر وتحويل هذه الأرض إلى خضرة

4 الموسوعة العربية الميسرة، دار الجيل والجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية، القاهرة، 1995.

5 يقول فخري البزاز "إن فقد الحرارة من أسطح أوراق النبات أثناء الليل، يجعلها أكثر برودة من الجو المحيط بها، الذي هو أكثر رطوبة نسبيا (أي أكثر تشبعا ببخار الماء)، ومن ثم يحدث التكثف (الندى) على أسطحها. والمؤكد أن الندى هو الذي تستمد منه نباتات الصحراء الجزء الأكبر من حاجتها إلى الرطوبة، ضمانا للبقاء والنمو (فخري البزاز، تغير المناخ العالمي وآثاره على توافر المياه في العالم العربي". عن: "المياه في الوطن العربي: آفاق واحتمالات المستقبل"، الفصل 9، الصفحات 371-384).

باستخدام أشجار البيئة المحلية، لن تكون كبيرة، حيث إن أشجار السدرة قد ترعرعت فعلا في أماكن متفرقة بالبلاد لم تشهد في الواقع رعاية أي إنسان.

وأخيرا نود الإشارة إلى أن الإحصاءات المتاحة لا تبين تقديرات المعدل السنوي لاستهلاك كل شجرة من الأشجار للمياه والمدخلات الأخرى، وعليه لا يمكن تقدير الخسائر المادية المحتملة لقرارات التشجير غير الموفقة على الميزانية العامة للدولة والوفر الممكن في ظل خيارات مرجحة.

انواع السدر المسوق في الخليج العربي

م	اسم الصنف	الحجم	وقت القطف	الجودة
1	جوزي	كبير	بداية الموسم	ممتاز
2	مسكي	وسط	بداية الموسم	ممتاز
3	سكري	كبير	منتصف الموسم	ممتاز
4	عسلي	كبير	منتصف الموسم	ممتاز
5	كمثري	كبير	منتصف الموسم	ممتاز
6	باكستاني بناتي	كبير	منتصف الموسم	ممتاز
7	تفاحي جامبو	كبيرجداً	منتصف الموسم	ممتاز
8	كويتي ممتاز	صغير	بداية الموسم	ممتاز
9	حامض حلو	صغير	نهاية الموسم	ممتاز
10	امرود	كبير	نهاية الموسم	ممتاز
11	كويتي بناتي	صغير	منتصف الموسم	جيد جداً
12	سدرباكستاني	وسط	منتصف الموسم	جيد جداً
13	جامبو	كبير	نهاية الموسم	جيد جداً
14	كويتي متأخر	وسط	نهاية الموسم	جيد جداً
15	بناتي مبكر	صغير	بداية الموسم	جيد جداً
16	تفاحي	كبير	منتصف الموسم	جيد
17	تايلندي	كبير	منتصف الموسم	جيد
18	إماراتي	وسط	نهاية الموسم	جيد
19	خوخي	كبير	نهاية الموسم	جيد
20	تفاحي متأخر	كبير	نهاية الموسم	جيد
21	كويتي 2	صغير	نهاية الموسم	جيد

المصدر: مركز النخيل النسيجي، دولة الكويت.

- شجرة الـ "نيم" Azadirachtaindica[6]

شجرة مستقدمة للبيئة المحلية، معمرة سريعة النمو ودائمة الخضرة يصل ارتفاعها ن 20 إلى 30 مترا، ويتجاوز عمرها200سنةولها قدرة كبيرة على تثبيت التربة والتكيف مع الأجواء الحارة والجافة، الأمر الذي يجعلها نموذجية للمناطق القاحلة، كما ان لها قدرة على النمو في التربة المالحة والصخرية والطينية وقدرة على مقاومة القلوية الزائدة في التربة. ومن بين أهم خصائص النيم التي تحتاج للمزيد من البحث باهتمام قدرتها على تنقية التربة من الأملاح.

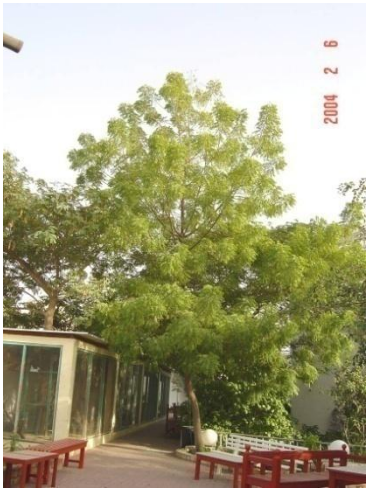
تنتشر النيم في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية كإندونيسيا والسودان والشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية والكاريبي، ويعود أصلها إلى الهند (4500 سنة) وخاصة منطقة كازناتاكا، إضافة إلى بورما، وقد أدخلها الهنود إلى إفريقيا في أواخر القرن 19.

يذكر عالم النبات الألماني د."شموترر" أن هذه الأشجار تُزرع في السودان منذ عام 1921، حيث تنتشر حول مجري نهر النيل الأزرق والنيل الأبيض. تنمو النيم الآن بنجاح في العديد من دول العالم، وقد تم زراعة ما يقرب من 4000 شجرة منها في مصر، وخاصة في منطقة الدلتا، كما أدخلت إلى غالبية دول مجلس التعاون الخليجي، بيد ان أهمها وأقدمها تلك الزراعة الناجحة في جبل عرفات جوار مكة المكرمة، حيث توفر ظلال وارفة للحجيج، وكذلك نجحت زراعتها بدبي، وسرعان ما اقبل الكثيرون على زراعتها في المنازل في دول المجلس (elahmad.com/aashab/index.php?aashab=Neem)

في الهند يطلق عليها "صيدلية القرية"، حيث تستخدم هناك في التخفيف من الصداع ومقاومة تسوس الأسنان ومنع تورم اللثة ومقاومة الإرهاق والسعال والحمى وفقدان الشهية، كما يستخدم كمضاد للقيء وأمراض الجلد. كما تستخدم لمرض السكري وألم الأعصاب والعضلات وكذلك بعض أمراض العيون والشيب المبكر وفقر الدم، ولحب الشباب والملاريا ومكافحة القمل والحساسية والفطريات، كما تستخدم كمطهر للجروح ومسكن للآلام ومعالجة البثور وعلاج الإسهال المزمن والإمساك.

6http://www.maxpages.com/neemtree/Neem و www.pioneerherbs.com/neem.htm

شجرة النيم في منازل البحرين



تبدأ النيم إنتاج الثمار بعد ثلاث سنوات وتحديدا في يوليو وأغسطس بعد تفتح الأزهار في مايو ويونيو، وعادة ما يشاهد الباعة وهم يحرقون أعوادها لإبعاد الحشرات، حيث تحتوي على مادة فعالة منفرة للحشرات في جميع أجزائها وخاصة البذور والثمار تدعى azadizachtin. أما أوراقها فتحتوي على مواد أخرى تعرف بـ triterpenoidsذات تأثير على الحشرات والآفات الزراعية، حيث لوحظ عدم قدرتها على أكل أوراقها والأوراق المرشوشة بمستخلص النِّيم. وفي قرى "مدغشقر" يستخدم نبات النِّيم لمنع الحمل، اما في غانا وجامبيا فيشربون أوراق النِّيم بعد غليها في الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل لإحداث الإجهاض (موقع الزراعة والحياه، عصام عزيز هيكل، kenanaonline.com).

وفي الوقت الذي لوحظ فيه عدم تأثر النيم على الحيوانات المنوية الذكرية لذكور الفئران بعد تغذيتها لمدة شهر ونصف على غذاء مخلوط بكمية 50سم من مسحوق أوراق النيم مذابة في 100 مللي ماء، لوحظ تسببها في عقم ذكور البعوض وعرقلة دورة تطور الحشرة، حيث تؤثر على هرمون الشباب لديها فتحدث به تشوهات في أطواره، حيث تبين أن مستخلص النِّيم له تأثير على النظام الهرموني للآفات، فتحبط عملية نموها وتعرقل إكمال دورتها، فتموت في مرحلة مبكرة، كما تؤثر في إنتاجية الجيل الثاني مسببا انخفاض كمية البيض ونسبة الخصوبة لدودة القطن والمَنّ والذبابة البيضاء صانعة الأنفاق، مما يؤمن المحاصيل. لهذا درج على استعمال أوراق النيم وثماره في وقاية مخزون محاصيل الأرز والقمح والشعير والذرة لفترة تصل إلى عام كامل (ويكيبيديا).

ولبعض المواد المستخلصة من شجرة النِّيم العديد من الاستخدامات الطبية، حيث ان لها تأثير فعال على أمراض الملاريا والدراق الطفيلي للإنسان، وبعض الفيروسات التي تصيب الإنسان والحيوان، كما ان مستخلصاتها تستعمل كمضاد للبكتريا من أجناس ستافيلو أوكسباسيليس، كما أنها تعتبر وسيلة مدرة للبول، لهذا بدأت العديد من الشركات في استخدام النِّيم في صناعة مستحضرات ومستحلبات تجارية متعددة، كمستحضرات التجميل ومعجون الأسنان والصابون والشامبو بجانب العديد من الأدوية العشبية التي أعطت نتائج ممتازة. اما الاستخدامات غير الطبية فاهمها إدخال عجينة ثمار النيم كسماد عضوي، حيث ثبت انه بإضافتها للسماد الطبيعي يتضاعف الإنتاج، كما ان لخشب النيم من الصفات ما يجعله ملائما لبناء المنازل وصناعة الأثاث.

تقول منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة ان هذه الشجرة تمثل أفضل بديل للمبيدات في مواجهة الآفات، حيث إنها لا تؤدي إلى تلويث المياه والتربة وقتل العضويات المفيدة، كالنحل، وديدان الأرض، وطفيليات الآفات. لهذا تعتبر خياراً اقتصادياً جذابا بالنسبة للمزارعين في المناطق الجافة. وتُستخدم عصائرها وبذورها وأوراقها وأي أجزاء منها كمبيدات بديلة غير سامة. كما أثبتت التجارب عدم وجود أي أعراض سُمّية للنيم على حيوانات المزرعة، بينما ثبت نجاح إكثارها عن طريق التكاثر الخضري

تعد هذه الشجرة اليوم أفضل الأشجار المستقدمة على الإطلاق، ليس لقدرتها على مقاومة ظروف البيئة المحلية فحسب، بل ولاتسامها بقدرة فريدة على تنقية التربة من الأملاح وحاجتها القليلة نسبيا للمياه والتي تعدان من بين المعضلات الكبرى في المنطقة.

لو أخذنا تجربة الأردن باعتبارها نموذجا من بين الدول العربية التي تبنت زراعة هذه الشجرة قبل قرابة 21 عاما نجد دعما وتأكيدا على نجاح تجربة زراعتها. وحول هذه التجربة يقول خليل جرن مدير الإرشاد الزراعي بوزارة الزراعة من و اقع التجربة: "لدينا تجربة نفذت في عام 1984 في مشتل فيصل التابع لوزارة الزراعة، حيث زرعت النيم بين اشتال الزيتون المعدة للتوزيع بهدف تقليل الفاقد من مياه الري وتحسين نمو الاشتال. كما زرعت إلى جانب البيوت الزجاجية بهدف التظليل وتقليل كلفة التبريد وخفض درجات الحرارة داخل البيوت المعدة للإكثار. وفي الحالتين أدت الأشجار مهمتها على خير وجه نظرا لسرعة نموها وعدم حاجتها للخدمات الزراعية". وأضاف، "بإدخال ألف شتلة كأمهات لإكثار الاشتال يمكن توفر 20ألف شتلة بعد ثلاث إلى أربع سنوات، كما يمكن توفر مليوني شتلة بعد ست سنوات".

ويستطرد، النيم المسماة "الزنزلخت" أو "الازدراخت" تنمو في ظروف درجات حرارة معتدلة وتتحمل الجفاف والتربة الفقيرة بالعناصر الغذائية والتربة الصخرية والجيرية والعالية الملوحة وتتحمل الرياح الشديدة. وهي تقاوم الآفات الزراعية ولها تأثير سام على الآفات الحشرية كالصراصير وخنافس السجاد. ونظرا لتعدد منافذ جذورها وجذوعها وأغصانها وبذورها تعد شجرة نموذجية بالفعل، حيث يمكن استخراج العديد من المنتجات النافعة منها، كالزيوت الغنية بالكبريت ومواد الاستشفاء من الأمراض الجلدية ولدغات الأفاعي ولسعات العقارب وتطهير الجروح ووقف النزيف وطرد الديدان من الأمعاء ومعالجة الاسهالات والروماتزم والتهاب المفاصل وتخفيف الحمى والسل والنقرس.

يضاف إلى ذلك قدرتها على التخفيف من العناصر الثقيلة في مياه الري، وقابليتها للاستخدام كسماد اخضر لتحسين قوام التربة الطينية الثقيلة، والتربة الرملية ذات النفاذية العالية، حيث ان إضافة مسحوق بذور النيم بمعدل 5ملليترات لكل لتر ماء ملوث يقلل من تلوث المياه الزراعية بالعناصر الثقيلة. اما منافعها كأعلاف للحيوانات فيكمن في حقيقة ان نسبة البروتين فيها يصل إلى14%. يضاف إلى ذلك استخدامها كمضاد لحشرات المخازن بعد إضافة 2.5 ملليتر من زيت بذور النيم لكل كيلوغرام من البذور الجافة المطلوب حفظها. بجانب قدرتها على مقاومة يرقات وحفار أوراق الملفوف والبندورة والبطاطا والباميا، والتأثير على بعض الأمراض الفطرية كالذبول والخناق، والقضاء على فيروس البندورة المنقول بواسطة الذبابة البيضاء. كما ان لها تأثير على ديدان النيماتودا.

ويشير إلى ان أبحاث مصرية أكدت ان استعمال كعكة النيم في تسميد محاصيل فول الصويا والأرز والكتان والفاصوليا أدى إلى زيادة الإنتاج حيث وصلت نسبة الزيادة في حبوب فول الصويا إلى80%. وعن

خواص شجرة النيم الاقتصادية يقول ان جذوعها تدخل في بناء الجسور نظرا لمقاومة خشبها لإصابة النمل الأبيض والحفارات وناخرات الأخشاب، يضاف لذلك قابلية بعض مستخلصات جذورها في عمليات الصباغة الحرير والقطن، وقابلية زيوتها للاستخدام كوقود للإنارة والتشحيم. ويستطرد بقوله: للنيم مزايا بيئية نظرا لخواصها الفريدة في امتصاص الغازات الملوثة للجو كغاز أول اوكسيد الكربون وثاني اوكسيد الكبريت، يضاف إلى ذلك قدرتها على الحد من تأثير أملاح التربة الضارة بالنباتات.

وحول أهمية زراعتها في الأردن أوضح انه يمكن زراعتها في مشاريع التحريج وحماية التربة من الانجراف وزراعة الأراضي والمناطق الهامشية التي لا تصلح لزراعة الأشجار المثمرة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، وكذلك زراعتها كأسيجة ومصدات للرياح على جوانب الطرق وفي المتنزهات والحدائق العامة والنوادي والحدائق المنزلية وغيرها. وأشار إلى ان السنوات الأخيرة شهدت اهتماما عالميا للسيطرة على الآفات الزراعية باستخدام وسائل آمنة بيئيا وصحيا. ومن هذه الوسائل استخدام المادة الفعالة لشجرة النيم.

أمام في دولة الإمارات العربية المتحدة، فقد أقر مجلس الوزراء في 7 يناير 2002 الاستراتيجية الوطنية للبيئة استجابة لنداء مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية الذي عقد في البرازيل عام 1992، وقد تضمنت الخطة أكثر من 90 مشروعاً مقترحاً غطت مختلف القطاعات وبلغت كلفتها التقديرية 430 مليون درهم. ومن بين أهم المشروعات المقترحة وضع خطة طوارئ لتغطية نقص المياه، ودراسة مشروع تكثيف الرطوبة وقطرات الندى والضباب، وإنشاء مركز للبحوث المائية للاستخدامات الزراعية، ومسح التنوع البيولوجي للحياة الفطرية والمحافظة على الأنواع المهددة بالانقراض، ووضع التشريعات الوطنية لحماية المياه من التلوث. اما بصدد شجرة النيم فقد وافق مجلس إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة في اجتماعه في 23 سبتمبر 2001 برئاسة وزير الصحة على مشروع إنتاج المبيدات الطبيعية باستخدام أشجار "النيم" بعد اطلاع وزارة الزراعة والثروة السمكية وبلدية دبي على التجارب الناجحة في هذا الصدد.

- كونوكاربسConocarpus erectus

هي إحدى الأشجار الدخيلة على البيئة البحرينية وبيئة الخليج العربي، حيث استقدمت في نهاية القرن الماضي، وقد انتشر بالفعل انتشارا مذهلا في دول الخليج بالنظر لنموها السريع واخضرار أوراقها وقابليتها لان تكون ساترا وكاسرا للريح، إضافة لقابليتها على مقاومة الحرارة والجفاف وملوحة المياه والتربة. وهي في الواقع من النباتات المقاومة للجفاف والعطش والمتحملة للرياح البحرية والملوحة بالقرب من سواحل البحار.

الكنوكاربس: حي بمدينة حمد (مشهد كان مألوفا في غالبية مناطق البحرين ولم يعد كذلك)

هناك في الواقع سمات ضارة ومؤذية لزراعة الكونوكاربس في المنازل يجهلها الكثيرون، حيث ان جذورها تخترق مواسير المياه وتتلف مواسير الصرف الصحي، كما ان لها قدرة على اختراق الصخور الصلدة، مما يجعلها سببا في إتلاف الخرسانات المسلحة، لذا لم يعد غريبا ملاحظة كثرة شكوى الناس منها عبر الصحف، فمن قائلا بأنها اخترقت مواسير المياه وصولا للطابق الثاني وآخر يشكو من شروخ في بناء منزله ووجود تسربات مائية، الأمر الذي نجم عنه خسائر كبيرة لقاطني المنازل. والسبب يكمن في جهل الفرد بخصائص هذه الشجرة، وعدم نشر المعلومات المعرفية الأساسية حول طبيعتها وفوائدها ومضارها في البيئات المختلفة.

وبالفعل، تتسم هذه الشجرة بقوة جذورها الخارقة، ففي سبيل حصولها على المياه، تتجه جذورها عميقا في الأرض مدمرة كل ما يحيط بها، وهذا ما يفسر تشقق الجدران المحاذية لها، وتكسر أنابيب المياه البلاستيكية، وتقطع الأسلاك في محيطها. ثم ان قوة جذورها لا تكتفي بالامتداد العمودي لمئات الأمتار عميقا في داخل الأرض، بل إنها تمتد على سطح الأرض لتحول محيطها إلى مساحات لا يمكن استغلالها لأي زراعة أخرى، وذلك على خلاف النيم التي يمكن إحاطتها بزراعة الخضار والشجيرات.

وعلى خلاف النيم التي تخلو من أي أضرار، هناك صفات ضارة ومؤذية لزراعة الكونوكاربس في المنازل تحديدا، حيث أنها تتسم بقوة جذورها الخارقة، ففي سبيل حصولها على المياه، تتجه جذورها عميقا في الأرض مدمرة كل ما يحيط بها، وهذا ما يفسر تشقق الجدران المحاذية لها، وتكسر أنابيب المياه البلاستيكية، وتقطع الأسلاك في محيطها. ثم ان قوة جذورها الجبارة لا تكتفي بالامتداد العمودي عميقا في داخل الأرض، بل إنها تمتد على سطح الأرض لتحول محيطها إلى مساحات لا يمكن استغلالها لأي زراعة أخرى، وذلك على خلاف النيم التي يمكن إحاطتها بزراعة الخضار والشجيرات دون مشاكل.

انتشار الكونوكاربس في مختلف مناطق البحرين

وفي الوقت تعتبر فيه شجرة الكونوكاربس خطرا على شبكات المياه والصرف الصحي (المجاري) وكابلات الكهرباء واسوار وأساسات المباني، تعتبر زراعتها في الواقع مفيد في المناطق البعيدة عن المنازل وخارج المدن، بل ربما كانت مثالية في المناطق الصحراوية، والمناطق المعرضة للتصحر، كونها تؤمن زيادة الرقعة الخضراء وتماسك التربة في الأراضي المعرضة للتصحر نظرا لاستفادة هذه الشجرة من رطوبة الجو العالية في بيئتنا المحلية في ضوء تجربة الباحث بحرمانها من المياه طيلة فترة الصيف دون ان يفضي ذلك إلى القضاء عليها كلية، مما يبرز الخاصية الفريدة لشجرة الـ "كونوكاربس" في المناطق الصحراوية، واستبدالها في المناطق المأهولة بشجرة الـ "النيم".

واخيرا لا بد من الاشارة ان المواطن قد ادرك متأخرا مضار زراعة بعض الاصناف الشجرية في المنزل، كالكونوكاربس، وذلك بعد ان دفع تكلفة محدودية معرفته السابقة بالأصناف الشجرية الاكثر انتشارا في المناطق المأهولة، فاضحت عمليات اقتلاعها من المنازل ظاهرة لاحقة، وهذا ما كان يمكن تداركه حماية للأموال العامة، اما شجرة النيم فقد طغت في العديد من المناطق، واصبح الوعي بمنافعها لدى العامة سائدا.

المراجع:

1. أمل حمد علي العليان، الأمن المائي العربي مطلب اقتصادي أم سياسي، دار العلم للطباعة والنشر، 1996.
2. جاسم خالد السعدون، تحديات التنمية في مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 11 مايو 1991، دولة الكويت.

3. جميل طاهر، تطور مفهوم التنمية المستدامة وانعكاساته على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، مجلة بحوث اقتصادية عربية، الجمعية العربية للبحوث الاقتصادية، العدد 9، 1997، القاهرة.

4. زين الدين عبدالمقصود غنيمي، تقييم المردود البيئي وصناعة القرار، جمعية حماية البيئة، الكويت، مارس 1994.

5. صالح العصفور، "إدارة الموارد القابلة للنضوب والبيئة"، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 1998.

6. عادل عبدالله، التحليل الاقتصادي للمشكلات البيئية، برنامج أساليب التحليل الاقتصادي للقضايا البيئية في الأقطار العربية، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 6-17 إبريل 1996.

7. عبدالحميد عبدالغفار ، الاستثمار في الزراعة، المبادرة الوطنية لتنمية القطاع الزراعي، 2013.

8. عبدالحميد عبدالغفار ، التحديات المائية والزراعية في مملكة البحرين، وزارة الكهرباء والماء، مملكة البحرين، 1999.

9. عبدالحميد عبدالغفار، رؤية اقتصادية حول الخدمات الصحية والبيئية في مملكة البحرين، جمعية الاقتصاديين البحرينية، البحرين، 1996.

10. عبدالحميد عبدالغفار ، تكلفة تدهور المورد المائي الجوفي في مملكة البحرين، مركز البحرين للدراسات والبحوث، البحرين، 2003.

11. عبدالكريم صادق، ، وشوقي البرغوثي، مشكلات المياه في الوطن العربي: إدارة الموارد النادرة، المياه في الوطن العربي آفاق واحتمالات المستقبل، بيتر روجرز وبيتر ليدون (تحرير)، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، دولة الإمارات العربية المتحدة، ترجمة شوقي جلال، الطبعة الأولى، 1997

12. عدنان البياتي، دورية التعاون، الأمانة العامة لمجلس التعاون الخليجي، العدد 48.

13. مركز الخليج للدراسات الاستراتيجية، مشكلة المياه في دول مجلس التعاون .. الأبعاد والحلول، جريدة أخبار الخليج، العدد 8172، 7 أغسطس، 2000.

14. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، الموارد المائية واستخداماتها في الوطن العربي، أعمال الندوة الثانية لمصادر المياه واستخداماتها في الوطن العربي، الكويت 8-10 مارس 1997.

15. عزام محجوب، اثر الاعتبارات البيئية على مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، جميل طاهر وصالح العصفور (تحرير)، مستقبل التخطيط في الأقطار العربية، بحوث ومناقشات ندوة عقدت في تونس، 20-22 إبريل 1993، المعهد العربي للتخطيط.

16. علي نور الدين إسماعيل، التوقعات الاستراتيجية لتخطيط وإدارة موارد المياه في دول مجلس التعاون، السنة 10، رقم 38، السنة 1995.

17. معين الزغت، الجفاف والتصحر في شبه الجزيرة العربية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 1997.

18. مهرجـي عبـدالله مصـطفى، إدارة البيئـة وتجربـة المملكـة العربيـة السـعودية، منتـدى "المهنـدس الخليجي أمام تحديات القرن 21 "، مملكة البحرين، 21 - 22 يونيو 1999.

19. محمد سيد علي، تربة البحرين، وزارة الاشغال والزراعة، مايو 1999.

20. محمود يونس، ومحمدي فوزي أبو السعود، "مدخل إلى الموارد واقتصاداتها"، كلية التجارة بجامعتي الإسكندرية وبيروت العربية، الدار الجامعية، 1993.

21. مبارك أمـان النعيمـي، تقيـيم المـوارد المائيـة المتاحـة وأوجـه الاسـتخدامات فـي مملكـة البحـرين، سلسلة الدراسات والبحوث العلمية (24)، مركز البحرين للدراسات والبحوث، 1999.

22. وليد زبـاري، "المـوارد المائيـة فـي دول مجلـس التعـاون الخليجـي"، ورشـة عمـل حـول التقنيـات و المهارات الفرنسية في إدارة المياه والنفايات"، 14 يونيو 1999، مملكة البحرين.

23. نجاة النيش، تكاليف التدهور البيئي وشح الموارد الطبيعية: بين النظرية وقابلية التطبيق في الـدول العربية، المعهد العربي للتخطيط، دولة الكويت، 1998.

24. نيلوفر جهرمي، زراعة النباتات البرية فـي الحـدائق المدرسـية بمملكـة البحـرين ودورهـا فـي تعزيـز مفـاهيم حمايـة الطبيعـة والمحافظـة علـى التنـوع البيولـوجي (رسـالة ماجسـتير)، جامعـة الخلـيج العربي، مملكة البحرين، 2004.

25. http://www.maxpages.com/neemtree/Neem

26. http://www.momra.gov.sa/Specs/guid0014.asp

27. http://www.pioneerherbs.com/neem.htm