الأمم المتحدة

E/CN.16/2015/3

المجلس الاقتصادي والاجتماعي

Distr.: General
23 February 2015
Arabic
Original: English

اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية

الدورة الثامنة عشرة

جنيف، ٤-٨ أيار/مايو ٢٠١٥

البند ٣(أ) من جدول الأعمال المؤقت

الاستشراف الاستراتيجي في خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥

تقرير مقدم من الأمين العام

موجز تنفيذي

يحدد هذا التقرير المسائل الرئيسية المتعلقة بدور الاستشراف الاستراتيجي بالنسبة لمقرري السياسات، خصوصاً في البلدان النامية، ويحللها ويعرضها للنقاش. ويقدم الفصل الثاني موضوع الاستشراف الاستراتيجي وطرق استخدامه في مختلف أنحاء العالم، فيما يعرض الفصل الثالث الاتجاهات الرئيسية المتعلقة بالعلم والتكنولوجيا والابتكار التي قد تكتسي أهمية خاصة للتنمية بعد عام ٢٠١٥، استناداً إلى نتائج التحليلات الكلية لتقارير الاستشراف الأخيرة ومدخلات خبراء الاستشراف الدوليين، إلى جانب نتائج تقييم هام لما ينطوي عليه الاستشراف من إمكانات اجتماعية اقتصادية وآثاره على التنمية. ويسلط الفصل الرابع الضوء على أهم الدروس المستفادة على صعيد السياسة العامة، ويعرض الفصل الخامس استنتاجات ومقترحات كي تنظر فيها الحكومات الوطنية والجهات الأخرى المعنية.

(A) GE.15-03496 200315 230315

1503496

الرجاء إعادة الاستعمال

المحتويات

		الصفحة
	مقدمة	٣
أولاً –	الاستشراف الاستراتيجي: النظرية والتطبيق	٣
	ألف – منهجيات الاستشراف العامة	٤
	باء – الاستشراف الاستراتيجي حول العالم	٥
ثانياً –	أهم اتجاهات العلم والتكنولوجيا والابتكار في سياق خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥	٦
	ألف – التكنولوجيات المتصلة بالموارد الطبيعية	٧
	باء – نُظم الطاقة المستدامة	١٠
	جيم – التكنولوجيات المواتية لأغراض التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها وتعويض الكربون	١٤
	دال – التقارب التكنولوجي	١٦
	هاء – التحضر والسكن	٢٠
ثالثاً –	الدروس السياساتية المستفادة من تمرين سبر الآفاق وبحوث الاستشراف	٢٢
رابعاً –	الاستنتاجات والمقترحات	٢٣

مقدمة

١- اختارت اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية (لجنة العلم والتكنولوجيا) في دورتها السابعة عشرة المعقودة في أيار/مايو ٢٠١٤، موضوع الاستشراف الاستراتيجي في خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥ ليكون أحد الموضوعين اللذين يحظيان بالأولوية في الفترة الفاصلة بين دورتي عامي ٢٠١٤ و٢٠١٥.

٢- وعقدت أمانة اللجنة اجتماعاً لفريق خبراء في جنيف، سويسرا، في الفترة من ٢٦ إلى ٢٨ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٤، للمساهمة في زيادة فهم هذا الموضوع ذي الأولوية ومساعدة اللجنة في مداولاتها أثناء دورتها الثامنة عشرة. ويستند هذا التقرير إلى استنتاجات فريق الخبراء العامل بين الدورات، بما في ذلك المناقشات التي عقدها الخبراء أثناء مقهى الاستشراف الاستراتيجي الذي عُقد في إطار فريق الخبراء، والتقارير الوطنية التي أسهم بها أعضاء اللجنة ومساهمات خبراء من مناطق مختلفة.

أولاً- الاستشراف الاستراتيجي: النظرية والتطبيق[(١)]

٣- يشير الاستشراف الاستراتيجي (الذي يُشار إليه أيضاً باسم الاستشراف التكنولوجي أو التحليل التكنولوجي الاستشرافي) إلى التقييم المنهجي الطويل الأمد للعلم والتكنولوجيا والابتكار وآثارها المحتملة على المجتمع، بغية تحديد مجالات البحث العلمي والتطوير التكنولوجي التي يرجح أن تُحدث تغييراً وتتمخض عن منافع مجتمعية كبرى.

٤- ويقدم الاستشراف، بوصفه المرحلة الأولى من عملية التطوير التكنولوجي، مدخلات للاستراتيجيات والسياسات والخطط التكنولوجية إذ يقترح مسارات لبلوغ رؤية محددة. فالاستشراف يوجّه تطوير الهياكل الأساسية التكنولوجية، ويدعم الابتكار، ويقدم الحوافز والمساعدة للمؤسسات في مجال إدارة التكنولوجيا ونقلها، ما يؤدي إلى تعزيز قدرتها التنافسية ونموها.

٥- وتجرى تمارين الاستشراف الاستراتيجي في إطار عملية تشاركية تنطوي على نقاش منهجي بين مقرري السياسات والخبراء وممثلي القطاع والمجتمع المدني وأصحاب المصلحة الآخرين، وتفضي إلى فهم مشترك للمسائل الطويلة الأمد. ويمكن إجراء تقييمات بواسطة منهجية واحدة أو مجموعة منهجيات لجمع معلومات استباقية بشكل منهجي من طائفة واسعة من المصادر المعرفية.

---

(١) L Georghiou, JC Harper, M Keenan, I Miles and R Popper, 2008, *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice* (Cheltenham, Edward Elgar Publishing).

ألف- منهجيات الاستشراف العامة

٦- تتنوع منهجيات الاستشراف المستخدمة في شتى بلدان العالم. ويشكل تبادل التجارب الاستشرافية جزءاً من عملية البحث المسماة ربط البيانات الاستشرافية، التي تنطوي على الرصد والتحليل المنهجيين لممارسات الاستشراف والقائمين عليه ونتائجه. ويوحي العمل الجاري مؤخراً في مجال ربط البيانات الاستشرافية بأن ثمة اهتماماً متزايداً بالاستشراف الاستراتيجي، وهو ما يعود أساساً إلى الأنشطة التطلعية التي لم تعد مجرد أدوات لدعم بلورة السياسات أو الاستراتيجيات في مجال العلم والتكنولوجيا والابتكار. ويتضمن النطاق المتسع دوماً للاستشراف مجموعة كبيرة من الأهداف، منها تحليل الإمكانات المستقبلية للعلم والتكنولوجيا والابتكار، وتعزيز بناء الشبكات، وتحديد الأولويات في مجال العلم والتكنولوجيا والابتكار، ودعم المنهجيات وبناء القدرات والتوصل إلى رؤى مشتركة. إضافة إلى ذلك، يتضح من جهود ربط البيانات الاستشرافية أن الاستشراف المتعدد النطاقات أو الأغراض قد أصبح ظاهرة شائعة اليوم.

٧- وساعد ربط البيانات الاستشرافية في تحديد الأساليب المستخدمة على نطاق واسع عالمياً. فقد بينت دراسة أجريت لما يقرب من ألف تمرين استشرافي في مختلف أنحاء العالم أن الأساليب العشرة الأكثر استخداماً هي التالية، حسب ترتيب استخدامها: أفرقة الخبراء، والسيناريوهات، واستقراء الاتجاهات، وحلقات عمل التحليل المستقبلي، والعصف الذهني، وطريقة دلفي[٢]، والمقابلات، والتكنولوجيات الرئيسية[٣]، والاستبيانات و/أو الدراسات الاستقصائية، وتحليل نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات[٤]. ومن أهم العوامل المؤثرة على اختيار أساليب الاستشراف طبيعتها (وصفية أم كمية أم شبه كمية) وامتزاجها (مدى اعتمادها أو تأثيرها على أساليب الاستشراف الأخرى). والنُهُج الوصفية هي المفضلة، في حين أن المدخل الأنسب لبعض الأساليب هو استخدامها مقترنة، كالاستخدام الشائع للعصف الذهني مدخلاً لطريقة دلفي.

٨- وتُطبق تكنولوجيات المعلومات والاتصالات بشكل متزايد في معظم النُهج الاستشرافية، خصوصاً الأنشطة القائمة على التفاعل والاستدلال. وهناك العديد من التطبيقات المتاحة لدعم وضع النماذج والتنقيب في البيانات ومسحها والعمليات التشاركية ووضع التصورات، كالدراسات الاستقصائية على الإنترنت، وتحليل البيانات الضخمة، وسبر الأفق الإلكتروني، ومنصات الإبداع.

---

(٢) تنطوي طريقة دلفي "على مجموعة خبراء يجيبون على استبيانات دون ذكر أسمائهم ويتلقون من ثم ردا على شكل موجز إحصائي لإجابات المجموعة، ثم تُكرر العملية من جديد. الهدف هو تقليل تنوع الإجابات والتوصل إلى أقرب توافق ممكن بين الخبراء" (Rand Corporation, 2015, Topics: Delphi method، متاح على الرابط: http://www.rand.org/topics/delphi-method.html (تم الاطلاع عليه في ١٣ شباط/فبراير ٢٠١٥)).

(٣) تحدد هذه الطريقة التكنولوجيات الأشد تأثيراً على مدى فترة زمنية معينة بهدف تحديد أولويات البحث والتطوير.

(٤) التحليل الذي أجراه ر. بوبر لبيانات شبكة الرصد الاستشرافي الأوروبية (٢٠٠٥-٢٠٠٩) ومحفل الاستشراف الأوروبي (٢٠٠٩-٢٠١٢). انظر: http://www.foresight-platform.eu، انظر أيضاً: R Popper, 2008, How are foresight methods selected? *Foresight*, 10(6): 62–89.

باء- الاستشراف الاستراتيجي حول العالم

٩- كشف تحليل قائم على ربط بيانات الأساليب الاستشرافية العشرة المهيمنة في كل منطقة من مناطق العالم عن وجود سمات إقليمية، مثل شيوع استخدام منهجية التكنولوجيات الرئيسية في جنوب أوروبا وأمريكا الشمالية[٥]، إلى جانب ممارسات إقليمية أخرى يتطرق إليها هذا القسم.

أوروبا

١٠- تشدد ممارسات الاستشراف في أوروبا على توقع المستقبل والتعاون على تشكيله في آن، وذلك من خلال تنسيق عملية الحوكمة وصنع القرار. ويُمارس الاستشراف بشكل مطرد في إطار مؤسسي وهناك اهتمام متزايد بتبادل تجارب الاستشراف، من خلال محفل الاستشراف الأوروبي وأكاديمية الاستشراف الدولية، على سبيل المثال.

١١- ولبعض البلدان، مثل فرنسا، تاريخ غني بأنشطة التحليل المستقبلي يمتد إلى عدة عقود ماضية ولا يزال يؤثر على الممارسة الجارية. أما بلدان أخرى، مثل أيرلندا والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، فلها تاريخ أحدث عهداً يغلب عليه الاستشراف التكنولوجي وتقاليد التحليلات المستقبلية المستدامة. وفي شرق أوروبا، لا تزال بقايا العهد الشيوعي متمثلة في التفكير المستقبلي في سياق التخطيط المركزي للدولة. وقد تأثرت الأعمال الأخيرة بشدة بممارسات الاستشراف التكنولوجي في شمال أوروبا وغربها. وتضطلع المفوضية الأوروبية ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية بدور هام في نقل هذه الأداة السياساتية. أما في أوروبا الجنوبية فتعد هذه الأنشطة أحدث عهداً نسبياً، حيث تهيمن تمارين الاستشراف التكنولوجي على أكثر من نصفها في إسبانيا.

أمريكا اللاتينية

١٢- يشهد الاستشراف في أمريكا اللاتينية تطوراً بطيئاً ولكن مطرداً. وقد أطلق العديد من بلدانها برامج ومشاريع وطنية تنطوي على مفاهيم وآليات مشتقة من طائفة واسعة من تمارين الاستشراف الدولية، ومن أوروبا بشكل أساسي. غير أن المنطقة أنشأت أسلوبها الاستشرافي الخاص أيضاً بفضل الاستخدام المبتكر لمواردها المحدودة، ما تمخض في بعض الأحيان عن ابتكارات فعالة على صعيدي الممارسة والأدوات، تتراوح من نُظم الإدارة الجديدة وأدوات الدعم على الإنترنت إلى أساليب جديدة في كفالة التزام أصحاب المصلحة. وقد اضطلعت منظمات دولية، مثل منظمة اتفاق اندريس بيو المتعلق بالتكامل التربوي والعلمي والثقافي، ولجنة الأمم المتحدة لأمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبي، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، والمفوضية الأوروبية أيضاً في الآونة الأخيرة، بدورٍ هام في دعم البرامج وأنشطة بناء القدرات المتعلقة بالاستشراف في هذه المنطقة.

(٥) S Bitar, 2013, *Why and How Latin America Should Think About the Future* (Washington, D.C., Inter-American Dialogue) and M Keenan and R Popper, 2008, Comparing foresight style in six world regions, *Foresight*, 10(6): 16–38.

أمريكا الشمالية

١٣- طُور العديد من اساليب الاستشراف الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة الأمريكية إبان الخمسينات والستينات وهي مستخدمة على نطاق واسع في القطاعين العام والخاص على السواء. وتُجرى العديد من أنشطة الاستشراف على صعيدي الولاية والاتحاد في كل من كندا والولايات المتحدة. وينتج مجلس الاستخبارات الوطني في الولايات المتحدة تقريراً عن الاتجاهات العالمية لتوجيه المحادثات الاستراتيجية في إطار الحكومة وخارجه. وتعدّ تمارين رسم خرائط الطريق التكنولوجية القطاعية ممارسة شائعة بشكل خاص لدى شركات الولايات المتحدة.

آسيا

١٤- تصدرت اليابان تطوير ممارسات الاستشراف التكنولوجي الوطني واستخدمت، منذ عام ١٩٧٠، طريقة دلفي للتنبؤ بالمسارات التكنولوجية المستقبلية وتوجيهها. وفضلاً عن تأثير الحراك الياباني على أوروبا، فقد استلهمت منه أيضا الصين وجمهورية كوريا ومنطقة جنوب شرق آسيا لخوض تمارين مماثلة. وفي إطار منتدى التعاون الاقتصادي لآسيا والمحيط الهادئ، أنشئ مركز الاستشراف التكنولوجي في عام ١٩٩٨ لإجراء دراسات على النطاق الإقليمي والنهوض بقدرات البلدان الأعضاء، وتتأثر أعماله إلى حد بعيد بالممارسات السائدة في أستراليا واليابان وأمريكا الشمالية وشمال أوروبا وغربها.

أفريقيا

١٥- ترعى المنظمات الدولية معظم التمارين الاستشرافية في أفريقيا أو تضطلع بها مباشرة، ومنها بنك التنمية الأفريقي، والاتحاد الأوروبي، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، ومعهد الأبحاث الدولي لسياسات الغذاء، وبرنامج الأمم المتحدة المشترك المعني بفيروس نقص المناعة البشرية/الأيدز، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي. وتتصدى غالبية هذه التمارين لأفريقيا ككل إذ قليل منها فقط يركز على بلدان بعينها.

ثانياً- أهم اتجاهات العلم والتكنولوجيا والابتكار في سياق خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥

١٦- ستجسد خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥ رؤية عالمية للقضاء على الفقر وتغيير العالم على نحو يجعله يلبي بشكل أفضل حاجات الانسان ومقتضيات التحول الاقتصادي، بما يكفل في الآن ذاته حماية البيئة وحفظ السلم وإعمال حقوق الإنسان. وفي سياق السعي العالمي لتجسيد هذه الخطة، تشير لجنة العلم والتكنولوجيا إلى ضرورة تبيان الدور الهام للعلم والتكنولوجيا والابتكار في تفعيل الطموحات الإنمائية[٦].

(٦) E/CN.16/2014/2.

١٧- وقد دأبت لجنة العلم والتكنولوجيا، بصفتها حامل لواء قضايا العلم والتكنولوجيا والابتكار في منظومة الأمم المتحدة، على تأكيد أهمية بناء قدرات العلم والتكنولوجيا والابتكار وتعزيز تعهد مشاريعها وتقوية قدرات الابتكار على النحو اللازم لتحقيق تنمية جامعة ومستدامة. وقد نظمت أمانة اللجنة، في إطار موضوعها ذي الأولوية بشأن الاستشراف الاستراتيجي، تمريناً لسبر الآفاق ساهم فيه خبراء استشراف دوليون لتحديد الاتجاهات الرئيسية في مجال العلم والتكنولوجيا والابتكار التي من شأنها أن تسهم في خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥ وبلوغ أهداف التنمية المستدامة[٧]. ونوقشت هذه الاتجاهات في اجتماعات فريق الخبراء المنعقدة بين دورتي عامي ٢٠١٤ و٢٠١٥، بما في ذلك مناقشات الخبراء التي عُقدت أثناء مقهى الاستشراف الاستراتيجي، وهي تندرج بشكل رئيسي ضمن المجالات الخمسة التالية التي يتطرق إليها هذا الفصل: الموارد الطبيعية، والطاقة، وتغير المناخ، والتقارب، والتحضر.

ألف- التكنولوجيات المتصلة بالموارد الطبيعية

١٨- تساهم التطورات الصناعية والتكنولوجية، شأنها شأن أنماط الاستهلاك المتغيرة المتصلة بالنمو الاقتصادي والرخاء، في ارتفاع الطلب على موارد الطاقة الأحيائية المتجددة وعلى مخزونات المعادن والفلزات والوقود الأحفوري غير المتجددة على السواء. غير أن العالم منظومة مادية مغلقة لها قدر محدود من الموارد. ومع أن هذه الموارد ليست شحيحة بالمطلق، فإنها قد لا تكون موزعة بالتساوي عالمياً، ما يجعل الحصول عليها أمراً محفوفاً بعدم اليقين وقد يكون مشوباً بالنزاعات.

١٩- ويلعب الابتكار دوراً معقداً في تشكيل العرض والطلب بالنسبة لهذه الموارد. فالتكنولوجيات المستحدثة قد تنشئ استخدامات جديدة للموارد وطرقاً جديدة لتحديد مواقع مخزوناتها واستغلالها، ما يحتمل زيادة العبء الواقع على البيئة. غير أن بوسع الابتكار أيضا أن يمكّن المجتمعات من خفض استخدامها للموارد المحدودة والملوِّثة والتحول إلى بدائل أكثر استدامة. وبالتالي فإن أثر اشتداد وطأة التنافس العالمي على الموارد يتوقف على مدى توجيه التطور التكنولوجي نحو استحداث سبل أكثر فعالية في استخدام الطاقة لتلبية احتياجات المجتمعات. وتتناول الأقسام التالية التكنولوجيات التي يمكن أن تفيد في إدارة موارد الغذاء والماء بفعالية أكبر.

(٧) بالتنسيق مع ف. كارابياس - ويتر، محاضر في مادة الاستشراف التكنولوجي بمعهد التنمية المستدامة في جامعة العلوم التطبيقية بزيورخ، وبمساهمات من خبراء من أكاديمية الاستشراف الدولية والمفوضية الأوروبية، منهم ي بلومر وك هايجمان من مركز الأبحاث المشترك للمفوضية الأوروبية، ور. جونستون من جامعة سيدني، وإ. مارياني من معهد سياسات العلم والتكنولوجيا في جمهورية كوريا، ور. روبر من جامعة مانشستر.

١- الغذاء

٢٠- تترتب على التغيرات في الطلب على المنتجات الزراعية واستخداماتها تغيراتٌ في أنماط إنتاج الغذاء. فمع تحول الحميات الغذائية من الاعتماد على الحبوب إلى استهلاك المزيد من البروتين والدسم والسكر ومع ازدياد إنتاج الطاقة في المصانع، تنشأ بين المصالح المتباينة روابط على صعيد نوعية الغذاء وكميته، والقدرات الزراعية البيئية، والتكيف مع تغير المناخ، والقدرة الاقتصادية على الحصول على الغذاء، وتفاقم أوجه الضعف. وتُبحث الاتجاهات التكنولوجية الأربعة التالية في سياق القضاء على الجوع، وتحقيق الأمن الغذائي، وزيادة الإنتاجية الزراعية: الأغذية النانوية، واللحوم المعدلة وكفاءة الإنتاج الحيواني، واستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الإنتاج الزراعي، والأغذية الوظيفية.

٢١- وتشمل تطبيقات الأغذية النانوية (nanofood) عملية السلسلة الغذائية برمتها ويمكن أن تتمخض عن خفض المدخلات والفضلات، وزيادة إنتاجية العمليات الزراعية وتحسين نوعية الإمدادات الغذائية والمائية وسلامتها، وتحقق في نهاية المطاف كفاءة أعلى في تجهيز الغذاء.

٢٢- ويمكن تلبية الطلب المتزايد على اللحوم في البلدان النامية عن طريق تكثيف الإنتاج، في جملة حلول. ويشمل التكثيف تكنولوجيات تعزيز الإنتاج التي يمكن أن تؤدي إلى تحسين الكفاءة والحد من الأضرار البيئية. وتتوفر لقاحات للمواشي بهدف حماية البشر والحيوانات من مسببات الأمراض الضارة، غير أن ثمة نقصاً في نُظم الإنتاج والتوزيع الفعالة من حيث التكلفة. وتتوفر أيضا بدائل للحوم مثل تصنيع منتجات اللحوم في المختبرات عن طريق تكنولوجيا هندسة الأنسجة.

٢٣- وتُستخدم أجهزة الاستشعار بشكل متزايد لتعقب الحيوانات والمحاصيل والآلات في الزمن الحقيقي. وتساهم أتمتة مهام محددة بواسطة الروبوتات أو الروبوتات المصغرة عمليات الحصاد والتقاط الثمار وإزالة الأعشاب الضارة والري. كما يتيح استخدام الهواتف النقالة والألواح الحاسوبية للمزارعين، فضلا عن المونين والباعة ومقرري السياسات، الوصول الفوري إلى الأسواق ومصادر المواد المخصبة وتقارير الطقس. ويمكن أن يُحدث استخدام التكنولوجيا المحمولة وغيرها من تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات فرقاً حقيقياً في مدخول المزارعين. وتشمل الخدمات المتاحة حالياً بيانات السوق (الأسعار) وتوقعات الطقس المحلي وتشخيصات الأمراض. ويتوقع أن يؤدي تغلغل شبكات التكنولوجيا المحمولة (تكنولوجيات الجيل الثاني وأيضا الجيل الثالث والرابع أكثر فأكثر) إلى فتح فرص جديدة لدعم المناطق الريفية.

٢٤- وتؤدي الأغذية الوظيفية أهدافا تغذوية محسنة بتلبية احتياجات الجسم من المواد الغذائية اللازمة لتحسين الصحة وخفض المخاطر الصحية وحتى معالجة الأمراض. وقد طُورت هذه الأغذية في اليابان في عام ١٩٩١ لاستخدامات صحية محددة وللحد من تكاليف الرعاية الصحية المتزايدة. ويمكن أن تسهم الأغذية الوظيفية في تحسين نوعية حياة السكان المتقدمين في العمر.

٢٥- ويظل الأمن الغذائي مشكلة في البلدان النامية، لا سيما من حيث نوعية التغذية. وفي حين أن لدى البلدان النامية إمكانات كبيرة في مجال الزراعة، فإن تحقيق هذه الإمكانات مرهون بتحسين الكفاءة. وتساعد التحسينات التدريجية في الإنتاجية على ضمان الأمن الغذائي، كما تساعد المدخلات التكنولوجية المستمرة على زيادة المحاصيل بشكل مستمر. ويمكن أن تسهم تطبيقات تكنولوجيا النانو بشكل كبير أيضا في الأمن الغذائي عن طريق زيادة القدرة التنافسية لمنتجي الغذاء وتحسين فرص وصولهم إلى الأسواق. ويمكن أن يؤدي تحسين عمليات إنتاج اللحوم إلى زيادة الكفاءة إلى حد يغطي الطلب العالمي ويحقق منافع مالية وصحية وحيوانية وبيئية أكثر من اللحوم التقليدية. غير أن المجتمعات قد تحتاج فترة من الزمن كي تعتاد فكرة اللحوم البديلة، خصوصاً بسبب النظرة الشائعة إلى عملية الإنتاج بأنها غير طبيعية.

٢- المياه

٢٦- تشمل بعض التحديات الأقسى المتعلقة بالمياه والتي يمكن التصدي لها بواسطة التكنولوجيا شح المياه، خصوصا بسبب استنزاف المياه الجوفية، ونوعية المياه في البلدان النامية، والوصول إلى المياه وخدمات الإصحاح في المناطق الريفية والحضرية، وإعادة تدوير المواد المستخدمة[٨]. ويتعين التعجيل بنشر الهياكل الأساسية لإمدادات المياه وخدمات الإصحاح في البلدان النامية عن طريق خيارات مبتكرة تستهلك قدراً أقل من المياه والطاقة ورأس المال. ومن شأن الاتجاهات التكنولوجية الحالية، التي تركز على لا مركزية خدمات الإصحاح وتصفية مياه الصرف لاستعادة الطاقة والمغذيات، أن تساعد في تعزيز الوصول إلى المياه وخدمات الإصحاح وأن تحسن نوعية الماء أيضا. وفيما يلي ثلاثة تطورات تكنولوجية واعدة تهدف إلى تحسين إدارة الموارد المائية: خدمات الإصحاح اللامركزية والمستدامة، واستعادة الطاقة والمغذيات من مياه الصرف، ومعالجة مياه الشرب ومياه الصرف عن طريق وسائل تصفية متطورة.

٢٧- وتتصدى نُظُم الإصحاح الجديدة في البلدان النامية لمسألة التكاليف والمشاكل المؤسسية المرتبطة بتوسيع الهياكل الأساسية وربطها بمصنع مركزي لمعالجة مياه الصرف. وتتناول نُظم الإصحاح المستدامة سلسلة الخدمة كاملةً فضلاً عن المنتجات النهائية وتعمل على إزالة مسببات الأمراض. وهي تتضمن عادةً الغسل اليدوي أو الشطف الآلي وتستخدم مواد وأساليب معالجة جديدة مثل عزل الرمل والتربة والبول، واستعادة الطاقة وإعادة استخدام المغذيات والإصحاح الإيكولوجي.

٢٨- ويمكن عزل محتوى الطاقة والمغذيات من مياه الصرف وفرزه لإعادة استخدامه. كما يمكن استخدام تقنيات الهضم اللاهوائي لمياه الصرف والنفايات الصلبة لإنتاج الطاقة منها، مثل غاز الميثانول الحيوي. وبدأ استخدام خلايا الوقود الأحيائي لإنتاج الكهرباء، من خلال

(٨) للاطلاع على مناقشة معمقة عن إدارة المياه الزراعية، انظر مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأونكتاد)، ٢٠١١، *Water for Food: Innovative Water Management Technologies for Food Security and Poverty Alleviation* (New York and Geneva, United Nations publication).

أيض العضويات الدقيقة التي تعالج مياه الصرف. ويوجد الفسفور والنيتروجين بتركيزات جيدة أيضا في الكتل الأحيائية والبول. وبالتالي يمكن تحليل المنتجات النهائية أو استعادة النتروجين مباشرة من خلال الترسيب الكيميائي أو التحلل الحراري أو غير ذلك من الطرق.

٢٩- وتسمح عمليات العزل التي تزيل التلوث أو الأملاح أو النفايات الصلبة عن المياه النقية أو مياه الصرف بإعادة استخدام المياه بصورة مأمونة وقد تكون قابلة للإنتاج الاقتصادي باستخدام مصادر لم تكن إعادة استخدامها واردة فيما مضى. وتحرز تكنولوجيا النانو لترشيح المياه وأغشية الترشيح وتحلية مياه البحر تقدماً كبيراً على صعيد جدواها التقنية والاقتصادية. وتشمل التصاميم الجديدة تقنية التناضح الأمامي واستعادة الطاقة بكفاءة عالية وتوظيف أنواع الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية.

٣٠- ومن المتوقع تحقيق الاستدامة في قطاع الإصحاح عن طريق تقليل المخاطر الصحية والآثار البيئية إلى أدنى حد ممكن بتكاليف أولية منخفضة. ويمكن أن تساهم مصادر الطاقة والتخصيب غير المركزية في التنمية الاقتصادية. غير أن قيود الهياكل الأساسية قد تعرقل التنفيذ عندما تنطوي التكنولوجيات على تجديد نُظم الإصحاح القائمة. وتتيح أجهزة المعالجة الأصغر والأكثر كفاءة في استخدام الطاقة الحصول على مياه شرب نظيفة لعدد أكبر من السكان، ما يؤدي إلى تحسين الإنتاجية الاقتصادية ونوعية الصحة والبيئة بشكل عام. ومن المرجح أن تُستخدم مرشحات النانو الدقيقة في مناطق العالم النامية لتوفير مياه الشرب بحلول عام ٢٠٢٠[٩].

باء- نُظم الطاقة المستدامة

٣١- يتألف نظام الطاقة من ثلاثة عناصر مترابطة. فعلى جانب الطلب، هناك الحاجة إلى خدمات الطاقة وناقلي طاقة محددين، كما هو حال الوقود والكهرباء. أما على جانب العرض، فهناك توليفة من مصادر الطاقة الممكنة، سواء كانت وقودا أحفوريا أم طاقة متجددة. وتشكل الواجهة بين العرض والطلب نظاما معقدا من الأسواق المحلية والعالمية وهياكل النقل الأساسية (بما في ذلك شبكة توزيع الكهرباء) والمؤسسات (كمشغلي نُظم التوزيع)، لضمان التكافؤ بين العرض والطلب. لذا يتطلب نظام الطاقة هياكل أساسية تقتضي تكاليف أولية مرتفعة ودورات حياة طويلة، تمتد لفترة عقود عادةً، وينطوي على مجموعة متنوعة من الجهات الفاعلة ويتأثر بالعديد من العوامل غير التقنية، كالقيود التنظيمية والأنماط المعيشية للمستهلكين.

٣٢- ووفقاً للوكالة الدولية للطاقة، فإن الطلب العالمي على الطاقة سيزداد بشكل كبير في العقود المقبلة، خصوصاً في البلدان النامية. ومن المتوقع أن يستقر الطلب على الطاقة في البلدان المتقدمة في المدى المتوسط. ويتوقع أن تسهم عدة اتجاهات تكنولوجية في توفير نُظُم طاقة أقل

(٩) R Silberglitt, PS Antón, DR Howell and A Wong, 2006, *The Global Technology Revolution 2020, In-depth Analyses* (Santa Monica, Arlington and Pittsburgh, Rand Corporation).

تكلفة وأكثر استدامة ومناعة وتكاملاً خلال العقود القليلة القادمة. ويرد العرض العام للاتجاهات التكنولوجية في هذا القسم وفقاً للعناصر الثلاثة لنظام الطاقة ويسلط الضوء على التحديات التي يواجهها مقررو السياسات، وتتمثل في التصدي للزيادة العالمية في الطلب على الطاقة مع التقدم في الآن ذاته نحو نُظم طاقة اكثر استدامة.

١- الطلب على الطاقة

٣٣- يتوقع أن تزداد كفاءة الطاقة، في قطاعي الصناعة والنقل بشكل أساسي، مدفوعةً بالتطورات التكنولوجية واعتبارات التكلفة. ويتوقع أن تزداد الاستثمارات السنوية التراكمية لتعزيز كفاءة الطاقة في قطاعات النقل والإعمار والصناعة بحوالي ٣٣٦ مليار دولار حتى عام ٢٠٢٩، وسيتطلب الأمر تحديث المعدات المستخدمة حاليا في كثير من الأحيان[١٠]. ومن شأن هذه التدابير أن تحقق عائداً استثمارياً ما أن يتم توفير القدر اللازم من الطاقة. ويمكن أن تقوم الطاقة الأحيائية بدور فائق الأهمية في التخفيف من آثار تغير المناخ، غير أن ثمة تحديات تعترضها حاليا مثل استدامة الممارسات وكفاءة نُظم الطاقة الأحيائية. ويتوقع إدخال تحسينات مجدية اقتصادياً على كفاءة الطاقة في الأمد الطويل، نظراً لتخلص الميزانية من عبء تكاليف الوقود الأحفوري وتقلص الحاجة إلى قدرات توليد الكهرباء. وبالمقابل، فإن النمو السكاني والاقتصادي في البلدان النامية قد يحدّ من أثر التحسينات في الكفاءة وقد لا تتوفر موارد كافية لاستثمارها في تعزيز كفاءة الطاقة.

٣٤- وفي البلدان المتقدمة، حيث تعد إمدادات الطاقة الموثوقة مكفولة إلى حد بعيد، قد يعود ارتفاع الطلب في المستقبل إلى انتشار السيارات الكهربائية أو المضخات الحرارية. أما في البلدان النامية، فيتوقع أن يرتفع الطلب جراء شيوع استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التي ستفتح الباب أمام دخول الأسواق على نطاق أوسع، وستعزز تبادل المعلومات والاتصالات وستخلق إمكانات اقتصادية جديدة من خلال توفير الخدمات، ما سيتمخض إجمالا عن نوعية حياة أفضل. ويتوقع أن يؤدي ازدياد الكهربة في البلدان النامية وتفشي استخدام أنواع الوقود النظيف لأغراض الطبخ والتدفئة إلى منافع صحية هائلة. كما سيفضي الانتقال من الاستخدام التقليدي للكتلة الأحيائية إلى زيادة كفاءة إحراق أنواع الوقود الصلبة إلى الحد من انبعاثاتها الملوثة للهواء، مثلاً ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون والكربون الأسود.

٣٥- وتؤثر معايير إنشاء المباني في المناطق الحضرية المزدهرة على طلب الطاقة بشكل كبير، لأغراض التدفئة والتبريد مثلا، وتطوير الهياكل الأساسية للطاقة، كشبكة توزيع الكهرباء مثلاً. ويتوقع أن يؤدي اعتماد معايير تحد بشكل كبير من استهلاك الطاقة في المباني والتجهيزات الكهربائية للمباني الجديدة إلى وفورات في تكلفة الطاقة وخفض الانبعاثات ومنافع جانبية

(١٠) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠١٤، *تغير المناخ ٢٠١٤: التخفيف من آثار تغير المناخ* (كامبريج ونيويورك، مطبوعات جامعة كامبريج).

متنوعة لا يُستهان بها. ويستأثر المستهلكون المنزليون بالحصة الأكبر من الطلب العالمي على الطاقة، حيث تصل نسبة الاستهلاك المنزلي في البلدان النامية إلى ٤٠ في المائة[١١]. ويتوقع، خلال السنوات الثلاثين المقبلة، أن تستدعي الهجرة إلى المناطق الحضرية في البلدان النامية مستويات مرتفعة من الهياكل الأساسية السكنية الجديدة وما يرتبط بها من هياكل أساسية للطاقة. وفي بعض البلدان المتقدمة، أسهمت المعايير المطبقة فعلاً في استقرار مجموع طلب المباني من الطاقة أو خفضه. وقد وضع الاتحاد الأوروبي هدفاً مفاده أن يكون استهلاك جميع المباني الجديدة من الطاقة معدوماً تقريباً بحلول ٣١ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٢٠[١٢].

٢- عرض الطاقة

٣٦- شهد استخراج الوقود الأحفوري من مصادر غير تقليدية، كاستخراج الغاز من الصخور الطفلية والرمال الزيتية والغاز الطبيعي من الفحم، توسعاً كبيراً خلال العقد الماضي. وهو ما يطيل بشكل كبير العمر الثابت للوقود الأحفوري، أي حجم الاحتياطي مقسوماً على الاستهلاك السنوي الحالي. وأصبحت المصادر غير التقليدية مثيرة للاهتمام على الصعيد الاقتصادي نتيجة التطورات التكنولوجية (كالحفارات الأفقية والتكسير الهيدرولي والآبار المتعددة الأطراف وأجهزة رصد الهزات الأرضية الضئيلة) وارتفاع أسعار الطاقة. وفي حين تؤدي احتياطات المصادر غير التقليدية دوراً يحول دون ارتفاع أسعار الوقود الأحفوري، فإن أثرها على هذا الصعيد يتحقق في الأمدين المتوسط إلى الطويل فقط، نظراً لطول الفترة الزمنية الفاصلة بين الاستكشاف والإنتاج.

٣٧- وتعد مصادر الطاقة المتجددة، الشمس والريح، محايدة كربونياً بشكل عام ويمكن تطبيقها على نحو لا مركزي واستخدامها لربط المناطق سريعا. غير أن أثر هذه المصادر في مختلف المناطق يتوقف على مدى توفرها محلياً، وهو عامل أساسي في تحديد تكاليف إنتاجها. وقد بُذلت جهود دعم هائلة للنهوض بمصادر الطاقة المتجددة، منها المنح الحكومية المباشرة لدعم التكنولوجيا والتعريفات التشجيعية والتمويل الخارجي، لأغراض التخفيف من آثار تغير المناخ مثلا. ويتوقع أن يستمر نضوج تكنولوجيات الطاقة المتجددة المستقرة نسبياً، كالغاز الحيوي وطاقة الريح والطاقة الشمسية، ما سيؤدي إلى تقليص تكاليفها والحد من مخاطر تنفيذها. كما يتوقع أن يزداد إنتاج الطاقة من هذه المصادر بشكل كبير خلال العقود القادمة من نسبة ٢٠ في المائة حالياً إلى ما يناهز ٦٥ في المائة بحلول عام ٢٠٥٠[١٣].

---

(١١) L Pérez-Lombard, J Ortiz and C Pout, 2008, A review on buildings energy consumption information, *Energy and Buildings*, 40(3): 394–398.

(١٢) البرلمان الأوروبي ومجلس الاتحاد الأوروبي، ٢٠١٠، التوجيه رقم ٣١/٢٠١٠ بشأن أداء الطاقة في المباني، ١٩ أيار/مايو، متاح على الرابط: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF (تم الاطلاع عليه في ١٣ شباط/فبراير ٢٠١٥).

(١٣) International Energy Agency, 2014, *Energy Technology Perspectives 2014: Harnessing Electricity's Potential* (Paris).

٣- الواجهة بين عرض الطاقة والطلب عليها

٣٩- تثير الطاقة المتجددة تحديات جديدة عندما يلتقي جانبا العرض والطلب - أي النقل والإمداد والتخزين وخدمات المستهلكين، كما في المحطات الكبيرة لتوليد الطاقة المتقطعة مثلاً، حيث تقتضي إما قدرات احتياطية إضافية أو تدابير إدارية من جانب الطلب لضمان كفاية العرض. أضف إلى ذلك أن التكنولوجيات الجديدة، مثل صفائح الطاقة الشمسية غير المكلفة أو المحركات الصغيرة التي تُدار بالغاز (الحيوي) قد تمكّن المستهلكين من أن يصبحوا منتجين مستهلكين، ما يفضي بسلاسل الإمداد التقليدية إلى أن تصبح أشبه بالشبكة. وبالتالي يكمن أحد أهم التحديات من جانب العرض في إدارة شبكة الكهرباء لتتسع للإنتاج المتقطع واللامركزي بالإضافة إلى الإنتاج المركزي، فضلاً عن المنتجين المستهلكين المرنين وقدرات التخزين. وتعزز الاتجاهات التكنولوجية الثلاثة التالية هذه الواجهة البينية: نُظم الطاقة الذكية؛ وتطوير الهياكل الأساسية لنقل الطاقة؛ وتخزين الطاقة.

٤٠- فقد أدّى تطور خدمات تكنولوجيا المعلومات وتنقيب البيانات الضخمة إلى شخصنة استخدام الطاقة حسب احتياجات الزبائن النهائيين. وتؤدي المعدات الذكية التي تقيس استخدام الطاقة، وتقدم تغذية مرتدة فورية، وتتكيف مع أنماط الحياة الفردية وتستجيب للتغيرات في شبكة الطاقة، إلى طلب أكثر تكيفاً مع أوضاع الطاقة القائمة وأكثر استجابة لاستخدامات الطاقة. وتساعد نُظم الطاقة الذكية المستهلكين على تحقيق كفاءة أكبر في استخدام الطاقة عن طريق نقل المعلومات بصورة أفضل. إضافة إلى ذلك، فإن إدماج الطاقة المتجددة اللامركزية في الشبكة بات ممكناً بواسطة قوانين الشبكة ذات الصلة، أي الممارسات التشغيلية المسؤولة عن الانقطاع عن مولدات الطاقة المتجددة. وتسعى بلدان عديدة إلى تكييف شبكات التوزيع لتمكينها من إدماج حصص أكبر من الطاقة المتجددة المتغيرة[١٤].

٤١- ويترتب على تطوير الهياكل الأساسية لنقل الطاقة تكاليف أولية باهظة ويقتضي ضمان الجدوى المالية في الأمد الطويل. وهو عامل فائق الأهمية في إدماج مصادر الطاقة المتجددة. ففي أوروبا، على سبيل المثال، يقتضي تطوير الهياكل الأساسية لنقل الطاقة بناء شبكة كهرباء عالية الجهد قادرة على وصل مواقع إنتاج الكهرباء الواسع النطاق من مصادر متجددة في بحر الشمال (طاقة الرياح وسط البحر) وشمال أفريقيا (الطاقة الحرارية الشمسية) بمراكز الطلب الكثيف (في المدن الأوروبية الكبرى بشكل رئيسي) على نحو محكم. أما في البلدان النامية، فإن استخدام نُظم الكهرباء اللامركزية غير المربوطة بالشبكة يعدّ توجهاً واعداً، رغم متطلبات التخزين أو المرونة العالية في الطلب لتفادي الحاجة إلى نُظم نقل مكلفة وللحد من خسائر شبكة الكهرباء في المسافات البعيدة.

---

(١٤) المنظمة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠١٤، *REmap 2030: A Renewable Energy Roadmap* (أبوظبي).

٤٢- وستيسر التكنولوجيات الجديدة لتخزين الطاقة إدماج مصادر الطاقة المتجددة بشكل كبير، ما يشكل مرونة لازمة لإمداد المناطق الريفية بالطاقة. وخلافاً لمنتجات النفط والغاز الطبيعي، ستصبح نُظم التخزين أكثر أهمية للكهرباء بشكل خاص، إذ يصعب تخزينها ويتعين تحقيق التوازن بين إنتاجها واستهلاكها على الدوام إذ لا يمكن عزل أحدهما عن الآخر في الشبكة. وتشمل نُظم التخزين النُهُج التقليدية، مثل مضخات الطاقة الكهرمائية، غير أنها ستشمل أيضا خيارات تكنولوجية ليست متوفرة بعد على نطاق واسع لأسباب تتعلق بقيود التكلفة بشكل رئيسي، مثل البطاريات أو المكثفات الخارقة أو خلايا الوقود التي يمكن تشغيلها بواسطة الهيدروجين.

جيم- التكنولوجيات المواتية لأغراض التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معها وتعويض الكربون

٤٣- تضطلع التكنولوجيا بدور هام في التصدي لتغير المناخ وآثاره، وفقاً لتقييم جهات من بينها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي[١٥]. وتعرض السيناريوهات السياساتية التي تقصتها منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي مسارات تكنولوجية متنوعة لخفض الانبعاثات وتحقيق مسار انبعاثات قدره ٤٥٠ جزءاً من المليون بالتزامن مع خفض الانبعاثات، بافتراض أنماط مختلفة من التطوير التكنولوجي، على النحو التالي:

- الإجراء المسرع لبلوغ هدف ٤٥٠ جزء من المليون: تسخير جميع التكنولوجيات المتاحة لخفض تكاليف التخفيف إلى أدنى حد ممكن، ضمن الحدود التي تفرضها القيود على القدرات؛
- الكفاءة المتدنية ومصادر الطاقة المتجددة: افتراض تحسينات أدنى كفاءة في استخدام الطاقة مقارنةً بالافتراضات الأصلية في إطار سيناريو الإجراء المسرع، من خلال مستوى أدنى من تحسين مدخلات الطاقة في الإنتاج، ومعدل زيادة أبطأ في إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة؛
- الإنهاء التدريجي للوقود النووي: افتراض بناء قدرات الطاقة النووية الجاري بناؤها حاليا والمخطط لبنائها حتى عام ٢٠٢٠ ووصلها بشبكة الكهرباء، على أن لا تُنشأ أي وحدات نووية جديدة بعد عام ٢٠٢٠ بغية الحد من إجمالي الطاقة النووية العالمية بحلول عام ٢٠٥٠ عن طريق خروج المحطات النووية القائمة من الخدمة بشكل طبيعي؛
- التوقف عن احتجاز الكربون وتخزينه: افتراض عدم زيادة استخدام تكنولوجيات احتجاز الكربون وتخزينه فوق المستويات المتوقعة في إطار سيناريو الإجراء المسرّع[١٦].

---

(١٥) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠١٤، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ٢٠١٢، *Environmental Outlook to 2050* (Paris).

(١٦) منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ٢٠١٢.

٤٤- ويتوقع في الأمد القصير، حتى عام ٢٠٢٠، أن يؤدي التغيير في نتائج تكنولوجيات التخفيف من آثار تغير المناخ إلى تغييرات محدودة فقط في مزيج مصادر توليد الطاقة ومستواها. أما في الأمد البعيد، حتى عام ٢٠٥٠، فيتوقع أن يبرز دور تكنولوجيات الطاقة المتجددة بشكل أكبر ومن المنتظر أن تغطي مصادر الكهرباء المتجددة قرابة نصف الاحتياجات في البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وفي الصين والبرازيل والهند وإندونيسيا والاتحاد الروسي وجنوب أفريقيا، التي ستعتمد أيضا على محطات الطاقة النووية والوقود الأحفوري التي تستلزم رؤوس أموال كبيرة بالإضافة إلى احتجاز الكربون وتخزينه. وترى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي أن "النتائج تُظهر أوجه تكامل قوية بين الوقود النووي والأحفوري في معظم المناطق (سواء اقترنت باحتجاز الكربون وتخزينه أم لم تقترن)"[١٧]. وفي إطار سيناريو الإنهاء التدريجي للوقود النووي، قد تواجه الصين والبرازيل والهند وإندونيسيا والاتحاد الروسي وجنوب أفريقيا بشكل خاص فجوة في توليد الكهرباء.

٤٥- وتعدّ إزالة الكربون (أي خفض كثافة الكربون) من إنتاج الكهرباء عنصراً أساسياً في استراتيجيات التخفيف الفعالة من حيث التكلفة لتحقيق مستويات منخفضة مستقرة. وتترتب على سيناريوهات التخفيف القائمة على تبني سياسات لتثبيت التركزات الجوية في حدود ٤٣٠ إلى ٥٣٠ جزءاً من المليون لمكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام ٢١٠٠، تحولاتٌ هامة في تدفقات الاستثمار السنوية خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٩ مقارنةً بسيناريوهات خط الأساس. ويتوقع أن تنخفض الاستثمارات السنوية في تكنولوجيات الوقود الأحفوري التقليدية المرتبطة بقطاع الكهرباء بمعدل ٣٠ مليار دولار خلال تلك الفترة، في حين يتوقع أن تسجل الاستثمارات السنوية في إمدادات الكهرباء المنخفضة الكربون (من مصادر متجددة مثل الطاقة النووية وإنتاج الكهرباء عن طريق احتجاز الكربون وتخزينه) زيادة بمعدل ١٤٧ مليار دولار[١٨].

٤٦- ويمكن خفض انبعاثات غازات الدفيئة بشكل كبير عن طريق استبدال محطات الطاقة الحالية القائمة على الفحم بمحطات أخرى أحدث وأعلى كفاءة تعمل بالدورة المركبة باستخدام الغاز الطبيعي أو محطات مختلطة لتوليد الحرارة والكهرباء، شريطة توفر الغاز الطبيعي وانخفاض الانبعاثات المتسربة الناجمة عن أنشطة الاستخراج والإمداد أو تخفيفها. وفي سيناريوها التخفيف التي تقوم على بلوغ تركزات جوية لغازات الدفيئة تعادل نحو ٤٥٠ جزءاً من المليون لمكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام ٢١٠٠، يقوم توليد الكهرباء بواسطة الغاز الطبيعي دون أنشطة احتجاز الكربون وتخزينه مقام التكنولوجيا الوسيطة، ويتوقع أن يتفشى استخدامه ليبلغ ذروته ثم يتراجع دون مستوياته الحالية بحلول عام ٢٠٥٠، ثم يزداد تراجعاً في النصف الثاني من القرن.

---

(١٧) المرجع نفسه.

(١٨) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠١٤.

٤٧- ويتوقع أن تصبح محطات الطاقة القائمة على احتجاز الكربون وتخزينه قادرة على المنافسة حوالي عام ٢٠٣٠ وستزداد قدرتها التنافسية بحلول عام ٢٠٥٠ في البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وفي الصين والبرازيل والهند وإندونيسيا والاتحاد الروسي وأفريقيا. أما في إطار سيناريو انعدام احتجاز الكربون وتخزينه، فإن التحول إلى التكنولوجيات البديلة، بما فيها مصادر الطاقة المتجددة، سيؤدي على الأرجح إلى ارتفاع الأسعار وتغيير الأنماط الاستهلاكية. وستؤثر التحسينات التكنولوجية والإنتاجية، في كل سيناريو، تأثيراً قوياً على مدى ما ينطوي عليه مزيج الطاقة من إمكانات للتخفيف من آثار تغير المناخ.

دال- التقارب التكنولوجي

٤٨- يقدم تاريخ التقدم التكنولوجي أدلة دامغة على أن التغيير لا يسير في خط مستقيم وإنما متعرج. وتنشأ ديناميات التغيير بشكل متزايد من تقارب التكنولوجيات[١٩]. وقد ينجم تسارع التغيير التكنولوجي أيضا عن الاختراقات التي قد تؤثر على قطاعات اقتصادية كان التغيير فيها بطيئاً في الماضي، خصوصاً قطاعي الطاقة والنقل. وتتناول الأقسام التالية مجالات التقارب الثلاثة، أي التكنولوجيا الأحيائية، وتكنولوجيا النانو، والمواد وأساليب التصنيع المتقدمة. وهي مجالات حددها تمرين سبر الآفاق الذي نظمته أمانة لجنة العلم والتكنولوجيا باعتبارها عناصر قد تغير قواعد اللعبة في سياق أهداف التنمية المستدامة.

١- اتجاهات التكنولوجيا الأحيائية وتطبيقاتها

٤٩- أتاح التقدم الأخير في القدرة على توجيه النُظُم المعيشية وتعديلها إدخال تحسينات على خدمات رصد الحالة الصحية والسيطرة على الأمراض والخيارات العلاجية وجراحات الأعضاء الصناعية، بل فتح أيضا إمكانية تصميم كائنات معدلة. وتتفاوت ردود الفعل تجاه هذه التطورات على نطاق واسع بين بلدان العالم، حيث تتباطأ بعض البلدان والمناطق في تطوير هذه التكنولوجيات لأسباب تتعلق بالشواغل الأخلاقية والمخاطر البيئية، فيما تنخرط فيها بلدان أخرى على وجه السرعة. ويُنتظر أن تصبح "التطبيقات التالية للتكنولوجيا الأحيائية قابلة للتطبيق تقنياً بحلول عام ٢٠٢٠:

- تطبيق العديد من الاختبارات البيولوجية المختلفة على عينة ما دفعة واحدة، ما سيتيح تحديد خصائص الحليلة على وجه السرعة مهما كان حجمها ضئيلا، لأغراض التشخيص الطبي واختبارات الطب الجنائي على السواء؛
- تطور الطب الشخصي استناداً إلى قواعد بيانات ضخمة تضم معلومات عن المرضى وحالتهم الصحية، والقدرة على تحديد التسلسل الجيني على نحو سريع ومتزامن؛

---

(١٩) R Silberglitt, et al., 2006.

- تطوير حشرات معدلة جينياً، مثل الآفات التي تنجب سلالة عقيمة أو التي لا تحمل ناقلات الأمراض أو لا تنقلها؛
- توسع قدرات إنتاج محاصيل الأغذية الأساسية المعدلة جينياً وتوفرها على نطاق واسع، وما لذلك من تأثير بالغ على البلدان النامية بشكل خاص؛
- القدرة على تصميم واختبار أدوية جديدة تستخدم المحاكاة الحاسوبية (المختبر الحاسوبي)، فضلاً عن القدرات الجديدة في مجال اختبار الآثار الجانبية الضارة للأدوية بواسطة نُظم محاكاة تقوم على رقاقات حاسوبية (الرقاقة المختبر)؛
- إيصال الأدوية بدقة إلى الأعضاء أو الأورام بواسطة التعرّف الجزيئي؛
- زراعة أنسجة أو أعضاء صناعية تحاكي الوظائف البيولوجية وتستعيد الوظائف الحيوية للأعضاء أو الأنسجة الحالية بل تتفوق عليها"[٢٠].

٥٠- ويتوقع أن تؤدي هذه الاتجاهات التكنولوجية إلى زيادة شخصنة الرعاية الصحية وجعلها أكثر قابلية للتنبؤ وفعالية من حيث التكلفة ويسراً في الحصول عليها، بما في ذلك في الأماكن النائية. وفي حين أن بعض التكنولوجيات قد تجعل أساليب العلاج أكثر تعقيداً وأبهظ تكلفة، فإن ثمة تكنولوجيات أخرى ستتيح أساليب علاج أرخص وأكثر فعالية وتوافراً. ومن الأمثلة على هذه التطبيقات الأدوية الموجهة والتشخيص الأكثر دقة وإجراء الجراحة بواسطة مواد وعمليات بيولوجية.

٥١- وقد صُممت أطر التمويل القائمة على علم المواطن والتمويل الجماعي والعمل الخيري لتوفير الطب الشخصي والتنبؤي والوقائي والتشاركي في البلدان النامية. وقد تركز المساعدة الإنمائي على دعم هذه الأطر المبتكرة لمساعدة البلدان النامية على تحقيق استفادة قصوى من الفرص التكنولوجية، مثل المعلوماتية الطبية، وتعزيز نُظُمها الإيكولوجية الابتكارية في مجال التكنولوجيا الأحيائية.

٢- اتجاهات تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها

٥٢- تعدّ تكنولوجيا النانو، وخصوصاً البحث والتطوير القائم على علم النانومتر وما يتصل به من تكنولوجيات، ميدانا واعداً في جميع أنحاء العالم، ويقوم هذا "الاهتمام العالمي على معتقد مفاده أن القدرة على فهم التفاعلات الذرية والجزيئية والتأثير عليها على مستوى النانو هو شرط أساسي وتمكيني لاكتساب فيض من القدرات التكنولوجية يتراوح من المواد الذكية المتعددة الوظائف إلى الأدوية المكيفة والجيل الجديد من نُظم المعلومات والاتصالات"[٢١]. وفيما يلي "تطبيقات تكنولوجيات النانو التي ستصبح قابلة للتنفيذ بحلول عام ٢٠٢٠:

(٢٠) المرجع نفسه.

(٢١) المرجع نفسه.

- سلالات جديدة من أجهزة الاستشعار الكيميائية والبيولوجية الضئيلة الحجم والانتقائية والفائقة الحساسية؛
- تحسينات في إدارة البطاريات وقدرتها؛
- أجهزة استشعار شخصية، خصوصاً للعسكريين وموظفي الطوارئ؛
- أجهزة حاسوبية مدمجة في السلع التجارية (وهي مستخدمة اليوم وسيزيد انتشارها على الأرجح)؛
- أجهزة رصد طبية شخصية تنطوي على إمكانية تسجيل البيانات والاتصال؛
- أجهزة نانو وظيفية للتحكم في توجيه الأدوية وتحسين أداء الأعضاء والأجهزة الصناعية المزروعة؛
- القدرة على مراقبة البشر والبيئة ورصدهما على نطاق واسع"[٢٢].

٥٣- وتكتسي تكنولوجيا النانو أهمية خاصة لما تتيحه من إمكانية تغيير خصائص المواد وتصغير حجمها. ذلك أن القدرة على تصميم وتصنيع مواد وهياكل وأجهزة متناهية التعقيد على المستويين الذري والجزيئي يتيح نُهجاً وأدوات عديدة يمكن أن تعزز بشكل كبير القدرة على كشف التدهور البيئي ومعالجته. وتشمل الأمثلة على ذلك تطبيقات تكنولوجيا النانو لتحويل الطاقة وتخزينها، مثل خلايا الطاقة الشمسية الصبغية. ومن الأرجح أن تتيح المواد النانوية كذلك تطوير مواد بناء وظيفية مثل الخرسانة المزودة بوظائف العلاج الذاتي والتنظيف الذاتي.

٣- اتجاهات المواد وأساليب التصنيع المتقدمة وتطبيقاتها

٥٤- شهد ميدان المواد المتقدمة المتعدد التخصصات نمواً خلال العقود القليلة الماضية بفضل تكامل علوم الفيزياء والكيمياء والمعادن والخزف والبوليمر، إضافة إلى علم الأحياء مؤخراً، ليصبح مصدراً زاخراً بالتقدم التكنولوجي. وتشكل هذه المواد المتقدمة عوامل تمكين للعديد من تطبيقات التكنولوجيا الأحيائية وتكنولوجيا النانو. وبناء على التطورات المستمرة في علم المواد وهندستها وتصنيعها، يُنتظر تحقيق التطبيقات "التالية بحلول عام ٢٠٢٠:

- إنتاج أقمشة تدمج مصادر الطاقة والإلكترونيات والألياف البصرية؛
- صنع ملابس تستجيب للمحركات الخارجية، كالتغيرات في درجة الحرارة أو وجود مستحضرات معينة؛
- تصنيع مكونات ومنتجات صغيرة استجابة لطلب أفراد أو شركات محددة (ستقتصر بادئ الأمر على مكونات غير معقدة)؛

(٢٢) المرجع نفسه.

- الاعتماد الواسع النطاق على أساليب التصنيع المواتية للبيئة التي تحد من إدماج المواد الخطرة في التجارة ومن حجم النفايات الخطرة؛
- صنع مواد الطلاء والمواد المركبة بمكونات نانوية لتعزيز قوتها وصلابتها ومقاومتها للبلى والصدأ؛
- إنتاج إلكترونيات عضوية لزيادة إضاءة نُظُم الإنارة وشاشات العرض؛
- إنتاج الخلايا الشمسية على نطاق واسع باستخدام مواد مركبة تعتمد جزئيا على مواد نانوية التكوين أو عضوية أو قائمة على المحاكاة البيولوجية؛
- صنع نُظم لتنقية المياه وإزالة التلوث عنها تقوم على عضويات ومرشحات نشطة نانوية التكوين؛
- تصميم محفزات للعمليات الكيميائية تقوم على توليفة من الحوسبة السريعة والفرز السريع للمواد؛
- الاستزراع المختبري لأنسجة مهندَسة متعددة الوظائف من مكونات قابلة للتحلل (من الأرجح أن تقتصر في البداية على أنواع معينة من الأنسجة والأعضاء)"[٢٣].

٥٥- وكثيراً ما تستتبع التطورات في علم المواد ابتكار منتجات جديدة. لذا يتوقع خلال السنوات القادمة أن تولد تكنولوجيات كاسحة تنشئ واقعاً جديداً في مجال المواد النانوية (كصفائح الغرافين والأنابيب الكربونية النانوية والجزيئات النانوية) والضوئيات والدارات الثلاثية الأبعاد والذاكرة العالمية والمعالجات المتعددة النوى، التي تشكل أسس تشغيل منتجات وعمليات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

٥٦- ومن المتوقع أن تتخلل خاصية التكيف المستمر جميع جوانب التصنيع والبحث والتطوير والابتكار وعمليات الإنتاج والروابط بين المزودين والمستهلكين وصيانة المنتجات وإصلاحها. وستتميز المنتجات والعمليات بالاستدامة وخاصية إعادة الاستخدام وإعادة تصنيع وتدوير المنتجات التي تبلغ نهاية دورة حياتها المجدية. وستُستخدم نُظُم الحلقة المغلقة للتخلص من نفايات الطاقة والمياه وإعادة تدوير النفايات الصلبة. وسيؤثر التقدم المحرز في علم المواد والإلكترونيات الدقيقة وتكنولوجيا المعلومات والتكنولوجيات الحيوية وتكنولوجيا النانو تأثيراً عميقاً في عمليات التصنيع، وسيساعد المصنعين على التصدي للتحديات القادمة.

٥٧- وبحلول عام ٢٠٢٠، يُرجح أن تتيح تقنيات التصنيع المواتية للبيئة (الخضراء) تشكيلة من البدائل المواتية للبيئة لعمليات التصنيع التي تستخدم أو تنتج مواد خطرة حاليا. ويتوقع أن يؤدي استخدام هذه التقنيات إلى تمكين المصنعين من الحفاظ على مستويات إنتاج عالية ضمن أطرٍ تنظيمية أشد صرامةً، واستهلاك قدر أقل من المصادر غير المتجددة في الآن ذاته، ما يؤدي

(٢٣) المرجع نفسه.

إلى كمية أقل من النفايات الخطرة والحد من آثارها الضارة على البيئة. وسيساعد التصنيع بالإضافة (الطباعة الثلاثية الأبعاد) على تقليص الحاجة إلى نقل المنتجات أو المكونات التي تُنتج على نطاق واسع حالياً والوقت اللازم لقطع مسافات طويلة، وقد يحقق نقلة في الإنتاج الصناعي من المناطق شبه الحضرية إلى مراكز المدن.

٥٨- ومن المهم الإشارة إلى أن المواد وتكنولوجيات التصنيع المتقدمة لا تزال في مرحلة المهد وأن تأثيرها على المدى البعيد، خصوصاً على صعيد سلاسل القيمة، يشكل مجال بحث لم يُستكشف بعد.

هاء- التحضر والسكن[٢٤]

٥٩- المدن هي بؤر الأسواق والابتكار. وهي المصدر الأول للثروة الاقتصادية إذ يميل معظم الابتكار والوظائف المدفوعة إلى التمركز في المناطق الحضرية. ويشكل التحضر من ثم محركاً للنمو الاقتصادي ليس بالنسبة للمدن فحسب، وإنما للمناطق أو البلدان المحيطة بها أيضا. وقد تمخض النمو الاقتصادي في المدن والتحسينات المدخلة على الهياكل الأساسية عن تعزيز ظاهرة الهجرة إلى المدن. والمدن مثال رئيسي أيضا على النُظُم الاجتماعية التقنية التي تسير فيها التطورات التقنية والاجتماعية الاقتصادية جنباً إلى جنب. فالتحضر، على سبيل المثال، يرتبط ارتباطا وثيقا بالتنقل واستخدام الموارد الطبيعية والطاقة. ويستعرض هذا القسم أفكارا حول كيفية تفاعل التكنولوجيات الناشئة مع هذه التطورات.

٦٠- ووفقاً لإدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة، فإن نسبة السكان المقيمين في المناطق الحضرية حول العالم سترتفع لتبلغ ٦٦ في المائة تقريبا بحلول عام ٢٠٥٠، وستكون في طليعتها المدن الآسيوية ومدن أمريكا اللاتينية وأفريقيا بشكل خاص[٢٥]. وفي العديد من المناطق يتوقع أن تنمو المدن المتوسطة الحجم أسرع من المدن الكبرى التي يفوق عدد سكانها العشرة ملايين نسمة. ويتمثل أحد الاتجاهات القوية في توسيع رقعة المدن، ومن غير المرجح أن تفلح الجهود الرامية إلى إعادة تحضير قلب المدينة، وهو ما يُعرف أيضا باسم تعزيز الكثافة السكانية أو المدن المتراصة، في تعويض الاتجاه نحو توسيع المناطق دون الحضرية أو شبه الحضرية، رغم الآثار الواسعة النطاق التي يمكن أن يحققها بناء هياكل أساسية لمختلف الخدمات، كالسكن والإصحاح والرعاية الصحية والإمدادات الكهربائية، في مناطق حضرية متراصة.

---

(٢٤) للاطلاع على نقاش مفصل بهذا الشأن انظر الوثيقة E/CN.16/2013/2.

(٢٥) إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة، ٢٠١٤، *World Urbanization Prospects* (نيويورك، منشورات الأمم المتحدة).

٦١- وقد بات تزويد المناطق الحضرية بالسلع والموارد أكثر فأكثر تعقيداً. ففي حين كان معظم الأغذية والسلع الاستهلاكية في المدن يُنتج في المناطق الريفية النائية عنها سابقا، فإن المدن الكبرى اليوم أصبحت مدمجة في شبكات التجارة الدولية. ولئن كان ذلك يعني تقلص اعتماد المناطق الحضرية على المناطق الريفية المحيطة بها، فهو يعني أيضا زيادة الاعتماد على الأسواق العالمية.

٦٢- ويمكن أن يستفيد التوسع الحضري من الاتجاهات التكنولوجية في المجالات الثلاثة التالية: تكنولوجيا المعلومات والاتصالات؛ وتكنولوجيات المركبات والمحركات والمواد والهياكل الأساسية وتكنولوجيات التشغيل؛ وتكنولوجيات الاكتفاء الذاتي.

٦٣- ويتوقع أن تُتاح لسلطات المدن أدوات أكثر تطوراً لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (كنُظم المعلومات الجغرافية) لإدارة كميات ضخمة من البيانات المتصلة بتطوير المدن وتصويرها في الزمن الحقيقي أو شبه الحقيقي، حيث تُجمع هذه البيانات بواسطة أجهزة الاستشعار والسواتل والاستعانة بمصادر متنقلة عديدة، في جملة أمور. وستؤدي هذه التكنولوجيا إلى ترشيد نُظم النقل من خلال تطبيقات التنقل الجماعي، بما فيها تنظيم حركة المرور وإدارة الأساطيل، واستخدامها في تكنولوجيات المركبات الذكية. أما في مجال النقل العام، فسيؤدي شراء التذاكر وإصدارها إلكترونياً إلى تحسين الخدمات ومن ثم تعزيز مستوى استخدام القدرات. وأخيراً، يتوقع أن تجمع بطاقات السفر الذكية وخدماتها وتطبيقاتها بين مختلف الخدمات العامة والخاصة، كالمبادرات الخاصة لتقاسم السيارات، ما سيؤدي إلى تسهيل عملية التنقل.

٦٤- ويتوقع أن تتمخض تكنولوجيات السيارات والمحركات عن تحسين أحوال النقل والتنقل، بما في ذلك القطارات الفائقة السرعة والمركبات الذاتية التحكم والسيارات الكهربائية والهجينة والمتميزة بالكفاءة في استخدام الوقود، وتكنولوجيات المواد الخفيفة، والحلول النانوية للبطاريات أو المحركات، والتكنولوجيات التي تحد من الحاجة إلى التنقل الحسي، كالاتصالات أو البيئة الافتراضية أو حتى الطباعة الثلاثية الأبعاد.

٦٥- ومن شأن الزراعة الحضرية، التي تعتمد جزئياً على التكنولوجيا الحيوية أو تُرتب في منصات متعددة الطوابق باستخدام تكنولوجيات الإعمار والبناء، أن تحد من الحاجة إلى استيراد الأغذية من المناطق الريفية وتعزز الاكتفاء الذاتي لسكان المناطق الحضرية. وقد تؤدي التكنولوجيات الناشئة، كالطاقة الشمسية أو الهوائية، إلى الحد من اعتماد المدن على المناطق الريفية المحيطة للحصول على الطاقة، إذ سيتسنى بواسطتها إنتاج الطاقة داخل المناطق الحضرية. إضافة إلى ذلك، سيؤدي تحسين العزل الحراري للمباني إلى تقليص الحاجة إلى الوقود الأحفوري.

ثالثاً- الدروس السياساتية المستفادة من تمرين سبر الآفاق وبحوث الاستشراف

٦٦- حدد تمرين سبر الآفاق الذي نظمته أمانة لجنة العلم والتكنولوجيا والبحوث التي أجريت عن الاستشراف في إطار هذا التقرير مجموعةً من الاتجاهات التكنولوجية التي تنطوي على إمكانية المساهمة في التنمية، وبخاصة في سياق خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥. وهناك أربعة دروس يمكن تحديدها على صعيد السياسة العامة ويتطرق إليها هذا الفصل بشيء من التفصيل.

١- اختيار المسارات التكنولوجية يعتمد على سياق البلدان

٦٧- تتفاوت التحديات التي تواجهها البلدان بتفاوت مراحل التنمية فيها واختلاف قدراتها التكنولوجية وثقافاتها وأولوياتها. ويتعين كذلك مراعاة وجود اختلافات واسعة بين قدرات التنفيذ وتكاليف الاستثمار والأثر الطويل الأمد لكل تكنولوجيا على حدة. ويواجه مقررو السياسات مسائل تتعلق بالسياق والصلة عند تقييم التكنولوجيات، وينبغي أن يستند الاختيار إلى الاحتياجات الاجتماعية الاقتصادية المحددة للبلدان وسياقها الثقافي، خصوصاً بالنظر إلى أن بعض التكنولوجيات يمكن أن تيسر التقدم نحو بلوغ أهداف التنمية المستدامة.

٢- الاتجاهات التكنولوجية لا يمكن أن تحقق نتائج إنمائية إيجابية بحد ذاتها

٦٨- التطور التكنولوجي وحده لا يحقق نتائج إنمائية. فالتقارب الناجم عن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وإمدادات الكهرباء مثلاً يمكن أن يوفر حلولاً في مجالات الزراعة والرعاية الصحية والحوكمة. غير أن هذه الحلول التكنولوجية لا تعني بالضرورة أن التفاوتات الاجتماعية لم تعد قائمة، بل قد تؤدي في بعض الحالات إلى تعميق هذه التفاوتات. ومن هنا تنشأ أهمية التدخلات السياساتية لمنع نشوء تفاوتات جديدة أو تفاقم ما يوجد منها.

٦٩- ويتعين أن تتصدى السياسات للفجوات على صعيد الهياكل الأساسية، وخصوصاً ما تنطوي عليه التكنولوجيات الجديدة من متطلبات مثل الوصول إلى الكهرباء وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وأن تشجع الأبحاث المتعددة التخصصات والمتقاطعة التخصصات القائمة على نتائج دراسات الاستشراف التكنولوجي. كما ينبغي إيلاء اهتمام خاص لبناء القدرات، حيث تحتاج البلدان إلى امتلاك القدرات اللازمة لتحديد منافع التقدم المحرز في التطبيقات العلمية والتكنولوجية والنهل منها. إضافة إلى ذلك، لا بد من استكمال التكنولوجيات بتغيير السلوك وتوفير الحوافز لإحداث الأثر المنشود. ومن شأن الحوافز المالية وغير المالية، فضلاً عن التدابير الإعلامية، أن تيسّر التغيير السلوكي المطلوب، إذ يمكن، على سبيل المثال، خفض الانبعاثات بشكل كبير من خلال تغيير الأنماط الاستهلاكية والحمية الغذائية وتقليص فضلات الطعام.

٣- تزايد دور التكنولوجيات المتقاربة

٧٠- يقدم تحليل الاتجاهات التكنولوجية دليلاً على الدور المتنامي للتكنولوجيات المتقاربة، على نحو ما تطرق إليه الفصل ثانياً. وتعدّ تكنولوجيات المعلومات والاتصالات عوامل تحريك رئيسية لهذا التقارب ولها حضور متزايد في مختلف المجالات الاجتماعية الاقتصادية، بما فيها إنتاج الغذاء والتنقل والتوسع الحضري وإمدادات الطاقة والصحة. ويمكن توسيع استخدام تكنولوجيات المعلومات والاتصالات في عدد من المسائل المتنوعة تتراوح من الزراعة إلى إمدادات الطاقة والتحضر. وهو مجال يستدعي اهتماماً على صعيد السياسة العامة.

٤- التعاون يمكن أن يسهم في دفع عجلة الاستشراف التكنولوجي في البلدان النامية

٧١- للتعاون الإقليمي والدولي دور هام في دفع عجلة الاستشراف التكنولوجي في البلدان النامية. ومن المفيد للبلدان الواقعة في نفس الإقليم أن تستخدم المؤسسات الإقليمية القائمة وتجمّع مصادرها المتاحة وتحقق أقصى أثر ممكن من خلال تمارين استشراف مشتركة لمواجهة تحديات مشتركة. كما يمكن للبلدان التي لا تقع في نفس الإقليم ولكنها تواجه نفس التحديات، كالبلدان النامية غير الساحلية والبلدان الأقل نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية، أن تنظر في القيام بمبادرات استشراف مشتركة. ومن المهم تعزيز تقاسم التجارب بين البلدان النامية والبلدان التي نجحت في التغلب على تحديات مماثلة في الماضي.

رابعاً- الاستنتاجات والمقترحات

٧٢- يقترح هذا الفصل مجموعة من المسائل الرئيسية كي تنظر فيها اللجنة، مستنداً إلى استنتاجات الفريق العامل بين دورتي عامي ٢٠١٤ و٢٠١٥، بما فيها مناقشات الخبراء التي عُقدت أثناء مقهى الاستشراف الاستراتيجي وتمرين سبر الآفاق.

١- الاستنتاجات

٧٣- ترِد استنتاجات الفريق فيما يلي:

(أ) تطور الاستشراف الاستراتيجي خلال العقود الماضية ليصبح عملية تشاركية تستخدمها البلدان والمناطق بشكل متزايد لجمع المعلومات عن الاتجاهات المستقبلية ومن ثم رصد الموارد اللازمة لها على نحو يهيئ المجتمعات لتلقي هذه الاتجاهات. وتُستخدم في هذا الصدد منهجيات وترتيبات مؤسسية متنوعة، حسب الأهداف المحددة لتمرين الاستشراف؛

(ب) وهناك عدة اتجاهات تكنولوجية ناشئة حُددت على أن لها تأثيراً كبيراً على خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥، بما فيها تكنولوجيات في مجالات الموارد الطبيعية، والطاقة المستدامة، والتخفيف من آثار تغير المناخ، والتكيف وتعويض الكربون، والتكنولوجيات المتقاربة،

والصحة ومواجهة الكوارث، والتحضر والسكن، واستدامة النقل والتنقل. ولا تفضي هذه الاتجاهات إلى تحقيق المنافع الاجتماعية تلقائياً ويتعين القيام بتدخلات سياساتية لمنع نشوء تفاوتات اجتماعية جديدة؛

(ج) ويقتضي التقارب التكنولوجي، الذي تدفعه وتيسره تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بشكل رئيسي، اعتماد نُهُج متعددة التخصصات ومتقاطعة التخصصات تقوم على العلم والتكنولوجيا والابتكار للتصدي للتحديات المجتمعية المعقدة؛

(د) ومن شأن الاستشراف التكنولوجي أن يساعد مقرري السياسات في اكتساب فهم أفضل للاتجاهات غير المستدامة والمساهمة في تنفيذ خطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥ عن طريق تقديم مدخلاتهم في تمرين الاستشراف بشكل منتظم. وينبغي تحليل الاتجاهات التكنولوجية في سياق الاتجاهات الاجتماعية الاقتصادية الأوسع نطاقاً لتحديد آثارها المجتمعية؛

(هـ) ويمكن أن يساعد الاستشراف التكنولوجي في التنبؤ بسياسات الابتكار والاحتياجات الاستثمارية من القطاع الخاص في المستقبل، خصوصاً فيما يتعلق بالهياكل الأساسية الحساسة اللازمة لبلوغ التنمية المستدامة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. وتتمخض تمارين الاستشراف عن رؤى متبصرة بشأن ديناميات التغيير والتحديات والخيارات المستقبلية والأفكار الجديدة، لنقلها إلى مقرري السياسات كمدخلات يُسترشد بها في تصميم السياسات؛

(و) وما لبث الاستشراف يزداد أهمية كأداة ضرورية متعددة أصحاب المصلحة لاستيعاب الخيارات الاستراتيجية وصنعها في سياق التصدي للتحديات العالمية المعقدة التي نواجهها اليوم، والتي يصعب تحديدها، وتتطلب طرق تفكير جديدة، وتفتقر إلى عناصر مساءلة واضحة، وتتخطى الحدود الوطنية، وتستدعي نهجاً طويل الأمد؛

(ز) ويمكن أن يحقق التدريب المهني دفعة كبيرة على صعيد إعداد القوة العاملة للتكنولوجيات الكاسحة. ويمكن تصميم الاستراتيجيات الملائمة لتوفير التدريب قبل التوظيف والتدريب المهني في مكان العمل. ولا بد من تعزيز الشراكة بين الجامعات والمنظمات غير الحكومية والقطاع الخاص لضمان نجاح التدريب المهني على نطاق واسع.

٢- المقترحات

٧٤- قد تودّ لجنة العلم والتكنولوجيا النظر فيما يلي:

(أ) تقاسم النتائج المتعلقة باتجاهات العلم والتكنولوجيا والابتكار وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وانعكاساتها في المنتدى السياسي الرفيع المستوى المعني بالتنمية المستدامة وفي التقرير العالمي للتنمية المستدامة والعمليات المعنية بتنفيذ أهداف التنمية المستدامة؛

(ب) إنشاء بوابة معرفية لتبادل ممارسات الاستشراف على الصعيدين الوطني والإقليمي وإخضاعها لاستعراض النظراء، ما يسمح بمساعدة الدول الأعضاء على تحديد الاتجاهات المستقبلية والشراكات الاستراتيجية الممكنة؛

(ج) المساهمة في بناء القدرات المتعلقة بمبادرات الاستشراف في الدول الأعضاء والتوعية بها وتقييم آثارها.

٧٥- وقد تودّ الدول الأعضاء النظر فيما يلي:

(أ) إدماج العلم والتكنولوجيا والابتكار على أكمل وجه في خطط التنمية الاجتماعية الاقتصادية الوطنية وضمان استرشاد أهداف العلم والتكنولوجيا والابتكار بالاحتياجات المجتمعية عوضاً عن تحليل اتجاهاتها بمعزل عن هذه الاحتياجات؛

(ب) استخدام الاستشراف الاستراتيجي لتحديد الفجوات الممكنة في التعليم في الأمدين المتوسط والطويل، والتصدي لهذه الفجوات عن طريق توليفة من السياسات تشمل، في جملة أمور، التدريب المهني، والمشورة، والوصول المفتوح للتعليم، ووضع حصص وأهداف لتشجيع التسجل في تخصصات العلم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات؛

(ج) تعزيز التعليم المهني لتهيئة المجتمعات لاستقبال التكنولوجيات الكاسحة عن طريق إنشاء مؤسسات وطنية مخصصة للتدريب المهني، وتعزيز التعاون بين مؤسسات التدريب المهني والصناعة، وتمويل مرافق التدريب وبرامج تبادل الطلاب وما يلزم من معدات؛

(د) استخدام الاستشراف وسيلة لتشجيع النقاش المنهجي بين جميع أصحاب المصلحة، بمن في ذلك ممثلو الحكومة والأوساط العلمية والقطاع والمجتمع المدني، من أجل تحقيق فهم مشترك للمسائل الطويلة الأمد وبناء توافق آراء على السياسات المستقبلية؛

(هـ) القيام بمبادرات استشراف استراتيجي منتظمة بشأن التحديات الإقليمية والعالمية؛

(و) توظيف الآليات الإقليمية القائمة لدفع عجلة التعاون في مجال الدراسات الاستشرافية، وبخاصة للتعلم من البلدان التي تخطت تحديات إنمائية عن طريق العلم والتكنولوجيا والابتكار وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والعمل معاً من أجل التصدي للتحديات المشتركة؛

(ز) التعاون على إنشاء نظام لربط البيانات من أجل تبادل النتائج الاستشراف التكنولوجي مع الدول الأخرى الأعضاء في لجنة العلم والتكنولوجيا.