المنهجية المتكافئة اللازمة لإطلاق العنان لابتكار الأجهزة

القمة العالمية للحكومات 2022

بالتعاون مع

TII Technology Innovation Institute

إلهام الجيل القادم من الحكومات وتمكينه

القمة العالمية للحكومات هي منصة عالمية تهدف إلى استشراف مستقبل الحكومات حول العالم، حيث تحدد لدى انعقادها سنوياً برنامج عمل حكومات المستقبل مع التركيز على تسخير التكنولوجيا والابتكار لمواجهة التحديات التي تواجه البشرية.

تبحث القمة العالمية للحكومات في نقاط الالتقاء ما بين العمل الحكومي واستشراف المستقبل والتكنولوجيا والابتكار، وهي منصة لتبادل المعرفة بين قادة الفكر ومركز للتواصل بين صنّاع السياسات والخبراء والروّاد في سبيل تحقيق التنمية البشرية وإحداث تأثيرات إيجابية على حياة المواطنين في جميع أنحاء العالم.

وتعتبر القمة العالمية للحكومات بوابة نحو المستقبل، إذ توفر مساحة لتحليل التوجّهات والمخاوف والفرص المستقبليّة، وميداناً لعرض آخر الابتكارات وأفضل الممارسات والحلول الذكيّة التي تحث على الإلهام وتحفّز الإبداع من أجل مواجهة التحدّيات المستقبليّة.

جدول المحتويات

الموضوعات

المنهجية المتكافئة اللازمة لإطلاق العنان لابتكار الأجهزة 06

بناء أسس التكافؤ التكنولوجي 12

الموجة القادمة من الابتكار 30

النماذج الأولية المفتوحة 32

الأوامر المفتوحة 33

التصاميم الأساسية المفتوحة 34

الأنظمة على رقاقة 35

لامركزية المنظومات التكنولوجية المتكاملة 36

سد الفجوة المهارية 38

تحفيز تنوع الكفاءات 42

إيجاد توازن جديد 44

توصيات لإطلاق العنان لابتكار الأجهزة 46

القسم الأول

المنهجية المتكافئة اللازمة لإطلاق العنان لابتكار الأجهزة

يقود تصميم رقاقات السيلكيون والأنظمة المبتكرة الموجة القادمة من التنمية الاقتصادية، إلا أن هذا الابتكار يخضع في الوقت الحالي لسيطرة الولايات المتحدة وبعض الدول الآسيوية مثل كوريا الجنوبية واليابان وتايوان.

بين عامي 1995 و2015، أضاف تصميم وإنتاج أشباه الموصّلات **4-5 تريليون دولار أمريكي** إلى الناتج الإجمالي المحلي العالمي بصورة مباشرة و**15 تريليون دولار أمريكي** بصورة غير مباشرة، في حين تتجاوز الإيرادات الإجمالية لصناعة الرقائق في الوقت الحاضر **600 مليار دولار سنوياً** وتنمو بنسبة 29 بالمائة على أساس سنوي[1].

لكن ثمار هذه النهضة لا تتوزع بالتساوي في عالم اليوم، بل تخضع لسيطرة قلّة من الشركات الغربية والآسيوية، وبالتالي من الممكن أن تساعد منهجية متكافئة في تطوير الأجهزة على مشاركة هذه الأرباح بين العديد من الدول، ويمكنها أن تسرّع عملية الابتكار اللازمة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية.

إن العديد من الدول حول العالم، لا سيما الاقتصادات الناشئة التي تضخ استثمارات هائلة في الابتكار، تواجه تحديات كبيرة للاستفادة من هذه الفرصة.

تكتشف الدول الأوروبية ذات الاقتصادات المتقدمة اعتمادها المتزايد على سلسلة إمداد السيليكون في آسيا، ولطالما نجحت أوروبا في وضع حجر الأساس للرقائق الجديدة تحت مسمى حقوق الملكية الفكرية للسيليكون، إلا أن أوروبا تواجه خطر الخروج من المعادلة بسبب توقفها عن إنتاج السيليكون على نطاق واسع. تؤدي عوائق سلسلة الإمداد والتوترات الجيوسياسية إلى حالة من عدم اليقين، إلى جانب الخطر الكبير الذي يتهدد سلاسل التوريد جرّاء هشاشة المناطق الرئيسية المنتجة للرقائق أمام المنافسة الاستراتيجية بين الصين والولايات المتحدة.

[1] تقرير "آي اتش أس" بعنوان "تأثير قانون مور"، مايو 2015.

تنشأ احتكارات جديدة على خلفية رغبة الشركات في المشاركة في الموجة القادمة من الابتكار وقيادتها. فعلى سبيل المثال، تتركز رقائق الحواسيب ومراكز البيانات في الولايات المتحدة (أنتل وأي أم دي) وتسيطر على الهواتف كلٌ من آبل (الولايات المتحدة) وكوالكوم (الولايات المتحدة) وسامسونغ (كوريا الجنوبية) وميدياتيك (تايوان). في حين يخضع الذكاء الاصطناعي وتصميم الجرافيك لسيطرة شركة إنفيديا (الولايات المتحدة)، وتقود شركتا سيسكو (الولايات المتحدة) وهواوي (الصين) قطاع الشبكات الحاسوبية[2].

بدأت بعض الدول النامية في اللحاق بالركب، حيث حققت الهند وماليزيا وسنغافورة تقدماً ملحوظاً بفضل تطورها في مجالات العلوم والتكنولوجيا والبرامج الحسابية، إلى جانب علاقتها الوثيقة مع الولايات المتحدة وقربها من سوق العمالة الرخيصة في آسيا. ضخّت كوالكوم وأنتل استثمارات كبيرة لتأسيس مراكز لتصميم السيليكون، والتي ساعدت على إطلاق اقتصاداتها الرقمية، في حين تساهم مراكز التصميم المذكورة في تحفيز نمو الشركات الناشئة الصغيرة التي تبتكر تصاميم جديدة للرقائق[3].

تواجه الدول النامية مثل المملكة العربية السعودية ومصر وتركيا تحديات هائلة في بناء الكفاءات الوطنية اللازمة للمشاركة في الموجة الثانية من ابتكار الأجهزة، وتتأخر أفريقيا عن الجميع من حيث الاستثمار والتدريب والبنية التحتية الحكومية، مما يحرمها من نيل فرصة حقيقية للمشاركة على الرغم من توفيرها للكثير من المعادن التي تدخل في قطاعات الاقتصاد الجديد.

يمثل هذا الأمر مشكلة مستعصية من حيث تردد المراكز الرائدة في تصميم الأنظمة في الاستثمار جرّاء نقص المهارات ومحدودية السوق. فضلاً عن ذلك، لا يميل الطلاب إلى تعلم المهارات المطلوبة بسبب قلة فرص التوظيف في هذا المجال في مناطقهم الجغرافية.

[2] آي فاراس، أ، فارادارجيان، ر. جودريتش، جيه، يونغ، إف، 2020. الحوافز الحكومية والقدرة التنافسية الأمريكية في صناعة أشباه الموصلات.
https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2020/09/Government-Incentives-and-US-Competitiveness-in-Semiconductor-Manufacturing-Sep-2020.pdf

[3] تيكي، 2022

تؤدي السيطرة الحالية على السيليكون وتصميم الأنظمة إلى تفاقم هجرة الأدمغة والنوابغ من الدول النامية إلى الأسواق الغربية مثل الولايات المتحدة، مما يؤدي إلى تآكل فرصة الدول النامية في المشاركة في الاقتصاد الجديد.

يجب اتباع منهجية جديدة لتحقيق التكافؤ في تصميم وتطوير البرمجيات لحل هذه المعضلة التي تعيق إمكانية الوصول إلى الفرص المتعلقة بالمدن الذكية والمركبات ذاتية القيادة وثورة الذكاء المتصل، ولا تمثل هذه الخطوة أهمية عملية للدول النامية فحسب، بل من خلال دورها في تقليل العبء الملقى على عاتق الدول المتقدمة المتمثل في دعم جهود التطوير في الدول النامية.

ليس من الضروري أن تساهم هذه المنهجيات المتكافئة لصناعة السيليكون وتصميم الأنظمة في دعم التقنيات الحديثة منذ اليوم الأول، ولكنها ضرورية جداً لمساعدة الدول النامية على إتقان الأساسيات اللازمة التي تكفل لها القدرة على التحكم بمصيرها.

"أظهر نظام لينوكس الاحتمالات التي يوفرها النظام المفتوح، وبالتالي يترتب علينا إزالة الحجاب الذي يغطي صناعة السيليكون والبرمجيات حتى تستطيع المزيد من الدول التحكم بمصيرها وتقنياتها وسلاسل إمدادها" [4]

د. شريكانت (تيكي) ثاكار

كبير الباحثين في مركز أبحاث الأنظمة الآمنة، معهد الابتكار التكنولوجي

[4] تيكي، 2022

القسم الثاني

بناء أسس التكافؤ التكنولوجي

توجد أسس جوهرية لتعزيز منهجية متكافئة لابتكار الأجهزة، حيث تؤدي لامركزية المنصات التكنولوجية إلى زيادة تنوع الخيارات المطروحة. ومن الضروري توفر الشفافية لضمان المساواة ضمن أنظمة الذكاء الاصطناعي، ويمكن للتنوع والاحتواء أن يساعد القادة الموجودين على الخلاص من القيود التي يفرضها قصر النظر التكنولوجي. وتبرز أهمية الوصول المتكافئ لإطلاق العنان للفرص في المناطق النامية، في حين تساهم المبادئ والأوامر المتاحة للعموم على الاستفادة من منافع البرمجيات والبيانات والأجهزة مفتوحة المصدر.

إن الجهود الرامية إلى تأسيس ذكاء مستقل وسائد يعيد تشكيل جميع النواحي المجتمعية في الوقت الحاضر، في حين تُبنى منافع هذه التقنيات على أساس منحاز نحو الدول التي سبق أن حققت نجاحات ملحوظة في هذا المجال.

توجد منهجية أكثر تكافؤاً في التطور التكنولوجي في العديد من المجالات مثل البرمجيات مفتوحة المصدر بهدف تحقيق فوائد عظيمة، إلا أن البرمجيات والمهارات والبيانات والسياسات الاقتصادية ما تزال بحاجة إلى الكثير من العمل لتوسيع نطاق التحول الرقمي بما يتجاوز البرمجيات بهدف تطبيقها على العالم الواقعي وتقديم الدعم له.

كشف استطلاع أجري عام 2018 أن "الشركات الموجودة في الاتحاد الأوروبي استثمرت مليار يورو في البرمجيات مفتوحة المصدر عام 2018، في حين أشار تحليل السلاسل الزمنية الاقتصادية القياسية لبيانات الناتج المحلي الإجمالي لإحدى الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي أن التأثير الاقتصادي للبرمجيات مفتوحة المصدر قد بلغ 65 إلى 95 مليار يورو على جميع الدول الأعضاء عام 2018. (المرجع). تأمل الحكومات في توسيع نطاق هذا النوع من المكاسب على الأجهزة، حيث استثمرت مبادرة التعهد الأوروبي المشترك للحوسبة عالية الأداء (مبادرة التعهد الأوروبي) مليارات إضافية في تطوير الأجهزة مفتوحة المصدر للحوسبة عالية الأداء. وفي حال نجاح هذه المبادرة، فإنها ستتيح للاتحاد الأوروبي بناء قدراته في الحواسيب الفائقة لضمان الاستقلالية التكنولوجية الأوروبية. وعلى صعيد أكثر أهمية، من الممكن لهذه المشاريع في حال نجاحها المساعدة في تمويل الجهود اللازمة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة.

تتسارع وتيرة دخولنا إلى عصر الذكاء السائد الذي يتيح للتكنولوجيا تحقيق بعض الوعود التي أطلقها الخيال العلمي، في حين ستحسن القاعدة التكنولوجية الصلبة من إمكانية الوصول إلى الأغذية والرعاية الصحية والفرص الاقتصادية، لكن العديد من الدول تواجه خطر خسارة جميع هذه الفرص.

تمثل إمكانية الوصول إلى التكنولوجيا مشكلة عويصة بالتزامن مع توجّه العالم نحو هذا النوع من الذكاء، في زمن تصبح فيه الحوسبة السائدة والشاملة جزءاً لا يتجزأ من البنية التحتية، وقدرتها على مساعدتنا في حياتنا اليومية وتحسين خدمات الرعاية الصحية والتعامل مع المشاكل المتعلقة بالتغير المناخي.

بليند ك. بوم، جرزجورزيوسكا، بي. كاتز، أ. موتو، س. باتش، س وشوبيرت، تي. 2021. تأثير البرمجيات والأجهزة مفتوحة المصدر على الاستقلالية التكنولوجية، والقدرة التنافسية والابتكار في اقتصاد الاتحاد الأوروبي.

لامركزية المنظومات التكنولوجية المتكاملة

شهد القطاع التكنولوجي تحولاً هائلاً في الفترة الأخيرة من منصات تقنية قليلة مسيطرة إلى مجموعة لامركزية من المكونات. وفي مطلع القرن، سيطرت الشركات الأمريكية مثل أنتل وديل ومايكروسوفت بقبضة من حديد على قطاع الحواسيب، وكانت آبل في ذلك الوقت شركة صغيرة تحاول الاعتماد على نفسها في مجال الأجهزة والبرمجيات وأنظمة التشغيل، فاستطاعت أن تصبح أبرز الشركات العالمية على الإطلاق من خلال التركيز على تجربة المستخدم، وطرح أجهزة متطورة وسهلة الاستخدام، وتطوير شبكات الإمداد الخاصة بها[6].

[6] تيكي، 2022.

يمكن أن تساعد لامركزية منصات الأجهزة الجديدة على إتاحة الفرصة أمام معجزات مشابهة في مجال الأعمال في الدول النامية في خضم موجة جديدة من الأجهزة مفتوحة المصدر. دفع السوق هذا القطاع بأكمله نحو لامركزية متزايدة في الرقائق المتخصصة، وأجهزة الذكاء الاصطناعي، والأنظمة الذاتية، وأجهزة النفاذ والتوجيه الشبكي، والإلكترونيات الصحية والقابلة للارتداء بجميع الأشكال والأحجام. تضفي هذه الموجة الجديدة من لامركزية الأجهزة مزيداً من السهولة بالنسبة للمبتكرين من جميع مستويات الخبرة لتطوير أفكار وأعمال جديدة على رأس التطبيقات المتخصصة العديدة، في حين فتح هذا التوفر فرصاً هائلة أمام الناس لتجميع أنظمة متخصصة ذات استخدام معين.

تتمحور اللامركزية حول تقسيم الأسواق الكبيرة إلى طبقات متعددة تزيد من حجم الفرص وأنواعها، حيث تجاوز قطاع الحوسبة مجال الحواسيب الشخصية ليشمل الذكاء الاصطناعي، والطائرات بدون طيار، ورؤية الآلة، والحواسيب الحدّية والحوسبة السائدة. إن زيادة التركيز على تحسين أداء الطاقة وسبل استخدامها يمنح الأمل لفكرة أن أية شركة لا تستطيع القيام بالعمل لوحدها، حتى لو أرادت ذلك. وفي الوقت الحاضر، استطاعت قلة من الاقتصادات النامية المشاركة في هذه الفرص الجديدة.

تتمتع بعض الدول مثل إسرائيل والهند باقتصادات كبيرة، والأسلوب الصحيح، والمهارات الهندسية، وإمكانية الوصول إلى الفرص الأمريكية، مما أتاح لها تنمية قاعدة قوية من المهارات والفرص البرمجية، وتنتقل في الوقت الحالي إلى الأجهزة.

تجد بعض الدول الأخرى سبلاً مختلفة لشقّ طريقها. فعلى سبيل المثال، منحت الإمارات العربية المتحدة الأولوية للاستثمارات في المبادرات الجديدة مثل معهد الابتكار التكنولوجي، والتحديات الكبيرة، والجهود التعليمية لتدريب الناس، وتحقيق نجاح مبكر ثم البناء على هذه النتائج. وبصورة مشابهة، عقدت مصر شراكات مع شركات تصميم الرقائق مثل "مينور غرافيكس" لبدء ابتكار تصميم الرقائق محلياً. وفي الآونة الأخيرة، تعاونت المملكة العربية السعودية مع "يوكوغاوا إلكتريك" لإنتاج الرقائق باستخدام تكنولوجيا "Minimal Fab" التي تتيح تصنيع أشباه الموصلات والنظم الكهربائية الميكانيكية المصغرة المتنوعة بكميات صغيرة دون الحاجة إلى الغرف النظيفة.

إن الخطر في الامتناع عن التصرف في هذا الصدد يكمن في تسريع هجرة الأدمغة والكفاءات وزيادة الاعتماد على الدول المتفوقة تكنولوجياً.[7]

[7] دوكوير، فريدريك. "هجرة الأدمغة من الدول النامية". مبادرة آي زد أي لأبحاث العمالة، 1 مايو 2014.
https://wol.iza.org/articles/brain-drain-from-developing-countries

الشفافية

من المخاطر الأخرى احتمال أن تحجب منصات التكنولوجيا الجديدة رؤيتنا عن التنازلات المترتبة على استخدام اللوغاريتمات والأجهزة والأنظمة الجديدة لحل تحديات الاستدامة، حيث تتيح الشفافية الفرصة أمام غير المختصين والمستخدمين النهائيين لفهم المنطق وراء سلوكيات الأنظمة، مما يسهّل تحديد المشاكل وسؤال الجهات المعنية لإجراء التغييرات والتعديلات اللازمة عليها عند الاقتضاء.

إن الشفافية الكاملة للوغاريتمات تحت مظلة الأنظمة التكنولوجية، إلى جانب إمكانية تفسيرها (قدرة الإنسان على فهمها) ومبادئ الانصاف تمثل متطلبات مهمة لمزيد من التكافؤ التكنولوجي، وتصبح الشفافية عاملاً جوهرياً عندما يكون أحد سلوكيات النظام التقني (1) محدداً من خلال لوغاريتم ومنفذاً على شكل جهاز أو برمجية و(2) ومؤثراً على حياة الناس وسعادتهم، وتتضمن الأمثلة على ذلك التصنيف حسب الأولوية (الدخول إلى مرافق الرعاية الصحية) وقرارات الإقراض والقيادة المساعدة في المركبات.

ساهم الدور المتزايد الذي يلعبه تعلم الآلة في جميع مجالات التطبيق في نشوء الأنظمة التكنولوجية على شكل "صندوق أسود"، بحيث لا تُحدد سلوكياتها بناء على لوغاريتم، ولكن من خلال قيمة تقريبية لوظيفة يحوسبها أحد أنظمة تعلم الآلة، فتكون مقاييسها الداخلية قائمة على الأمثلة. قد يعيق سلوك نظام الصندوق الأسود شفافية النظام التكنولوجي وإمكانية تفسيره ومبادئ الانصاف التي يتحلى بها.

يتضمن تعلم الآلة الأكثر تكافؤاً تطوير نماذج مساعدة يمكنها حوسبة المبررات المترابطة لسلوك الأنظمة عندما يؤثر هذا السلوك على الإنسان بطريقة أو بأخرى. ويترتب على هذه النماذج المساعدة ثمن معين، لكنها تلبي متطلباً جوهرياً للوصول إلى التكافؤ التكنولوجي الذي يتيح للناس الإشارة إلى غياب الإنصاف في سلوكيات وسلطات النظام التكنولوجي بهدف مراقبة السلوك التكنولوجي والتدخل لتعديله عند الحاجة لذلك.

> [8] "لا يمكن تعريف بعض الأفكار مثل إمكانية التفسير أو الإنصاف بناء على معنى واحد يصلح لكل زمان ومكان، وبالتالي لا يمكن دمجها تلقائياً في الأنظمة. وبدلاً من ذلك، يجب تمكين الباحثين من تصميم ووضع الشروط اللازمة لشفافية النموذج واللوغاريتم بطريقة تلبي الاحتياجات الثقافية المحددة"
>
> **د. إرنستو دامياني**
>
> مدير أول في معهد الروبوتات والمنظومات الذكية في جامعة خليفة

[8] دامياني، 2022.

التنوع والاحتواء

يمكن للنجاح في مجال معين أن يخفي عنا مخاطر منهجية معينة، حيث ينطوي على النجاح المالي السريع لبعض الشركات الرقمية مخاطر تأجيج قصر النظر التكنولوجي. يمكن للتنوع والاحتواء أن يساعدنا على الاستفادة من مجموعة أكبر من وجهات النظر والمعرفة الجمعية للتعامل مع عدة أوجه للمشاكل المعقدة من التنمية العادلة التي تتوازن مع الأهداف المالية.

فعلى سبيل المثال، يتخلل العديد من اللوغاريتمات وصنابير المياه العاملة بدون لمس والأفلام على مر السنين أنواعٌ عديدةٌ من التحيز اللوغاريتمي[9,10]. وعلى الرغم من بذل القطاع التكنولوجي جهوداً منسقة لإزالة العنصرية والتحيز الجنسي من التكنولوجيا، إلا أن ثمة مشكلة عميقة ترتبط بالعوامل الاقتصادية. وفي حال عجزنا عن إصلاح الجوانب المالية للنماذج المحفزة، سيكون من الصعب وضع اللوائح والسياسات الكفيلة بتحسين التكنولوجيا.

[9] بنجامين روها. "العرق بعد التكنولوجيا" روها بنجامين، 2019. https://www.ruhabenjamin.com/ race- after-technology

[10] بارتون ونيكول تيرنر لي وبول ريسنيك وجيني. "كشف التحيز اللوغاريتمي والتخفيف من حدته: أفضل الممارسات والسياسات للحد من الأضرار الاستهلاكية." بروكينغز (مدونة)، 22 مايو، 2019. https://www.brookings.edu/research/algorithmic-bias-detection-and-mitigation-best-practices-and-policies-to-reduce-consumer-harms

يجب على التنوع أن يوفر فرصاً إضافية في العديد من الثقافات المختلفة حول العالم، فعلى سبيل المثال، يجلب المسلمون والبوذيون والهندوس وجهات نظر مختلفة وقيمة للعالم بإمكانها أن تضيف إلى الحوار العالمي. فضلاً عن ذلك، تقدم كل دولة أفريقية وجهات نظرة ومصادر ثقافية متنوعة، ومن الضروري الانتباه إلى كيفية استخدام هياكل السلطة الموجودة والمدعومة بالتكنولوجيا بطريقة تتعارض مع رفاهية الهياكل الأخرى ضمن كل دولة.

على سبيل المثال، قد يقدم العلماء المسلمون والمسيحيون والبوذيون وجهات نظر مختلفة حول معنى الخصوصية من حيث ارتباطها بالتطبيق التكنولوجي الذي يعمل بصورة أفضل من الأساليب الموجودة في نهاية المطاف، ويمكن لوجهات النظر المختلفة تحقيق أهداف تنمية مستدامة من خلال أسلوب مختلف، أو الموازنة فيما بين هذه الأهداف بطرق عديدة تفضي إلى نتائج أفضل عند تطبيقها عملياً.

الوصول المتكافئ

إن اتباع منهجية متكافئة في تطوير التكنولوجيا يمكن أن تتيح للدول من جميع الأشكال والأحجام المشاركة في التطورات التكنولوجية وجني ثمار هذه المشاركة، ويمكن أن يساعد الوصول المتكافئ في مواءمة الحوافز الشخصية مع الابتكار لا سيما في الدول النامية.

يكمن عامل رئيسي في تقليل العوائق أمام تطوير المراكز المحلية لتصميم الأجهزة والسيليكون، فعلى سبيل المثال، لا تمتلك المملكة المتحدة تصنيعاً محلياً للسيليكون، ولكنها بدأت في المقابل بامتلاك منازل للتصميم بفضل عملها على تطوير أجهزة الحاسوب في مراحل مبكرة.

نمت تايوان إلى لتكون محطة قوية لصناعة السيليكون بفضل استعدادها لكي تكون الدولة المنشودة لبناء أجهزة الحاسوب وتحويلها إلى سلعة بكميات كبيرة، ووسّعت مع مرور الوقت من اكتشافاتها حول تحسين الكفاءة لتصنيع حواسيب منخفضة التكلفة إلى أنظمة ورقائق متطورة ومعقدة. وبهدف تعزيز ريادتها، استفادت من معرفتها الهندسية وعلاقاتها التجارية مع الولايات المتحدة وقربها الجغرافي من الصين وارتباطها اللغوي بها.

عهدت الشركات الأمريكية تصنيع السيليكون إلى تايوان منذ كانت تُرى على أنها قيمة مضافة منخفضة، وتحاول الشركات الأمريكية في الوقت الحالي إعادة بعض هذه المعرفة التصنيعية لضمان وصول متكافئ على خلفية التوترات الجيوسياسية العواقب الجديدة التي تواجه سلاسل الإمداد.

ترسم بعض الدول الأخرى مسارها بنفسها، فعلى سبيل المثال، تعد سنغافورة إحدى الدول الرائدة في برامج التدريب على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتحتل نتيجة لذلك الصدارة في الرياضيات والعلوم. جذب هذا الأمر استثمارات غربية هائلة في مراكز تصميم السيليكون، في حين بدأت الاقتصادات الآسيوية الأخرى، لا سيما التي تتحدث الإنجليزية بطلاقة وتمتلك برامج تدريبية على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في الاستفادة من الأسلوب الصحيح وإمكانية الوصول إلى تصنيع السيليكون القريب منها جغرافياً.

وعند الخروج من آسيا، فإن نقص تصنيع أشباه الموصلات في المناطق المجاورة وغياب المنظومة المتكاملة يُبعد الطلاب المحليين عن تعلم هذه التقنيات[11]، مما يخلق معضلة صعبة يصعب حلها. لا يتطلب بناء مركز صغير لتصميم الأنظمة الكثير من الاستثمار، ولكن الشركات تأبى بذل هذه الجهود المتواضعة عندما لا تستطيع لمس مسار واضح نحو النجاح في أية منطقة.

وبهدف دفع عجلة الابتكار المحلي، ضخت الإمارات العربية المتحدة استثمارات ضخمة في شركة "غلوبال فاوندريز" وهي شركة مختصة في تصنيع الرقائق[12] بهدف سد هذه الفجوة. في حين كانت جامعة خليفة من أوائل الكليات الإقليمية التي طرحت برنامجاً تدريبياً على تصنيع أشباه الموصلات في المنطقة، إلى جانب دورة تدريبية على تصميم دارة التكامل الفائق (VLSI) للجيل القادم من الطلاب. تتضمن الدول الأخرى التي اتبعت مساراً مشابهاً للابتكار كلاً من سنغافورة وتايوان.

[11] محمد، 2022.

[12] شركة غلوبال فاوندريز إنك. لصناعة أشباه الموصلات وأحد المساهمين الرئيسين مبادلة للاستثمار، وصندوق أبوظبي السيادي، يجمعون ما يقارب 2.6 مليار دولار في الاكتتاب العام، ليحتل المرتبة الثالثة من حيث الحجم في بورصة أمريكية عام 2021. https://www.arabnews.com/node/1957586/business-economy.

"يحاول هذا المنهاج الجامعي خدمة السوق المحلي بدلاً من تصدير كفاءاتنا إلى الخارج. ولكن في حال غابت الرؤية أو المسار الواضح للمشاركة في مجال معين، يفقد الطلاب الحافز لتعلم هذه المواد. يجب علينا إيجاد حلقة من ردود الفعل الإيجابية بين التدريب والفرص وقصص نجاح الشركات في سبيل إنجاح هذه الجهود، وهذا ما يمثل تحدياً كبيراً في دولة الإمارات، على الرغم من وجود فوائد عظيمة فيها. تبرز هذه التحديات أيضاً في اقتصادات الابتكار الأوروبية الناشئة مثل قبرص وإستونيا واليونان وإيطاليا وليتوانيا".

د. بكر محمد

بروفسور في جامعة خليفة

المصدر المفتوح

زاد التسارع الهائل في الاقتصاد الرقمي على خلفية نظام التشغيل الأوروبي لينوكس مفتوح المصدر والبنية التحتية التي يتيحها[13]، مما سمح للأعمال نقل تفكيرها من تحقيق الدخل من جميع جوانب سلسلة إمداد التكنولوجيا الاحتكارية إلى خلق مشاعات مشتركة أكبر حجماً وأكثر فائدة يمكن للجميع البناء عليها[14]. تمثل البرمجيات مفتوحة المصدر مثالاً تقليدياً على قدرة طرق التفكير المتكافئة على تسريع الابتكار، حيث أدى هذا المعيار والقاعدة المفتوحة إلى نشوء منظومة غنية متكاملة من البرمجيات والأدوات لتحسين الأمن والذكاء الاصطناعي والأبحاث الأكاديمية وتصميم أقوى الحواسيب (يستخدم نظام لينوكس معظم مراكز البيانات ومنظومات الحوسبة السحابية التجارية)[15].

من الضروري أيضاً التفكير في دور المعايير المفتوحة في تسريع المنظومة المتكاملة بصورة أكبر، حيث من المتوقع أن تبرز أهمية المعايير الدولية الخاصة بالأجهزة والبرمجيات لضمان التوافقية بين جميع القطاعات، وإلا اضطر المستهلكون إلى الانجذاب مجدداً نحو التكنولوجيا التي تسيطر عليها شركة واحدة، مما يحد من وحدتها ومرونتها وقدرتها على التكيف. فعلى سبيل المثال، عندما اخترعت أنتل منفذ الناقل التسلسلي العام (USB)، أنتجت بذلك منظومة تكنولوجية متكاملة يمكن اعتمادها وتشغيلها في كل مكان. ونتيجة لذلك، سيطر منفذ USB على معظم المعدات الاستهلاكية الحديثة من الأضواء اللاسلكية إلى الهواتف النقالة. وفي المقابل، يبتعد العالم عن الأساليب الاحتكارية تدريجياً.

[13] https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/how-open-source-software-is-turbocharging-digital-transformation.html

[14] https://www.wired.com/2016/08/linux-took-web-now-taking-world/

[15] https://www.redhat.com/en/resources/state-of-linux-in-public-cloud-for-enterprises

البيانات المفتوحة

لعبت الحكومة الأمريكية دوراً محورياً في دفع عجلة التطبيقات والأعمال والخدمات الجديدة المعنية بالموقع عندما فتحت خدمات نظام تحديد المواقع (GPS) على شكل بيانات مفتوحة. وساعد هذا الأمر في إلهام الدعوات المتكررة لإتاحة البيانات الأخرى أمام جميع الناس لاستخدامها وإعادة نشرها دون قيود، إلا أن هناك العديد من القضايا العملية والفنية والخاصة بالملكية ترتبط بإتاحة البيانات دون إطار عملي.

أشارت مجموعة ماكينزي عام 2013 إلى أن الحكومات والشركات بحاجة إلى منهجية أكثر دقة وتوازناً لإتاحة البيانات ضمن منظومة حماية مناسبة[16]. وقدّرت المجموعة وقتها أن الإطار المناسب للبيانات المفتوحة قد ينتج أكثر من 3 تريليون دولار في النشاط الاقتصادي على شكل إيرادات جديدة ومدخرات وفوائض اقتصادية في سبعة قطاعات. ساعدت هذه الأفكار على توجيه نشوء الخدمات المصرفية المفتوحة في أوروبا وتوافقية الرعاية الصحية في أوروبا والولايات المتحدة. في حين ساعدت الجهود المشابهة مثل البيانات المفتوحة لشبكات التنمية ومتتبع أهداف التنمية المستدامة على إيصال أدوات البيانات المفتوحة إلى الدول النامية.

يجب على برامج البيانات المفتوحة تعزيز ملكية وسيادة البيانات لمنح المواطنين الفرصة في التعبير عن آرائهم في استخدام بياناتهم وإعادة استخدامها. ويجب وضع أطر الخصوصية المتعددة وقوانين مشاركة البيانات للتعامل مع أهداف التنمية المستدامة المختلفة. فعلى سبيل المثال، يجب على جهات الرعاية الصحية حماية سرية المرضى. إلا أن زيادة المشاركة يمكن أن تحسن العلاج بين مزودي الخدمة، وتساعد على سرعة تحديد السبب الرئيسي للمرض، وفهم اختلافات نتائج العلاج بين مزودي الخدمة، ولكن هذا الأمر يتطلب أيضاً التعامل مع إعادة الاستخدام التنافسية للبيانات التجارية بهدف ضمان الإنصاف. وضعت مفوضية الاتحاد الأوروبي قواعد للجهات المخولة باستخدام البيانات الناشئة في الاتحاد الأوروبي ضمن جميع القطاعات الاقتصادية والوصول إليها[17]، في حين توضح المذكرة التوجيهية بشأن خصوصية البيانات والأخلاقيات والحماية الصادرة عن الأمم المتحدة بعض هذه الطرق المحددة[18].

[16] جيمس مانيكا ومايكل تشوي وديانا فاريل وستيف فان كويكن وبيتر غروفز وإليزابيث ألماسي دوشي. تقرير "البيانات المفتوحة: إطلاق العنان للابتكار والأداء باستخدام المعلومات الصرفة" بتاريخ 1 أكتوبر 2013 من معهد ماكينزي العالمي. https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/open-data-unlocking-innovation-and-performance-with-liquid-information

[17] البيان الصحفي لمفوضية الاتحاد الأوروبي، 2022. 22_1113 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip

[18] وثيقة خصوصية البيانات والأخلاقيات والحماية: مذكرة توجيهية بشأن البيانات الضخمة لتحقيق خطة عام 2030. https:// unsdg.un.org/sites/default/files/UNDG_BigData_final_web.pdf

الأجهزة المفتوحة

تمثل الابتكارات في تصميم الأجهزة المفتوحة وتطويرها والاستفادة منها تجارياً سبيلاً لإضفاء قيمة المصدر المفتوح على العالم الفعلي، ويمكن للأجهزة المفتوحة المساعدة في دفع عجلة الابتكار في مجال السيارات ذاتية القيادة، والطائرات بدون طيار، والأجهزة الأكثر استدامة، والمدن الذكية، وغيرها من الصناعات المرنة. وتمثل معالجات ريسك-فايف أحد التطورات الواعدة التي تبشّر بتحقيق إنجازات في تصميم الرقائق شبيهة بما فعله نظام لينوكس في أنظمة التشغيل[19].

تسيطر بعض الشركات مثل أنتل وسامسونغ والشركة التايوانية لتصنيع أشباه الموصلات وكوالكوم على أساسيات السوق التصنيعية مثل صناعة أشباه الموصلات وتصميم الرقائق المتطورة[20]. ويخضع الآخرون جميعاً لأهواء نماذج الأعمال الخاصة بهذه الشركات والقيود التجارية التي تفرضها عليها حكوماتهم.

ولا يتعلق الأمر بالدول الصغيرة فحسب، بل كذلك الصناعات التي تتخذ قرارات خاطئة فتجد نفسها محرومة من المنافع. تشير بعض التقديرات إلى أن صناعة السيارات الأمريكية قد خسرت مبيعات تصل إلى 210 مليار دولار تقريباً جرّاء نقص الرقائق عام 2021[21]. في حين وجدت بعض الشركات مثل تسلا سبلاً بديلة لتجنب هذا النقص، وتحاول شركات أخرى اكتشاف طريقة جديدة لذلك.

[19] https://eurohpc-ju.europa.eu/ongoing-projects

[20] الحصة السوقية العالمية لشركات أشباه الموصلات من 2008 إلى 2021. https://www.statista.com/statistics/266143/global-market-share-of-leading-semiconductor-vendors/

[21] https://www.cnbc.com/2021/09/23/chip-shortage-expected-to-cost-auto-industry-210-billion-in-2021.html

الجودة المفتوحة

تتفوق الأجهزة مفتوحة المصدر على البرمجيات من حيث حاجتها إلى منهجية مدروسة لتحقيق الجودة والأمان، ويمثل هذا الأمر تحدياً كبيراً للرقائق الاحتكارية، وتحدياً أكبر للأجهزة مفتوحة المصدر في البداية. ومع ذلك، وعند تنظيمها بفعالية، يمكن أن تكتشف حكمة الجمهور وتصلح المشكلات التي تعجز أفضل الفرق عن تصورها.

توفر الأجهزة المفتوحة منهجية تصاعدية لبناء أساسيات هذه الأنظمة الضخمة، ويحتاج تصميم نظام محدد لمختلف المنظومات إلى تضمين ضمانات مختلفة لدعم عملية الاختبار ومجموعة منطقية من السلوكيات. إن امتلاك مجموعة مفتوحة المصدر من الأساسيات اللازمة لناء المكونات واختبار الضمانات يبشّر بإتاحة الفرصة أمامنا لرفع مستوى تعقيد هذه المنظومات وضمان جودتها في الوقت نفسه.

بدأ هذا القطاع في إدراك قدرة النموذج مفتوح المصدر على الاستفادة من الآراء المختلفة لفحص وتدقيق عمل المنظومات والتأكد من صحتها كما ينبغي. فضلاً عن ذلك، يمكن للقطاع توحيد الجهود لتحديد البنية التحتية المتضررة عند اكتشاف مشاكل جديدة وإصلاحها على أكمل وجه.

تحقيق الأمن من خلال تعدد المستخدمين

يمكن للمصدر المفتوح الاستفادة من تعدد المستخدمين لتحديد وإصلاح المشاكل على نطاق واسع يتجاوز ما تستطيع أية شركة منفردة القيام به. ويمكن للأنظمة المفتوحة أن تساعد القراصنة على تحديد طرق للتخريب، ولكنها تخفض تكاليف إصلاح هذه المشاكل على الجميع بصورة كبيرة. فعلى سبيل المثال، تُصمم معظم الأبواب الحديثة وفق أشكال أقفال قياسية، توفر بدورها أساسيات جوهرية تخفّض تكاليف تركيب أقفال عالية الجودة على باب كل شخص.

كانت الأنظمة الصناعية المبكرة محمية بفعل غموضها، وكانت النظرية تقول إن أنظمة التحكم المستخدمة في المصانع ومحطات الطاقة وخطوط الأنابيب مغيّبة تماماً عن القراصنة ولم تكن منشورة على نطاق واسع. وأظهرت التهديدات الجديدة مثل فيروس ستوكسنت أن الأمن من خلال الغموض لم يكن استراتيجية مرنة طويلة الأمد، وبالتالي بدأت استراتيجية الأمن في تبنّي فكرة جديدة حول هياكل الثقة الصفرية لتحديد وتعزيز الروابط الأضعف لضمان سلامة النظام ككل، بحيث بالإمكان حماية أمن النظام بمجمله في حال تعرض أي من مكوناته للاختراق.

يمكن لانتشار الأجهزة مفتوحة المصدر أن توفر سلسلة الثقة للجميع، بحيث يمكن للدول والشركات الصغيرة تدقيق العملية الأمنية في كامل نظام الأجهزة والبرمجيات، مما يمنح الدول الصغيرة المزيد من القدرة للتحكم في أصول جميع المكونات في بنيتها التحتية، في حين توجد جذور الثقة في الوقت الحالي في أيدي شركات الأجهزة الرئيسية والتي غالباً ما تدققها وكالات المعلومات التابعة لها. إن الأجهزة مفتوحة المصدر ستمكّن الحكومات من لعب دور أكبر في التحكم ببنيتها التحتية الأمنية[22].

[22] ويراوارانا، سانجيفا، وجيفاكا ويراتونج وسيدا.
المصدر المفتوح في الدول النامية. ستوكهولم: سيدا، 2004.

مفتوحة وتنافسية

تحتاج المنهجية المتكافئة تجاه التكنولوجيا إلى تحقيق التوازن السليم بين تنمية البنية التحتية التنموية المشتركة من جهة ومكافأة البلدان والشركات ورجال الأعمال على استثماراتهم من جهة أخرى.

قد تتوانى بعض الحكومات والشركات عن الاستثمار في التكنولوجيا مفتوحة المصدر بدافع القلق من ذلك قد يمنح أفضلية غير عادلة لدول أو شركات أخرى. ويمكن للاستثمار مفتوح المصدر أن يحقق فائدة عظيمة لتطوير المهارات المحلية. فعلى سبيل المثال، تستثمر أوروبا في تطوير تكنولوجيا أوروبية "محلية" للحوسبة السحابية فائقة الأداء، ويُخصص جزء كبير من هذا الاستثمار للهياكل والأجهزة المفتوحة. وعلى الرغم من الفائدة التي يجنيها هذا القطاع في دول أخرى من هذه الاستثمارات، إلا أنها قادرة على صقل المهارات والكفاءات والقدرات الأوروبية للاستفادة من المنظومة المتكاملة الجديدة للأجهزة مفتوحة المصدر، مما يتيح للشركات خلق القيمة والتعامل مع أهداف الاستدامة بصورة أسرع وبتكلفة أقل.

يفضي هذا إلى عملية أكثر تكافؤاً لخلق القيمة بالتزامن مع خروجنا من احتكار قلة من الشركات القادرة على تصنيع الرقائق إلى سوق أكثر حرية وتميزاً للملكية الفكرية يكون قائماً على الأجهزة المفتوحة. يمكن لهذا السوق الكبير أن يمثل تجربة عملية لإيجاد التركيبة المثالية للمصادر المفتوحة والتصاميم ذات الملكية الخاصة لبناء أعمال ناجحة.

القسم الثالث

الموجة القادمة من الابتكار

لعبت حركة المصادر المفتوحة دوراً محورياً في النمو المتسارع للإنترنت والخدمات السحابية والذكاء الاصطناعي. شكلت الأجهزة مفتوحة المصدر أرضية خصبة للتجريب والمشاريع البحثية، ولكنها لم ترتقِ إلى الإنتاج بكميات كبيرة.

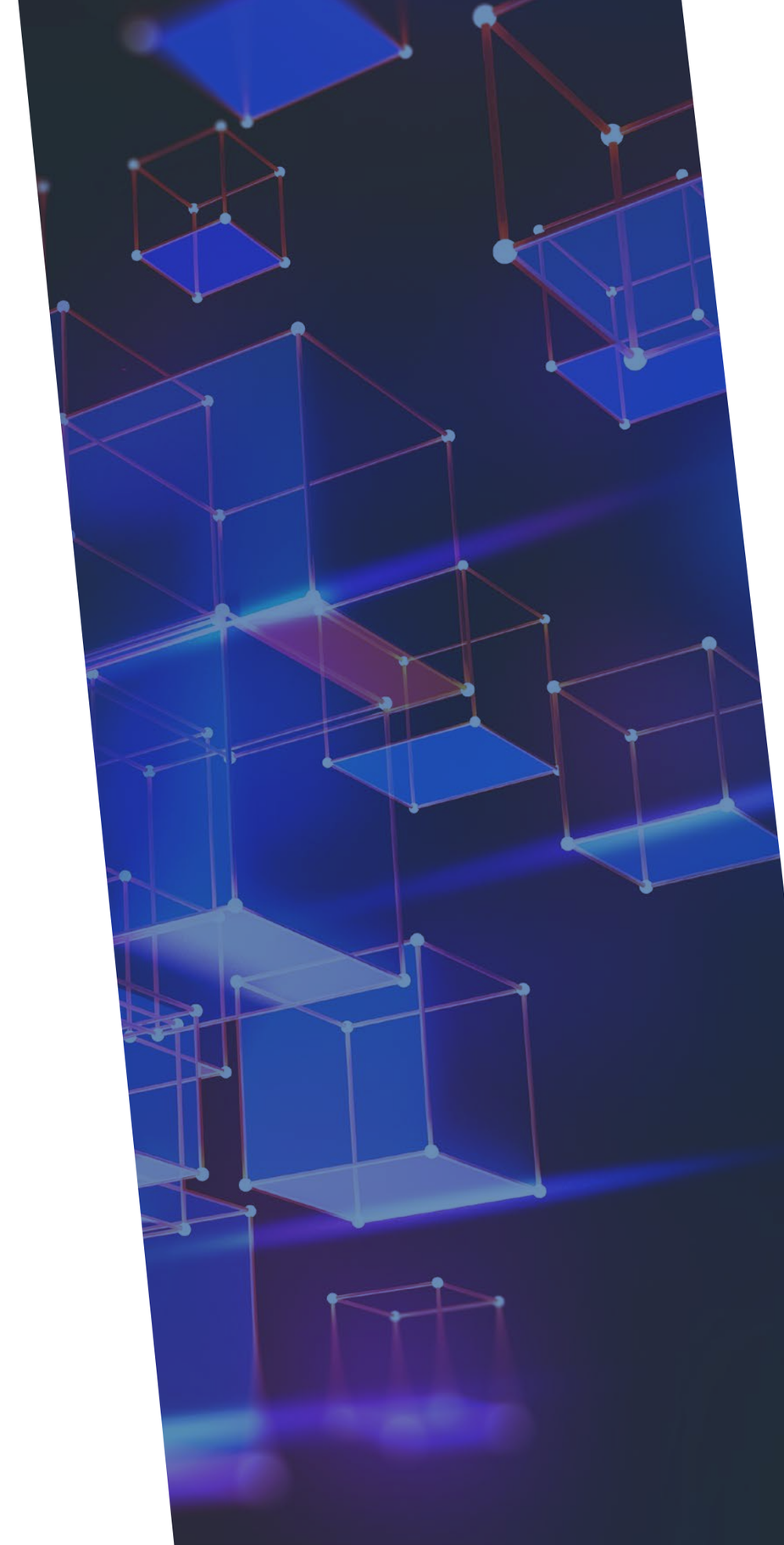
ستكون الموجة القادمة من الابتكار مفتوح المصدر قائمة على الأجهزة المفتوحة التي تساعد على تطبيق الابتكارات على أرض الواقع. حيث باستطاعة الجهود المشتركة مثل معالجات ريسك-فايف الخاصة بمجموعة التعليمات الخاصة بالهياكل والرقائق أن تتيح فرصاً عديدة أمام الدول والشركات الصغيرة في مجالات الرقائق والأجهزة ونماذج الأعمال[23].

[23] https://people.eecs.berkeley.edu/~krste/papers/EECS-2014-146.pdf

النماذج الأولية المفتوحة

دعمت الموجة الأولى من الأجهزة المفتوحة عملية التجريب والتعلم على مستوى اللوحات الحاسوبية وأنظمة التشغيل المثبتة عليها. أتاحت المنصات المفتوحة مثل راسبيري باي وأردوينو الفرصة أمام الناس لتطوير الأجهزة وتعديلها دون انتهاك حقوق الملكية الفكرية.

يمكن لانتشار الأجهزة مفتوحة المصدر أن توفر سلسلة الثقة للجميع، بحيث يمكن للدول والشركات الصغيرة تدقيق العملية الأمنية في كامل نظام الأجهزة والبرمجيات، مما يمنح الدول الصغيرة المزيد من القدرة للتحكم في أصول جميع المكونات في بنيتها التحتية، في حين توجد جذور الثقة في الوقت الحالي في أيدي شركات الأجهزة الرئيسية والتي غالباً ما تدققها وكالات المعلومات التابعة لها. إن الأجهزة مفتوحة المصدر ستمكّن الحكومات من لعب دور أكبر في التحكم ببنيتها التحتية الأمنية[22].



الأوامر المفتوحة

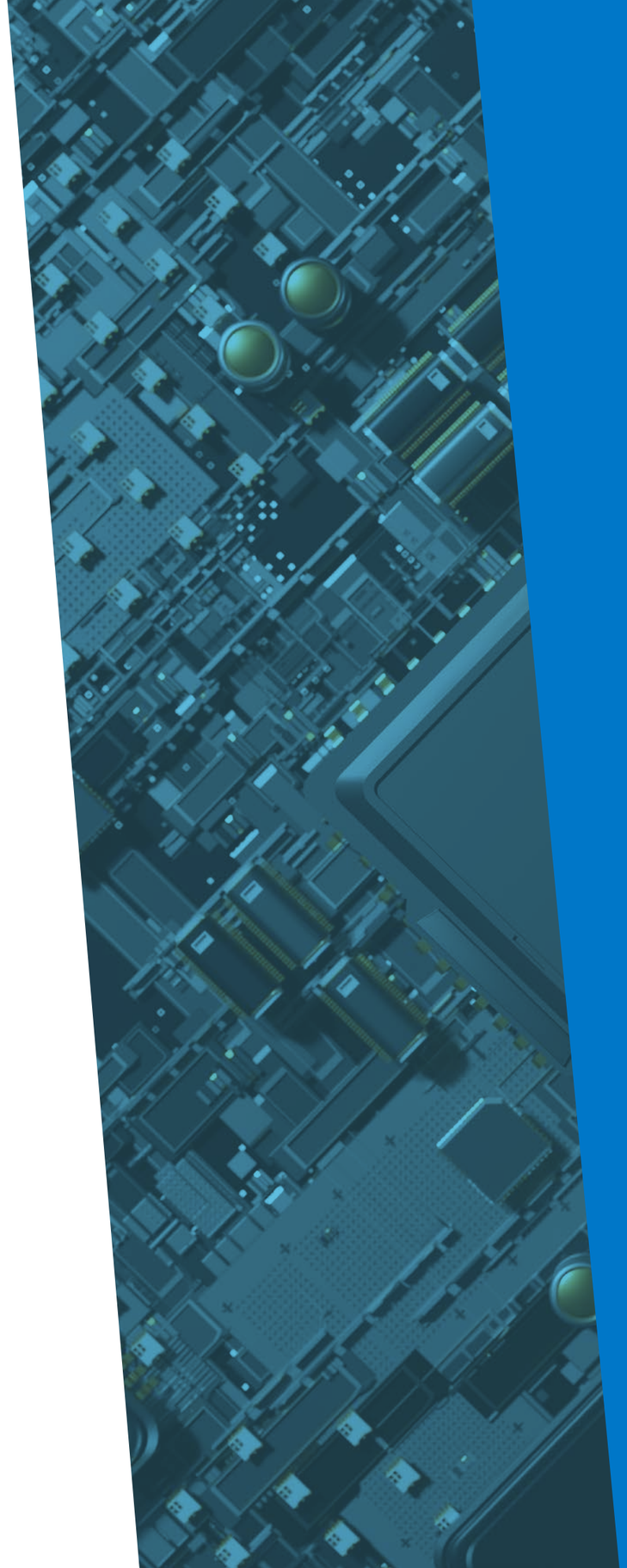
يعمل الباحثون على الموجة الثانية من الأجهزة المفتوحة، والتي ستمكّن فرقاً صغيرة من تصميم منتجات أكثر فعالية وقابلية للتطوير وذات تكلفة معقولة، ويمثل معالج ريسك-فايف أبرز الأمثلة على هذه الموجة القادمة. يوجد جانبان مهمان للوصول المفتوح إلى معالجات الحاسوب هما هيكلية مجموعة الأوامر المفتوحة والوصفات المفتوحة لبناء تصاميم الرقائق.

يُستخدم مصطلح هيكلية مجموعة الأوامر لوصف تنفيذ المهام على رقاقة حاسوبية أو وحدة تحكم مصغرة. ويوجد في الوقت الحاضر مجموعتان بارزتان من الأوامر هما 86× وأي أر أم، إلا أن هناك مجموعة من وحدات التحكم الصغيرة التي تمتلك مجموعة أوامر خاصة بها، مما يؤخر تبني البرامج المكتوبة محلياً، على الرغم من قلة الأشخاص الذي يكتبون على ذلك المستوى. تُكتب معظم البرامج باستخدام لغات برمجية فائقة مثل C++ وجافا، وبالتالي تكون أكثر قابلية للنقل ضمن الهيكليات المختلفة، في حين تستخدم برمجيات قليلة مجموعة أوامر محلية لاكتساب فوائد متعلقة بالأداء وخلق عوائق أمام نقل الكود البرمجي إلى مجموعة أوامر أخرى، وبالتالي يجد المستخدمون أنفسهم مضطرين لاستخدام أحد هاتين اللغتين المسيطرتين.

إن مجموعة الأوامر المفتوحة التي طورها القائمون على معالج ريسك-فايف ستسهّل إعادة استخدام مجموعة الأوامر الموجودة في أحد التصاميم وتشغيلها على تصميم آخر.

التصاميم الأساسية المفتوحة

تتمثل الخطوة التالية في تصميم رقاقة يمكنها تنفيذ مجموعة الأوامر المقصودة، وقد تستخدم بعض الشركات مجموعة الأوامر المجانية لكتابة برامج تعمل على تصاميم معالجات احتكارية، في حين تحاول بعض الشركات الأخرى إيجاد سبل للتعاون من أجل تصميم رقاقة مفتوحة المصدر أيضاً. ينطوي تصميم الرقاقة على ما هو أكثر من وصف التصميم المعماري لمبنى. حيث يجب على المصممين تحديد الوصفة التي تتضمن المكونات المحددة وخطوات معالجة الرقاقة في عملية تسمى تصميم الواجهة الأمامية والخلفية. وبمجرد الانتهاء من هذه الخطوات، يُدفع التصميم إلى عملية تصنيع السيليكون لإنتاج الرقاقة.



الأنظمة على رقاقة

ستساهم التصاميم الأساسية المفتوحة في تبسيط تطوير أجهزة النظام على رقاقة بالنسبة لأنظمة التشغيل. تكون الرقاقة عادة مكونة من معالج، وجرافيك آي بي، وصور آي بي، ووحدة تحكم الذاكرة، ووحدات ملحقة، ووحدات ضبط الإدخال والإخراج اللازمة لتكوين الإجراء الوظيفي، وتتخصص هذه الأنظمة في عدة مجالات، حيث يعمل معهد الابتكار التكنولوجي على سبيل المثال على مراقب لرحلات الطيران الآمن مفتوح المصدر يبشّر بتخفيض تكاليف بناء أساطيل الطائرات بدون طيار ذاتية التحكم، في حين تعمل مجموعات أخرى على الأجهزة الطبية ووحدات التحكم الصناعية وأجهزة المدن الذكية.

إن التطورات التي يشهدها تصنيع رقاقات الأجهزة المفتوحة سيتيح اتخاذ قفزة نوعية في تكوين أنظمة منخفضة التكلفة للعديد من المجالات، مما قد يقلل التكاليف ويسهّل على جميع الدول تطوير أجهزة مبتكرة لتحسين المركبات ذاتية القيادة والمعدات الطبية ووحدات التحكم الصناعية والمراقبة البيئية والزراعة الدقيقة.

إضفاء الجودة على المساواة

[24] "نحن لسنا بحاجة إلى الأجهزة المفتوحة، بل إلى الأجهزة المفتوحة عالية الجودة والتي تعمل كما ينبغي وبسرعة مناسبة وبأقل قدر من الطاقة".

لوكا بينيني

رئيس قسم الدارات والأنظمة الرقمية في المعهد الفدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيورخ وبروفسور بدوام كامل في جامعة بولونيا

تتمثل الخطوة القادمة في معرفة كيفية رفع مستوى جودة التصاميم المفتوحة. ويتطلب تحسين جودة الأجهزة عملية ممتدة تتجاوز تحسين جودة البرمجيات. عملت شركات الرقائق الاحتكارية عمليات طويلة من التحقق والتثبت لضمان عمل الرقائق ووحدات التحكم المصغرة كما ينبغي مع تمتعها بالأمان والكفاءة، وتتحمل هذه الشركات مسؤولية أية مشاكل وقد تواجه خطر خسارة السوق أمام المنافسين في حال عجزها عن حل المشاكل المرتبطة بالجودة.

[24] بينيني، 2022.

يعمل مجتمع الأجهزة المفتوحة لتطبيق عمليات التأكد من الجودة نفسها على تصاميم الرقائق المفتوحة والمنتجات المبنية بناء عليها، وذلك بهدف أن تكون تصاميم الأجهزة بنفس مستوى الجودة التي تتمتع بها التصاميم الاحتكارية.

من الجوانب المهمة لهذه العملية تجميع الأدوات الكفيلة بالتحقق من جودة تصاميم الأجهزة مثل الحالات الاختبارية، وأدوات أتمتة الفحوصات، ومنصات الاختبار الفعلية، ونتائج الاختبار تحت ظروف مختلفة. وكلما زاد حجم ضمانات التحقق المذكورة، زادت الثقة من خلو الرقاقة من الأخطاء.

في النموذج القديم، يتحمل مورد الأجهزة مسؤولية تطوير الأدوات اللازمة لاكتشاف المشاكل وإصلاحها، مما يقلل عدد الأشخاص القادرين على العمل لحل المشكلة ضمن الشركة. أما في الأجهزة المفتوحة، كلما زاد عدد مستخدمي الأجهزة، زاد عدد الأشخاص القادرين على إضافة ضمانات تحقق أخرى، وإرسال تقارير بالأخطاء، وتوسيع نطاق أمثلة الاختبار والتحقق من صحة الأجهزة بصورة أفضل، بهدف رفع مستوى الجودة وسهولة الاستخدام.

يساهم هذا التوجه في زيادة الفرص أمام الشركات الصغيرة لتمييز منتجاتها وخدماتها بناء على مواصفات المنتج، أو استخدام حالات الاختبار أو نماذج الأعمال المتعلقة بها، تماماً على غرار ما تفعله الشركات في البرمجيات مفتوحة المصدر.

القسم الرابع

سد الفجوة المهارية

تتطلب الأجهزة أنواعاً مختلفة من المهارات والمعارف المتخصصة، وتتألف صناعة أشباه الموصلات من قطاعات مختلفة تركز على تصميم الرقاقة وأدوات التصنيع المتخصصة، والتركيبات، وتجميعها في منتجات نهائية. تتركز معظم الأرباح في التصميم الذي تسيطر عليه قلة من الشركات الغربية، بينما تزداد المنافسة وتقل الأرباح في النواحي الأخرى مثل تجميع الرقائق في منتجات جاهزة.

ستتيح الأجهزة المفتوحة مزيداً من الفرص أمام الشركات الصغيرة للابتكار في سوق مربح للتصاميم الجديدة، ولكن يجب على الدول الصغيرة تطوير استراتيجية مناسبة لتنمية المهارات المحلية للاستفادة من هذه الفرص الجديدة. يعد ابتكار البرمجيات أسهل بكثير بسبب قدرة أي طالب متحمس على البدء مباشرة باستخدام حاسوب واتصال بالإنترنت. إلا أن الطلاب بحاجة إلى أدوات أكثر تعقيداً لتصميم الرقائق، وتعديل التصاميم ثم تشكيل المنتجات النهائية.

تعتبر تكلفة الأدوات نفسها من أكبر العوائق أمام تدريب الطلاب على بناء الأجهزة، وتعطي الشركات الرائدة في تصميم الرقائق بعض التراخيص إلى الجامعات في الدول الغربية، لكن ذلك صعب الحدوث في الدول النامية.

يجب على البرامج التدريبية تدريب الطلاب لربط أجزاء الأجهزة المفتوحة لحل المشاكل المحلية، ويتطلب هذا منهجية معينة لتطوير الأنظمة لتعليم الجيل القادم حول جميع الأجزاء التي تتضمن البرمجيات ونظام التشغيل والتطبيقات اللازمة لعمل النظام. وفي سبيل بناء أعمال تكنولوجية جديدة قابلة للنجاح، نحتاج أيضاً إلى تعلم كيفية الابتكار على مستوى النظام. إن تعليم الطلاب كيفية بناء الأنظمة بالاعتماد على معالج ريسك-فايف قد يعطي الطلاب البداية اللازمة للبدء في الأجهزة، وعلى مستوى النظام، وما الذي فعلناه لبناء الأعمال على مستوى البرمجيات، مما سيمثل نقطة انطلاق واقعية لخلق قيمة تجارية، وتحقيق الإيرادات وتنمية منظومة تكنولوجية متكاملة للدول النامية.

"نحن محظوظون في جامعة خليفة لحصولنا على الدعم الحكومي الذي يتيح لنا دفع رسوم تراخيص أدوات التصميم بمساعدة الحاسوب، إلا أن الجامعات الأخرى لا تحظى بنفس الفرصة للحصول على هذه التراخيص سواء داخل الدولة أو في الدول النامية الأخرى. تبلغ تكلفة هذه التراخيص عشرات الآلاف من الدولارات سنوياً، وليس من السهل تأمينها بالنسبة للكثير من الجامعات. تتوفر بعض الأدوات المجانية ومفتوحة المصدر، ولكنها لا ترقى إلى مستوى استخدامها في التصنيع أو أنها تفتقر إلى الدعم من أجل العُقد التكنولوجية المتقدمة. وبالتالي، يفرض هذا الأمر سلبيات إضافية على الكفاءات والطلاب جراء تعذر الوصول إلى أدوات التصميم بمساعدة الحاسوب وتقنياتها".[25]

د. بكر محمد

بروفسور الهندسة الكهربائية وعلوم الحاسوب في جامعة خليفة

[25] بكر، 2022.

تحفيز تنوع الكفاءات

من الضروري تنمية الكفاءات وبناء القدرات المحلية عبر أنواع مختلفة من البنية التحتية للحصول على المزيد من القوى العاملة للمساهمة في التطور التكنولوجي، وستحتاج الحكومات والقادة التعليميين والقطاع بأكمله على العمل معاً لتطوير المهارات الصحيحة في الدول النامية.

يجب على الحكومات إما تشجيع القطاع على إنشاء أو تمويل المشاريع بصورة مباشرة لبدء دوران العجلة، مع ضرورة التحلي بالصبر نظراً لأن الإيرادات الضخمة الجديدة لن تأتي بين ليلة وضحاها. ومن الضروري وضع خطة طويلة الأمد من أجل التنمية المستدامة، إلى جانب الانتباه إلى العامل البشري في مجمل العملية. يتمثل الهدف في تطوير الأشخاص الذين سيقودون دفة هذا الاقتصاد ويدفعون عجلة بقية التطورات التكنولوجية على المستويين المحلي والعالمي.

ومن خلال المنهجية الصحيحة، يمكن للشركات الكبيرة المساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة لدى الدول النامية وتحسين النتائج التجارية طويلة الأمد في الوقت نفسه. وقد يتطلب الأمر مزيداً من الاستثمارات على المدى القصير، والتي قد تنطوي على فوائد طويلة الأجل أيضاً. من المنهجيات الممكن اتباعها هي تطوير مؤشرات الأداء الرئيسية التي توازن بين الفوائد طويلة الأمد لبناء القوى العاملة على مستوى العالم مقابل التكاليف قصيرة الأمد.

تعد الأرباح قصيرة الأجل عاملاً محورياً، لكن الاستثمار الصحيح اليوم قد ينطوي على تأثير أكثر أهمية على المحصلة النهائية على المدى الطويل. وقد تتضمن الاستراتيجيات المختلفة التبرع بالأدوات وإرسال المهندسين لإلهام الكفاءات التعليمية الصحيحة، مما سيعطي الشركات مساحة إضافية لتوظيف المزيد من الكفاءات المخلصة بما يتجاوز ما يمكنها القيام به في الدول المتقدمة، وذلك بفضل مجموعة واسعة من فرص العمل لجذب انتباه الموظفين.

القسم الخامس

إيجاد توازن جديد

من الضروري العمل بعناية لإيجاد التوازن المناسب لتحسين المساواة والتنوع في التطوير التكنولوجي. فعلى سبيل المثال، قد تتحفز الدول الرائدة لتحسين نظرتها إلى القوة الناعمة التي توفرها التكنولوجيا الاحتكارية، وقد تتردد في التخلي عن هذه القوة، وتعريض تصنيفها العالمي للخطر. إن إخفاء المزيد من التكافؤ على التطوير التكنولوجي سيساهم في تحقيق التوازن بين هذه المخاوف مقابل فرص تنمية النجاح الاقتصادي العالمي بالنسبة للدول المتقدمة والنامية.

يجب علينا أيضاً أن نتعامل مع مسألة التحيز الرأسمالي، والمتمثل في ميل رؤوس الأموال والمهارات نحو الأسواق والبنية التحتية في الدول المتقدمة، على حساب الاقتصادات النامية التي قد تكون ساهمت في الابتكار. ويجب أن تراعي السياسيات المثالية السيادة الوطنية وتسهّل التجارة مع الاقتصاد العالمي. ومن الضروري أيضاً تحقيق التوازن السليم بين الانعزال وتسهيل الأمر على شركات التكنولوجيا الحالية لاستخراج المواهب والبيانات من دولة ذات مساهمة ضئيلة في الاقتصاد المحلي. تخاطر الدول بفرض مزيد من البطء على جهود التنمية في حال كانت الضوابط الخاصة بالاتصال بالإنترنت وتدفق البيانات وتطوير الأعمال شديدة التعنت أو الغموض.

وتبرز من العوائق المحتملة الأخرى التعامل مع الاقتصادات المتقدمة على أنها مصدر يجب استغلاله بدلاً من النظر إليها كشريك موثوق يجب المساهمة في تنميته، حيث يمكن للممارسات قصيرة النظر زعزعة الثقة بين الطرفين. فعلى سبيل المثال، قد تتضمن الأشكال الحديثة للاستعمار التكنولوجي الاستحواذ على إحدى الشركات ثم إغلاق مكاتبها المحلية، وبالتالي يجب على الحكومات والشركات التحوط ضد هذا الإجراء. ويمكن للحكومات البحث عن سبل معينة لضمان قدرة قوانين الملكية الفكرية والقوانين الاستثمارية على وضع إطار عام لجني ثمار الابتكار في سبيل تعزيز الفرص المحلية بصورة أكبر، إلى جانب البحث عن طرق أخرى لتحفيز الشركات الكبيرة للإبقاء على مكاتبها المحلية في الدولة عندما تستثمر في شركة محلية أو تستحوذ على حصة فيها.

ومن الضروري أيضاً إلهام ألمع العقول للمساهمة في الاقتصاد المحلي وتنميته بدلاً من الهجرة إلى الدول ذات الفرص السهلة والمتعددة. وقد يكون من المفيد وضع السياسات والثقافات التي يشعر فيها الجميع بالتقدير لقاء مساهماتهم المالية أو الاجتماعية. ويمكن لتحقيق المساواة في مجال العمل، والقضاء على الفساد، وتكوين بيئة الأعمال المناسبة والبنية التحتية السليمة للابتكار أن تقطع شوطاً طويلاً في مساعدة البلدان الصغيرة على إدراك قيمة هذا المورد الثمين.

"بعد الفترة التي عشتها في الولايات المتحدة، ثم انتقالي إلى الإمارات، أرى فرصة أمام الشباب في الدولة ومنطقة الشرق الأوسط لمواصلة التطورات التكنولوجية للجميع في حال حصولهم على الفرصة المناسبة. وتقع معظم المسؤولية لتحقيق هذا الأمر على عاتق السياسات المحلية، فجميع دول العالم في خندق واحد كما رأينا خلال الجائحة، ويمكننا جميعاً الاستفادة من الموارد المتوفرة لدينا في أجزاء مختلفة من العالم".

د. بكر محمد

بروفسور في جامعة خليفة

القسم السادس

توصيات لإطلاق العنان لابتكار الأجهزة

إن اتباع منهجية متكافئة في ابتكار الأجهزة سيسهّل نمو الشركات الناشئة والكفاءات المحلية في الدول الصغيرة والمجتمعات الأقل تقدماً، مما يساهم في رفع جودة الحياة لنا جميعاً. فعندما يكون لدى كل شخص ما يتمسك به، يمتلك دافعاً أكبر للعمل مع الآخرين لحل مشكلاتنا المشتركة.

تحمل الموجة القادمة من الأجهزة المفتوحة فرصة عظيمة للدول النامية للمشاركة في الاقتصاد التكنولوجي، ومن الضروري البدء بتكوين المهارات وجذب الشركات لتحقيق النجاح في المراحل المبكرة، مما سيدفع المزيد من الشركات إلى بناء أو فتح المكاتب المحلية وقتئذٍ. يجب علينا التأكد من بقاء الأموال والمزايا الاقتصادية ضمن الدولة نفسها.

على أي حال، يتطلب هذا التوجه بعض الدعم الحكومي، أسوة بالاستثمار السعودي الأخير في تكنولوجيا Minimal Fab، والاستثمار الهندي في تصنيع أشباه الموصلات، والاستثمارات الإماراتية في البحث والتعليم. يساهم هذا النوع من البرامج في تغيير توجهات الدول الأخرى نحو الاستفادة من ازدهار صناعة أشباه الموصلات.

في الجزء الأول من القرن الماضي، كان بإمكاننا التركيز على النمو الاقتصادي، إلا أن تأثير التلوث الذي ضرب بعض الدول مثل الضباب الدخاني في المملكة المتحدة والأنهار المحترقة في الولايات المتحدة، قد دفع كل دولة إلى تحسين السياسات البيئية فيها. وستتطلب المرحلة المقبلة من التنمية المستدامة إسقاط هذه الأفكار على تطوير التكنولوجيا العالمية، ويجب على الشركات التكنولوجية الجديدة المساهمة في تقليل الفقر ودعم الرعاية الصحية وتوفير الفرص التعليمية.

ساهمت الأموال والأرباح وإمكانية دخول الأسواق في تكوين التكنولوجيا التي منحتنا حالة الوفرة الحالية، ولكن بعضها جاء على حساب الهبات الطبيعية الموجودة في نظامنا البيئي العالمي. من الضروري أيضاً التفكير في إمكانية تحول الأشياء السيئة إلى كوارث طبيعية عند تصاعدها. وفي أسوأ الأحوال، قد يؤدي تطور الحوسبة السحابية إلى نشوء النزاعات على الموارد النادرة، وتسريع استخدام الطاقة، مما يؤدي إلى ظهور أشكال جديدة من التلوث لا نعرف كيفية معالجتها. يجب أن تتحلى المنهجية الأكثر تكافؤاً في الابتكار التكنولوجي بالمسؤولية تجاه تأثيره على الكوكب والأفراد على السواء.

يجب على الحكومات دعم منهجية أكثر انفتاحاً لتصميم الأنظمة المعقدة وتنميتها بصورة آمنة ودون التسبب بأضرار بيئية. وتظهر الوتيرة المتسارعة لهذه المسائل الطرق العديدة التي يمكن أن تنشأ فيها مشاكل عويصة لم نفكر بها من قبل نتيجة لنمو الأشياء غير الضارة. ويمكن للحكومات لعب دور محوري في المساعدة على تنمية هذه الأنظمة المفتوحة بطريقة موحّدة ومتناسقة.

ويجب على الحكومات أيضاً مساعدة المنظومة المتكاملة لهذا القطاع، لا سيما الشركات الصغيرة، من خلال تقديم الموارد ورؤوس الأموال التي تكفل مشاركتها، إلى جانب الدور المساعد للدعم الحكومي للمبادرات مفتوحة المصدر والتي تركز على المشاريع الصغيرة والمتوسطة. ولا يتمحور الأمر حول المساهمة في القطاع مفتوح المصدر فحسب، بل على تنمية المهارات لتطبيقها على المشاكل العملية.

يجب على كل دولة استعراض السبل اللازمة لتطوير الخبرات في المجالات مفتوحة المصدر من خلال تقديم الحوافز للعمل على أجهزة مفتوحة ذات أهداف قابلة للقياس. فعلى سبيل المثال، يتعاون معهد الابتكار التكنولوجي مع جهات أخرى لبناء مراقب مفتوح المصدر لرحلات الطائرات بدون طيار، بحيث تكون معظم حقوق الملكية الفكرية الأساسية مفتوحة المصدر، في حين أطلق الاتحاد الأوروبي مبادرة مهمة لتكوين أجهزة مفتوحة للحوسبة السحابية.

وينبغي للحكومات التركيز على المبادرات البحثية المفتوحة لزيادة تأثيرها وفوائدها على المجتمع، ويمكن للدول والموردين الجدد خلق القيمة من خلال وضع تصاميمهم الخاصة لأداء الوظائف، مع إمكانية بيعها أيضاً إلى عملاء محتملين آخرين.

تستطيع الحكومات لعب دور مهم في تحسين توفر الواجهات المشتركة والذاكرة آي بي (مثل وحدة التحكم USB3، ووحدة التحكم LPDDR4/5) اللازمة لبناء الأجهزة، والتي يمكن أن تكون باهظة الثمن، وبالتالي نحتاج إلى تدخل الحكومات لتيسير الحصول عليها لمنح الدول الناشئة الجديدة القدرة على بناء الأنظمة على رقاقة الخاصة بها. ويجب أن تُساق هذه الواجهات المشتركة على مستوى اللوحة الأم أيضاً.

إن اتباع منهجية أكثر تكافؤاً في ابتكار الأجهزة يبشر بفرص سوقية مفتوحة ومتنوعة، وتوجد العديد من الحالات التي أدى فيها ثراء التنوع إلى مزيد من الفوائد بما يتجاوز الابتكار الذي دأبت دولة واحدة على تطويره.

يساهم ابتكار مكونات الملكية الفكرية بمساعدة دول عديدة على تخفيض التكاليف وتحسين الحلول الكفيلة بالتعامل مع مشاكل محددة مرتبطة بهذه المجالات، فمن المحتمل أن يركز الناس في أفريقيا والهند على كفاءة الطاقة، في حين قد يحتاج سكان الدول القريبة من المحيطات إلى مستشعرات لتحسين مراقبة المياه، بينما من المحتمل أن يميل مصممو الأنظمة في المناطق الصحراوية إلى تصميم الأجهزة للتعامل مع المشاكل المحلية مثل تحلية المياه، والذي قد تصبح أكثر خطورة بالنسبة للدول المتقدمة جرّاء التغير المناخي، لكنها ليست مشاكل كبيرة في الوقت الحالي.

يساهم التنوع في رفع معايير المعيشة للناس في جميع المناطق الجغرافية من خلالها مشاركتها في طفرة صناعة أشباه الموصلات التي تصل قيمتها إلى تريليون دولار.

"هل بالإمكان تخيل أن يحظى سكان إحدى القرى في أفريقيا بالقدرة على بناء التكنولوجيا الخاصة بهم؟ إن النتائج المنتظرة من هذا الأمر ستكون عظيمة من الناحية الاقتصادية، إذ يمكن لأي شخص تأسيس شركة ناشئة تغير وجه العالم أو تتغلب على الكثير من المشاكل التي نواجهها تحت مظلة أهداف التنمية المستدامة"[26].

د. هدى الخزيمي

مدير مركز الأمن السيبراني، وبروفسور مساعد للأبحاث في مركز الأمن السيبراني في جامعة نيويورك أبوظبي

[26] الخزيمي، 2022.

نبذة عن المؤلفين

د. شريكانت (تيكي) ثاكار، كبير الباحثين في مركز أبحاث الأنظمة الآمنة، معهد الابتكار التكنولوجي

د. بكر محمد، مدير مركز الأنظمة على رقاقة، وبروفسور قسم الهندسة الكهربائية وعلوم الحاسوب في جامعة خليفة

د. هدى الخزيمي، مدير مركز الأمن السيبراني، وبروفسور مساعد للأبحاث في مركز الأمن السيبراني في جامعة نيويورك أبوظبي

د. لوكا بينيني، رئيس قسم الدارات والأنظمة الرقمية في المعهد الفدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيورخ وبروفسور بدوام كامل في جامعة بولونيا

د. ارنستو دامياني، بروفسور ومدير أول في معهد الروبوتات والمنظومات الذكية ومدير مركز الأنظمة الفيزيائية السيبرانية في جامعة خليفة

البروفسور مروان دباح، كبير الباحثين، الذكاء الاصطناعي وأنظمة الاتصالات، معهد الابتكار التكنولوجي

د. شوقي قاسمي، كبير الباحثين في مركز أبحاث الطاقة الموجهة، معهد الابتكار التكنولوجي

د. أيمن فخر الدين، باحث أول، الذكاء الاصطناعي وأنظمة الاتصالات، معهد الابتكار التكنولوجي

عماد لقيم، باحث أول، الذكاء الاصطناعي وأنظمة الاتصالات، معهد الابتكار التكنولوجي

أوميش بانيكر، مدير أول للتعلم والتطوير، معهد الابتكار التكنولوجي

جهات الاتصال

د. شريكانت (تيكي) ثاكار
كبير الباحثين في مركز أبحاث الأنظمة الآمنة،
معهد الابتكار التكنولوجي
+971 2 5462022
ticky@ssrc.tii.ae

القمة العالمية للحكومات

@WorldGovSummit

#WorldGovSummit

شارك في النقاش

worldgovernmentsummit.org