الأمم المتحدة

E/CN.16/2016/3

المجلس الاقتصادي والاجتماعي

Distr.: General
29 February 2016
Arabic
Original: English

اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية

الدورة التاسعة عشرة

جنيف، ٩-١٣ أيار/مايو ٢٠١٦

البند ٣(ب) من جدول الأعمال المؤقت

استشراف آفاق التنمية الرقمية

تقرير الأمين العام

موجز تنفيذي

يناقش هذا التقرير عدداً من التطورات الرقمية، لا سيما تكنولوجيات البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء والدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة والطباعة الثلاثية الأبعاد والأتمتة الرقمية، وما لها من آثار محتملة طويلة الأجل على الاقتصاد والمجتمع والبيئة. ويركز التقرير بشكل خاص على دور الاستشراف التكنولوجي كأداة لتخطيط السياسات في تقييم الأثر المحتمل لهذه التكنولوجيات على المجتمع. ويحلل كل فصل السمات الرئيسية لهذه التكنولوجيات الناشئة وما تنطوي عليه من إمكانات لتحقيق التنمية المستدامة. ويسلط التقرير الضوء على النتائج التي خلصت إليها الدراسات ذات الصلة ومساهمات الخبراء ومداولات أعضاء اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية وغيرهم من المشاركين في الاجتماع الذي عقده فريق الخبراء في الفترة الفاصلة بين الدورتين. ويختم التقرير بمقترحات كي تنظر فيها الحكومات الوطنية والجهات الأخرى المعنية.

GE.16-03154(A)

1603154

الرجاء إعادة الاستعمال

مقدمة

١- اختارت اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية في دورتها الثامنة عشرة التي عقدت في أيار/مايو ٢٠١٥، موضوع "استشراف آفاق التنمية الرقمية" ليكون أحد الموضوعين ذوي الأولوية اللذين سيتم التركيز عليهما في الفترة الفاصلة بين دورتي عامي ٢٠١٥ و٢٠١٦.

٢- وعقدت أمانة اللجنة اجتماعاً لفريق الخبراء في بودابست في الفترة من ١١ إلى ١٣ كانون الثاني/يناير ٢٠١٦ للإسهام في التوصل إلى فهم أفضل لهذا الموضوع المحوري ومساعدة اللجنة في مداولاتها بشأنه أثناء دورتها التاسعة عشرة. ويستند هذا التقرير إلى النتائج التي توصل إليها الفريق، بما في ذلك مناقشات الخبراء التي عُقدت في إطاره ومساهمات الخبراء من مختلف المناطق.

٣- ويستعرض الفصل الأول سياق التكنولوجيات الناشئة التي يتطرق إليها التقرير. ويعرض الفصل الثاني السمات الرئيسية للاستشراف التكنولوجي وما ينطوي عليه من إمكانات كأداة لصنع السياسات. ويصف الفصل الثالث البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء ويقف على الشواغل والتحديات المتعلقة بهذه التكنولوجيات. ويناقش الفصل الرابع السمات الرئيسية المتعلقة بالطباعة الثلاثية الأبعاد وانعكاساتها على التنمية المستدامة. ويتناول الفصل الخامس الأتمتة الرقمية وآثارها على مستقبل العمل. ويناقش الفصل السادس الدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة وما تنطوي عليه من اعتبارات وإمكانات للمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة. ويسلط الفصل السابع الضوء على الدروس المستفادة في مجال السياسة العامة، فيما يعرض الفصل الثامن الاستنتاجات والاقتراحات.

أولاً- التطورات الرقمية الناشئة

٤- يحلل التقرير عدداً من التطورات الرقمية الناشئة، تشمل تحديداً البيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء، والدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة، والطباعة الثلاثية الأبعاد (المعروفة أيضاً باسم التصنيع بالإضافة)، والأتمتة الرقمية، وما لهذه التكنولوجيات من آثار محتملة طويلة الأجل على الاقتصاد والمجتمع والبيئة. وهذه التكنولوجيات وآثارها جديرة بالاهتمام فعلاً لأنها ستُحدث على الأرجح تحولاً في المعايير الاجتماعية والسياسية والاقتصادية القائمة، وستنشئ فرصاً وتحديات جديدة للبلدان[(١)].

(١) Atlantic Council, 2013, Envisioning 2030: US strategy for the coming technology revolution, 9 December.

٥- وقد أُعدّ هذا التقرير بناء على الطلب الذي وجهه المجلس الاقتصادي والاجتماعي إلى اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية للعمل بوصفها محفلاً للتخطيط الاستراتيجي والاستشراف بشأن الاتجاهات البالغة الأهمية على صعيد العلم والتكنولوجيا والابتكار في قطاعات الاقتصاد الرئيسية، وتوجيه الانتباه إلى التكنولوجيات الناشئة والمعطلة.

٦- ويستند التقرير إلى العمل السابق للجنة بشأن موضوعين ذوي أولوية هما "تسخير تكنولوجيات المعلومات والاتصالات لأغراض التنمية الاجتماعية والاقتصادية الشاملة" (٢٠١٣-٢٠١٤)، الذي سُلط من خلاله الضوء على بعض هذه الاتجاهات، و"الاستشراف الاستراتيجي لخطة التنمية لما بعد عام ٢٠١٥" (٢٠١٤-٢٠١٥)، الذي ميزت فيه اللجنة الاستشراف التكنولوجي الاستراتيجي بوصفه أداة مفيدة للتنمية المستدامة.

ألف- الوصول إلى تكنولوجيات المعلومات والاتصالات بوصفها قوام التنمية المستدامة والاتجاهات الرقمية المستقبلية

٧- خلال الأعوام الممتدة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٥، تمخض التقدم التكنولوجي مشفوعاً بتحرير السوق عن نمو هائل في الشبكات النقالة، سواء على صعيد التغطية أو القدرات[٢]. وفي حين أثر هذا التوسع في الخدمات على قطاع واسع من سكان العالم، فإن الاتصال الميسور التكلفة بشبكة الإنترنت لا يزال محدوداً بالنسبة لأولئك الذين قد يحققون أكبر استفادة ممكنة منه، وبخاصة سكان أقل البلدان نمواً. فالإقصاء الرقمي لا يزال واقعاً يعيشه هذا الجزء من سكان العالم. وهو ما يسلط الضوء على أهمية سد الفجوة الرقمية القائمة بين البلدان وداخلها.

٨- غير أن ثمة فرصاً وتحديات سياساتية تتعلق بالاتصال بالإنترنت[٣]. فهناك تحديات كبرى تعترض طريق العديد من البلدان النامية في سعيها لتوسيع هياكلها الأساسية القائمة للاتصال العريض النطاق، منها الحاجة إلى استثمارات كبرى، والافتقار إلى المهارات اللازمة، والعوائق المتصلة بمدى انتشار خدمات النطاق العريض من قبيل فقر المحتوى الرقمي باللغات المحلية. ولا بد أن التغلب على هذه الصعاب يقتضي تهيئة بيئة تمكينية واعتماد سياسات عامة داعمة[٤].

٩- ويقرّ إطار التنمية الجديد - خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠ - بأن "انتشار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والترابط العالمي ينطويان على إمكانات كبيرة تتيح التعجيل بالتقدم البشري وسد الفجوة الرقمية وإيجاد مجتمعات تقوم على المعرفة" (الجمعية العامة، تحويل

(٢) الاتحاد الدولي للاتصالات، قاعدة بيانات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

(٣) الأونكتاد، ٢٠١٥، *Internet Broadband for an Inclusive Digital Society*, Current Studies on Science, Technology and Innovation No. 11 (New York and Geneva, United Nations publication).

(٤) المرجع نفسه.

عالمنا: خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠)[٥]. وتتضمن الخطة ١٧ هدفاً و١٦٩ غاية للتنمية المستدامة. وتقر هذه الغايات بأهمية تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بطريقتين: أولاً، من خلال تحديد غايات ترتبط صراحةً بهذه التكنولوجيات في مجالات: التعليم والمنح الدراسية (الغاية ٤-ب)، وتمكين المرأة (الغاية ٥-ب)، والهياكل الأساسية اللازمة للوصول الشامل والميسور إلى شبكة الإنترنت في أقل البلدان نمواً (الغاية ٩-ج). وثانياً، من خلال إدراج إشارات إلى التكنولوجيات العامة التي تحتل تكنولوجيات المعلومات والاتصالات مكانة هامة فيها. فهناك إشارة إلى تكنولوجيات المعلومات والاتصالات مثلاً في الغايات المتعلقة بالنمو الاقتصادي وكفاءة خدمات الطاقة والمياه وتغير المناخ. علاوة على ذلك، يدعو الهدف ١٧ "تعزيز وسائل التنفيذ وتنشيط الشراكة العالمية من أجل التنمية المستدامة" إلى تعزيز استخدام التكنولوجيات التمكينية، وبالأخص تكنولوجيات المعلومات والاتصالات[٦]. والواقع أن ما تنطوي عليه تكنولوجيات المعلومات والاتصالات من إمكانات متعددة القطاعات للمساهمة في أهداف التنمية المستدامة يُبرز أهميتها كعوامل تمكين حاسمة في تحقيق التنمية[٧].

ثانياً- الاستشراف التكنولوجي

١٠- يمثل الاستشراف التكنولوجي عملية تنبؤ بتطور التكنولوجيات وأثرها على المجتمع بهدف بلورة سياسات حكومية و/أو استراتيجيات تجارية[٨]. وهناك مقاربات منهجية مختلفة إزاء الاستشراف التكنولوجي تشمل: أفرقة النقاش المركز وطريقة دلفي والمحاكاة ووضع السيناريوهات وإجراء المقابلات[٩]. وعلى صعيد المشاركة القطاعية، تشمل أنشطة الاستشراف عادة مشاركة أصحاب مصلحة متعددين وتُجرى من خلال عملية مفتوحة قائمة على المشاركة.

١١- وقد استخدمت الحكومات حول العالم الاستشراف التكنولوجي على نطاق واسع كأداة لبلورة السياسات خلال العقود القليلة الماضية. فقد دأبت اليابان مثلاً على إجراء عمليات استشراف على الصعيد الوطني منذ السبعينات[١٠]، فيما انخرطت بلدان أوروبية مثل

---

(٥) قرار الجمعية العامة ١/٧٠.

(٦) Chief Executives Board Joint Statement to the United Nations General Assembly on the Overall Review of the Implementation of World Summit on the Information Society Outcomes, 2015، متاح على الموقع: http://www.ungis.org (استُخدم الرابط في ٢٣ شباط/فبراير ٢٠١٦).

(٧) المرجع نفسه.

(٨) O Saritas, 2014, Strategic foresight for the Post-2015 Development Agenda, Presentation at the Commission on Science and Technology for Development inter-sessional panel, 26–28 November.

(٩) R Popper, 2008, How are foresight methods selected?, *Foresight*, 10(6): 62–89.

(١٠) A Kameoka, Y Yokoo and T Kuwahara, 2004, A challenge of integrating technology foresight and assessment in industrial strategy development and policymaking, *Technological Forecasting and Social Change*, 71(6): 579–598.

ألمانيا وهولندا والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية في تمارين الاستشراف منذ الثمانينات[١١]؛ وهناك عدد متزايد أيضاً من البلدان النامية المنخرطة في تمارين الاستشراف التكنولوجي[١٢]. ففي السياق الراهن للعولمة والمنافسة والتغير التقني السريع، يمكن لتمارين الاستشراف أن تساعد البلدان النامية في استطلاع فرص التخصص التكنولوجي والإنتاجي المستقبلية الكفيلة بمساعدتها على اللحاق بالركب وقطع المراحل والمضي قدماً. ونظراً إلى ما تنطوي عليه تمارين الاستشراف من إمكانات تشكيل التغير التكنولوجي والنمو الاقتصادي، فإنها ينبغي أن تُصمم وتُنفذ على نحو ينسجم مع استراتيجيات التنمية الوطنية، بما في ذلك التنمية الصناعية[١٣].

١٢- وقد برزت جوانب عديدة غير متوقعة لمجتمع المعلومات منذ انعقاد مؤتمري القمة العالميين لمجتمع المعلومات في عامي ٢٠٠٣ و٢٠٠٥، منها الجيل الثاني للشبكة العالمية، والحوسبة السحابية، وانتشار وسائل التواصل الاجتماعي، واتساع شبكات النطاق العريض والأسواق الضخمة للهواتف المحمولة والإنترنت. ومع هذه التطورات الجديدة نشأت فرص وتحديات جديدة أيضاً. ونظراً لما قد تثيره الابتكارات الناشئة في مجال تكنولوجيات المعلومات والاتصالات، بما فيها تلك التي يتطرق إليها هذا التقرير، من تحديات وفرص متعددة الأبعاد لسياسات التنمية[١٤]، يمكن لتمارين الاستشراف التكنولوجي أن تساعد في التنبؤ بالاتجاهات التكنولوجية القادمة وأن تمكّن من بلورة استجابات اجتماعية استباقية وملائمة.

ثالثاً- البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء

١٣- يشكل مفهوما البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء تطورين رقميين جديدين يرميان إلى ترشيد العمليات التجارية القائمة والتمكين من استحداث منتجات وخدمات وحتى صناعات جديدة. ويشير مفهوم البيانات الضخمة إلى تكديس موارد المعلومات المتزايدة بشكل كبير وتحليلها، على نحو يفوق قدرات الخزن والتحليل التي كانت تتيحها المعدات والبرمجيات الأولى، وهو ما تحقق بفضل تطور قدرات خزن البيانات واتساع نطاق موارد البيانات المتاحة[١٥].

(١١) O Saritas, E Taymaz and T Tumer, 2006, Vision 2023: Turkey's national technology foresight programme – A contextualist description and analysis, ERC Working Papers in Economics 06/01 (Ankara, Economic Research Center).

(١٢) C Pietrobelli and F Puppato, 2015, Technology foresight and industrial strategy in developing countries, United Nations University–MERIT Working Paper Series 2015-016 (Maastricht, United Nations University–MERIT).

(١٣) المرجع نفسه.

(١٤) UNCTAD, 2015, *Implementing WSIS Outcomes: A Ten-year Review* (New York and Geneva, United Nations publication).

(١٥) اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية، ٢٠١٤، تسخير تكنولوجيات المعلومات والاتصالات لأغراض التنمية الاجتماعية والاقتصادية الشاملة، تقرير الأمين العام، الصفحة ٨.

١٤- ويرتبط مفهوم إنترنت الأشياء بتوسيع نطاق الوصل بالشبكة ليتجاوز الأفراد والمؤسسات إلى الأشياء والأجهزة المستخدمة في الحياة اليومية[١٦]. فهو يمكّن من وصل أي أداة أو جهاز بالشبكة وجعلها تستجيب لتعليمات المستخدم وجمع معلومات يمكن استخدامها في تحليل البيانات الضخمة[١٧]. ومن الأمثلة على الأجهزة المرتبطة بإنترنت الأشياء تلك المزودة بمجسات والتي تراقب الأنشطة اليومية كالأكل والنوم؛ ومراقبة الأجهزة المنزلية بواسطة الهواتف المحمولة؛ والمجسات التي ترمي إلى تحسين الإنتاجية الزراعية. وعلى صعيد التغطية، يتوقع أن يرتفع عدد الأجهزة المتاحة من ١٥ مليار جهاز في عام ٢٠١٥ إلى ٥٠ مليار جهاز بحلول عام ٢٠٢٠[١٨]. ويتوقع أن تصل قيمة سوق إنترنت الأشياء، المقدّرة حالياً بمبلغ ٦٥٥,٨ مليار دولار، إلى ١,٧ تريليون دولار في عام ٢٠٢٠، ويُقدّر أن تتراوح قيمتها بين ٣,٩ تريليون و١١,١ تريليون دولار بحلول عام ٢٠٢٥[١٩].

ألف- البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء والتنمية المستدامة

١٥- من شأن البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء أن يسهما في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما في سياق الانتشار شبه الكاسح للإنترنت. فهذه التكنولوجيات الجديدة من شأنها أن تسهم في إدارة القضايا العويصة على الصُعُد المحلي والوطني والإقليمي والعالمي والمساعدة في التصدي لها. ويتناول هذا القسم بضع الأمثلة على هذه التكنولوجيات واستخداماتها الممكنة في تطوير المشاريع وقطاعات الصحة والزراعة والطاقة والمياه.

١٦- فتكنولوجيات البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء من شأنها أن تساعد على تعزيز تطوير المشاريع. فهي تمكّن المؤسسات التجارية من وضع تحليلات مكيّفة ودقيقة للعملاء الممكنين والحاليين، وتحسين تجربة المستخدم، ومن شأنها التصدي لأوجه نقص الكفاءة في التصنيع وما يرتبط به من عمليات. ومن الأمثلة على ذلك أن أول منتج للتأمين المصغر في العالم يجري توزيعه وتنفيذه على شبكة الهاتف النقال هو منتج أُطلق في أفريقيا وتحقق بفضل تحليلات البيانات الضخمة المتعلقة باتجاهات المناخ والمحاصيل[٢٠].

١٧- وقد يتسنى تحسين الرعاية الصحية لو أمكن شخصنة العلاج، وجمع بيانات عن المريض تتجاوز ما يتبادله مع الطبيب في زيارات متفرقة، وكشف تطور المرض في وقت مبكر ومعالجته بصورة استباقية (على مستوى الفرد والمجتمع)، والتوصل إلى علاجات أكثر فعالية لمجموعة من

(١٦) انظر الحاشية ١٤، الصفحة ٧٨.

(١٧) المرجع نفسه.

(١٨) World Economic Forum and INSEAD, 2012, *The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyperconnected World* (Geneva, World Economic Forum), pp. 171–318.

(١٩) J Manyika, M Chui, J Woetzel, R Dobbs and J Bughin, 2015, The Internet of things: Mapping the value beyond the hype (McKinsey Global Institute), p.7.

(٢٠) International Finance Corporation, 2015, Kilmo Salama – Index-based agriculture insurance: A product design case study (Washington, D.C.).

الأمراض المعضلة. ويمكن لخرائط البيانات بشكل خاص أن تساعد على دعم الاستجابة لحالات تفشي الأمراض[٢١]. فقد استخدمت وزارة الصحة الأوغندية، على سبيل المثال، تطبيقات خرائط البيانات أثناء تفشي مرض التيفوئيد لتيسير صنع القرار بشأن تخصيص الأدوية وتعبئة الأفرقة الصحية[٢٢].

١٨- وتفتح تكنولوجيا البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء فرصاً جديدة أيضاً في قطاع الزراعة (بما في ذلك الأمن الغذائي). فعلى سبيل المثال، تعمل الشركة الهندية الناشئة CropIn على تقديم التحليلات وإنتاج البرمجيات في مجال إدارة المحاصيل. وقد وضعت هذه الشركة مؤشراً نباتياً بواسطة صور مأخوذة بالأقمار الصناعية لدعم المزارعين في اتخاذ القرارات المتعلقة بصحة المحاصيل (انظر الإطار).

تحليل البيانات الضخمة لدعم الزراعة في الهند

أُنشئت شركة CropIn لتطوير الحلول البرمجية وتوفير التحليلات في مجال إدارة المحاصيل. ويضم زبائن هذا التطبيق السحابي المكيّف اليوم شركات كبرى تستثمر في تجهيز الأغذية والزراعة وتعتمد بشدة على الموظفين الميدانيين في التواصل مع المزارعين. ويقوم تطبيق CropIn على وسم المحاصيل ومراقبة نموها إلى حين حصادها. وبذلك تتم تغذية النظام بالمعلومات المتعلقة بوقت حرث البذور ونوعها، ما يتيح معلومات عن نمو المحاصيل في مختلف مراحل الإنتاج. وتستخدم ٤٠ شركة تطبيق CropIn ويستفيد منه قرابة ١٠٠ ٠٠٠ مزارع في ١٥ ولاية هندية[٢٣].

١٩- وعلى صعيد آخر، لا يزال الحد من استهلاك الطاقة لأغراض الاستدامة وضمان إدارة توزيع الطاقة بكفاءة وفعالية في عالم متزايد التحضر يشكل تحدياً. ويمكن تحقيق التوازن بين العرض والطلب على الطاقة بشكل أفضل عن طريق استخدام تكنولوجيات البيانات الضخمة. فنصب شبكات ذكية من شأنه أن يعزز دور مصادر الطاقة المتجددة في توزيع الطاقة وإنتاجها عن طريق السماح بتزويد المساكن المعيشية بالألواح الشمسية أو العنفات الريحية لتغذية شبكة الكهرباء بفائض الطاقة. وتساعد المعلومات الآنية التي توفرها الشبكات الذكية شركات الإمدادات الكهربائية على تحسين استجاباتها للتغيرات في الطلب وتكاليف الإمداد بالطاقة الكهربائية والانبعاثات فضلاً عن تفادي انقطاعات التيار الكهربائي[٢٤]. فشركة زيناتكس

(٢١) J Manyika, M Chui, B Brown, J Bughin, R Dobbs, C Roxburgh and AH Byers, 2015, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity (McKinsey Global Institute).

(٢٢) United Nations Global Pulse, 2015, Data visualization and interactive mapping to support response to disease outbreak, Global Pulse Project Series No. 20.

(٢٣) P Vikram Singh, 2015, The start-up revolution: Smart solutions for social good, *Governance Now*, 17 August.

(٢٤) UNCTAD, 2015, *Science, Technology and Innovation for Sustainable Urbanization*, UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation No. 10 (New York and Geneva, United Nations publication).

الناشئة في دلهي، على سبيل المثال، تستخدم عدادات ذكية ومجسات حرارية لمساعدة المنازل والمكاتب على خفض استهلاكها للطاقة عن طريق تلقي رسائل تنبيهية. ومن الأمثلة على نجاح عمل الشركة توفير معهد تكنولوجيا المعلومات "إندرابراستا" في دلهي مبلغاً يقارب ٣٠ ٠٠٠ دولار سنوياً من تكاليف استهلاك الطاقة[٢٥].

٢٠- ويعدّ إنتاج المياه وتوزيعها بكفاءة، خصوصاً في المناطق الحضرية، تحدياً أزلياً للحكومات المحلية والإقليمية والوطنية. ويمكن في هذا السياق تزويد الأدوات المرتبطة بإنترنت الأشياء، كالمجسات والعدادات والهواتف المحمولة، بوظائف تتيح إدارة أذكى للمياه، كما في حالة شبكة المجسات اللاسلكية لمراقبة ودراسة نوعية المياه في بنغلاديش.

٢١- وسيكون لجمع مؤشرات التنمية وقياسها أهمية محورية في رصد التقدم المحرز في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية. وفي هذا السياق، يسعى أصحاب المصلحة، بما في ذلك المنظمات الدولية والأكاديميون والشركات، إلى استكشاف الطرق التي يمكن أن تسهم بها البيانات الضخمة في أنشطة رصد الأهداف[٢٦]. ومن الأمثلة على ذلك دراسة أجراها برنامج الأغذية العالمي للأمم المتحدة واستُخدمت فيها بيانات الهواتف النقالة لتقييم الأمن الغذائي. وأظهرت النتائج أن من الممكن استخدام أرصدة الهواتف كمؤشر بديل على مستوى نفقات الأغذية في السوق[٢٧]. غير أن تحويل البيانات الضخمة إلى معلومات يمكن التصرف على أساسها لرصد التقدم المحرز في مجال التنمية يستدعي توفر شروط محددة على صعيدي المهارات والتكنولوجيات، ناهيك عن الوصول إلى المجموعات الصحيحة من البيانات[٢٨]. إضافة إلى ذلك، يتعين إيلاء عناية خاصة للبلدان التي تنتج كماً أقل من البيانات و/أو تملك قدرة أدنى على تحليل البيانات، كأقل البلدان نمواً، لتفادي إضافة أبعاد جديدة على الفجوة الرقمية القائمة[٢٩].

٢٢- علاوة على ذلك، يمكن استخدام البيانات الضخمة ومجسات إنترنت الأشياء لأغراض البحث والتطوير. فهذه التكنولوجيات تمكّن الباحثين من تحليل واكتشاف أنماط البيانات العلمية التي لم تكن في متناولهم حتى عهد قريب. وهناك العديد من المجالات التي تحقق فيها هذه القدرات منفعة كبيرة، مثل توقعات الأرصاد الجوية وسبر أغوار العقل البشري. بيد أن تكنولوجيات البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء تثير تحديات علمية أيضاً، يتعلق بعضها بما يلي: (أ) تيسير الوصول إلى البيانات التي تمولها الحكومة؛ (ب) حماية خصوصية البيانات؛

(٢٥) V Dora, 2015, Will energy and water challenges propel an IoT wave in India?, *Your Story*, 20 July.

(٢٦) مثلاً عمل اللجنة الإحصائية للأمم المتحدة ومبادرة "النبض العالمي" (Global Pulse).

(٢٧) United Nations Global Pulse, 2015, *2014 Annual Report*.

(٢٨) United Nations Global Pulse, 2013, Big data for development: A primer, p.7.

(٢٩) المرجع نفسه، الصفحة ٦.

(ج) ضمان توفر فرص البحث التي تتيحها البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء على الصعيد العالمي، ولا سيما في أقل البلدان نمواً[٣٠].

٢٣- ويقوم العديد من تكنولوجيات البيانات الضخمة وخوارزميات الذكاء الاصطناعي على تكنولوجيا مفتوحة الرخصة. وهو ما يجعلها متاحة مجاناً للاستخدام والتبادل والتغيير والتكييف، وينشئ فرصاً للابتكار المحلي والمواتي للفقراء على نحو مكيف مع الاحتياجات والأسواق المحلية. ويمكن للكليات والجامعات المحلية، باستخدام التراخيص المفتوحة، أن تطور نسخاً مكيفة من تكنولوجيات البيانات الضخمة وخوارزميات التعلم الآلي تتصدى للتحديات المحلية. غير أن العمل مع هذه التكنولوجيات والابتكار بواسطتها يستدعي امتلاك مهارات ملائمة (كالقدرة على تحليل البيانات الضخمة ومعاينتها، الأمر الذي يقتضي مهارات رياضية وحاسوبية)[٣١]. وتبرز من ثم أهمية بناء القدرات كي يتسنى الاستفادة من هذه التكنولوجيات الجديدة.

٢٤- من جهة أخرى، فإن بروز فئة من صغار رواد المشاريع تستفيد من هذه التكنولوجيات وغيرها، مثل الطباعة الثلاثية الأبعاد، أدّى إلى نشأة "حركة صنّاع" جديدة. ويُقال إن هذا الاتجاه من شأنه أن يغير طبيعة المنتجين في سلسلة القيمة، ما يرفع بدوره من قيمة البيانات الضخمة[٣٢]. غير أن ثمة شواغل تتعلق بالإمكانات الاقتصادية لحركات الصناع وترتبط بقدرة رواد المشاريع على مراكمة المعارف الضرورية لصنع منتجات قادرة على منافسة ما تنتجه أفرقة التصميم المحترفة ومنظمات التصنيع الراسخة[٣٣].

باء- الشواغل والتحديات المتعلقة بالبيانات الضخمة وإنترنت الأشياء

٢٥- لقد أثارت أنشطة التطوير والتطبيق المتزايدة لتكنولوجيات البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء شواغل تتعلق بمسائل محددة تتصل بما تنطوي عليه هذه التكنولوجيات من تهديدات قد تمس حقوق المواطنين. وتشمل هذه التهديدات، في جملة أمور، الوصول إلى الإنترنت، والخصوصية، وملكية البيانات، وتركز السوق، وأطر الأمان. وتعزيز فهم مقرري السياسات لتداعيات هذه المسائل على المجتمع قد يساعدهم على التصدي لهذه الشواغل على النحو الملائم.

---

(٣٠) International Council for Science, InterAcademy Partnership, World Academy of Sciences and the International Social Science Council, 2015, *Open Data in a Big Data World: An International Accord*. هناك نسخة مختصرة متاحة على الرابط: http://www.icsu.org/science-international/accord/open-data-in-a-big-data-world-short (استُخدم الرابط في ٢٣ شباط/فبراير ٢٠١٦).

(٣١) World Economic Forum, 2016, The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution (Geneva).

(٣٢) C Anderson, 2012, *Makers: The New Industrial Revolution* (New York, Crown Business).

(٣٣) A Jackson, 2014, Makers: The new industrial revolution, *Journal of Design History*, 27(3): 311–312.

٢٦- وكثيراً ما تُستخدم تحليلات البيانات الضخمة للتنبؤ بما سيحدث دون سبب حدوثه. وهو ما يعني أن البيانات تُستخدم على نطاق واسع لتحديد الروابط دون تحليل العلاقة السببية. وبما أن البشر يبصرون العالم من منظور السبب والنتيجة، فإن الاستنتاجات التلازمية المشتقة من البيانات الضخمة قد تُستخدم لدعم افتراضات سببية خاطئة. وهو ما قد يؤدي بدوره إلى استدلالات واستنتاجات غير صحيحة بخصوص الإجراءات التي يتعين اتخاذها والنظام الذي يجري قياسه[٣٤]. وينم ذلك عن أهمية أخذ العلاقة السببية في الحسبان لدى استخدام تحليلات البيانات الضخمة. كما يتعين الإقرار بأن المنافع التي يمكن جنيها من تكنولوجيا البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء لا تعتمد على كم المعلومات المتاحة وإنما على قدرتنا على فهم هذه البيانات واستنباط بصائر مفيدة منها. غير أن هذه النقطة كثيراً ما يُساء فهمها، ما قد يؤدي للخروج باستنتاجات غير دقيقة.

٢٧- ويمكن أن يؤدي تزايد نشر تكنولوجيات البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء واستخدامها إلى خلق فرص عمل شديدة التنوع. وتشير التقديرات في الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً إلى وجود نحو ٥٠٠ ٠٠٠ وظيفة في قطاع البيانات الضخمة في عام ٢٠١٤ (تُعرّف الوظائف في مجال البيانات الضخمة بأنها مهن تنطوي على مهارات محددة، مثل تحليل البيانات أو الدراية ببرامج البيانات الضخمة)[٣٥]. وتتوقف قدرة البلدان على المشاركة بصورة تنافسية ونشطة في الأسواق العالمية على عوامل من بينها قدرتها على تهيئة قوة عاملة مدربة قادرة على فهم الدفق غير المسبوق من البيانات المنبثقة عن هذه الابتكارات وتسخيره لإنتاج قيمة حقيقية. وتشمل بعض المهن المتصلة بالبيانات الضخمة وإنترنت الأشياء: الرياضيات والحوسبة والهندسة[٣٦]. وإضافة إلى القوة العاملة المدربة، تقتضي التطبيقات الفعالة لإنترنت الأشياء والبيانات الضخمة طائفة واسعة من الهياكل الأساسية الداعمة والأطر السياساتية التمكينية، من قبيل موارد الحوسبة السحابية ومعايير التشغيل البيني.

رابعاً- الطباعة الثلاثية الأبعاد

٢٨- تنطوي الطباعة الثلاثية الأبعاد على استحداث منتجات محسوسة عن طريق وضع طبقات رقيقة متتالية من المادة المطلوبة لإنتاج هيكل ثلاثي الأبعاد[٣٧]. وهي تجسد تغييراً في طريقة الإنتاج بإضفاء "القدرة على تحويل البيانات إلى أشياء وتحويل الأشياء إلى بيانات"[٣٨].

(٣٤) V Mayer-Schönberger and KN Cukier, 2013, *Big Data : A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think* (Boston, Houghton Mifflin Harcourt), p. 163.

(٣٥) M Mandel, 2014, Where are the big data jobs? (Washington, D.C., Progressive Policy Institute).

(٣٦) انظر الحاشية ٣١.

(٣٧) D Cohen, K George and C Shaw, 2015, Are you ready for 3-D printing?, *McKinsey Quarterly*, February.

(٣٨) A.T. Kearney Inc., 2015, *3D Printing: A Manufacturing Revolution*، متاح على الرابط: https://www.atkearney.com/documents/10192/5992684/3D+Printing+A+Manufacturing+Revoluti on.pdf/bf8f5c00-69c4-4909-858a-423e3b94bba3 (استُخدم الرابط في ٢٥ شباط/فبراير ٢٠١٦).

٢٩- ومع أن اختراع الطباعة الثلاثية الأبعاد يعود إلى ثلاثة عقود خلت تقريباً، فإن الانخفاض الكبير في تكلفتها والتطورات المكملة في مجال التصميم الحاسوبي وانتشار الإنترنت ومواد التصنيع الجديدة والحوسبة السحابية، جعلت منها اليوم تكنولوجيا قابلة للتطبيق بالنسبة للمصنعين العالميين. وتشير التقديرات إلى أن سوق الطباعة الثلاثية الأبعاد تشهد نمواً كبيراً وسريعاً في البلدان المتقدمة والنامية على السواء[٣٩].

ألف- الطباعة الثلاثية الأبعاد والتنمية المستدامة

٣٠- من شأن الطباعة الثلاثية الأبعاد أن تفتح أبواباً للبلدان التي لا تمتلك قدرات تصنيعية يُعتدّ بها وتعتمد بشكل كبير على استيراد السلع الاستهلاكية. فالطباعة الثلاثية الأبعاد تشتمل على تطبيقات في مجالات واسعة ذات صلة بالتنمية المستدامة، من قبيل تطوير المشاريع والاستدامة البيئية والإسكان والبناء والتعليم.

٣١- ففي مجال تطوير المشاريع، وبخاصة في قطاع التصنيع، تنطوي الطباعة الثلاثية الأبعاد على قدرات تكييف واسعة النطاق، إذ تتيح الانخراط في أنشطة إنتاج واسعة النطاق دون استثمارات رأسمالية ذات تكلفة ثابتة عالية وبتكلفة متغيرة أدنى من الأساليب التقليدية؛ وتسريع الإنتاج بفضل قصر دورات التصميم والتجهيز والإنتاج؛ وتبسيط سلسلة القيمة بسبب تصنيع المنتجات قرب مصدر الطلب وبحجم مخزون أصغر بكثير[٤٠]. وإضافة إلى ذلك، يمكن أن تيسر الطباعة الثلاثية الأبعاد انتعاش الابتكار المحلي بسبب تبسيط عمليات وسلاسل الإنتاج. وتتيح الطباعة الثلاثية الأبعاد أيضاً إمكانات لخفض النفايات بما أن المواد غير المستخدمة يُعاد استخدامها في الطباعة اللاحقة.

٣٢- وعلى صعيد الاستدامة البيئية، يمكن لتكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد أن تسهم في فك الارتباط بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غازات الدفيئة وتبذير الموارد إذا تم تطبيقها على أحجام إنتاج أعلى في المنتجات الاستهلاكية أو صناعة السيارات[٤١].

٣٣- وفي قطاع البناء، استُخدمت النماذج المنتجة بالطباعة الثلاثية الأبعاد لإنشاء المباني بصورة سريعة وغير مكلفة لأغراض العرض في مختلف أنحاء العالم[٤٢]. وقد تسهم هذه

---

(٣٩) Wohlers Associates, 2014, *Wohlers Report 2014: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report* (Fort Collins).

(٤٠) انظر الحاشية ٣٨.

(٤١) M Gebler, AJM Schoot Uiterkamp and C Visser, 2014, A global sustainability perspective on 3D printing technologies, *Energy Policy*, 74: 158–167.

(٤٢) للاطلاع على مثال على منازل بُنيت في الصين بواسطة الطباعة الثلاثية الأبعاد، انظر: http://www.ibtimes.co.uk/china-recycled-concrete-houses-3d-printed-24-hours-1445981 (استُخدم الرابط في ٢٣ شباط/فبراير ٢٠١٦).

التكنولوجيا في التصدي للتحديات المرتبطة بتوفير مساكن مستدامة وفعالة من حيث التكلفة. وتشمل منافع الطباعة الثلاثية الأبعاد إنشاء المباني بصورة أسرع وأكثر دقة وخفض تكلفة الأيدي العاملة وتقليص النفايات والحد من المخاطر المتعلقة بالصحة والسلامة. وأخيراً، يمكن للطباعة الثلاثية الأبعاد في مجال التعليم أن تسهم في التعلم الإبداعي، إذ تيسر تحويل المفاهيم المجردة إلى نماذج حسية ثلاثية الأبعاد تساعد الطلبة على الفهم.

باء- الشواغل والتحديات المتعلقة بالطباعة الثلاثية الأبعاد

٣٤- في حين يمكن للطباعة الثلاثية الأبعاد أن تسهم في التنوع الاقتصادي وتحد من انبعاثات الكربون وتيسر التعلم الإبداعي فضلاً عن تطبيقاتها الأخرى القطاعية أو المتعددة القطاعات، فإن ثمة مسائل عدة يتعين أخذها بالحسبان كي يتسنى استغلال الإمكانات التي تنطوي عليها هذه التكنولوجيا على نحو يحد من مخاطرها.

٣٥- فأولاً، قد يؤثر نشر هذه التكنولوجيا على نطاق واسع على أنماط العمالة، لا سيما في قطاعات التصنيع. وإذا بلغت الطباعة الثلاثية الأبعاد مستوى من النضج يمكنها من الإخلال بالتصنيع التقليدي، فإنها قد تؤثر على حجم الطلب على عمال المصانع في البلدان التي تملك قطاعات تصنيع قوية[٤٣]. وتحتاج المسألة إلى مزيد من البحث لتقصي الآثار المحتملة لهذه التكنولوجيا على أسواق العمل، وبخاصة في البلدان النامية وأقل البلدان نمواً.

٣٦- وثانياً، يبرز التطبيق المحتمل للطباعة الثلاثية الأبعاد في عمليات الإنتاج مدى الحاجة إلى تطوير مهارات القوى العاملة لإعداد تقنيين مهرة وأخصائيين قادرين على استحداث نُظم إنتاج آلية متقدمة وإدارتها[٤٤].

٣٧- وثالثاً، يمكن أن تؤثر الطباعة الثلاثية الأبعاد على تجارة السلع، بسبب التأثير الذي قد تُحدثه في تبسيط سلسلة العرض، وهو ما قد يُترجم بالاستعاضة عن تجارة السلع بنقل البيانات[٤٥]. غير أن ثمة اعتبارات تقنية وأخرى تتعلق بالتكلفة إذا ما أريد للطباعة الثلاثية الأبعاد أن تتخطى دورها الحالي القائم على صنع النماذج إلى دعم الإنتاج في سلاسل التصنيع العالمية[٤٦].

٣٨- ورابعاً، لا تخلو الطابعات الثلاثية الأبعاد من انعكاسات بيئية سلبية أيضاً. فهي تنزع إلى استهلاك قدر أكبر من الطاقة الكهربائية من غيرها من أشكال التصنيع (مقارنةً بالقولبة بواسطة الحقن مثلاً)، وتوليد انبعاثات غير صحية (خصوصاً في البيئة المنزلية)، وتعتمد بشكل

(٤٣) J Lanier, 2013, *Who Owns the Future?* (New York, Simon & Schuster).

(٤٤) انظر الحاشية ٣١.

(٤٥) Fung Global Institute, Nanyang Technological University and World Trade Organization, 2013, *Global Value Chains in a Changing World* (Geneva, World Trade Organization).

(٤٦) انظر الحاشية ٣٨.

أكبر على المواد البلاستيكية[٤٧]. وبالتالي، إذا أريد للطباعة الثلاثية الأبعاد أن تساهم في تعزيز التنمية المستدامة، فلا بد من بذل جهود متسقة لتحقيق أقصى منافع بيئية ممكنة من هذه التكنولوجيا وتقليص تكلفتها البيئية إلى أدنى حد ممكن.

٣٩- وخامساً، قد تطرح الطباعة الثلاثية الأبعاد مسائل يتعين على صناع السياسات التصدي لها فيما يتعلق بالملكية الفكرية وخصوصية البيانات وحمايتها والجرائم الإلكترونية. ويمكن لهذه التكنولوجيا، على وجه الخصوص، أن تضر بمنتجي السلع المحسوسة، إذ ليس من الواضح ما إذا كان التبادل الحر للنماذج الثلاثية الأبعاد على الإنترنت سيتبع مساراً شبيهاً بما شهده قطاع الموسيقى الرقمية خلال العقد الماضي. وقد تثير الطباعة الثلاثية الأبعاد أيضاً تهديدات يتعين التصدي لها على صعيد تقاسم البيانات وطباعة أجسام ضارة وخطرة.

خامساً- الأتمتة الرقمية ومستقبل العمل

٤٠- كان الظن سابقاً أن ثمة فاصلاً بين العمل البشري والرقمي، حيث يركز البشر على المهام التي لا يمكن اختصارها في قواعد أو خوارزميات، فيما تركز الحواسيب على مهام معالجة المعلومات وفقاً لقواعد محددة بدقة[٤٨]. غير أن التطورات الأخيرة في مجال التكنولوجيا أدخلت في حيز الإمكان أتمتة طائفة واسعة من المهام غير الروتينية[٤٩].

٤١- وتتسم الأتمتة الرقمية بقدرة متزايدة للحواسيب على تنفيذ المهام المتعلقة بالعمل المعرفي لا المادي فحسب[٥٠]. وتتمثل الخاصيتان الرئيسيتان للأتمتة الرقمية الحديثة العهد فيما يلي: (أ) يمكن للحواسيب الاضطلاع بمهام معرفية وليس مجرد مهام مادية؛ (ب) تنهار الوظائف بوتيرة أسرع من وتيرة استحداثها[٥١]. ولطالما كان لأتمتة المهام أبلغ الأثر على سياسات العمل الحكومية وأسواق العمل والنمو الاقتصادي ككل، سواء في الماضي أو في الحاضر.

ألف- آثار الأتمتة الرقمية على العمالة

٤٢- من منظور متفائل، يمكن للأتمتة الرقمية أن تحرر العمال لإنجاز مهام وظيفية أكثر إبداعاً وإثارة وأنشطة ثقافية أكثر ثراء، تاركةً المهام الروتينية المتوقعة النتائج إلى الآلات[٥٢]. غير

(٤٧) L Gilpin, 2014, The dark side of 3D printing: 10 things to watch, *TechRepublic*, 5 March.

(٤٨) E Brynjolfsson and A McAfee, 2014, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* (New York, Norton).

(٤٩) C Benedikt Frey, MA Osborne and C Holmes, 2016, Technology at work v2.0: The future is not what it used to be (Oxford Martin Institute and Citi), p.11.

(٥٠) DH Autor, 2015, Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation, *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3): 3–30.

(٥١) انظر الحاشية ٤٨.

(٥٢) UNCTAD, 2016, Harnessing emerging technological breakthroughs for the 2030 Agenda for Sustainable Development, Policy Brief No. 45.

أن الأتمتة ما دامت تزيد إنتاجية العمال ومن شأنها أن تزيد حجم العمليات بتكلفة حدية، فإن بإمكانها أيضاً أن تقلص الحاجة إلى العمال. فالبعض مثلاً يجادل بأن المركبات ذاتية القيادة ستقضي على الحاجة إلى سائقي سيارات الأجرة والباصات والشاحنات، وأن ممرضين آليين سيحلون محل موظفي التمريض والرعاية[٥٣].

٤٣- وأما على صعيد الآثار المحتملة للأتمتة، فقد أظهرت الأبحاث التي أجريت مؤخراً باستخدام بيانات من الولايات المتحدة أن قرابة ٤٧ في المائة من مجموع الوظائف في البلد مهددة بتعويضها حاسوبياً. والفئات الأكثر عرضة لهذا التهديد في الولايات المتحدة هي تحديداً فئات العاملين في مجالات النقل واللوجستيات والعمل المكتبي والدعم الإداري. وتهدد الحوسبة أيضاً وظائف العديد من موظفي الخدمات. وهناك أدلة كذلك على أن للرواتب والمستوى التعليمي ارتباطاً عكسياً باحتمالات الحوسبة[٥٤]. ويتوقع أن يتفاقم انحسار الوظائف التي تستدعي مهارات متوسطة في الولايات المتحدة[٥٥].

٤٤- وقد يؤدي تزايد الأتمتة إلى دورة تشرد وظيفي طبقي، فيتمخض عن اتساع مظاهر عدم المساواة وتراجع مستوى الرفاه[٥٦]. ويمكن تقسيم العمل إلى عمل روتيني مقابل عمل غير روتيني وإلى عمل يدوي مقابل عمل معرفي. والمهام الوظيفية الروتينية – أي التي يمكن إعطاء إرشادات للحاسوب عن كيفية استنساخها – هي الأقرب للأتمتة الرقمية بصرف النظر عما إذا كانت يدوية (جزء من عمليات تجميع مثلاً) أو معرفية (إدخال روتيني للبيانات في قاعدة بيانات حاسوبية مثلاً).

٤٥- ويُعرف هذا التشرد الوظيفي الطبقي المتزايد بالاستقطاب الوظيفي، أي انهيار الطلب على الأعمال التي تتطلب مهارات متوسطة، في حين تظل الأعمال المعرفية غير الروتينية (كالتحليل المالي) والأعمال اليدوية غير الروتينية (كتصفيف الشعر) صامدة نسبياً[٥٧]. والسبب في صمود الأعمال اليدوية غير الروتينية هو أن من الصعب جداً في الوقت الراهن أن تكون للروبوتات القدرة على محاكاة رشاقة الحركات البشرية ومرونتها. ومن الصعب كذلك إضفاء طابع روتيني على الأعمال المعرفية غير الروتينية لأنها تقتضي مستوى رفيعاً من الإبداع كما أن من الصعب حالياً تحويل المهام المعرفية غير المباشرة إلى خوارزميات حاسوبية. وبين هذين

(٥٣) انظر الحاشية ٤٨.

(٥٤) C Benedikt Frey and MA Osborne, 2013, The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? (Oxford Martin School), pp. 44–45.

(٥٥) استناداً إلى نهج يصنف الوظائف على أساس مستويات التعليم والتدريب، تشمل الوظائف "المتوسطة المهارات" الأعمال التي تتطلب مستوى من التعليم أو التدريب يتجاوز التعليم المدرسي ولكنه دون مستوى البكالوريوس: HJ Holzer and RI Lerman, 2009, The future of middle-skill jobs, Center on Children and Families Briefs No. 41 (Brookings), p. 1.

(٥٦) انظر الحاشية ٥٢.

(٥٧) انظر الحاشية ٤٨.

الطرفين تتسع قائمة الأعمال المتوسطة المهارة الآخذة في الانحسار فيما تُستقطب الأعمال المتبقية القائمة إما لجهة الأعمال اليدوية غير الروتينية أو لجهة الأعمال المعرفية غير الروتينية. وبالمقابل، فإن المهن التي تكمّل فيها الحواسيب القدرات المعرفية البشرية بصورة وثيقة، كالمهن المتعلقة بمهام غير روتينية، هي الأقدر على مقاومة عمليات الأتمتة. وتشير الأبحاث كذلك إلى أن مهام الإدراك والمناورة والإبداع والذكاء الاجتماعي جميعها مهام تصعب أتمتتها على الأرجح[٥٨].

٤٦- إضافة إلى ذلك، فإن الأتمتة قد تؤثر على كل من النساء والرجال بشكل مختلف، فالنساء أقل عدداً في فئات العمل المتعلقة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وبالتالي فقد لا يستفدن من ازدياد الطلب على العمال من ذوي المهارات في هذه المجالات. وقد كشفت دراسة استقصائية أجريت مؤخراً في ١٣ اقتصاد من الاقتصادات الكبرى المتقدمة والناشئة، أن المهن النسائية تتركز في الفئات المنحسرة أو المتدنية النمو، كالمبيعات والتجارة والأعمال المكتبية. غير أن نسبة تمثيل النساء منخفضة أيضاً في القطاعات التي يتوقع أن تؤدي فيها الأتمتة إلى تشرد وظيفي، كالتصنيع والبناء. وتشير التوقعات المنبثقة من هذا الاستقصاء إلى أن عبء الخسائر الوظيفية المتوقعة جراء الاختلالات الناجمة عن التغيرات التكنولوجية يتحمله الجنسان بالتساوي تقريباً في هذه المجالات[٥٩].

باء- الشواغل والتحديات المتعلقة بالأتمتة

٤٧- تنطوي الأتمتة الرقمية على إمكانية النهوض بالإنتاجية وحجم العمليات في مكان العمل. فقد تعود بالنفع على العمال بنقل الأنشطة الروتينية المتوقعة النتائج إلى الآلات، ومن شأنها أن ترفع قيمة الميزة النسبية للمهارات العمالية في مجالات حل المشاكل والتكيف والابتكار. غير أن بوسع الأتمتة أيضاً أن تقلص عدد الوظائف المتوفرة في المهن التي تنطوي على مهام روتينية وتؤدى إلى تغير تكوين اليد العاملة والمهام الوظيفية في شتى القطاعات[٦٠].

٤٨- وقد يكون للأتمتة الرقمية أثر بالغ على آفاق العمالة، لا سيما في البلدان النامية التي تعتمد على الأيدي العاملة الرخيصة كميزة نسبية. ومن المرجح أن تتأثر هذه البلدان بالأتمتة الرقمية أكثر من غيرها خلال السنوات القادمة، لأنه إذا تسنى الاستعاضة عن الأيدي العاملة بالروبوتات وغيرها من وسائل الأتمتة، فإن الميزة النسبية للأجر المنخفض ستنحسر بشكل كبير. وفي هذا الصدد، تشير التقديرات، حسب تقرير صدر مؤخراً[٦١]، إلى أن ثلثي الوظائف قد تكون عرضة للأتمتة خلال العقود القادمة في البلدان النامية. غير أن التقرير يؤكد أيضاً أن

(٥٨) انظر الحاشية ٤٩.

(٥٩) انظر الحاشية ٤٤.

(٦٠) انظر الحاشية ٥٠.

(٦١) World Bank, 2016, *World Development Report 2016: Digital Dividends* (Washington, D.C.).

تقويض الوظائف على نطاق واسع ينبغي ألا يشكل شاغلاً في معظم البلدان النامية في الأمد القصير لسببين هما: استحداث وظائف جديدة ومهام جديدة ضمن الوظائف القائمة؛ وعدم تطور الآلات والتكنولوجيا الرقمية إلى الحد الذي يجعلها بديلاً مثالياً أو حتى جيداً لإنجاز العديد من المهام.

٤٩- وبإمكان البلدان أن تساعد في تخفيف الآثار السلبية المحتملة للأتمتة عن طريق توفير فرص التعليم والتدريب اللازمة لتلبية الطلب في أسواق العمل المحلية[٦٢]. وقد يكون الاستشراف أداة مفيدة لتوقع عدد الأشخاص الذين ستشردهم الحواسيب من وظائفهم وفي أي القطاعات[٦٣]. وينبغي تحري هذه انعكاسات الأتمتة على العمالة والاستفادة منها في تخطيط السياسات الوطنية للتنمية الاقتصادية، بما في ذلك سياسات أسواق العمل والتعليم والتدريب والسياسات الصناعية. وإذا تأثرت بعض القطاعات بشكل خاص، فبإمكان مقرري السياسات أن يعيدوا تشكيل سوق العمل والسياسة التعليمية على نحو يستجيب لهذه التحديات، وبما ينسجم مع أهداف التنمية الوطنية.

سادساً- الدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة والتعلم الرقمي

٥٠- الدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة هي دورات إلكترونية مفتوحة للجميع عبر الشبكة العالمية تسهم في نشر التعلم الإلكتروني[٦٤]. فبالإضافة إلى المحاضرات المسجلة بالفيديو، تتيح هذه الدورات خصائص إضافية، مثل التبادل الاجتماعي وأساليب التعلم التفاعلية ومعلمين مساعدين ييسرون منتديات النقاش. وبفضل الطابع الرقمي للمحتوى التعليمي، تسمح هذه الدورات كذلك، برصد أنشطة الطلاب وأدائهم.

ألف- الدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة والتنمية المستدامة

٥١- يمكن أن تسهم الدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة في تحقيق الهدف ٤ من أهداف التنمية المستدامة، وهو "ضمان التعليم الجيد المنصف والشامل للجميع وتعزيز فرص التعلّم مدى

(٦٢) انظر الحاشية ٥٠.

(٦٣) من الأمثلة التوضيحية على ذلك تمرين استشراف تكنولوجي أجري في سنغافورة مؤخراً بشأن الأتمتة ومستقبل العمالة. انظر Centre for Strategic Futures, 2015, *Foresight*, Prime Minister's Office، متاح على الرابط: http://www.csf.gov.sg (استُخدم الرابط في ٢٤ شباط/فبراير ٢٠١٦).

(٦٤) تشمل المبادرات الأخرى في مجال التعليم الإلكتروني لدعم التعلم المفتوح مبادرة "الموارد التعليمية المفتوحة". لمزيد من المعلومات انظر: UNESCO, 2015, *A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)*، متاح على الرابط: http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002158/215804e.pdf (استُخدم الرابط في ٢٤ شباط/فبراير ٢٠١٦).

الحياة للجميع". فمن شأن هذه الدورات أن توفر تعليماً جماعياً بتكلفة زهيدة[٦٥]. ومن شأنها كذلك أن تُحدث ثورة في طرق تقديم التعليم، لا سيما في المناطق التي تفتقر إلى الموارد. وتتمثل الآثار الاقتصادية والاجتماعية لذلك في خفض تكلفة النهوض بالخدمات التعليمية وجعل المحتوى التعليمي العالي الجودة في متناول من هم بحاجة إليه.

٥٢- غير أن ثمة عوامل متنوعة قد تحدّ من فرص الوصول إلى هذه الدورات والاستفادة منها. ويتعلق بعض هذه العوامل بالهياكل الأساسية ومحتوى المواد التعليمية. فعلى صعيد الهياكل الأساسية، تقتضي المشاركة في هذه الدورات الإلكترونية اتصالاً موثوقاً بشبكة الإنترنت، بما يشمل معدات وبرمجيات مطورة. وهو ما يعني أن الطلبة من المناطق غير الموصولة بشكل جيد والمناطق الريفية المحرومة من الهياكل الأساسية اللازمة للحصول على الإنترنت و/أو الكهرباء لن تنتفع بهذه الدورات الإلكترونية[٦٦]. ويسلط هذا الوضع الضوء على أهمية تقليص الفجوة الرقمية كخطوة أولى لجعل المواطنين يستفيدون من التكنولوجيات الناشئة في مجال المعلومات والاتصالات.

٥٣- وأما بالنسبة للمحتوى، فتشمل الأمور التي قد تعرقل الاستفادة الممكنة من هذه الدورات الإلكترونية المسائل المتعلقة باللغة ومدى ملاءمة المحتوى للسياق المحلي. فالدورات والمواد التعليمية المتاحة من خلال هذه الدورات الإلكترونية تُقدم بالإنكليزية في معظم الحالات[٦٧]. وقد يحدّ ذلك من إمكانية نشر أدوات التعلم الإلكتروني هذه في البلدان غير الناطقة بالإنكليزية. كما أن المحتوى الموحد عادةً الذي تقدمه هذه الدورات قد لا يكون ملائماً للسياق المحلي أو ملبياً للاحتياجات والأولويات التعليمية في بلدان أخرى.

٥٤- ولا تضمن تكنولوجيات التعلم الرقمي، كالدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة، تحسن النتائج التعليمية، ولن يتسنى تقييم أثرها إلا من خلال التجريب والرصد والتقييم. وينبغي تصميم هذه الدورات الإلكترونية وغيرها من تكنولوجيات التعلم الإلكتروني وتنفيذها بما يستجيب للاحتياجات التعليمية. كما ينبغي مراعاة الأهداف التعليمية والنُهُج التربوية الملائمة لفرادى البلدان أو المناطق لدى تحليل استدامة مشاريع التعلم الإلكتروني أو جدوى توسيع نطاقها.

---

(٦٥) عرض قدمه السيد شاربلز في اجتماع فريق الخبراء الفاصل بين دورتي اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية.

(٦٦) J Hansen and J Reich, 2015, Democratizing education? Examining access and usage patterns in massive open online courses, *Science*, 350(6265): 1245–1248.

(٦٧) B Moser-Mercer, 2014, MOOCs in fragile contexts, in Proceedings of the European MOOCs Stakeholders Summit 2014, Lausanne, 10–12 February.

سابعاً- دروس السياسة العامة

٥٥- يستند هذا الفصل إلى المناقشات المواضيعية الجماعية أثناء انعقاد اجتماع فريق خبراء اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية في كانون الثاني/يناير ٢٠١٦ في بودابست، وإلى البحث الذي أجري أثناء إعداد هذا التقرير. وقد تطرقت المناقشات إلى أثر التكنولوجيات الناشئة التي يتناولها هذا التقرير في سياق أهداف التنمية المستدامة. وحُددت في هذا السياق ثلاثة دروس سياساتية يرد تفصيلها فيما يلي.

ألف- لا تزال المتطلبات الأساسية للاستفادة من تكنولوجيات المعلومات والاتصالات قائمة

٥٦- هناك فروق جوهرية بين السياق الذي تُستحدث فيه التكنولوجيات الرقمية الجديدة اليوم والسياق الذي كانت تُستحدث فيه قبل عقد من الزمن. فالتكنولوجيات الجديدة تتطور في بيئة تتميز بانتشار التكنولوجيات الرقمية بفضل الاكتساح المتزايد للهواتف النقالة وشبكة الانترنت. وتنشأ هذه التكنولوجيات كذلك في سياق عالمي شهد مؤخراً اعتماد اتفاق بشأن أهداف التنمية المستدامة. ورغم هذه الفروق، فإن ثمة قواسم مشتركة بين التكنولوجيات الناشئة والقديمة على صعيد الفرص التي تتيحها والتحديات التي تطرحها أمام البلدان والمجتمعات. وهو ما يبرز أهمية مواصلة التصدي لمبادئ سياسات التنمية (كالطاقة، والصحة والاستثمارات والمهارات) واستخلاص العبر والتجارب من الماضي.

٥٧- ومن المهم أيضاً الاعتراف بأن تطبيق التكنولوجيات الرقمية قد يترك آثاراً سلبية على الإدماج الاجتماعي ويتمخض عن مظاهر عدم المساواة واستيعاب هذه الآثار. فالبيانات الضخمة وما يتصل بها من تكنولوجيات رقمية، على سبيل المثال، قد توسع الهوة بين المواطنين. وقد تنشأ هذه الهوة أيضاً بين البلدان فتؤدي إلى تخلف البلدان النامية وأقل البلدان نمواً عن الركب أكثر مما هو حاصل حالياً، وقد تنشأ حتى داخل البلدان نفسها لعوامل تتعلق بنوع الجنس والعرق والمكان وغير ذلك من العوامل.

باء- يكتسي السياق المحلي والمهارات المحلية أهمية جوهرية لتحقيق أقصى حد من منافع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

٥٨- ينبغي أن يكون تطوير التكنولوجيات الناشئة وتنفيذها مستجيباً إلى الاحتياجات المحلية وحافزاً للابتكار. فالتكنولوجيات الجديدة تساهم في التنمية المستدامة عندما تأخذ في الاعتبار السياق الاجتماعي الاقتصادي والسياسي للبلدان وعندما تشمل اعتبارات جامعة محورها البشر ومراعية للفقراء.

٥٩- والقدرات المحلية أساسية لضمان استفادة البلدان من التكنولوجيات الرقمية الجديدة مع حصر آثارها السلبية في أدنى نطاق ممكن. وهو ما يبرز الحاجة إلى بذل جهود متآزرة من جميع أصحاب المصلحة من أجل التكيف على نحو استباقي مع تغيرات الطلب على المهارات في سوق العمل.

جيم- يلزم تكييف الأطر التنظيمية للاستجابة إلى التحديات الجديدة التي تطرحها التكنولوجيات الناشئة

٦٠- لا تقتصر التكنولوجيات الناشئة على إنشاء فرص إنمائية وإنما تثير تحديات أيضاً. وتتعلق هذه التحديات بحماية البيانات وتبادلها وإدارتها، وهي مسائل لا غنى لمقرري السياسات عن تناولها. وقد تثير التكنولوجيات الناشئة أيضاً تحديات على صعيد حقوق المواطنين وتوازن القوى عند النظر في توزيع ملكية البيانات بين أصحاب المصلحة. وقد تشمل هذه التحديات، في جملة أمور، فقدان الخصوصية وهياكل السلطة الجديدة (للشركات) التي تهدد حماية المستهلك، والاعتماد على تكنولوجيات رقمية معينة.

٦١- علاوة على ذلك، تمكّن التكنولوجيات الرقمية الجديدة من تفعيل الحوكمة القائمة على المشاركة بطرق لم تكن تخطر على بال. غير أن تحقق ذلك يقتضي وجود مجتمع مدني نشط وحكومات تعطي الأولوية لهذا النوع من التفاعل وقادرة على تسخير هذه التكنولوجيات الرقمية بصورة فعالة.

دال- يمكن أن تساعد مأسسة الاستشراف التكنولوجي مقرري السياسات

٦٢- قد يساعد الاستشراف في تحديد التطورات التكنولوجية وأثرها الاقتصادي والاجتماعي. غير أن السمة الأهم للاستشراف هي أن بوسعه، إذا أُجري بطريقة تنسجم مع السياسات العامة، أن يساعد في تشكيل المستقبل من منظور محبذ يسمح بجني أقصى حد من منافع التكنولوجيات فيما يخفف المخاطر التي قد تترتب عليها.

٦٣- ويعتمد الاستشراف على مستوى التحليل وتتفاوت تبعاته على المستوى المحلي والإقليمي والعالمي. ويتمثل التحدي الرئيسي في مأسسة عملية الاستشراف على نحو يجعلها تسهم في استراتيجيات التنمية الوطنية وتلبي المتطلبات المحلية. ومن شأن ذلك أن يساعد في ضمان إشراك أصحاب المصلحة المعنيين ليس في بناء السيناريوهات فحسب وإنما في صوغ المبادرات السياساتية ذات الصلة أيضاً. وهو ما يسلط الضوء على أهمية عملية الاستشراف بالنسبة للتكنولوجيات المحددة التي تُخضع للتحليل في سياق هذه العملية. وينطوي الاستشراف على إمكانات هائلة كأداة لتقرير السياسات على مختلف المستويات (الإقليمي والمحلي والقطاعي)، ما يبرز أهمية أنشطة بناء القدرات بوسائل تشمل استخدام أفرقة من المدربين لتيسير نشر المهارات ونقلها.

ثامناً- الاستنتاجات والاقتراحات

٦٤- قدم فريق الخبراء في الفترة الفاصلة بين دورتي اللجنة الاستنتاجات والاقتراحات التالية كي تنظر فيها اللجنة في دورتها التاسعة عشرة المقرر عقدها في جنيف في الفترة من ٩ إلى ١٣ أيار/مايو ٢٠١٦.

ألف- الاستنتاجات الرئيسية

٦٥- إن المنافع التي قد تتحقق للبلدان من جراء التكنولوجيات الرقمية الناشئة التي تطرق إليها هذا التقرير مشروطة بامتلاكها الهياكل الأساسية التكميلية اللازمة (ومنها الموارد البشرية والهياكل الأساسية للطاقة والأطر القانونية) والهياكل الأساسية الرقمية الجيدة (وبخاصة الشبكة العريضة النطاق):

(أ) يمكن لمأسسة الاستشراف التكنولوجي في إطار عمليات تخطيط السياسات والتنمية الوطنية أن تساعد البلدان في تحقيق أفضل استفادة ممكنة من الفرص التي تتيحها التطورات الرقمية والتصدي في الآن ذاته لما تثيره من تحديات؛

(ب) تنطوي تكنولوجيات تحليل البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء على إمكانات هائلة للمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولكنها تطرح أيضاً شواغل تتعلق بخصوصية البيانات وأمنها وسريتها؛

(ج) يستند العديد من تكنولوجيات البيانات الضخمة وخوارزميات الذكاء الاصطناعي إلى تكنولوجيا الرخص المفتوحة. وهو ما يتيح فرصاً للابتكار الشامل المواتي للفقراء ولتكييف هذه التكنولوجيات محلياً بما يستجيب للشواغل الإنمائية الملحّة؛

(د) تتنوع تطبيقات الطباعة الثلاثية الأبعاد في مجالات ذات صلة بالتنمية المستدامة، بما في ذلك تنمية المشاريع والاستدامة البيئية والبناء والتعليم. غير أنها قد تتمخض عن آثار سلبية على سوق العمل وتنشئ شواغل على صعيد الأمن والملكية الفكرية؛

(هـ) لا تُستخدم الطباعة الثلاثية الأبعاد في عمليات التصنيع على نطاق واسع بعد، غير أنها تنطوي على فرص تكنولوجية قد تعيد تشكيل عمليات الإنتاج. وتشمل هذه الفرص التكييف الواسع النطاق، وخفض تكاليف التصنيع المتغيرة والثابتة، وتبسيط سلسلة الإنتاج. ويتعين إجراء المزيد من البحث لتحديد نطاق الفرص والتحديات الممكنة على وجه الدقة، لا سيما في البلدان النامية وأقل البلدان نمواً؛

(و) تنطوي الأتمتة الرقمية على إمكانية تحسين الإنتاجية وحجم العمليات في مكان العمل. وقد يفيد ذلك العمال بنقل المزيد من الأنشطة الروتينية المتوقعة النتائج إلى الآلات، واستحداث فرص عمل تتطلب مهارات جديدة. غير أن الأتمتة قد تحدّ أيضاً من عدد

الوظائف المتاحة وتؤدي إلى تغيير تكوين الأيدي العاملة والمهام الوظيفية في مختلف القطاعات. وللحد من الآثار السلبية للأتمتة في مجال العمل، ينبغي تحقيق التواؤم بين مهارات القوة العاملة والمتطلبات الجديدة المحتملة لأرباب العمل؛

(ز) تتيح الدورات الإلكترونية المفتوحة الحاشدة فرصة للبلدان، وبخاصة المناطق الفقيرة الموارد، لتقديم تعليم جماعي زهيد التكلفة. غير أن هذه الدورات قد توسع الفجوة التعليمية والتكنولوجية القائمة إذا لم تستهدف تحديداً من هم بأمس الحاجة إليها.

باء- الاقتراحات

٦٦- تُشجع الدول الأطراف على النظر في مسارات العمل التالية:

(أ) المشاركة في تمارين الاستشراف لفهم دور التطورات الرقمية في سياقاتها الوطنية الخاصة، ولا سيما ما تنطوي عليه من إمكانات للإسهام في تحقيق أهداف التنمية الوطنية والعالمية؛

(ب) اعتماد سياسات وطنية ملائمة لدعم تطوير التكنولوجيات الرقمية الناشئة وتكييفها ونشرها، من أجل الاستفادة مما تتيحه من فرص اللحاق بالركب التكنولوجي؛

(ج) وضع سياسات تنظيمية بشأن البيانات توازن بين الحقوق الفردية والجماعية وتحفظ خصوصية البيانات وأمنها، فيما تكفل استمرارية الابتكار؛

(د) إذكاء الوعي بشأن التهديدات المحتملة لحقوق المواطنين التي قد تثيرها التكنولوجيات الرقمية، واعتماد السياسات والاستراتيجيات الكفيلة بالتصدي لها؛

(هـ) النظر في تسخير التطورات الرقمية لتحقيق التنمية المستدامة من خلال جهود تقودها الحكومة (من قبيل المشاريع الرائدة التي تمولها الدولة) وتهدف إلى إحاطة المجتمع بما تنطوي عليه تكنولوجيات رقمية محددة من إمكانات على هذا الصعيد؛

(و) الاستمرار في تهيئة بيئة مواتية للتنمية الرقمية بوسائل تشمل تعزيز البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وما يكملها من هياكل أساسية (كرأس المال البشري والهياكل الأساسية للطاقة والأطر القانونية).

٦٧- وتُشجع اللجنة على اتخاذ الخطوات التالية:

(أ) الاضطلاع بدور منبر لتبادل الدروس المنبثقة عن تمارين الاستشراف، بما في ذلك الإخفاقات وفرص النمو والتنمية؛

(ب) رصد التطورات الرقمية المتغيرة وانعكاساتها على التنمية المستدامة، خصوصاً بالنسبة لأقل البلدان نمواً.