اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

تنمية قدرات البلدان الأعضاء في الإسكوا على معالجة الترابط بين المياه والطاقة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة

مجموعة أدوات تشغيلية للترابط بين المياه والطاقة
نموذج نقل التكنولوجيا

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

تنمية قدرات البلدان الأعضاء في الإسكوا على معالجة الترابط بين المياه والطاقة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة

مجموعة أدوات تشغيلية للترابط بين المياه والطاقة
نموذج نقل التكنولوجيا

الأمم المتحدة
بيروت

© 2017 United Nations
All rights reserved worldwide

طلبات (إعادة) طبع مقتطفات من المطبوعة أو تصويرها توجَّه إلى لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح، صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

جميع الطلبات الأخرى المتعلقة بالحقوق والتراخيص ولا سيما الحقوق الثانوية توجَّه أيضاً إلى الإسكوا.

البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org؛ الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org

مطبوعة للأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا.

ليس في التسميات المستخدمة في هذا المنشور، ولا في طريقة عرض مادته، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان للأمانة العامة للأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة، أو بشأن سلطات أي منها، أو بشأن تعيين تخومها أو حدودها.

لا يعني ذكر أسماء ومنتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

المقصود بالدولار دولار الولايات المتحدة الأمريكية، ما لم يُشَر إلى خلاف ذلك.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية ويعني إيراد أحد هذه الرموز الإحالة إلى إحدى وثائق الأمم المتحدة.

إن الآراء الواردة في هذه المادة الفنية هي آراء المؤلفين، وليست بالضرورة آراء الأمانة العامة للأمم المتحدة.

E/ESCWA/SDPD/2017/TOOLKIT.3
17-00504

شكر وتنويه

أعدّ نموذج الأدوات التشغيلية للترابط بين المياه والطاقة «نقل التكنولوجيا» الدكتور حسن عرفات، الأستاذ في دائرة الهندسة الكيماوية والبيئية في معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا، والاستشارية المستقلة الدكتورة سناء بيراني. وراجع النموذج قسم موارد الطاقة والمياه في شعبة سياسات التنمية المستدامة في الإسكوا في بيروت. وقام بتحديد الموضوعات التي تناولها النموذج بصورة مشتركة أعضاء لجنة الطاقة وأعضاء لجنة المياه في الإسكوا.

المحتويات

مقدمة 9

مبادئ نقل التكنولوجيا 14

تكنولوجيات كفاءة الطاقة 34

تكنولوجيات تحقيق كفاءة المياه 40

تكنولوجيات الطاقة المتجددة 43

الاستنتاجات 55

الحواشي 58

المراجع 59

قائمة الجداول

الجدول 1. تقييم خيارات إطار نقل التكنولوجيا للترابط بين المياه والطاقة 12

الجدول 2. خيارات نقل التكنولوجيا حسب المرحلة في دورة تطوير التكنولوجيا 14

الجدول 3. أصحاب المصلحة في نقل التكنولوجيا 15

الجدول 4. معالجة المعوقات المحلية أمام نقل التكنولوجيا 17

الجدول 5. الأدوات السياساتية وأطر العمل لتيسير نقل التكنولوجيا 18

الجدول 6. قيم دليل الابتكار العالمي لبعض الدول العربية 27

الجدول 7. النماذج المؤسسية المدركة في البلدان العربية 28

الجدول 8. العلوم والتكنولوجيا في الدول العربية 32

الجدول 9. دراسات البحث والتطوير المرتبطة ببرنامج مصدر الرائد لتحلية المياه بالطاقة المتجددة 44

الجدول 10. عوامل نجاح التصنيع المحلي للطاقة المتجددة في المنطقة العربية 53

قائمة الأشكال

الشكل 1. نظام نقل/ابتكار التكنولوجيا 11

الشكل 2. عملية الابتكار 13

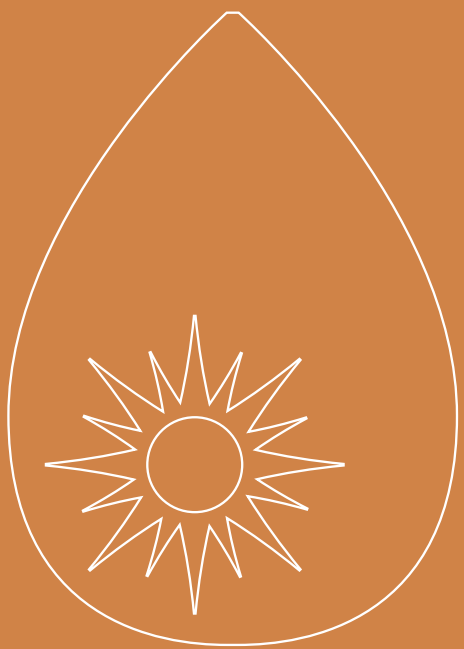
الشكل 3. سياسات دفع العرض وجذب الطلب في ابتكار الطاقة 21

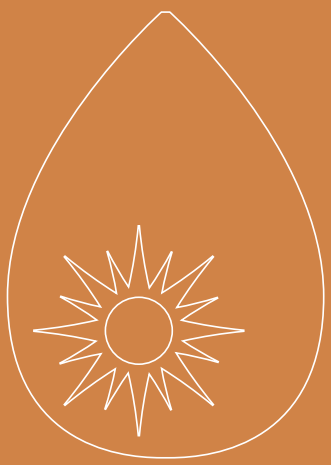
الشكل 4. صادرات البلدان العربية من التكنولوجيا المتقدمة 29

الشكل 5. طلبات البراءات المقدّمة من غير المقيمين في البلدان العربية 30

الشكل 6. طلبات البراءات المقدّمة من المقيمين في الدول العربية 30

الشكل 7. طلبات البراءات المقدمة من المقيمين وغير المقيمين في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والبلدان غير الأعضاء في هذه المنظمة	31
الشكل 8. الأوراق المنشورة في مجلات علمية وتقنية في البلدان العربية	31
الشكل 9. الأداء في ركائز محددة للتنافسية: بلدان مجلس التعاون الخليجي	33
الشكل 10. الأداء في ركائز محددة للتنافسية: البلدان العربية غير الخليجية	34
الشكل 11. الوفر السنوي من المياه والطاقة للنظم التي تستخدم برج التبريد مقارنة بتلك التي تستخدم نظام ثيرموسيفون	41
الشكل 12. تكاليف التشغيل السنوية للنظم التي تستخدم برج التبريد مقارنة بتلك التي تستخدم نظام ثيرموسيفون	42
الشكل 13. رسم تخطيطي لمحطة مصدر الرائد التجريبية لاختبار تكنولوجيات التحلية	43
الشكل 14. محطة الخربة السمراء لمعالجة المياه العادمة في الأردن	48
الشكل 15. تعدد استخدامات وبساطة مكونات محطات الطاقة المتجددة	50





نقل التكنولوجيا والمنطقة العربية

مقدمة

تقوم اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، في إطار جهودها الرامية إلى مساعدة البلدان الأعضاء على إيجاد نهج متكامل إزاء أهداف التنمية المستدامة، بتنفيذ مشروع لحساب الأمم المتحدة للتنمية لتطوير قدرات الدول الأعضاء على دراسة ومعالجة الترابط بين المياه والطاقة.

ولتحقيق ذلك، تتبع الإسكوا مسارين متوازيين يُكمّل أحدهما الآخر. ويستهدف أولهما المسؤولين الرفيعي المستوى في وزارات المياه والطاقة لتدريبهم على كيفية إدماج الترابط في السياسة الوطنية والإقليمية، وذلك بواسطة مجموعة أدوات سياساتية إقليمية. وتتألف مجموعة الأدوات هذه من سبعة نماذج تدريبية تستند إلى الأولويات التي حُددت خلال اجتماع تشاوري حكومي في عام 2012. وهذه الأولويات السبع، التي أقرتها لجنة الإسكوا المعنية بالموارد المائية والطاقة هي: المعرفة والتوعية؛ وزيادة اتساق السياسات؛ ودراسة الترابط بين أمن المياه وأمن الطاقة؛ وزيادة الكفاءة؛ وتزويد المعلومات عن الخيارات التكنولوجية؛ وتشجيع الطاقة المتجددة؛ والتصدي لتغير المناخ والكوارث الطبيعية.

أما المسار الثاني فيستهدف مقدمي خدمات المياه والطاقة عن طريق ثلاثة تدخلات تقنية تُعالَج من خلال مجموعة أدوات تشغيلية تتألف من النماذج التدريبية التالية:

أ. كفاءة الموارد: لتحسين الكفاءة أثناء إنتاج واستهلاك موارد المياه والطاقة وخدماتهما؛
ب. الطاقة المتجددة: لتقييم التكاليف والمنافع المتعلقة بتطبيق تكنولوجيات الطاقة المتجددة في المنطقة؛
ج. نقل التكنولوجيا: لاعتبارات المياه والطاقة عند تولي نقل التكنولوجيات الجديدة على الصعيد الإقليمي.

وتقدم هذه الوثيقة النموذج التدريبي الثالث من مجموعة الأدوات التشغيلية، وهي عن نقل التكنولوجيا.

معلومات أساسية

نقل التكنولوجيا هو «المجموعة الواسعة من العمليات التي تغطي تدفقات الدراية والخبرة والمعدّات، وهي نتاج العديد من القرارات اليومية التي يتخذها أصحاب المصلحة المعنيين»[1]. ويمكن أن يجري النقل في قنوات مختلفة عديدة، مثلاً من القطاع العام إلى القطاع الخاص، ومن شركة كبيرة إلى شركة أصغر، وبين الجامعات أو البلدان (من البلدان المتقدمة النمو إلى البلدان الأقل تقدماً من الناحية التكنولوجية). كما يوصف نقل التكنولوجيا بأنه تحويل مخرجات البحوث إلى منتجات في السوق. وهو أكثر بكثير من مجرد نقل المعدّات، لأن نقل التكنولوجيا الفعّال يأخذ بالاعتبار عوامل كثيرة، مثل توعية كافة أصحاب المصلحة في مشروع معين. وفي هذا النموذج التدريبي، سننظر في المقام الأول إلى نقل التكنولوجيا من الجامعات ومراكز البحوث إلى القطاع الخاص ومن البلد الذي يطوّر التكنولوجيا وينتجها إلى البلدان التي يمكن أن تستخدمها. ويمكن للتحويلات أن تتخذ أشكالاً مختلفة، مثل الشراكات بين القطاعين العام والخاص والمشاريع المشتركة. وتؤدي هذه الترتيبات دوراً حاسماً في تحديد المسار الذي ينبغي اتباعه أثناء عملية النقل.

وكثيراً ما يتطلب قطاعاً الطاقة والمياه والتكنولوجيا المرتبطة بهما استثمارات كبيرة. ولا يمكن اجتذاب الاستثمار ولا تنفيذ نقل التكنولوجيا بنجاح إلا في البلدان التي تتمتع بظروف اقتصادية وتنظيمية ومؤسسية مناسبة وبالبنية الأساسية الضرورية. وهذا بدوره يتطلب دعم الحكومات المحلية وتعاونها. ويعود فشل مشاريع نقل التكنولوجيا التي تفشل إلى عوامل اقتصادية ومؤسسية؛ ونادراً ما يرتبط الفشل بالتكنولوجيا التي يجري نقلها. وقد تشمل الحواجز كون البنية التحتية غير كافية وعدم كفاية الحوافز العامة والافتقار إلى سوق أو

.Business Technology © freshidea. Fotolia_69887100

افتقار البلد المُتلقي إلى خطة تطوير تكنولوجي. كما يمكن في البلدان النامية أن تعيق النزاعات ومحدودية خيارات التمويل المتاحة عمليات النقل.

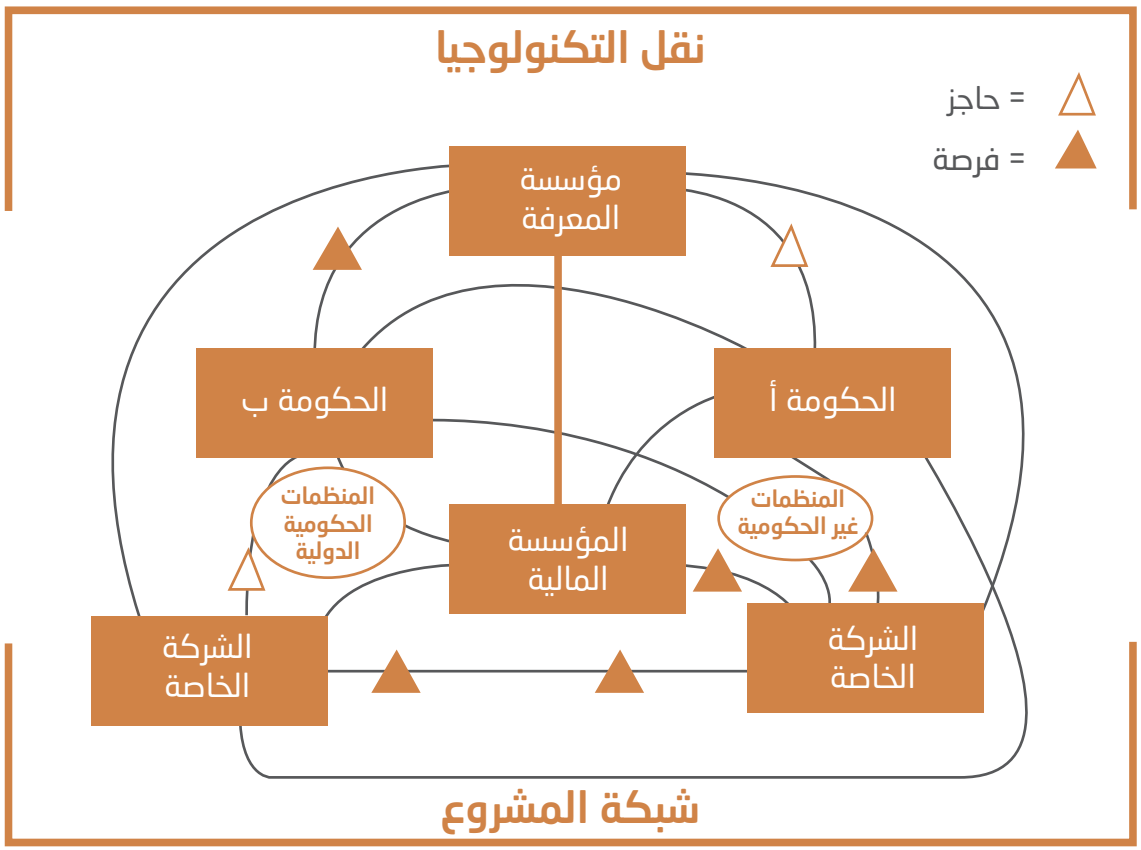
ويساهم وجود المهارات التقنية والإدارية والتجارية والتنظيمية محلياً وإمكانية الحصول على المعلومات ووعي المستهلكين والشركات ووجود أطر سياساتية وتنظيمية متينة في نجاح مشاريع نقل التكنولوجيا التي ينبغي أن تستهدف الاحتياجات المحلية وأن تُكيّف مع ظروف البلد المُتلقي.

ونقل التكنولوجيا داخل البلدان أسهل مما بين البلدان، لأن الحواجز أقل والتكاليف أخفض (الشكل 1). فمثلاً، قد تشكّل السياسة التجارية عائقاً. وربما يكون ذلك سبب ندرة نقل التكنولوجيا فيما بين البلدان العربية.

كثيراً ما تدخل البلدان النامية في شراكة مع البلدان المتقدمة النمو للحصول على التكنولوجيا. ويجري تنفيذ العديد من هذه المشاريع تحت رعاية منظمات كالوكالة الدولية للطاقة والمنبر الدولي لتكنولوجيا الطاقة المنخفضة الكربون والاجتماع الوزاري للطاقة النظيفة. ويتزايد نقل المعرفة بين بلدان ليست عضواً في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

وقد وصفت التقنيات التي يمكن نشرها في المنطقة العربية لتحقيق كفاءة المياه والطاقة وأهداف الطاقة المتجددة في النموذجين التدريبيين السابقين من مجموعة الأدوات هذه. وأُدخل العديد منها بالفعل إلى بلدان

الشكل 1. نظام نقل/ابتكار التكنولوجيا



المصدر: Metz and others, 2000.

عربية مختلفة عن طريق نقل التكنولوجيا. ويمكن القيام بالمزيد إذ يجري تطوير تكنولوجيات جديدة وأكثر كفاءة.

وينبغي أن تدعم التكنولوجيات المعنية التنمية المستدامة، فتساعد البلدان على تحقيق أهداف التنمية المستدامة. كما أن نقل التكنولوجيا وسيلة لمكافحة تغير المناخ، وخاصة في حالة التكنولوجيات التي تستهدف الترابط بين المياه والطاقة. ويمكن اعتماد التكنولوجيات الصديقة للبيئة من خلال «قفزة»، إذ تُطبّق تكنولوجيا متقدمة في مجال لم تُعتمد فيه تكنولوجيا سابقة مباشرة. كذلك ينبغي أن تشجّع نظم نقل التكنولوجيا أيضاً تطوير تكنولوجيات نظيفة.

تتألف عملية نقل وابتكار التكنولوجيا من مراحل مختلفة: التقدير والاتفاق والتنفيذ والتقييم والتكيّف والنسخ. ويتبع النسخ تقييم مرة أخرى وهكذا في دورة مستمرة. ويوضح الشكل 2 العمليات التي تنطوي عليها المشاريع بين الحكومات والقطاع الخاص.

الجدول 1. تقييم خيارات إطار نقل التكنولوجيا للترابط بين المياه والطاقة

.1	**إمكانية تحسين كفاءة الموارد على نطاق واسع ونشر الطاقة المتجددة في أنحاء العالم.** الدرجة التي يعزّز بها خيار معين كفاءة المياه والطاقة ويكون قابلاً للتطبيق عالمياً. التركيز على تيسير استخدام التكنولوجيا والممارسات الإدارية المرتبطة بها والتغييرات في سلوك المستهلك.
.2	الصلة باحتياجات البلدان في مراحل التنمية المختلفة. يجري تقييم الخيارات استناداً إلى فعاليتها من حيث التكلفة وإلى مدى إمكان تكييفها وفقاً للاحتياجات المتنوعة للبلدان الأقل نمواً والبلدان النامية ذات الاقتصادات الأكثر تقدماً والبلدان المتقدمة النمو.
.3	**الفعالية عبر القطاعات والاتساق مع الاستراتيجيات القطاعية**. تقييم الخيارات من حيث الفعالية المحتملة عبر القطاعات المرتبطة بالصلة بين المياه والطاقة.
.4	**حشد الاستثمارات الخاصة**. تُقيّم الخيارات استناداً إلى إمكانات اجتذابها للاستثمارات الخاصة اللازمة لتحقيق انتشار واسع النطاق في الأسواق في أنحاء العالم.
.5	**إمكانية الاستدامة الذاتية والتكرار**. تقيّم الخيارات من حيث مدى إمكانية الاستثمار المستدام ذاتياً واستخدام التكنولوجيا وقابليتها للتكرار (دون تمويل حكومي مستمر أو من مانحين).
.6	**الفعالية من حيث التكلفة**. ينبغي تقييم نسبة المنافع إلى التكاليف في استخدام الأموال العامة (من الحكومات الوطنية أو الجهات المانحة الدولية).
.7	**سهولة التنفيذ**. يشمل هذا المعيار التعقيد النسبي وتكاليف المعاملات المرتبطة بإدارة وتنفيذ الخيارات المختلفة.
.8	**فعالية هيكل الحوكمة.** تقيّم الخيارات لتحديد مدى إمكان أن تلهم الأطراف وتتعهد بالرعاية التعاون فيما بينهم.
.9	**تعزيز التكنولوجيات المحلية**. يمكن أن تؤدي التكنولوجيات المحلية أو التقليدية للترابط بين المياه والطاقة دوراً هاماً في أقل البلدان نمواً وفي البلدان النامية حيث تكون القدرة على الاستثمار منخفضة. وهناك حاجة إلى تطوير وتعزيز ونقل تكنولوجيات محلية يمكن تطبيقها في بلدان أخرى في ظروف مشابهة.
.10	**الاستدامة**. يُقيّم أثر الخيارات قيد الدراسة على الاستدامة البيئية والمجتمعية للبلد المُتلقي.
.11	**الرصد والإبلاغ والتحقق**. يمكن بشفافية تقييم مدى سهولة تتبع التقدم المحرز في تحقيق الأهداف والتحقق منه على مر الزمن.

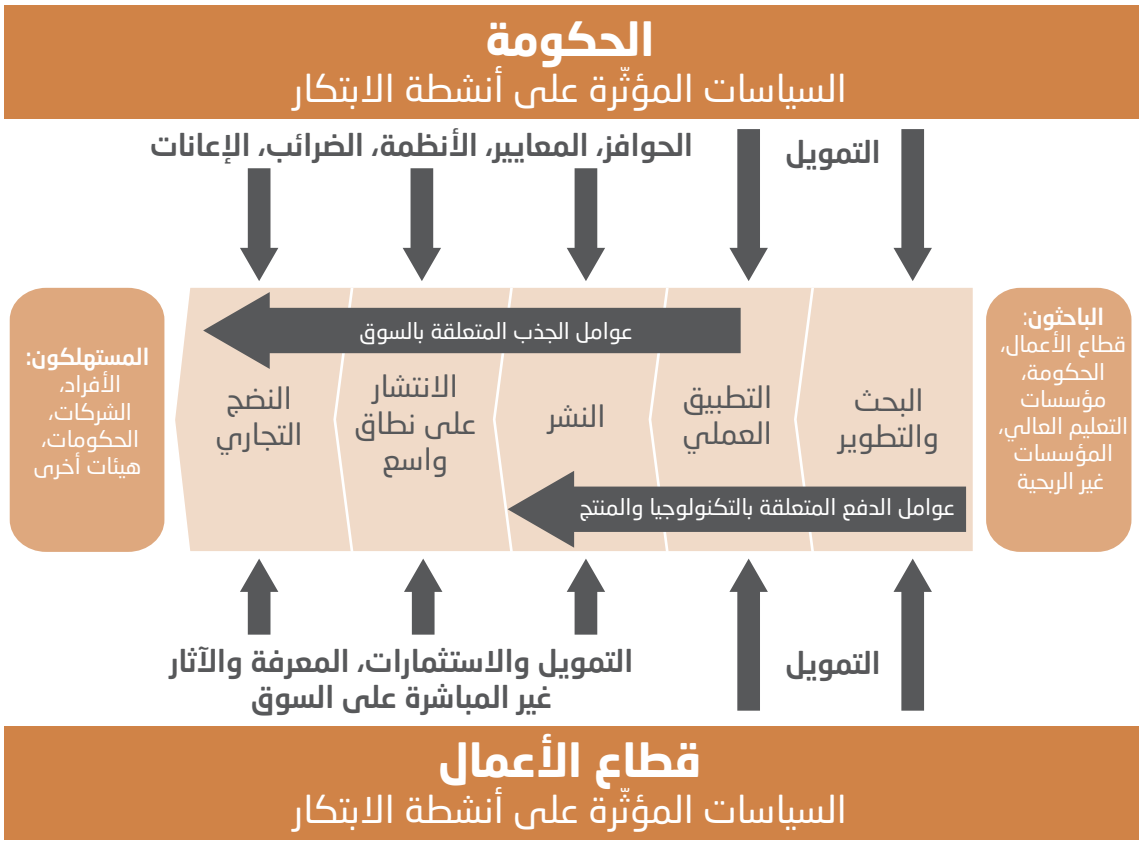
المصدر: اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2009، الوثيقة FCCC/SB/2009/3.

يبين الجدول 1 الاعتبارات التي ينبغي أخذها بالحسبان عند تقدير نقل التكنولوجيا لمشاريع الترابط بين المياه والطاقة، بُغية الحصول على نتائج مُثلى ومستدامة. وقد تكون هناك مقايضات: فمثلاً، قد تؤدي تكنولوجيا معينة إلى خفض لاستهلاك المياه بينما تُستهلك كميات من الطاقة أكبر. ويتناول الجدول أيضاً أهمية الرصد والتحقق.

الأهداف

الهدف الرئيسي من مجموعة الأدوات هذه هو مساعدة البلدان الأعضاء في الإسكوا على تحسين الإدارة المتكاملة والمستدامة لموارد المياه والطاقة. فهي تهدف إلى تزويد المسؤولين الحكوميين الذين يديرون خدمات المياه أو الطاقة باستراتيجيات لدمج اعتبارات ترابط المياه والطاقة في أنشطتهم وبمعلومات تساعدهم على اتخاذ قرارات بشأن التكنولوجيا مستنيرة. ويبحث هذا النموذج التدريبي في نقل التكنولوجيا بالعلاقة مع كفاءة استخدام الموارد (النموذج 1) والطاقة المتجددة (النموذج 2)، وهي مصممة لمساعدة البلدان العربية في عملية بناء القدرات لتبادل المعلومات والتعاون عبر القطاعات الصناعية وغيرها من القطاعات، بالاستناد إلى مجموعة مشتركة من أدوات التقييم. كما تهف أيضاً إلى مساعدة السلطات على تهيئة بيئة أكثر ملاءمة لنقل التكنولوجيا ودعمها.

الشكل 2. عملية الابتكار



المصدر: اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2009، الوثيقة FCCC/SB/2009/3.

مبادئ نقل التكنولوجيا

المفاهيم

يحدد الجدول 2 خيارات نقل التكنولوجيا، التي تتوقف على مرحلة تطور التكنولوجيا في المؤسسة المعنية. وقد ينطوي بعض المبادرات على نشر تكنولوجيات مستخدمة بالفعل في مناطق أخرى. وفي هذه الحالة، ستكون الخيارات المذكورة في قسم الانتشار هي فقط ذات الصلة. وقد يسعى آخرون إلى إطلاق تكنولوجيا حديثة التطوير في سوق محلية، وفي هذه الحالة تكون الخيارات ذات الصلة هي التي تندرج في قسم «التطبيق العملي والتنفيذ» وقسم «الانتشار». وفي حالة أي مشروع معين، سيعتمد انتقاء الخيارات على خصائص هذا المشروع وعلى السياق.

يبين الجدول 3 كيف يهدف مختلف أصحاب المصلحة إلى الاستفادة بطرق متنوعة من نقل التكنولوجيا، مسلّطاً الضوء على مجالات الصِدام المحتملة. تقوم الحكومات والقطاع الخاص بأدوار رئيسية في صنع السياسات واتخاذ القرارات.

الجدول 2. خيارات نقل التكنولوجيا حسب المرحلة في دورة تطوير التكنولوجيا

المرحلة في دورة تطوير التكنولوجيا	خيارات نقل التكنولوجيا
البحث والتطوير	صندوق بحوث وتطوير التكنولوجيا العالمية برامج البحوث المنسّقة عالميا الشبكات أو التحالفات الدولية لمعاهد البحوث ذات الصلة برامج تبادل الباحثين والعلماء استثمارات قطاع عام متزايدة في البحث والتطوير في مجالات التكنولوجيا المستهدفة استثمارات قطاع خاص متزايدة في البحث والتطوير في التكنولوجيا المبتكرة
التطبيق العملي والنشر	التطبيق العملي للتكنولوجيا وتوسيع نطاق الشراكات معايير التكنولوجيا والاختبار والتحقق وإصدار الشهادات تقييم كلفة دورة حياة التكنولوجيا وآثارها، والتوعية الاستثمار في التصميم المجتمعي والإقليمي المستدام والبنية التحتية التدريب وتطوير القوى العاملة
الانتشار على نطاق واسع	البيئات التمكينية التعليم والتوعية الشبكات الإقليمية ومراكز التنسيق القطرية النفاذ إلى الملكية الفكرية وحمايتها تقييم التكنولوجيا ومركز تبادل المعلومات التوفيق بين الاستثمار والمساندة التقنية حوافز التخفيف من مخاطر الاستثمار للتكنولوجيات الناشئة اعتمادات وحوافز الاستثمار السياسات الاقتصادية والتنسيق التجاري شراكات نشر التكنولوجيا الأهداف القطاعية وخرائط طرق التنفيذ دعم تطوير خطط الأعمال وضع أهداف وخطط عمل وطنية وتوفير الموارد المالية اللازمة

المصدر: اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2009، الوثيقة FCCC/SB/2009/3.

الجدول 3. أصحاب المصلحة في نقل التكنولوجيا

أصحاب المصلحة	الدوافع	القرارات أو السياسات التي تؤثر على نقل التكنولوجيا
الحكومات • وطنية/اتحادية • إقليمية/محافظات • محلية/بلدية **مجتمع مدني**	أهداف إنمائية أهداف بيئية ميزة تنافسية أمن الطاقة	السياسات الضريبية (بما في ذلك سياسة الضريبة على الاستثمار) سياسات الاستيراد/التصدير سياسات الابتكار سياسات التعليم وبناء القدرات اللوائح التنظيمية والتطوير المؤسسي توفير الائتمان المباشر
أعمال القطاع الخاص • العابرة للحدود • الوطنية • المحلية/المشاريع الصغيرة **(بما في ذلك المنتجون والمستخدمون والموزّعون والمموّلون)**	الأرباح الحصة في السوق العائد على الاستثمار	قرارات بحث وتطوير/تسويق التكنولوجيا قرارات التسويق قرارات الاستثمار الرأسمالي سياسات تنمية المهارات/القدرات كيان لاكتساب معلومات من الخارج قرار نقل التكنولوجيا اختيار مسار نقل التكنولوجيا سياسات الإقراض/الائتمان (المنتجون والمموّلون) اختيار التكنولوجيا (الموزّعون والمستخدمون)
الجهات المانحة • بنوك متعددة الأطراف • مرفق البيئة العالمي • وكالات المعونة الثنائية	أهداف إنمائية أهداف بيئية العائد على الاستثمار	معايير اختيار وتصميم المشاريع قرارات الاستثمار تصميم وتنفيذ المساعدة التقنية متطلبات المشتريات متطلبات إصلاح مشروطة
المؤسسات الدولية • منظمة التجارة العالمية • مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة • منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	أهداف إنمائية أهداف بيئية صياغة السياسات الحوار الدولي	التركيز على السياسات والتكنولوجيا اختيار المشاركين في المنتديات اختيار أساليب نشر المعلومات
البحث/النطاق • مراكز البحوث/المختبرات • الجامعات • خدمات إضافية	المعرفة الأساسية البحوث التطبيقية التعليم نقل المعرفة مصداقية ملموسة	جدول أعمال البحوث قرارات البحث والتطوير/التسويق للتكنولوجيا قرار نقل التكنولوجيا اختيار مسار نقل التكنولوجيا
وسائل الإعلام/ المجموعات العامة • التلفزيون والراديو والصحف • المدارس • مجموعات المجتمع المحلي • المنظمات غير الحكومية	توزيع المعلومات التعليم القرارات الجماعية الرفاه الإجتماعي	قبول الإعلانات الترويج لتكنولوجيات مختارة المناهج التعليمية الضغط بشأن سياسات تتعلق بالتكنولوجيا
المستهلكون الأفراد • المدنيون/الأساسيون • الريفيون/في الأطراف	الرفاه المنفعة تقليل النفقات	قرارات الشراء قرار السعي إلى معرفة المزيد عن تكنولوجيا معينة اختيار قنوات التعلّم/المعلومات تصنيف مصداقية المعلومات حسب المصدر

المصدر: Metz and others, 2000.

ويمكن تصنيف نقل التكنولوجيا بطرق متعددة. فمثلاً، يمكن أن يكون النقل ذو طبيعة عمودية أو أفقية. «يحدث النقل العمودي للتكنولوجيا عندما تُنقل المعلومات من البحوث الأساسية إلى البحوث التطبيقية، ومن البحوث التطبيقية إلى التطوير، ومن التطوير إلى الإنتاج.

وتحدث عمليات النقل هذه في الاتجاهين كليهما ويتغير شكل المعلومات إذ تنتقل على طول هذا البعد. وتحدث عمليات النقل الأفقي للتكنولوجيا عندما تُنقل وتُستخدم تكنولوجيا مستخدمة في مكان أو سياق معينين أو منظمة معينة إلى مكان أو سياق آخرين أو منظمة أخرى»[2]. وقد يكون النقل أيضاً رسمياً أو غير رسمي. ويمكن أن تجري عمليات النقل الرسمية من خلال خدمات التكنولوجيا والاستشارات والتدريب والتعليم ورعاية أنشطة البحث والتطوير، بينما تجري عمليات النقل غير الرسمية، مثلاً، من خلال المؤتمرات والتبادلات بين الباحثين.

وتشكّل حقوق الملكية الفكرية عاملاً رئيسياً عندما تكون البحوث المتطورة جزءاً من عملية نقل التكنولوجيا. وهناك حاجة إلى أنظمة حاكمة لحقوق الملكية الفكرية، تتضمن مؤشرات عملية لقياس قوة هذه الأنظمة، من بينها مؤشري جينارت وبارك لبراءات الاختراع، الذي يحسب درجة تستند إلى خمسة عناصر على المستوى الوطني: مدى التغطية والعضوية في الاتفاقات الدولية، وغياب الحماية، وآليات الإنفاذ، ومدة الحماية. وهناك مؤشرات أخرى أكثر عمومية تتناول العلامات التجارية وحقوق المؤلف.

وقد يمكن أن تؤدي النزاعات على الأهداف المشتركة أو على ملكية الابتكارات بين أصحاب المصلحة إلى وقف عمليات نقل التكنولوجيا. فمثلاً، عندما يعمل باحثون في مؤسسات أكاديمية مع باحثين من الصناعة معاً، قد ترغب المؤسسات الأكاديمية نشر النتائج قبل كل شيء، في حين تفضل الصناعة إبقائها مصنّفة كي تحصل على البراءة المرغوبة أو كي تكون أول من يسوّق تكنولوجيا معينة. وينبغي وضع سياسات مناسبة للتعامل مع تلك الحالات عندما توضع القواعد الرسمية لمثل هذا التعاون بين المجموعات. وبشكل مشابه، هناك حاجة إلى اتفاق رسمي منذ البداية بشأن أي ربح ناجم عن مشروع النقل، خاصة إذا كانت المؤسسات العامة مشاركة فيه.

ويهدف اتفاق منظمة التجارة العالمية بشأن جوانب حقوق الملكية الفكرية المتصلة بالتجارة إلى تنسيق الأنظمة الوطنية لحقوق الملكية الفكرية، وذلك أمر أساسي لنقل التكنولوجيا بين البلدان. ويصف الاتفاق أيضاً آلية لتسوية المنازعات. ويحتمل أن يجتذب وجود أنظمة وطنية قوية لحقوق الملكية الفكرية مقترنة بآليات لتسوية المنازعات المزيد من المنتجات الفكرية إلى البلد المعني. فقد وجدت إحدى الدراسات أن هناك «دليلاً قوياً على أن الشركات الأمريكية المتعددة الجنسيات تستجيب للتغييرات في أنظمة حقوق الملكية الفكرية في الخارج عن طريق زيادة نقل التكنولوجيا»[3]. غير أن إصلاح نظام حقوق الملكية الفكرية قد يواجه مقاومة كبيرة في البلدان النامية، إذ يمكن أن يؤدي إلى بطالة العديد من العاملين في الصناعات التي تنتج منتجات غير مُصرّح بها. وهناك أيضاً مخاوف من أن النظم القوية لحقوق الملكية الفكرية قد تدعم التسعير الاحتكاري وتقلل إمكانية الحصول على المعلومات التكنولوجية وتؤدي إلى ارتفاع التكاليف المرتبطة باستخدام التكنولوجيات الجديدة، ما من شأنه أن يعود بالنفع على أصحاب الملكية الفكرية الأجانب في المقام الأول[4]. ولذا ليس بالسهل المباشر تعزيز نظم حقوق الملكية الفكرية في البلدان النامية، بما في ذلك البلدان النامية في المنطقة العربية.

وبمرور الوقت، فإنه يمكن إزالة معوقات نقل التكنولوجيا بطرق مختلفة (الجدول 4). فمثلاً، قد يواجه نقل التكنولوجيا لتحقيق أهداف الترابط بين المياه والطاقة تحديات فيما يتعلق بالتخفيف من آثار تغير المناخ. وتشمل حلول لكثير من القضايا زيادة الوعي والتدريب أو الربط الشبكي بين كيانات يمكن أن يساعد تعاونها على جعل العمليات ذات الصلة أكثر شفافية وعلى التغلب على المشاكل التي تواجهها. ومع أنّ كل حالة من الحالات فريدة، إلا أنّ هناك مجالين واسعين للتدخل يمكن أن ييسرا نقل التكنولوجيا.

الجدول 4. معالجة المعوقات المحلية أمام نقل التكنولوجيا

النشاط	الفجوة/الاحتياجات المستهدفة	المكاسب
البحث والتطوير التطبيقي مِنح التمويل مفتوحة و/أو موجهة للتكنولوجيات ذات الأولوية	عدم كفاية دعم البحوث التطبيقية للتكنولوجيات، حيث الجهود القائمة محدودة أو معدومة بسبب الافتقار إلى إشارات السوق أو إلى القدرات (التقنية وغيرها)	تكييف التكنولوجيات القائمة أو تطوير تكنولوجيات جديدة لتلبية الاحتياجات المحلية، والاستفادة من قاعدة المعارف المحلية، حيثما أمكن البحوث التطبيقية وتطوير المنتجات لاحتمال تحقيق عائد تجاري تعزيز التعاون التقني بين بلدان الشمال والجنوب وفيما بين بلدان الجنوب
التسريع بنقل التكنولوجيا تصميم وتمويل مشاريع لتقييم أداء التكنولوجيا (مثل تطبيقات عملية وتجارب حقلية)	عدم اليقين، ونقص المعلومات والشكوك حول التكاليف والأداء في الموقع، قلة الوعي لدى المستخدم النهائي	خفض مخاطر و/أو تكاليف التكنولوجيا من خلال الجمع والنشر المُستقلّين لبيانات الأداء والدروس المستفادة
خدمات حضانة الأعمال تقديم مشورة للشركات المبتدئة فيما يتعلق بالاستراتيجية وتطوير الأعمال	الافتقار إلى التمويل الأولي ومهارات الأعمال لدى مؤسسات البحوث/مشاريع التكنولوجيا الناشئة و"الفجوة الثقافية" بين البحوث الأكاديمية والقطاع الخاص	الاستثمار وفرص الشراكة التي تُستحدَث ببناء دراسة جدوى قوية وتعزيز القدرة الإدارية والانخراط في السوق
إنشاء المشاريع إنشاء أعمال جديدة بحشد المهارات والموارد الرئيسية	القصور الذاتي وهياكل السوق الجامدة التي تعوق تطوير الشركات المبتدئة أو منتجات وخدمات الشركات الجديدة	تنفيذ أعمال جديدة ذات نمو مرتفع لتلبية وتحفيز الطلب في السوق تطوير القدرات التجارية والفنية المحلية
التمويل في مرحلة مبكرة لمشاريع تكنولوجيا الترابط بين المياه والطاقة؛ والاستثمارات المشتركة أو القروض أو ضمانات المخاطر لمساعدة الأعمال القادرة على البقاء على اجتذاب تمويل من القطاع الخاص	نقص التمويل (عادة في الجولة الأولى أو الثانية) لتطوير التكنولوجيا/المنتجات في مرحلة مبكرة بسبب العوائق التقليدية للابتكار إلى جانب مخاطر متوقعة من سوق تكنولوجيا الطاقة و/أو السياسات	تعزيز قدرة الأعمال الناشئة التي تُظهر إمكانات تجارية على الحصول على رأس المال زيادة استثمارات القطاع الخاص بتبيان العائدات المحتملة للمستثمرين
نشر التكنولوجيات القائمة الفعالة من حيث الموارد المشورة والموارد (مثل القروض دون فوائد) لمساعدة المنظمات على تحقيق أهداف الاستدامة	نقص التمويل (عادة في الجولة الأولى أو الثانية) لتطوير التكنولوجيا/المنتجات في مرحلة مبكرة بسبب العوائق التقليدية للابتكار إلى جانب مخاطر متوقعة من سوق تكنولوجيا الطاقة و/أو السياسات	تحسين استخدام موارد الطاقة والمياه بتمكين المنظمات من تنفيذ تدابير الكفاءة وتوفير التكاليف
المهارات وبناء القدرات تدريب الموارد البشرية في المجالات المتعلقة بالابتكار التكنولوجي تصميم وتشغيل برامج التدريب	الافتقار إلى الوعي، و/أو المعلومات و/أو هياكل السوق، ما يحد من الأخذ بالتكنولوجيات الفعّالة من حيث التكلفة والكفؤة في استخدام الموارد	تعزيز مهارات التحليل التقني والسياساتي والسوقي ومهارات التنفيذ نمو قدرات الأعمال وقدرات الموظفين لتمكين الاستيعاب السريع للتكنولوجيات المستدامة
السياسات المحلية والمعلومات عن الأسواق تحليلات وتوصيات لإعلام المعنيين بالسياسات والأعمال التجارية المحلية	الافتقار إلى تحليل مستقل وموضوعي يستند إلى الخبرة العملية لتوفير المعلومات للحكومة المحلية والسوق	تعزيز السياسات والسوق لدعم تطوير اقتصاد تكنولوجيا الترابط بين المياه والطاقة

المصدر: إدارة الأمم المتحدة للشؤون الاقتصادية والاجتماعية، 2008.

الآليات المؤسسية والأطر القانونية

يستحيل نقل التكنولوجيا دون السياسات والأطر التنظيمية المناسبة. ويعرض الجدول 5 السياسات والأطر والعوائق المحتملة التي يتعين التغلب عليها، والمسارات والقطاعات والمراحل المقابلة. و«المسارات» هي الوسائل التي يتعامل بها أصحاب المصلحة لتمكين نقل التكنولوجيا، في حين تمثل «المراحل» الخطوات المختلفة لعملية النقل/الابتكار. ويمكن تصنيف أدوات السياسة الواردة في الجدول إلى الفئات العشر التالية:

أ. نظم الابتكار الوطنية: الهياكل التنظيمية والمؤسسية لدعم الابتكار والتطور التكنولوجي؛
ب. البنى التحتية الاجتماعية والنُهج التشاركية: الشبكات الاجتماعية، مثل المنظمات غير الحكومية، التي يمكن أن تؤدي دوراً محورياً في تمكين نقل التكنولوجيا؛
ج. القدرات البشرية والمؤسسية: تطوير المهارات التقنية والعلمية، وبناء القدرات في مجال الأعمال والإدارة والمالية؛
د. أطر سياسات الاقتصاد الكلي: الدعم المالي المباشر وغير المباشر، وسياسات تعرفة الطاقة، وسياسات التجارة والاستثمار الأجنبي، وتنظيم القطاع المالي وتقويته[5]، وكل ذلك يرمي إلى تعزيز بيئة اقتصادية مؤاتية لنقل التكنولوجيا؛
ه. الأسواق المستدامة: أدوات سياساتية ترمي إلى جعل عملية نقل التكنولوجيا مستدامة ومُأطرة بمعالجة العرض والطلب على التكنولوجيا؛
و. المؤسسات القانونية الوطنية: مؤسسات وسياسات ترمي للحيلولة دون وقوع فساد وخفض المخاطر التنظيمية والمخاطر على الممتلكات والعقود؛
ز. الأكواد والمعايير وإصدار شهادات: وسائل لضمان جودة التكنولوجيا والمحافظة عليها؛
ح. اعتبارات الإنصاف: أدوات سياساتية لضمان عدم تأثر الفئات الاجتماعية الأضعف سلباً بعمليات نقل التكنولوجيا؛
ط. الحقوق في الموارد الإنتاجية: أدوات لمعالجة أثر نقل التكنولوجيا على حقوق الأشخاص في الموارد الإنتاجية، مثل الأراضي والمصانع، وتسوية المنازعات وديا؛
ي. البحث والتطوير التكنولوجي: أدوات سياساتية ترمي إلى تقوية مؤسسات البحث والتطوير، وربما الأخذ بسياسات بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية كنموذج، مع الحرص على المرونة لتكييفها مع الظروف المحلية.

الجدول 5. الأدوات السياساتية وأطر العمل لتيسير نقل التكنولوجيا

أداة السياسات	العوائق التي تتعين معالجتها	الصلة
النظم الوطنية للابتكار والبنى التحتية للتكنولوجيا		
• بناء قدرات المؤسسات على الابتكار • تطوير مؤسسات تعليمية علمية وتقنية • تيسير الابتكار التكنولوجي عن طريق تعديل شكل أو عمليات شبكات التكنولوجيا، بما في ذلك التمويل والتسويق والتنظيم والتدريب والعلاقات بين العملاء والموردين	• الافتقار إلى مراكز لتطوير التكنولوجيا والتكيّف معها • الافتقار إلى مؤسسات تعليمية وتطوير المهارات • الافتقار إلى العلوم والهندسة والمعرفة التقنية المتاحة للصناعة في القطاع الخاص • الافتقار إلى مراكز البحث والاختبار • الافتقار إلى المعلومات ذات الصلة بالتخطيط الاستراتيجي وتطوير الأسواق • الافتقار إلى منتديات التخطيط والتعاون بين القطاع الحكومي والقطاع الصناعي	• المسارات التي يقودها أساساً القطاع الخاص • في المقام الأول قطاعات المباني والطاقة والصناعة • جميع المراحل

البنى التحتية الاجتماعية واكتساب الإدراك من خلال نهج تشاركية		
• زيادة قدرة المنظمات الاجتماعية والمنظمات غير الحكومية على تيسير اختيار التكنولوجيا المناسبة • إنشاء منظمات اجتماعية جديدة تركّز على القطاع الخاص وتمتلك المهارات التقنية لدعم عمليات نقل التكنولوجيا • استحداث آليات واعتماد عمليات لتسخير شبكات ومهارات ومعرفة المنظمات غير الحكومية	• اختيار تكنولوجيا غير مناسبة لأولويات التطوير • إرث نقل التكنولوجيا في مجال التطوير • مشاكل الفجوات الثقافية واللغوية وتعزيز العلاقات الطويلة الأمد	جميع المسارات خصوصاً تكنولوجيات التكيّف، ولكن تنطبق على جميع القطاعات خصوصاً مراحل التقدير والتقييم ومراحل النسخ، رغم أن المنظمات غير الحكومية تشارك بشكل متزايد في مراحل التنفيذ
القدرات البشرية والمؤسسية		
• بناء قدرات الشركات والمنظمات غير الحكومية والهيئات التنظيمية والمؤسسات المالية والمستهلكين	• الافتقار إلى القدرة على تقييم التكنولوجيات المناسبة واختيارها واستيرادها وتطويرها وتكييفها • الافتقار إلى المعلومات • الافتقار إلى الخبرة الإدارية • مشاكل الفجوات الثقافية واللغوية وتعزيز العلاقات الطويلة الأمد • الأثر المحدود للتكنولوجيا في ظل عدم وجود قدرات طويلة الأمد للحفاظ على الابتكار • الافتقار إلى قدرات المشاريع المشتركة للتعلم والدمج	جميع المسارات جميع القطاعات خصوصاً مرحلتي التقييم والتنفيذ
أطر سياسات الاقتصاد الكلي		
• تقديم الدعم المالي المباشر مثل المنح والإعانات والقروض وضمانات القروض • تقديم الدعم المالي غير المباشر، مثل الخصم الضريبي على الاستثمار • رفع تعرفة الطاقة لتغطية التكاليف الاقتصادية الطويلة الأجل • تعديل سياسات التجارة والاستثمار الأجنبي، مثل الاتفاقيات التجارية والتعرفات الجمركية وأنظمة العملة وأنظمة المشاريع المشتركة • إصلاح نظام القطاع المالي	• الافتقار إلى إمكانية الحصول على رأس المال • الافتقار إلى رأس مال طويل الأجل • أسعار مدعومة أو متوسطة التكلفة (بدلاً من التكلفة الحديّة للطاقة) • رسوم الاستيراد المرتفعة • التضخم المرتفع أو غير المؤكد أو معدلات الفائدة المرتفعة أو غير المؤكدة • عدم التيقن من السياسات الضريبية وسياسات التعرفة • مخاطر الاستثمار • الإفراط في التنظيم المصرفي أو عدم كفاية الإشراف المصرفي • حوافز للبنوك مشوّهة تثبط المجازفة • بنوك تعاني من ضعف رأس المال • خطر نزع الملكية	خاصة المسار الذي يقوده القطاع الخاص، لكن ذلك ينطبق على جميع المسارات سياسات التجارة والاستثمار الأجنبي، خصوصاً تلك المتعلقة بالمسارات التي يقودها القطاع الخاص خصوصاً مراحل التقييم والتكرار جميع القطاعات؛ وتعرفات الطاقة المتعلقة بقطاعات البناء والصناعة والطاقة

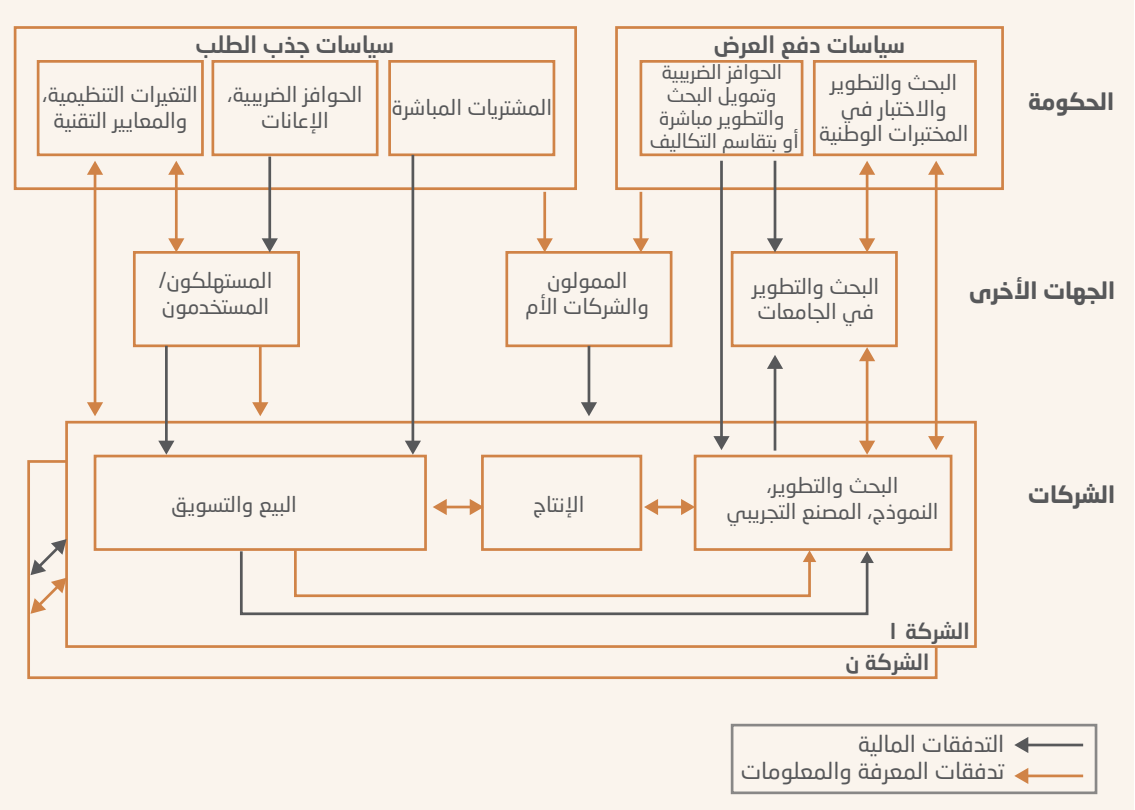
أداة السياسات	العوائق التي تتعين معالجتها	الصلة
الأسواق المستدامة للتكنولوجيات الملائمة بيئياً		
• تنفيذ برامج تحويل السوق التي تركز على العرض والطلب في مجال التكنولوجيا • تطوير قدرات المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم على التكيّف التكنولوجي • القيام بحملات تثقيف وتوعية للمستهلكين • قيام القطاع العام بمشتريات وعروض توضيحية مستهدفة	• ارتفاع تكاليف المعاملات • ضعف الشركات الصغيرة • الافتقار إلى اليقين في أسواق التكنولوجيات، ما يمنع المصنّعين من إنتاجها • الافتقار إلى وعي أو قبول المستهلك للتكنولوجيات • الافتقار إلى الثقة في الجدوى الاقتصادية أو التجارية أو التقنية للتكنولوجيا المعنية	المسارات التي يقودها القطاع الخاص قطاعات المباني والطاقة والصناعة جميع المراحل
المؤسسات القانونية الوطنية		
• تعزيز الأطر الوطنية لحماية الملكية الفكرية • تعزيز العمليات الإدارية والقانونية لضمان الشفافية، والمشاركة في وضع السياسات التنظيمية، والمراجعة المستقلة • تقوية المؤسسات القانونية لخفض المخاطر	• الافتقار إلى حماية الملكية الفكرية • مخاطر العقود ومخاطر العقارات والمخاطر التنظيمية • الفساد	جميع المسارات جميع القطاعات خصوصاً مرحلة الاتفاق
الأكواد والمعايير وإصدار الشهادات		
• وضع أكواد ومعايير وإطار مؤسسي لإنفاذها • وضع إجراءات وأنظمة إصدار الشهادات، بما في ذلك مراكز الاختبار والقياس	• معدلات خصم عالية للمستخدمين لا تؤدي بالضرورة إلى اعتماد التكنولوجيات الأكثر كفاءة • الافتقار إلى معلومات حول جودة وخصائص التكنولوجيا أو المنتج • الافتقار إلى وكالة حكومية قادرة على تنظيم التكنولوجيات أو ترويجها • الافتقار إلى المعايير والمؤسسات الفنية لدعم المعايير	جميع المسارات قطاعات المباني والطاقة والصناعة مرحلة التقييم
اعتبارات الإنصاف		
• استحداث أدوات تحليلية وتوفير التدريب لتقييم الأثر الاجتماعي • طلب تقييمات الأثر الاجتماعي قبل اختيار التكنولوجيا • إنشاء آليات تعويضية لـ "الخاسرين"	• عدم أخذ الآثار الاجتماعية بالاعتبار على النحو الملائم • الحالات التي يترك فيها أصحاب المصلحة أسوأ حالاً نتيجة نقل التكنولوجيا	جميع المسارات جميع القطاعات مرحلة التقييم
الحقوق في الموارد الإنتاجية		
• بحث أثر التكنولوجيا على حقوق الملكية • اختبار هذا الأثر من خلال نُهج تشاركية • إنشاء آليات تعويضية لـ "الخاسرين"	• عدم كفاية حماية حقوق الموارد المحمية	جميع المسارات جميع القطاعات التي تشمل استعمالات الأراضي

البحث والتطوير التكنولوجي		
• تطوير البنية التحتية العلمية والتعليمية ببناء مختبرات عامة للبحوث وتقديم منح بحثية موجهة وتعزيز نظام التعليم الفني • الاستثمار مباشرة في البحث والتطوير	• عدم كفاية الاستثمار في البحث والتطوير • عدم كفاية البنية التحتية للعلوم والتعليم	مسارات تقودها الحكومات والمجتمعات المحلية مرحلتا التقييم والتكرار قطاعات البناء والصناعة والطاقة وإدارة النفايات ومعالجتها

المصدر: Metz and others, 2000.

يبين الشكل 3 كيف يتأثر تطور التكنولوجيات الجديدة الصديقة للبيئة بعوامل دفع العرض وجذب الطلب. ويعتبر التمويل الحكومي للبحث والتطوير عامل دفع هاما، لأنه ييسّر العمليات التي يمكن بها توفير التكنولوجيا المبتكرة. وتشكّل مراكز البحث والتطوير التي تركز على التكنولوجيات المستدامة عناصر رئيسية في مجال ابتكار تكنولوجيات الطاقة في العديد من البلدان العربية. ويعني وضع الوسيط الذي تنحو هذه المراكز إلى اتخاذه أن باستطاعتها الاستفادة من التمويل العام في الوقت الذي تتمتع فيه أيضاً ببعض خصائص الاستقلالية التي تتمتع بها كيانات القطاع الخاص. وتيسّر هذه المراكز أيضاً قوى الدفع والجذب.

الشكل 3. سياسات دفع العرض وجذب الطلب في ابتكار الطاقة



المصدر: Margolis, 2000.

إن بناء القدرات (البشرية والتنظيمية) والبيئة التمكينية وآليات نقل التكنولوجيا مجالات ثلاثة تنبغي معالجتها لجعل نقل التكنولوجيا أكثر فعالية. وينبغي أن تكون الموارد البشرية للبلد قادرة على الاستجابة للتغير التكنولوجي المستمر والعمل مع أحدث الابتكارات. وهذا يعني التعلّم المستمر واكتساب مهارات جديدة. وتشمل برامج المساعدة على نقل التكنولوجيا بين بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والبلدان غير الأعضاء في هذه المنظمة عموماً عنصر تدريب الموارد البشرية وتطويرها. ويركّز معظم هذا التدريب على المسائل التقنية، ولكن ينبغي أن يشمل أيضاً وحدات تدريبية على التمويل والإدارة، وهي عناصر ضرورية لنقل التكنولوجيا بفعالية. كما أن تحسين القدرة التنظيمية أمر حيوي نظراً لأن العديد من الكيانات المختلفة، بالإضافة إلى الأطراف الرئيسية، يميل إلى المشاركة في مشاريع نقل التكنولوجيا، بما في ذلك شركات الاستشارات ومقدمو خدمات الطاقة والمحامون وشركات التمويل.

«تصمم آليات نقل التكنولوجيا لتيسير دعم الأنشطة المالية والمؤسسية والمنهجية»[6]. وقد تشمل هذه الآليات ما يلي:

نظم الابتكار الوطنية: عندما تدمج هذه الهياكل الوطنية في نهجها إمكانية الحصول على معلومات وبناء القدرات وإيجاد بيئة تمكينية، فإنها تؤدي إلى دعم الابتكار. وتستفيد النظم الوطنية للابتكار من العمل مع اتحادات دولية، فهذه تميل إلى إشراك أصحاب المصلحة من القطاعين العام والخاص، نظراً لأنها موجهة نحو النظم وتنخرط في جميع مراحل عملية نقل التكنولوجيا. وتُبحث دراسات حالة ذات صلة في الجزء 2 من هذا النموذج.

المساعدة الإنمائية الرسمية: المساعدة الإنمائية الرسمية هي أحد خيارات التمويل المتاحة التي يمكن حشدها لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. وهي عنصر حاسم الأهمية في حافظات التمويل في كثير من البلدان النامية وقد وضعت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية مؤخراً إطار الدعم الرسمي الكلي للتنمية المستدامة، ويكمّل هذا الإطار المساعدة الإنمائية الرسمية.

وتمثل المساعدة الإنمائية الرسمية آلية هامة لنقل التكنولوجيا التي تدعمها الحكومات المحلية، وخاصة في البلدان النامية الأكثر تعرضاً للمخاطر ومن البلدان المتقدمة النمو إلى البلدان النامية[7]. ويتصل الهدفان 6 و17 من أهداف التنمية المستدامة مباشرة بالترابط بين المياه والطاقة وتيسير نقل التكنولوجيا. ويتناول المقصد 6 ألف (والمؤشر المقابل 6-ألف-1) الأنشطة المتصلة بالمياه والمرافق الصحية، بينما يتناول المقصد 17-2 (والمؤشر المقابل 17-2-1) توفير المساعدة الإنمائية الرسمية للبلدان المتقدمة كنسبة من الدخل القومي الإجمالي.

ويمكن أن يأتي الدعم لنقل التكنولوجيا من مصارف التنمية الدولية ومن خلال اتفاقات ومنظمات التجارة والاستثمار المتعددة الأطراف والإقليمية والثنائية. ويمكن استخدام هذا الاستثمار الأجنبي المباشر لنقل التكنولوجيا بين أي من البلدان. وقد تبين أن الاستثمار الأجنبي المباشر أكثر أهمية من المساعدة الإنمائية الرسمية في قطاعات مثل الكهرباء والغاز والمياه والتصنيع في كثير من البلدان النامية. وقد شكّلت تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر ما بين 9 في المائة و18 في المائة من إجمالي تكوين رأس المال الثابت، وهو في الأساس استثمار صاف، بينما لم تتجاوز المساعدة الإنمائية الرسمية غير 4 في المائة (وكانت في قطاعات كثيرة تقل عن 2 في المائة)[8].

مرفق البيئة العالمي وصندوق التكنولوجيا النظيفة والصندوق الأخضر للمناخ: مرفق البيئة العالمي، الذي تأسس عام 1991، هو كيان من كيانات الآلية المالية لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وهو يستهدف استثمارات إضافية صغيرة لمرة واحدة في مشاريع للتخفيف من آثار تغير المناخ تختبر وتوضح مجموعة متنوعة من النماذج التمويلية والمؤسسية لتعزيز نشر التكنولوجيا، ما يسهم في قدرة البلد المضيف للمشروع على فهم التكنولوجيات واستيعابها ونشرها[9]. وتنحو مشاريع تغيّر المناخ الممولة من صندوق الائتمان لمرفق البيئة العالمي إلى أن تكون متعلقة بتيسير إدخال التكنولوجيات إلى البلدان النامية أو نشر التكنولوجيات في مثل هذه البلدان وتوسيع نطاق تطبيقاتها. وقد استفاد كل من الأردن وتونس والجزائر ولبنان ومصر وموريتانيا والمغرب واليمن من مرفق البيئة العالمي لمشاريع الطاقة المتجددة، مثل مشروع تسخين المياه بالطاقة الشمسية في تونس، الذي أدى إلى زيادة بمقدار ثلاثة أضعاف في منشآت تسخين المياه بالطاقة الشمسية في البلاد، ومشروع الطاقة الشمسية الحرارية في مصر، الذي أدى إلى زيادة سنوية في توليد الكهرباء المتجددة بمقدار 35.1 جيجاواط في الساعة[10].

.Modern Communication Technology. © kentoh. Fotolia_ 123708582

أما صندوق التكنولوجيا النظيفة والصندوق الأخضر للمناخ، اللذان أنشئا في عامي 2008 و2010، فيُستخدمان أكثر للمشاريع الكبيرة. وفي حين يُستخدم كل من الصندوق الأخضر للمناخ ومرفق البيئة العالمي في مشاريع التخفيف من آثار تغيّر المناخ، ويُستخدم صندوق المناخ الأخضر أيضاً في المشاريع المصمّمة لمساعدة البلدان على التكيّف مع تغيّر المناخ الحاصل بالفعل[11]. وقد اختير لخدمة اتفاق باريس. ويرتبط صندوق التكنولوجيا النظيفة في معظم الحالات بمشاريع في البلدان المتوسطة الدخل[12].

المصارف الإنمائية المتعددة الأطراف: تشترك هذه المصارف مع نظم الابتكار الوطنية لتمويل مشاريع نقل التكنولوجيا.

التبعات المالية

تختلف أدوار التمويل العام والخاص في مجال نقل التكنولوجيا، فللتمويل العام أهمية خاصة في مشاريع البنية التحتية. وهو لا يزال مصدراً رئيسياً لتمويل مشاريع البنية التحتية للطاقة، بالنظر إلى أن هذه المشاريع تلبي الصالح العام وبسبب «الآثار الخارجية الإيجابية» الناجمة عن هذه المرافق.

مع ذلك، مع نمو نسبة الدين العام إلى الناتج المحلي الإجمالي وتفاقم العجز العام، اكتسى التمويل الخاص أهمية أكبر، فتجاوز في بعض البلدان التمويل العام ليصبح المصدر الرئيسي للتمويل. وتشمل الأمثلة على ذلك في المنطقة مشاريع الترابط بين المياه والطاقة في الأردن والإمارات العربية المتحدة.

ولا يخلو تحوّل التمويل من القطاع العام إلى القطاع الخاص من المخاطر. فمثلاً، عندما لا يكون هناك منافسون لشركات الطاقة الخاصة، يمكن لموزّع احتكاري أن يؤثر على سعر العرض تأثيراً بالغاً وأن يؤثر على حافظة الاستثمار في البنية التحتية للطاقة من حيث العائد والمخاطرة. ويمكن أيضاً أن يوقع عبء نسبة كبيرة من تكاليف شراء الطاقة على المستهلكين.

أما الشراكات بين القطاعين العام والخاص، فيمكن، على النقيض من ذلك، أن تأتي بفوائد لنوعي التمويل كليهما وتخفف من الجوانب السلبية. وتؤدي الشراكات بين القطاعين العام والخاص دوراً متزايد الأهمية في نقل التكنولوجيا. ويمكن أن تتألف من كيانات من مثل المنظمات غير الحكومية والشركات الخاصة والمؤسسات المالية الخاصة والهيئات الحكومية على الصعيدين المحلي والوطني. ومن الأمثلة على الشراكات بين القطاعين العام والخاص الشراكات والمشاريع التكنولوجية لتيسير تطوير أدوات مالية مبتكرة. وقد تلقى العديد من هذه الشراكات دعماً مالياً من بنوك التنمية المتعددة الأطراف أو من مرفق البيئة العالمي[13].

وفي المنطقة العربية، وخاصة في البلدان المصدرة للنفط، تشوّه معونات دعم مصادر الطاقة غير المتجددة السوق وتجعل خيارات الطاقة المتجددة أقل جاذبية بسبب السعر. ولذا لا تزال مشاريع الطاقة المتجددة تعتمد أساساً على التمويل الحكومي والمساعدة من المصارف الإنمائية[14].

نقل التكنولوجيا والبلدان العربية

الوجهات والثغرات الحالية

تهدف البلدان العربية إلى تنويع اقتصاداتها وتلبية أهداف الطاقة المتجددة والتصدي للتحديات التي تواجه الطاقة والمياه بكفاءة أكبر. ويتنامى الطلب في البلدان العربية على الخبرات في مجال تكنولوجيات الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الموارد، وقد لوحظت في السنوات الأخيرة الوجهات التالية:

- زيادة التمويل للأعمال والمنتجات المتعلقة بالطاقة المتجددة وبكفاءة استخدام موارد الطاقة وبالبيئة التي تدعم التكنولوجيات الجديدة؛
- المزيد من البحوث المتعلقة بتكنولوجيات الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الموارد في المؤسسات المحلية؛
- زيادة توفر الأموال للباحثين من خارج بلدانهم (مثلاً، من خلال الصندوق القطري لرعاية البحث العلمي والمؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا).

والعديد من الدول العربية أعضاء في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. وتعمل هذه الوكالة عن كثب مع المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في العديد من مشاريع الطاقة، ومنها مشروع حول معونات الدعم للطاقة وآخر يشمل جامعة الدول العربية ويهدف إلى تحسين التعاون وتيسير نقل التكنولوجيا بين المنطقة العربية وأمريكا الجنوبية. وفي نيسان/أبريل 2016، نظمت الإسكوا والوكالة، في سياق المؤتمر السادس للطاقة المتجددة في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، اجتماعاً لبحث تصنيع معدات الطاقة المتجددة في المنطقة العربية.

ويمكن تصنيف البلدان العربية تقريباً إلى أربع مجموعات حسب الحجم (من حيث الجغرافيا والاقتصاد والنظم البحثية) والنمو (من حيث التكنولوجيا والابتكار):

المجموعة الأولى- نظم بحثية كبيرة مع نمو بطيء (الجزائر ومصر والمغرب والمملكة العربية السعودية). وتميل نظم البحوث في هذه البلدان إلى المعاناة من درجة من القصور الذاتي.

المجموعة الثانية- صغيرة وديناميةومتكاملة (الأردن وتونس لبنان). وهي الأفضل أداء في المنطقة من حيث المنشورات ونمو الإنتاج. وبالمعايير الإقليمية، تزخر هذه المجموعة بأعداد كبيرة من الباحثين وبوضع جيد في مواضع محددة من الأنشطة المتعلقة بالابتكار.

المجموعة الثالثة- صغيرة جداً وسريعة التوسع (الإمارات العربية المتحدة والبحرين وقطر). وتتمتع هذه البلدان الصغيرة بناتج محلي إجمالي مرتفع جداً وتنفّذ سياسات تطوير تكنولوجي جريئة. وقد أقامت هذه البلدان جامعات تتحلى بوضوح الغرض بسبب ارتباطها ببعض الجامعات العالمية البارزة.

المجموعة الرابعة- وهي البلدان الـ 12 الباقية ولديها نظم بحوث متواضعة وغير متكاملة نوعاً ما. ومع أن أداء بعضها جيد في بعض المجالات، مثل تطوير المؤسسات الأكاديمية، إلاّ أن أداءها العام أقل بكثير مما هو منشود.

وقد خططت دول مجلس التعاون الخليجي لاستثمار 200 مليار دولار في 120 مشروعاً للطاقة المتجددة بين عامي 2010 و2030[15]. وتتطلب هذه الخطط نقل التكنولوجيا وتقف دولة الإمارات العربية المتحدة في المقدمة. فقد حددت المياه والطاقة المتجددة والنظيفة كقطاعات ذات أولوية في مجال الابتكار، مع التركيز بشكل خاص

.Abstract of world network, internet and global conection concept. © taw4. Fotolia_ 142867489

على إدارة المياه واقتصاداتها وتكنولوجيا الطاقة الشمسية والطاقة البديلة والعلوم الجيولوجية النفطية. وتشمل الموضوعات المحددة في مجالات التركيز الثلاثة، على التوالي، معالجة المياه الناجمة عن استكشاف النفط والغاز، وتحلية المياه بالطاقة الشمسية، ومعالجة المياه غير الصالحة للشرب. وتذكر سياسة البلد في مجال العلم والتكنولوجيا والابتكار على وجه التحديد الحاجة إلى دعم «مؤسسات نقل التكنولوجيا ورعاية الابتكار»[16].

وتعمل المملكة العربية السعودية على ضمان استفادة أكبر للصناعة وللشركات المحلية من نقل التكنولوجيا، مثلاً، من خلال اشتراط إشراك البحث والتطوير المحليين. وهذا يعني أيضاً إشراك الموظفين المحليين[17]. وتحصل المشاريع الناجحة على دعم مؤسسي قوي، حتى لو كان التمويل غير كاف. وفي عام 1984، أطلقت الحكومة برنامج التعويض الاقتصادي الذي يفترض بموجبه أن يعاد استثمار جزء معين من قيمة العقود الممنوحة لمتعاقدين دوليين في المملكة (يتعلق معظمها بالدفاع)[18]. وتوجّه البحوث المتقدمة في مجالات ذات أهمية اقتصادية رئيسية من خلال الخطة الوطنية للعلوم والتقنية والابتكار. وفي هذا السياق، مثلاً، تقوم أرامكو السعودية ومدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية معاً ببحث التقنيات المتقدمة لقطاع النفط والغاز وخاصة في إنتاج الوقود النظيف. وتشارك الشركة السعودية للصناعات الأساسية (سابك)، وهي أكبر منتج للبتروكيماويات في العالم، في مشروع «نقل وتوطين التكنولوجيا البتروكيماوية في المجتمعات المحلية في جميع أنحاء المملكة»[19].

أما المغرب فقد انتقت الموارد الطبيعية والطاقة المتجددة والزراعة ومصايد الأسماك والمياه كمجالات وطنية للبحوث ذات الأولوية[20]. ويعني انتشار المؤسسات البحثية أن بعض الصناعات لا تحظى باهتمام كاف، بينما يستفيد البعض الآخر، مثل الهندسة الزراعية والتعدين، أكثر من نقل التكنولوجيا.

وتقع مراكز نقل التكنولوجيا والابتكار في مصر تحت مظلة وزارة الصناعة والتجارة، وهي تهتم أساساً بنقل التكنولوجيات الجديدة من الخارج إلى الصناعة المحلية. وفي الوقت نفسه، تؤوي الجامعات المصرية مراكز تكنولوجيا وابتكار وتسويق تحت رعاية أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا. وتركّز هذه المراكز على نقل التكنولوجيا من الجامعات إلى الصناعة المحلية.

وفي العديد من البلدان العربية، تتعامل مؤسسات محددة مع نقل التكنولوجيا والبحوث في قطاعي المياه والطاقة. وهي تشمل: معهد البحث في الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة (المغرب)، ومعهد بحوث الطاقة (السودان)، ومعهد بحوث البترول المصري، ومعهد باستور تونس (تونس). وبالإضافة إلى ذلك، أطلقت الإسكوا في عام 2015 مشروعاً مدته ثلاث سنوات في كل من تونس وعمان ولبنان ومصر والمغرب لإنشاء مكاتب وطنية لنقل التكنولوجيا وتعزيز البحث والتطوير وتسويق نتائج البحوث.

مع ذلك، لا يزال هناك الكثير مما يتعين القيام به. فتمويل البحث والتطوير الموجّه نحو التكنولوجيا في المنطقة العربية غير كاف. وليست تكنولوجيات الطاقة المتجددة من خارج المنطقة مناسبة دائماً لبيئة المنطقة القاسية، كما تشكّل ضرورة إدماجها في التكنولوجيات القائمة وسلاسل التوريد تحديات جمّة. وقد أُهمل التدريب الأكاديمي والمهني، وفي أحيان كثيرة هناك افتقار إلى المراكز التقنية المصمّمة لتلبية احتياجات صناعات معينة[21]، ويمكن تحسين انتشار التكنولوجيات والتعاون التكنولوجي داخل البلدان وفيما بينها. ويعيق انعدام التعاون بين مراكز بحوث الطاقة المتجددة في المنطقة تطوير «كتلة حرجة من العلماء وفرق البحث وجماعة ممارسين وبراءات الاختراع والابتكارات أو الفتوح العلمية»[22].

وتقوم شركات الاستشارات والمقاولات والشركات الهندسية والصناعية الوطنية والإقليمية بدور هام في الحصول على التكنولوجيات المطلوبة وتنظيم إجراءات تقديم العطاءات للعقود وإيجاد شركات أجنبية مهتمة بالعمل مع المؤسسات المحلية. وينبغي تنفيذ هذه الأنشطة بطريقة تتسم بالشفافية والتنافسية. ويتعين على الدول توفير أطر لتيسير عمل تلك الشركات. ويعمل مركز الإسكوا للتكنولوجيا مع البلدان الأعضاء لتحقيق هذه الغاية.

وفي حين أثبتت المشاريع المشتركة لنقل التكنولوجيا بين المؤسسات الأكاديمية والصناعة في دول مجلس التعاون الخليجي نجاحها وكفاءتها على نحو متزايد من حيث طرح التكنولوجيات للتداول التجاري، فإن التجربة في المغرب العربي كانت مختلفة تماماً، ويرجع ذلك جزئياً إلى افتقار الدعم لمثل هذه الجهود التعاونية. ويوجّه معظم الدعم للبحث والتطوير والابتكار إلى الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم التي تشكّل الجزء الأكبر من الشركات وتولّد معظم الوظائف. وقد كان الاتحاد الأوروبي ولا يزال حريصاً على مساعدة بلدان المغرب على «رفع درجة البرامج» لمساعدتها على تحسين عملياتها وإنتاجيتها وقدرتها التنافسية من خلال التكنولوجيا المبتكرة. غير أنها كانت إلى حد كبير غير فعّالة، ويعود ذلك غالباً إلى الطريقة التي تدار بها. وبوسع استراتيجية بديلة التوجه إلى قطاعات عدة في وقت واحد، وذلك بدعم مشاريع استثمارية كبيرة في مجالات ذات قدرة تنافسية عالية (بما في ذلك تقديم دعم مباشر للشركات الكبرى) ودعم مشاريع مبتكرة في شركات صغيرة، أياً كان القطاع، على أساس منتظم وبما يتماشى مع نمو كل من هذه الشركات؛ ودعم شركات متوسطة الحجم (حوالي 300 موظف) تفتقر إلى القدرة الاستثمارية لكنها تتمتع بسجل حافل من النجاح التقني.

وقد كانت وحدات نقل التكنولوجيا التي أنشئت في جامعات في بلدان المغرب العربي مخيبة للآمال. فللافتقار إلى دعم فعّال من الجامعات نفسها وعدم القدرة على العمل بفعالية مع القطاع الخاص والصناعة والنظرة السلبية إليها، توقف العديد منها عن العمل أو أصابها الركود. وهناك استثناء واحد هو الوحدة في مدينة سطات في المغرب، التي تيسّر الشركات المبتدئة المحلية وتوفر خدمات دعم لأكبر شركة في البلاد، هي مجموعة المكتب الشريف للفوسفاط (OCP Group). ويشجع المغرب الآن نموذجاً مختلفا: مجموعات تركز على علوم الحاسوب والروبوتات والإلكترونيات. وعلى الرغم من ارتباط هذه المجموعات الوثيق بالمؤسسات الأكاديمية، إلا أنها تتمتع باستقلالية إدارية كاملة، وتبين أنها حتى الآن أكثر نجاحاً من وحدات نقل التكنولوجيا[23].

وهناك أمثلة كثيرة على تداعيات الفشل في نقل التكنولوجيا والدراية الفنية. فمثلاً، كان استخدام تكنولوجيات الري الموفّرة للمياه في شمال أفريقيا ولا يزال ضئيلاً جداً، إلى جانب ضعف عمليات نقل المعرفة، ووجود فجوة في الخبرات المحلية وعدم وجود حلول لتكييف التكنولوجيا مع العوامل المحلية (مثل هطول الأمطار وخصوبة التربة وطرق توصيل المياه). وتملك فرنسا ومصر قيمة مضافة زراعية مشابهة. مع ذلك، بينما تستخدم فرنسا 12 في المائة فقط من مياهها العذبة للزراعة، تستهلك مصر 86 في المائة من هذه المياه[24]. وفي الواقع، تُفقد نصف عمليات سحب المياه العذبة في مصر بسبب عوامل من مثل ضعف البنية التحتية والتلوث ومشاكل التوزيع[25].

الابتكار

في المنطقة العربية، كان يُنظر تاريخياً إلى الابتكار على أنه امتداد للبحث، خلافاً لما في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، حيث يُضطّلع به استجابة لمتطلبات معينة. مع ذلك، شهدت المنطقة العربية في السنوات الأخيرة تحوّلاً ملحوظاً في التمويل من البحوث إلى الابتكار، ويرجع ذلك جزئياً إلى تحسين الاتصال بين القطاع العام والصناعة وإلى تشجيع الابتكار في القطاع العام. وقد ساهمت الحكومات العربية بشكل متزايد في إنشاء تجمعات صناعية ومجمعات تكنولوجية ومراكز تكنولوجية وحاضنات، تكون في أحيان كثيرة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالجامعات المحلية. واعتمدت بلدان عدة في المنطقة سياسات للابتكار، لكنها كثيراً ما تكون محدودة الرؤية بالنجاح على المدى القصير. وحيثما لم يتحقق ذلك تلاشت هذه السياسات.

وعادة يكون هناك ارتباط إيجابي بين الناتج المحلي الإجمالي للبلد و«تصنيفه في قوائم الابتكار». وينطبق ذلك على الدول الصناعية الغربية، ويبدو أنه ينطبق أيضاً على البلدان العربية. فأداء البلدان المنتجة للنفط في المنطقة العربية ذات الناتج المحلي الإجمالي القوي أفضل بمعيار دليل الابتكار العالمي (الجدول 6) مقارنة بنظيراتها غير المنتجة للنفط

الجدول 6. قيم دليل الابتكار العالمي لبعض الدول العربية

	2016		2017		
البلد	الترتيب	القيمة	الترتيب	القيمة	صافي التغير في الترتيب
الإمارات العربية المتحدة	41	39.4	35	43.2	+6
المملكة العربية السعودية	49	37.8	55	36.2	-6
قطر	50	37.5	49	37.9	+1
البحرين	57	35.5	66	34.7	-9
الكويت	67	33.6	56	36.1	+11
لبنان	70	32.7	81	30.6	-11
المغرب	72	32.3	72	32.7	0
سلطنة عمان	73	32.2	77	31.8	-4
تونس	77	30.6	74	32.3	+3
الأردن	82	30.0	83	30.5	-1
مصر	107	26.0	105	26.0	+2
الجزائر	113	24.5	108	24.3	+5
اليمن	128	14.6	127	15.6	+1
المتوسط		**31.28**		**31.68**	

المصدر: Cornell, INSEAD and World Intellectual Property Organization, 2017.

الجدول 7. النماذج المؤسسية المدركة في البلدان العربية

النوع	البلدان	الملامح الرئيسية
نموذج الخليج	دول الخليج	حوكمة لامركزية موجهة نحو التجارة جامعات عامة مفتوحة للمعلمين الأجانب/الباحثين بحوث قائمة على التعاون الدولي مؤسسات للأبحاث
نموذج الشرق الأوسط	سوريا	حاكمية مركزية
	مصر	بحوث في مراكز أبحاث وجامعات عامة كبرى، وكذلك في جامعات دولية وخاصة
	العراق	جامعات عامة كبرى
نموذج المشرق العربي	لبنان	حاكمية لامركزية
	الأردن	تتركز البحوث في الجامعات الخاصة
نموذج المغرب العربي	الجزائر	حاكمية مركزية
	المغرب	جامعات عامة كبرى
	تونس	البحث أساساً في الجامعات ومعاهد البحوث العامة

المصدر: ESCWA, 2013.

التي يقل فيها الناتج المحلي الإجمالي بقدر كبير. ففي دليل عام 2016، احتلت منطقة غرب آسيا وشمال أفريقيا المركز الرابع، بمتوسط قيمته 33.9، وراء أمريكا الشمالية (58.1) وأوروبا (46.9) وجنوب شرق آسيا وشرق آسيا وأوقيانوسيا (44.6)، وهذا المتوسط يقلّ عن المتوسط العالمي البالغ 36.73. غير أنها حققت أداءً أفضل من أداء كل من أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي ووسط وجنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. وقد ارتفع متوسط القيمة للبلدان العربية ارتفاعاً طفيفاً في عام 2017. ويبين الجدول 6 القيمة للبلدان العربية وترتيبها حسب دليل الابتكار العالمي لعامي 2016 و2017. ولم تقدّم أي قيم للجمهورية العربية السورية والسودان والعراق وفلسطين وليبيا.

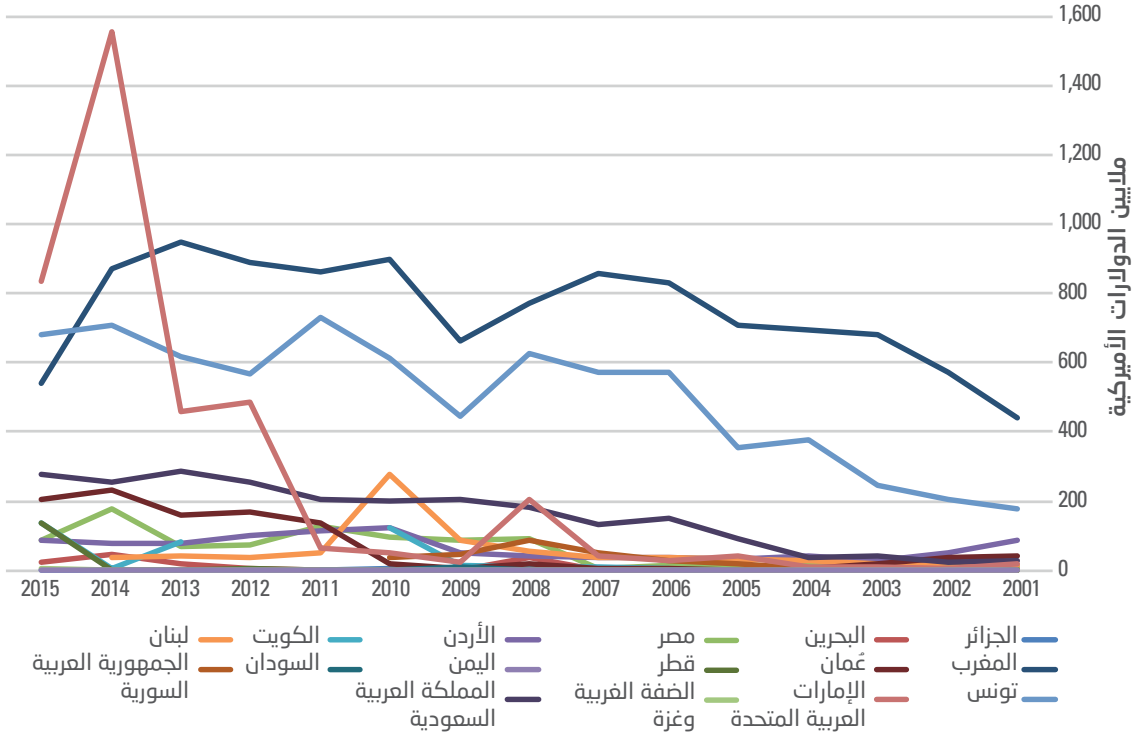
وأظهر مسح أجري في السنوات الأخيرة أن نجاح الريادية والابتكار في المغرب وتونس كان أكثر انتشاراً مما كان يُعتقد عادة. ومن المتوقع أن تظهر وجهات مماثلة في أجزاء أخرى من المنطقة أيضاً[26]. غير أن مسحاً مشابها في مصر أشار إلى عكس ذلك: نشاط ابتكاري قليل وبيئة اقتصادية أقسى مما في بلدان المغرب العربي[27].

وليس التحديد الكمي لنقل التكنولوجيا بالأمر السهل المباشر. أحد المعايير هو عدد الشركات القائمة على ابتكارات أكاديمية في منطقة معينة. غير أن بيانات كهذه ليست متوفرة إلا للبلدان ذات الدخل المرتفع. ولا يمكن تقييم التدابير المتخذة في المنطقة العربية لتذليل الصعوبات أمام الابتكار على نحو فعّال بسبب الافتقار إلى معايير للمقارنة. بل إن تقييم مبادرات كمثل الحاضنات ومجمعات التكنولوجيا أمر صعب، وذلك بسبب ندرة الإحصاءات المناسبة عن القطاع الصناعي. ويمكن استخدام مؤشرات أخرى، كالبيانات المتعلقة بعدد براءات الاختراع التي يودعها بلد ما. وستبحث هذه المؤشرات أدناه. وبالإضافة إلى ذلك، يصنف الجدول 7 البلدان العربية وفقاً لنماذجها المؤسسية المدركة.

مؤشرات نقل التكنولوجيا

لدى قاعدة بيانات البنك الدولي العديد من المؤشرات المتعلقة بالتكنولوجيا، مثل الإنفاق على البحث والتطوير (كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي) وعدد الباحثين في مجال البحث والتطوير (لكل مليون شخص) وعدد الأوراق في المجلات العلمية والتقنية. ومع ذلك، كثيراً ما تكون البيانات ذات الصلة للبلدان العربية غير متوفرة أو متوفرة جزئياً فقط. في هذا القسم، ندرس المؤشرات التي تستند على بيانات متكاملة ومتاحة حول نقل التكنولوجيا، ومقارنتها، حسب الاقتضاء، مع القيّم المقابلة لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

الشكل 4. صادرات البلدان العربية من التكنولوجيا المتقدمة



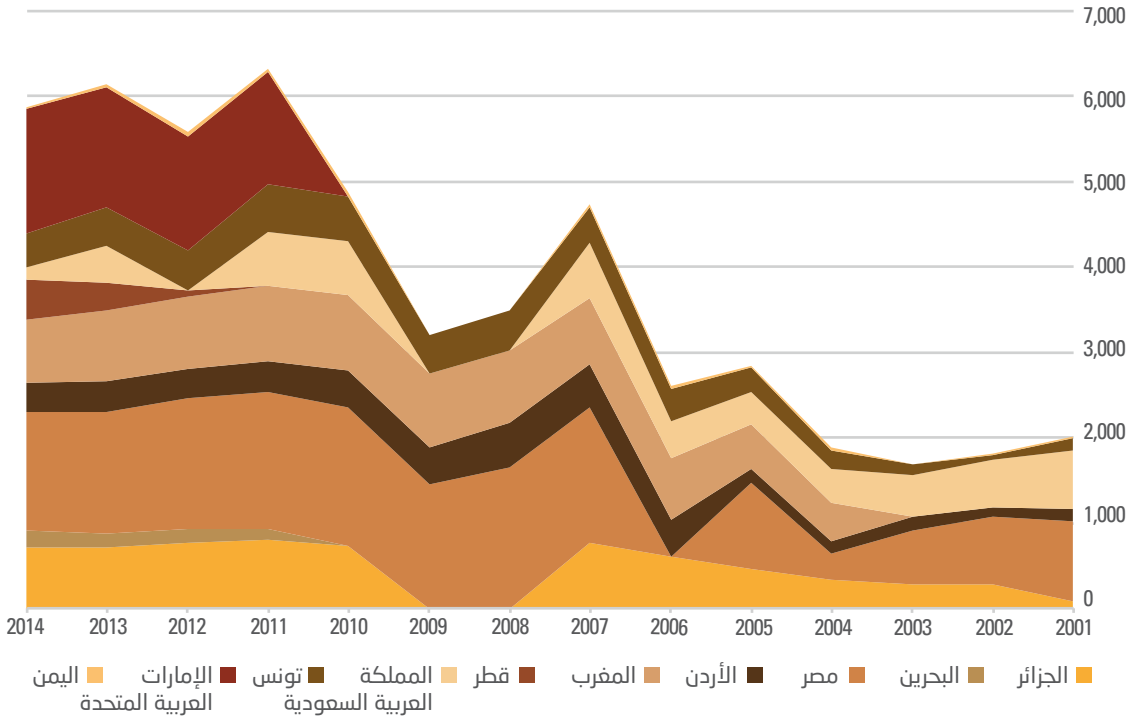
المصدر: The World Bank, 2017.

ويُعرّف البنك الدولي صادرات التكنولوجيا الرفيعة بأنها «منتجات تتطلب كثافة في البحث والتطوير، كما في صناعات الفضاء والحواسيب والأدوية والأدوات العلمية والآلات الكهربائية»[28]. ورغم أن معظم البلدان العربية شهدت زيادة في هذه الصادرات بين عامي 2001 و2015 (الشكل 4)، إلا أن عدداً قليلاً منها فقط كان جيد الأداء في هذا المجال. وتأتي في الصدارة الإمارات العربية المتحدة.

يحدد الشكلان 5 و6 تحديداً كمياً لطلبات البراءات المقدّمة من السكان من غير المقيمين ومن المقيمين[29] على التوالي في بلدان عربية مختارة. ويقارن الشكل 7 بين البلدان العربية والبلدان الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. ويتبين في حالة دول مجلس التعاون الخليجي، التي يشكل المغتربون الجزء الأكبر من سكانها، أن حجم طلبات البراءات المقدّمة من باحثين مغتربين أكبر من حجم الطلبات المقدمة من مقيمين، بينما العكس صحيح في باقي البلدان العربية. ويمكن أن يُعزى انخفاض طلبات البراءات في عامي 2008 و2009 إلى الأزمة المالية العالمية وإلى انخفاض أسعار النفط في ذلك الوقت، ما يدلّ على الصلة بين النمو الاقتصادي والنمو التكنولوجي.

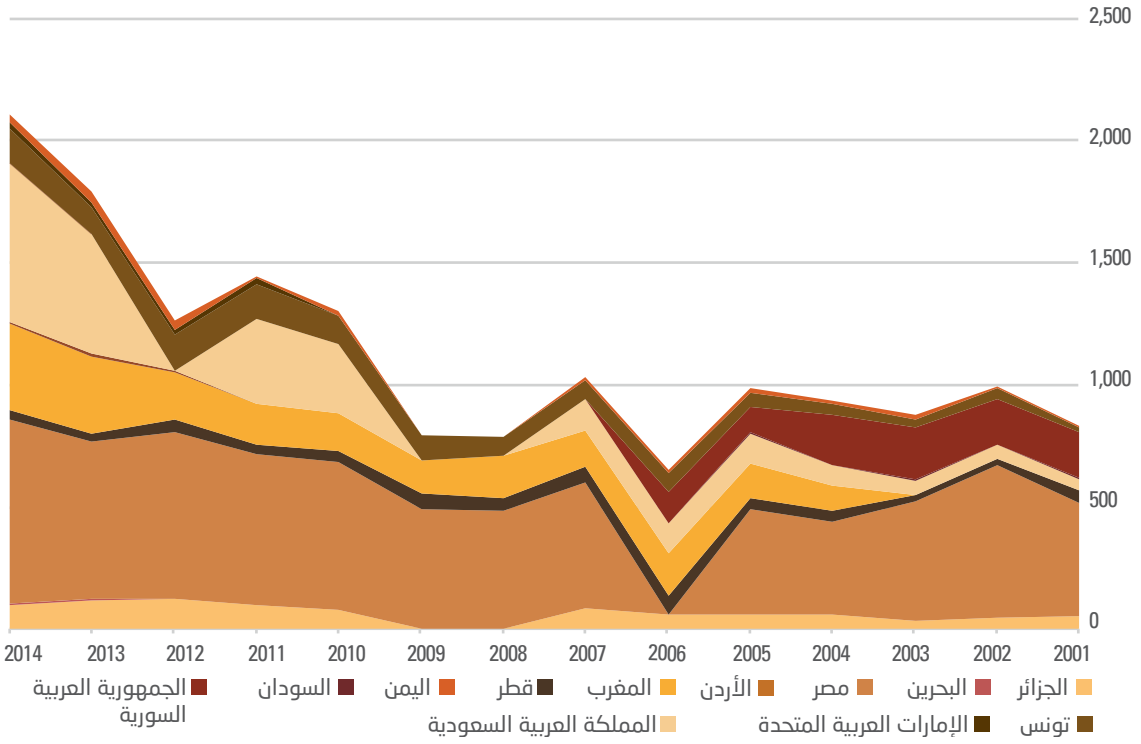
ويبين الشكل 7 أن حجم طلبات البراءات المقدمة من بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية أكبر بكثير من تلك المقدمة من البلدان العربية، حيث أن عدد طلبات البراءات التي يقدّمها السكان المقيمون أكثر من تلك التي يقدّمها غير المقيمين، وأن الاختلافات في حجم الطلبات بين الفئتين ثابتة إلى حد ما مع مرور الوقت. وفي البلدان العربية، تفوق الطلبات التي يقدمها غير المقيمين تلك التي يقدمها المقيمون، ويبدي الاختلاف بين الفئتين تبايناً كبيراً مع مرور الوقت، مقارنة ببلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. ومع أن طلبات البراءات في البلدان العربية آخذة في الارتفاع بشكل عام، وذلك مؤشر إيجابي، إلاّ أن واقع أن معظمها مقدّم من غير المقيمين يدعو إلى القلق من منظور استدامة البحث والتطوير على المدى الطويل، خصوصاً في دول مجلس التعاون الخليجي.

الشكل 5. طلبات البراءات المقدّمة من غير المقيمين في البلدان العربية



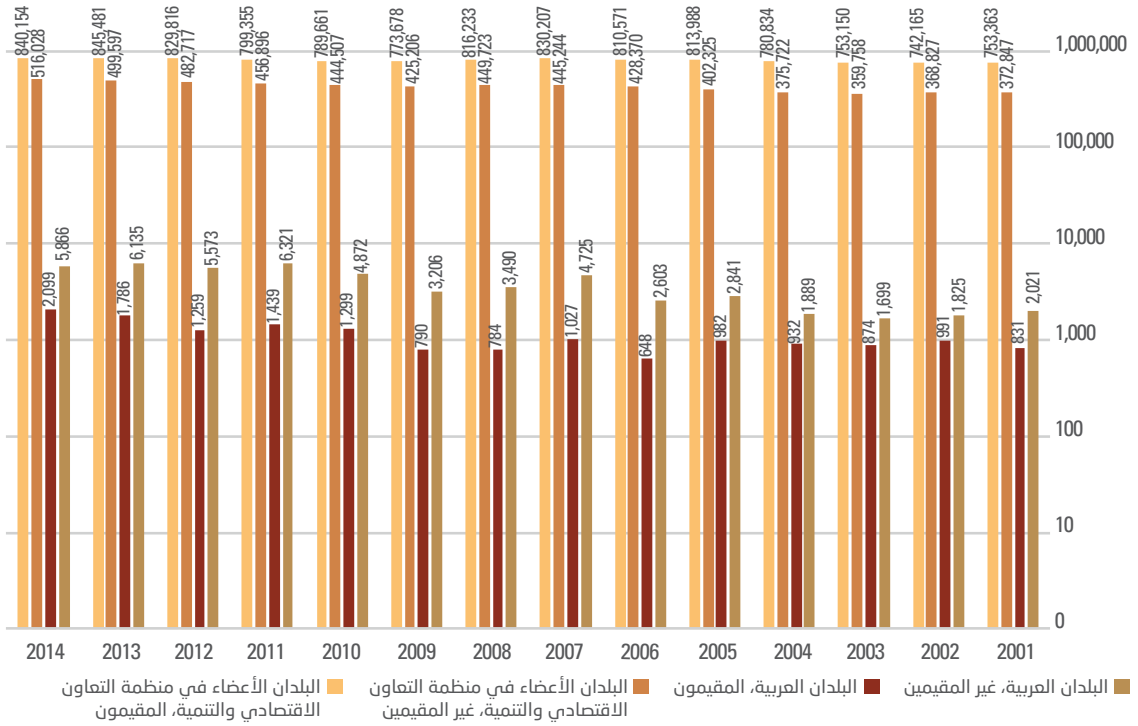
المصدر: The World Bank, 2017.

الشكل 6. طلبات البراءات المقدّمة من المقيمين في الدول العربية



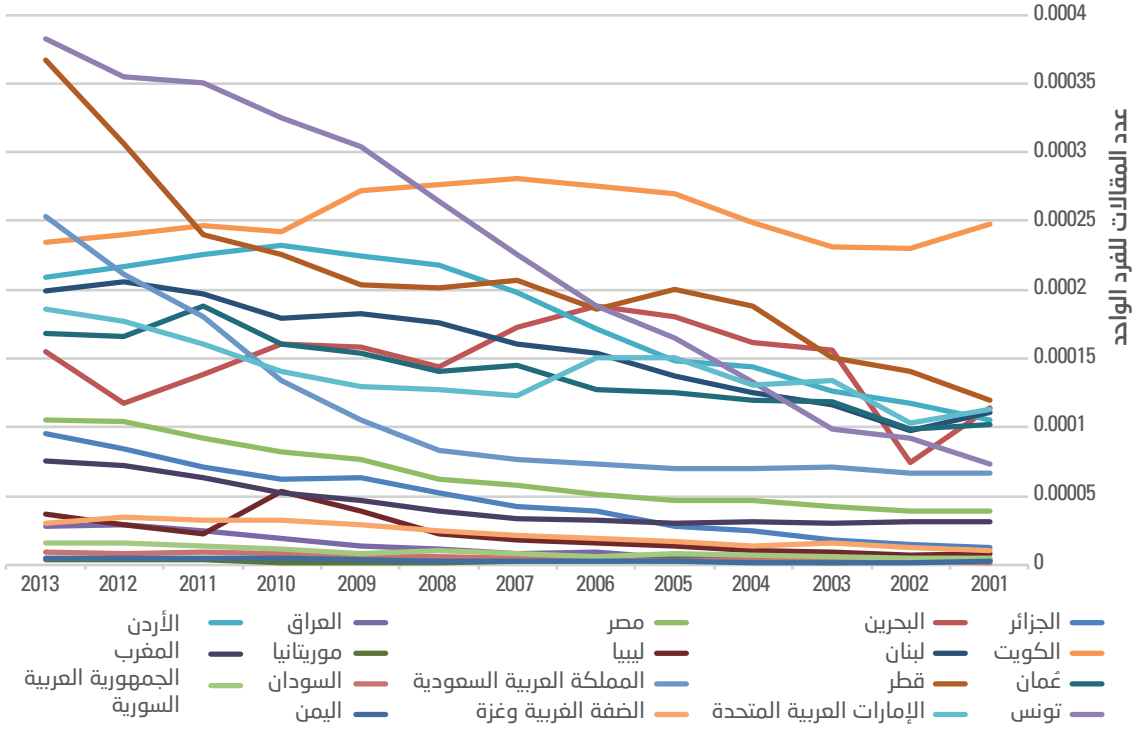
المصدر: The World Bank, 2017.

الشكل 7. طلبات البراءات المقدمة من المقيمين وغير المقيمين في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والبلدان غير الأعضاء في هذه المنظمة



المصدر: The World Bank, 2017.

الشكل 8. الأوراق المنشورة في مجلات علمية وتقنية في البلدان العربية



المصدر: The World Bank, 2017.

وقد تفوّق كل من تونس وقطر والكويت على باقي البلدان في المنطقة العربية في السنوات الأخيرة من حيث عدد الأوراق المنشورة في المجلات العلمية والتقنية للفرد الواحد (الشكل 8). وقد شهدت قطر على وجه الخصوص تحسناً ملحوظاً. غير أن هذه البيانات لا ترتبط بالضرورة بمعدلات النجاح في نقل التكنولوجيا والابتكار، كما هو الحال في تونس (انظر الجدول 6). ولذا، هناك حاجة إلى صورة أكثر شمولية.

يحاول الجدول 8، الذي يستند إلى تقييم قامت به الإسكوا وصدر في عام 2013، تقديم مثل هذه الصورة[30]. وقد أُجري التقييم لكل بلد عربي مع تحليل لمواطن القوة والضعف والفرص والتحديات وبحثٍ في مؤشرات الابتكار المختلفة. وقد حصلت تونس على أفضل تقييم عام، ويبدو عموماً أن بلدان المغرب العربي كانت أفضل أداءً وقت إجراء الدراسة، وتلتها بلدان مجلس التعاون الخليجي، ثم بلدان منطقة شرق المتوسط. وكان أداء ليبيا وموريتانيا والسودان واليمن ضعيفاً جداً في جميع الفئات، ومن هنا يمكنها أن تستفيد أكثر من غيرها من نقل التكنولوجيا من بلدان عربية أقوى. وكانت المملكة العربية

الجدول 8. العلوم والتكنولوجيا في الدول العربية

البلد	استراتيجية العلوم والتكنولوجيا والابتكار	الإنفاق على البحث والتطوير	الجامعات	المطبوعات	التعاون الدولي	الحاضنات	الابتكار في القطاع الخاص	الموارد البشرية	مشاركة الشتات
الجزائر	2	2	2	2	2	1	1	2	2
البحرين	2	2	1	1	1	1	2	2	1
مصر	3	1	1	2	2	1	2	2	1
العراق	2	1	1	1	1	1	1	2	1
الأردن	3	2	2	2	2	2	1	2	1
الكويت	2	2	2	2	1	2	1	1	1
لبنان	2	1	3	3	3	2	1	3	2
ليبيا	1	1	1	1	1	1	1	1	1
موريتانيا	1	1	1	1	1	1	1	1	1
المغرب	2	2	2	2	3	2	2	2	2
سلطنة عمان	3	2	2	1	1	1	1	1	1
فلسطين	2	1	2	2	2	2	1	2	2
دولة قطر	3	3	3	2	2	2	2	1	1
المملكة العربية السعودية	2	2	3	2	1	3	3	2	1
السودان	1	1	1	1	1	1	1	1	1
الجمهورية العربية السورية	2	1	1	1	1	1	1	1	1
تونس	3	3	3	2	3	1	2	3	1
الإمارات العربية المتحدة	3	2	2	2	2	1	1	1	1
اليمن	1	1	1	1	1	1	1	1	1

المصدر: ESCWA, 2013.

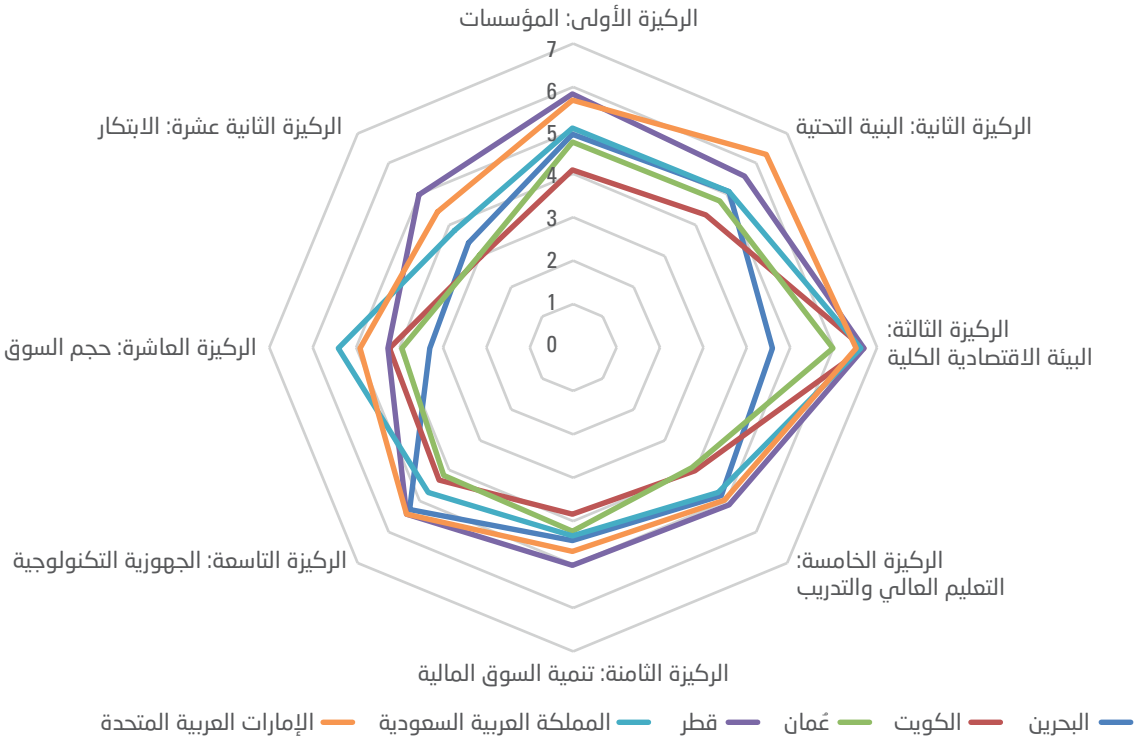
ملاحظة: 1= ضعيف؛ 2=متوسط؛ 3= قوي

السعودية الوحيدة التي اعتبرت قوية في «الابتكار في القطاع الخاص» و«في الحاضنات»، وكان لبنان البلد الوحيد الذي اعتبر قوياً فيما يتعلق بالمطبوعات.

ولا شك أن هذا الجدول لو جمع اليوم لأدى إلى نتائج مختلفة، إذ أن العديد من البلدان العربية نفّذ في السنوات الأخيرة برامج ومشاريع طموحة تتعلق بالعلوم والتكنولوجيا وريادة الأعمال والابتكار، وجميعها يسهّل نقل التكنولوجيا. فقد شهدت الكويت مثلاً تحسناً كبيراً في الدليل العالمي للابتكار بين عامي 2016 و2017 (الجدول 6)، إلا أن درجتها في الجدول 8 كانت متوسطة. مع ذلك، يلقي الجدول الضوء على الوضع في البلدان العربية بشكل عام وعلى المقارنة بين كل بلد والبلدان الأخرى.

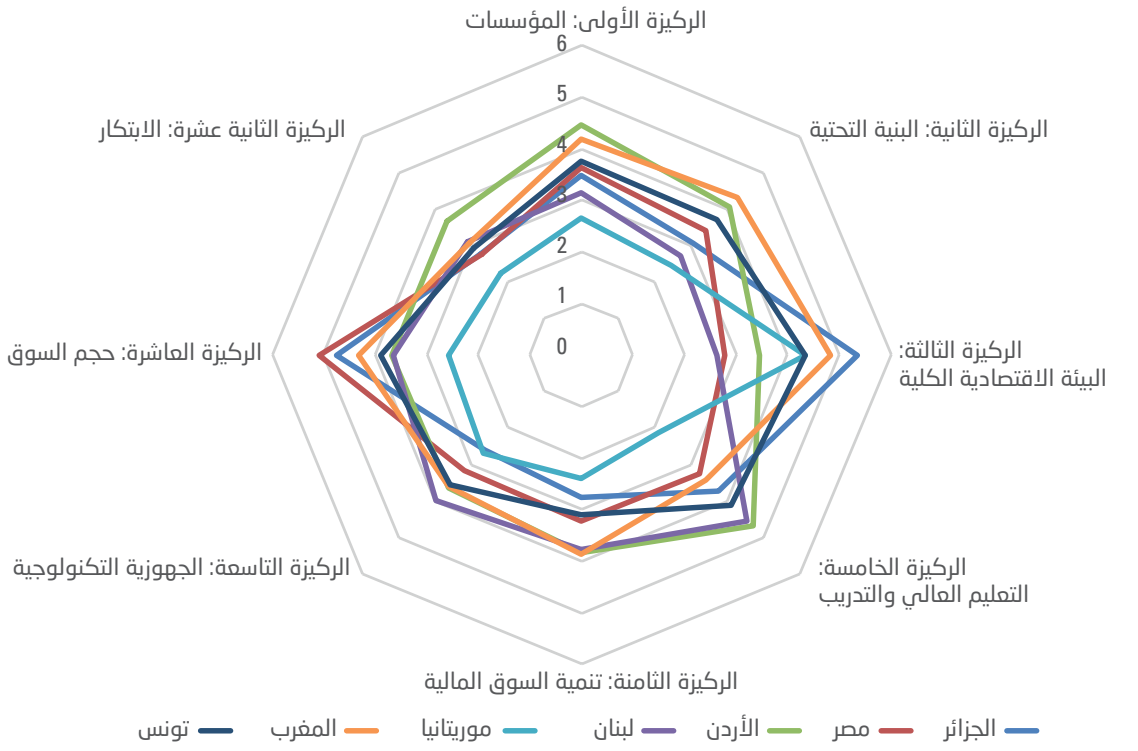
وهناك طريقة أخرى لتقييم قدرة نقل التكنولوجيا وهي من خلال البيانات التي جمعت لـ «أركان التنافسية الـ 12» التي اعتمدها المنتدى الاقتصادي العالمي. ويعرّف المنتدى التنافسية بأنها «مجموعة المؤسسات والسياسات والعوامل التي تحدد مستوى إنتاجية الاقتصاد، الذي بدوره يحدد مستوى الرخاء الذي يمكن أن يحققه البلد»[31]. ويجري أدناه تحليل الركائز الأكثر صلة بنقل التكنولوجيا فيما يتعلق ببلدان مجلس التعاون الخليجي (الشكل 9) وبالبلدان العربية غير الخليجية (الشكل 10). ويتبين أن أداء بلدان مجلس التعاون الخليجي أفضل بكثير من حيث البنية التحتية والمؤسسات والاستعداد التكنولوجي والابتكار من أداء البلدان غير الخليجية. ولا تبرز بلدان المغرب العربي في الشكل 9 بالقدر الذي يبرز فيه أداؤها في نقل التكنولوجيا في الجدول 8. وقد يعود ذلك إلى أن البيانات الواردة في الشكلين 9 و10 أحدث (2016). على أي حال، يقدم الجدول والشكلان معاً فكرة عن سرعة وتيرة التغير في المشهد التكنولوجي والابتكاري في البلدان العربية على مدى السنوات.

الشكل 9. الأداء في ركائز محددة للتنافسية: بلدان مجلس التعاون الخليجي



المصدر: Schwab, 2016.

الشكل 10. الأداء في ركائز محددة للتنافسية: البلدان العربية غير الخليجية



المصدر: Schwab, 2016.

دراسات حالة

يعرض هذا الجزء من النموذج دراسات حالة تتضمن أمثلة ناجحة على نقل التكنولوجيا لمشاريع تتعلق بالترابط بين المياه والطاقة. ومع أن معظم دراسات الحالة هذه يخص البلدان العربية باعتبارها متلقية للتكنولوجيا، إلاّ أن بعضها يعرض حالة بلدان خارج المنطقة لتقديم دروس مستفادة قد ينتفع بها في تنفيذ مشاريع نقل للتكنولوجيا مشابهة في البلدان العربية. وقد حاولنا اختيار دراسات حالة ممثلة للقطاعات المختلفة التي تغطيها مجموعة الأدوات.

تكنولوجيات كفاءة الطاقة

الكهرباء

في عام 2004، أطلق مشروع لتحديث التوربينات في الصين، الحريصة على تحسين كفاءة استخدام الموارد لتوليد الطاقة، وساهم في المشروع البنك الألماني KfW Entwicklungsbank بتمويل قدره 38 مليون يورو. وقد تم تحسين كفاءة ست من محطات توليد الكهرباء التي تستخدم الفحم والتي بلغ عمرها 20 عاماً، وذلك بخفض كمية الفحم اللازمة لكل كيلووات-ساعة من الطاقة المنتجة، ما أدى أيضاً إلى خفض كمية المياه التي تستهلكها المنشآت. وتحققت المكاسب في الكفاءة من اختيار عملية احتراق مُثلى

وتحسين كفاءة الموارد واستخدام تكنولوجيا ضغط منخفض. وفي وقت لاحق، استخدمت في محطات توليد كهرباء أخرى نظم قياس متنقلة وفّرت البيانات اللازمة لاختيار عملية الاحتراق المُثلى، ما وفّر لصناعة الطاقة في الصين منافع تجاوزت نطاق المشروع الأول[32]. ولم يتضمن المشروع، الذي بني على نجاح تكنولوجيا مشابهة استخدمت في أوروبا، إلاّ قدراً ضئيلاً من البحث والتطوير، وعليه، فهذا مثال على النشر الواسع النطاق لتكنولوجيات مُثبتة.

ومن المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي على «الفحم النظيف» بـ 15 في المائة بحلول عام 2040[33]، وينظر بعض البلدان العربية إلى الفحم كوسيلة لتنويع مصادر الطاقة لديها. وتعتزم هيئة كهرباء ومياه دبي إنشاء محطة توليد كهرباء تعمل بالفحم بقدرة 2400 ميغاواط، وتلك خطوة نحو تحقيق هدفها المتمثل بإنتاج 7 في المائة من الكهرباء من الفحم بحلول عام 2030. ومن المخطط الانتهاء من المحطة بحلول آذار/مارس 2023، باعتبارها مشروعاً مشتركاً، تملك فيه الهيئة 51 في المائة، وتملك الباقي شركة أكوا باور في المملكة العربية السعودية وشركة هاربين إلكتريك الصينية[34].

تحلية المياه

في أكبر مشروع مشترك له مع مصر منذ الستينيات، سيوفّر الاتحاد الروسي تكنولوجيا لمحطة لتوليد الكهرباء وتحلية المياه تعمل بالطاقة النووية في الضبعة. ومن المتوقع أن تكون في المحطة أربع وحدات نووية بقدرة 1200 ميغاواط، ينتج كل منها ما يصل إلى 170 ألف متر مكعب من المياه العذبة يومياً. وسيجعل المشروع مصر الدولة الوحيدة في المنطقة العربية التي تملك الجيل الثالث+ من التكنولوجيا النووية.

في شباط/فبراير 2015، وقعّت هيئة محطات الطاقة النووية في مصر وشركة روس آتوم فيما وراء البحار (هي شركة تابعة لمؤسسة روس آتوم الحكومية الروسية للطاقة النووية) اتفاقاً بشأن المشروع. وأعقب ذلك اتفاق حكومي دولي في تشرين الثاني/نوفمبر 2015 يتعلق بالتعاون في تشييد وتشغيل المحطة. كما وقع الجانبان مذكرة تفاهم حول تطوير البنية التحتية النووية الجديدة حسبما تقتضيه المبادرة. وتتناول هذه الوثائق معاً تزويد المفاعلات بالوقود النووي وإدارة الوقود المستعمل وتشغيل المحطة وصيانتها وتقديم المساعدة للسلطات المصرية في وضع اللوائح التنظيمية والمعايير المتعلقة باستخدام الطاقة النووية.

وقد بُحث موضوع بناء محطة نووية في مصر أول مرة في عام 1964. ووضعت خطط لبناء محطة في الضبعة في الثمانينات، ولم تدخل حيز التنفيذ بعد كارثة تشيرنوبيل. بعد ذلك، وفي عام 2010، استُكملت صياغة المناقصة بشأن اختيار التكنولوجيا لأول محطة للطاقة النووية في البلاد. وقد أدت الانتفاضات العربية في عام 2011 وما أعقبها من عدم استقرار سياسي إلى توقف ذلك العمل. ومن بين الميزات التي تتمتع بها مصر العدد الكبير من المتخصصين في التكنولوجيا النووية[35]. وعلى الرغم من أهمية القدرات البشرية في نقل التكنولوجيا، إلاّ أن ضعف القدرة التنظيمية لدى الدولة قد يشكّل عائقاً كبيراً. فلا بد من أن تكون هناك حكومة مستقرة لوضع المعايير والقواعد المطلوبة.

وقد أنشئ في الاتحاد الروسي في عام 2014 مجلس لتحديد التكنولوجيات الملائمة لتحلية المياه بالطاقة النووية، بهدف العمل مع شركاء دوليين على بناء هذه التكنولوجيا وتمويلها. ووفقاً لوكالة الطاقة الدولية، «قد تكون تكنولوجيا المفاعلات الصغيرة أساسية لنشر تكنولوجيا تحلية المياه القائمة على الطاقة النووية»، ويمكن أن تساعد هذه التكنولوجيا على خفض التكاليف[36]. مع ذلك، ينبغي أخذ السلامة بالاعتبار. فمثلاً، يمكن استخدام حلقة عزل لضمان ألا تصل أي مادة مشعّة إلى مياه الشرب المنتجة[37]. وهناك طرق مختلفة لعزل نظام التحلية، لكنها جميعها تعني زيادة في التكاليف الرأسمالية.

.Businessman hand pressing innovation button on a touch screen interface. © twobee. Shutterstock_ 75461950

وستكون تقنية التحلية التي ستستخدم في مشروع الضبعة مختلطة: تناضح عكسي وتقطير متعدد الآثار. وتساعد هذه المنشآت المختلطة على تقليل استهلاك الطاقة وإنتاج كل من مياه العمليات المعالجة ومياه الشرب[38]. ويستهدف هذا المشروع تحقيق كفاءة في استخدام الطاقة والمياه على حد سواء. ومن المزايا الأخرى للنظام المختلط أنه يُسهّل مرحلة ما بعد المعالجة بخلط المياه المنتجة من المحطتين كلتيهما، إذ يصبح بالإمكان الوصول إلى درجة الحرارة الأمثل لمياه تغذية محطة التناضح العكسي باستخدام مياه للتبريد من محطة التقطير المتعدد الآثار، ويمكن تشغيل محطة التقطير المتعدد الآثار في الحد الأدنى، ما ييسّر قيام محطة التناضح العكسي بتغطية ذروات الاستهلاك. وتعتمد المساهمة المُثلى لكل محطة على الوضع المعيّن في الضبعة، إذ ينبغي أخذ الخصائص الاجتماعية والإقليمية والبيئية والتقنية بالاعتبار[39].

يصف هذا المشروع، كمثال للتكنولوجيا التي تيسّر تحقيق أمن المياه والطاقة، نقل تكنولوجيا لا تزال قيد الإعداد. فالتكنولوجيا النووية الوحيدة المستخدمة حالياً في مصر هي التي في مفاعلين بحثيين: مفاعل 2 ميغاواط حصلت عليه مصر من الاتحاد السوفياتي آنذاك في عام 1961 ومفاعل 22 ميغاواط اشترته من الأرجنتين في عام 1998. ولدى اكتمال هذا المشروع، فإنه قد يشكل مثالاً تحتذيه بلدان عربية أخرى، خصوصاً تلك التي لا تملك موارد وقود أحفوري كبيرة مثل الأردن. وقد شاركت بلدان مثل تونس والمغرب والمملكة العربية السعودية في دراسات تحلية مياه نووية في الماضي[40]، ما يدل على اهتمام البلدان العربية بهذه التكنولوجيا. ويمكن تيسير التحلية النووية في المنطقة من خلال التعاون بين البلدان في مجالات مثل البحث والتطوير والأطر القانونية وتطوير القوى العاملة.

المياه ومعالجة المياه العادمة

كان برنامج ديبورانت DEPURANT، الذي استغرق ثلاث سنوات وأنشئ في شباط/فبراير 2003، مبادرة من التوجيه الإطاري الأوروبي المعني بالمياه. وكان هدفه تحقيق إدارة مستدامة للمياه العادمة في المناطق الريفية في الاتحاد الأوروبي وتوفير تكنولوجيا لامركزية لمعالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها، إلى جانب منتجات أخرى لعملية المعالجة. وكان يلزم أن تكون التكنولوجيا رخيصة (بما في ذلك أن تكون تكاليف الطاقة منخفضة)[41]، وسهلة التركيب والاستخدام وأن ترفق بها أداة لتوجيه مُشغّليها.

وقد نفذّ اثنا عشر مشروعاً تجريبياً في إسبانيا والبرتغال وفرنسا. وكان الهدف الآخر للبرنامج هو المشاركة المباشرة للسكان في المناطق المستهدفة. ولذا، انخرطت شبكة من المؤسسات في وضع الاستراتيجيات وتيسير تدريب مستخدمي التكنولوجيا في المستقبل ونشر المعلومات عن التكنولوجيا وإعداد مواد للتوزيع[42]. واشتركت في المشروع، الذي شارك في تمويله البرنامج الأوروبي INTERREG IIIB «منطقة المحيط الأطلسي»، مراكز البحوث والسلطات المحلية والشركات والرابطات المهنية. ولعب معهد جزر الكناري للتكنولوجيا دوراً رائداً. ويشار إلى التكنولوجيا المستخدمة بـ «نظم الاسترداد الطبيعي».

وكان برنامج ديبورانات مقسّماً إلى أربعة أجزاء: تجريب وعرض الجوانب التكنولوجية والاجتماعية والبيئية لاسترداد المياه العادمة بواسطة نظم الاسترداد الطبيعي؛ ودراسة السوق ودراسة الجدوى الاقتصادية والبيئية لنظم الاسترداد الطبيعي؛ ومنهجية لتحديد إمكان تطبيق نظم الاسترداد الطبيعي في أي إقليم معين؛ وتطوير أدوات دعم لصنع القرار[43].

وقد ساعد البرنامج على تيسير التعاون بين الباحثين والسلطات والمستخدمين النهائيين لتكنولوجيا نظم الاسترداد الطبيعي. وتجعل هذه الصلات من الممكن مواصلة نجاح عملية نقل التكنولوجيا، كما أنها ساهمت في الاندماج الاجتماعي في المجتمعات المحلية التي استخدمت فيها. وتؤكد تجربة ديبورانات أن التواصل السليم مع أصحاب المصلحة وضمان تلبية التكنولوجيا للمتطلبات المحلية يحسّنان فعالية نقل التكنولوجيا.
ووفرت نظم الاسترداد الطبيعي معالجة كافية للمياه العادمة من حيث إزالة المواد الصلبة والعناصر الغذائية. وأتاحت نوعية النفايات السائلة استخدامها في ري المحاصيل وللأغراض البيئية ولاستعادة الأراضي الرطبة الطبيعية. وتبين أن النفايات السائلة يمكن أن تدمج بشكل مرضي في النظام البيئي المحلي، دون أن تشوش الحياة البرية أو تسبب روائح.

كما تبين أن التكاليف التشغيلية، التي تشكّل تكاليف اليد العاملة جزءاً كبيراً منها، أقل مما هي عليه في النظم التقليدية. ولم تتفاوت تكاليف الاستثمار تفاوتاً كبيراً مع نوع التكنولوجيا المستخدمة، ولم تمثل المعدّات سوى جزء بسيط من تلك التكاليف. وبالإضافة إلى ذلك، ينخفض التباين في تكاليف الاستثمار والتشغيل مع زيادة عدد من تخدمهم نظم الاسترداد الطبيعي. كما أن استخدام المياه المستردّة وغيرها من المنتجات الثانوية في الري والزراعة يولّد مصادر دخل إضافية للمجتمع المحلي، مثل زراعة الزهور التجارية.

وأدى تنفيذ برنامج ديبورانات إلى تطوير برمجيات جديدة. وتأخذ هذه البرمجيات بالاعتبار المتغيرات المختلفة المرتبطة بنظم معالجة المياه العادمة الصغيرة النطاق (مثل متطلبات نوعية النفايات السائلة حسب الوجهة/الوظيفة المقصودة ومتوسط التكاليف)، فيمكنها بذلك أن تساعد على تحديد التكنولوجيا المثالية للمعالجة[44].

وتبين نتائج مشروع ديبورانات «إمكانية عالية لتنفيذ محطات لمعالجة المياه العادمة منخفضة التكلفة»[45] في المناطق الريفية في الأطلسي الأوروبي. ويمكن استخدامها بقدر مساوٍ لمعالجة قضايا الترابط في أمن المياه والطاقة في المناطق الريفية في بلدان عربية مثل مصر والمغرب واليمن.

القطاعات الصناعية والتجارية والمؤسسية

صمّم برنامج كفاءة استخدام الطاقة في قطاع البناء في منطقة البحر المتوسط لتعزيز إجراءات كفاءة الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة في قطاع البناء في بلدان جنوب وشرق المتوسط (ومنها الأردن وتونس والجزائر وفلسطين ولبنان وليبيا ومصر والمغرب). وقد صمم المشروع بتمويل من الاتحاد الأوروبي لمساعدة البلدان في إطار الآلية الأوروبية للجوار والشراكة وأيضاً لتيسير التعاون بين تلك البلدان نفسها. وهناك مبادرة مشابهة، هي الرابطة المتوسطية للوكالات الوطنية للتحكم في الطاقة، التي لديها مرصد لكفاءة الطاقة.

واتخذ العمل شكل حوار حول السياسات بين أصحاب المصلحة، مثل مرافق ووزارات الطاقة ومشاريع التمويل ومبادرات إدارة المعرفة وغيرها من الأنشطة. وقد عمل المشروع على بناء القدرات المؤسسية وتطوير التكنولوجيا والتعاون في مجال الأعمال والشروع في مشاريع تجريبية ومعالجة قوانين البناء في المنطقة وتقديم التدريب التقني[46]. ومن الشركاء في كونسورتيوم المشروع الوكالة الألمانية للتعاون الدولي والوكالة الفرنسية لإدارة البيئة والطاقة والشركة الاستشارية إكوفيس Ecofys (تعمل في مجالات الطاقة والطاقة المتجددة وتغير المناخ).

وقد صمم البرنامج على مرحلتين. ففي المرحلة الأولى، من عام 2006 إلى عام 2009، دُعمت مشاريع تجريبية شيّدت فيها 10 مبان منخفضة الطاقة في جميع البلدان الشريكة. وحصلت ستة منها على الجائزة العالمية للطاقة الوطنية. ونشرت نتائج تلك المشاريع التجريبية على نطاق واسع من خلال حلقات عمل إقليمية واجتماعات للمستثمرين ومشاورات ومعارض وطنية. وهدفت المرحلة الثانية، من عام 2010 إلى عام 2016، إلى تنفيذ تدابير كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة في المباني. وبالإضافة إلى العمل على تطوير الأعمال والأطر التنظيمية، مع تقديم التدريب والخبرة دعماً لبرامج البناء الرئيسية.

ومن بين المشاريع المدعومة مشروع عيادة الطاقة والبيئة المتنقلة في الأردن، الذي نفذته غرفة صناعة عمان. وهو يهدف إلى تحسين كفاءة استخدام المياه والطاقة في المصانع. وشمل الشركاء شركات استشارية في مجال الطاقة وشركات في مجال خدمات الطاقة والمؤسسة الأردنية لتطوير المشاريع. وكانت الفكرة هي أن تقوم العيادة بإجراء تدقيق تفصيلي في الطاقة والمياه المستخدمة في المصانع وتقييم إمكانيات التحسين. وعند الاقتضاء، توصي بعد ذلك بوسائل لتحسين كفاءة الطاقة في المصنع المعني، بما في ذلك تقديم معلومات عن التكاليف والمؤشرات والاستثمار.

وقد تفاوتت مدة عمليات التدقيق، كما تفاوتت التكلفة التي غطت غرفة صناعة عمان نصفها. وقدمت المؤسسة الأردنية لتطوير المشاريع منحاً لتغطية 50 في المائة من تكاليف التنفيذ، بحد أقصى قدره 10 آلاف دينار أردني. كما أعفيت المصانع المعنية من الضرائب والرسوم الجمركية على معدات ترشيد استهلاك الطاقة والطاقة المتجددة. وقد قدر الوفر الناتج عن تنفيذ المشروع عام 2014 بحوالي 11 مليون دينار أردني. وقُيّم أثر المشروع من خلال استبيانات للمصانع المشاركة. وساعد المشروع على التوعية، مثلاً من خلال ورش عمل ونشرات غرفة صناعة عمان الإخبارية[47].

ويمكن تكرار النموذج الذي يمثله الأردن في القطاعات الصناعية في جميع البلدان العربية. وبصورة أعم، أكّد مشروع كفاءة استخدام الطاقة في قطاع البناء في منطقة البحر المتوسط جدوى نقل التكنولوجيا من خلال التعاون بين بلدان البحر الأبيض المتوسط. ويمكن للبلدان العربية مثل تونس والجزائر أن تستفيد من تجارب بلدان مشابهة لها في المناخ مثل إسبانيا وإيطاليا.

.binary stream. © Photobank gallery. Shutterstock_ 9623992

ضخ ونقل المياه

هناك مبادرة أخرى مرتبطة بمشروع كفاءة استخدام الطاقة في قطاع البناء في منطقة البحر المتوسط هي مشروع بقيمة 32 مليون يورو لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في سلطة المياه الأردنية. وقد انضمت السلطة إلى كيانات خاصة لتحسين أداء الطاقة باستخدام الابتكار التقني والاقتصادي والمؤسسي. وأجريت دراسات تجريبية في محطات الضخ وقُدمت المساعدة لتطوير واختبار نموذج تشغيل للتعاقدات لتحسين أداء الطاقة في محطات الضخ. وكانت الفكرة أن سلطة المياه ستخفّض تكاليف الطاقة التي تتكبدها، وفي الوقت نفسه تيسّر جهود خفض غازات الدفيئة وخفض متطلبات توليد الكهرباء.

وقد موّلت المشروع أولاً الوزارة الفيدرالية الألمانية للبيئة وحفظ الطبيعة والسلامة النووية كجزء من مبادرة المناخ الدولية التي تتبناها والتي تلعب دوراً رئيسياً في الوفاء بالتزامات ألمانيا بشأن تمويل المناخ بموجب اتفاقية التنوع البيولوجي، ما يمكنها من تمويل مشاريع نقل التكنولوجيا المصممة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. وقدمت الوزارة والوكالة الألمانية للتعاون الدولي والوكالة اليابانية للتعاون الدولي منحا، وساهم القطاع الخاص باستثمارات تسدد باستخدام التعاقدات على أداء الطاقة.

وشملت المرحلة الأولى من المشروع تدقيق الطاقة في محطات الضخ الرئيسية في محافظات ثلاث. ونفذت التوصيات التي نجمت عن ذلك من خلال عقود موقعة بين الكيانات ذات الصلة. وشملت المرحلة الثانية، التي شارك فيها القطاع الخاص أيضاً، تنفيذ الاستراتيجيات الموصى بها في بعض محطات الضخ.

وبلغ الوفر من تكلفة كيلوواط ساعة من المحطة 0.07 دولار/كيلوواط-ساعة، مع توفير أكثر من 500 ألف ميغاواط من الطاقة. وانخفضت فاتورة الكهرباء السنوية لسلطة المياه بنحو 16 مليون دينار أردني، كما انخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو 60 ألف طن سنوياً. وقامت الوكالة الألمانية للتعاون الدولي وسلطة المياه برصد وتقييم عمليات المشروع. كما أجري تقييم خارجي له. ويسّرت المعدات الجديدة التي ركّبت كجزء من المشروع إلى حد كبير جمع بيانات استهلاك الكهرباء اللازمة لإجراء تقييم دقيق لأثر المشروع.

ويمكن لكافة البلدان العربية الاستفادة من هذا النوع من نقل التكنولوجيا لجعل نظم ضخ المياه لديها أكثر كفاءة في استخدام الطاقة. والواقع أن ذلك يمكن أن يصبح الآن موضوعاً لنقل التكنولوجيا بين البلدان العربية.

تكنولوجيات تحقيق كفاءة المياه

الكهرباء

تكنولوجيا الفحم المُنشّط المتجدد ReACTTM

يزداد استخدام محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم في المنطقة العربية، وخاصة في دول مجلس التعاون الخليجي. وتكنولوجيا الفحم المُنشّط المتجدد هي إحدى الطرق النظيفة لتوليد طاقة من الفحم. وقد طوّرت هذه التكنولوجيا في ألمانيا في السبعينات، ثم طبقت تجارياً في اليابان. وهي تحقق الالتقاط المتزامن للزئبق وأكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين في وعاء واحد[48]. ويبلغ معدل كفاءة إزالة أكسيد الكبريت 98 في المائة، والزئبق أكثر من 90 في المائة، وأكسيد النيتروجين بين 20 في المائة و40 في المائة[49].

وهذه التكنولوجيا نظام تنظيف جاف تماماً، إذ لا يتجاوز استهلاكها للمياه 1 في المائة من الكمية اللازمة في النظم التقليدية لإزالة الكبريت من غازات المداخن الرطبة. كما أن لها مزايا إضافية، فهي تنتج حامض الكبريتيك، وهو منتج ثانوي قيّم؛ ولا تولّد النفايات الصلبة التي تنتجها النظم التقليدية، ما يجنب تكبّد تكاليف التخلص منها؛ وتتطلب حداً أدنى من التعديلات في المحطة بسبب سهولة إدماجها في المحطات القائمة. أضف إلى ذلك أنها توفر مجموعة من الخيارات لخفض أكسيد النيتروجين، وتعيد تدوير الفحم المنشّط بشكل متكرر كجزء من العملية. وفي الواقع، يتحسّن أداء الفحم المنشّط مع مرور الوقت[50].

تشمل محطات الطاقة التي تستخدم هذه التكنولوجيا محطة Nordjylland في الدنمارك ومحطة الطاقة الحرارية إيسوغو Isogo في اليابان. ووجد تقرير عام 2015 أن إيسوغو أنظف محطة لتوليد الطاقة تعمل بالفحم في العالم من حيث الانبعاثات، التي تمكن مقارنتها بالانبعاثات من محطات الدورة المركبة التي تعمل بالغاز الطبيعي[51]. وستكون محطة ويستون لتوليد الطاقة العامة في ولاية ويسكونسن بقدرة 21 ميغاواط الأولى في الولايات المتحدة الأمريكية التي تعمل بهذه التكنولوجيا[52].

وكما نجح نقل هذه التكنولوجيا من اليابان إلى الولايات المتحدة، يمكن نقلها إلى البلدان العربية، ما يساعد على معالجة الترابط بين المياه والطاقة في قطاع الطاقة القائمة على المحطة الناشئة لتوليد الكهرباء باستخدام الفحم. ويمكن أن تحسّن كثيراً كفاءة استخدام المياه في المحطات التي يجري بناؤها أو المخطط لها في الإمارات العربية المتحدة ومصر[53]، كما في المحطات العاملة بالفعل، أساساً في المغرب. وقد ألغت عُمان في عام 2010 خططاً لمشروع مياه وطاقة قائم على الفحم بسبب المخاوف البيئية، لكنها تخطط مرة أخرى لمشروع طاقة يعمل بالفحم[54].

نظام المُبرّد ثيرموسيفون المختلط للتخلص من الحرارة الزائدة TSCHS

في عام 2011، بدأ معهد بحوث الطاقة الكهربائية في كاليفورنيا، بتمويل من مكتب الابتكار التكنولوجي التابع له، برنامج ابتكار تكنولوجي للحفاظ على المياه كبرنامج استراتيجي طويل الأجل. ويهدف المشروع إلى الحد من اعتماد المحطات البخارية لتوليد الطاقة الكهربائية على الإمدادات المحلية من المياه العذبة عن طريق تحديد وتطوير تكنولوجيات مبتكرة تساعد على توسيع موارد المياه المتاحة أو الحفاظ على المياه. وفي عامي 2011 و2012، أرسل المعهد طلبات للحصول على معلومات عن التكنولوجيات المتعلقة، مثلاً، بالتبريد الموفّر للمياه واستخدام حرارة النفايات. فتلقى 114 مقترحاً من جميع أنحاء العالم. وفي النهاية، اختيرت للتمويل خمسة تكنولوجيات تتعامل مع عملية التبريد في محطات توليد الطاقة.

وكانت إحدى تلك التقنيات نظام المُبرّد ثيرموسيفون المختلط لتوفير المياه في محطات توليد الطاقة، واسمه التجاري الجديد الآن نظام التبريد المختلط بلوستريم BlueStream. وقد طور المعهد هذه التكنولوجيا بالتعاون مع شركة جونسون كونترولز Johnson Controls. وفيها يوضع المُبرّد مباشرة بعد وحدة مكثّف البخار لتبريد الماء الساخن مسبقاً قبل تبريده أكثر في برج التبخير، ما يؤدي إلى انخفاض استهلاك المياه في البرج. وهذا المُبرّد هو جهاز جاف للتخلص من الحرارة، ما يساهم في خفض استهلاك المياه. ويُركّب النظام بسهولة في محطات الطاقة الجديدة أو القائمة، بما في ذلك محطات الطاقة النووية، في وحدات، وعلى مراحل تدريجية على النحو المطلوب، ما يتطلب الحد الأدنى من الانقطاعات في المحطة خلال عملية التركيب. وتتناول دراسات الجدوى والدراسات التجريبية العوائق المحتملة المتعلقة باختيار المُبرّدات والتصميم الاقتصادي والتشييد وتنفيذ التكنولوجيا على نطاق تجاري[55].

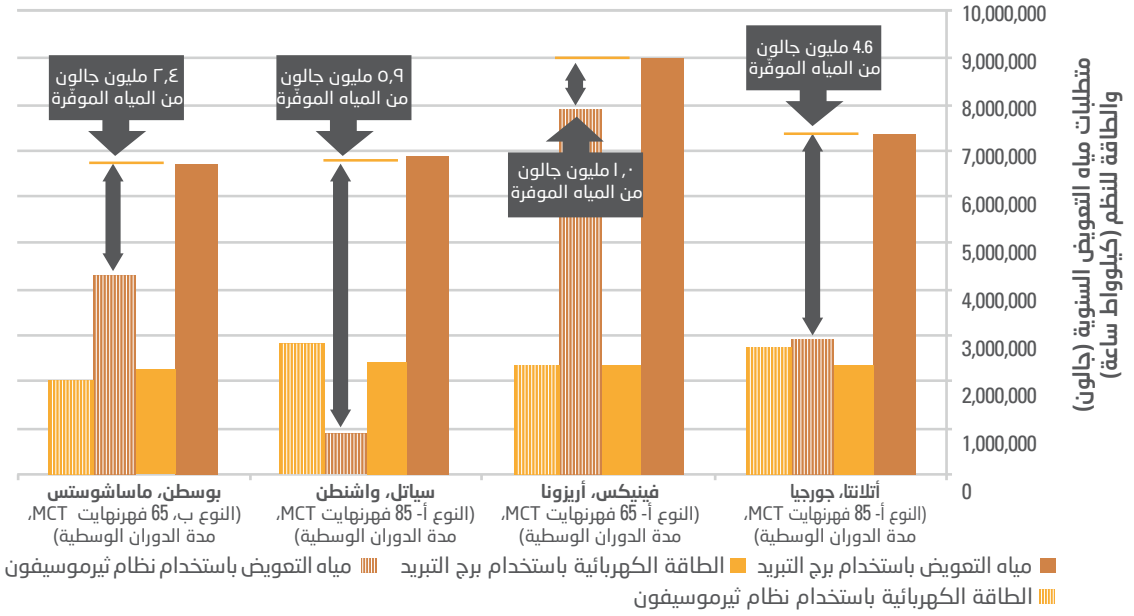
وقد وفر المعهد لجونسون كونترولز إرشادات فنية وأشرف على دراسة جدوى شملت اختبار النظام في محطة لتوليد الكهرباء قدرتها 500 ميغاواط. وتبين أن تخصيص أدوار محددة لجميع الشركاء عامل رئيسي في نجاح نقل التكنولوجيا.

وقد طُبّقت هذه التكنولوجيا في محطات توليد للكهرباء في أتلانتا وبوسطن وفينيكس وسياتل في الولايات المتحدة. وفي جميع الحالات، انخفض استهلاك المياه بدرجة كبيرة (الشكل 11). ولكن يبدو أن استخدام الطاقة ازداد إلى حد ما (الشكلان 11 و12)، ولكن انخفضت مع ذلك التكاليف الكلية للمرافق.

وهناك إمكانات كثيرة لاستخدام بلوستريم BlueStream في المنطقة العربية، وخاصة في البلدان الأكثر اكتظاظاً بالسكان، كالجزائر ومصر. وبالإضافة إلى محطات توليد الطاقة، يمكن استخدام هذه التكنولوجيا لتوفير نظم تبريد موفّرة للمياه لمحطات التبريد (الموجودة في جميع البلدان العربية) ولمراكز البيانات (الموجودة في معظم البلدان العربية، وخاصة في مصر والمملكة العربية السعودية) وحتى في مصانع تجهيز البتروكيماويات.

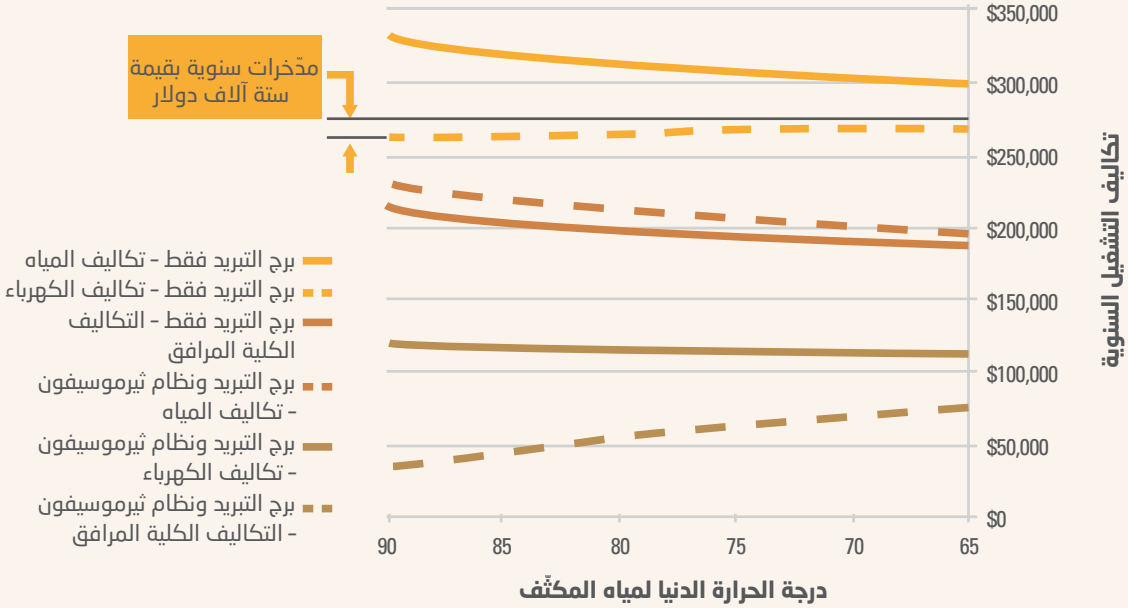
ولا يدعم معهد بحوث الطاقة الكهربائية مشاريع نقل التكنولوجيا فحسب، بل يقدم جوائز سنوية لنقل التكنولوجيا إلى أعضاء المعهد في جميع أنحاء العالم الذين طبقّوا بحوث المعهد، وقادوا مشاريع نقل التكنولوجيا في مجالات إمداد الطاقة واستخدامها. ويمكن البدء في منح جوائز مشابهة في المنطقة العربية كوسيلة لتشجيع بيئة أكثر مواتاة لنقل التكنولوجيا.

الشكل 11. الوفر السنوي من المياه والطاقة للنظم التي تستخدم برج التبريد مقارنة بتلك التي تستخدم نظام ثيرموسيفون



المصدر: Carter, 2014.

الشكل 12. تكاليف التشغيل السنوية للنظم التي تستخدم برج التبريد مقارنة بتلك التي تستخدم نظام ثيرموسيفون



المصدر: Carter, 2014.

النفط والغاز

في عام 2016، أعلنت شركة أوسيس ووتر Oasys Water، الشركة الرائدة عالمياً في حلول الأغشية لمعالجة المياه العادمة الصناعية، عن تكنولوجيا كليرفلو ClearFlo™ الجديدة. وتعمل منصة كليرفلو على تحسين عملية التناضح الأمامي بزيادة التدفق إلى أكثر من الضعف، ما يحسّن بدوره كفاءة الطاقة ويساعد على تقليل تكاليف دورة الحياة. وتيسّر التكنولوجيا أيضاً إعادة استخدام المياه العادمة. وقد عملت أوسيس ووتر بشكل وثيق مع صناعة النفط والغاز منذ عام 2014، مثلاً، بالشراكة مع شركة أويلويل فاركو Oilwell Varco، فزوّدت التكنولوجيا لقطاع النفط والغاز في خليج المكسيك. وفي عام 2016، افتتحت الشركة مكتباً لها في دبي لدعم أنشطتها في المنطقة العربية، حيث أخذ عدد مشاريع استخراج النفط والغاز التقليدية وغير التقليدية يزداد.

كذلك عملت شركة غراديانت كوربوريشن Gradiant Corporation، وهي شركة بدأها اثنان من خريجي معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، مع شركاء في الصناعة لتسويق تكنولوجيا استخراج الغاز الناقل الخاصة بها. وتعالج التكنولوجيا المياه المستخرجة والمنتجة الناجمة عن استخراج الغاز لإعادة استخدامها، وذلك عن طريق تبخير المياه من مجرى المياه العادمة ثم تكثيفها لاحقاً في مكان آخر. وفي عام 2014، كانت التكنولوجيا تستخدم لمعالجة المياه المنتجة في محطة لاستخراج الغاز غير التقليدي غرب تكساس والحصول على مياه عذبة من خلال تحلية المياه. ويمكن تحسين نوعية المياه وفقاً لمتطلبات المحطة. وعلى عكس تكنولوجيا أوسيس ووتر، لا يستخدم هذا النظام الأغشية، ما يجعله أكثر فعالية من الناحية الحرارية. كما أنه يمكّن خفض استهلاك الطاقة بشكل عام[56].

ومن شأن هذه التكنولوجيات أن تجعل قطاع النفط والغاز في العالم العربي أكثر كفاءة في استخدام المياه. وتحتاج البلدان العربية إلى دعم هذه الشركات التي تساهم في تيسير نقل التكنولوجيا.

تكنولوجيات الطاقة المتجددة

تحلية المياه

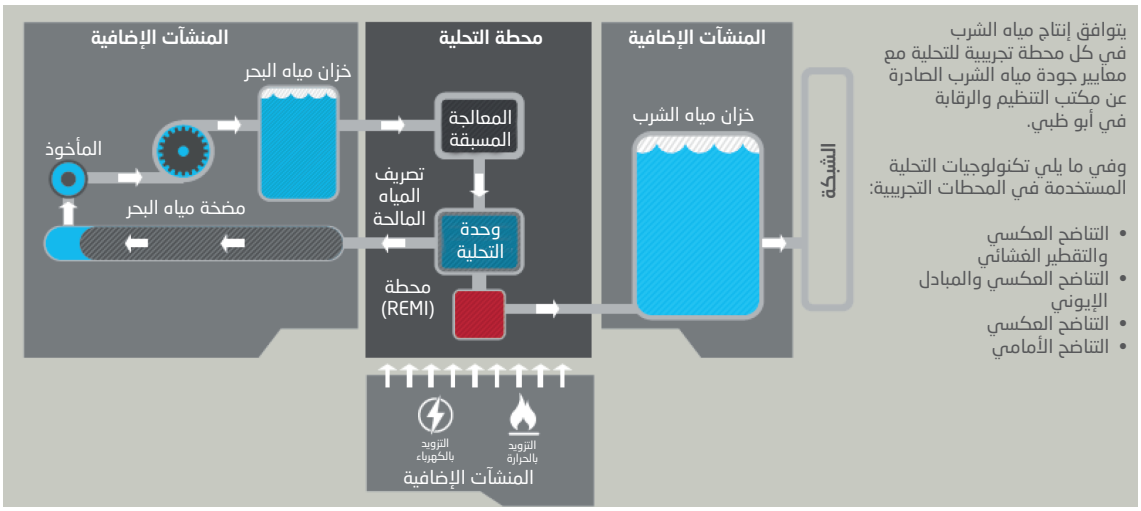
في عام 2013، أطلقت «مصدر»، إحدى شركات أبو ظبي، برنامجها التجريبي لتحلية المياه بالطاقة المتجددة، وهو مثال بارز على نجاح نقل التكنولوجيا. وقد بدأ العمل في غنتوت، أبو ظبي، في عام 2015. ويهدف هذا البرنامج، الذي تموله حكومة أبو ظبي وشركاء في الصناعة، إلى تطوير تكنولوجيات تحلية مياه تتسم بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة. ومن المخطط له إنشاء مرفق تجاري وتشغيله بحلول عام 2020، وبعد ذلك إنشاء محطات تحلية مياه تعمل بالطاقة المتجددة في دولة الإمارات العربية المتحدة ودول عربية أخرى.

وتعمل شركة «مصدر» مع العديد من الشركاء على مجموعة من التقنيات المتقدمة لتحلية مياه البحر يمكن تشغيلها جميعاً بالطاقة الشمسية (الجدول 9). ويقوم كل شريك باختبار تكنولوجياته في الظروف نفسها (الشكل 13). ويقوم شريك خامس، شركة ماسكارا نت Mascara NT للمياه المتجددة، باختبار حل غير متصل بشبكة الكهرباء ودون بطاريات، وهو مثالي للمناطق النائية. وتدير شركة «مصدر» المشروع وتنسّق مع أصحاب المصلحة في أبو ظبي، ويدعم معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا البرنامج بمشاريع بحثية.

وخلال المرحلة التجريبية (2015-2017)، اختبر كل شريك تكنولوجيات في محطات تجريبية لتحلية المياه على نطاق صغير (كل منها ينتج 1500 متر مكعب من مياه الشرب يومياً). وستبدأ مرحلة التنفيذ والتطوير المقرر إجراؤها بعد عام 2017 على تسويق التكنولوجيات الناجحة وفقاً لمعايير محددة مسبقاً. فمثلاً، حُدّد هدف لاستهلاك الطاقة لا يزيد عن 3.6 كيلوواط في الساعة لكل متر مكعب من المياه المنتجة، ويفضل تشغيل المحطات فقط بواسطة طاقة متجددة.

ومن المتوقع أن يؤدي التنفيذ على نطاق واسع إلى توفير الطاقة والتكاليف بنحو 94 مليون دولار سنوياً لأبو ظبي، على افتراض أن 15 في المائة من سعة تحلية المياه الجديدة ستُلبى من خلال استخدام تكنولوجيات

الشكل 13. رسم تخطيطي لمحطة مصدر الرائد التجريبية لاختبار تكنولوجيات التحلية



المصدر: Ramahi, 2016.

الجدول 9. دراسات البحث والتطوير المرتبطة ببرنامج مصدر الرائد لتحلية المياه بالطاقة المتجددة

الشركة	Abengoa Water اسبانيا	Veolia Water فرنسا	Suez Environment، فرنسا	Trevi Systems، الولايات المتحدة الأمريكية
النطاق	تقييم عمليات التلوث في وحدات التقطير الغشائي	تطوير الإزالة السِعويّة للأيونات من المياه المنتجة بالتناضح العكسي (بعد التمرير الأول) لتجنب نظم التمرير المزدوج في التناضح العكسي.	تطوير تصميم أمثل لمحطة تناضح عكسي تعمل بالطاقة الشمسية باستخدام التكنولوجيات العملية والمجدية اقتصادياً	تطوير واختبار أغشية التناضح الأمامي على درجات حرارة مرتفعة وتقنيات التصنيع
النتائج المتوقعة	• استراتيجيات لتقليل التلوث • تقرير عن تقييم وتشخيص الأخطاء وإصلاحها للمحطات التجارية	• عرض وحدة تنتج 100 لتر/ساعة في بيئة مختبر • تحديد تحسينات على مواد الإلكترودات؛ • تقييم الميل إلى التلوث البيولوجي • تصميم أساسي لمحطة تناضح عكسي + إزالة سِعويّة للأيونات تنتج 20 ألف متر مكعب/في اليوم	• معالجات وترتيبات مُثلى لمحطات التناضح العكسي التي تعمل بالطاقة الشمسية • التخفيض الأمثل لتكلفة المياه المنتجة من محطات التناضح العكسي التي تعمل بالطاقة الشمسية • سيناريوهات تصميم متعددة لمحطات التناضح العكسي التي تعمل بالطاقة الشمسية (المتصلة بالشبكة وغير المتصلة بالشبكة)	• وصفة لتركيبة وهيكل أغشية تناضح أمامي متقدمة * • تحقق تجريبي من نماذج أغشية • تقنيات تصنيع جديدة *
موعد الإتمام المتوقع	حزيران/يونيو 2017	آذار/مارس 2017	كانون ثاني/يناير 2017 **	آذار/مارس 2016 **

المصدر: Ramahi, 2016.
ملاحظات: * تم الحصول على نتائج بالفعل؛ ** أنجز بالفعل.

الطاقة المتجددة الكفؤة. ويستفيد الشركاء من الدعم المالي الذي توفره شركة «مصدر» ومن فرصة إثبات نجاعة تكنولوجياتهم في منطقة قاحلة تعتمد على تحلية المياه لتوفير إمدادات مياه مستمرة. وتعتزم «مصدر» دعوة المزيد من الشركات لتطوير واختبار تكنولوجيا تحلية مياه متقدمة تعمل بالطاقة المتجددة، ما سيؤدي إلى توسيع عملية نقل التكنولوجيا. وفوائد معالجة الترابط بين المياه والطاقة بهذه الطريقة واضحة. ففي منطقة يوجد فيها ما يقرب من نصف سعة تحلية المياه في العالم[57]، هناك إمكانات كبيرة للتكنولوجيات التي اختبرت في برنامج مصدر. ويمكن إنشاء برامج مشابهة لنقل التكنولوجيا في بلدان عربية أخرى.

طاقة الرياح

يمكن نقل تكنولوجيا طاقة الرياح عبر آليات مختلفة، إذ يمكن استيراد المكونات عن طريق التجارة الدولية؛ أو يمكن لمصنعي المكونات إنشاء شركات تابعة في البلد المتلقي باستخدام الاستثمار الأجنبي المباشر؛ أو يمكن للشركات المحلية والأجنبية تشكيل مشاريع مشتركة؛ أو يمكن ترخيص شركات محلية لإنتاج المكونات.

وفي الهند، كثيراً ما تستخدم التجارة الدولية لاستيراد تكنولوجيا طاقة الرياح. ولكن نظراً لارتفاع الرسوم الجمركية، استخدمت أيضاً خيارات أخرى لنقل التكنولوجيا المطلوبة[58].

في عام 2009، احتلت الهند المرتبة الخامسة في العالم من حيث السعة التراكمية لمحطات طاقة الرياح وحجم سوق طاقة الرياح فيها. وحققت الحكومة الهندية بسهولة هدفها المتمثل بإنتاج 10500 ميغاواط من محطات طاقة الرياح في البلاد بحلول عام 2012. وقد قدرت القدرة الممكنة لطاقة الرياح في البلاد بـ 45 ألف ميغاواط على الأقل.

ويقدم مركز تكنولوجيا طاقة الرياح تدريباً عالي الجودة على «تقييم موارد الرياح وتقييم التصاميم وإصدار الشهادات والاختبار الكامل لنوع مولدات توربينات الرياح». ويسمح للكيانات الخاصة (ومعظمها من مصنعي توربينات الرياح) بإجراء تقييم لموارد الرياح خاص بها، رهناً بإجازته من مركز تكنولوجيا طاقة الرياح، ما أدى إلى اكتشاف المزيد من المواقع الممكنة المناسبة لتوليد طاقة الرياح[59].

وقد كان تاريخ تطوير طاقة الرياح في الهند منذ أوائل التسعينات متفاوتاً، لكن الحكومة الهندية تعمل على تهيئة الظروف المواتية لاجتذاب الاستثمارات من القطاعين العام والخاص، بما في ذلك منح إعفاءات ضريبية وتعرفة تدفع لكل كيلوواط-ساعة لمشاريع طاقة الرياح المتصلة بالشبكة التي تقل قدرتها عن من 49 ميغاواط. كما سعت الحكومة إلى تشجيع تصنيع توربينات الرياح. وقد عدّلت الرسوم الجمركية لجعلها أكثر جاذبية لاستيراد مكونات توربينات الرياح بدلاً من استيراد توربينات مجمّعة بالكامل. كما وضع برنامج وطني لإصدار شهادات لتوربينات الرياح تعكس المعايير العالمية.

وتقوم شركة سوزلون Suzlon المهيّمنة على صناعة توربينات الرياح ببيع التوربينات في جميع أنحاء العالم. وقد أنشأت الشركة، ومقرها الدنمارك، شبكة تعلّم عالمية من خلال ترتيبات ترخيص مع شركات دولية ومرافق بحث وتطوير وتصنيع. وعلى الرغم من أنها تشارك على نطاق واسع في الجهود الدولية في مجال البحث والتطوير، إلاّ أنها تعتمد أساساً في إنتاج مكونات التوربينات على قاعدة التصنيع التابعة لها الموجودة في الهند.

وكانت سوزلون قد بدأت عملياتها في عام 1995، عندما حصلت على تكنولوجيا توربينات الرياح من خلال اتفاقية تعاون تقني مع شركة سودويند Südwind الألمانية، التي وفرت معرفتها التقنية مقابل عوائد مالية. وفي عام 2001، حصلت سوزلون على ترخيص من Aerpac B.V لتصنيع ريش التربنية. كما حصلت على نماذج ودعم تقني من شركة Enron Wind Rotor Production B.V.، ما مكّنها من صنع نموذج آخر من الريش. وفي عام 2006، اشترت شركة هانسن Hansen، وهي شركة بلجيكية كانت في ذلك الوقت ثاني أكبر مصّنع في العالم لصناديق التروس. كما وقعت سوزلون اتفاقاً مع شركة Winergy AG، الموردة الأولى لصناديق التروس في الهند. ومن خلال التركيز على توسيع قدراتها الإنتاجية، تمكنت سوزلون من إنتاج منتجات أكثر تنافسية، ما يعطيها ميزة إذ تتوسع في أسواق كسوق الولايات المتحدة.

وقد أنشأت شركات معدات طاقة رياح أجنبية أخرى، مثل إنيركون Enercon وفيستاس Vestas وبيونير وينكون Pioneer Wincon وغوداوات Ghodawat Energy وجنرال إلكتريك General Electric وسيمنز Siemens، منشآت لتصنيع التوربينات في الهند تعمل في مشاريع مشتركة أو بموجب ترخيص أو من خلال شركات تابعة. وكمؤشر على قوة الصناعة في الهند، تقوم بعض الشركات الدولية بتصنيع أكثر من 80 في المائة من مكونات توربيناتها في الهند وتصدرها إلى أنحاء العالم.

تتمتع دول عربية، مثل الجزائر وليبيا، بإمكانيات رياح كبيرة. وتحقق مصر أسعار رياح على الشاطئ من بين الأدنى في العالم[60]. وبالفعل، استحوذت سعة توليد طاقة الرياح المركبة (2020 ميغاوات) في البلدان العربية في عام 2016 على حصة (0.87 في المائة) من الطاقة المركبة الكلية أكبر من حصة الطاقة الشمسية (880 ميغاواط؛ 0.38 في المائة)[61]. وتتوفر لكثير من البلدان العربية أطالس الرياح، التي تساعد على تقييم إمكانات موارد الرياح في المواقع المختلفة.

وتبين حالة الهند كيف يمكن تيسير التصنيع والتوزيع عندما تتهيأ الظروف المناسبة. ويمكن أيضاً أن تُنشأ هذه الظروف في البلدان العربية. وقد أخذ كل من مصر والمغرب يحذو حذو الهند في هذا المجال.

كما أن حالة الأردن مثيرة للاهتمام أيضاً، إذ ييسّر المركز الوطني لبحوث الطاقة نقل تكنولوجيا طاقة الرياح بطرق متنوعة. فهو يوفر التدريب وورش العمل لتعزيز مهارات القوى العاملة، ويوفر مرافق المختبرات، ويعمل مع المنظمات المحلية والدولية لتنفيذ المشاريع، ويقدم خدمات استشارية فنية تتعلق بطاقة الرياح. كما يعمل مع الاتحاد الأوروبي لإنشاء محطة لمعايرة ورصد المراوح ومكوناتها. وقد قام المركز بنشر نظم لضخ المياه ومعالجتها تعمل بطاقة الرياح ويقوم بصيانة مثل هذه النظم لحساب سلطة المياه المحلية. وهو أيضاً «يعمل على تصميم وتصنيع المراوح الصغيرة وأجزائها، ونقل تكنولوجيا التصنيع إلى القطاع الصناعي الخاص»[62].

النفط والغاز

يجري في عُمان بناء إحدى أكبر محطات الطاقة الشمسية في العالم لتوليد جزء هام من الطاقة التي ستستخدم في عمليات الاستخلاص المعزز للنفط. ومن المتوقع أن تكون محطة «مرآة» للطاقة الشمسية فور اكتمالها في عام 2022 أكبر مشروع للاستخلاص المعزّز للنفط في العالم. وستنتج عند الذروة كمية من الطاقة الحرارية تفوق ما تنتجه أي محطة للطاقة الشمسية في العالم، إذ أنها ستنتج بالحرارة الشمسية 6 آلاف طن من البخار يومياً ليُستخدم في حقل أمل للاستخلاص المعزّز للنفط في جنوب عمان[63]. وبالإضافة إلى المنافع الاقتصادية والبيئية، أدى المشروع أيضاً إلى تطوير قوة عاملة محلية ماهرة.

عُمان رائدة عالمياً في مضمار الاستخلاص المعزّز للنفط، وهو عملية لاستخراج النفط من خزانات ضغط منخفض. وفي الوقت الحاضر، يستخدم البلد نحو 20 في المائة من إمداداته من الغاز الطبيعي لعمليات الاستخلاص المعزّز للنفط. لكن هذه الإمدادات آخذة بالتضاؤل، ولذا قررت شركة تنمية نفط عمان، التي يتوقع أن تحصل على أكثر من ربع نفطها بالاستخلاص المعزّز للنفط بحلول عام 2025، النظر في خيار الطاقة الشمسية.

وفي عام 2012، دخلت شركة تنمية نفط عمان، وهي مشروع مشترك بين حكومة عمان وشركة توتال Total, وشركة رويال داتش شل Royal Dutch Shell وشركة بارتكس Partex، في شراكة مع شركة غلاس بوينت سولار GlassPoint Solar لإطلاق مشروع تجريبي رائد باستخدام مولدات بخار بالطاقة الشمسية في حقل أمل. وأدى استخدام هذه المولدات في عملية الاستخلاص المعزّز للنفط إلى خفض استهلاك الغاز بنسبة تصل إلى 80 في المائة. وفي ضوء هذا النجاح، بدأ في عام 2015 العمل في مشروع «مرآة» في حقل أمل أيضاً.

وعندما تكتمل المحطة في عام 2022، ستبلغ مساحتها الكلية 3 كيلومترات مربعة وستوفر عند الذروة 1021 ميغاواط حراري. وستجمع الأشعة الشمسية في 36 بيتاً زجاجياً وسيؤدي البخار المتولد عن عمليات الاستخلاص المعزّز للنفط إلى تحقيق وفور في الغاز الطبيعي تبلغ 5.6 تريليون وحدة حرارية بريطانية (BTUs) سنوياً. ومن المتوقع أن يتم الانتهاء من المرحلتين الأوليين من المشروع ذي المراحل الثلاث بحلول عام 2018، وفي ذلك الوقت يفترض أن ينتج المصنع 2000 طن من البخار يومياً[64].

وتكنولوجيا الحوض المغلق التي تملكها شركة جلاس بوينت سولار GlassPoint Solar مصممة خصيصاً لحقول النفط. إذ تركّز مجموعات من المرايا المنحنية ضوء الشمس على أنبوب مملوء ماء، محوّلة الماء إلى بخار ينقل إلى شبكة توزيع البخار في حقل النفط. والحقل الشمسي مغلف ببيت زجاجي لحمايته من المناخ القاسي (عواصف ترابية ورطوبة)، ما يعطي النظام عمراً متوقعاً مدته 30 عاماً. ويعني البيت الزجاجي الواقي أيضاً أن المعدّات الشمسية يمكن أن تصنع من مواد خفيفة الوزن ويحافظ على نظافتها بنظام غسل آلي موفّر للمياه، وذلك كله يساعد على خفض التكاليف. ويمكن توسيع هذه المحطات بسهولة، إذ يمكن بناء عدة وحدات زجاجية معيارية بالتوازي.

Bangkok business area with Chao Phraya river at night with business connection concept at Bangkok, Thailand. © Namthip Muanthongthae. Shutterstock_ 663363148.

ويوضح مشروع «مرآة» إمكانية استخدام الطاقة النظيفة، وخاصة الطاقة الشمسية، في عمليات قطاع النفط والغاز. كما أنه يضع معياراً للمشاريع المستقبلية للاستخلاص المعزّز للنفط بالطاقة الشمسية. ونتيجة لعمليات البحث والتطوير المشتركة، تمكنت شركة تنمية نفط عمان من الإعلان في عام 2016 عن أن تكلفة مشروع «مرآة» انخفضت بنسبة 46 في المائة.

ومن الواضح أن هناك إمكانيات لتنفيذ مشاريع الاستخلاص المعزّز للنفط بالطاقة الشمسية في بلدان عربية أخرى منتجة للنفط. وفي الوقت الحالي، يجري تطوير أحد المشاريع في حقل الوفرة الذي يقع في المنطقة المحايدة المشتركة بين المملكة العربية السعودية والكويت. وحالياً، يبحث كل من الإمارات العربية المتحدة والكويت والمملكة العربية السعودية في توسيع إنتاج النفط بالاستخلاص المعزّز.

المياه ومعالجة المياه العادمة

مشروع محطة الخربة السمراء لمعالجة المياه العادمة مثال قدوة من حيث أن 80 في المائة من الطاقة اللازمة لعمليات المحطة تنتجه المحطة نفسها. وهو أيضاً مثال جيد على نقل التكنولوجيا والتمويل الابتكاري ويعالج الترابط بين المياه والطاقة بطرق عدة.

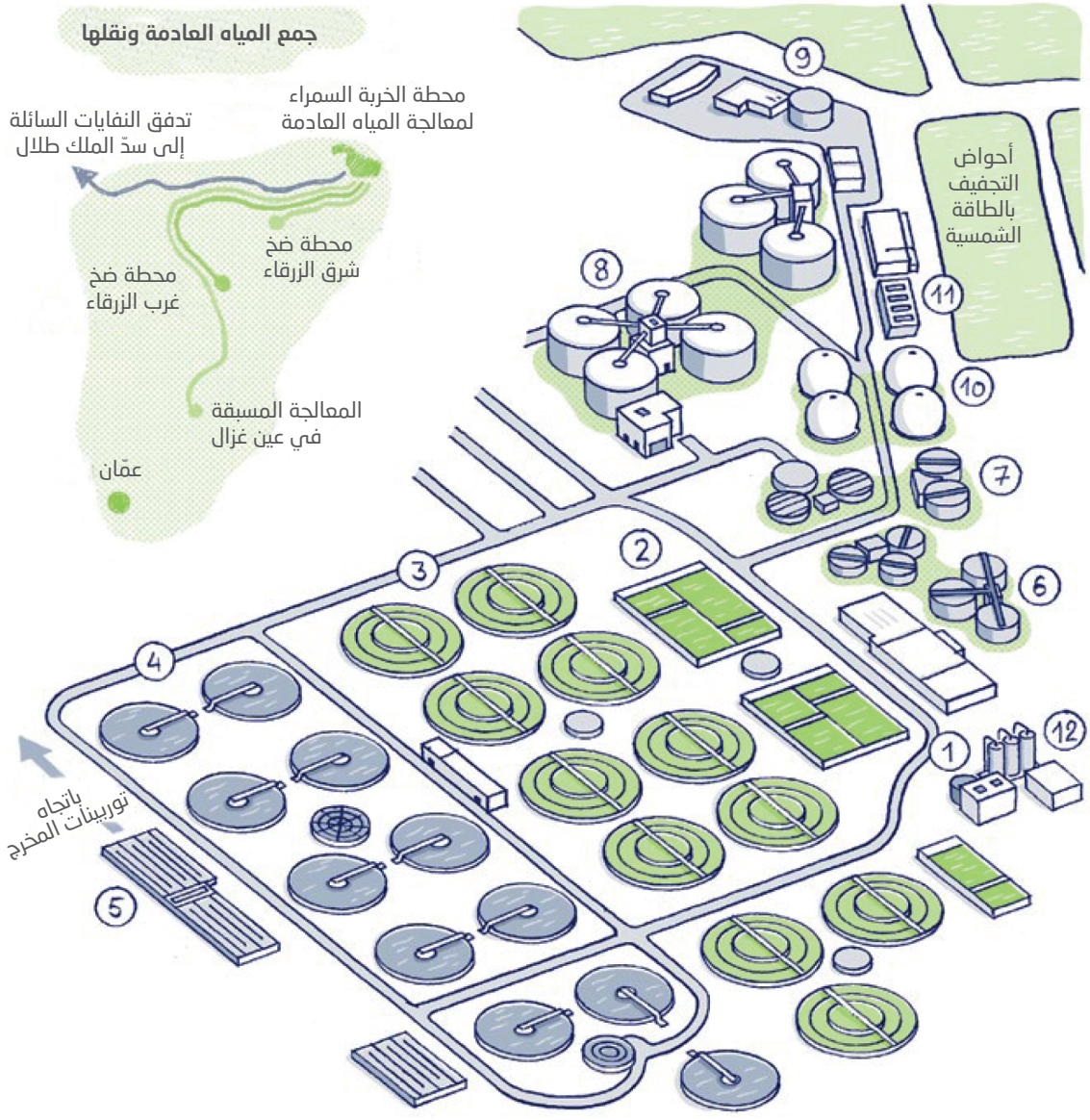
والمحطة هي الأكبر من نوعها في الأردن (انظر أيضاً الشكل 14). ويمكنها معالجة ما يصل إلى 267 ألف متر مكعب من المياه العادمة يومياً، أي أكثر من 70 في المائة من مجموع المياه المعالجة في جميع أنحاء البلاد. وتستخدم الحمأة الناتجة عن عملية المعالجة لإنتاج الغاز الحيوي، الذي يخزّن في خزانات تبلغ سعتها الكلية 18 ألف متر مكعب. وتعالج الحمأة بعد ذلك لإزالة كبريتيد الهيدروجين وتستخدم في 10 مولدات لإنتاج الكهرباء بالغاز الحيوي تساعد على تشغيل المحطة. وبالإضافة إلى ذلك، تولّد طاقة هيدروليكية في مدخل المحطة (باستخدام توربينات بيلتون) وفي مخرجها (باستخدام توربينات فرانسيس). وهذان المصدران مجتمعان يولدان طاقة متجددة تبلغ 230 ألف كيلوواط-ساعة في اليوم[65].

كما تنتج المحطة 133 مليون متر مكعب من المياه المعالجة العالية الجودة سنوياً، وتستخدم هذه المياه للزراعة وتمثل 10 في المائة من استهلاك المياه في البلاد. وقد انخفض تلوث المياه بشكل كبير نتيجة لذلك، وساعد ذلك على تحويل نهر الأردن الذي كان ملوثاً بشدة إلى أحد أنظف الأنهر في البلاد[66].

ويجري توسيع المحطة، التي اكتمل إنشاؤها في عام 2008، لزيادة سعتي خط المياه وخط الحمأة بنسبة 37 في المائة و80 في المائة على التوالي، ما يمكّنها من تلبية متطلبات معالجة المياه العادمة لـ 3.5 مليون شخص يعيشون في عمان الكبرى والمناطق المحيطة بها.

وكانت المحطة هي الأولى في المنطقة العربية التي تستفيد من مزيج من التمويل الخاص والتمويل من مانحين والتمويل الحكومي وتمويل بالمنح يعرف بتمويل فجوات مقومات الاستمرارية. وقد أدى هذا الترتيب الفريد إلى تحقيق

الشكل 14. محطة الخربة السمراء لمعالجة المياه العادمة في الأردن



1- مدخل المياه غير المعالجة
2- الترسّب الأولي
3- المعالجة الأحيائية
4- التنقية
5- التطهير النهائي
6- التكثّف الأولي للحمأة
7- تعويم الحمأة المنشطة
8- الهضم اللاهوائي
9- النظام الميكانيكي لإزالة المياه
10- حاويات الغاز الحيوي
11- توليد الطاقة بالغاز
12- ضبط الروائح

المصدر: Thomas Vieille and SUEZ, 2016.

تعرفة ميسورة التكلفة للمجتمع وللبلاد. والمحطة شراكة بين القطاعين العام والخاص لتمويل تشييد وتشغيل البنية التحتية العامة على أساس نهج بناء وتشغيل ونقل (BOT) على مدى 25 عاماً[67]. وكان هذا المشروع هو الأول الذي اتبع هذا النهج في الأردن، وأول مشروع تدعمه الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية. وقد مولت الوكالة السويدية للتنمية الدولية المساعدة التقنية المطلوبة خلال مراحل الإعداد والتشييد وتقييم الجاهزية، كما خلال الأشهر الـ18 الأولى من التشغيل التجاري. وقد منحت وزارة المياه والري عقد بناء وتشغيل ونقل جديد مدته 25 عاماً لمشروع توسعة.

وجاء الجزء الأكبر من التمويل من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (78 مليون دولار)، ومن كونسورتيوم مكون من 10 بنوك محلية بقيادة البنك العربي (60 مليون دولار)، وكونسورتيوم محطة سمراء (سويز SUEZ، ومجموعة مورغانتي Morganti Group، وشركة إنفيلكو ديغريمونت Infilco Degrémont Inc.؛17 مليون دولار). وقدمت البنوك قرضاً تجارياً مدته 20 عاماً، وتلك أطول مدة استحقاق تقدمها البنوك الأردنية (بدءاً من 016) لقرض حق الرجوع فيه محدود ومقوّم بالدينار الأردني ويمكن سداده بالدفع المؤجل.

ويعدّ مشروع السمراء مثالاً قدوة للمنطقة. فهو يستخدم تكنولوجيا يمكن إدخالها على محطات المياه العادمة، الجديدة منها والقائمة.

التصنيع المحلي لمكونات الطاقة المتجددة

تيسّر تكنولوجيات الطاقة المتجددة، كونها تميل ألا تكون كثيفة رأس المال ويمكن نقلها بسهولة نسبية من بلدان منتجة لها إلى بلدان أخرى، إنشاء مرافق لتصنيع الطاقة المتجددة وتشجع البحث والتطوير في البلدان النامية[68]. لكن هناك تحديات.

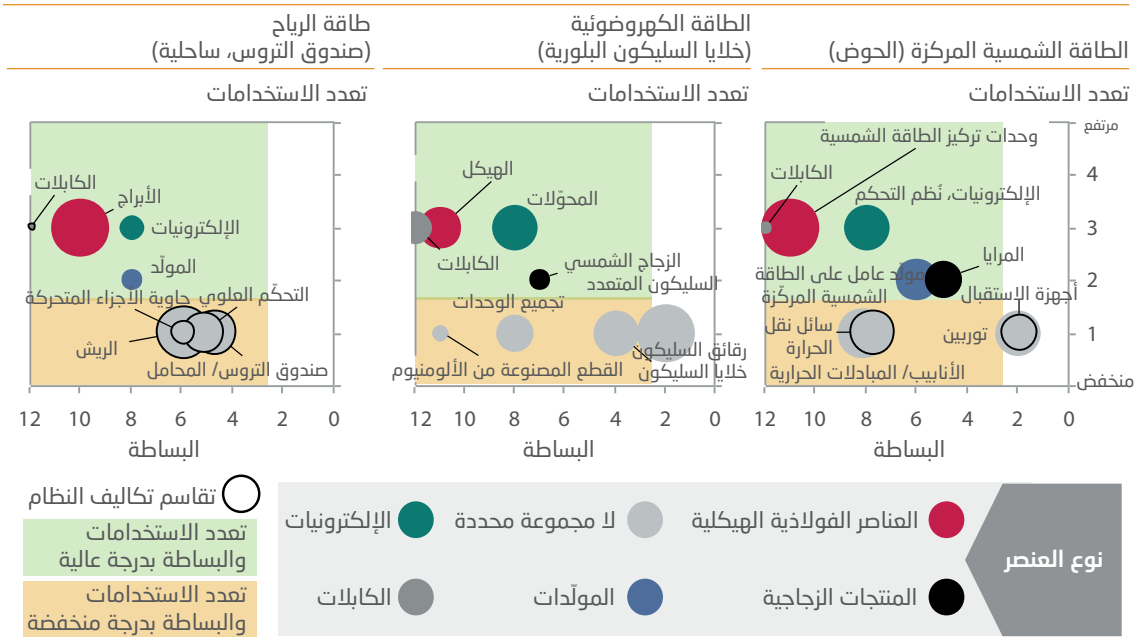
ينمو سوق الطاقة المتجددة في المنطقة العربية، إذ تسعى الدول إلى تنويع مزيجها الوطني من الطاقة لتقليل اعتمادها على الوقود الأحفوري. وإذا ما تسنى لبلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أن تحقق أهدافها الوطنية في مجال الطاقة المتجددة فإن سعتها في السنوات الخمس عشرة إلى عام 2030 ستزيد بمقدار 107 جيجاوات[69].

وتعزّز السوق المتنامية إمكانيات التصنيع المحلي في مجال الطاقة المتجددة. فمثلاً، شاركت 66 شركة في الإمارات العربية المتحدة في بناء محطة شمس 1 لتوليد الطاقة الشمسية المركزة في أبو ظبي. وقد وضع المغرب هدفاً يتمثل بالإنتاج المحلي لـ 42 في المائة من مكونات محطة الطاقة الشمسية المركزة المخطط لها والتي تبلغ قدرتها 160 ميغاواط. وفي مصر، كان 40 في المائة من المعدات الخاصة بمحطة الكريمات الشمسية المركزّة محلية الصنع. وفي الأردن وتونس، صنّعت نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية محلياً، ويزود محلياً ما يصل إلى 30 في المائة من معدات مزارع الرياح في مصر. وتنتج مصانع في الجزائر ألواحاً ضوئية.

والحكومات العربية حريصة أيضاً على تشجيع التصنيع المحلي في مجال الطاقة المتجددة كوسيلة لتوفير فرص عمل، خاصة وأنها توفر مباشرة من فرص العمل لكل قيمة مضافة أكثر مما تفعل صناعة النفط والغاز.

وفي أحيان كثيرة، لا تكون الكابلات والمكونات الإلكترونية مثلاً محددة بنوع معين من تكنولوجيا الطاقة المتجددة. ويعني تنوعها أنه يمكن تصنيعها في مكان واحد لتورد إلى منشآت الطاقة المتجددة المتنوعة (الشكل 15). ولذا ربما يكون من الأفضل لصانع جديد التركيز على تصنيع مكونات أقل تعقيداً ومتعددة الاستعمالات أكثر. ومعظم مكونات تكنولوجيا الطاقة المتجددة المصنّعة بالفعل في البلدان العربية محدودة التعقيد ويمكن تطوير أسواقها بسرعة إلى حد ما. ومن المتوقع أن تنتج محلياً في الأجل المتوسط جميع المكونات اللازمة لنظم الطاقة الكهروضوئية، ولنظم طاقة الرياح خصوصاً. ومن ناحية أخرى، تتطلب تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركّزة استثماراً طويل الأجل، نظراً لتعقيد معدات الطاقة الشمسية المركّزة.

الشكل 15. تعدد استخدامات وبساطة مكونات محطات الطاقة المتجددة



المصدر: Zickfeld and Wieland, 2013.

تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركّزة

يمكن تصنيع نظم الطاقة الشمسية المركّزة في العديد من البلدان العربية. وبرنامج المساعدة التقنية للطاقة الشمسية المركّزة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا هو خطة استثمارية مدعومة من البنك الدولي وبنك التنمية الأفريقي تهدف إلى استخدام التمويل الميسّر الذي يقدمه صندوق التكنولوجيا النظيفة لتسريع توسع سعة توليد الطاقة الشمسية المركّزة في الأردن وتونس والجزائر وليبيا ومصر والمغرب.

وقد أدت الخطة إلى إقامة منشآت طاقة شمسية مركّزة في المنطقة العربية تبلغ سعتها الكلية 1.2 جيجاوات، ومن المتوقع أن تؤدي إلى إقامة منشآت سعتها 5 جيجاوات بحلول عام 2020. ومن شأن هذا النمو، ومكانة دولة الإمارات العربية المتحدة كرائد إقليمي في نشر تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركّزة، أن يساعد على تعزيز انتشار صناعة الطاقة الشمسية المركّزة في المنطقة، وبالتالي خفض تكاليف التكنولوجيا إلى درجة أنها قد تنافس التكنولوجيا الكهرضوئية، التي تهيمن على صناعة الطاقة الشمسية في المنطقة اليوم[70].

ويمكن أن ترتفع نسبة المكونات المحلية لتكنولوجيا الطاقة الشمسية المركّزة إلى 60 في المائة من متطلبات المنطقة، شريطة نمو سوق هذه الطاقة. ويمكن للقطاعات الصناعية المختلفة دمج سلاسل القيمة لتكنولوجيا الطاقة الشمسية المركّزة في عملياتها، وهي قادرة بالفعل على المنافسة على المستوى الإقليمي، بل وحتى على المستوى العالمي. ولكن بما أن المكوّنات الرئيسية معقدة تقنياً، من الأفضل تحقيق ذلك إما من خلال مشاريع مشتركة بين الشركات المحلية والدولية أو بأن تنشئ الشركات الدولية شركات محلية تابعة لها.

ومن شأن أي من هذين النهجين أن يشجع المزيد من البحث والتطوير المحليين، وبعد ذلك، إنتاج مكوّنات أكثر ملاءمة للظروف المحلية. ولا يمكن تحقيق ذلك إلا من خلال زيادة التعاون مع الكيانات الدولية. وعلى المدى القصير، ينبغي أن يركّز المصنّعون المحليون على إنتاج الإلكترونيات ونظم التحكم والأنابيب والكابلات والمرايا والمبادلات الحرارية ووحدات تركيز الطاقة الشمسية (بما في ذلك الهياكل التي تركّب عليها). وبمقدور المصانع القائمة إنتاج معظم هذه البنود.

التكنولوجياالكهروضوئية

إن إمكانات تعزيز التصنيع المحلي للمعدات الكهروضوئية الشمسية في البلدان العربية كبيرة. مرة أخرى، يعتمد الكثير على حجم السوق. وهناك حاجة إلى نفقات أولية كبيرة لبناء مرافق لإنتاج أجزاء معقدة (مثل رقائق السليكون). ونظراً للمنافسة من المصنّعين الكبار في الصين، ينبغي أن تركز الشركات المصّنعة المحلية على التكنولوجيات المتخصصة، والعمل بشكل وثيق مع شركاء في البحث والتطوير على المستويين الوطني والدولي. كما أنها تحتاج إلى تزويد الموظفين بالمهارات المطلوبة لصنع مثل هذه القطع.

والجزائر رائدة بالفعل في المنطقة في هذا القطاع فلديها سعة قائمة على التكنولوجيا الكهروضوئية تبلغ 270 ميغاواط، وهناك 416 ميغاواط أخرى في طور الإعداد. وفي فلسطين، 70 في المائة من سخانات المياه المنزلية شمسية، وقد رُكّب في تونس 90 ألف منها منذ عام 2009. وهناك مصانع لسخانات المياه الشمسية في معظم بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا[71].

على المدى القصير، ينبغي أن تركز الشركات المصنّعة المحلية على أجزاء أقل تعقيداً ومتعددة الاستعمالات، مثل القطع المصنوعة من الألومنيوم والهياكل والكابلات وتجميع الوحدات والزجاج الشمسي.

تكنولوجيا طاقة الرياح

من غير المحتمل أن ينجح التصنيع المحلي لبعض المكونات الهامة بسبب السوق المحدودة لطاقة الرياح في المنطقة، رغم أن حجم المكونات التي يصعب نقلها، كالأبراج، قد تكون مثالية للإنتاج المحلي.

وحتى عندما تكون السوق صغيرة، هناك ما يبرر تصنيع بعض أجزاء توربينات الرياح الصغيرة محلياً. ولتحقيق النقل الأولي الضروري للمعرفة، يمكن لشركات التصنيع المحلية أن تحصل على ترخيص التكنولوجيا من شركاء دوليين. ويمكن تصنيع المكونات الهامة مثل الريش وصناديق التروس محلياً من خلال مشاريع مشتركة، كما الأمر في مكونات معدات الطاقة الشمسية المركّزة المعقدة.

وينبغي تحقيق مستويات جودة رفيعة، ويتعين على المصنّعين المحليين أن يدركوا أنهم يحتاجون إلى 15 شهراً للحصول على الموافقات اللازمة[72]. وعلى المدى القصير، ينبغي أن ينصبّ التركيز على إنتاج حاوية الأجزاء المتحركة والريش والأبراج والكابلات والمولدات[73].

ويحتل كل من مصر والمغرب مركز الصدارة في المنطقة العربية عندما يتعلق الأمر بطاقة الرياح. ويسعى كل منهما إلى أن يصبح مركز تصنيع إقليمي يزود مكونات طاقة الرياح إلى بلدان عربية أخرى. وقد شجّعت الأهمية التي أعطيت لطاقة الرياح في هذين البلدين ويسّرت إنشاء مرافق محلية لتصنيع المكونات.

وتخطط مصر لأن تكون لديها بحلول عام 2022 طاقة رياح سعتها 2000 ميجاوات. وتقوم جنرال إلكتريك ببناء مرفق بتكلفة 200 مليون دولار لتصنيع مكونات طاقة الرياح في البلاد، وتخطط شركة سيمنز لبناء مصنع لتصنيع الريش. وتعتزم شركة السويدي الكهربائية، وهي شركة محلية، إنتاج ريش للتصدير[74].

وفي المغرب، تخطط شركة سيمنز لفتح مصنع لإنتاج ريش توربينات الرياح في عام 2017. كما يخطط البلد لتلبية 52 في المائة من احتياجاته من الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030، بحيث يأتي خُمس تلك الطاقة من طاقة الرياح[57].

التحديات

إن الطلب المحلي المتواصل على القطع المكونة لمنشآت الطاقة المتجددة شرط أساسي لقيام قدرة تصنيع مكونات القابلة للتطبيق محلياً. كما يمكن أن يشكل الافتقار إلى قدرة صناعية محلية في حد ذاته عائقاً أمام انتشار تكنولوجيا معينة. ويمكن أن تؤدي المنافسة الدولية القوية، وفي بعض البلدان الافتقار إلى الاستقرار السياسي أيضاً إلى عرقلة إنشاء أو توسيع صناعة محلية.

ومن العوامل العائقة للاستثمار في مثل هذه الصناعة في المنطقة العربية الافتقار إلى أطر تنظيمية واضحة، أو إلى قوة عاملة محلية ذات مهارات كافية أو إلى توقعات واعدة بنشر هذه التكنولوجيات، وعدم اليقين فيما يتعلق بالتطوير المستقبلي لمشاريع الطاقة المتجددة الجديدة وأمن الاستثمارات. وتحتاج البلدان العربية أيضاً إلى بذل مزيد من الجهود لتيسير الاستثمار في البحث والتطوير، ورفع مستوى القدرة الصناعية على التعامل مع عمليات معقدة وتعزيز دينامية السوق.

ولا يمكن أن ينطلق التصنيع المحلي، خاصة فيما يتعلق بمكونات الطاقة المتجددة الأكثر تعقيداً، إلا من خلال التعاون مع شركات وكيانات من خارج المنطقة. وقد يتطلب المصنعون المحليون إصدار شهادات دولية لإنتاج قطع مكونة تلبي معايير الجودة والسلامة. ويمكن أن تستغرق عملية الموافقة هذه وقتاً وقد تعوق الشركات المحلية. وهناك حاجز آخر لدخول السوق هو الاستثمارات الكبيرة اللازمة لتمويل عمليات تصنيع معدات الطاقة المتجددة.

وبالإضافة إلى نقص المهارات، يمكن أن تشمل مشاكل القوى العاملة المحلية أيضاً العزوف عن العمل في وظائف التصنيع الكثيفة العمالة، لا سيما في بلدان مجلس التعاون الخليجي. ومع ذلك، فإن صناعة الطاقة المتجددة الكثيفة العمالة هذه هي التي تتمتع بأكبر قدر من الإمكانات في المنطقة، وخاصة على المدى القصير. وثمة عقبة أخرى هي أن تكاليف العمالة في المنطقة العربية أعلى عموما من تكاليفها في آسيا.

بالإضافة إلى مصانع مكونات معدات لنظم تكنولوجيا الطاقة المتجددة، هناك حاجة إلى شركات خدمات محلية لديها موظفين من ذوي المهارات الكافية لصيانة المصانع والنظم. ويمكن أن يحقق النجاح في هذا المجال عائداً على عمالة المهندسين وموظفي الإدارة وغيرهم من العمال ذوي المهارات العالية والمتدنية. ويمكن للباحثين المحليين تطوير وسائل لتعديل المكونات بما يتلاءم مع الظروف المحلية.

وببساطة، يمكن للعوامل المذكورة أعلاه أن تجعل مكونات معدات تكنولوجيا الطاقة المتجددة المصنوعة في المنطقة غير قادرة على منافسة تلك المصنوعة في بلدان مثل الصين.

وأحد الاعتبارات الرئيسية هو ضرورة مواءمة السياسات الصناعية وسياسات سلاسل الإمداد، ما يتطلب توافق الآراء بين صانعي السياسات وجميع القطاعات المعنية. وينبغي لتحقيق النجاح أن يكون هناك تنسيق على امتداد سلسلة الإمداد بأكملها وبين جميع أصحاب المصلحة، حتى في الصناعات المنفصلة، لدمج عمليات تصنيع الطاقة المتجددة في اقتصاد البلد المعني.

ويتسبب دعم الوقود الأحفوري في تشويه سوق الطاقة ويجعل التكاليف الاستثمارية لمكونات تكنولوجيا الطاقة المتجددة، وتكاليف مقدمي الخدمات غير جذابة نسبياً للمستثمرين وبالتالي للمستهلكين.

ولم تنجح دائماً المحاولات المحددة لتوطين التصنيع. ففي عام 2014، أعادت شركة «مصدر» في الإمارات العربية المتحدة إصدار مناقصة تشييد هندسية لمشروع طاقة شمسية كهروضوئية بسعة 100 ميجاوات، متراجعة بذلك عن شرط سابق بأن تصنّع «مصدر» نصف الألواح المستخدمة في المشروع عندما أدركت أن هذا الهدف غير ممكن[76].

التوصيات

يمكن التغلب على التحديات المذكورة أعلاه. فقد حدد بنك الاستثمار الأوروبي والوكالة الدولية للطاقة المتجددة بعض العوامل الرئيسية التي يمكن أن تساهم في نجاح تصنيع الطاقة المتجددة في المستقبل في المنطقة العربية (الجدول 10).

ويمكن تحقيق القدرة الاستثمارية والهياكل الأساسية التمويلية القوية عن طريق تشجيع البنوك المحلية على تقديم قروض بفائدة منخفضة ومنح. ويوضح مشروع محطة خربة السمراء لمعالجة المياه العادمة في الأردن (انظر أعلاه) كيف يمكن لهذا النهج أن ييسر إنشاء أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا. ومع ذلك، ينبغي أن يكون مثل نهج التمويل هذا جزءاً من استراتيجية أوسع نطاقاً. فالاستثمار في مكونات التصنيع لا معنى له في ظل عدم وجود سوق لها.

وينبغي للبلدان العربية أن تركّز في البداية على تصنيع الأجزاء المتعددة الاستعمالات والأقل تعقيداً. ومن شأن ذلك أن يوفر لتلك البلدان أكبر فائدة فورية تمكنها من زيادة استحداث قيمة محلية قبل أن تتعمق في صنع مكونات الأجزاء الأكثر تعقيداً. وفي كثير من الحالات، يمكن إنتاج الأجزاء الأقل تعقيداً من خلال توسيع مرافق التصنيع القائمة.

الجدول 10. عوامل نجاح التصنيع المحلي للطاقة المتجددة في المنطقة العربية

	عوامل النجاح			
	دعم سياسي قوي يهدف إلى إيجاد سوق مستقرة طويلة الأجل	**جهات فاعلة محلية ذات قدرة تنافسية في السوق العالمية**	**إمكانات ابتكار صناعي قوية وقوى عمل ماهرة**	**قدرة استثمارية وبنى تحتية تمويلية قوية**
فئات التوصيات	صياغة استراتيجية للطاقة المتجددة بأهداف وطنية طويلة الأجل	القيام بأنشطة توعية	دعم البحث والتطوير	تشجيع البنوك المحلية على تقديم قروض بفائدة منخفضة ومنح
	تحديد إطار تنظيمي شامل للطاقة المتجددة	تقييم جدوى رفع مستوى خطوط الإنتاج	تعليم وتدريب قوى عمل ذات مهارات عالية	تنفيذ آليات دعم الاستثمار لتكييف أو إنشاء خطوط إنتاج
	تحديد خطة وطنية لتصنيع معدات الطاقة المتجددة	تعزيز الروابط التجارية، وخاصة من خلال المشاريع المشتركة مع الشركات العالمية	رفع مستوى صناعات محددة	تنفيذ حوافز ضريبية وسعرية وحوافز أخرى
	إجراء إصلاحات لمعونات دعم الوقود الأحفوري	دعم هيكلة القطاع	تحديد التقنيات المتخصصة وإنشاء مراكز تميز وطنية	

المصدر: EIB and IRENA, 2015.

كما أن التعاون مع المنتجين الدوليين أمر أساسي. وتساعد الشركات الرئيسية المصنّعة لتكنولوجيا تركيز الطاقة الشمسية في العالم بالفعل على إنشاء محطات للطاقة الشمسية المركّزة في جميع أنحاء المنطقة. وإذا ما تطور السوق في البلدان العربية بما فيه الكفاية، يمكن أن تصبح مهتمة بتشييد مصانع محلية.

ويمكن أن يستفيد نشر قدرة تصنيع الطاقة المتجددة في المنطقة العربية من الزيادة الكبيرة في التمويل الميسّر في مجال تغير المناخ المتوخى في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

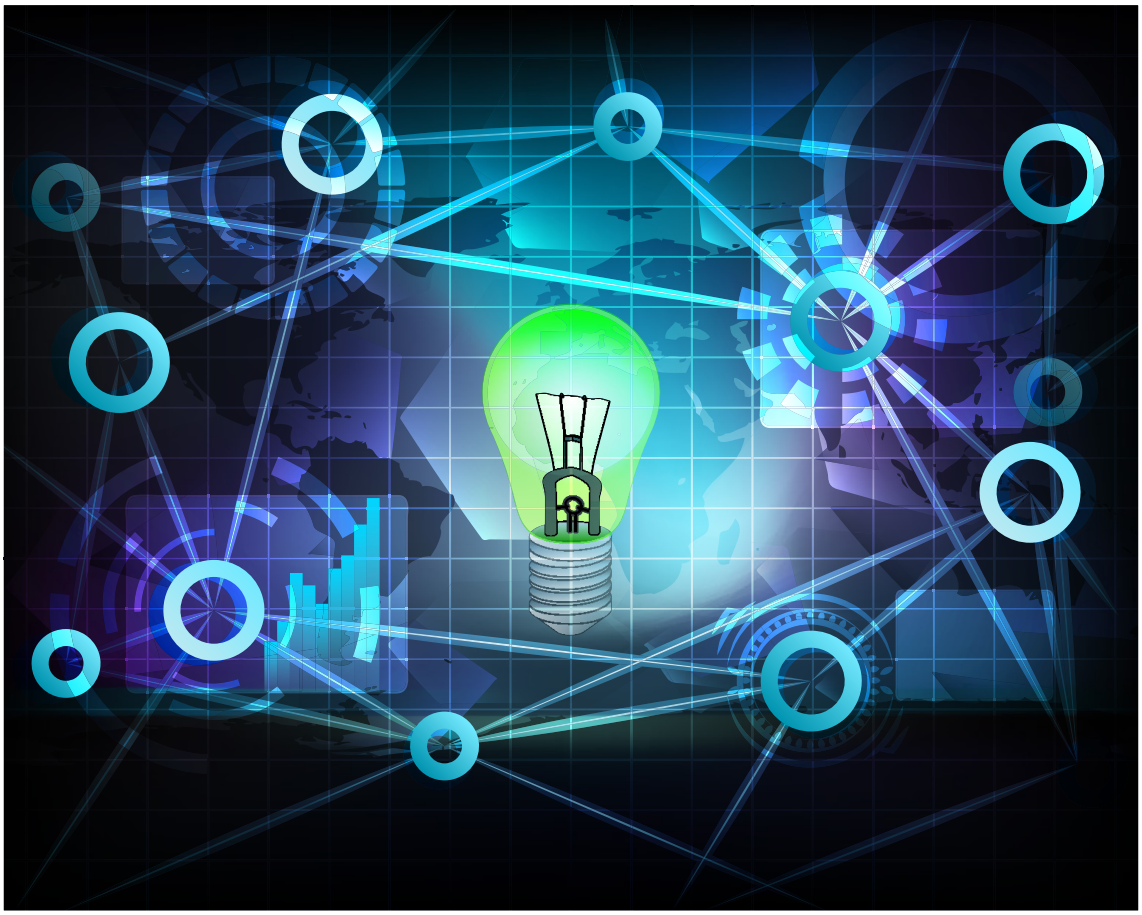
قفي عام 2010، تبنى مؤتمر كانكون المعني بتغير المناخ هدفاً هو تعبئة 100 مليار دولار سنوياً لصندوق المناخ الأخضر بحلول عام 2020، من مصادر بديلة عامة وخاصة وثنائية ومتعددة الأطراف وغيرها من المصادر البديلة. وتيسّر الكيانات المعتمدة نقل موارد صندوق المناخ الأخضر للمساعدة في إدارة البرامج والمشاريع المختلفة. وبدءاً من تموز/يوليو 2017، تمت الموافقة على 43 مشروعاً، ستكون نتائجها المتوقعة تفادي 981 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون وزيادة قدرات 125 مليون شخص على الصمود والتكيّف إزاء تغير المناخ. وتستحوذ أفريقيا على 42 في المائة من تلك المشاريع وآسيا على 35 في المائة منها[77].

وعلى المدى الطويل، ينبغي على البلدان العربية تقليص الاعتماد على التمويل الميسّر. ولن يحدث ذلك إلا إذا انخفضت تكاليف الاستثمار، وذلك يعتمد بدوره على عوامل من مثل تكلفة توليد الطاقة والتصنيع. ويمكن أن يؤدي الجمع بين الابتكار التقني ووفور الحجم وأثر منحنى التعلم إلى مثل هذا الوضع. وعلاوة على ذلك، يشير وجود صناعة قوية لقطع غيار السيارات في بعض البلدان العربية إلى قدرة صناعية يمكن الاستفادة منها وتكييفها لتشجيع نمو صناعة جديدة ذات قيمة مضافة عالية في المنطقة هي صناعة الطاقة المتجددة. وينبغي على السلطات في البلدان العربية تزويد الشركات المحلية بالدعم الفني والموارد التي تحتاجها لوضع معايير ومدونات لتكنولوجيات الطاقة المتجددة والحصول على شهادات معترف بها دولياً في تصنيع المكونات الرئيسية لتكنولوجيا الطاقة المتجددة. ويمكن استخدام مجمعات العلوم والتكنولوجيا لتشجيع البحث والتطوير، ولا سيما في القطاع الخاص، وتيسير نقل المعرفة. ويمكن تنفيذ برامج التبادل بين الطلاب المحليين والدوليين على جميع المستويات. وبالإضافة إلى ذلك، «ينبغي تمكين سوق للقطاع الخاص، في مجال التدريب المهني الربحي، في مواضيع الطاقة المتجددة ذات الصلة» في المنطقة العربية[78].

وكما هو موضح في دراسات الحالة أعلاه، تعمل مبادرات مثل تدابير كفاءة الطاقة في قطاع البناء واستخدام الطاقة المتجددة على تحقيق بعض ما سبق. ومثال آخر هو دراسة أجراها بنك الاستثمار الأوروبي – الوكالة الدولية للطاقة المتجددة تهدف إلى تعزيز تصنيع الطاقة المتجددة في البلدان العربية المتوسطية في كل من تونس ومصر والمغرب. وقيّمت الدراسة القدرة الحالية على تصنيع تكنولوجيا الطاقة المتجددة واقترحت طرقاً لتيسير توسيعها[79].

وتظهر بلدان المنطقة العربية درجات متفاوتة من الإمكانيات لأنواع معينة من الطاقة المتجددة. فلدى مصر والمغرب، مثلاً، إمكانات أكبر لتطوير طاقة الرياح مما لدى بلدان أخرى في المنطقة. ويمكن لمثل هذين البلدين أن يعملا معاً على صياغة سياسات لتيسير تصنيع مكونات تكنولوجيا الطاقة المتجددة التي يكون لهما فيها مصلحة وقدرة مشتركتان. ويمكن للبلدان العربية أن تحذو حذو تونس وأن تنظر في تطوير تسخين المياه بالطاقة الشمسية، خاصة بالنظر إلى بساطة التكنولوجيا المعنية.

وثمة خيار آخر يتمثل في تعزيز التطبيقات خارج شبكة الطاقة الكهربائية لتكنولوجيا الطاقة المتجددة التي يمكن أن توفر الكهرباء في المناطق الريفية والنائية. ويتسم ذلك بأهمية خاصة في وقت تتأثر فيه أجزاء من المنطقة بالحرب وتستضيف أعداداً كبيرة من اللاجئين والمشردين داخلياً. وبصرف النظر عن تعزيز التنمية الاقتصادية وإمداد الكهرباء في المنطقة، فإن من شأن استخدام مثل هذه التطبيقات تحفيز انتشار تكنولوجيا الطاقة المتجددة والتصنيع.



.Positive green bulb in business world transfer network vector illustration. © Adam Vilimek. Shutterstock_ 181974071

ومن شأن توسيع نطاق صناعة الطاقة المتجددة أيضاً أن يشجع على زيادة التجارة لا سيما مع الاتحاد الأوروبي، ما يتيح للبلدان في المنطقة فرصاً لتوليد عائدات التصدير ومساعدتها على أن تصبح أكثر أمناً للطاقة وتفي بأهداف الانبعاثات.

الاستنتاجات

سيكون نقل التكنولوجيا مفتاحاً أساسياً لمساعدة البلدان العربية على تحقيق أهداف التنمية المستدامة. والهدف 6 المتعلق بالمياه النظيفة والهدف 7 المتعلق بالطاقة الميسورة التكلفة والنظيفة، هما الأكثر صلة بالترابط بين المياه والطاقة. ويتضمن كل منهما خارطة طريق مع مقاصد ومؤشرات. ولتحسين كفاءة استخدام المياه أهمية قصوى في تحقيق الهدفين كليهما، كما أن التكنولوجيا، سواء كانت تكنولوجيا الطاقة المتجددة أو غيرها المصممة خصيصاً لتحسين الأجهزة أو العمليات القائمة، وبالتالي تحقيق الاستفادة من كفاءة الطاقة.

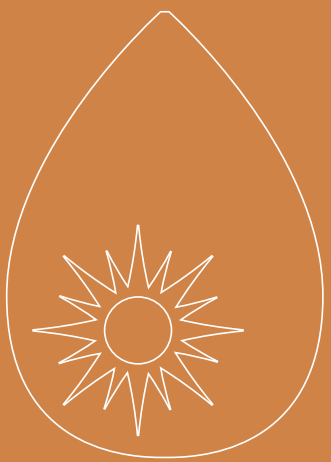
ويجري تنفيذ العديد من هذه التكنولوجيات بالفعل في أجزاء مختلفة من العالم، بما في ذلك في بعض البلدان العربية. ومن هنا دور نقل التكنولوجيا، سواء إلى البلدان العربية من مناطق أخرى أو فيما بين البلدان العربية. وتلك عملية واسعة متعددة الأوجه، ويعتمد اختيار خيار التمويل والسياسات واللوائح التنظيمية وكيفية تنفيذ عمليات النقل إلى حد كبير على ظروف كل بلد متلقٍ.

وقد بدأ بالفعل في بلدان مختلفة تطبيق العديد من التطبيقات ذات الصلة بالمنطقة بأسرها. ولذا فإن إمكانيات النمو والتحسين في المنطقة كبيرة، ويفترض أن تكون في بعض الحالات مباشرة وسهلة نسبياً. ويمكن للتكنولوجيات التي طورت حديثاً أن تحقق كفاءة كبيرة في الموارد عند تطبيقها، مثلاً، في قطاعي النفط والغاز وعمليات التبريد. ومن شأن نقل التكنولوجيا المطلوبة تعزيز أمن المياه والطاقة.

وينبغي للسياسات الوطنية المتعلقة بالتكنولوجيا في قطاعي المياه والطاقة أن تعالج السلسلة الكاملة لنقل التكنولوجيا. ويمكن الطلب من الشركات الكبيرة المساهمة في صناديق البحوث المحلية. ويمكن تقديم المزيد من الدعم إلى المؤسسات المنبثقة عن الجامعات وشركات التكنولوجيا المبتدئة. وينبغي تشجيع القطاعين العام والخاص على زيادة مشاركتهما في البحوث الأساسية والتطبيقية وتنمية المهارات والمشاريع التجريبية. كما ينبغي تعزيز الشفافية، ومن شأن تحسين التقارير عن البيانات أن يساعد على احتساب المؤشرات وتحديد حجم التقدم المحرز، فضلاً عن زيادة الوعي بأمثلة في البلاد والمنطقة تمكن محاكاتها. والشفافية في الأهداف السياساتية مهمة أيضاً، لأنها تعزز التواصل بين أصحاب المصلحة وتؤدي في نهاية المطاف إلى عمليات نقل للتكنولوجيا أكثر كفاءة وفعالية.

وينبغي أن يأخذ نقل التكنولوجيا بالاعتبار أيضاً حقوق البلدان المتلقية، بما في ذلك في سياق مفاوضات تغير المناخ. وفي أحيان كثيرة لا تأخذ البلدان التي تقدم التكنولوجيا هذه الحقوق بالاعتبار. فمثلاً، طالبت المملكة العربية السعودية بأن لا تعوق حقوق الملكية الفكرية نقل تكنولوجيات التخفيف من آثار تغير المناخ80. والفجوة بين البلدان في المنطقة العربية التي أداؤها جيد فيما يتعلق بنقل التكنولوجيا وتلك المتخلفة عن الركب آخذة في الاتساع. وينبغي للبلدان الأقوى أن تبذل بالمزيد من الجهد في إقامة شراكات مع نظيراتها الأضعف لمساعدتها على التطور والتقدم بسرعة، وسيكون هذا التعاون مفيداً للطرفين ويعزز المنطقة ككل.

ومن شأن استخدام نقل التكنولوجيا في المنطقة لنشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة المرتبطة بقطاعي المياه والطاقة أن يحدث حلقة إيجابية، مشجّعاً نمو الأسواق المحلية لمكونات الطاقة المتجددة، ما يوفر فرصاً للمصنعين المحليين. ومن شأن النمو في مجال التصنيع هذا أن يؤدي بدوره إلى توفر بعض المكونات بتكلفة ميسورة من خلال وفور الحجم، وبالتالي تعزيز الدورة. وستشهد المنطقة بأسرها المزيد من الأمن في مجال المياه والطاقة وتنمية وازدهاراً أكثر استدامة.



الحواشي

1. Metz and others, 2000.
2. Mansfield, 1982.
3. Branstetter and others, 2004.
4. Maskus, 2000.
5. Metz and others, 2000.
6. United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2008.
7. Metz and others, 2000.
8. Brewer and Mani, 2008.
9. United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2008.
10. Yang and others, 2012.
11. Amerasinghe and others, 2017.
12. Trabacchi and others, 2016.
13. Metz and others, 2000.
14. EIB and IRENA, 2015.
15. Ghaddar, 2010.
16. United Arab Emirates, 2015.
17. El-Khayat and others, 2014.
18. Ramady, 2004.
19. Alsodais, 2013.
20. El Amrani, 2016.
21. ESCWA, 2013.
22. Al-Jayyousi, 2015.
23. ESCWA, 2014.
24. European Commission, 2015.
25. المرجع نفسه.
26. ESCWA, 2014.
27. المرجع نفسه.
28. The World Bank, 2017.
29. وفقاً للمنظمة العالمية للملكية الفكرية، يشير مصطلح "المقيم" إلى الإيداعات المقدمة من مقدمي الطلبات في مكاتبهم في الوطن في حين يشير مصطلح "غير مقيم" إلى المودعين المقدمين من مكتب في بلد أجنبي. وفي البلدان العربية يشير مصطلح "المقيمون" إلى مواطني البلد ومصطلح "غير المقيمين" إلى المغتربين الذين يعيشون في ذلك البلد.
30. ESCWA, 2013.
31. Schwab, 2016.
32. Ionita, 2011a.
33. Turner, 2016.
34. French and Torchia, 2016.
35. Khlopkov, 2016.
36. Dalton, 2015.
37. Muralev, 2016.
38. National Research Nuclear University, 2017.
39. Muralev, 2016.
40. Megahed, 2007.
41. Vera and others, 2009.
42. Kimeraa, 2011.
43. Vera and others, 2009.
44. المرجع نفسه.
45. Vera and others, 2009.
46. MED-ENEC, 2017a.
47. Becker and Tawalbeh, 2013.
48. Peters, 2010.
49. Hamon Research-Cottrell, Inc., 2016.
50. المرجع نفسه.
51. Turner, 2016.
52. Hamon Research-Cottrell, Inc., 2016.
53. Avis, 2017.
54. Prabhu, 2017.
55. Shi, 2012.
56. Williams, 2014.
57. Clean Energy Business Council, 2014.
58. Lema and Lema, 2013.
59. Gomathinayagam, 2011.
60. Philibert, 2015.
61. المرجع نفسه.
62. Al-Jayyousi, 2015.
63. GlassPoint Solar, 2016.
64. Oman News Agency (ONA), 2016.
65. SUEZ, 2016.
66. المرجع نفسه.
67. SUEZ and Degrémont, 2014.
68. El-Katiri and others, 2014.
69. EIB and IRENA, 2015.
70. المرجع نفسه.
71. Kordab, 2009.
72. EIB and IRENA, 2015.
73. Zickfeld and Wieland, 2013.
74. Graves, 2016.
75. Weston, 2016.
76. Davies and others, 2016.
77. Green Climate Fund, 2017.
78. Zickfeld and Wieland, 2013.
79. EIB and IRENA, 2015.
80. Teehankee and others, 2012.

المراجع

Abouelhassan, N. (2017). Overview of Egypt's nuclear power program. Available from https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2017/2017-01-31-02-03-NIDS/Session_1_-_Considerations_for_Nuclear_Energy_Programme_Implementing_Organizations_(NEPIOs)/Session_1_-_Considerations_for_Nuclear_Energy_Programme_Implementing_Organizations_(NEPIOs)/Overview_of_Egypts_Nuclear_Power_Program_-_N._Antar_-_Egypt.pdf.

Al-Jayyousi, O. (2015). *Renewable energy in the Arab world: Transfer of knowledge and prospects for Arab cooperation* (al-Ṭabʿah al-ūlá). Amman: Friedrich Ebert Stiftung.

Alsodais, S. (2013). Science, technology & innovation in Saudi Arabia. *WIPO Magazine*, September. Available from www/wipo_magazine/en/2013/05/article_0006.html (accessed 8 June 2017).

Amerasinghe, N. M. and others (2017). *Future of the Funds: Exploring the Architecture of Multilateral Climate Finance*. Washington, D.C.: World Resources Institute (WRI). Available from http://www.wri.org/sites/default/files/The_Future_of_the_Funds_0.pdf.

Avis, P. (2017). Is the Middle East the new home for coal? *Energy Analyst*, 6 March. Available from http://energyanalyst.co.uk/is-the-middle-east-the-new-home-for-coal.

Becker, D. and M. Tawalbeh (2013). *MED-ENEC support on National Energy Efficiency Action Plans (NEEAPs): Jordan*. No. ENPI/2009/224-969. Available from www.rcreee.org/sites/default/files/plans_neeap_jordan_2013_en.pdf.

Bellini, E. (2017). Aurés Solaire commissions Algeria's second module factory. *PV Magazine*, 25 April. Available from https://www.pv-magazine.com/2017/04/25/aures-solaire-commissions-algerias-second-module-factory.

Branstetter, L. G., R. Fisman, and C. F. Foley (2004). Do stronger intellectual property rights increase international technology transfer? Empirical evidence from US firm-level panel data. Available from www.cb.cityu.edu.hk/ef/PastEvent/Sem2004_24May2004/pdf/session%201_2.pdf.

Breeze, C. (2017). Miraah takes solar EOR in Oman to the next level. *Shell World Joint Ventures*, February, pp. 3-5. Available from www.shell.ae/en_ae/about-us/shell-world-jv-magazine/shell-/world-jv-10/_jcr_content.streamb9c8dfc4b2bc495e52e4d/1489073360594236b673756cefee0d7f5816f1f1df163d.c2d1a533cb/Shell-World-JV-v10.pdf.

Brewer, T. L. and M. Mani (2008). Technology transfers and climate change: International flows, barriers, and frameworks. *Brookings Trade Forum*, pp. 93-119.

Burns, M. (2012). A sustainable framework for international green technology transfer. *Colorado Journal of International Environmental Law and Policy*, vol. 23, No. 2, pp. 405-432.

Carter, T. P. (2014). Water savings using the thermosyphon cooler hybrid heat rejection system: Case studies from Atlanta, Phoenix, Seattle, and Boston. Johnson Controls, Inc.

Clean Energy Business Council (2014). Water and energy in MENA: Challenges, opportunities, and potential. Available from www.cleanenergybusinesscouncil.com/site/resources/files/Energy-and-Water-in-MENA.pdf.

Cornell, INSEAD and World Intellectual Property Organization (2017). Analysis, Global Innovation Index. Available from https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator (accessed 27 July 2017).

Croce, R. D., J. Paula and A. Laboul (2015). *Infrastructure Financing Instruments and Incentives*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Available from www.oecd.org/finance/private-pensions/Infrastructure-Financing-Instruments-and-Incentives.pdf.

Dahlberg, Neil, Buzz Reynolds and Royce Warnick (2016). ReACT™ Regenerative activated coke technology. Somerville, New Jersey: Hamon Research-Cottrell, Inc. Available from www.hamonusa.com/sites/default/files/attachments/brochure%20-%20hrc%20-%20react.pdf.

Dalton, David (2015) Russia and Egypt sign agreement to develop nuclear desalination plant. *NucNet*, 3 March. Available from www.nucnet.org/all-the-news/2015/03/03/russia-and-egypt-sign-agreement-to-develop-nuclear-desalination-plant.

Darcy, Jacques and others (2009). Financing technology transfer. Working Paper No. 2009/002. Luxembourg: European Investment Fund. Available from www.eif.org/news_centre/publications/eif_wp_2009_002_financing-tt_fv.pdf.

Data Center Research (2017). Colocation Middle East. Available from www.datacentermap.com/middle-east/ ((accessed 25 July 2017.

Davies, Michelle and others (2016). *Developing Renewable Energy Projects: A Guide to Achieving Success in the Middle East* (third ed.). Eversheds and PwC. Available from https://www.pwc.com/m1/en/publications/documents/eversheds-pwc-developing-renewable-energy-projects.pdf.

DNV.GL (2016). Middle East waking up to EOR. Available from https://www.dnvgl.com/oilgas/perspectives/middle-east-waking-up-to-eor.html.

El Amrani, Ali (2016). National innovation system: Enabling technology transfer in Morocco. Beirut: United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA). Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/page_attachments/morocco_science_technology_and_innovation_landscape_analysis_0.pdf.

Electric Power Research Institute (EPRI) (2015). Information, communication, & cyber security newsletter. Palo Alto, United States of America: EPRI. Available from http://smartgrid.epri.com/doc/EPRI%20ICT%20Newseltter_Mar2015.pdf.

Technology transfer .(2016) _____ awards. Palo Alto, United States of America: EPRI. Available from www.eskom.co.za/news/Documents/EPRI_Awards.pdf.

El-Katiri, L. and B. Fattouh (2014). *A Roadmap for Renewable Energy in the Middle East and North Africa*. Oxford, United Kingdom: Oxford Institute for Energy Studies. Available from www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/01/MEP-6.pdf.

El-Khayat, M. and others (2014). *Pan-Arab Renewable Energy Strategy 2030: Roadmap of Actions for Implementation*. Abu Dhabi: IRENA. Available from https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Pan-Arab_Strategy_June%202014.pdf.

IRENA (2016). Renewable energy in the Arab region. Overview of developments. Abu Dhabi. Available from www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Arab_Region_Overview_2016.pdf.

Johnson Controls (2017). Hybrid Cooling Systems. Available from www.johnsoncontrols.com/buildings/hybrid-cooling-systems.

Kaye, Jen (2016). Oasys water's next-generation technology platform extends the impact of membrane solutions for industrial wastewater reuse. Boston, United States: Oasys Water. 12 October. Available from http://oasyswater.com/news-post/oasys-waters-next-generation-technology-platform-extends-the-impact-of-membrane-solutions-for-industrial-wastewater-reuse/.

Kessides, Ioannis. N. and Vladimir Kuznetsov (2012). Small Modular Reactors for Meeting the Electricity Needs in Developing Countries. Washington, D.C.: World Bank; Vienna: International Atomic Energy Agency. Available from https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23186.

Khan, Mosahid and others (2013). *2013 World Intellectual Property Indicators*. Geneva, Switzerland: World Intellectual Property Organization (WIPO). Available from www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2013.pdf.

Khanfir, Mondher (2016). How to harness the national innovation system in Tunisia. Amman: ESCWA Technology Centre. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/page_attachments/tunisia_science_technology_and_innovation_landscape_analysis.pdf.

Khlopkov, Anton (ed.) (2016). Prospects for nuclear power in the Middle East: Russia's interests (grantees report). Moscow: Valdai Discussion Club. Available from http://ceness-russia.org/data/doc/REPORT_ENG_prospectsfornuclearpowerME.pdf.

Kimeraa (2011). European initiatives to excellence in maritime cluster. KIMERAA (Knowledge Transfer to Improve Marine Economy in Regions from the Atlantic Area). Cardiff, United Kingdom. Available from http://kimeraa.eu/gestor/upload_files/Documentos/European_Initiatives_to_Excellence_in_Maritime_Cluster.pdf.

Resources/CSP-Job-Study-Eng-Sum.pdf.

Frazer, Lance (2004). Low water consumption: A new goal for coal. *Environmental Health Perspectives,* vol. 112, No. 5, pp. A296-A299. Available from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241941/pdf/ehp0112-a00296.pdf.

French, David and Andrew Torchia (2016). Dubai's DEWA gets finance for $3.4 bln coal power plant. Reuters. 11 December. Available from http://af.reuters.com/article/commoditiesNews/idAFL5N1E606Z.

Ghaddar, Nesreen (2010). Research in the Arab region from a development lens. Presented at Panel III: Knowledge and technology transfer, The Climate Change Impacts in the Arab Region: Towards Sustainable Energy – Resources, Challenges and Opportunities, held by UNDP-RBAS, Bahrain. October.

GlassPoint Solar (2016). Miraah project fact sheet. Petroleum Development Oman (PDO). Available from https://www.glasspoint.com/wp-content/uploads/Miraah-Fact-Sheet.pdf.

Gomathinayagam, S. (2011). A case study on Indian wind power programme for technology transfer and sharing best practices. Islamabad: SAARC Energy Centre. Available from www.saarcenergy.org/wp-content/uploads/2016/02/Indian_Wind_Power_Program_2011_2.pdf.

Graves, LeAnne (2016). Egypt revives wind turbine plans. *The National*, 24 January. Available from www.thenational.ae/business/energy/egypt-revives-wind-turbine-plans.

Green Climate Fund (2017). Portfolio dashboard. Available from www.greenclimate.fund/what-we-do/portfolio-dashboard (accessed 24 July 2017).

Indra, Rajani Kant (2012). GEF & GCF. 31 October. Available from http://rajanikantindra.blogspot.com/2012/10/gef-gcf.html.

Ionita, R. (2011). Modernisation of turbines in six Chinese power stations. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Available from http://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/IMS_BLS/a70e62d7861e4f1c9a6fb250af63d1c2/dac36acd0be24afd9ac79e83be007c33.pdf.

Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean (MED-ENEC) (2017a). Background. Available from www.med-enec.com/background.

_____ (2017b). Consortium) Partners. Available from www.med-enec.com/about/consortium.

_____ (2017c). Objectives,) Activities & Outputs. Available from http://www.med-enec.com/about/objectives-activities-outputs.

ESCWA Technology Centre for Development (2007). Detailed assessment of regional needs and priorities and identification of implementation mechanisms. New York: United Nations. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/ictd-07-tp6-e.pdf.

European Commission (2015). Inception impact assessment: Partnership for research and innovation in the Mediterranean area (PRIMA). Available from http://ec.europa.eu/smart-regulation/roadmaps/docs/2015_rtd_009_prima_en.pdf.

European Investment Bank (EIB) and International Renewable Energy Agency (IRENA) (2015). *Evaluating Renewable Energy Manufacturing Potential in the Mediterranean Partner Countries*. Available from www.eib.org/attachments/femip_study_evaluating_renewable_energy_manufacturing_potential_en.pdf.

Fawkes, Steven, Kit Oung and David Thorpe (2016). *Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement: An Introduction for Policy Makers*. Copenhagen: UNEP DTU Partnership. Available from http://orbit.dtu.dk/en/publications/best-practices-and-case-studies-for-industrial-energy-efficiency-improvement(6ff49b1b-9683-4d7d-9b42-ab2b0c7955a4).html.

Fong, M. W. L. (2009). Technology leapfrogging for developing countries. IGI Global. Available from https://journalistsresource.org/wp-content/uploads/2013/04/Technology-Leapfrogging-for-Developing-Countries.pdf.

Fraunhofer ISE and Ernst & Young (2011). Middle East and North Africa region assessment of the local manufacturing potential for concentrated solar power (CSP) projects. Washington, D.C.: World Bank. Available from http://siteresources.worldbank.org/INTMENA/

January. Available from https://phys.org/news/2017-01-hybrid-nuclear-desalination-technique-efficiency.html.

Negewo, B. D. (2012). *Renewable Energy Desalination: An Emerging Solution to Close the Water Gap in the Middle East and North Africa.* Washington DC: World Bank.

Oman News Agency (2016). PDO's Miraah solar project costs cut by 46%. *Times of Oman*, 30 July. Available from http://timesofoman.com/article/89031/Business/PDO%27s-Miraah-solar-project-costs-cut-by-46.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2013). *Increasing Private Participation in the Southern African Development Community's Infrastructure: Policy Bottlenecks and the Way Forward.* Available from https://www.oecd.org//daf/inv/investment-policy IncreasingPrivateParticipation InSADCinfrastructure.pdf.

OECD and the Sustainable Development Goals (2017). _____ Development Goals: Delivering on universal goals and targets. Retrieved June 7, 2017, from http://www.oecd.org/dac/sustainable-development-goals.htm.

Passut, Charlie (2014). Texas plant deploys promising technology to clean produced water. *NGI's Shale Daily,* 11 June. Available from www.naturalgasintel.com/articles/98981-texas-plant-deploys-promising-technology-to-clean-produced-water.

Peters, H. James (2010). ReACT reduces emissions and water use. *Power*, 1 July. Available from www.powermag.com/react-reduces-emissions-and-water-use/.

Philibert, Cédric (2015). Renewables in the MENA region. Presented at the 21st Conference of Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), held in Paris in December 2015. Available from www.iea.org/media/workshops/2015/cop21/otherevents/5DecPhilibert.pdf.

Polity (2017). Eskom scoops coveted global award. 23 February. Available from www.polity.org.za/article/eskom-eskom-scoops-coveted-global-award-2017-02-23.

Poulton, Wendy, Steve Lennon and Laurie Steenkamp (2000). What are the options of technology transfer for South Africa? Johannesburg and Pretoria,

Maskus, Keith E. (2000). Intellectual Property Rights and Economic Development. University of Colorado, Boulder.

Mazurkiewicz, Adam and Beata Poteralska (2017). Technology transfer barriers and challenges faced by R&D organisations. *Procedia Engineering,* vol. 182, pp. 457-465. Available from https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.134.

Megahed, M. M. (2007). *Nuclear desalination activities and prospects in the Arab countries.* Presented at the International Conference on Non-Electric Applications of Nuclear Power: Seawater Desalination, Hydrogen Production and Other Industrial Applications, held from 16 to 19 April 2007 at O-Arai, Japan. Available from www-pub.iaea.org/MTCD/Meetings/PDFplus/2007/cn152/cn152p/Megahed%20Egypt%20ND%20in%20ArabCountries.pdf.

Metz, Bert and others (eds.) (2000). *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer.* Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Mukasa, Alli. D. and others (2013). Development of wind energy in Africa. Working Paper Series, No. 170. Tunis: African Development Bank. Available from https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/Working%20Paper%20170%20-%20Development%20of%20Wind%20Energy%20in%20Africa.pdf.

Muralev, Y. (2016). Proposal of desalination technology selection for nuclear power and desalination plant. Presented at the Technical Meeting on the User-Vendor Interface in Cogeneration for Electricity Production and Seawater Desalination, held from 14 to 16 March 2016 in Vienna. Available from https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2016/2016-03-14-03-16-NPTDS/Kazakhstan2.pdf.

Nagy, B. (2009). IPR protection strength and the market for knowledge, *Regional Competitiveness, Innovation and Environment,* pp. 183-197. Szeged, Hungary: JATEPress.

National Research Nuclear University (2017). Researchers develop hybrid nuclear desalination technique with improved efficiency. Phys.Org, 24

Kordab, Mohamad (2009). Solar water heaters development in MENA region. Presented at the conference on Solar Thermal Application in Egypt, Palestine, Lebanon, Syria and Jordan: Technical Aspects, Framework Conditions and Private Sector Needs. Cairo, 23-25 March 2009. Available from www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/Session1_Solar_Water_Heaters_Development_In_MENA_Region_MKordab.pdf.

Lema, Adrian and Rasmus Lema (2013). Technology transfer in the clean development mechanism: Insights from wind power, *Global Environmental Change*, vol. 23, No. 1, pp. 301-313. Available from https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.010.

Lesser, W. (2012). Measuring intellectual property "strength" and effects: An assessment of patent scoring systems and causality. *The Journal of Business, Entrepreneurship & the Law*, vol. 4, No. 2. Malibu, California: Pepperdine Libraries. Available from http://digitalcommons.pepperdine.edu/jbel/vol4/iss2/4.

Lewis, J. I. (2011). Building a national wind turbine industry: Experiences from China, India and South Korea. *International Journal of Technology and Globalisation,* vol. 5, No. 3/4, p. 281. Available from https://doi.org/10.1504/IJTG.2011.039768.

Makiver, Meghan (2016). Oasys water continues expansion of global operations to deliver much needed industrial water treatment innovation to the Middle East. *Oil & Gas 360*, 23 February. Available from https://www.oilandgas360.com/oasys-water-continues-expansion-of-global-operations-to-deliver-much-needed-industrial-water-treatment-innovation-to-the-middle-east/.

Mansfield, E. (ed.) (1983). *Technology Transfer, Productivity, and Economic Policy.* New York: W. W. Norton & Company, Inc.

Margolis, Robert M. (2002). *Understanding Technological Innovation in the Energy Sector: The Case of Photovoltaics.* Princeton University.

Masdar (2017). Renewable energy water desalination programme. Available from www.masdar.ae/assets/downloads/content/3588/desal_factsheet-final-jan_10,_2017.pdf.

uploads/2009/09/isda-ghana-country-.study-september-2009-report-2.pdf

United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (2007). The ESCWA Technology Centre for Development: Detailed assessment of regional needs and priorities and identification of implementation mechanisms. New York: United Nations. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/publications/files/ictd-07-tp6-e.pdf.

Intergovernmental .(2012) _____ consultative meeting on the water and energy nexus in the ESCWA region. E/ESCWA/SDPD/2012/IC.1/2/Report

Strengths and .(2013) _____ weaknesses of science and technology institutions in Arab countries. Beirut. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/page_attachments/sti_national-swot_arab1.pdf.

The Broken Cycle: .(2014) _____ *Universities, Research and Society in the Arab World - Proposals for Change.* Beirut. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/page_attachments/broken_cycle_study_-_english_version.pdf.

Policies for the .(2015) _____ *Establishment of an Efficient System of Innovation and Technology Transfer in Egypt.* Beirut. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/page_attachments/egypt_technology_transfer_legislative_analysis_0.pdf.

2016a). Developing the) _____ capacity of ESCWA member countries to address the water and energy nexus for achieving Sustainable Development Goals: Regional policy toolkit. E/ESCWA/SDPD/2016/Manual.

2016b). Expert group) _____ meeting on the potential of manufacturing renewable energy equipment in the Arab region. E/ESCWA/SDPD/2016/WG.11.

2016c). Innovation system) _____ landscape in Sudan. Beirut. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/page_attachments/sudan-ntto-innovation-landscape-study-en.pdf.

2016d). *Innovation System*) _____ *in Lebanon.* Beirut. Available from https://www.unescwa.org/sites/www.

Teehankee, Manuel. A. J., Ingrid Jegou and Rafael Jacques Rodrigues (2012). Multilateral negotiations at the intersection of trade and climate change: An overview of developing countries' priorities in UNCSD, UNFCCC and WTO processes. Issue paper No. 2. Geneva, Switzerland: International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). Available from https://www.ictsd.org/downloads/2012/06/multilateral-negotiations-at-the-intersection-of-trade-and-climate-change.pdf.

Toscano, A. and others (2016). Recent trends in the world gas market: Economical, geopolitical and environmental aspects. *Sustainability*, vol. 8, No. 2, p. 154. Available from https://doi.org/10.3390/su8020154.

Trabacchi, Chiara and others (2016). The role of the climate investment funds in meeting investment needs. Climate Policy Initiative (CPI). Available from https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2016/06/The-role-of-the-Climate-Investment-Funds-in-meeting-investment-needs.pdf.

Turkenburg, Wim and others (2012). Renewable Energy. In *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future*, pp. 761–900. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press and Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis. Available from www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter11_renewables_lowres.pdf.

Turner, Julian (2016). Lean and clean: Why modern coal-fired power plants are better by design. *Power-technology.com*, 22 June. Available from www.power-technology.com/features/featurelean-and-clean-why-modern-coal-fired-power-plants-are-better-by-design-4892873/.

United Arab Emirates (2015). Science, technology & innovation policy in the United Arab Emirates. Available from www.uaeinnovates.gov.ae/docs/default-source/pdfs/science-technology-and-innovation-policy-en.pdf.

United Nations Department of Economic and Social Affairs (2008). Climate change: Technology development and technology transfer. Paper prepared for the Beijing High-level Conference on Climate Change. Available from http://climatestrategies.org/wp-content/

South Africa: Eskom and Department of Trade and Industry. Available from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=4FD9AFD?4CF52F6E7609987EB66076FBEdoi=10.1.1.199.8363&rep=rep1&type=pdf.

Prabhu, Conrad (2017). Advisers sought for Oman's first coal-fired power project. *Oman Daily Observer*, 10 April. Available from http://omanobserver.om/advisers-sought-omans-first-coal-fired-power-project/.

Ramady, M. A. (2004). Components of technology transfer: A comparative analysis of offset and non-offset companies in Saudi Arabia. King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia.

Ramahi, M. E. (2016). Masdar's renewable energy desalination program. Presented at the Singapore International Water Week 2016. Available from www.siww.com.sg/sites/default/files/Desalination%20and%20water%20reuse_Mr%20Mohammad%20El%20Ramahi.pdf.

Santamarta, J. (2017). Middle East leaders seek concentrated solar power to support growth. *Helioscsp*, 2 May. Available from http://helioscsp.com/middle-east-leaders-seek-concentrated-solar-power-to-support-growth/.

Schwab, Klaus (ed.) (2016). *The Global Competitiveness Report 2016–2017*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum. Available from www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf.

Shi, J. (2012). Program on technology innovation: New concepts of water conservation cooling and water treatment technologies. Technical update No. 1025642. Palo Alto, California: Electric Power Research Institute (EPRI). Available from https://www.epri.com/#/pages/product/1025642/.

SUEZ (2016). As Samra wastewater treatment plant: A major asset for Jordan. Available from www.degremont.com/document/?f=engagements/en/as-samra-r-er-020-en-1510-web.pdf.

SUEZ and Degrémont (2014). Samra Wastewater Treatment Plant Jordan. Available from www.fogevaporator.com/pdf/samra-wastewater-treatment-plant.pdf.

production. United States energy Information Administration, 23 October. Available from https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=23472.

World Bank (2017). DataBank: World Development Indicators. Washington D.C. Available from http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators (accessed 24 August 2017).

World Nuclear News (2015). Russia formalises deal to build Egypt's first reactors. 20 November. Available from www.world-nuclear-news.org/NN-Russia-formalises-deal-to-build-Egypts-first-reactors-20111501.html.

Yang, Ming, David E. Rodgers and Karan Chouksey (2012). *Investing in Renewable Energy: The GEF Experience.* Global Environmental Facility (GEF). November. Available from https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/gef_renewenergy_oct2012_r16_0.pdf.

Zaleski, Andrew (2015). A start-up that solved fracking's dirty problem. CNBC, 17 February. Available from www.cnbc.com/2015/02/17/a-start-ups-that-solved-frackings-dirty-problem.html.

Zickfeld, Florian and Aglaia Wieland (2013). *Desert power: Getting started the manual for renewable electricity in MENA.* Munich: Dii. Available from https://www.db.com/cr/en/docs/Desert-Power-Getting-Started-Full-Report-English-Screen(1).pdf.

Available from www.arabnews.com/node/400807.

Wang, Brian (2016). Gigawatt scale solar thermal generates steam for enhanced oil recovery. Next Big Future, 13 November. Available from https://www.nextbigfuture.com/2016/11/gigawatt-scale-solar-thermal-generates.html.

Weinberg, Josh (2015). Making water-energy-food nexus approaches operational to support sustainable urbanization. Presented at the Sustainable Megacities: Food, Energy, Water and the Built Environment Workshop: Food, Energy, and Water Nexus in Sustainable Cities, held in Beijing on 21 October. Available from https://www.nyit.edu/files/special_events/FewWorkshop_2015_Presentation_WeinbergJosh.pptx.

Weston, David (2016). Siemens to open Moroccan blade plant. *Wind Power Monthly*, 10 March. Available www.windpowermonthly.com/article/1386863.

Williams, Andrew (2014). Oilfield produced water management: Which technologies will gush to success? Water & Wastewater International. Available from www.waterworld.com/articles/wwi/print/volume-29/issue-5/technology-case-studies/oilfield-produced-water-management-which-technologies-will-gush-to-success.html.

Wood, Alex, and Kelsey Tamborrino (2015). United Arab Emirates plans to increase crude oil and natural gas

unescwa.org/files/page_attachments/lebanon_technology_transfer_legislative_analysis_0.pdf.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). Strategy paper for the long-term perspective beyond 2012, including sectoral approaches, to facilitate the development, deployment, diffusion and transfer of technologies under the convention.

Green Climate (2016). _____ Fund. Available from http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/green_climate_fund/items/5869.php.

United Nations Statistics Division. (2017). SDG Indicators. Available from https://unstats.un.org/sdgs/metadata/ (accessed 27 July 2017).

Vera, Luisa and others (2009). Depuranat project: Sustainable management of wastewater in rural areas. *Desalination and Water Treatment*, vol. 4 No. 1–3, pp. 59–68. Available from https://doi.org/10.5004/dwt.2009.356.

Wahab, Sazali Abdul, Raduan Che Rose and Suzana Idayu Wati Osman (2011). Defining the concepts of technology and technology transfer: A literature analysis. *International Business Research*, vol. 5, No. 1. Available from https://doi.org/10.5539/ibr.v5n1p61.

Walley, Stuart (2011). Enhanced oil recovery technology gains momentum. *Arab News*, 12 December.

17-00504