التقرير العالمي للملكية الفكرية 2019

جغرافيا الابتكار: البؤر المحلية والشبكات العالمية

WIPO
المنظمة العالمية للملكية الفكرية

التقرير العالمي للملكية الفكرية 2019

جغرافيا الابتكار: البؤر المحلية والشبكات العالمية

WIPO
المنظمة العالمية للملكية الفكرية

هذا المصنف مرخَّص بموجب ترخيص المشاع الإبداعي - نسب المصنف 3.0 لفائدة المنظمات الحكومية الدولية، ما لم يُذكر خلاف ذلك.

ويجوز للمستخدم أن ينسخ هذا المنشور ويوزعه ويكيّفه ويترجمه ويؤديه علناً بما في ذلك لأغراض تجارية دون موافقة صريحة بشرط أن يكون المحتوى مصحوباً بإقرار بأن الويبو هي المصدر وأن يشار بشكل واضح إلى أي تغييرات تُدخل على المحتوى الأصلي.

الإشارة المقترحة: الويبو (2019). التقرير العالمي للملكية الفكرية 2019: جغرافيا الابتكار: البؤر المحلية والشبكات العالمية. جنيف: المنظمة العالمية للملكية الفكرية.

وينبغي ألاّ تحمل أي تكييفات/ترجمات/مشتقات الشعار الرسمي للويبو إلا إذا كانت الويبو قد أقرتها وصدقت عليها. ويُرجى الاتصال بنا عبر الموقع الإلكتروني للويبو للحصول على الموافقة.

وبالنسبة لأي عمل مشتق، يُرجى إضافة التنبيه التالي: "لا تتحمل أمانة الويبو أي التزام أو مسؤولية بشأن تحويل المحتوى الأصلي أو ترجمته."

وفي حال كان المحتوى الذي نشرته الويبو مثل الصور أو الرسومات البيانية أو العلامات التجارية أو الشعارات منسوباً إلى طرف آخر، فإن مستخدم هذا المحتوى يتحمل وحده مسؤولية الحصول على الحقوق المرتبطة بتلك المواد من صاحب أو أصحاب الحقوق.

وللاطلاع على نسخة من الترخيص، يُرجى زيارة
https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/

وإن التسميات المستخدمة في هذا الإصدار وطريقة عرض المواد فيه لا تعبِّر عن أي رأي للويبو بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو منطقة، ولا بشأن سلطات هذه الأماكن أو رسم حدودها أو تخومها.

وإن الآراء والأفكار الواردة في هذا الإصدار لا تعبِّر بالضرورة عن آراء الدول الأعضاء أو أمانة الويبو.

ولا يراد بذكر شركات أو منتجات صناعية محددة أن الويبو تؤيدها أو توصي بها على حساب شركات أو منتجات أخرى ذات طبيعة مماثلة وغير مذكورة.

© الويبو، 2019

المنظمة العالمية للملكية الفكرية
34, chemin des Colombettes, P.O. Box 18
CH-1211 Geneva 20, Switzerland
ISBN: 978-92-805-3098-8

ترخيص نسب المصنف 3.0 لفائدة المنظمات الحكومية الدولية
(CC BY 3.0 IGO)

طُبع في سويسرا

المحتويات

التمهيد 4

شكر وتقدير 7

الملخص العملي 8

الملاحظات التقنية 120

المختصرات الواردة في النسخة الإنكليزية 125

الفصل 1

الجغرافيا العالمية المتغيرة للابتكار 15

1.1 تركيز الابتكار في البؤر الحضرية 16

2.1 الشبكات والانتشار العالمي للابتكار 20

3.1 الاستنتاجات 23

الفصل 2

الشبكات العالمية لبؤر الابتكار 29

1.2 وجها إنتاج المعرفة العالمية 30

2.2 الشبكات العالمية للتعاون والتعبئة 38

3.2 الابتكار المحلي والشبكات العالمية للبؤر الابتكارية 45

4.2 الاستنتاجات 52

الفصل 3

شركات السيارات والتكنولوجيا – السعي إلى المركبات الذاتية القيادة 59

1.3 تعاريف 60

2.3 التطور التكنولوجي لصناعة السيارات 60

3.3 التحول التكنولوجي 63

4.3 المنافسة والتعاون في مجال المركبات المستقلة 64

5.3 دور الجغرافيا في تكنولوجيا المركبات المستقلة 66

6.3 الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي: البلدان والمدن 67

7.3 هل تغير تكنولوجيا المركبات المستقلة جغرافيا الابتكار في صناعة السيارات؟ 72

8.3 الآثار الإيجابية والسلبية المحتملة للمركبات المستقلة 73

الفصل 4

التكنولوجيا الأحيائية النباتية - الربط بين الابتكارات في المدن والتطبيق في الأرياف 85

1.4 الأهمية المتزايدة للتكنولوجيا الأحيائية النباتية 86

2.4 واقع الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية النباتية 94

3.4 شبكة الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية النباتية 95

4.4 مستقبل التكنولوجيا الأحيائية النباتية 101

الفصل 5

منظور السياسات: أسباب الانفتاح 111

1.5 اقتصاديات الانفتاح 111

2.5 الانفتاح في عصر انخفاض إنتاجية البحث والتطوير 114

لطالما كان للجغرافيا دور محوري في تنظيم النشاط الاقتصادي. فقد ظهرت المدن أولاً كمراكز لتداول السلع الزراعية والصناعية. وتمركزت العديد منها عند تقاطع طرق التجارة أو مفترق انتقال السلع بين وسائل النقل. ومع ظهور الثورة الصناعية، أصبحت المدن مراكز للإنتاج الصناعي الواسع النطاق. ومع تقدم التحول الصناعي، شهدت بعض المدن توسعاً حتى أصبحت مدناً كبيرة في حين شهد البعض الآخر تراجعاً في ثرواتها.

ولا شك في أن المدن لا تزال تؤدي دوراً محورياً في ظل القرن الحادي والعشرين واقتصاده القائم على الابتكار؛ غير أن العوامل التي تشكل جغرافيا النشاط الاقتصادي قد تغيرت. إذ تقبل الشركات على المراكز الحضرية لأنها المراكز التي تستقطب أكثر العمالة مهارة وموهبة بفضل وظائفها المجزية ورواتبها الجيدة فضلاً عن صخب الحياة في المدينة. وإذ يعتمد الابتكار اعتماداً بالغاً على تبادل الأفكار بين الناس، يكون القرب بين الناس في مناحي الحياة الشخصية والمهنية هو أهم مقومات ذلك التبادل.

وتتسم جغرافيا الاقتصاد في القرن الحادي والعشرين ببعد مهم آخر وهو أن التكنولوجيا قد فتحت قنوات جديدة للتعاون وتبادل المعارف فربطت بين ذوي المهارات في الأماكن المتباعدة. ومن ثم، اتخذ واقع الابتكار العالمي شكل خريطة من مراكز التميز تتوزع جغرافياً حول العالم وتجتمع في شبكة عالمية تنقل المعارف في اتجاهات عديدة.

ويكتسي تطور جغرافيا الابتكار أهمية بالغة. إذ تسعى الحكومات في مختلف أنحاء العالم إلى تهيئة بيئة سياساتية داعمة للابتكار. ويقتضي ذلك منها فهم الديناميات المحلية لمنظومات الابتكار، مثل تحديد أفضل المجالات التي يمكن للبحوث الحكومية التمويل أن تعزز فيها القدرات التكنولوجية الناشئة؛ وسبل تسخير تخطيط المدن الذكية لتشجيع فرص التعاون وتبادل المعارف. وعلى نطاق أوسع، يؤثر توزيع النشاط الابتكاري على مستوى الاقتصادات تأثيراً متزايداً في التوزيع الإقليمي للدخل. وعليه، يتيح فهم مقومات ذلك التوجه رسم استجابات سياساتية أفضل.

ويسعى هذا "التقرير العالمي للملكية الفكرية 2019" إلى توفير منظور قائم على التجربة لجغرافيا الابتكار العالمية، عن طريق تتبع البصمة الجغرافية التي خلفها المبتكرون عبر الملايين من سجلات البراءات والمنشورات العلمية على مدى العقود الماضية. ولعل "مؤشر الابتكار العالمي" الذي تصدره الويبو قد اعتمد هذا النهج القائم على البيانات الضخمة في تحديد أكبر المجمعات العلمية والتكنولوجيا في العالم. فيحاول هذا التقرير أن يوسع نطاق التحليل باستخدام بيانات أكثر تمتد لعقود عدة، والوقوف على التوجهات الزمنية، والنظر في تفاصيل تعاون المبتكرين في أنحاء العالم شتى. وقد أدى ذلك إلى ظهور صورة معقَّدة تبيِّن أن عدداً محدوداً من بؤر الابتكار العالمية – أي أن بعض البلدان فقط – تستأثر بأغلب النشاط الابتكاري. ويزداد نطاق التعاون في إطار مجموعات وأفرقة أكبر حجماً، ويزداد طابعه العابر للحدود في أغلب البلدان وليس كلها.

وإلى جانب هذا المنظور الاقتصادي العام، يستند التقرير إلى دراستي حالة لينظر في تفاصيل الجغرافيا المتطورة للابتكار في مجالين تكنولوجيين يشهدان تغيراً سريعاً. أما الحالة الأولى فتخص تكنولوجيا المركبات الذاتية القيادة، وتبيِّن بالتفصيل كيف يعيد الابتكار تشكيل صناعة السيارات، مع ظهور شركات في تكنولوجيا المعلومات تنافس شركات تصنيع السيارات المعروفة. وبذلك التحول، اتسعت خريطة الابتكار إذ بات عدد من المراكز المتخصصة في تكنولوجيا المعلومات يكتسب مكانة بارزة، لم نعهدها من قبل، في عالم الابتكارات المتصلة بالمركبات.

وأما الدراسة الثانية، فتركز على التكنولوجيا الأحيائية الزراعية التي يتركز النشاط العلمي والابتكاري فيها في عدد محدود من الاقتصادات المرتفعة الدخل والصين - وتحديداً في المناطق الحضرية الكبيرة غالباً. ومع ذلك، بالمقارنة مع مجالات الابتكار الأخرى، يظل هذا المجال أكثر انتشاراً جغرافياً إذ يشمل بلدان عديدة في أفريقيا وأمريكا اللاتينية وآسيا. ويبيِّن ذلك جزئياً ضرورة تكييف الابتكارات للظروف المحلية.

وتبيِّن الأدلة المعروضة في هذا التقرير مدى الترابط العالمي للنشاط الابتكاري. وقد اعتمدت قدرة الشركات والباحثين على التعاون عبر الحدود في الأساس على سياسات تؤيد الانفتاح والتعاون الدولي. ويسعى التقرير إلى إثبات ضرورة الحفاظ على سياسات الانفتاح ومواصلة توطيد التعاون الدولي. إذ إن حل المشكلات التكنولوجية التي تزداد تعقيداً سيقتضي تشكيل مجموعات باحثين أكبر وأكثر تخصصاً، وهو ما يساعد التعاون الدولي في تحقيقه. ويتبيَّن بذلك أن التعاون الدولي لا غنى عنه في مواصلة دفع الحدود التكنولوجية العالمية.

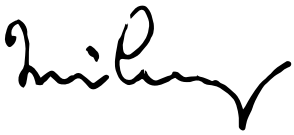
وعلى الرغم من أن التحليل المقدَّم في هذا التقرير يعرض آراءً جديدة، فهو لا يزال محدوداً. إذ توفر بيانات البراءات والمنشورات العلمية مصدراً غنياً من المعلومات القابلة للمقارنة دولياً عن النشاط الابتكاري. غير أنه لا يسع تلك البيانات أن تستوعب كل أبعاد ذلك النشاط ولا أن تعطي صورة كاملة للتفاعلات القيمة بين المبتكرين. وفضلاً عن ذلك، تتسم عوامل تشكيل توجهات الشبكات العالمية للابتكار بأبعاد عديدة ومعقدة التفاعل. ولذلك،

تبيِّن الأدلة المعروضة في هذا التقرير مدى الترابط العالمي للنشاط الابتكاري.

سيكون من القيم للغاية إجراء المزيد من البحوث لتوفير المزيد من المعلومات القائمة على التجربة عن تلك العوامل.

ولا يسعنا في الختام إلا أن نأمل أن يساهم هذا التقرير في إزكاء الوعي بأهمية دور الجغرافيا في النشاط الابتكاري فيساعد في بلورة سياسات تنهض بالابتكار وتكفل توزيع فوائده على نطاق واسع.

فرانسس غري
المدير العام



شكر وتقدير

أُعدّ هذا التقرير بتوجيهات عامة من فرانسس غري (المدير العام) وتحت إشراف Carsten Fink (كبير الخبراء الاقتصاديين). وتولى الإعداد فريق من شعبة الدراسات الاقتصادية والإحصاءات بقيادة Julio Raffo (رئيس اقتصاديات الابتكار) و-Intan Hamdan Livramento (خبيرة اقتصادية) وMaryam Zehtabchi (خبيرة اقتصادية) وDeyun Ying (باحثة بمنحة).

ويستند هذا التقرير إلى عدة أوراق بحثية كُلّف بإعدادها لأغراض هذا التقرير. فيستند الفصل الأول إلى استعراض للمؤلفات أعده Simona (LSE، كلية لندن للاقتصاد) Riccardo Crescenzi Iammarino (LSE) و Carolin Ioramashvili (LSE) وAndrés Rodríguez-Pose (LSE) و Michael Storper (LSE) وجامعة كاليفورنيا، لوس أنغلس).

وساهم كل من Ernest Miguelez (مجموعة البحوث في الاقتصاد النظري والتطبيقي (GREThA)، بوردو)، و Francesco Lissoni، (GREThA بوردو وجامعة بوكوني) و Christian Chacua (GREThA بوردو) و Massimiliano Coda-Zabetta (GREThA بوردو) وGianluca Tarasconi في إعداد التقرير البحثي والبيانات الخاصة بالفصل الثاني.

ويستند الفصل الثالث على بحوث أساسية أجراها كل من Kristin Dziczek (مركز بحوث السيارات (مجموعة CAR)، وEric Dennis (مجموعة CAR)، وQiang Hong (مجموعة CAR) وDiana Douglas (مجموعة CAR) وYen Chen (مجموعة CAR) وValerie Sathe-Brugeman وEdwin Marples (مجموعة CAR).

وأخيراً، ساهم Gregory D. Graff (جامعة ولاية كولورادو) في إعداد التقرير البحثي الخاص بالفصل الرابع.

واستفاد فريق إعداد التقرير كثيراً من التحليلات والتعليقات الخارجية المتعلقة بمسودات الفصول والأوراق البحثية والتي وردت من كل من Cristina Chaminade (جامعة لوند) وFrédérique Sachwald (مرصد العلوم والتكنولوجيا، Hcéres) وMaryann P. Feldman (جامعة شمال كارولينا) وKazuyuki Motohashi (جامعة طوكيو) وLuciana Marques Vieira (كلية ساو باولو لإدارة الأعمال، FGV EAESP) وJosé Maria da Silveira (جامعة كامبينا، UNICAMP) وCan Huang (جامعة زيجيانغ).

وتفضل كل من Daniel Benoliel وLesya Baudoin وShakeel Bhatti وMaurice Blount وLee Branstetter وRichard Corken وAlica Daly وGaétan de Rassenfosse وPhilipp Großkurth وChristopher Harrison وIrene Kitsara و Agénor Lahatte وOrion Penner وLeontino Rezende وTaveira David Sapinho وFlorian Seliger وUsui Yoshiaki بتقديم تعقيبات وتعليقات وبيانات إضافية.

وساعد كل من Hao Zhou وKyle Bergquist في تجميع البيانات المستخدمة في هذا التقرير.

وقدَّمت كل من Samiah Do Carmo Figueiredo وCaterina Valles Galmès وCécile Roure دعماً إدارياً قيماً.

وفي الختام، نود أن نعرب عن امتنانا لزملائنا من فريق التحرير والتصميم في شعبة المنشورات الذي تولوا إخراج هذا التقرير ونخص بالشكر Richard Waddington على عمله التحريري. وقد قدَّمت مكتب الويبو دعماً بحثياً مفيداً طوال فترة إعداد هذا التقرير وقدَّم مرفق الطباعة خدمات طباعة عالية الجودة. وقد تفانوا جميعاً عملاً من أجل الالتزام بالمواعيد على الرغم من ضيق المهل المتاحة.

قد تحيل جغرافيا الابتكار إلى مفارقة: إذ يشهد توليدٍ المعارف العلمية والابتكار زيادة عالمياً وإن كان يتركز بكثافة في عدد قليل من البؤر المحلية.

وبات حجم متزايد من البحث العلمي والاختراعات يُعزى إلى جهات جديدة، وبخاصةٍ إلى البلدان الآسيوية، بعد أن كان حكراً أو يكاد لعدد قليل من الاقتصادات الغنية. وفي الوقت نفسه، واكبت هذا الانتشار الدولي الأوسع – على الصعيد القطري – زيادة تركيز النشاط الابتكاري في بضع المناطق المكتظة بالسكان. وتعدّ تلك المناطق الحضرية منظومات ابتكار حيوية مثل منطقة سيليكون فالي خارج سان فرانسسكو في الولايات المتحدة أو شنزنٍ-هونغ كونغ في الصين التي ظهرت مؤخراً.

ومع ذلك، فإن هذه المفارقة ظاهرية أكثر مما هي حقيقية؛ إذ إن معظم التجمعات الحضرية ابتكاراً في العالم هي أيضاً الأكثر انفتاحاً على العالم الخارجي. وفي بعض الأحيان، تكون تلك التجمعات مرتبطة أكثر بنظرائها دولياً عن مناطقها النائية الوطنية. وهي تشكل معاً ما يُطلق عليه الاقتصاديون اسم "شبكات الابتكار العالمية". وتتمحور تلك الشبكات حول الأفراد المهرة والشركات الابتكارية إذ تنجذب العمالة المهرة نحو المناطق الحضرية الابتكارية لأنهم يريدون التفاعل معاً والتمتع بميزات الحياة في المدينة. وتوفر المدن الكبيرة للشركات سوقاً محلياً واسعاً، وموردين متخصصين، ومؤسسات أكاديمية تتيح لها جني ثمار وفورات الحجم والنطاق. وفضلاً عن ذلك، تنتقل المعارف بسلاسة أكبر بين الشركات والباحثين الجامعيين عندما يعملون على مقربة من بعضهم بعضاً، مما يدفع محرك الابتكار.

وتحلل الويبو، في هذا التقرير، هذه التوجهات المزدوجة بالاستناد إلى مجموعة غنية تتكون من الملايين من طلبات البراءات والمنشورات العلمية. وتدعو نتائج التقرير إلى زيادة الانفتاح ودعم التعاون حتى يستمر الابتكار في الازدهار.

توليد المعارف ينتشر إلى بلدان أكثر فأكثر

شهدت غالبية الفترة الممتدة من 1970 إلى 2000 استئثار ثلاثة بلدان فقط – وهي الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا – بثلثي إجمالي نشاط البراءات في جميع أنحاء العالم. وإذا أضيفت الاقتصادات الأوروبية الغربية المتبقية، فستبلغ الحصة نحو 90 في المئة. وبعد تلك الفترة، ارتفعت حصة باقي العالم من الصفر تقريباً إلى نحو ثلث إجمالي نشاط البراءات. وقد توزعت البيانات العلمية المنشورة على نطاق أوسع، إذ ارتفعت حصة باقي العالم من أقل من ربع إجمالي المنشورات إلى نحو النصف على مدى السنوات العشرين الماضية.

ويُعزى تزايد حصة المجالات الجديدة من إنتاج المعرفة والابتكار في المقام الأول إلى الصين وجمهورية كوريا اللتين تشكلان معاً أكثر من 20 في المئة من البراءات المسجَّلة خلال الفترة 2015-2017 مقارنةً بأقل من 3 في المئة خلال الفترة 1990-1999. وقد ساهمت بلدان أخرى – ولا سيما أستراليا وكندا والهند وإسرائيل – أيضاً في الانتشار العالمي للابتكار. ومع ذلك، استمرت العديد من البلدان المتوسطة الدخل وكل البلدان المنخفضة الدخل في تسجيل مستويات أقل بكثير في نشاط البراءات.

وقد حمل التفرق والترابط المتزايدان لتدفق المعارف والابتكار في طياته ظهور شبكات عالمية، أو سلاسل قيمة، معقدة لإنتاج السلع والخدمات وتوفيرها. وحددت الشركات المتعددة الجنسيات بخاصةٍ مراحل إنتاج كثيفة المعرفة – وأهمها البحث والتطوير – في التجمعات الحضرية التي توفر معارف ومهارات متخصصة. وبوجه أعم، فإن ضرورة تعزيز التعاون لمواجهة تزايد التعقيد التكنولوجي قد دفعت التركيز المتزايد للابتكار في بعض المناطق الحضرية وانتشارها على المستوى العالمي.

الابتكار يزداد محلياً

بالاستناد إلى بيانات المخترعين والمؤلفين العلميين المفضَّلة جغرافياً، ينظر هذا التقرير في جغرافيا الابتكار داخل البلدان ويحدد التجمعات الرئيسية للنشاط العلمي والتكنولوجي في العالم. ويتناول التقرير نوعين من التجمعات هما بؤر الابتكار العالمية التي تظهر أعلى كثافة في المنشورات العلمية أو نشاط البراءات؛ والتجمعات المتخصصة التي تكون فيها كثافة المخترعين والمؤلفين العلميين أعلى في مجال معيَّن دون أن تكون عالية بما يكفي لتُعدّ بؤرة عالمية.

الابتكار متركز جغرافياً في عدد محدود من المناطق

تُظهر الخريطة الناشئة للبؤر العالمية والتجمعات المتخصصة أن النشاط الابتكاري والعلمي في كل بلد يتركز دائماً في عدد قليل من المناطق الحضرية الكبيرة والمعولمة والمزدهرة. وفي الولايات المتحدة، استأثرت البؤر الواقعة في نيويورك وسان فرانسسكو وبوسطن بنحو ربع إجمالي البراءات المودعة في الولايات المتحدة خلال الفترة الممتدة بين عامَي 2011 و2015. وأما في الصين، فقد زادت التجمعات الواقعة في بيجين وشنغهاي وشنزن حصتها من 36 في المئة إلى 52 في المئة من إجمالي البراءات الصينية خلال الفترة ذاتها.

وترجع أقل من 19 في المئة من إجمالي النواتج الابتكارية والعلمية إلى مخترعين أو باحثين خارج البؤر والتجمعات المتخصصة. وعلى الرغم من هذا التغير الكبير في مشهد الابتكار العالمي، لا يزال أكثر من 160 بلداً – أي الأغلبية العظمى – يولد نشاطاً ابتكارياً قليلاً ولا يستضيف أي بؤرة أو تجمع متخصص.

المدن الكبيرة ليست بالضرورة بؤراً للابتكار

لا تستتبع الكثافة السكانية بالضرورة الكثافة الابتكارية. ففي أمريكا الشمالية مثلاً، تقع أغلب البؤر في مناطق حضرية

كثيفة سكانياً على طول الساحلين الشرقي والغربي، في حين أن العديد من المناطق الحضرية القارية الكثيفة سكانياً لا تتميز بمستوى مساوٍ من الكثافة الابتكارية. وفي المقابل، لا تتسم مدن كبرى - مثل بانكوك والقاهرة وكيب تاون وكوالا لامبور وسانتياغو دي شيلي - سوى بدرجة متوسطة من الكثافة الابتكارية في بعض المجالات المتخصصة على الرغم من ارتفاع عدد سكانها.

وقد تشتمل بعض المناطق الحضرية الأقل كثافة أحياناً على تجمعات متخصصة مثل إيثاكا في الولايات المتحدة وستافانجر في النرويج وبرن في سويسرا – وكلها مدن ابتكارية للغاية بفضل البصمة الابتكارية القوية للمؤسسات الأكاديمية أو الصناعات المحلية أو في بعض الأحيان وجود شركة رئيسية.

التعاون يصبح القاعدة

تُظهر البيانات أن أغلبية متزايدة من الأوراق العلمية والبراءات تكون من إعداد أفرقة. ففي أوائل الألفينيات، أعدت أفرقة 64 في المئة من إجمالي الأوراق العلمية و54 في المئة من إجمالي البراءات. وبحلول النصف الثاني من عقد عام 2010، ارتفعت هاتان النسبتان إلى نحو 80 في المئة و70 في المئة على التوالي.

وتُظهر أغلب الاقتصادات المرتفعة الدخل أيضاً ارتفاعاً في التعاون الدولي. وإن العوامل التي تدفع الأوساط الأكاديمية والشركات إلى عبور الحدود للعثور على شركاء للابتكار عديدة. وللمجتمع العلمي باع طويل من الانخراط في التعاون الدولي في حين تبحث الشركات المتعددة الجنسيات عن مكاسب في الفعالية عن طريق تقسيم أنشطتها الخاصة بالبحث والتطوير دولياً عن طريق التعاون الدولي.

والاستثناء الرئيسي لهذا التوجه نحو التدويل هي الاقتصادات الأولى في شرق آسيا حيث شهدت اليابان وجمهورية كوريا والصين مؤخراً حصصاً منخفضة من التعاون الدولي وإن لم يكن ذلك في الأعداد المطلقة.

أغلب الروابط الدولية تتركز في عدد قليل من البلدان

تتركز أغلب أنشطة التعاون الدولي في عدد قليل من البلدان الرئيسية. وفي الفترة من 2011 إلى 2015، استأثرت الولايات المتحدة بنسبة 68 في المئة وأوروبا الغربية بنسبة 62 في المئة من كل أنشطة التعاون العلمي والابتكاري الدولي. وتحدث أغلب أنشطة التعاون في صفوف المخترعين والباحثين من تلك البلدان. وتتعاون الأطراف الجديدة في شبكات التعاون القائمة في بلدان مثل الصين والهند وأستراليا والبرازيل في الأغلب مع الاقتصادات المذكورة آنفاً عوضاً عن فيما بينها.

البؤر والتجمعات تدفع التعاون الدولي والشبكات العالمية

زادت أغلب بؤر الابتكار العالمية تعاونها الدولي على مدى العقدين الماضيين. ويشكل ذلك التعاون - سواء على المستوى الوطني أو الدولي في مجال البراءات أو المنشورات - شبكة معقدة من الروابط تشكل شبكات الابتكار العالمي. وقد تطور شكل تلك الشبكات مع ازدياد عدد العقد والروابط مع مرور الوقت.

ويتعاون المخترعون والعلماء داخل البؤر والتجمعات المتخصصة دولياً أكثر من غيرهم ولا سيما في مجال المقالات العلمية. وعلى مدى العقدين الماضيين، تضاعفت حصة المنشورات العلمية التي تنطوي على تعاون دولي بين العلماء من داخل البؤر أكثر من ثلاثة أضعاف مقارنةً بحصة العلماء خارج البؤر.

التعاون متركز

على الرغم من العُقد والروابط الجديدة في الشبكات، لا تزال البؤر الواقعة في الولايات المتحدة وأوروبا وآسيا هي جوهر الشبكات العالمية من حيث النواتج والتواصل. وبوجه عام، تتعاون البؤر الأكبر حجماً على المستويين الوطني والدولي، في حين تتعاون التجمعات المتخصصة والبؤر الأصغر حجماً في المقام الأول على المستوى الوطني. فعلى سبيل المثال، تتواصل العديد من البؤر الواقعة في فرنسا والمملكة المتحدة مع باقي العالم غالباً عن طريق باريس ولندن على التوالي. وأما في الصين، فتؤدي شنغهاي وبيجين وشنزن دور همزة الوصل.

ومع ذلك، لا تتميز كل البؤر بالأهمية ذاتها من حيث الاتصالات. فإن البؤر الواقعة في الولايات المتحدة من أكثر العُقد اتصالاً. وتتسم بيجين ولندن وباريس وسيول وشنغهاي وطوكيو أيضاً بمستوى عالٍ من الاتصال ولكن أقل من الولايات المتحدة. ومن المثير للاهتمام أن الحجم المرتفع للنشاط الابتكاري والعلمي في بؤر الولايات المتحدة لا يفسر تماماً اتصالها الأعلى. فالعديد من البؤر الأخرى – مثل طوكيو وسيول – تظهر مستوى مماثلاً من النواتج العلمية أو الابتكارية ولكنها أقل اتصالاً.

وتختلف درجة التعاون الدولي كثيراً باختلاف البلدان. فعلى سبيل المثال، تتسم البؤر في الهند وسويسرا بدرجة مرتفعة من الاتصال الدولي في حين تتسم البؤر في جمهورية كوريا واليابان بدرجة متدنية من الاتصال. وفي العديد من البؤر، تصاحب التدويل غالباً زيادة في حصة التفاعلات المحلية حصراً. فقد شهدت العديد من البؤر الصينية زيادة هائلة في عدد الاختراعات المشتركة داخل البؤر، فأدى ذلك إلى انخفاض في حصة التعاون الوطني والدولي خارج تلك البؤر.

الشركات المتعددة الجنسيات تقف في صميم الشبكة

تسلط بيانات البراءات الضوء على شبكات البحث والتطوير التجارية التي تقف في صميم شبكات الابتكار العالمية. إذ يُذكر عدد متزايد من المخترعين الأجانب في طلبات البراءات الخاصة بالشركات المتعددة الجنسيات من جميع أنحاء العالم، وينتمي هؤلاء المخترعون الأجانب إلى مجموعة متسعة من البلدان. وفي السبعينيات والثمانينيات، لم يرد بيان مخترعين أجانب سوى في 9 في المئة من البراءات التي أودعتها شركات أمريكية؛ وبحلول عقد عام 2010، ارتفعت تلك النسبة إلى 38 في المئة. وشهدت شركات من أوروبا الغربية زيادة كبيرة مماثلة من 9 في المئة إلى 27 في المئة خلال الفترة ذاتها.

ويحدث هذا التزود الدولي بالبراءات غالباً بين شركات ومخترعين من اقتصادات مرتفعة الدخل. وفي السبعينيات والثمانينيات، كانت 86 في المئة من عمليات التزود الدولي بالبراءات تحدث بين شركات متعددة الجنسيات ومخترعين من الولايات المتحدة واليابان وبلدان أوروبا الغربية. ومع ذلك، انخفضت تلك الحصة إلى 56 في المئة في عقد عام 2010.

البلدان المتوسطة الدخل أطراف جديدة في شبكات الشركات المتعددة الجنسيات

يُعزى الانخفاض المذكور آنفاً إلى تطورين محددين أولهما أن الشركات المتعددة الجنسيات من تلك البلدان باتت تلزم حجماً متزايداً من أنشطتها للبحث والتطوير إلى بلدان متوسطة الدخل، وبخاصةٍ الصين والهند، وبقدر أقل إلى أوروبا الشرقية. فخلال عقد عام 2010 مثلاً، كان أكثر من ربع إجمالي عمليات التزود الدولي بالبراءات في الشركات المتعددة الجنسيات في الولايات المتحدة تنطوي على مخترع من الصين أو الهند. وأما ثانيهما فهو أن الشركات المتعددة الجنسيات من البلدان المتوسطة الدخل تشارك بنشاط أيضاً في شبكات الابتكار العالمية. وتعتمد شركات من آسيا وأوروبا الشرقية وأمريكا اللاتينية وأفريقيا اعتماداً متزايداً على براعة المخترعين من الولايات المتحدة وأوروبا الغربية والصين.

بؤر الابتكار تتحرك ويمكن أن تتناثر مع مرور الوقت

يكون للشركات المتعددة الجنسيات احتياجات واستراتيجيات مختلفة للغاية فيما يخص أماكن تعبئة المواهب، وقد تتغير تلك الأماكن مع مرور الوقت. فعلى سبيل المثال، ركزت غوغل وسيمنز أنشطتها الابتكارية في أهم البؤر. وفي عقد عام 2010، استأثرت سان خوسيه-سان فرانسسكو بنسبة 53 في المئة من براءات غوغل ارتفاعاً من 36 في المئة في الألفينيات. وبالمثل، استأثرت نورمبرغ - وهي أكبر مصدر لبراءات شركة سيمنز للصناعات الألمانية - بنسبة 32 في المئة خلال عقد عام 2010 مقارنةً بنسبة 27 في المئة في الألفينيات.

والتركيز أكبر بكثير في الشركات الآسيوية على الرغم من انخفاضه انخفاضاً طفيفاً مع مرور الوقت. وكانت طوكيو وشنزن-هونغ كونغ أكبر المصادر الابتكارية لشركتي سوني وهواوي في عقد عام 2010 إذ شكلت 71 في المئة و81 في المئة من براءات الشركتين على التوالي. ومع ذلك، يساوي ذلك انخفاضاً من 83 في المئة و88 في المئة خلال العقد السابق مما يشير إلى تشتت نسبي للابتكار.

الابتكار يعيد تشكيل صناعة السيارات

يتعمق التقرير أكثر في الجغرافيا المتطورة للابتكار عن طريق دراسة صناعتين تشهدان تغيراً عميقاً أولها قطاع السيارات الذي يشهد المراحل الأولى من الاضطراب التكنولوجي. إذ باتت جهات جديدة – من داخل صناعة السيارات وقطاع تكنولوجيا المعلومات – تنافس الجهات القائمة.

وعلى الرغم من أن المركبات الذاتية القيادة بالكامل لم تبلغ الأسواق بعد، فإن تحليلات بيانات الذكاء الاصطناعي والاتصال بين الأجهزة والمكونات يعيدان توجيه النموذج التجاري للقطاع بأكمله نحو الخدمات وما يُعرف باسم "اقتصاد المنصات". ويخشى صانعو السيارات التقليديون فقدان مكانتهم الرئيسية في صناعة السيارات وتسويقها.

وتشير بيانات البراءات إلى أن صانعي السيارات والموردين التقليديين يقفون في مقدمة الابتكار في مجال المركبات الذاتية القيادة. وتعدّ شركات فورد وتويوتا وبوش - بعدد 357 و320 و277 أسرة براءات متعلقة بالمركبات الذاتية القيادة على التوالي - المصادر الثلاث الأولى لبراءات المركبات الذاتية القيادة. ومع ذلك، تضم قائمة أكبر مودعي البراءات أيضاً جهات غير صانعي السيارات. وتحتل غوغل – وشركتها الفرعية "Waymo" العاملة في مجال المركبات الذاتية القيادة – المرتبة الثامنة بعدد 156 براءة أمام صانعي سيارات تقليديين مثل نيسان وبي إم دابليو وهيونداي. وتمتلك كل من أوبر ودلفي 62 براءة متصلة بالمركبات الذاتية القيادة فتحتلان المرتبة الحادية والثلاثين بالتساوي.

الجهات العاملة والجهات الجديدة تتعاون فيما بينها

لا تمتلك الجهات العاملة ولا الجهات الجديدة حالياً كل الكفاءات اللازمة لإنتاج مركبات ذاتية القيادة. فعليها إما التعاون وإما الحصول على المهارات التي تحتاجها من المستوى الدولي. وإن الابتكار في المركبات الذاتية القيادة مشروع طويل الأجل ومكلّف. وللأطراف المعنية حوافز كبيرة على التعاون وتقاسم المخاطر والتكاليف مع أنواع مختلفة من الشركاء. وتتشكل ثلاثة أنواع من التعاون: فيما بين صانعي السيارات العاملين؛ وفيما بين شركات التكنولوجيا؛ وبين صانعي السيارات وشركات التكنولوجيا. وشبكة التعاون الناشئة هي مزيج من كل ما سبق: لا يستبعد أي منها الآخر وإنما يتزامنان.

شركات السيارات وشركات تكنولوجيا المعلومات تظل مرتبطة بتجمعاتها التقليدية

لا تزال الشركات الكبرى من قطاعَي صناعة السيارات وتكنولوجيا المعلومات تؤيد المواقع المحلية في أنشطتها الابتكارية. ويُلاحظ بعض التحول الهامشي في الجغرافيا، فقد يكون من السابق لأوانه إعطاء إجابة محددة عما إذا كانت تكنولوجيا المركبات الذاتية القيادة ستغيِّر جغرافيا الابتكار في قطاع صناعة السيارات.

الابتكار يُزرع في مختبرات التكنولوجيا الأحيائية ويُحصد في التجمعات الزراعية

إن التكنولوجيا الأحيائية هي قطاع يجب فيه تكييف الابتكار للظروف الزراعية البيئية المحلية. وعلى الرغم من أن أغلب الاختراعات في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية تأتي من بلدان مرتفعة الدخل - مثل الولايات المتحدة وبلدان أوروبا الغربية وشرق آسيا – فيجب تكييفها مع ظروف المناخ والتربة المختلفة. وكان أغلب المحاصيل المعدَّلة وراثياً والمستخدمة في البلدان المتوسطة الدخل الناشئة خلال أواخر التسعينيات عبارة عن مواد وراثية مكيَّفة محلياً من نظيراتها من أمريكا الشمالية. ونتيجة لذلك، توجد تجمعات متخصصة في الابتكارات التكنولوجية الأحيائية النباتية في أنحاء عديدة من العالم. ومع ذلك، تُظهر البيانات أن الابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية في العديد من بلدان أفريقيا، وأمريكا اللاتينية والكاريبي، وآسيا، مركَّز جغرافياً.

واقع الابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية

تخرج بضعة بلدان فقط الجزء الأكبر من النواتج الابتكارية والعلمية في مجال التكنولوجيا الأحيائية. وتراكم الولايات المتحدة وألمانيا والصين واليابان وجمهورية كوريا أكثر من 55 في المئة و80 في المئة من إجمالي المقالات والبراءات المتصلة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية على التوالي. ولم تنضم سوى الأرجنتين وأستراليا والهند وإسرائيل والمكسيك وسنغافورة إلى قائمة البلدان التي تستضيف تجمعات متخصصة في التكنولوجيا الأحيائية النباتية؛ وفي كل منها تجمع واحد فقط باستثناء أستراليا.

وتوجد فجوة جغرافية بين أماكن حدوث الابتكارات المتعلقة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية وأماكن زراعة المحاصيل المعدَّلة وراثياً. وفي معظم الحالات، تقع بؤر التكنولوجيا الأحيائية الزراعية في المناطق الحضرية الكبيرة إما في بؤر عالمية للابتكار أو تجمعات متخصصة ذات كفاءات قوية في مجال التكنولوجيا الأحيائية. وينطبق ذلك أيضاً على البلدان النامية حيث تقع التجمعات الوطنية المتخصصة في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية عادةً في مناطق حضرية كبيرة مثل ساو باولو في البرازيل وكيب تاون في جنوب أفريقيا.

وتكون بعض التجمعات قريبة من المناطق الريفية – مثل فيكوزا في البرازيل أو إرابواتو في المكسيك. ويرتبط وجودها عادةً، أينما كانت، بمؤسسات عامة مؤثرة مثل جامعات أو مراكز بحوث زراعية دولية أو أنظمة بحوث زراعية وطنية.

زيادة التعاون بين القطاعين العام والخاص

توظف الشركات الخاصة، ولا سيما الشركات الزراعية التجارية الأربع الكبرى - وهي Bayer وBASF من ألمانيا وChemChina وCorteva Agriscience من الولايات المتحدة - جزءاً كبيراً من استثمارات البحث والتطوير في التكنولوجيا الأحيائية النباتية. وقد حفزت الحاجة إلى الوصول إلى تكنولوجيا مملوكة التعاون داخل القطاع عن طريق تبادل التراخيص واقتناء التراخيص وشراكات البحث وحتى عمليات الاندماج والاستحواذ.

ومع ذلك، توجد حاجة متزايدة إلى التعاون مع القطاع العام من أجل النفاذ مثلاً إلى مجموعات المواد الوراثية والأصناف الزراعية - كالأصناف النباتية ذات الخصائص المرغوبة - التي تكون غالباً محفوظة لدى مؤسسات البحث العامة. وبالنسبة إلى المؤسسات العامة، تتطلب التكاليف المرتفعة لتسويق منتجات التكنولوجيا الأحيائية الزراعية دائماً تقريباً التعاون مع شركات كبيرة متعددة الجنسيات. ومنذ الألفينيات، تجاوزت البراءات المشتركة بين الشركات الخاصة والمؤسسات العامة البراءات المشتركة بين الشركات الخاصة لتصبح النوع الأساسي من التعاون. ومنذ عقد عام 2010، نزلت البراءات المشتركة بين الشركات الخاصة إلى المرتبة الثالثة من حيث الأهمية خلف البراءات المشتركة بين المؤسسات العامة.

الانفتاح في السعي نحو الابتكار يعود بفوائد متبادلة

ما تأثير الجغرافيا العالمية للابتكار، كما هي موضحة في هذا التقرير، على رسم السياسات؟ اعتمد نمو شبكات الابتكار العالمية على السياسات التي تؤيد الانفتاح والتعاون الدولي ولكن ينبغي عدم التوقف عند ذلك الحد – وبخاصةٍ إذ أصبحت الرؤى العامة أكثر تشكيكاً في منافع العولمة.

وتقدِّم النظرية الاقتصادية أسباباً جيدة لمميزات التبادل الحر للمعارف: فهو يعزز التخصص في تجمعات الابتكار المختلفة في جميع أنحاء العالم، بما يؤدي إلى إنتاج أكثر فعالية وتنوعاً للمعارف. وتعزز طبيعة "السلعة العامة" للمعارف فوائد الانفتاح: فإذا ولدت تدفقات المعارف فوائد اقتصادية في الخارج دون أن تقلل من الفوائد المحققة في الداخل، فلا شك في أن تتحقق فوائد متبادلة من الانفتاح.

ومن الناحية النظرية، قد توجد ظروف حيث يمكن للقيود الاستراتيجية على التجارة وتدفقات المعرفة أن تفيد مسارات نمو الاقتصادات. ومع ذلك، تشير تجربة البلدان المرتفعة الدخل على مدى العقود الماضية إلى تأثير إيجابي عام ينتج عن تدفق المعارف الخاصة بالتكنولوجيات الجديدة.

انخفاض إنتاجية البحث والتطوير يعزز وجاهة الانفتاح

إن مواصلة دفع الحدود التكنولوجية يزداد صعوبة يوماً تلو يوم. وتشير الأدلة إلى أن تحقيق المستوى نفسه من التقدم التكنولوجي المحقق في الماضي يتطلب المزيد والمزيد من جهود البحث والتطوير.

ويقتضي انخفاض إنتاجية البحث والتطوير زيادة الاستثمار في الابتكار باستمرار، فضلاً عن التعاون والانفتاح. ويقتضي إيجاد حلول للمشكلات التكنولوجية التي تزداد تعقيداً تشكيل أفرقة أوسع من الباحثين وتخصصاً أكبر في البحوث، وهما عاملان يعززهما الانفتاح والتعاون الدولي.

الانفتاح يحتاج إلى التعاون الدولي...

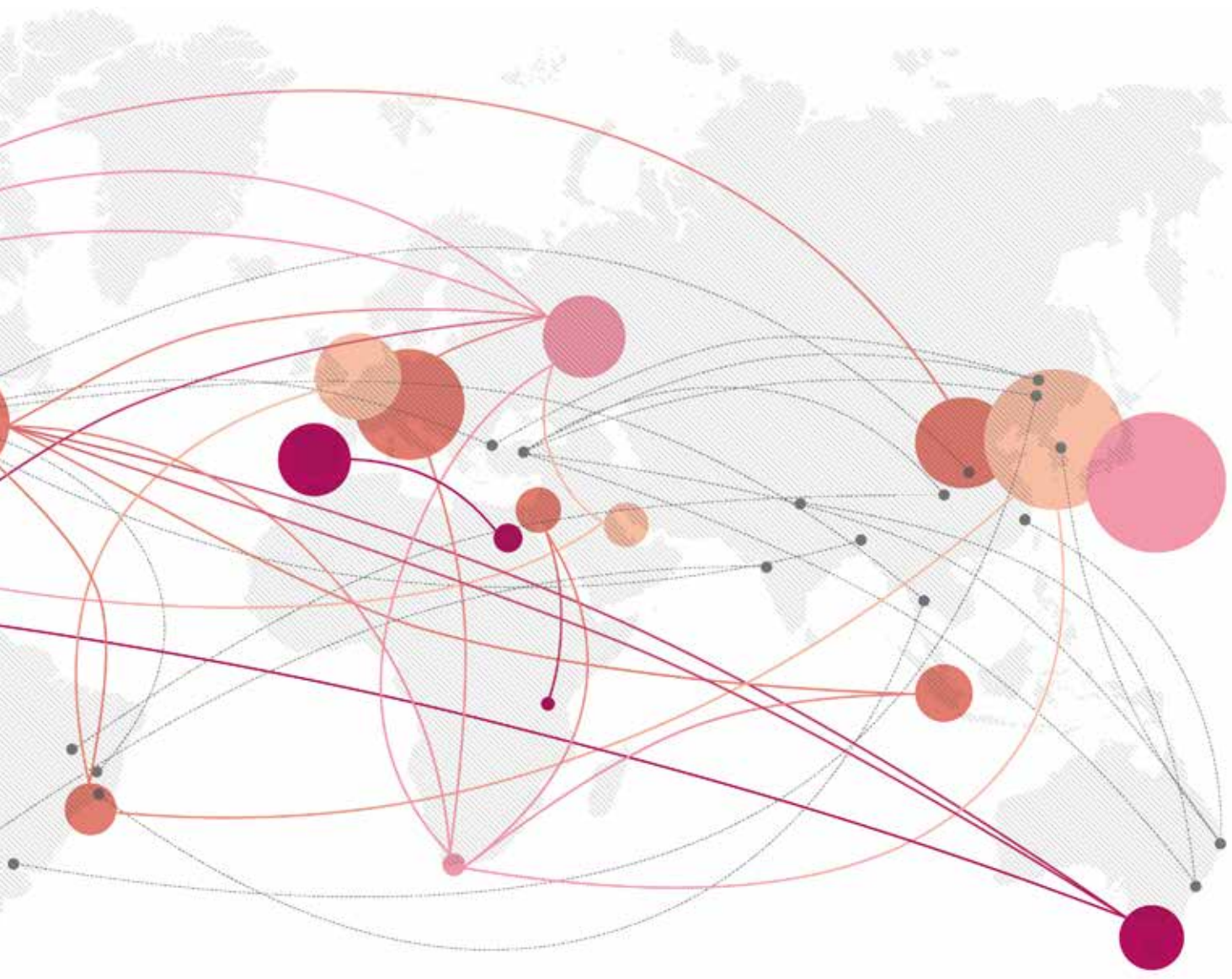
للتعاون الدولي في مجال الابتكار أبعاد عديدة. فهو لازم للنهوض بحوافز على الاستثمار في الابتكار تواكب متطلبات الاقتصاد العالمي وحجمه. ويمكن أن يؤدي أيضاً دوراً مهماً في تسهيل عمل المبتكرين على المستوى الدولي. وأخيراً، يمكن للحكومات أن تجمّع مواردها وتموّل مشروعات علمية واسعة النطاق تتجاوز الميزانيات الوطنية أو تتطلب معارف تقنية متاحة في بلدان مختلفة.

...وسياسات تعالج تفاقم التفاوتات الإقليمية

إن أحد التوجهات المقلقة التي لوحظت على مدى العقود الماضية هو زيادة التفاوت الإقليمي في الدخل والنشاط الابتكاري والعمالة المهرة والرواتب بحسب البلدان. ويعزز الانفتاح الانجذاب نحو المناطق الرائدة. وكما يبيِّن هذا التقرير، تميل أكثر بؤر الابتكار حيوية المدمجة في شبكات الابتكار العالمية إلى أن تقع في أغنى التجمعات الحضرية القائمة داخل البلدان.

ويمكن للدعم الإقليمي والسياسات الإنمائية أن يؤديا دوراً مهماً في مساعدة المناطق التي تخلفت عن الركب. وعلى الرغم من أنهما لن يعكسا الانجذاب نحو المناطق الناجحة، فيمكنهما أن يعززا النمو القائم على الابتكار الذي يعود بالفائدة على الاقتصادات ككل.

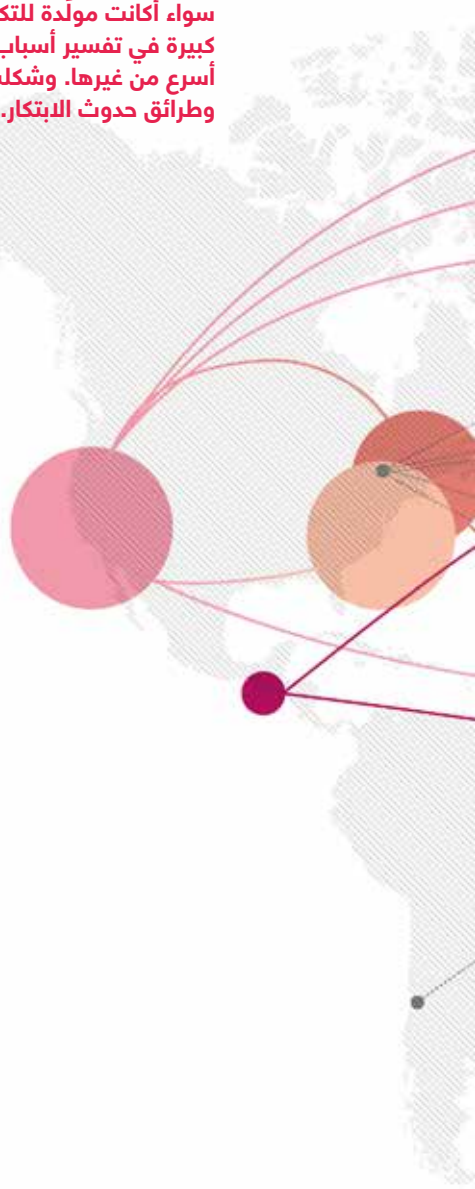
الابتكار يتركز أكثر فأكثر في
"البؤر" الحضرية. وفي الوقت
نفسه، تتصل تلك البؤر
وتتعاون في جميع أنحاء العالم



الفصل 1

الجغرافيا العالمية المتغيرة للابتكار

الابتكار التكنولوجي هو محرك النمو الاقتصادي وارتقاء مستويات المعيشة. وكما ورد في "التقرير العالمي للملكية الفكرية 2015" الذي أصدرته الويبو، شهد العالم نمواً غير مسبوق على مدى القرنين الماضيين. فقد أدت مجموعة من الاكتشافات التكنولوجية إلى تحسن كبير في نوعية الحياة وولدت ازدهاراً مادياً واسع النطاق؛ وإن شهدت بعض الاقتصادات الوطنية نمواً أسرع وأكثر استدامة من غيرها. ويساهم التوزيع الجغرافي وانتشار الأنشطة الابتكارية – سواء أكانت مولّدة للتكنولوجيا أم للمعارف – مساهمة كبيرة في تفسير أسباب تطور بعض الاقتصادات بوتيرة أسرع من غيرها. وشكلت التكنولوجيات الجديدة أماكن وطرائق حدوث الابتكار.[1]



ركزت الثورة الصناعية الأولى – التي حدثت في أواخر القرن الثامن عشر بسبب عمليات التصنيع الجديدة بقوة البخار – الناتج الصناعي العالمي في أوروبا الغربية، وبخاصةٍ في المملكة المتحدة.[2] وقد غيَّرت وجه الاقتصاد العالمي وأنشأت تسلسلاً هرمياً عالمياً مختلفاً للتنمية. وأدت أيضاً إلى تفاوتات إقليمية مستمرة داخل أوروبا مع تكون "جوهر أوروبي" من مجموعة مختارة من المناطق والمدن مثل مانشستر ولندن في المملكة المتحدة، ونورماندي وباريس وليون في فرنسا، وروهرغيبيت في ألمانيا، ولياج في بلجيكا أو المنطقة الفرنسية-الألمانية التي شملت لورين وسارلاند ولكسمبرغ.[3]

وشهدت الثورة الصناعية الثانية – التي قامت على مجموعة كبيرة من الاختراعات الآلية والكهربائية في النصف الثاني من القرن التاسع عشر – دخول أمريكا الشمالية في صفوف البلدان المرتفعة الدخل مع توسع المناطق الصناعية في أوروبا. ولم يحدث تداخل تام بين البلدان والمدن والمناطق التي كانت في صميم الثورتين. إذ تدهور بعض المناطق الجوهرية سابقاً وازدهر البعض الآخر. وفي أوروبا، توسع نطاق التصنيع بكثافة فشمل عدة مناطق منها جنوب غرب فرنسا، وشمال شرق إسبانيا، ممر ميلانو - البندقية في شمال إيطاليا وبرلين وفيينا وكراكوف وبراغ، وكذلك أوسلو وغوتنبرغ في السويد. وأما في الولايات المتحدة الأمريكية، فقد ظلت المدن الشمالية الشرقية – مثل بوسطن ونيويورك وبالتيمور – مدناً صناعية مهمة مع وصول الثورة الصناعية إلى عدة مدن في الغرب الأوسط مثل شيكاغو وديترويت ومينيابوليس وكليفلاند.

وابتداءً من السبعينيات والثمانينيات، حدثت ثورة صناعية ثالثة شملت على نطاق واسع التكنولوجيات الرقمية وعلوم الحياة والتكنولوجيات البيولوجية والهندسة المالية، مع حدوث تقدم كبير في مجالَي النقل والخدمات اللوجستية. وتزامن ذلك مع الزيادات الكبيرة في التجارة العالمية وتدفقات الاستثمار. وامتد الابتكار والتنمية الاقتصادية إلى شمال شرق آسيا، منتقلاً من اليابان إلى جمهورية كوريا ثم إلى الصين. وتحولت طوكيو وسيول وشنزن وبيجين إلى مدن كبرى باتت تشكل توجه التقدم التكنولوجي اليوم. ولا تزال الاقتصادات المرتفعة الدخل "القائمة" في أوروبا وأمريكا الشمالية في طليعة الابتكار، وإن اختلف التوزيع الجغرافي الداخلي للابتكار مجدداً.

فما هي العوامل التي يمكن أن تفسر سبب تركز الابتكار في مناطق جغرافية معينة وانتشاره بشكل غير متساوٍ؟ إذا تجاوزنا الأنماط العريضة الموضحة أعلاه، فكيف تتغير الجغرافيا العالمية للابتكار بالضبط؟ وكيف تقوم الشركات في عصر العولمة الحالي بتنظيم أنشطة الابتكار في جميع أنحاء العالم؟

يسعى هذا التقرير إلى تقديم رد على هذه الأسئلة عن طريق ثلاثة محاور: أولاً، استعراض المنظور الاقتصادي والأدلة التجريبية التي تشرح التوزيع الجغرافي للنشاط الإبداعي – في هذا الفصل

الأول. وثانياً، الاستناد إلى بيانات البراءات والنشر العلمي التي تحدد المناطق الجغرافية للمخترعين والمؤلفين العلميين في جميع أنحاء العالم لإظهار طريقة تطور جغرافيا الابتكار على مدى العقود الماضية. ويتناول الفصل 2 مناقشة التوجهات الناشئة في هذه الجغرافيات من باب شبكات الابتكار العالمية، وبؤر الابتكار المركزة جغرافياً، ومجموعات الابتكار المتخصصة المترابطة التي تتزايد مكانتها في هذا المجال. وسيعرض التقرير طريقة عمل تلك الشبكات عن طريق دراستي حالة – الأولى عن المركبات الذاتية التحكم في الفصل 3 والثانية عن التكنولوجيات البيولوجية الزراعية في الفصل 4. وأخيراً، ينتهي التقرير – في الفصل 5 – بعرض وجهات نظر سياسية بشأن نتائجه الرئيسية. وهي تشدد بخاصةٍ على مزايا أنظمة الابتكار الوطنية التي تظل منفتحة على التبادل الدولي للمعرفة.

ويناقش هذا الفصل الأول القوى الاقتصادية الرئيسية التي تفسر التركيز الجغرافي وانتشار وتوزع توليد المعارف. ويستعرض القسم التالي النظريات الاقتصادية الرئيسية والأدلة الموجودة على التركيز الجغرافي للأنشطة الإبداعية. ويبيّن أن عمليات توليد المعرفة وتدفقها والاستثمار فيها والحصول عليها تعزز الابتكار العالمي والتسلسلات الهرمية الاقتصادية، وتركز الابتكار في بؤر أو مجموعات جغرافية محددة معظمها في المدن الكبرى. وينظر القسم 2.2 في كيفية قيام تلك العمليات في الوقت نفسه إلى زيادة تشتت البؤر على النطاق العالمي. فيقف على القوى الرئيسية – التي تعمل بشكل أساسي من خلال شبكات عالمية من الشركات والباحثين وأصحاب الأعمال - والتي تربط بين مراكز الإبداع الرئيسية في جميع أنحاء العالم. وأما القسم الأخير، فيتناول بعض العواقب الناشئة عن الشبكة العالمية الحالية لبؤر الابتكار الشديدة التركز.

1.1 تركيز الابتكار في البؤر الحضرية

يتطلب تأطير جغرافيا الابتكار العالمي فهم القوى المحركة لتركيز الابتكار وانتشاره. وإحدى السمات البارزة لجغرافيا التنمية الاقتصادية مشتركة بين كل من الاقتصادات المرتفعة الدخل القائمة والاقتصادات الناشئة المتوسطة الدخل الناجحة وهي أن جغرافيا البلدان المرتفعة الدخل تتسم بالتمدن المتزايد مما يفسر تجدد الاختلاف بين الأقاليم داخل البلدان. وتشكل هذه المناطق الحضرية أيضاً تربة خصبة لظهور منظومات الابتكار. وفي الولايات المتحدة، يوجد مثالان بارزان هما الجزء الجنوبي من منطقة خليج سان فرانسيسكو في شمال كاليفورنيا ومنطقة بوسطن الكبرى في ماساتشوستس، اللذان يُطلق عليهما غالباً اسم "سيليكون فالي" و"روت 128" على التوالي.

ما هي القوى الاقتصادية التي تفسر تجمع الابتكار؟

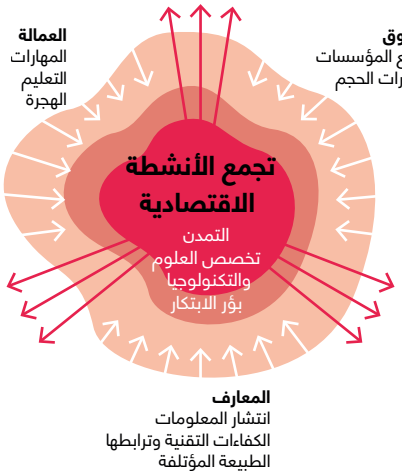
من أصعب الأسئلة التي تطرحها دراسات الجغرافيا والاقتصاد والتنمية هي التأكد من سبب ازدهار بؤر أو تجمعات الابتكار. ويشمل هذا السؤال العوامل العامة التي تكمن وراء تجمع الابتكار من جهة والخصائص الجغرافية المحددة لتلك التجمعات من جهة أخرى.[4]

وتتناول عدة نظريات اقتصادية مختلفة هذا السؤال. وغالباً ما تأخذ في الاعتبار القوى الاقتصادية المتعلقة بتركز العمالة الماهرة وحجم السوق ومدى انتشار المعرفة – أي أماكن تركز الشركات المبتكرة للغاية، وتسرب أو فوض المعارف من مكان إلى آخر. ولا شك في أنه يمكن للأحداث التاريخية أو السياسة المتعمدة أن تؤثر في كل تلك الأمور، ولكنها لا ترد وحدها على هذا السؤال. وفي الوقت نفسه، توجد قوى معاكسة، أي تدفع نحو التشتت الجغرافي، ولكن تشير جميع التحليلات إلى أنها ليست قوية.

ويعرض الشكل 1-1 ملخصاً بيانياً للقوى الرئيسية التي تحرك التركيز والتي ستناقش فيما يلي.

الناس والشركات والأفكار تجتمع معاً

الشكل 1-1 القوى الاقتصادية الرئيسية التي تحرك التركيز الجغرافي للابتكار.



هل يساعد عرض المهارات في دفع تجمع الابتكار؟

توضح النظريات الاقتصادية التقليدية عدداً من الطرائق التي يمكن أن يكون بها التركيز الجغرافي للابتكار نتيجة غير مباشرة لعرض العمالة كماً ونوعاً.[5]

وتفترض تلك النظريات أن العمالة ذات المهارات المختلفة تنجذب نحو مناطق مختلفة. ويعني ذلك ببساطة أن ذوي المهارات العالية يتجمعون للتفاعل معاً، وبذلك يكون تعليم ومهارات القوى العاملة في منطقة ما من عوامل الجذب إليها. وفي الوقت نفسه، يمكن للهجرة أن تغير قاعدة مهارات القوى العاملة في المنطقة المستقبلة، مما يعزز آثار التجمع.

ومن العوامل الأخرى تفضيل العمال ذوي المهارات العالية للتجمعات الحيوية والعمل في مجال الابتكار. وتوفر المهن المولدة للابتكار مسارات للعمل والتعلّم مدى الحياة تضمن فرص العمل في المستقبل ولا سيما أن الأتمتة تهدد بشكلٍ متزايد العديد من المهن التقليدية. وتقدم هذه الوظائف أجوراً عالية تعوض عن

ارتفاع تكاليف المعيشة والسكن. وتدفع ضغوط التكاليف العمال الأقل أجراً ومهارةً إلى ضواحي المدن.

وتشير الأدلة التجريبية إلى أن المناطق التي كان بها تركيز أعلى من المتوسط من العمال الذين تلقوا تعليماً جامعياً في الماضي تشهد نمواً أكبر في حصة العمال الذين تلقوا تعليماً جامعياً، والدخل الفردي، والبراءات، وغيرها من النواتج المباشرة وغير المباشرة للابتكار. ويبدو أن خصائص العرض المحلي للعمالة تؤثر في مسار تنمية التجمعات المولدة للابتكار وفي الإبداع الإقليمي في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي كليهما.[6]

ومع ذلك، ما الذي يفسر أصل القوى العاملة الماهرة في منطقة معينة؟ لقد غيَّرت القوى العاملة الماهرة توزيعها الجغرافي على مر التاريخ مع ترجيح الانتشار المكاني. فلماذا تغير سلوك القوى العاملة الماهرة تلقائياً لصالح التركيز الجغرافي؟ شهدنا ذلك خلال مرحلة نضج الثورة الصناعية الثانية مع هجرة عدد كبير من العمال المهرة – وغير المهرة – من جميع أنحاء العالم إلى البلدان المتقدمة الرائدة في الفترة الممتدة بين عامَي 1940 و1980.[7]

وقد تقدم الأحداث التاريخية التي تنطوي على أفراد غير عاديين تفسيراً جزئياً لموقع التجمعات المبتكرة، وخاصة تلك التي تنطوي على المناطق المحركة الأولى للتكنولوجيات الرئيسية في ظل كل ثورة صناعية. ومن ثم، يروي البعض أن لولا انتقال ويليام شوكلي – مخترع أشباه الموصلات من السيليكون – من نيو جرزي ليقترب من أمه العجوز، لما ظهرت سيليكون فالي. وتخص رواية أخرى شوكلي الذي جذب شركاء ذوي جودة عالية لشركته الأولى ولكنهم تركوه جميعاً في اليوم نفسه بسبب أسلوبه الصعب في الإدارة. وأدى هذا الحدث – الذي عُرف باسم "مذبحة شوكلي" – إلى أول مثال غير متوقع من النواتج العرضية التي اشتهرت بها عملية التطوير في سيليكون فالي. وتحتوي سجلات الابتكار على الكثير من القصص الأخرى المنسوبة إلى أفراد.

ومع ذلك، فإن الطابع العشوائي لقصص "وجود مخترع عظيم" يثير بعض الشكوك. فيوجد الكثير من الأفراد المشهورين المرتبطين بسيليكون فالي – مثل شوكلي وفريدريك تيرمان من "آباء" سيليكون فالي المعترف بهم، وستيف جوب مع شركة آبل وسيرجي برين ولاري بيدج مع شركة غوغل – فيبدو أنه من غير المحتمل أن يكون كل ذلك نتاج الصدفة. وفضلاً عن ذلك، تقدم Saxenian (1994) حججاً قوية على أن مجرد وجود المبتكرين الأوائل غير كافٍ. فقد كان الكثير من المبدعين الأوائل لتكنولوجيات المعلومات من بوسطن ولكنهم لم يبقوا هناك. فقد غادر مارك زوكربيرغ - مؤسس فيسبوك - بوسطن متجهاً إلى سيليكون فالي لأن بوسطن لم تكن المكان المناسب لتحويل اختراع مذهل إلى ابتكار كامل، كما حدث في نيوجيرزي قبل عقود عدة عندما غادر ويليام شوكلي إلى منطقة خليج سان فرانسيسكو.

وفضلاً عن ذلك، فإن "المهارة" ليست مفهوماً موحداً وقد تحتاج التقنيات المختلفة إلى مجموعات أو تجميعات مختلفة من المهارات التي قد لا تتداخل دائماً. فسينجذب الموظفون الماليون إلى مواقع مختلفة مقارنةً بمهندسي تكنولوجيا المعلومات، وهذه المواقع والوظائف غير قابلة للتبادل. ولكن في الوقت نفسه، يمكن للمهن والمهارات المختلفة أن تتكامل لإنتاج ابتكار معيَّن.

جانب الطلب: كيف تولد قوى السوق مراكز الابتكار

تُكمِّل قوى السوق الاقتصادية قوى العرض كمحرك للتركيز الجغرافي لأنشطة الابتكار. وتنبثق القوى الاقتصادية الرئيسية للسوق عن "مجموعة" المؤسسات - ولا سيما الشركات الخاصة - داخل السوق وما يترتب على ذلك من وفورات النقل والحجم والنطاق.

وهذه المجموعة هي أساس الاختلافات في الإنتاجية بحسب المناطق. فعلى غرار "الحالات الفردية غير العادية"، يمكن لأحداث تاريخية تنتج عن توصل شركة رئيسية في اقتصاد محلي – ويُطلق عليها الشركة "الركيزة" – إلى اختراعات ابتكارية أن تتسم بالأهمية نفسها في ظهور منظومة ابتكار تتوسع بعد ذلك بوفود العمالة الماهرة ونشأة الأنشطة ذات الصلة. وفي تلك الحالات، يكون للشركات الرئيسية تأثير خاص في التجمعات، وإن كان ذلك لا يحدث دائماً. فعلى سبيل المثال، أنشأت شركة "موتورولا" أكبر المصانع الأولى لأشباه الموصلات في العالم في فينيكس بأريزونا في الخمسينيات، ولكن لم يجعل ذلك من المدينة مركزاً أمريكياً لصناعات تكنولوجيا المعلومات. [8] فقد ظنت الشركة أن بإمكانها أن تصبح أول شركة منعزلة جغرافياً في قطاع صناعي ابتكاري تكنولوجي. ولكن اتضح أن الشركات التي لم تعزل نفسها عن شبكة المصادر المفتوحة لمنطقة سيليكون فالي الناشئة – مثل شركة "فيرتشايلد" لصناعة أشباه الموصلات وشركة هيوليت-باكارد لصناعة الحواسيب – هي وحدها التي تمكنت من مواكبة الوتيرة المطردة للتطور التكنولوجي.

وتستفيد المناطق ذات التركيز الصناعي من أسواق عمل محلية أكثر اكتمالاً. فيمكن للشركات العثور على مهارات متخصصة بسهولة أكبر، مما يقلل التكاليف المرتبطة بتحويل مهارات الموظفين أو نقلهم. وبالمثل، فإن التركيز العالي للشركات من المرجح أن يولد شركات جديدة. ومن المرجح أن تكون هذه الشركات الجديدة أكثر إنتاجية كلما ارتفعت إنتاجية المجموعة الأصلية من الشركات. فعلى سبيل المثال، كان التجمع والابتكار في صناعة السيارات في ديترويت في الفصل الأول من القرن الماضي يرجع إلى حد كبير إلى قيام الشركات اللاحقة بمواصلة الممارسات التكنولوجية والتنظيمية للشركات الأصلية.

وتُعدّ المؤسسات الأكاديمية - مثل الجامعات - أيضاً عوامل مهمة للتركيز. فيواكب تركيز خريجي الجامعات والعاملين في العلوم والهندسة والتكنولوجيا التركيز المكاني لأنشطة الابتكار. وفي الولايات المتحدة، ينتقل العمال المهرة، ولا سيما في قطاع الخدمات، إلى مدن أكبر مغادرين المدن الصغيرة والمتوسطة الحجم. وفضلاً عن ذلك، يكون البحث الأكاديمي أكثر إنتاجية وإبداعاً - أي أكثر بعداً عن الأبحاث التقليدية - في التجمعات الأكبر والأكثر تنوعاً.[9]

ولقد دعمت وبلورت نظريات جديدة للجغرافيا الاقتصادية حجة مجموعة المؤسسات. فخلافاً لمعظم التحليلات المكانية التقليدية، تعرف تلك النظريات الجديدة التركيز الجغرافي بوصفه عملية تتابعية تستقطب فيها المناطق تدريجياً الشركات والمواهب البشرية. وفي أبسط صور تلك العملية، يمكن للاختلافات الإقليمية في الإنتاجية أو وفورات الحجم وحدها أن تفسر الاختلاف في

التركيز الجغرافي بين منطقتين متكافئين، أو تشرح تعزيز التركيز في المناطق الأساسية مقابل الضواحي. وتتمثل الآلية الأساسية في أن أي اختلاف مؤكد في مستويات الإنتاجية أو الابتكار في منطقة معينة يتراكم لإنشاء أو تأكيد المركز الرائد للمنطقة الأكثر إبداعاً أو إنتاجية.[10]

ووفقاً لتلك النظريات، تعمل قوى السوق التجمعية عندما تتمكن كل من الشركات والمستهلكين من الاستفادة من التجمع في مكان واحد. وتعد التجمعات ذات الأسواق المحلية الكبيرة من المواقع المفضلة لإنتاج السلع الاستهلاكية نظراً لوفورات النقل والحجم والتنوع. وتتحقق وفورات النقل عندما تكون الشركات المحلية قادرة على خدمة سوق محلية كبيرة بشكل أسرع وأرخص من الأسواق البعيدة. وبالمثل، تستفيد الشركات التي تزود الأسواق الكبيرة من وفورات الحجم عن طريق قسمة تكاليف الاستثمار على المزيد من الوحدات المباعة واستمثال عمليات الإنتاج عن طريق العديد من العمليات المتكررة. ويتمتع المستهلكون في الأسواق الكبيرة بمجموعة أكبر من السلع. فيمكن للمستهلكين العثور على نوع المنتجات المحدد الذي يبحثون عنه في الأسواق الكبيرة من جهة، ويمكن للشركات أن تتخصص في توفير ذلك النوع تحديداً من جهة أخرى. وتؤثر تلك الآليات الثلاث – أي النقل والحجم والنطاق – أيضاً في الشركات التي تنتج سلعاً وسيطة محلياً بتعزيز الاقتصادات في سلسلة التوريد المحلية.[11]

هل يساهم انتشار المعارف والظروف التكنولوجية في ظاهرة التركيز؟

لا يؤدي نطاق السوق وتوفر القوى العاملة الماهرة مباشرة إلى منطقة تتصدر موجة الابتكار التالية. ولا تضمن المزايا المتأتية من عمليات الابتكار السابقة الناجحة مزايا تكنولوجية مستقبلية.

وعلى غرار الأسواق الكبيرة وأسواق العمل الكاملة، يعدّ انتشار المعلومات والمعارف من العوامل الخارجية الإيجابية التي تحفز التقارب بين الشركات الابتكارية والمراكز الأكاديمية والموارد البشرية الماهرة.[12] ولا تقتصر المعارف على الممارسات التكنولوجية والتنظيمية لمؤسسة قائمة أو فرد قائم؛ وإنما قد تنتقل وتنتشر من طرف إلى آخر. وتستفيد الشركات بنجاح أكبر من وفورات الحجم والنطاق إذا تعلمت من تجربة الشركات الأخرى. وينشر العمال المهرة المعرفة ضمنياً عندما يتفاعلون مع عمال مهرة آخرين أو يغيرون مؤسستهم أو يهاجرون.

وتشير معظم الأدلة التجريبية إلى أن انتشار المعارف مركز جغرافياً للغاية. ويرجع ذلك أساساً إلى ارتفاع التكاليف المرتبطة بتدوين وتبادل واستيعاب المعارف. وعلى الرغم من أن المعلومات، مثل البيانات، تتدفق بحرية أكبر بين المؤسسات والمناطق، فإن انتشار المعرفة – أي متطلبات تفسير تلك البيانات مثلاً – لا يزال صعباً. إذ يجب على الشركات والمؤسسات الأكاديمية والأفراد أن يتفاعلوا ويتعاونوا بنشاط بل أن ينتقلوا أحياناً حتى تتدفق المعرفة. ومن ثم، يمكن لتركيز انتشار المعرفة أن يكون نتيجة وسبباً لتجمع الابتكار. إذ ستنتقل الشركات الابتكارية إلى أماكن تركز انتشار المعرفة، مما سيعزز انتشار المعرفة في تلك المنطقة ويدفع الشركات غير الابتكارية إلى الضواحي.[13] ويمكن لهذا التطور الابتكاري والمكاني المشترك أن يحدد المسار الإنمائي الإقليمي الذي قد تكون لا رجعة فيه إلى حد كبير.

من المرجح أن التكنولوجية الإقليمية السابقة تشكل الابتكارات اللاحقة، غير أن المناطق الإبداعية لا تتبع كلها ذلك المسار. ففي الثلاثينيات، كان كل من برينستون ونيوجيرزي - موقع "مختبرات آر سي إيه" - وسيلكون فالي – موطناً لسوابق تكنولوجية قريبة لصناعة تكنولوجيا المعلومات؛ غير أنهما سلكا مساري ابتكار مختلفين تماماً. فقد نشأ توجه سيليكون فالي الابتكاري في تكنولوجيا المعلومات عن القطاعات المتساندة القائمة لصناعة أنابيب شبكات الطاقة وأنابيب الموجات الدقيقة ومكونات السيليكون. وقد أثرت تلك الصناعات منظومة الابتكار الخاصة بتكنولوجيا المعلومات في شمال كاليفورنيا بفضل قدرات تكنولوجية ذات صلة ونهوج إدارية جديدة تسنى تطبيقها بسهولة في قطاع تكنولوجيا المعلومات الناشئ. وكان لبريستون وغيره من بؤر الساحل الشرقي منظومة تكنولوجية أضيق في مجال تكنولوجيا المعلومات قامت على عدد قليل من الشركات الكبيرة.[14]

ومن هذا المنطلق، يتبيَّن أن التجمعات الأكثر تنوعاً تتمتع باحتمالات نجاح أكبر في الانتقال إلى قدرات تكنولوجية جديدة مقارنةً بالتجمعات المتخصصة للغاية.[15] وتزخر الكتابات بأمثلة للاقتصادات الشديدة التخصص التي باتت مقيدة بتكنولوجيتها ولم تتمكن من الانتقال إلى تكنولوجيات أخرى عقب تدهور مستوى الطلب أو حدوث تحول تكنولوجي. ويبدو أن احتمال حدوث الابتكار التكنولوجي أكبر في المناطق التي تتمتع بمحفظة أوسع من القدرات التقنية ولا سيما عندما يسهل الجمع بينها. وتميل الصناعات المهيمنة إلى احتكار المواهب، ومقومات الإنتاج الاقتصادية، مثل رأس المال وريادة الأعمال، والاهتمام. ويؤدي ذلك التركيز للموارد إلى احتمال تهميش الأنشطة الأخرى وقد يؤدي إلى توجيه الاقتصادات الإقليمية إلى مسارات مختلفة. ولعل ديترويت "مدينة السيارات" من أشهر أمثلة الإفراط في التخصص. ومع ذلك، توجد مراكز متخصصة للغاية في الهندسة الميكانيكية وتقنيات السيارات أتقنت الموجات اللاحقة من التكنولوجية مثل شتوتغارت في ألمانيا. وكانت بوسطن في الماضي مفرطة التخصص في الصناعات القائمة على المطاحن ولكنها أصبحت الآن مركزاً للتكنولوجيات المتقدمة. وترتهن القدرة على التطور الاقتصادي الإقليمي بإمكانية الانتقال إلى فروع متصلة من التكنولوجية وبالقدرات التكنولوجية.[16]

ومع ذلك، فإن الترابط والتكامل التكنولوجيين لا يفسران كل شيء. فتوجد العديد من الأمثلة لمناطق تستقطب قطاعات جديدة رئيسية ذات علاقة تكنولوجية بسيطة بنشاطاتها السابقة. فلم تكن لوس أنجلوس منطقة هندسة ميكانيكية كبرى في العشرينيات والثلاثينيات عندما أصبحت مركز هندسة الطائرات في الولايات المتحدة، ثم أكبر تجمع لصناعة الطائرات في العالم بحلول الأربعينيات. وكذلك لم تكن لدى لوس أنجلوس أي خلفية في صناعة الترفيه عندما أُنشئت استوديوهات الأفلام هناك في عام 1915 تقريباً. وكانت لدى ديترويت سوابق في المعدات الميكانيكية أقل من إلينوي في التسعينيات، لكنها سرعان ما أصبحت مركز تكنولوجيا السيارات الأمريكية وتصنيعها.

وفي هذه الأمثلة وغيرها، ظهرت فرص تكنولوجية. وحدت تلك الانقطاعات في الروابط التكنولوجية كثيراً من مزايا التجمعات السابقة بإنشاء ساحة نشاط محايدة نسبياً لفترة قصيرة في الأيام الأولى لظهور التكنولوجيا المعنية.

وبذلك، فإن التفاعل بين الابتكار والجغرافيا يبيِّن تراكم السوابق الفردية والمؤسسية والتكنولوجية. وتبيِّن المقارنة الشهيرة التي ضربتها Saxenian (1994) بين Route 128 في بوسطن وسيليكون فالي أن أنواع ريادة الأعمال وتنظيم الإنتاج وتنسيق النظام التي شهدتها الشركات والجهات الفاعلة في المنطقة تشكل طريقة تطور تلك المنطقة اقتصادياً وأنواع الأنشطة الجديدة التي يمكنها توليدها واستقطابها.

هل تستطيع السياسات تشكيل قوى تجمع الابتكار؟

لا يوجد سوى القليل من الأدلة المنهجية الواسعة النطاق على نجاح السياسات التي تحاول إنشاء تجمعات محلية جديدة. إذ شهدت العقود الماضية الكثير والكثير من المبادرات السياساتية الفاشلة لإنشاء "مدن تقنية" أو "سيليكون فالي جديد". فلعل الإعانات الحكومية تجذب النوع "الخاطئ" من الشركات ذات الإنتاجية المختلفة والتي تعتمد على تلك الإعانات للبقاء أو غير المنفتحة على فكرة إنشاء شبكات بين الشركات المحلية خوفاً من تسرب ملكيتها الفكرية. وإذ يعتمد النجاح على نمو الصناعة وإنشاء التجمعات، فيشكك الكثير في ما يمكن للسياسات تحقيقه. وعلى غرار الطبيعة، تنشئ الشركات منظومات ابتكار لا يكون من السهل نقلها أو تكرارها لأنها تكون مدمجة في سياقات إقليمية مؤسسية واجتماعية محددة.[17]

ومع ذلك، لا يعني ذلك أن كل السياسات فشلت في التأثير في تكوين التجمعات. وإن إحدى السمات المشتركة لأي نظام وطني للابتكار هي أن قوى التجمع السوقية ليست العامل الوحيد الذي يشكل جغرافيا الابتكار. ويُعدّ القطاع العام، بالإضافة إلى قطاع التعليم العالي والمؤسسات الأكاديمية، من العناصر الفاعلة الرئيسية التي تشكل الابتكار في البلدان والمناطق. ويصدق ذلك بشكل خاص في الاقتصادات النامية حيث يكون الاستثمار العام هو المحرك الرئيسي لنفقات البحث والتطوير.[18] وتوجد مجموعة متنوعة من الظروف تحفز دعم القطاع العام للابتكار. ففي بعض البلدان والمناطق، حفز ركود الإنتاجية انتعاش السياسات الصناعية. وفي العديد من أنجح الاقتصادات المتوسطة الدخل السابقة، كانت السياسة الصناعية وعنصر الابتكار القوي بارزين أثناء صعودها الاقتصادي.

وفي الولايات المتحدة، من قصص السياسات الناجحة المشهورة قصة مجمع Research Triangle Park في ولاية كارولينا الشمالية. ولعل ذلك المجمع لم يكتسب شهرة بوسطن أو سيليكون فالي ولكنه معروف كرائد في مجموعة واسعة من مجالات التكنولوجيا المتقدمة وكنموذج لأحد أول وأنجح مجمعات البحوث.[19] ويمكن للسياسات العامة أن تؤثر أيضاً في جغرافيا الابتكار بطريقة غير مباشرة أكثر عن طريق نظام البحث والتطوير، ولا سيما دور الجامعات ومختبرات ومؤسسات البحث العام. وفي الولايات المتحدة الأمريكية، وسَّع النظام الفيدرالي لمنح الأراضي للجامعات في الفترة من عام 1875 إلى عام 1975 الانتشار الجغرافي للجامعات البحثية، في حين عزز التمويل الفيدرالي للجامعات انتشار الجامعات. ولعل نظام كاليفورنيا هو أنجح نظام على الإطلاق إذ يضم النظام العام لجامعة كاليفورنيا ست من أفضل الجامعات في العالم. وينطبق الأمر نفسه على التوزيع الجغرافي لمختبرات البحث العام مثل المختبرات الوطنية في الولايات المتحدة أو *المجلس الوطني للبحث العلمي* في فرنسا.

وبالمثل، بذلت معظم الاقتصادات المتوسطة الدخل سابقاً والمرتفعة الدخل والمبتكرة للغاية حالياً - مثل جمهورية كوريا أو سنغافورة أو إسرائيل - جهداً ناجحاً لبناء أفضل الجامعات البحثية.[20] وفي الصين، من المرجح أن يكون ظهور أكبر التجمعات الابتكارية العالمية مرتبطاً بالاستثمارات في أفضل الجامعات البحثية العالمية.

وتوجد أيضاً أمثلة انتقائية للتدخل الحكومي الناجح لإنشاء مجموعات في الاقتصادات المتوسطة الدخل. ففي عام 2008 مثلاً، ساعدت حكومة بلدية تشونغتشينغ بالصين بنجاح في نقل العديد من مجموعات تصنيع الحواسيب المحمولة الساحلية الصغيرة إلى المدينة. وقد أدت سياساتها، التي تستهدف الاستثمارات في البنية التحتية، وتنظيم سوق العمل، وغيرها من الإجراءات الصديقة لبيئة الأعمال، إلى تحفيز المبادرات الجديدة في مجالَي الأعمال وريادة الأعمال. ومع ذلك، فإن السياسة نقلت التجمعات القائمة بدلاً من إنشاء مجموعات جديدة. واتبعت مبادرات أخرى في الصين نهوجاً مختلفة، اعتماداً على قدرات وسلطات الإدارة المحلية. وأفضت استثمارات الهند في برنامج فضائي يقع في بنغالور إلى ظهور مجموعة متخصصة في تكنولوجيا المعلومات في تلك المنطقة. ثم بدأت تلك المجموعة تنمو بفضل دم السياسات والاستثمار في البنى التحتية ورأس المال البشري. وبدأت كل تلك المجموعات كمراكز للتصنيع ثم أصبحت مبتكرة بدرجات متفاوتة مع نضوج مرحلة التصنيع. ولكن مسار تطورها انطوى أيضاً على مساهمة كبيرة من الشركات المتعددة الجنسيات التي سننظر في دورها في شبكات الابتكار العالمية فيما يلي.[21]

وإن جميع الاستثمارات العامة اللازمة لتنفيذ هذه الاستراتيجيات كبيرة ويجب أن تكون طويلة الأجل ومنظمة بشكل مناسب على المستوى المؤسسي. ومع ذلك، يوجد توتر متأصل بين تحقيق العدالة بين الأقاليم والتميز الموجود في كل بلد كبير تقريباً به نظام عام للتعليم العالي اليوم. ونظراً إلى أنه من غير العملي تمويل كل الجامعات البحثية في كل بلدية تمويلاً مرتفعاً ومتساوياً، فإن أي سياسة ابتكار ناجحة تؤدي في نهاية المطاف إلى بعض التركيز الداخلي.

وفضلاً عن ذلك، في بيئة الابتكار المتجمعة الحالية، أصبحت بعض مؤسسات القطاع العام - وبخاصةٍ الجامعات - مدعومة بقوة من قوى السوق التي تجعل بعضها أكثر جاذبية للطلاب وأعضاء هيئة التدريس والممولين. ويقلل ذلك من كفاءة سياسات القطاع العام لنشر الابتكار في مختلف المناطق ويثير احتمال أن تتبع ريادة الأعمال في القطاع العام الأنماط الجغرافية للقطاع الخاص فتفيد إلى حد بعيد المناطق التي تتميز بمؤسسات قوية وظروف مؤاتية. وللأسف، لم تتمكن الأطر السياساتية الابتكارية

أو الصناعية إلا نادراً من الارتقاء بالمستوى الوطني للابتكار وتوزيعه بالتساوي تقريباً داخل الأراضي الوطنية.

ويمكن للسياسات الأخرى - أو عدم وجودها - أن تؤثر بشكل غير مباشر في القوى الكامنة وراء تجمع الابتكار. وإن تفضيلات العمال ذوي المهارات العالية وأصحاب الأعمال والشركات المبتكرة لبعض التجمعات قد تبرز السياسات التجميعية المتعمدة دون إغفال ارتباطها بالسياسات الخاصة بالضرائب والضمان الاجتماعي والتعليم وغيرها.[22] فعلى سبيل المثال، ستشهد غالباً المناطق الابتكارية الناجحة ذات الأسواق العقارية غير المنظمة ارتفاعاً في أسعار العقارات مما سيستبعد العمال ذوي المهارات المتدنية إلى المناطق التي تتميز بأسعار سكن أقل كما ذكرنا فيما سبق.

كيف يتزامن التركيز والانتشار الجغرافيان؟

لقد أشرنا طوال هذا التحليل إلى وجود تركيز إقليمي في ظل عملية انتشار عالمي. وهو سمة رئيسية أخرى لجغرافيا الابتكار المعاصرة. فعلى الرغم من أن نشاط الابتكار يتركز بشكل متزايد في المناطق الحضرية، فإنه ينتشر تدريجياً إلى مراكز خارج المراكز التقليدية للولايات المتحدة وأوروبا الغربية.

وتشير الأدلة التجريبية في آن واحد إلى أهمية الطبيعة العالمية المتزايدة للابتكار والقوى المتنامية التي تقود تجمع وتركز الابتكار في مناطق محددة تكون مناطق حضرية في الغالب. والاتجاهان ليسا متعاكسان وإنما متكاملان ويعززان بعضهما بعضاً. وإذا كان من تشبيه لرسم هذه الجغرافيا الناشئة فهي نظام مراكز متعولم. إذ يربط النظام العالمي للابتكار الأنظمة الوطنية للابتكار والشركات العالمية عن طريق محاور جغرافيا توليد المعرفة. والنتيجة هي شبكة عالمية لتلك المحاور أو البؤر، تتواصل الكثير منها معاً بشكل أفضل من تواصلها مع مناطقها الوطنية النائية فيما يخص توليد المعرفة ونشرها.

ويُعدّ الانفتاح الدولي سمة مميزة للتجمعات الابتكارية الرائدة المركزة جغرافياً اليوم. ولكن التبادل الطويل الأجل للمعرفة ليس سمة جديدة للنظام الاقتصادي. فخلال الثورتين الصناعيتين الأولى والثانية، انتقلت المعارف والأجهزة، وكان التقليد والتنافس دولياً جزءاً نشطاً من جغرافيا الابتكار، وكانت توجد دائماً شبكات من الناس تساهم في تبادل تلك المعارف. ولكن كانت تلك التبادلات تنطوي في الماضي على إظهار ثم تقليد ابتكارات التجمعات المنافسة.

وتتمتع مجموعات المعرفة المعاصرة بعلاقات بعيدة المدى أصبحت أكثر تنظيماً وأوسع نطاقاً بمرور الوقت، وتنطوي في الغالب على التطوير المشترك للتكنولوجيات عبر التجمعات، داخل الشركات وبين الشركات المتنافسة.

ومن ثم، فإن التجمعات المولدة للمعارف اليوم ليست أنظمة محلية قائمة بذاتها وإنما تتكون من عقد رئيسية منتشرة وشبكات عالمية للابتكار.[23] وإن أنظمة الابتكار المحلية العالية الإنتاجية هي أيضاً تلك الأكثر انخراطاً في أنواع مختلفة من العلاقات البعيدة المدى. ويعتمد المبتكرون على التعاون داخل وخارج المؤسسات والمناطق التي يعملون فيها.

وسيناقش القسم التالي شبكات الانتشار الجغرافي للابتكار.

1.2 الشبكات والانتشار العالمي للابتكار

في العقود الأخيرة، توسعت الشبكات العالمية لإنتاج وتقديم السلع والخدمات بشكل كبير. وبالمقارنة مع موجات العولمة السابقة، فإن العولمة الحالية لديها نسبة أعلى بكثير من التبادل داخل الصناعة لكل من المكونات والسلع النهائية ضمن سلاسل القيمة العالمية. وقبل عام 2000، كانت معظم هذه التجارة داخل الصناعة تتم بين عدد قليل من البلدان، وعلى الأخص في نصف الكرة الشمالي. ولكن منذ ذلك الحين، باتت تقوم أكثر فأكثر على العلاقات بين الاقتصادات النامية وبقية العالم. وغالباً ما تنطوي شبكات الإنتاج العالمية على تدفقات تجارية متعددة أو دائرية، حيث تدخل الصادرات في مخرجات لاحقة فتتحول إلى واردات، مما يؤدي إلى عدم وضوح الخطوط الفاصلة بين الإنتاج الأجنبي والمحلي.[24]

وبمعنى آخر، تنطوي العولمة الحالية على أشكال معقدة من الترابط، ليس فقط بين الاقتصادات ككل، ولكن داخل أدق تروس النظام الاقتصادي، أي داخل الشركات والصناعات وفيما بينها. وينطبق ذلك أيضاً على شبكات ومنظومات الابتكار التي تكون نتيجة للتكامل الإنتاجي العالمي، وباتت بشكل متزايد سبباً لذلك التكامل.

وإن زيادة عولمة وتعقيد أنظمة الإنتاج تواكبها زيادة في تشتت وتعقيد نظام إنتاج المعارف. وإن عولمة الابتكار هي نتيجة زيادة التكامل الدولي للأنشطة الاقتصادية وزيادة أهمية المعارف في العمليات الاقتصادية.[25]

ومن منتصف القرن العشرين حتى الكساد العظيم، وابتداءً من عام 2008 تقريباً، كان النشاط التكنولوجي يكتسب طابعاً دولياً تدريجياً مع ظهور بلدان جديدة في نظام الابتكار الدولي. وظهرت بعض الأدلة مؤخراً على إعادة نقل بعض الأنشطة الرئيسية في مجالَي البحث والتطوير والابتكار إلى البلدان الأم. ومع ذلك، شهدت فترة ما بعد الكساد امتداد سلاسل القيمة عبر الحدود الوطنية حيث باتت تنطوي على حصة متزايدة من التدفقات التجارية بين الشركات وما يستتبعه ذلك من تدفقات المعرفة.[26]

ما هي القوى الاقتصادية التي تفسر انتشار الابتكار؟

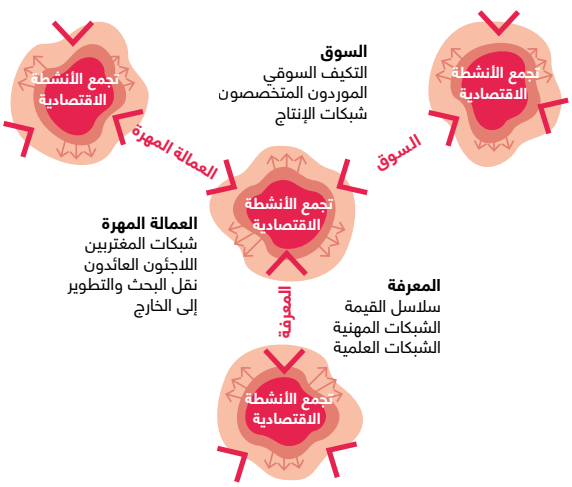
تتشابه القوى الاقتصادية التي تحرك انتشار الابتكار إلى حد كبير مع تلك التي تحفز تركيزها في مجموعات محددة. وإن العوامل الاقتصادية في بؤرة معينة للابتكار تنشر الابتكار في مناطق أخرى من العالم والعكس بالعكس، ولذلك يمكن اعتبار انتشار الابتكار العالمي بمثابة شبكة ثنائية الاتجاه للتدفقات المعرفية والتكنولوجية. وتجدر الإشارة إلى أن الانتشار الجغرافي للابتكار في المناطق المحيطة بمنطقة أو بلد ما غالباً ما يكون محدوداً لأن القوى التي تدفع باتجاه التركيز قوية جداً. ومع ذلك، فإن قوى التركيز القوية نفسها التي تؤثر في مجموعة حضرية واحدة تؤثر في مناطق أخرى. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى علاقات متبادلة تولد انتشار

مزيد من الابتكار والمعرفة. ومن المحتمل أن تظل المناطق التي تنشر وتتلقى الابتكار متصلة، غير أن تلك التدفقات المعرفية والتكنولوجية تتخطى غالباً المناطق المحيطة في العالم وترتبط مباشرةً بالتجمعات الاقتصادية الرئيسية.

ويلخص الشكل 2.1 الثلاث قوى الاقتصادية الرئيسية الثنائية الاتجاه التي تشكل روابط شبكة دولية أو أقاليمية – وهي السوق، العمالة الماهرة، والمعرفة.

الناس والشركات والأفكار ترتبط فيما وراء الحدود الجغرافية

الشكل 2.1 القوى الاقتصادية الرئيسية الثنائية الاتجاه التي تنشر الابتكار



ويُعدّ التنقل الدولي والأقاليمي للمبتكرين المهرة خاصية أساسية من خصائص بيئة الابتكار المعاصرة التي توجد روابط شخصية بين المراكز. ويمكن لذلك التنقل أن يحفز الانتشار الدولي للابتكار بتعزيز تلك الشبكات الابتكارية.[27]

ولا يتم نشر المعرفة على المستوى العالمي من خلال التنقل العشوائي للأشخاص بطبيعة الحال، ولكن من خلال الانتقال بين الأماكن التي من المحتمل أن يجدوا فيها الظروف المناسبة والأشخاص المناسبين لإطلاق العنان لقدرتهم على الإبداع. وكما لوحظ، لا تعمل هذه الشبكات فقط كوسيلة للتشتت والتنقل، ولكن كنقاط جذب رئيسية للمهارة. ويمكن أن تجني هذه القوى العاملة الموهوبة ثمار التعلم والخبرة بوجودها في البؤر الجغرافية التي تتسم بعقد رئيسية وشبكات عميقة. وتعدّ القدرة على اكتساب الخبرة وتحسين المهارات من أهم أسباب استمرار العمالة المهرة في الانتقال إلى أكبر المدن على الرغم من ارتفاع تكاليف المعيشة فيها، مما يساهم في التفاقم السريع للاختلافات الجغرافية في أجور العمالة المهرة. ولعل الأدلة على "هجرة الأدمغة" بمستويات عالية جداً على الصعيدين الدولي والأقاليمي تكمل هذه الصورة.

ويمكن لتنقل العمالة أن يتخذ اتجاهات مختلفة. فبعد التركز في منطقة ما، غالباً ما ينشئ المهاجرون المهرة شبكة للمغتربين تربط بين مناطق الأصل والمقصد. وفضلاً عن ذلك، يعود الكثير من المهاجرين المدربين تدريباً عالياً إلى منطقتهم الأصلية لتطبيق مهاراتهم العليا هناك كرواد أعمال.

وتنظر Saxenian (1999) في تفاعل شبكات الأشخاص والاستثمار من خلال تنقل رواد الأعمال الآسيويين المهرة من سيليكون فالي وإليها. وتشرح كيف يأتي العمال المهرة إلى سيليكون فالي ويكتسبون رأس المال البشري والخبرة؛ فيندمجون في الشبكات المحلية مع الاحتفاظ بصلتهم ببلدانهم الأم. فعلى سبيل المثال، ينسق المهندسون الصينيون والهنديون المدربون في الولايات المتحدة الأنشطة بين منتجي التكنولوجيا في سيليكون فالي والخبرة في الصناعة والتصميم في مناطق بلديهما. وينخرط رواد الأعمال الآسيويون المهرة بتنقلهم في عمليات تبادل المعارف وهو ما يُعرف باسم "تداول الأدمغة". وبالاستفادة من تلك الشبكات، يبدو أنهم يتمكنون أيضاً من تيسير الاستثمارات في المشاريع التجارية الجديدة، مما يبرز الحركة المتوازية للشبكات وقنوات الاستثمار الأجنبي المباشر.

وبالمثل، فإن الشركات المتعددة الجنسيات التي تنقل مواقع البحث والتطوير إلى الخارج للاستفادة من إمدادات عمالية بحثية استثنائية – أو أرخص – تولد أيضاً تدفقات معرفية ثنائية الاتجاه مع منطقة المقر على الأقل. ويعدّ الوصول إلى المواهب وتكاليف البحث والتطوير من أهم دوافع الشركات المتعددة الجنسيات لإجراء عمليات البحث والتطوير على مستوى دولي. وتكون البراءات العالمية هي النتيجة المتزايدة لتعاون أفرقة واسعة في إطار الحدود التنظيمية لتلك الشركات. فعلى سبيل المثال، تعدّ حصة كبيرة من البراءات الصينية والهندية لدى مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية نتيجة عمليات تعاون من ذلك النوع.[28]

قوى السوق ودور الشركات المتعددة الجنسيات في تدويل الشبكات

إن القوى المؤثرة في تكتل السوق وانتشاره تقيم روابط داخل الشركة الواحدة أو فيما بين الشركات أو حتى أنواع المؤسسات المختلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن لحجم السوق أن يدفع شركة ما إلى نقل موقع الإنتاج لخفض تكاليف النقل والاستفادة من وفورات الحجم. وستكون عمليات نقل التكنولوجيا بالضرورة جزءاً من إنشاء موقع الإنتاج الجديد، في حين تحدث التدفقات المعرفية العكسية أيضاً عند تكييف المنتج حسب الذوق أو اللوائح المحلية.

والشركات المتعددة الجنسيات من العوامل الرئيسية في كل هذه التفاعلات التكنولوجية عن بعد. وإضافة إلى الانتفاع بتكاليف منخفضة وموهبة أجنبية، تختار الشركات المتعددة الجنسيات تدويل أنشطة البحث والتطوير الخاصة بها للاستفادة من العوامل الخارجية الأخرى في السوق، مثل خفض مهلة إطلاق المنتجات في السوق والاستفادة من مجالات التميز التكنولوجي المحلية. ويمكن أن تفيد التدفقات العكسية للاستثمار الأجنبي المباشر أيضاً مراكز الابتكار القائمة. إذ تستخدم الشركات المتعددة الجنسيات من البلدان المتوسطة الدخل بشكل متزايد الاستثمار

الأجنبي المباشر الخارجي لتوسيع نطاق الوصول إلى الأسواق والحصول على الأصول الاستراتيجية، مثل التقنيات والمهارات والمعرفة التجارية والعلامات التجارية. ولا شك في أن الكفاءة التكنولوجية المحلية مهمة لاجتذاب الاستثمار الأجنبي المباشر من هذا النوع إذا كانت الشركة الفرعية المرتقبة ستشارك في أنشطة كثيفة تكنولوجياً.

وتؤدي عمليات نقل البحث والتطوير داخل الشركات وفيما بينها إلى زيادة أداء الابتكار في الشركات.[29] وتستضيف الأقاليم الرئيسية المولدة للمعارف حول العالم عادةً شركات رئيسية تقيم تلك الشبكات الدولية وتشارك فيها فضلاً عن شركات أجنبية تريد الوصول إلى تلك المنظومات المولدة للمعارف وثروة المواهب والباحثين.

ويُعدّ وجود مجموعة من الموردين المتخصصين دافعاً أيضاً للتواصل مع منطقة أخرى. فقد تتخصص منطقة ما في تكنولوجيا معيَّنة يمكن أن تفيد صناعات تكميلية وإن كانت في مناطق أخرى. وتقوم التدفقات المعرفية الثنائية الاتجاه بين البائع والمورد المتخصص على شكل مواصفات فنية وسلع مزودة بالتكنولوجيا. وفي الصناعات التي تتسم بسلسلة توريد معقدة، يمكن أن تنطوي تلك الروابط على عدة مراكز بما يقيم شبكات إنتاج معقدة تكون دولية في الغالب.

ويمكن القول إن القوى الدافعة للتجمع تجذب الشركات المتعددة الجنسيات وغيرها من الشركات - وخاصة الشركات ذات القيمة المضافة العالية - إلى مواقع معينة في كل من الاقتصادات المتقدمة والنامية. وبالتجمعات تصبح تلك الوجهات تدريجياً أقل اعتماداً على اعتبارات التكلفة والمزايا التكنولوجية النسبية. وتتركز المزايا غير الملموسة للمواقع، مثل انتشار المعارف، بكثافة في مناطق ومدن وأنظمة محلية محددة. وقد تعود المزايا الناشئة عن ظهور منظومات ابتكار محلية حيوية جديدة بالفائدة على الشركات المتعددة الجنسيات في ذلك الموقع وعلى مقراتها وسلسلة القيمة بأكملها. ومن ثم تكون التدفقات المعرفية الناجمة ثنائية الاتجاه أو متعددة الاتجاهات بين الموقع الأصلي والموقع أو المواقع المضيفة.[30]

انتشار المعرفة: التنظيم والتفاعلات القائمة على الأشخاص

القرب الجغرافي ليس المصدر الوحيد لانتشار المعرفة اليوم.[31] إذ تصبح العوامل الخارجية للمعرفة قوى تعزز انتشار الابتكار من خلال التفاعلات على مستوى المؤسسة والشبكات بين الأشخاص أو على المستوى المهني. ويمكن جعل هذه الروابط التنظيمية والمهنية أقوى بالتقارب الجغرافي ولكن ذلك التقارب ليس ضروري لإقامتها.

وتؤدي التفاعلات البعيدة المدى على مستوى المؤسسات - مثل التفاعلات داخل سلاسل القيمة العالمية أو عبر الشبكات العلمية الدولية – إلى انخفاض تكاليف المعاملات داخل الشركات والمؤسسات البحثية. ويمكن لهذه الهياكل المنظمة أن تسهل التفاعلات المعرفية الدقيقة دون الحاجة إلى التقارب المكاني. ويزداد التأثير إذا كانت الجهات الفاعلة تعمل في إطار قواعد موحدة أو إجراءات محددة وضعتها مؤسستها أو مجموعة مؤسسات. وفي عام 1981، فتحت مايكروسوفت مجمعاً في سيليكون فالي من أجل الربط بين عملياتها في سياتل في بلفيو (ثم ريدموند) بالنشاط الحيوي في منطقة خليج سان فرانسسكو.

وبالمثل، فإن العلاقات القائمة أكثر على الأشخاص من المؤسسات – مثل الدوائر المهنية والعلمية – يمكن أن تساهم بفعالية أيضاً في تبادل المعارف في ظل مجموعة متفق عليها من القواعد والأساليب. ويزرع ذلك نوعاً من التقارب الاجتماعي – يتراوح بين التفاعلات الفردية إلى الشعور بالانتماء إلى الثقافة أو المجموعة نفسها – بين المبتكرين مما يقلل من تكاليف التفاعل وييسر عمليات التحقق ويزيد من الثقة في تبادل المعارف وتوليد المعارف الجديدة.

وتتداخل هذه القوى الاقتصادية وتتشابك إلى درجة أن تكون غير قابلة للفصل. وعلى غرار القوى الدافعة لتجمع المعرفة، تُعدّ قوى نشر المعرفة جزءاً جوهرياً من الأسباب الكامنة وراء القوى العاملة الماهرة والقوى الموسعة للسوق التي نوقشت سابقاً.

وكما رأينا، يؤدي تدويل البحث والتطوير للشركات دوراً رئيسياً في كل هذه التفاعلات التكنولوجية البعيدة المدى، مما يجعل الشركات المتعددة الجنسيات من أهم أنواع المؤسسات والشبكات في الانتشار الدولي للمعارف الجديدة. وتكتسب الشركات المنتسبة للشركات المتعددة الجنسيات مزيداً من الاستقلالية وتصبح - في حال وجود الحوافز المناسبة - أكثر اندماجاً في أنظمة الابتكار الإقليمية والمحلية. وتعني زيادة استقلالية الشركات المنتسبة الدولية أيضاً أن اختيار الموقع دون الوطني المحدد يصبح أهم ويرتهن بمجموعة أكبر من العوامل غير التكلفة.[32] وتكتسي خصائص منظومة الابتكار الإقليمية – بما فيها مؤسساتها – أهمية خاصة في جذب الاستثمار الأجنبي إلى الابتكار والعمليات التكنولوجية وقد أصبحت عوامل مهمة في جذب الاستثمارات إلى سلاسل القيم العالمية الأكثر تقدماً والكثيفة معرفياً.

ظهور شبكات الابتكار العالمية

إن إنتاج المعرفة والابتكار ظاهرتان دوليتان منذ فترة طويلة ولكنهما أصبحتا في الآونة الأخيرة فقط عالميتين حقاً.[33] فاليوم، يمكن لجهات تقع في بلدان مختلفة أن تنفذ أنشطة ابتكارية بطريقة متكاملة حقاً. وأصبح الابتكار بشكل متزايد هو نتيجة الشبكات العالمية التي تربط مراكز المعرفة المتفرقة.[34]

وفي ظل هذه العولمة للمعرفة والابتكار – حيث يتم إنتاجهما بدرجة عالية من التكامل الوظيفي – ظهر مفهوم الشبكات العالمية للابتكار. والشبكة العالمية للابتكار هي عبارة عن شبكة تعاون منظَّمة عالمياً بين مؤسسات – شركات وغيرها – تعمل في مجال توليد المعارف التي تؤدي إلى الابتكار. وتتسم الشبكات (1) بأنها منتشرة عالمياً دون الاقتصار على البلدان المرتفعة الدخل؛ (2) وبطبيعتها الشبكية؛ (3) وبنتيجتها وهي الابتكار.[35]

وقد ظهرت تلك الشبكات نتيجة لاستراتيجية المؤسسات المعنية الرامية إلى البحث عن المعلومات والتي تجعل شبكات الابتكار

العالمية مختلفة عن شبكات الإنتاج العالمية التي تتبع استراتيجيات أكثر فعالية وتوجهاً نحو السوق. ومن ثم، فإن تركيز شبكات الابتكار العالمية هو تبادل المعارف وتحقيق التكامل ثم الابتكار وليس مجرد الإنتاج أو التصنيع.[36] وتقوم شبكات الابتكار العالمية إلى حد بعيد عن طريق تدويل أنشطة الشركات في مجال البحث والتطوير.

ومن هذا المنظور، يمكن للشركات المتعددة الجنسيات أن تمارس نفوذاً قوية على التركيز الجغرافي والانتشار العالمي - أي شكل شبكات الابتكار العالمية من خلال تحديد مكان العثور على مصادر الاستثمار والإنتاج والمعرفة.[37] وتكتسي الظروف الجغرافية والأنظمة القطاعية الابتكارية القائمة أهمية كبيرة كمحركات لأدق وأكثر مراحل سلاسل التوريد قيمة مضافة مثل البحث والتطوير أو التصميم أو الخدمات التجارية المتقدمة.[38] وقد أنشأ نقل أنشطة البحث والتطوير إلى الخارج بنى جديدة مترابطة من الابتكار والبحث فضلاً عن أنماط تقارب مكاني جديدة في أنشطة الإنتاج. وأتاح ذلك فرصاً جديدة للمناطق والمدن من أجل الاتصال بأجزاء أو وظائف مختلفة من سلاسل التوريد العالمية بطرائق تعزز الارتقاء الاقتصادي والابتكار.

وفي الوقت نفسه، تشكل المشاركة العالمية تحدياً للمناطق الأضعف، نظراً لخطر الوقوع في أنشطة ذات قيمة مضافة منخفضة وابتكار منخفض. ويولد التباين الجغرافي في المشاركة والاندماج في شبكات الإنتاج العالمية وسلاسل القيمة أنماطاً جديدة من المناطق المركزية والمحيطة في الجغرافيا العالمية للابتكار.

وتشير معظم المؤلفات في مجال الأعمال التجارية الدولية إلى أن الروابط القائمة على المؤسسات – أي داخل الشركات أو فيما بينها – تكمن وراء ظهور شبكات الابتكار العالمية.[39] وقد امتدت الاختراعات الدولية المشتركة – وهي المؤشر النموذجي لشبكات الابتكار العالمي – امتداداً كبيراً في الهند والصين منذ الألفينيات وإن ظلت حصة كبيرة تحت سيطرة الشركات القائمة في الولايات المتحدة واليابان وبعض بلدان أوروبا الغربية. ويشير ذلك إلى أن الشركات بإمكانها بل أنها تقوم بتقسيم عملية البحث والتطوير إلى مراحل/ أقسام متعددة – كما تفعل في تصنيع السلع – بما يمكن بلداناً جديدة من المشاركة في الأقسام المختلفة بحسب مزاياها النسبية.[40] وييسر ذلك تحول سلاسل القيمة العالمية القائمة أو شبكات الإنتاج إلى شبكات ابتكار عالمية.

وفضلاً عن ذلك، يشير عدد متزايد من الدراسات إلى أن العلاقات الفردية، بغض النظر عن العلاقات القائمة على المؤسسات، من العوامل المحورية لتشكيل شبكات الابتكار العالمية.[41] وتتراوح تلك العلاقات بين عمليات التعاون الدولية المتصلة بالابتكار والمباشرة بين أفراد والتنقل الدولي للعلماء والمبتكرين ورواد الأعمال.[42] ومع ذلك، يظل التفاعل القائم على المؤسسات غالباً إطار حدوث عمليات التعاون القائمة على الأفراد. فما انفكت الشبكات الداخلية المتعددة الجنسيات توفر تقليدياً وسيلة ملائمة للتغلب جزئياً على العوائق المتعلقة بالبعد الجغرافي والثقافات الوطنية المختلفة. ولكن لا شك في أن انخفاض تكاليف السفر والتواصل مؤخراً قد حفز قيام روابط دولية قائمة على الأفراد دون الحاجة إلى تأطير بنية مؤسسية.[43]

3.1 الاستنتاجات

لطالما كان للابتكار مناطق تركيز أو بؤر جغرافية: فكانت مانشستر في أول ثورة صناعية كما كانت سان فرانسيسكو في الثالثة. ومع ذلك، لفترة طويلة بين هاتين الثورتين، بدا أن انتشار القدرة على الابتكار في الاقتصاد المتقدم كان تراكمياً. ومن ثم، يتطلب التركيز القوي للابتكار منذ نهاية القرن العشرين مزيداً من الاهتمام.

اعتادت الشركات التجمع على طول سلاسل التوريد. ففي الثورتين الصناعيتين الأولى والثانية، تجمع نشاط الابتكار مع أنشطة الإنتاج الرائدة مما أدى إلى ظهور مدن صناعية كبيرة ركز بعضها على البحث والتطوير وتطوير المنتجات. وعلى مدى القرن الماضي، تغيرت أنماط التجمع هذه ببطء. فقد أصبحت اختيارات المواقع ترتهن أكثر بمتطلبات المهارات المشتركة - وخاصة في قطاع الخدمات - مثل تجميع سوق العمل عبر قطاعات الابتكار المختلفة المترابطة.[44] وفي ظل الثورة الصناعية الثالثة، لم تعد العديد من الصناعات تعتمد على رؤوس الأموال بشكل مكثف في أنشطتها الإنتاجية، وأصبحت سلاسل التوريد والقيمة العالمية أطول بكثير وأكثر تعقيداً. ونتيجة لذلك، تتخصص التجمعات الحضرية الرائدة في مجال الابتكار اليوم في المهام المجردة والمعرفية والمفاهيمية للبحث والتطوير والابتكار. وهذه القطاعات العالية التخصص وقطاعات الخدمات التكميلية الواسعة أدت إلى نزوح مهام الإنتاج الروتينية التقليدية المشتركة التي كانت موجودة في الماضي.[45]

وكانت نتائج هذا التركيز الجديد للنشاط الابتكاري كبيرة جداً. إذ إن التوزيع الجغرافي للابتكار يشكل في نهاية المطار المسار الإنمائي الاقتصادي للمدن والمناطق. ومن السمات البارزة لجغرافيا التنمية الاقتصادية في الآونة الأخيرة الاختلاف الأقاليمي في الدخل على المستوى القطري (انظر الفصل 5). وبوجه عام، تتجاوز المناطق الحضرية الكبيرة – بوصفها ركائز المنظمات المتجمعة للابتكار – بوتيرة متزايدة المناطق الأخرى من حيث نمو الدخل.

ومع ذلك، يوجد أيضاً تباين داخل تلك المناطق الحضرية الكبيرة. إذ تميل الوظائف في الأنشطة المرتبطة بالابتكار إلى أن تكون أعلى أجراً من غيرها. وقد تترتب على النمو المطرد في منطقة جغرافية مركزة وفي قطاع محدد آثار أخرى على الاقتصاد المحلي. وفي حين أن الوظائف المرتفعة المهارات تؤدي إلى عدد أكبر من الوظائف المتدنية المهارات، فإن تدفق أصحاب الأجور العالية زائد عرض الإسكان المحدود يؤدي غالباً إلى تفاقم عدم المساواة وانخفاض الدخل المتاح للأسر المعيشية المنخفضة الأجور.[46] ويمكن أن يؤدي ذلك في نهاية المطاف إلى زيادة الانقسام بين مجموعات المهارات في المناطق الابتكارية والمرتفعة الأجور والمناطق غير الابتكارية والمنخفضة الأجور، بما يستبعد أصحاب المهارات المتدنية من الفرص ووسائل الرفاه التي تتيحها الحياة والعمل في بيئة ابتكارية.[47]

ويبدو أن هذه الأنماط هي السائدة في أكبر مناطق الابتكار العالمية حول العالم. فتلك المناطق هي المراكز الرئيسية للشركات المتعددة الجنسيات القائمة على المعرفة وهي الجهات الحقيقية المستفيدة من العولمة لأنها تكون مركزاً لاتخاذ القرارات التجارية وتحكم الشركات وتوليد المعارف وتبادلها وتجميع المهارات

والوظائف. ولكن ازدهار تلك المناطق تواكبه مستويات مرتفعة من عدم المساواة في الدخل والانقسام المكاني بما يؤدي إلى ما يسميه البعض حالياً "أزمة التمدن" الحديثة.

ولا تزال الأدلة غير كافية لاستخلاص استنتاجات قاطعة عن أسباب وعواقب تركز النشاط الابتكاري وانتشاره. ولعله دليل جزئي على الطبيعة المعقدة لعمليات الابتكار وآثارها غير المؤكدة. ومع ذلك، تستحق العواقب الطويلة الأجل أن تكون موضوع دراسة متأنية حتى باستخدام المعلومات الجزئية المتاحة.[48]

الملاحظات

1 يستند هذا الفصل إلى Crescenzi وآخرون (2019b).
2 Acemoglu وآخرون (2005)، وMokyr (2005) و والويبو (2015).
3 Crafts وVenables (2003).
4 Storper (2018).
5 Glaeser and Maré (2001).
6 Crescenzi وآخرون (2007).
7 Storper وKemeny (2019).
8 Storper وScott (1987).
9 Crescenzi وآخرون (2019b).
10 Krugman (1991).
11 Boschma وFrenken (2006).
12 تُعرف العوامل الخارجية الثلاثة باسم العوامل الخارجية المارشالية (Krugman، 1991).
13 Boschma وFrenken (2006).
14 Lécuyer (2006).
15 تُعرف بالعوامل الخارجية الجاكوبية (Jacobs، 1961).
16 Frenken وآخرون (2007).
17 Chatterji وآخرون (2013).
18 Mazzucato (2015).
19 Hardin (2008).
20 انظر مثلاً Hershberg وآخرون (2007).
21 Crescenzi وآخرون (2019b).
22 Davis وDingel (2019) وFeldman وآخرون (2005).
23 Bathelt وآخرون (2004)، وBoschma (2005)، وFrenken وآخرون (2007).
24 والويبو (2017).
25 Archibugi and Iammarino (2002).
26 Crescenzi وآخرون (2019b).
27 Breschi وآخرون (2017).
28 Branstetter وآخرون (2014). وانظر أيضاً الفصل 2.
29 Nieto وRodríguez (2011).
30 Iammarino وMcCann (2018).
31 Boschma (2005).
32 Cantwell (1995).
33 Chaminade وآخرون (2016).
34 Cano-Kollmann وآخرون (2016).
35 Barnard وChaminade (2011).
36 Chaminade وآخرون (2016).
37 Crescenzi وآخرون (2019a).
38 Alcácer وChung (2007)، وChidlow وآخرون (2009).
39 Bathelt وآخرون (2004).
40 Branstetter وآخرون (2014).
41 Lorenzen وMudambi (2013).
42 Breschi وآخرون (2017) وSaxenian (1994، 1999).
43 Cano-Kollman وآخرون (2016).
44 Diodato وآخرون (2018).
45 Crescenzi وIammarino (2017) وDuranton وPuga (2005).
46 Moretti (2012).
47 Diamond (2016).
48 Florida (2017) وRodriguez-Pose (2018).

المراجع

Crescenzi, R. and S. Iammarino (2017). Global investments and regional development trajectories: the missing links. *Regional Studies*, 51(1), 97–115.

Crescenzi, R., O. Harman and D. Arnold (2019a). Move On Up! Building, Embedding and Reshaping Global Value Chains Through Investment Flows. Insights for Regional Innovation Policies. *Working Paper*. Paris: OECD.

Crescenzi, R., S. Iammarino, C. Ioramashvili, A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2019b). The Geography of Innovation: Local Hotspots and Global Innovation Networks. WIPO *Economic Research Working Paper No. 57*. Geneva: WIPO.

Crescenzi, R., A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2007). On the geographical determinants of innovation in Europe and the United States. *Journal of Economic Geography*, 7(6), 673–709.

Davis, D.R. and J.I. Dingel (2019). A spatial knowledge economy. *American Economic Review*, 109(1), 153–170.

Diamond, R. (2016). The determinants and welfare implications of US workers' diverging location choices by skill: 1980–2000. *American Economic Review*, 106(3), 479–524.

Diodato, D., F. Neffke and N. O'Clery (2018). Why do industries coagglomerate? How Marshallian externalities differ by industry and have evolved over time. *Journal of Urban Economics*, 106, 1–26.

Breschi, S., F. Lissoni and E. Miguelez (2017). Foreign-origin inventors in the USA: testing for diaspora and brain gain effects. *Journal of Economic Geography*, 17, 1009–1038.

Cano-Kollmann, M., J. Cantwell, T.J. Hannigan, R. Mudambi and J. Song (2016). Knowledge connectivity: An agenda for innovation research in international business. *Journal of International Business Studies*, 47(3), 255–262. doi.org/10.1057/jibs.2016.8

Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 155–174.

Chaminade, C., C. De Fuentes, G. Harirchi and M. Plechero (2016). The geography and structure of global innovation networks: global scope and regional embeddedness. In Shearmur R., C. Carrincazeaux and D. Doloreux (eds), *Handbook on the Geographies of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.

Chatterji, A., E. Glaeser and W. Kerr (2013). Clusters of Entrepreneurship and Innovation. *NBER Working Paper 19013*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Chidlow, A., L. Salciuviene and S. Young (2009). Regional determinants of inward FDI distribution in Poland. *International Business Review*, 18(2), 119–133.

.(Crafts, N. and T. Venables (2003 Globalization in history: A geographical perspective. In Bordo, M.D., A.M. Taylor and J.G. Williamson (eds), *Globalization in Historical Perspective*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 323–370.

Acemoglu, D., S. Johnson and J.A. Robinson (2005). Institutions as a fundamental cause of long-run growth. In Aghion, P. and S.N. Durlauf (eds), *Handbook of Economic Growth*, Vol. 1. Amsterdam: Elsevier, 385–472.

Alcácer, J. and W. Chung (2007). Location strategies and knowledge spillovers. *Management Science*, 53(5), 760–776.

Archibugi, D. and S. Iammarino (2002). The globalization of technological innovation: definition and evidence. *Review of International Political Economy*, 9(1), 98–122.

Barnard, H. and C. Chaminade (2011). Global Innovation Networks: Towards a Taxonomy. *Paper No. 2011/04*. Lund, Sweden: University of Lund, CIRCLE laboratory.

Bathelt, H., A. Malmberg and P. Maskell (2004). Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 28(1), 31–56.

Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74.

Boschma, R. and K. Frenken (2006). Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 6, 273–302. doi.org/10.1093/jeg/lbi022.

Branstetter, L., G. Li and F. Veloso (2014). The rise of international co-invention. In Jaffe, A.B. and B.F. Jones (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 35–168.

Rodriguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter (and what to do about it). *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 11(1), 189–209.

Saxenian, A. (1994). Regional networks: industrial adaptation in Silicon Valley and route 128. *Cityscape*, 2(2), 41–60.

Saxenian, A. (1999). *Silicon Valley's New Immigrant Entrepreneurs*. San Francisco, CA: Public Policy Institute of California.

Scott, A.J. and M. Storper (1987). High technology industry and regional development: a theoretical critique and reconstruction. *International Social Science Journal*, 112, 215–232.

Storper, M. (2018). Regional innovation transitions. In Glückler, J., R. Suddaby and R. Lenz (eds), *Knowledge and Institutions*. Frankfurt: Springer, 197–225.

WIPO (2015). *World Intellectual Property Report 2015. Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: WIPO.

WIPO (2017). *World Intellectual Property Report 2017. Intangible Capital in Global Value Chains*. Geneva: WIPO.

Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.

Kemeny, T. and M. Storper (2019). Superstar Cities and Left Behind Places: Disruptive Innovation, Labor Demand and Interregional Inequality. Paper presented at the 40th Annual Meeting of the Italian Regional Science Association, L'Aquila, Italy, September.

Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.

Lécuyer, C. (2006). *Making Silicon Valley: Innovation and the Growth of High Tech*, 1930–1970. Cambridge, MA: MIT Press.

Lorenzen, M. and R. Mudambi (2013). Clusters, connectivity and catch-up: Bollywood and Bangalore in the global economy. *Journal of Economic Geography*, 13, 501–534. doi.org/10.1093/jeg/lbs017

Mazzucato, M. (2015). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press.

Mokyr, J. (2005). The intellectual origins of modern economic growth. *The Journal of Economic History*, 65(2), 285–351.

Moretti, E. (2012). *The New Geography of Jobs*. Boston, MA: Houghton Mifflin Harcourt.

Nieto, M.J. and A. Rodríguez (2011). Offshoring of R&D: looking abroad to improve innovation performance. *Journal of International Business Studies*, 42, 345–361.

Duranton, G. and D. Puga (2005). From sectoral to functional urban specialisation. *Journal of Urban Economics*, 57(2), 343–370.

Feldman, M., J. Francis and J. Bercovitz (2005). Creating a cluster while building a firm: entrepreneurs and the formation of industrial clusters. *Regional Studies*, 39(1), 129–141.

Florida, R. (2017). *The New Urban Crisis*. New York: Basic Books.

Frenken, K., F. Van Oort and T. Verburg (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41(5), 685–697.

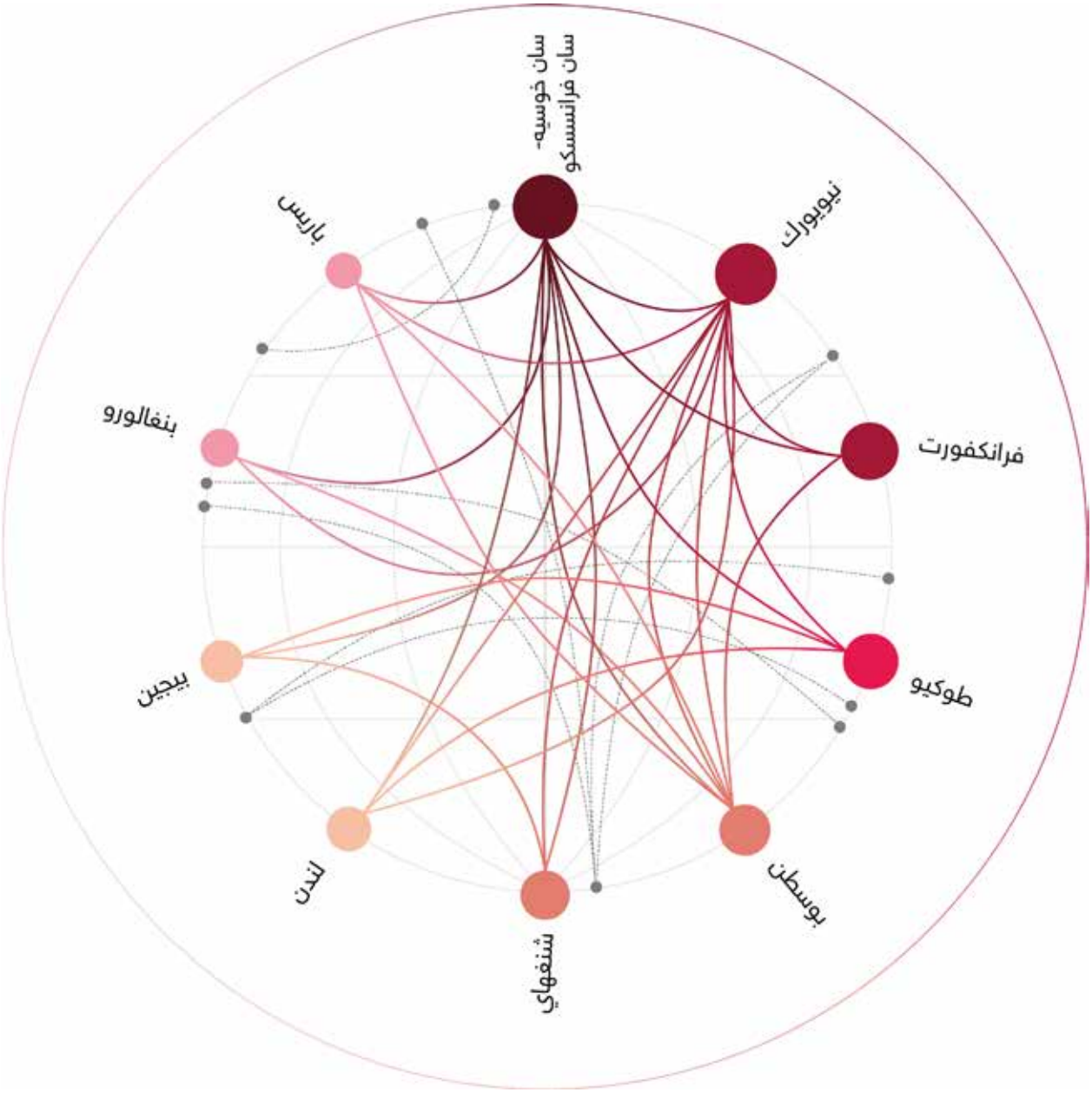
Glaeser, E.L. and D.C. Maré (2001). Cities and skills. *Journal of Labor Economics*, 19(2), 316–342.

Hardin, J.W. (2008). North Carolina's Research Triangle Park. Overview, history, success factors and lessons learned. In Hulsink, W. and H. Dons (eds), *Pathways to High-Tech Valleys and Research Triangles*. Wageningen UR Frontis Series, 24. Dordrecht: Springer, 27–51.

Hershberg, E., K. Nabeshima and S. Yusuf (2007). Opening the ivory tower to business: university–industry linkages and the development of knowledge-intensive clusters in Asian cities. *World Development*, 35(6), 931–940.

Iammarino, S. and P. McCann (2018). Network geographies and geographical networks: co-dependence and co-evolution of multinational enterprises and space. In Clark, G.L., M.P. Feldman, M.S. Gertler and D. Wójcik (eds), *The New Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.

البؤر التعاونية العشر الأولى
في العالم تستأثر بنسبة 26
بالمئة من كل الاختراعات
الدولية المشتركة.



الفصل 2

الشبكات العالمية لبؤر الابتكار

خلال الجزء الأكبر من القرن العشرين، حصرت الشركات المتعددة الجنسيات من البلدان ذات الدخل المرتفع عمليات البحث والتطوير التي تجريها في الخارج على الاقتصادات الغنية الأخرى، ولا سيما الولايات المتحدة ودول أوروبا الغربية، ثم اليابان. وكان ذلك معاكساً بوضوح لتوجه أنشطة التصنيع التي شهدت زيادة في التلزيم الخارجي من البلدان الغنية إلى البلدان المتوسطة الدخل والبلدان النامية.[1]

وتغير ذلك الوضع في الثمانينيات والتسعينيات. إذ بات توليد المعارف العلمية والتكنولوجية الجديدة يتطلب بشكل متزايد التفاعل بين المؤسسات والمنظمات، سواء كانت عامة أو خاصة، وطنية أو متعددة الجنسيات، بغض النظر عن موقعها الجغرافي. وتدريجياً، اكتسبت الصين والهند وأوروبا الشرقية وغيرها من الاقتصادات المتوسطة الدخل مكانة مهمة كوجهة للاستثمار الأجنبي المباشر التي توظفه الشركات المتعددة الجنسيات في أنشطة البحث والتطوير وكمصادر للمعرفة الجديدة.

وأدت الحاجة المتزايدة إلى المعرفة المعقدة والمتخصصة والتفاعل التكنولوجي على الصعيدين الوطني والدولي – خلافاً للمتوقع - إلى كل من التركيز الجغرافي وتشتت الابتكار، على النحو الموضح في الفصل 1. فمن ناحية، سعت المنظمات إلى تركيز أنشطة الابتكار والتفاعلات في المواقع التي تتميز بجودة عالية وتكاليف منخفضة. ومن ناحية أخرى، فإن أوجه التفاعل المعقدة بين قوى السوق، ووفورات الحجم، والحاجة إلى مزيد من التواصل المباشر، والتفاعل المتعدد التخصصات قد دفعت نحو التقارب الجغرافي.

وشكلت شبكات الابتكار العالمية قوة طاردة مركزية في التوزيع الجغرافي لأنشطة توليد المعرفة. ولا يستهدف الاستثمار الأجنبي المباشر في المعرفة بلدانا بأكملها وإنما يستهدف مواقع محددة داخلها. وتحدث معظم عمليات التعاون الدولي أو الاستثمار أو تنقل العمال المهرة بين مراكز محددة لإنتاج المعرفة. ولكن شبكات الابتكار العالمية لا تمتد عبر الحدود فحسب وإنما تقيم روابط بين مواقع محددة داخل البلدان وتعزز الصدارة الوطنية لهذه المواقع؛ وتتعايش داخل الحدود الوطنية شبكات أقاليمية فرعية للابتكار مع الشبكات العالمية.

وفي ضوء هذه الاعتبارات، من الضروري أن نفهم بشكل تجريبي التركيز الجغرافي وانتشار إنتاج المعرفة العلمية والتقنية والتفاعلات في العالم. ويتطلب ذلك تحديداً دقيقاً لأنشطة الابتكار داخل الحدود الوطنية وكيف تسهم تلك الأنشطة في تشتت عمليات تبادل المعرفة في جميع أنحاء العالم. ومن المهم بخاصةٍ التحقق مما إذا كان نمو المراكز الوطنية لإنتاج المعرفة يؤدي إلى زيادة إجمالية في التعاون والاستثمار الدوليين أم إذا كانت تلك المراكز تمتص ببساطة أنشطة الابتكار من المناطق الأخرى داخل البلد أو خارجها فلا تكون هناك أي زيادة أو نقصان. وقد يكون ذلك مهماً بخاصةٍ للبلدان النامية حيث يمكن لأنظمة الابتكار الوطنية أن تعتمد بقدر أقل على عمليات البحث والتطوير للشركات المتعددة الجنسيات بفضل تعزيز الشركات المحلية وتنفيذ سياسات عامة محددة تنهض بالابتكار المحلي إما عن طريق أخذ محل الجهات الفاعلة الدولية أو الاستفادة من أنشطة التعاون الوطنية والدولية.

وفضلاً عن ذلك، تؤدي عولمة المعارف إلى اختلال توزيع أنشطة الابتكار داخل البلدان. فإذ تكتسب مراكز إنتاج المعرفة أهمية على

المستوى العالمي وتكثف تبادلاتها، فإن المدن والمناطق التي لا تشارك في تلك التبادل تتعرض للتهميش (انظر الفصل 5).

ويسعى هذا الفصل إلى توثيق تطور التفاعلات العالمية المولدة للمعرفة وكيف تقوم قوى الطرد المركزي وقوى الدفع المركزي المبيَّنة في الفصل 1 بتوليد شبكات عالمية شديدة التركز من البؤر الابتكارية والتجمعات المتخصصة للغاية. ويستخدم في ذلك قاعدة بيانات جديدة من المنشورات العالمية المفضَّلة جغرافياً – تتضمن المقالات العلمية ومخرجات المؤتمرات – وبيانات البراءات لرصد التطورات (انظر الإطار 1.2) وإبراز مجموعة من التوجهات الطويلة الأجل ابتداءً من منتصف السبعينيات.

وينقسم هذا الفصل إلى أربعة أقسام. أما القسم الأول، فينظر في كيفية تحول إنتاج المعرفة العلمية والتكنولوجية، مع التركيز على زيادة مشاركة البلدان المتوسطة الدخل، ولا سيما الصين. وسيعرض أيضاً أدلة تكميلية على زيادة تركز إنتاج المعرفة جغرافياً عن طريق تحديد تجمعات الابتكار الرئيسية - من بؤر ومجموعات - في كل بلد. وأما القسم الثاني، فيحلل التفاعلات العلمية والتكنولوجية بين البلدان مع توفير المزيد من الأدلة على عولمة الابتكار. ويسلط الضوء على دور استعانة الشركات بمصادر معارف دولية في تطور شبكات الابتكار العالمية. وأما القسم الثالث، فينظر في مدى مساهمة نوعي التجمعات في إنشاء شبكة ابتكار تكون عالمية حقاً. وأما القسم الرابع والأخير، فيعرض النتائج الرئيسية لهذا الفصل.

الإطار 1.2 البيانات المفضّلة جغرافياً للبراءات والمنشورات العلمية

بيانات البراءات

تغطي بيانات البراءات المستخدمة في هذا التقرير جميع وثائق البراءات - بغض النظر عن منح البراءة نفسها - التي أودعت فيما بين عامَي 1970 و2017 في جميع مكاتب البراءات حول العالم والمتاحة في قاعدة بيانات PATSTAT التابعة للمكتب الأوروبي للبراءات ومجموعات نظام معاهدة التعاون بشأن البراءات (معاهدة البراءات) الذي تديره الويبو. ووحدة التحليل هي أول إيداع لمجموعة وثائق براءات في بلد أو أكثر عن الاختراع نفسه. وكل مجموعة تحتوي على إيداع أول وربما عدة إيداعات لاحقة تُعرف بعبارة أسرة البراءة. وفي هذا التحليل، تنقسم أسر البراءات إلى تلك الموجهة دولياً وتلك الموجهة داخلياً فقط. أما أسر البراءات الدولية التوجه، فتشير إلى المودعين الذين يلتمسون الحماية بموجب براءة في بلد واحد على الأقل غير بلد إقامتهم. وهي تشمل أسر البراءات التي لا تحتوي سوى على وثائق براءات مودعة لدى المكتب الأوروبي للبراءات أو عن طريق نظام معاهدة البراءات. وبالعكس، تشير أسر البراءات الداخلية التوجه إلى تلك التي لا تحتوي إلا على إيداعات في البلد الأم مثل مودع يكون مقيماً في اليابان ويودع طلبه لدى مكتب اليابان للبراءات فقط.

وبقدر الإمكان، يتعلق الترميز الجغرافي – أي إسناد إحداثيات جغرافية إلى موقع محدد - بعنوان المخترع المحدد استناداً إلى أفضل مصادر البيانات المتاحة في إطار أسرة البراءة.[2] ويتم ترميز العديد من العناوين جغرافياً على مستوى دقيق جداً - أي الشارع أو الحي - في حين لا تبيِّن بعض الرموز الأخرى سوى الرمز البريدي أو مستوى آخر فرعي في المدينة. ولأغراض المقارنة على المستوى الدولي ونظراً إلى التغطية المحدودة لعناوين المخترعين في بعض المجموعات الوطنية، لم يعتمد تحليل المجموعات سوى على البراءات الدولية التوجه.

بيانات المنشورات العلمية

استُمدت بيانات المنشورات العلمية المستخدمة في هذا التقرير من سجلات الفترة الممتدة من عام 1998 إلى عام 2017 لفهرس الاستشهادات العلمية (SCIE) الخاص بويب العلوم، وهي قاعدة بيانات الاقتباس التي تديرها شركة Clarivate Analytics. ويركز التحليل على رصد المقالات العلمية ومخرجات المؤتمرات التي تشكل الجزء الأكبر من تلك البيانات.

ويفترض التقرير أن الأبحاث التي أجريت لأي منشور قد تمت في المؤسسات والمنظمات التي يعلن المؤلفون انتماءهم إليها. وكل هذه المواقع تقريباً مرمزة جغرافياً على مستوى الرمز البريدي أو مستوى فرعي آخر من المدينة. وفي حالة انتماء مؤلف أو مؤلفة إلى أكثر من جهة في المنشور نفسه، يؤخذ بكل العناوين المختلفة.

1.2 وجها إنتاج المعرفة العالمية

الانتشار الدولي المتسارع لتوليد المعرفة

أين يحدث إنتاج المعرفة؟ وهل يختلف الانتشار الجغرافي لهذا النوع من النواتج عن غيره المنبثق عن الأنشطة الاقتصادية الأخرى؟ تشير الدلائل التجريبية إلى أن الأنشطة المتعلقة بإنتاج المعرفة - مثل الإنفاق على البحث والتطوير أو توليد البراءات أو إعداد المنشورات العلمية - تتركز جغرافياً بشكل أكبر داخل البلدان أكثر من الأنشطة الاقتصادية الرئيسية الأخرى أو إجمالي السكان أو التجارة أو الاستثمار الأجنبي المباشر. وعلى الرغم من هذا التركيز العالي، فإن الاتجاه العالمي يكمن في مدى الانتشار الجغرافي الدولي للابتكار مع مرور الوقت.[3]

وبالنسبة لمعظم الفترة من 1970 إلى 2000، كانت ثلاثة بلدان فقط - وهي الولايات المتحدة واليابان وألمانيا - تستأثر بثلثي إجمالي أنشطة البراءات في جميع أنحاء العالم (الشكل 1.2). وإذا أضفنا اقتصادات أوروبا الغربية المتبقية - وخاصةً المملكة المتحدة وفرنسا وسويسرا وإيطاليا - فتصل هذه النسبة إلى 90 في المئة.

ولكن وفقاً لعدد البراءات، شهدت بقية حصة العالم من إنتاج التكنولوجيات الجديدة ارتفاعاً بطيئاً على مدى العقود الثلاثة، وجاء أغلبه على حساب العديد من اقتصادات أوروبا الغربية.

وارتفعت حصة بقية دول العالم من أقل من 6 في المئة في بداية السبعينيات إلى أكثر من 13 في المئة في أوائل الألفينيات. وكان جزء صغير فقط من هذا الانتشار يرجع إلى جمهورية كوريا والصين.

وفي العقدين الماضيين، تسارع الاتجاه بشكل ملحوظ بالنسبة لكل من النواتج التكنولوجية (البراءات) والعلمية. ويستأثر بقية العالم بحوالي ثلث إجمالي نشاط البراءات في العقد الذي يبدأ في عام 2010. وانتشرت البيانات العلمية المنشورة على نطاق أوسع، حيث ارتفعت حصة بقية العالم من أقل من ربع إجمالي المنشورات العلمية إلى النصف تقريباً في غضون الفترة نفسها تقريباً.

خلال هذه الفترة، تفوق باقي العالم - وهي مجموعة غير متجانسة تتراوح من بعض البلدان المرتفعة الدخل، مثل كندا أو جمهورية كوريا، إلى اقتصادات معظمها متوسطة ومنخفضة الدخل – على بلدان أوروبا الغربية والولايات المتحدة واليابان في حصة إنتاج المعرفة. ومما لا شك فيه أن الصين وجمهورية كوريا تمثلان جزءاً كبيراً من هذا التشتت الدولي، لكنهما لا يشرحانه بالكامل. فحتى إذا أدمجنا هذين الاقتصادين الآسيويين في مجموعة أوروبا الغربية والولايات المتحدة واليابان، نجد أن باقي العالم قد زاد حصته في مؤشرَي إنتاج المعرفة.

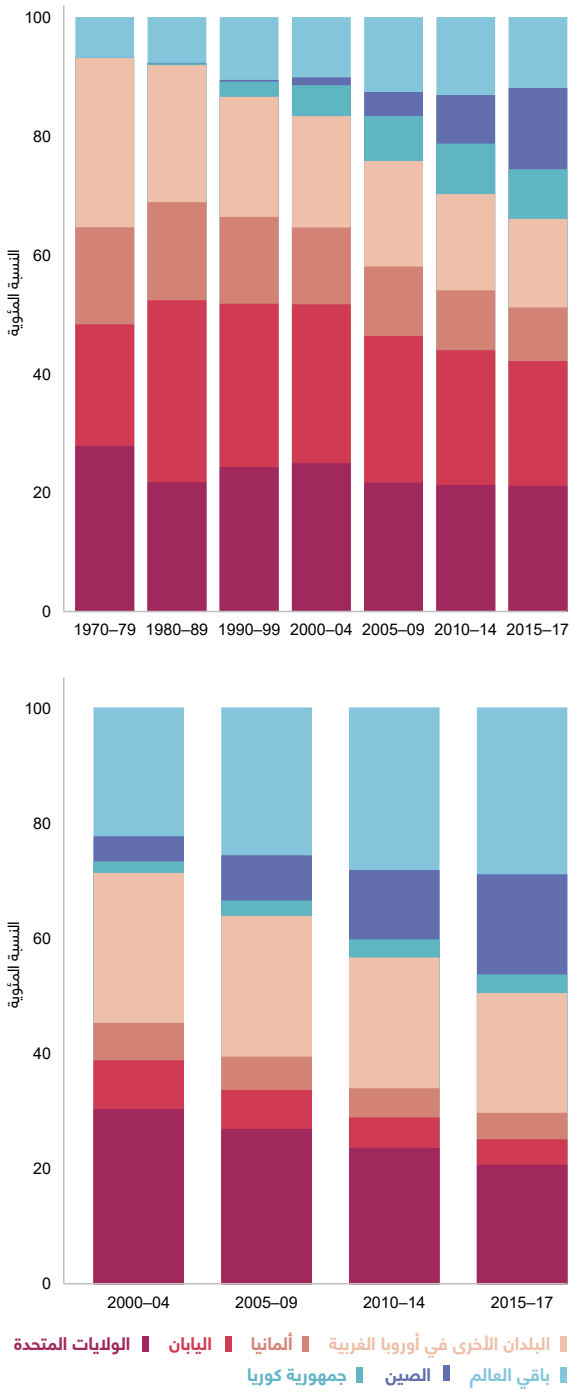
ما وراء هذا الانتشار المتسع؟ أولاً وقبل كل شيء، نشأة البلدان الآسيوية كجهات فاعلة في مجال الابتكار العالمي: فمنذ الألفينيات، زادت آسيا ككل حصتها من إجمالي البراءات من 32 في المئة إلى 48 في المئة وحصتها من إجمالي المنشورات العلمية من 17 في المئة إلى 36 في المئة. ويرجع ذلك إلى تصاعد مكانة الصين وجمهورية كوريا على الرغم من الانخفاض النسبي في حصة اليابان من البراءات والمنشورات.

وفضلاً عن ذلك، شهدت العديد من الاقتصادات في غرب وجنوب ووسط وجنوب شرق آسيا زيادة ملحوظة في حصتها من البراءات (الجدول 1.2) على الرغم من نقطة انطلاقها البعيدة. وينطبق ذلك أيضاً على المنشورات العلمية حيث زادت الحصة من أكثر من 5 في المئة إلى أكثر من 10 في المئة في غضون عقدين فقط. ومن بين تلك الاقتصادات، ظهرت تركيا وإسرائيل والهند وسنغافورة وجمهورية إيران الإسلامية كأكبر بلدان منتجة للابتكار.

وساهمت الاقتصادات في القارات الأخرى في الانتشار الجغرافي للابتكار خلال العقدين الماضيين، خاصة فيما يتعلق بالمنشورات العلمية. وشهدت أوقيانوسيا – وفي صدارتها أستراليا – زيادة صغيرة ولكن منتظمة في حصتها من المنشورات العلمية، على الرغم من أن حصتها من البراءات انخفضت منذ أوائل الألفينيات. وشهدت اقتصادات منطقة أمريكا اللاتينية والكاريبي زيادة بنسبة 36 في المئة في حصتها من المنشورات العلمية خلال العقدين الماضيين وضاعفت حصتها من البراءات منذ السبعينيات على الرغم من نقطة انطلاقها البعيدة. وشهدت البلدان الأفريقية زيادة نسبية كبيرة في حصتها من المنشورات العلمية مع انخفاض حصتها من البراءات التي كانت في الأصل ضئيلة جداً. وفي بداية هذه الفترة، استأثرت بلدان أوروبا الوسطى والشرقية - بقيادة الاتحاد الروسي - بأكبر حصة من نواتج الابتكار بعد أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية وشرق آسيا. ومع ذلك، شهدت هذه الاقتصادات بعد ذلك انخفاضاً حاداً في حصتها من البراءات وانخفاضاً طفيفاً في حصتها من المنشورات العلمية.

عقدان من الانتشار المتسارع لإنتاج المعرفة

الشكل 1.2 تطور البراءات (في الأعلى) وحصة النشر (في الأسفل) بحسب الاقتصادات الكبرى



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: أوروبا الغربية الأخرى لا تشمل ألمانيا. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

وأظهرت كل من تلك المناطق تركيزاً عالياً في عدد قليل من البلدان، خاصة بالنسبة للبراءات. فكان ذلك في الهند وجمهورية إيران الإسلامية في جنوب ووسط آسيا؛ وسنغافورة في جنوب شرق آسيا؛ والاتحاد الروسي وبولندا في أوروبا الوسطى والشرقية؛ والبرازيل والمكسيك في أمريكا اللاتينية؛ وإسرائيل وتركيا في الشرق الأوسط؛ وأستراليا في أوقيانوسيا؛ ومصر وجنوب أفريقيا في أفريقيا. وتستأثر تلك البلدان الرائدة إقليمياً بجزء كبير من نشاط البراءات الضئيل الذي يحدث في قاراتهم. وهي تركز أيضاً جزءاً كبيراً من المنشورات العلمية، ولا سيما البرازيل في أمريكا اللاتينية والهند وجمهورية إيران الإسلامية في جنوب ووسط آسيا.

ويمكن أن تختلف الابتكارات في قيمتها العلمية والتكنولوجية. وإذ تؤثر المخرجات العلمية والتكنولوجية المذهلة والاضطرابية في النواتج اللاحقة، فيتم الاستشهاد بها أكثر. وتنفق الاقتصادات المرتفعة الدخل أكثر على إنتاج مثل هذه النواتج المبتكرة المذهلة. وقد تكون الاستشهادات مؤشراً غير وافياً للقيمة الاقتصادية غير أنها تبيِّن مدى إدراك وتقدير المبتكرين الآخرين للبحوث المعنية ومن ثم مدى قيمتها.

وتشير كل من بيانات البراءات والمنشورات العلمية إلى أن الابتكار يتركز بدرجة أكبر عندما يكون أكثر قيمة (أكثر استشهاداً) (الشكل 2.2). وبوجه خاص، تستأثر الولايات المتحدة بحصة غير متناسبة من البراءات والمنشورات العلمية التي تم الاستشهاد بها، مما أدى إلى تقزيم حصص الاقتصادات الأخرى. ومع ذلك، نلاحظ هنا أيضاً توجهاً نحو التشتت. فخلال العقدين الماضيين، شهدت الولايات المتحدة واليابان وأوروبا الغربية تركيزاً أقل عموماً في النتائج الابتكارية الأكثر قيمة. وظهرت الصين وجمهورية كوريا في الصدارة. ومع ذلك، ساهمت الاقتصادات الأخرى أيضاً في انتشار الابتكار الذي تم الاستشهاد به، وإن لم يكن ذلك الانتشار سريعاً بالنسبة للمنشورات العلمية والبراءات التي استُشهد بها بدرجة أقل.

وباختصار، يبدو أن الصين تفسر إلى حد كبير الانتشار العالمي لأنشطة الابتكار العلمي والتكنولوجي في العقدين الماضيين، على الرغم من أن العديد من الدول الأخرى ساهمت في ذلك التوجه. ولكن يُلاحظ أن العديد من البلدان المنخفضة الدخل تُستبعد بشكل منهجي من الابتكار الدولي.[4] ومن المثير للاهتمام أن الارتفاع السريع الذي حققته الصين في الآونة الأخيرة، وإلى حد أقل جمهورية كوريا، يدل أيضاً على إعادة التركيز العالمي لحصص إنتاج الابتكار، ولكن في مواقع مختلفة. ويتزامن إعادة التركيز هذا مع اتجاه مماثل لوحظ في حصص الإنفاق على البحث والتطوير بعد عام 2008 في بداية الركود الكبير، حيث زادت كل من الصين وجمهورية كوريا حصتها من الإنفاق العالمي على البحث والتطوير. وبشكل عام، زاد إنتاج الابتكار حجماً وانتشر على نطاق عالمي، ولكن لا تزال هناك مجموعة محدودة من البلدان التي تنتج الجزء الأكبر منه.

زيادة التركيز: شأن محلي

إن التوزيع الجغرافي للأنشطة الإبداعية والعلمية غير متكافئ داخل البلد الواحد. وفي ظل زيادة إنتاج الابتكار وانتشاره دولياً، لوحظت ظاهرة مثيرة للاهتمام ألا وهي عدم وجود دليل واضح على أن إنتاج المعرفة قد انتشر داخل البلدان.

وغالباً ما تستأثر مناطق إدارية قليلة في كل اقتصاد بحصة الأسد من الإنتاج العلمي والتكنولوجي (الجدول 2.2). ففي الولايات المتحدة، تركز ثلاث من الولايات الخمسين نحو 40 في المئة من الإنتاج الإبداعي (البراءات) ونحو 30 في المئة من الإنتاج العلمي (المنشورات). والولايات المتحدة هي أقل المناطق تركيزاً جغرافياً ضمن أكبر الاقتصادات. وفي اليابان، تركز ثلاث من المحافظات السبعة والأربعين 56 في المئة من البراءات و35 في المئة من المنشورات العلمية. وفي الصين، تجمع ثلاث من المقاطعات الثلاثة والثلاثين 60 في المئة من البراءات ونحو 40 في المئة من المنشورات العلمية. وتشهد أوروبا تركيزاً أعلى ولكن عدد المناطق أقل. وفي ألمانيا، تركز ثلاث من الولايات الستة عشرة ثلثي البراءات ونصف المنشورات العلمية. وبالمثل، فإن ثلاث من المناطق الفرنسية الثمانية عشرة تراكم حوالي 60 في المئة من إنتاج المعرفة.

وقد زاد التركيز الإقليمي للبراءات في هذه الاقتصادات على مدى العقد الماضي. وفي جميع الحالات باستثناء فرنسا، راكمت المناطق الثلاثة الأولى (الجدول 2.2) براءات أكثر في الفترة 2011-2015، مما يدل على التركيز داخل البلد وليس التشتت. ومن المثير للاهتمام أن المناطق الثلاثة الأولى ليست نفسها بالضرورة في الفترتين، ولكن التغييرات طفيفة. وبالنسبة للنشر العلمي، تظهر المناطق الثلاثة الأولى تغيراً طفيفاً خلال الفترتين الموضحتين في الشكل. وتعد المقاطعات الثلاث الأولى في الصين هي الوحيدة التي أظهرت انتشاراً جغرافياً ملحوظاً للإنتاج العلمي. وإذ إن مواقع المؤسسات الأكاديمية وميزانياتها تكون نتيجة لعمليات صنع قرار معقدة وطويلة، فقد يفسر ذلك جزئياً اتجاهات المنشورات العلمية المستقرة المرصودة.

ولا تنطبق هذه الاتجاهات على الاقتصادات الابتكارية الرئيسية المبيَّنة في القسم السابق فقط. ففي غالبية البلدان، تحول عدد محدود من المناطق إلى بؤر ابتكارية وتجاوزوا باقي البلد بكثير. وقد حدث ذلك في الهند وأستراليا وعدة بلدان في جنوب شرق آسيا والشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وأفريقيا.

ومع ذلك، توجد صعوبات كبيرة - مشتركة بين كل قضايا الجغرافيا الاقتصادية - في إجراء مقارنات بين البلدان على أساس المناطق الإدارية القائمة على المستوى دون الوطني. ويمكن أن تختلف المناطق الإدارية اختلافاً كبيراً في الحجم والسكان وكثافة النشاط الابتكاري، وهي كلها عوامل تعقد المقارنة. وفضلاً عن ذلك، قد لا تتطابق الحدود الإدارية مع حدود تجمع أو بؤرة الابتكار.[5] وقد تشتمل منطقة إدارية ما على تجمعين أو أكثر أو قد يمتد التجمع أو التجمعات عبر عدة مناطق إدارية بل قد يتجاوز الحدود الوطنية.

وتوثِّق الكثير من المؤلفات بشأن التحليل المكاني هذه المشكلة المعروفة باسم "وحدة المساحات القابلة للتغير" (MAUP) وما ينتج عنها من انحرافات إحصائية.[6] ويتطلب الحل إنشاء مناطق خاصة قابلة للمقارنة يمكن استخدامها بدلاً من المناطق الإدارية. ويقدِّم الإطار 2.2 شرحاً مفصلاً للحل.

حصة آسيا من الابتكار تزداد بشدة

الجدول 1.2 تطور البراءات والمنشورات العلمية، بحسب المناطق والبلدان المختارة

المنطقة (البلد)	البراءات						المنشورات					
	1979-1970	1989-1980	1999-1990	2004-2000	2009-2005	2014-2010	2004-2000	2009-2005	2014-2010	2017-2015	2014-2010	2017-2015
جنوب ووسط وجنوب شرق آسيا	**%0.1**	**%0.1**	**%0.6**	**%1.0**	**%1.6**	**%2.1**	**%3.2**	**%4.8**	**%6.7**	**%7.5**		
الهند	%0.0	%0.0	%0.1	%0.5	%1.0	%1.4	%2.0	%2.6	%3.2	%3.5		
سنغافورة	%0.0	%0.0	%0.1	%0.3	%0.4	%0.4	%0.4	%0.5	%0.5	%0.5		
أوروبا الوسطى والشرقية	**%3.2**	**%3.8**	**%4.9**	**%1.1**	**%1.3**	**%1.4**	**%5.8**	**%5.9**	**%5.8**	**%5.6**		
الاتحاد الروسي	%0.7	%1.4	%2.7	%0.4	%0.5	%0.5	%2.4	%1.9	%1.7	%1.8		
بولندا	%0.2	%0.1	%0.1	%0.1	%0.1	%0.2	%1.1	%1.3	%1.3	%1.3		
أمريكا اللاتينية والكاريبي	**%0.3**	**%0.3**	**%0.3**	**%0.4**	**%0.5**	**%0.6**	**%3.0**	**%3.5**	**%4.0**	**%4.0**		
البرازيل	%0.1	%0.1	%0.1	%0.2	%0.2	%0.3	%1.5	%2.0	%2.3	%2.3		
غرب آسيا	**%0.3**	**%0.3**	**%0.7**	**%1.1**	**%1.4**	**%1.6**	**%2.3**	**%2.8**	**%3.0**	**%3.1**		
تركيا	%0.0	%0.0	%0.0	%0.1	%0.2	%0.3	%1.0	%1.5	%1.7	%1.7		
إسرائيل	%0.2	%0.3	%0.6	%0.9	%1.2	%1.1	%0.9	%0.8	%0.6	%0.6		
أوقيانوسيا	**%0.8**	**%1.1**	**%1.1**	**%1.4**	**%1.3**	**%0.9**	**%2.4**	**%2.4**	**%2.6**	**%2.8**		
أستراليا	%0.7	%1.0	%1.0	%1.2	%1.1	%0.8	%2.0	%2.1	%2.3	%2.5		
أفريقيا	**%0.3**	**%0.2**	**%0.2**	**%0.3**	**%0.2**	**%0.2**	**%1.1**	**%1.3**	**%1.6**	**%1.8**		
مصر	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.3	%0.3	%0.4	%0.5		
جنوب أفريقيا	%0.2	%0.2	%0.2	%0.2	%0.2	%0.1	%0.3	%0.4	%0.4	%0.4		
المجموع	**%4.8**	**%5.8**	**%7.8**	**%5.3**	**%6.4**	**%6.8**	**%17.8**	**%20.7**	**%23.6**	**%24.9**		

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

الإطار 2.2
كيف تُقاس التجمعات المحلية للابتكار

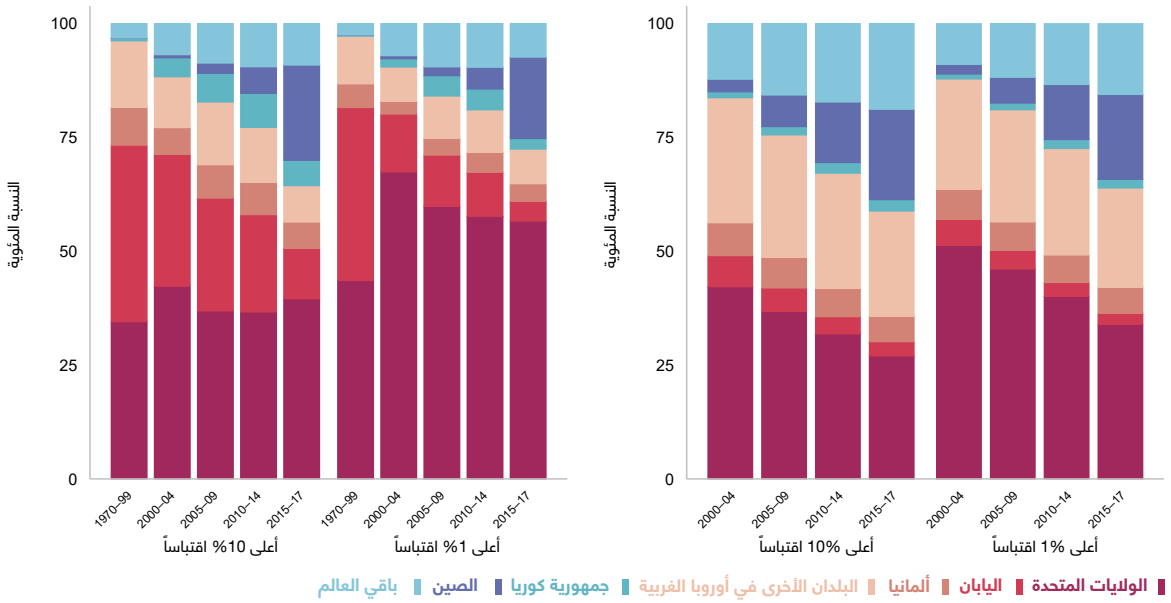
يهدف التقرير إلى توفير مقياس قابل للمقارنة دولياً لتكتل الأنشطة العلمية والتكنولوجية. ويستخدم كل البراءات الدولية التوجه في الفترة 1976-2015 وكل المنشورات العلمية في الفترة 1998-2017 لتحديد مناطق التركيز الجغرافي الرئيسية للابتكار.

ويتم تعريف التكتلات باستخدام نهج تحديد الكتلة استناداً إلى خوارزميات قائمة على الكثافة من المؤلفات الجغرافية الاقتصادية.[7] وباختصار، يستخدم التقرير خوارزمية "التجميع المكاني القائم على الكثافة للتطبيقات المشوشة" (DBSCAN) لتحديد التكتلات بشكل منفصل عن البيانات المرمزة جغرافياً للبراءات والمنشورات العلمية. ويتم تحديد حدود كل منشور علمي وتكتل براءات باستخدام نهج مضلع مقعر. ويتم دمج المضلعات المتداخلة مع الحفاظ على الحدود الخارجية لكل التكتلات المعنية. ويُشار إلى المناطق الخارجية الناتجة باسم **بؤر الابتكار العالمية** أو **البؤر** بكل بساطة. ولاستيعاب عامل التخصص العلمي والتكنولوجي، يتم تكرار الطريقة المذكورة أعلاه على 25 عينة فرعية من البيانات نفسها للمنشورات والبراءات والتي تخص 12 مجالاً علمياً و13 مجالاً تكنولوجياً على التوالي.[8] ولا يُحتفظ إلا بالمضلعات الناتجة عن عمليات التكرار الخمسة والعشرين في البؤرة. ثم تُدمج المضلعات الناتجة على غرار البؤر. ويُشار إلى المناطق الخارجية النهائية باسم المجموعات **المتخصصة الخاصة** أو **المجموعات المتخصصة** بكل بساطة.

وبحكم التعريف، فإن المجالات الناتجة: (1) تكون **قابلة للمقارنة دولياً**، أي أن كثافة المنشور العلمي نفسه أو البراءة (المتخصصة) كانت ستحدد البؤرة (الكتلة) نفسها في أي مكان في العالم؛ (2) ويمكن أن تكون لها **كثافة علمية وتكنولوجية مختلفة**، أي أن البؤر والمجموعات المتخصصة تحتاج فقط إلى تركيز عالٍ من المنشورات العلمية أو البراءات ولكن ليس كليهما بالضرورة؛ (3) وتكون لها **كثافة تخصص مختلفة**، أي أن المجموعات المتخصصة تُحدد بعتبات كثافة أدنى من البؤر؛ (4) **وتكون مناطق جغرافية مميزة**، أي أن المضلعات لا تتداخل داخل البؤر والمجموعات المتخصصة وعبرها؛ (5) وتكون لها **حدود غير محددة مسبقاً**، أي أن البؤر والمجموعات المتخصصة يمكن أن تكون لها أحجام مختلفة وتشمل أكثر من مدينة أو ولاية/مقاطعة أو بلد.

كلما زادت القيمة، زاد التركيز

الشكل 2.2 تطور البراءات (اليسار) والمنشورات العلمية (اليمين) الأكثر اقتباساً، بحسب الاقتصادات والمناطق الرائدة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

حصص الابتكار في المناطق دون الوطنية الرائدة داخل البلدان

الجدول 2.2 المناطق الإدارية الكبيرة الثلاثة الرائدة من حيث تركيز البراءات والمنشورات العلمية بحسب الفترة وفي مجموعة مختارة من البلدان

البلد (المستوى)	البراءات			المنشورات			
	1995-1991	%	2015-2011	%	2005-2001	%	2015-2011	%
الصين (المقاطعات)	بيجين غوانغدونغ شنغهاي	42.3	غواندونغ بيجين جيانغسو	60.3	بيجين شنغهاي جيانغسو	45.5	بيجين شنغهاي جيانغسو	39.4
ألمانيا (الولايات)	بادن-ورتيمبرغ بايرن نوردراين-وستفالين	63.8	بايرن بادن-ورتيمبرغ نوردراين-وستفالين	65.0	بايرن نوردراين-وستفالين بادن-ورتيمبرغ	49.4	نوردراين-وستفالين بادن-ورتيمبرغ بايرن	50.0
فرنسا (المناطق)	إيل دو فرانس أوفيرن-رون-ألب غراند إيست	64.1	إيل دو فرانس أوفيرن-رون-ألب أوكسيتاني	59.9	إيل دو فرانس أوفيرن-رون-ألب أوكسيتاني	63.1	إيل دو فرانس أوفيرن-رون-ألب أوكسيتاني	62.7
المملكة المتحدة (المقاطعات)	لندن الكبرى هيرتفوردشاير كامبريدجشاير	17.9	لندن الكبرى كامبريدجشاير أوكسفوردشاير	23.9	لندن الكبرى كامبريدجشاير أوكسفوردشاير	35.8	لندن الكبرى أوكسفوردشاير كامبريدجشاير	38.7
الهند (الولايات)	ماهاراشترا كارناتاكا تيلانغانا	51.6	كارناتاكا ماهاراشترا تيلانغانا	60.1	ماهاراشترا تاميل نادو إقليم العاصمة الوطني في دلهي	36.4	تاميل نادو ماهاراشترا إقليم العاصمة الوطني في دلهي	36.1
اليابان (المقاطعات)	طوكيو كاناغاوا أوساكا	51.5	طوكيو كاناغاوا أوساكا	56.3	طوكيو أوساكا إيباراكي	35.8	طوكيو أوساكا آيشي	35.4
الولايات المتحدة (الولايات)	كاليفورنيا نيويورك تكساس	30.8	كاليفورنيا نيويورك تكساس	36.5	كاليفورنيا نيويورك ماساشوستس	28.2	كاليفورنيا ماساشوستس نيويورك	28.7

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: نُسبت البراءات والمنشورات العلمية إلى المناطق بحسب الرموز الجغرافية لعناوين المخترعين وجهات انتمائهم. وانظر الإطار 1.2 والملاحظات التقنية. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

وبناءً على هذه المنهجية، توجد 174 بؤرة ابتكار عالمية و313 مجموعة متخصصة في شتى أنحاء العالم، تستأثر مجتمعةً بنسبة 85 بالمئة من إجمالي البراءات و81 بالمئة من المقالات العلمية ونواتج المؤتمرات المنشورة في جميع أنحاء العالم. وتكون مساهمة المجموعات المتخصصة صغيرة نسبياً. وتشمل أيضاً عمليات تعاون – أي اختراعات ومنشورات مشتركة – مع شركاء خارج تلك المناطق الكثيفة ابتكارياً.

وتتوافق هذه المناطق الكثيفة ابتكارياً إلى حد كبير مع المناطق الكبيرة والحضرية والعالمية والمزدهرة في العالم. وكما لوحظ، يكون الابتكار أكثر تركيزاً من النشاط الاقتصادي العام والسكان. فعلى سبيل المثال، 22 فقط من أصل 35 منطقة حضرية مكتظة بالسكان في العالم جزء من بؤرة عالمية للابتكار (الشكل 3.2). ويوجد تباين هائل بين بؤر بيجين ولندن ولوس أنجلوس ونيويورك وسيول وطوكيو التي تركز قدراً كبيراً من البراءات والمنشورات العلمية، وبؤر بوينس آيرس ودلهي واسطنبول ومكسيكو سيتي وموسكو وساو باولو وطهران مثلاً التي تعد جزءاً من البؤر التي تركز مستوى معقولاً، وإن كان أقل بكثير، من المقالات العلمية وعدداً ضئيلاً جداً من البراءات. وتتسم مراكز حضرية أخرى كثيفة سكانياً بكثافة ابتكارية كافية فقط في بعض المجالات العلمية أو التكنولوجية المتخصصة. وينطبق ذلك على المجموعات المتخصصة القائمة في بانكوك والقاهرة وشونغكينغ وكولكاتا مثلاً. وعلى الرغم من أن عدة مناطق حضرية ذات كثافة سكانية مرتفعة تركز أغلب نواتج الابتكار على المستوى الوطني – مثل جاكارتا وكاراتشي ومانيلا – فإنها لا تولد ابتكاراً كافياً لتصنف كبلدان مستضيفة لبؤرة أو مجموعة متخصصة.

ومن ناحية أخرى، يمكن للمناطق الحضرية الأقل كثافة سكانياً في العديد من البلدان المرتفعة الدخل والمبتكرة أن تستضيف كثافة ابتكارية عالية، ولا سيما في بعض المجالات المتخصصة. وهذه المجموعات المتخصصة - مثل إيثاكا في الولايات المتحدة أو ستافانجر في النرويج أو برن في سويسرا - مبتكرة للغاية بسبب بصمة الابتكار القوية للمؤسسات الأكاديمية المحلية أو الصناعات أو شركة رئيسية في بعض الأحيان. وتتفوق هذه المجموعات المتخصصة، في مجالات تخصصها، على المدن الكبرى التي تتسم بمستويات كثافة حضرية وابتكارية أعلى عامةً.

ويوسع الشكلان 4.2 و5.2 هذه المقارنة على النطاق العالمي، بالاستناد إلى التوزيع العالمي للأضواء الليلية كبديل للمناطق الحضرية الكثيفة.[9] وكما هو مبيَّن في الشكل 4.2، فإن الأضواء الليلية غير موزعة جيداً عبر العالم أو داخل الحدود. ويتبع الابتكار نمطاً مماثلاً من التكتل ولكنه أكثر تشتتاً جغرافياً. وهذه التكتلات أو البؤر – التي تكون بحكم التعريف أكثر كثافة في توليد المعرفة العلمية أو البراءات – تتزامن عادةً مع المناطق الأكثر سطوعاً – من حيث الإضاءة الليلية – في العالم. وتتزامن المجموعات المتخصصة مع المواقع الساطعة على الرغم من أن طبيعتها المتخصصة تعني أنه يمكن للمناطق الحضرية أن تكون أقل كثافة.

وتتمتع أوروبا – وبخاصةٍ الغرب – بأكثر التوزيعات الإقليمية تجانساً من حيث الإضاءة الليلية وتركز بطبيعة الحال أكثر من ثلث إجمالي بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة في العالم. وعلى الرغم من ذلك، توجد عدة مناطق مضاءة دون تجمعات ابتكارية. وفي أوروبا، تتصدر ألمانيا والمملكة المتحدة وفرنسا البلدان من حيث عدد تكتلات الابتكار، ولكن حتى تلك البلدان تشمل مناطق حضرية كثيفة دون أن تقابلها كثافة في المنشورات العلمية أو البراءات.

وتستضيف أمريكا الشمالية أكثر من ربع البؤر والمجموعات المتخصصة وغالباً في المناطق الحضرية الكثيفة على طول الساحلين الشرقي والغربي. وتستضيف أغلب المدن الرئيسية في وسط البلد وجنوبها تكتلات ابتكار؛ ولكن العديد من المناطق الحضرية الكثيفة – وبخاصةٍ في ولايات الغرب الأوسط والجنوب في الولايات المتحدة – لا تولد ابتكاراً كافياً لاستضافة بؤرة ابتكار عالمية أو مجموعة متخصصة.

وتستضيف آسيا أكثر من ربع إجمالي البؤر والمجموعات المتخصصة بقليل. وتستأثر اليابان والصين وجمهورية كوريا والهند بالجزء الأكبر من التكتلات الابتكارية في آسيا. وفي اليابان، وفي كوريا إلى حد ما، يوجد تطابق مرتفع بين الأضواء الليلية والتكتلات الابتكارية. وعلى الرغم من العدد الكبير للتكتلات الابتكارية في الصين والهند، فإن البلدين لا يزالان يحتويان على مناطق حضرية كثيرة لا تتسم بالكثافة الابتكارية.

وتستضيف المناطق القارية الكبيرة لأوقيانوسيا وأمريكا اللاتينية وأفريقيا مساحات شاسعة دون مواقع حضرية كثيفة. وتتسم أستراليا بعدد كبير من المناطق الحضرية المتقاربة والكثيفة ابتكارياً مع عدم وجود أي مواقع ساطعة تقريباً لا تتسم ببؤر ابتكار عالمية أو مجموعة متخصصة. وعلى العكس، تستأثر أفريقيا وأمريكا اللاتينية بأكثر المناطق الحضرية كثافةً دون أن تقابلها كثافة ابتكارية.

وكما هو مبيَّن في الجدول 3.2، تشهد الأنشطة الابتكارية والعلمية في مختلف المواقع مستويات عالية من التوزيع على كل مستويات كثافة الابتكار. وتمثل البؤر البالغ عددها 174 بؤرة أكثر المناطق كثافة ابتكارية في العالم؛ ومع ذلك، فإن عدداً محدوداً - معظمه في البلدان المرتفعة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل - ينتج باستمرار معظم المعرفة العلمية والتكنولوجية المولدة في بؤر الابتكار العالمية.

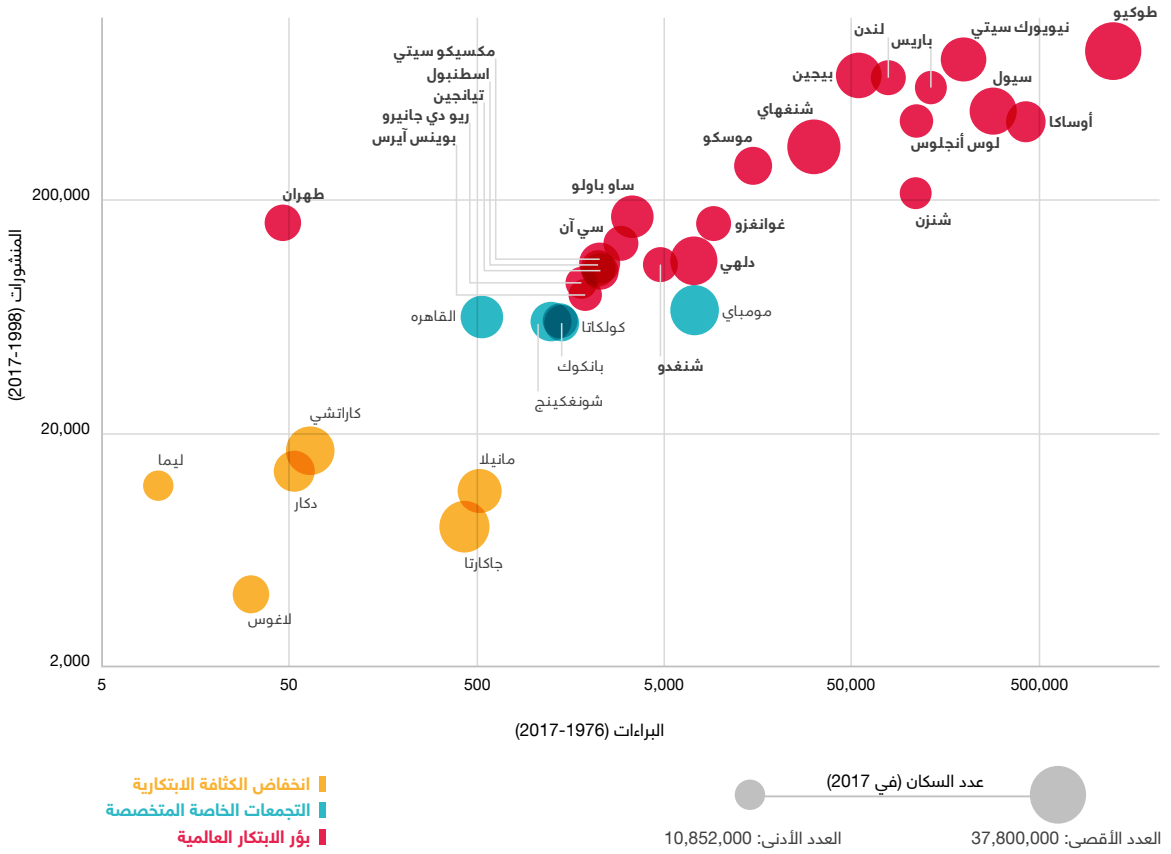
وإن30 بؤرة في 16 بلداً مختلفاً مصدر حوالي 70 بالمئة من البراءات وحوالي 50 بالمائة من المقالات العلمية المنتجة.

وإن حجم النشاط الابتكاري والعلمي المولد خارج البؤر والمجموعات المتخصصة ضئيل للغاية، وضئيل أكثر خارج البلدان القليلة التي تستضيف تلك البؤر. ويوجد أكثر من 160 بلداً لا يستضيف أي بؤرة أو مجموعة متخصصة. وحتى في تلك المناطق الأقل كثافة ابتكارياً، تولد غالبية المعرفة في بضع المناطق الحضرية الكثيفة فقط. وينتج 30 تكتلاً في 24 بلداً مختلفاً فقط نحو 64 بالمئة من البراءات و61 بالمئة من المقالات العلمية في تلك البلدان غير الكثيفة ابتكارياً (الجدول 3.2). وعلى الرغم من التركيز في تلك التكتلات القليلة، فإن الفجوة مع البؤر الرائدة في العالم واسعة للغاية. وإن حجم البراءات والمنشورات العلمية في التكتلات الثلاثين الرائدة في البلدان الأقل كثافة ابتكارياً 0.4 بالمئة و4 بالمئة على التوالي من حجم البؤر الثلاثين الرائدة على مستوى العالم.

ولكن حتى داخل المناطق التي تتسم بالكثافة الابتكارية، تظهر اختلافات وطنية قوية. ويعرض الجدول 4.2 البؤر والمجموعات المتخصصة الثلاثة الرائدة في مجموعة مختارة من البلدان على

الكثافة السكانية لا تضمن ارتفاع الكثافة الابتكارية

الشكل 3.2 البراءات والمقالات العلمية في المدن الكبرى الخمسة والثلاثين



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2، والمدن الرائدة من مؤسسة رؤساء بلديات المدن؛ وبالاستناد إلى أكبر 35 مدينة حضرية من حيث التعداد السكاني في قائمة أكبر المدن في العالم المستمدة من مؤسسة رؤساء بلديات المدن، www.citymayors.com/statistics/largest-cities-population-125.html، سبتمبر 2019.

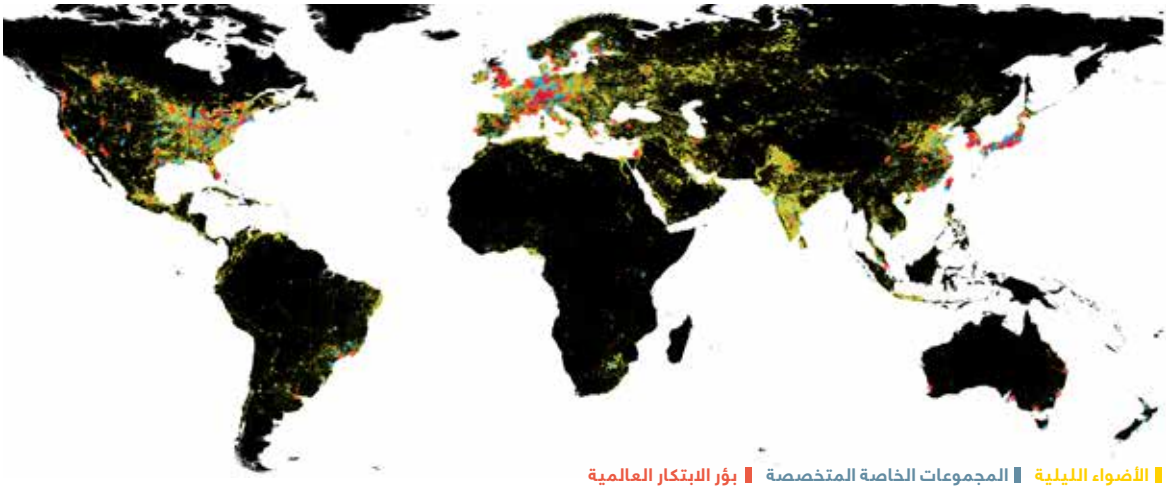
ملحوظة: حجم الفقاعة يشير إلى التعداد السكاني في المنطقة الحضرية (عام 2017 تقريباً). والمحور مقسم لوغاريتمياً. ونظراً إلى القيم المنخفضة للمنشورات العلمية أو البراءات، حُذفت كينشاسا وشيجياتشوانغ من الشكل البياني. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

مدى فترتين، وحصة البراءات والمنشورات العلمية التي راكمتها في بلدانها. ونلاحظ أولاً أن قائمة المناطق الثلاثة الرائدة من حيث الكثافة الابتكارية لا تختلف إلا قليلاً مع مرور الوقت وفيما بين البراءات والمنشورات العلمية، مما يبيِّن استقرار ظاهرة التركيز. وثانياً، في كل البلدان المبيَّنة في الجدول، فإن الحصة التي تراكمها البلدان الثلاثة الرائدة مرتفعة وتتراوح بين 20 بالمئة تقريباً إلى أكثر من 80 بالمئة. وفي غالبية البلدان، تظل حصة بؤر البراءات الثلاثة الرائدة إما ثابتة نسبياً وإما تزيد؛ ويتبيَّن داخل البلدان أن الأنشطة الابتكارية لا تنتشر كثيراً جغرافياً بل تتركز مجدداً في بعض الحالات. وتعدّ ألمانيا، وفرنسا بقدر أدنى، استثناءات حيث تركز بؤر البراءات الثلاثة الرائدة مستوى أقل من النشاط الابتكاري مقابل المستوى المسجَّل قبل عقدين.

وبوجه عام، ظل تركيز المنشورات العلمية ثابتاً نسبياً عند معدلات مرتفعة. وفي إطار تلك الاقتصادات المختارة، لا تظهر سوى الصين، والهند بقدر أقل، ميلاً إلى التشتت ولكن بؤرها الثلاثة الرائدة لا تزال تستأثر بما لا يقل عن ربع البراءات وثلث المنشورات العلمية الوطنية. وعند المقارنة بين المنشورات والبراءات، يُلاحظ (الجدول 4.2) كيف تكون المنشورات العلمية، في بعض البلدان، أكثر تركيزاً من البراءات (وهي ليست القاعدة). وينطبق ذلك على المملكة المتحدة، وكذلك على فرنسا ولكن بقدر أقل. ويستضيف البلدان عاصمتين تعدان من المراكز العالمية للإنتاج العلمي ويتصدر كل منهما باقي المناطق في بلده.

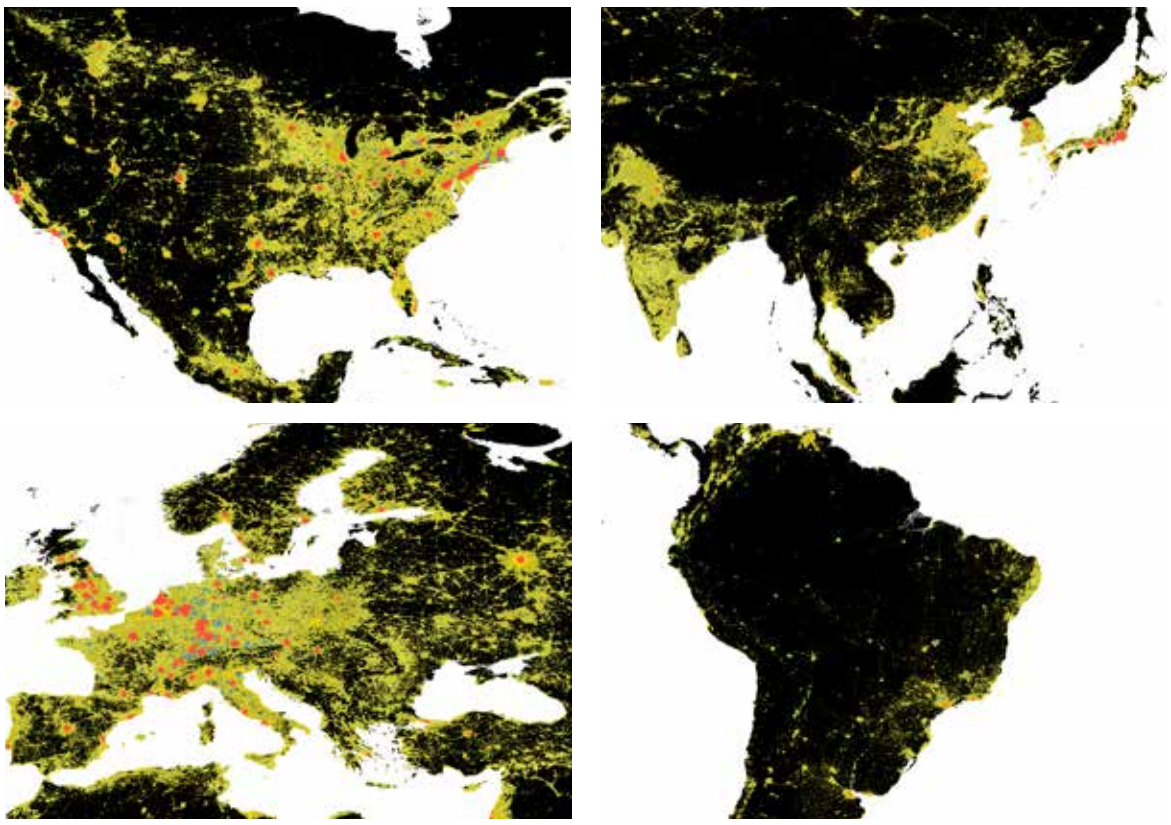
الكثافة الابتكارية والكثافة الحضرية تتزامنان إلى حد بعيد

الشكل 4.2 التوزيع العالمي للابتكار (بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة) والأضواء الليلية من برنامج سواتل الدفاع الجوية



أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية وشرق آسيا تستضيف أغلب البؤر

الشكل 5.2 بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة، بحسب المنطقة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2). وبيانات الأضواء الليلية مستمدة من المركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية التابع للإدارة الوطنية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي.
ملاحظة: برنامج وزارة الدفاع الأمريكية للأرصاد الجوية.

2.2 الشبكات العالمية للتعاون والتعبئة

ما مدى عولمة التعاون؟

يكتسي إنتاج المعرفة العلمية والتكنولوجية طابعاً تعاونياً متزايداً. ومنذ عام 1998، أعدت أفرقة غالبية الأوراق العلمية. وبحلول عام 2017، انخفضت أهمية العلماء الفرادى إلى النصف مقارنةً بقبل 20 عاماً. ويتزايد حجم الأفرقة أيضاً. وفي عام 2017، باتت الأوراق العلمية في المتوسط تتطلب باحثين اثنين أكثر بالمقارنة مع العدد نفسه قبل 20 عاماً (انظر الشكل 6.2). وفضلاً عن ذلك، ازداد الحجم المتوسط للأفرقة عامةً حتى أصبحت الأفرقة المكونة من ستة علماء أو أكثر هي الأكثر شيوعاً في إنتاج المعارف العلمية.

إن الأفرقة التي تتعاون على تحقيق الابتكارات التكنولوجية (البراءات) أصغر حجماً ولكنها تتبع الاتجاه المتزايد نفسه، حيث تضاعف العدد المتوسط لأعضاء الفريق منذ أوائل السبيعينيات. وبحلول منتصف عام 2010، كان ثلثا الاختراعات ثمار جهود تعاونية. وتزداد أحجام أفرقة المخترعين على حساب البراءات الناتجة عن مخترع فردي.

وتكتسي الأفرقة أيضاً طابعاً دولياً متزايداً. وكما ذُكر في الفصل 1، تتسم القوى التي تدفع الأكاديميين والشركات إلى عبور الحدود بحثاً عن شركاء للابتكار بجوانب متعددة. وللمجتمع العلمي تاريخ طويل من الانخراط في التعاون الدولي. وتسعى الشركات المتعددة الجنسيات أيضاً إلى تحقيق مكاسب في الكفاءة من التقسيم الدولي للبحث والتطوير ومن خلال التعاون الدولي. وعلى سبيل المثال، قد تتعاون تلك الشركات مع أفرقة للبحث والتطوير في بلدان أخرى من أجل "1" تكييف التكنولوجيات مع احتياجات السوق المختلفة؛ "2" أو الوصول إلى مجموعة المواهب الخاصة؛ "3" أو خفض تكاليف البحث بكل بساطة.[10]

وعلى نحو متزايد، ينطوي التعاون في الإنتاج العلمي (المنشورات)، خلافاً للإنتاج التكنولوجي، على أفرقة من منظمات في بلدين مختلفين على الأقل (الشكل 7.2). وخلال عقدين فقط، زادت حصة التعاون العلمي الدولي النصف تقريباً، حيث ارتفعت من 17% إلى 25% من المقالات العلمية المنشورة. وأما الاختراعات المشتركة دولياً، فهي ظاهرة أقل تواتراً. وشهد الإنتاج التعاوني الدولي للبراءات، على الرغم من الحصص المنخفضة، زيادة هائلة حتى النصف الثاني من الألفينيات، مرتفعاً إلى أكثر من الضعف من أقل من 5 بالمئة إلى نحو 11 بالمئة. وانخفضت الحصة قليلاً منذ عام 2010.[11]

وإن واقع أن الأفرقة الدولية تنتج نسبة مئوية أعلى من المقالات العلمية المنشورة مقارنةً بالبراءات يبيّن مرة أخرى أن الإنتاج العلمي أكثر تدويلاً من الإنتاج التكنولوجي. ويوضح الشكل 8.2 تفاصيل البيانات الخاصة بالأفرقة الدولية الابتكارية والعلمية بحسب البلد في البلدان الابتكارية الرائدة على مستوى العالم. وباستثناء اليابان، وجمهورية كوريا بقدر أقل، تظهر أغلب بلدان الإيداع الرائدة حصة كبيرة من الاختراعات المشتركة دولياً. وتظهر الولايات المتحدة وبلدان أوروبا الغربية أكبر توجه ارتفاعي. وتميل الاقتصادات الأصغر

مواقع قليلة تركز أغلب الأنشطة الابتكارية والعلمية

الجدول 3.2 تركيز البراءات والمنشورات في بؤر الابتكار العالمية والبلدان الأقل كثافة ابتكارياً. 1998-2017

البؤر الثلاثون الأولى (من حيث الحصة من إجمالي بؤر الابتكار العالمية في العالم)		
البؤر (%)	30	(%17.2)
البلدان (%)	16	(%47.1)
البراءات (%)	3,234,850	(%69.2)
المقالات العلمية (%)	10,987,971	(%47.8)
التكتلات الثلاثون الأولى في البلدان غير الكثيفة ابتكارياً		
التكتلات (%)	30	(%5.0)
البلدان (%)	24	(%14.4)
البراءات	11,491	(%64.1)
المقالات العلمية (%)	484,689	(%61.0)

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: بيانات الأضواء الليلية المستخدمة تخص الفترة 1998-2017 فقط. تُحسب التكتلات الثلاثون الأولى بشكل منفصل بالنسبة إلى بيانات البراءات والمنشورات. وتستند التكتلات الثلاثون الأولى في البلدان غير الكثيفة ابتكارياً إلى المنهجية نفسها الموصوفة لبؤر الابتكار العالمية في الإطار 2.2. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

حجماً والتي تشتمل على مناطق ابتكارية وحضرية كثيفة ومترابطة دولياً – مثل سويسرا – إلى الانخراط في أنشطة التعاون الدولي. وتظهر الهند معدلاً مرتفعاً من الاختراعات المشتركة دولياً. ويختلف الوضع في الاقتصادات الكبرى من شرق آسيا. وقبل الألفينيات، كانت حصة الصين من الاختراعات المشتركة دولياً مرتفعة للغاية وإن كان حجمها ضئيلاً. وبعد أن زاد حجم البراءات في الصين، انخفضت حصة الاختراعات المشتركة دولياً انخفاضاً حاداً حتى اقتربت من الحصص المنخفضة للغاية لليابان وجمهورية كوريا.

وتظهر توجهات المنشورات الدولية المشتركة صورة مختلفة تماماً. فتمتلك جميع البلدان الرئيسية للنشر العلمي حصصاً أكبر من المنشورات الدولية المشتركة مقارنةً بالاختراعات الدولية المشتركة، باستثناء الهند. وفضلاً عن ذلك، تزداد تلك الحصص بانتظام على مدى الفترة. ومع ذلك، تبيّن الأرقام أن بلدان شرق آسيا أقل انفتاحاً دولياً مقارنةً بالولايات المتحدة وأوروبا الغربية فيما يخص المنشورات العلمية أيضاً.

يتركز التعاون الدولي أيضاً في عدد قليل من البلدان الرئيسية، على الرغم من أن التركيز يتناقص مع دخول أصحاب مصلحة جدد إلى الشبكة (الشكل 9.2). وكان النشر العلمي المشترك في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية واليابان فقط يشكل 54 في المائة من إجمالي المؤلفات الدولية المشتركة في الفترة 1998-2002 و42

التركيز المستمر للابتكار في بضع البؤر

الجدول 2.4 التركيز في بؤر الابتكار العالمي الثلاثة الرائدة من حيث البراءات والمنشورات في مجموعة مختارة من البلدان

البلد	البراءات				المنشورات			
	1995-1991	%	2015-2011	%	2005-2001	%	2015-2011	%
الصين	بيجين شنغهاي شنزن-هونغ كونغ	36.5	شنزن-هونغ كونغ بيجين شنغهاي	52.2	بيجين شنغهاي نانجينغ	43.9	بيجين شنغهاي نانجينغ	35.8
ألمانيا	فرانكفورت كولوني-دوسلدورف شتوتغارت	37.4	فرانكفورت شتوتغارت كولونيا-دوسلدورف	29.4	فرانكفورت كولونيا برلين	34.4	فرانكفورت كولونيا برلين	34.2
فرنسا	باريس ليون غرونوبل	47.1	باريس غرونوبل ليون	42.8	باريس ليون غرونوبل	51.0	باريس ليون تولوز	49.4
المملكة المتحدة	لندن مانشستر كامبريدج	30.0	لندن كامبريدج أكسفورد	35.0	لندن كامبريدج أكسفورد	39.8	لندن أكسفورد كامبريدج	41.8
الهند	بنغالورو مومباي دلهي	41.9	بنغالورو هيدراباد دلهي	46.2	دلهي مومباي بنغالورو	27.7	دلهي مومباي كالكوتا	24.6
اليابان	طوكيو أوساكا ناغويا	80.5	طوكيو أوساكا ناغويا	83.4	طوكيو أوساكا ناغويا	64.3	طوكيو أوساكا ناغويا	64.8
الولايات المتحدة	نيويورك سيتي سان خوسيه-سان فرانسسكو بوسطن	19.4	سان خوسيه-سان فرانسسكو نيويورك سيتي بوسطن	23.4	نيويورك واشنطن العاصمة – بالتيمور بوسطن	21.2	بوسطن نيويورك واشنطن العاصمة – بالتيمور	21.4

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

في المائة في الفترة 2011-2015. وبلغت نسبة الاختراعات المشتركة في تلك المناطق الثلاث 69 في المائة من إجمالي الاختراعات الدولية المشتركة في الفترة 1998-2002 و49 في المائة في الفترة 2011-2015.

وتشارك المناطق الثلاث أيضاً في معظم أنشطة التعاون التي تتم مع اقتصادات أخرى (الشكل 9.2). وفي حين أن التعاون داخل أوروبا يزداد أهمية، فإن الولايات المتحدة هي الشريك الرئيسي لمعظم الدول الأوروبية. وتمثل كندا والولايات المتحدة - بسبب التقارب الجغرافي والثقافي بكل تأكيد – أحد أقوى الروابط في شبكات التعاون الدولي في كل الأوقات. ومعظم العلاقات الكندية المتبقية هي مع أوروبا الغربية مع روابط قليلة مع المناطق الأخرى. وترتبط معظم الجهات الجديدة التي تدخل هذه الشبكات - مثل الصين أو الهند أو أستراليا أو البرازيل - في الغالب بهذه الاقتصادات الثلاثة، فترتبط عادةً مع الولايات المتحدة وبعض دول أوروبا الغربية مثل المملكة المتحدة وألمانيا.

وإن التعاون بين البلدان والاقتصادات خارج مثلث الولايات المتحدة وأوروبا الغربية واليابان ضئيل للغاية. وشكلت الاختراعات الدولية التي لا تشمل هذه الاقتصادات المركزية 2 في المائة فقط من جميع الاختراعات الدولية المشتركة في الفترة 1998-2002 و7 في المائة في الفترة 2011-2015. وتعد الشبكة الفرعية للنشر العلمي أكبر قليلاً، حيث تبدأ من 5 في المائة في الفترة 1998-2002 وتصل إلى 13 في المائة من جميع العلاقات الدولية في الفترة 2011-2015. وزادت بعض الاقتصادات الكبيرة خارج الاقتصادات الثلاثة الكبرى - مثل الصين والهند وسنغافورة، وبدرجة أقل الأرجنتين وأستراليا والبرازيل والمكسيك وجنوب أفريقيا - من مشاركتها في الشبكة الفرعية، على الرغم من أنها في الغالب للنشر العلمي المشترك. ولكن لا تزال صلاتها تشتمل في الغالب على إحدى الاقتصادات الثلاثة الكبرى - وخاصةً الولايات المتحدة وأوروبا - بدلاً من موقع آخر غير أساسي.

وعموماً، تشير اتجاهات التعاون إلى أن عولمة الأنشطة الابتكارية تخص في الغالب الولايات المتحدة وأوروبا الغربية إلى جانب الصين والهند.

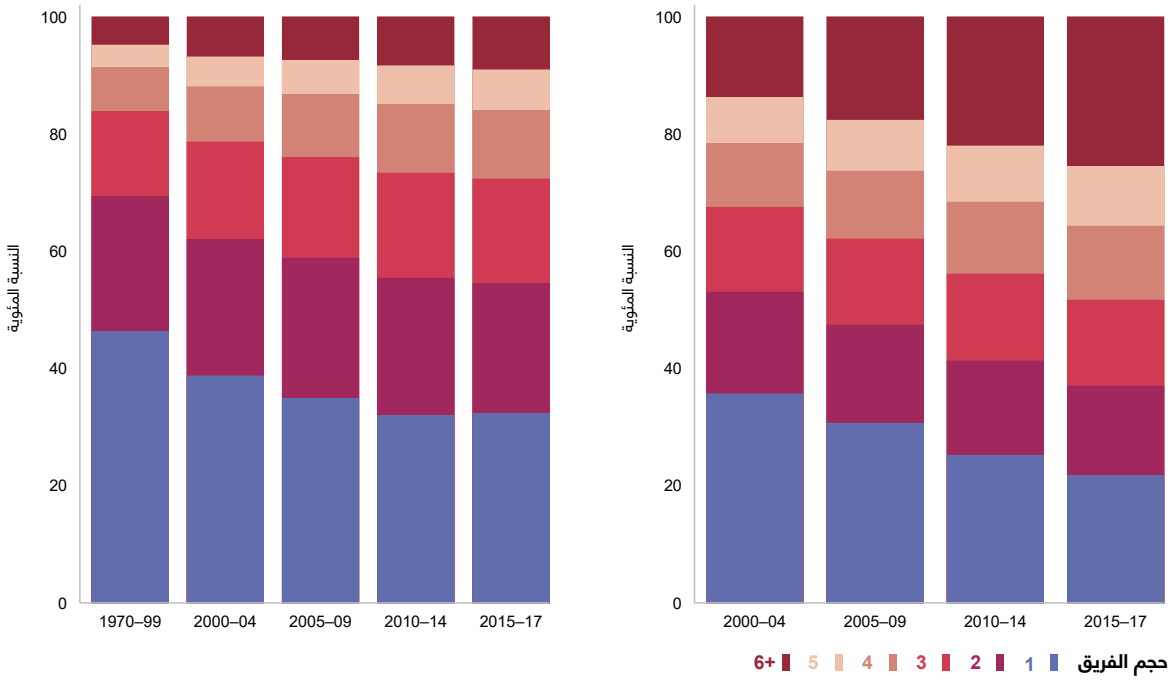
الشركات المتعددة الجنسيات تسعى وراء الابتكار فيما أبعد من ذلك

من أواخر التسعينيات، كما نوقش في الفصل 1، بدأت الشركات المتعددة الجنسيات بشكل متزايد في نقل أنشطة البحث والتطوير الخاصة بها إلى اقتصادات نامية متوسطة الدخل، مثل الصين والهند ودول أوروبا الشرقية.[12] وعلى الرغم من أنها كانت تكيف تقنياتها مع احتياجات السوق المحلية في البداية، فقد اتجهت ببطء نحو أحدث الأبحاث والتطوير - على غرار الاقتصادات المرتفعة الدخل - وتطوير منتجات جديدة للسوق العالمية.[13] وكانت دينامية بعض البلدان المتوسطة الدخل من عوامل الجذب الكبيرة للاستثمار الأجنبي المباشر المرتبط بالبحث والتطوير، وخاصة في الهند والصين.

زاد البحث والتطوير الخارجي للولايات المتحدة أكثر من خمسة أضعاف في السنوات الخمس والعشرين الماضية، مع توجه معظم ذلك الاستثمار المتعلق بالابتكار إلى ألمانيا أو المملكة

تزايد الابتكار التعاوني

الشكل 6.2 حجم أفرقة المخترعين (اليسار) والعلماء (اليمين) بحسب الفترة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطار 1.2).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

المتحدة أو اليابان أو كندا أو فرنسا.[14] وقد اتبع اتجاه الشركات الأمريكية التي حصلت على براءات مع مخترعين أجانب نمطاً مماثلاً جداً (الشكل 10.2). وفي السبعينيات والثمانينيات، كانت 9 في المائة فقط من البراءات التي أودعتها الشركات الأمريكية تشتمل على مخترعين أجانب؛ وبحلول عام 2010، ارتفعت هذه الحصة إلى 38 بالمائة. وزادت نسبة التلزيم الخارجي للتكنولوجيا من كندا واليابان وأوروبا الغربية حتى أوائل الألفينيات قبل أن تتوقف. ومنذ ذلك الحين، حدث معظم التلزيم الخارجي للابتكار من شركات الولايات المتحدة في أماكن أخرى، وبخاصةٍ في الصين والهند، وبقدر أقل في إسرائيل. ولذلك، فإن جزءاً كبيراً من استراتيجية تنويع المعرفة في الولايات المتحدة قد شمل التوسع إلى البلدان غير المرتفعة الدخل.

ولم يقتصر تدويل البحث والتطوير على الشركات الأمريكية، على الرغم من عدم وجود اقتصاد كبير آخر منفتح على مثل هذا التعاون (الشكل 10.2). والاقتصادات الأوروبية الغربية الكبيرة - مثل ألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة - هي الأقرب، في حين أن الشركات من دول شرق آسيا الرئيسية - مثل اليابان وجمهورية كوريا والصين - أقل تدويلاً.

ويوجد نمط واضح لشركات من جميع أنحاء العالم تقوم بزيادة وتوسيع نطاق براءاتها التي تشتمل على مخترعين أجانب. ومع ذلك، كما لوحظ، لا تزال معظم مصادر البراءات الدولية هي الشركات والمخترعين من البلدان المرتفعة الدخل، وخاصةٍ من الولايات المتحدة واليابان وأوروبا الغربية. ومن بين هذه الشركات، فإن الشركات اليابانية هي الأقل توجهاً نحو الخارج، في حين تعتمد الشركات الأمريكية بشكل كبير على المخترعين اليابانيين.

وخلال العقدين الماضيين، انضمت الصين وجمهورية كوريا إلى هذه المجموعة المختارة نظراً إلى حجم الشركات التي تودع طلبات براءات والمخترعين الذين يشاركون في البراءات التي تودعها شركات أجنبية. وتعتمد الشركات من جمهورية كوريا بشكل مكثف على المخترعين اليابانيين والأمريكيين أكثر من الشركات الكورية. واعتادت الشركات الصينية الاعتماد بشكل مكثف على المخترعين اليابانيين خلال التسعينيات، لكن منذ العقد الأول من القرن العشرين، تحولت إلى توجه وطني متزايد.

الشركات الصينية أكثر انفتاحاً بقليل حالياً على المخترعين الدوليين بخلاف الشركات اليابانية.

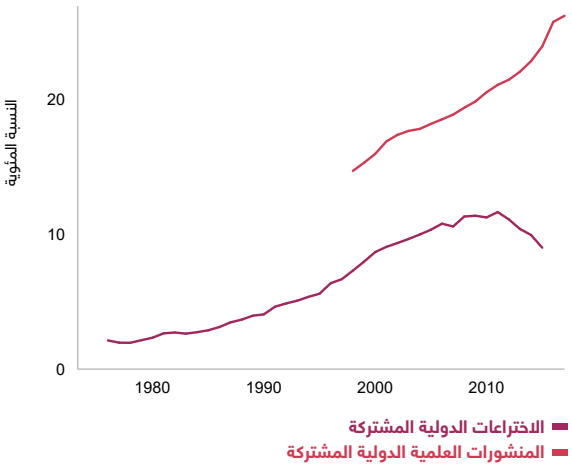
ومع ذلك وعلى الرغم من الزيادة التي شوهدت في العقود الأخيرة في استعانة الشركات المتعددة الجنسيات بمصادر خارجية في البلدان المتوسطة الدخل والبلدان النامية، فمن الأرجح أن تستفيد الشركات في تلك البلدان أكثر من ابتكار الاقتصادات المرتفعة الدخل عن العكس. وتعتمد الشركات من الهند وآسيا وأوروبا الوسطى والشرقية وأمريكا اللاتينية وأفريقيا بشكل مكثف على

براعة المخترعين في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية والصين، وبدرجة أقل في اليابان وجمهورية كوريا، لإبداع تكنولوجيات قابلة للحماية بموجب براءة. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن الشركات في هذه الاقتصادات لديها كميات منخفضة من البراءات مقارنة بتلك الموجودة في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية واليابان والصين وجمهورية كوريا. وأخيراً وليس آخراً، فإن نشاط البراءات المباشر أقل بكثير بين الشركات والمخترعين من البلدان غير المرتفعة الدخل.

ويوجد قدر من التعاون الإقليمي. ومع ذلك، يتبع ذلك النمط نفسه الموضح أعلاه. والشركات المكسيكية تستعين بكثافة أكبر بمخترعين في الولايات المتحدة وكندا عن العكس. وينطبق الأمر ذاته على ألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة في أوروبا، ولا سيما مع أوروبا الشرقية الوسطى. وتتواصل الشركات من جميع أنحاء آسيا بشكل مكثف أكثر مع المخترعين في اليابان وجمهورية كوريا والصين وإلى حد ما مع الهند عن العكس. وبدرجة أقل، يظهر المخترعون في البرازيل وجنوب أفريقيا كمصادر إقليمية لشركات أمريكا اللاتينية وأفريقيا ومع ذلك، تتفاعل الشركات في الاقتصادات غير المرتفعة الدخل في آسيا أو أمريكا اللاتينية وأفريقيا في الأغلب مع المخترعين خارج قاراتهم عادةً في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية.

التعاون الابتكاري يتسم بطابع دولي متزايد

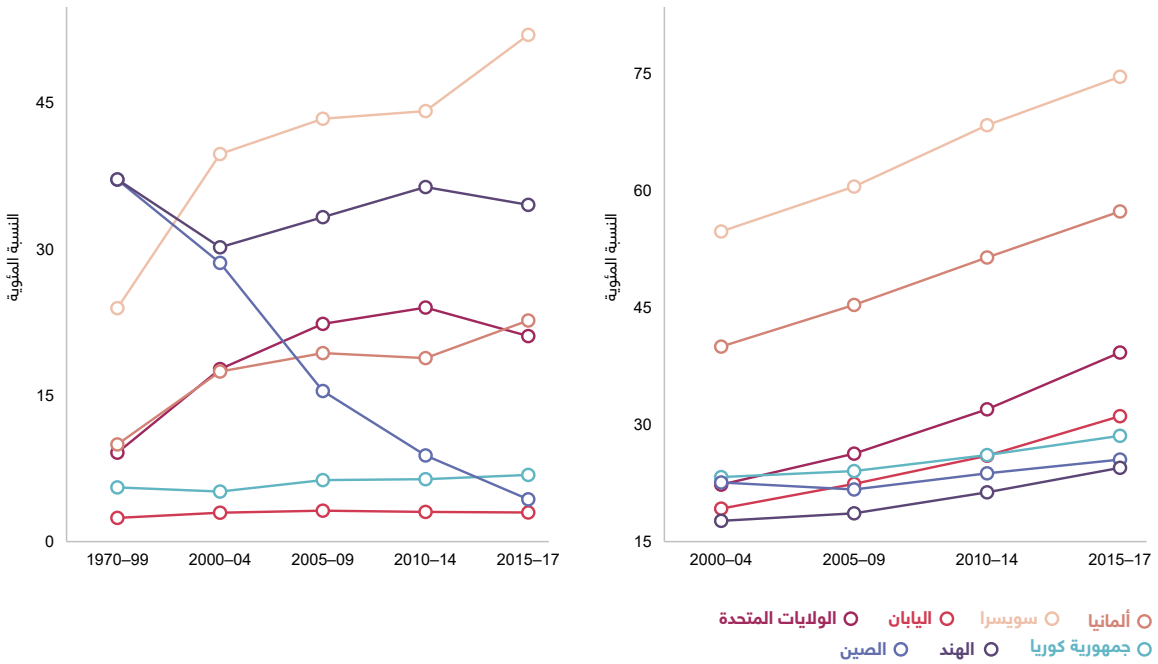
الشكل 7.2 الاختراعات الدولية المشتركة والمنشورات الدولية المشتركة، بالنسبة المئوية



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطار 1.2).
ملحوظة: الاختراعات الدولية المشتركة = حصة البراءات التابعة لأكثر من مخترع في بلدين على الأقل؛ المنشورات الدولية المشتركة = حصة المقالات العلمية التابعة لأكثر من جهة في بلدين على الأقل. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

الاقتصادات الكبيرة تتسم بطابع دولي كبير

الشكل 8.2 الاختراعات الدولية المشتركة (اليسار) والمنشورات الدولية المشتركة (اليمين) بحسب البلد



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطار 1.2).
ملحوظة: الاختراعات الدولية المشتركة = حصة البراءات التابعة لأكثر من مخترع في بلدين على الأقل؛ المنشورات الدولية المشتركة = حصة المقالات العلمية التابعة لأكثر من جهة في بلدين على الأقل. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

تركيز أنشطة التعاون الدولية وانتشارها

الشكل 9.2 الاختراعات الدولية المشتركة (اليسار) والمنشورات الدولية المشتركة (اليمين) بحسب أزواج البلدان، 1998-2002 و2011-2015

الاختراعات الدولية المشتركة بحسب أزواج البلدان، 1998-2002

الاختراعات الدولية المشتركة بحسب أزواج البلدان، 2011-2015

2,000 — 5,000

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطار 1.2).

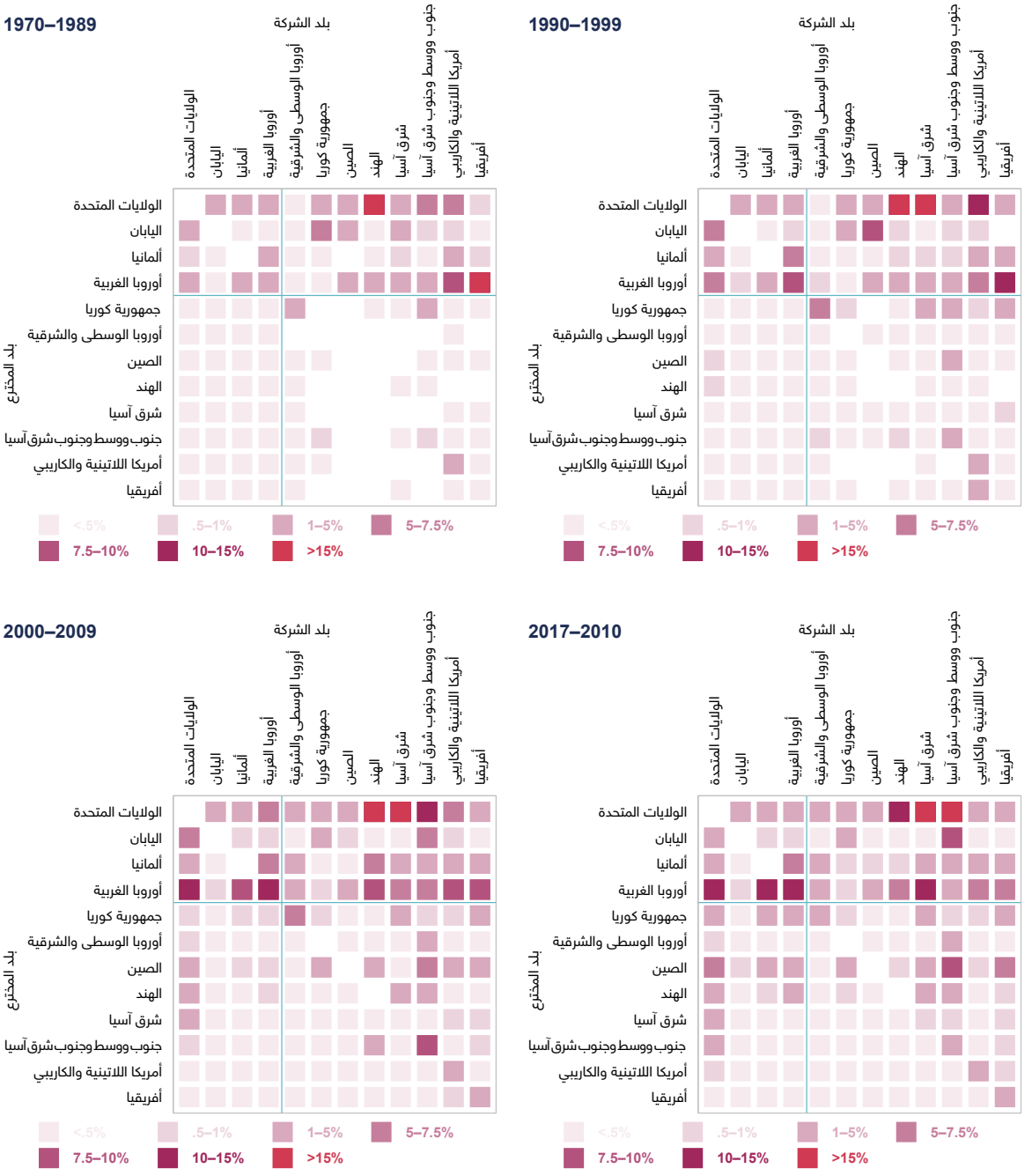
ملحوظة: الاختراعات الدولية المشتركة = حصة البراءات التابعة لأكثر من مخترع في بلدين على الأقل؛ المنشورات الدولية المشتركة = حصة المقالات العلمية التابعة لأكثر من جهة في بلدين على الأقل. ولا ترد إلا أعلى 10 في المئة من الروابط الدولية عن كل فترة. وتشير الفقاعات إلى حصة الروابط فيما يخص البلدان والمناطق المختارة فقط. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

الاختراعات الدولية المشتركة بحسب أزواج البلدان، 1998-2002

الاختراعات الدولية المشتركة بحسب أزواج البلدان، 2011-2015

مجموعة مختارة من المستفيدين من التلزيم الخارجي للابتكار

الشكل 10.2 براءات الشركات التي تتضمن مخترعاً في بلد مختلف (%)، في مناطق مختلفة

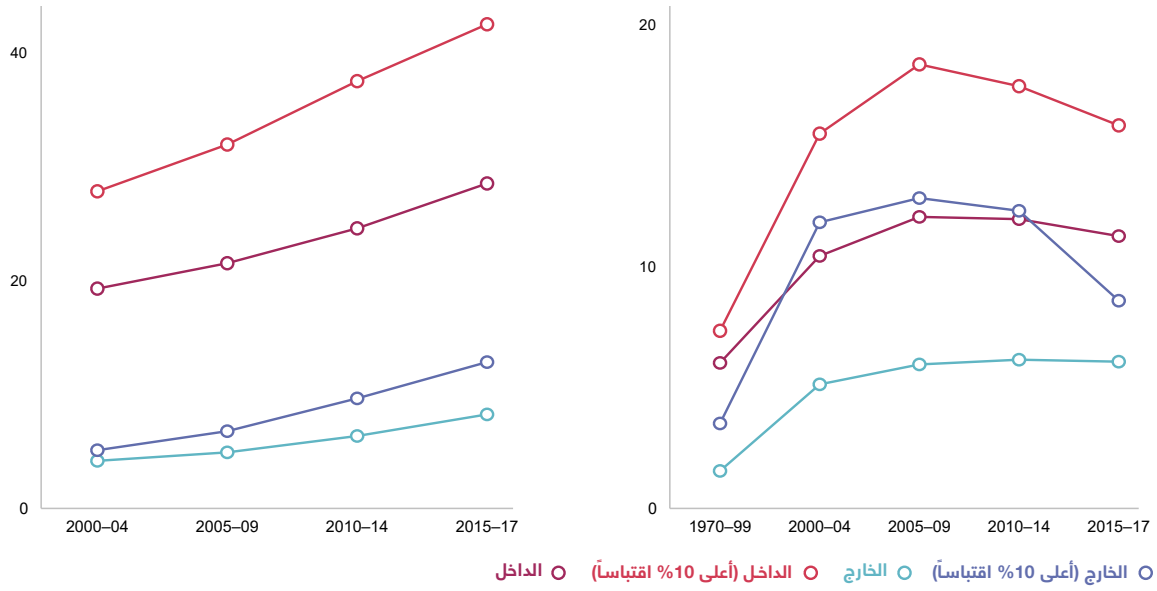


المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

ملحوظة: لا تشمل منطقة جنوب ووسط وجنوب شرق آسيا الهند. وتستند هذه المناطق إلى المناطق الجغرافية المستمدة من منهجية شعبة الأمم المتحدة للإحصاءات (unstats.un.org، مارس 2019). والاختلافات الوحيدة هي أن منطقة وسط وشرق أوروبا تشمل كل البلدان المندرجة في فئات أوروبا الشمالية والجنوبية لشعبة الأمم المتحدة للإحصاءات التي لا تندرج في منطقة أوروبا الغربية وأن منطقة جنوب ووسط وجنوب شرق آسيا تشمل منغوليا. وتستثني بلدان أوروبا الغربية الأخرى ألمانيا. وتشمل أوروبا الغربية الاقتصادات الخمسة عشرة الأعضاء في الاتحاد الأوروبي قبل 1 مايو 2004 بالإضافة إلى أندورا وإيسلندا وليختنشتاين ومالطة وموناكو والنرويج وسان مارينو وسويسرا. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

الابتكار داخل البؤر يميل أكثر إلى الطابع الدولي

الشكل 11.2 النسبة المئوية لأفرقة البراءات (اليسار) والمنشورات (اليمين) الدولية، داخل بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

3.2 الابتكار المحلي والشبكات العالمية للبؤر الابتكارية

عولمة التكتلات

تركز البؤر والمجموعات المتخصصة المزيد من المنشورات العلمية والبراءات، وتتعاون على المستوى الدولي (الشكل 11.2). والفرق أكبر بالنسبة للبراءات والمقالات العلمية المستشهد بها كثيراً. وخلال العقدين الماضيين، ارتفع التعاون العلمي الدولي من 19 في المائة إلى 29 في المائة من جميع المقالات العلمية التي تم إنتاجها داخل المناطق الكثيفة ابتكارياً، وارتفعت النسبة الأكثر استشهاداً في هذا التعاون الدولي من 28 في المائة إلى 43 في المائة.

وتنطبق الفجوة نفسها على الاختراعات المشتركة داخل البؤر والمجموعات المتخصصة وخارجها. وفي النصف الثاني من عقد عام 2010، كان في 11 بالمئة من الاختراعات من البؤر والمجموعات المتخصصة شركاء دوليون - وحوالي 16 في المائة في حالة البراءات الأكثر اقتباساً - بينما كان في 6 في المائة فقط من البراءات الصادرة من خارجها مخترع دولي مشارك. ومع ذلك، لا يوجد دليل على زيادة الفجوة. وتُظهر الاختراعات الدولية المشتركة داخل التكتلات وخارجها اتجاهاً مماثلاً ثابتاً ومنخفضاً إلى حد ما، بدءاً من النصف الثاني من الألفينيات وربما يرتبط بتباطؤ أوسع في العولمة (انظر أدناه).

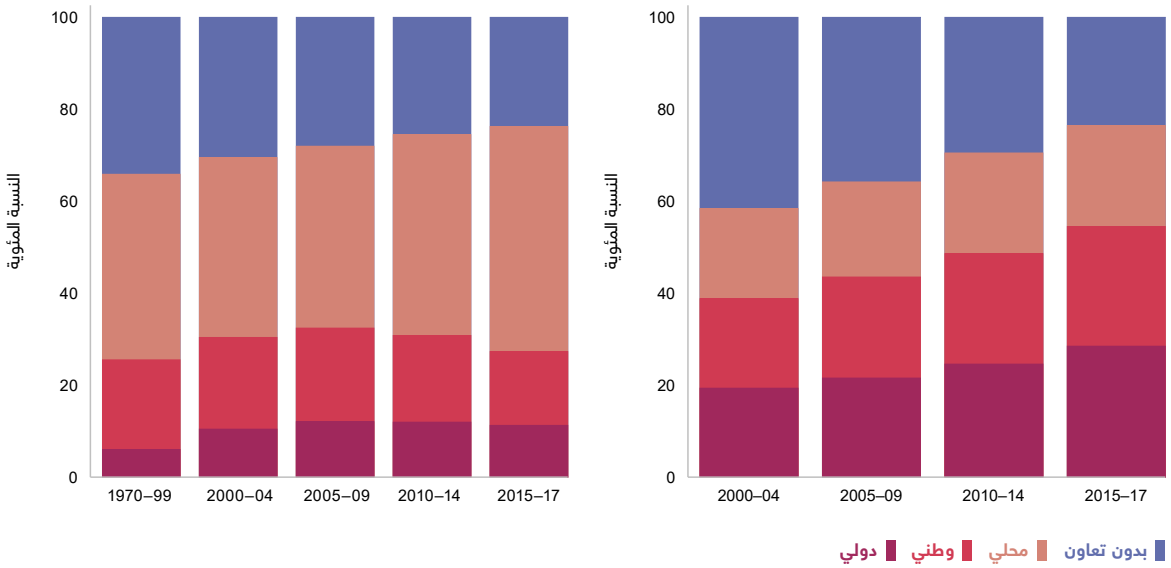
ويوضح الشكل 12.2 عدة أنماط جديرة بالملاحظة. وكما نوقش في القسم 2.2، انخفضت النسبة المئوية للإنتاج العلمي والابتكاري في هذه التكتلات الكثيفة الابتكار التي لا تنطوي على أي تعاون محلي أو وطني أو دولي. وارتفعت الاختراعات الأحادية المخترع من الثلث في السبعينيات والثمانينيات إلى أقل من الربع بحلول عام 2017. وأما المنشورات العلمية الأحادية المؤلف، فارتفعت من أكثر من 40 في المائة في أوائل الألفينيات إلى أقل من 25 في المائة في النصف الثاني من عقد عام 2010. وكلما تعاونت البؤر والمجموعات المتخصصة، زادت كثافة شبكة المعرفة التي تنشئها.

ومن نواحٍ أخرى، تختلف الصورة بحسب إذا ما كانت مخرجات إبداعية أو علمية. وفيما يخص البراءات، تكون حصة الأفرقة المحلية فقط أكبر من الأفرقة الوطنية والدولية، خلافاً لحال المنشورات العلمية. ومع ذلك، فيما يخص المنشورات العلمية، زاد النشر المشترك الدولي باستمرار بوتيرة أسرع من عمليات التعاون الوطنية والمحلية. ولوحظ التوجه نفسه بالنسبة للبراءات من أوائل الثمانينيات إلى النصف الثاني من الألفينيات.[15]

ومنذ عام 2005 تقريباً، لوحظ ارتفاع جديد في حصة البراءات المحلية فقط. ويتزامن هذا التغيير مع تباطؤ وتيرة العولمة والتدويل بشكل عام، كما يتضح من تباطؤ نمو التجارة وتدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر والتكامل المالي. ويتزامن ذلك أيضاً مع انخفاض حصة البراءات الناتجة عن فرق وطنية وليست محلية فقط. وقد يرجع ذلك إلى أن جزءاً من التباطؤ في عولمة إنشاء المعرفة والابتكار يتعلق

تشتت المنشور العلمي وإعادة تركيز براءات الاختراع

الشكل 12.2 حصة بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة من تفاعلات الاختراعات المشتركة (اليسار) والمنشورات المشتركة (اليمين)، بحسب موقع الشريك



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

بظهور بؤر محلية بدلاً من نشأة أنظمة ابتكار وطنية جديدة. وكما سنرى، فإن هذا النمط أقوى في بعض البلدان الآسيوية المحددة.

ويختلف الوضع أيضاً اختلافاً كبيراً بين البلدان، كما هو موضح في الشكل 13.2، بتوسيع تحليل الشكل 12.2 من خلال إظهار تفاصيل البؤر والمجموعات المتخصصة في مجموعة مختارة من الدول الابتكارية الرائدة. وتتبع الاتجاهات القطرية للمنشورات العلمية عامةً ما لوحظ في الشكل 12.2 حيث أظهرت جميع البلدان تقريباً أنماطاً مماثلة وزيادات في التعاون. ولكن توجد بعض الاختلافات. وفي الولايات المتحدة واليابان وألمانيا وسويسرا، فإن الحصة المتزايدة من النشر الدولي المشترك هي السبب الرئيسي لانخفاض البحث العلمي غير التعاوني. وشهدت الصين والهند وجمهورية كوريا إلى حد ما نمواً أقل نشاطاً في التعاون العلمي الدولي. وفي تلك البلدان، يقابل الانخفاض في حصة المنشورات العلمية غير التعاونية إلى حد كبير زيادة في التعاون الوطني والمحلي.

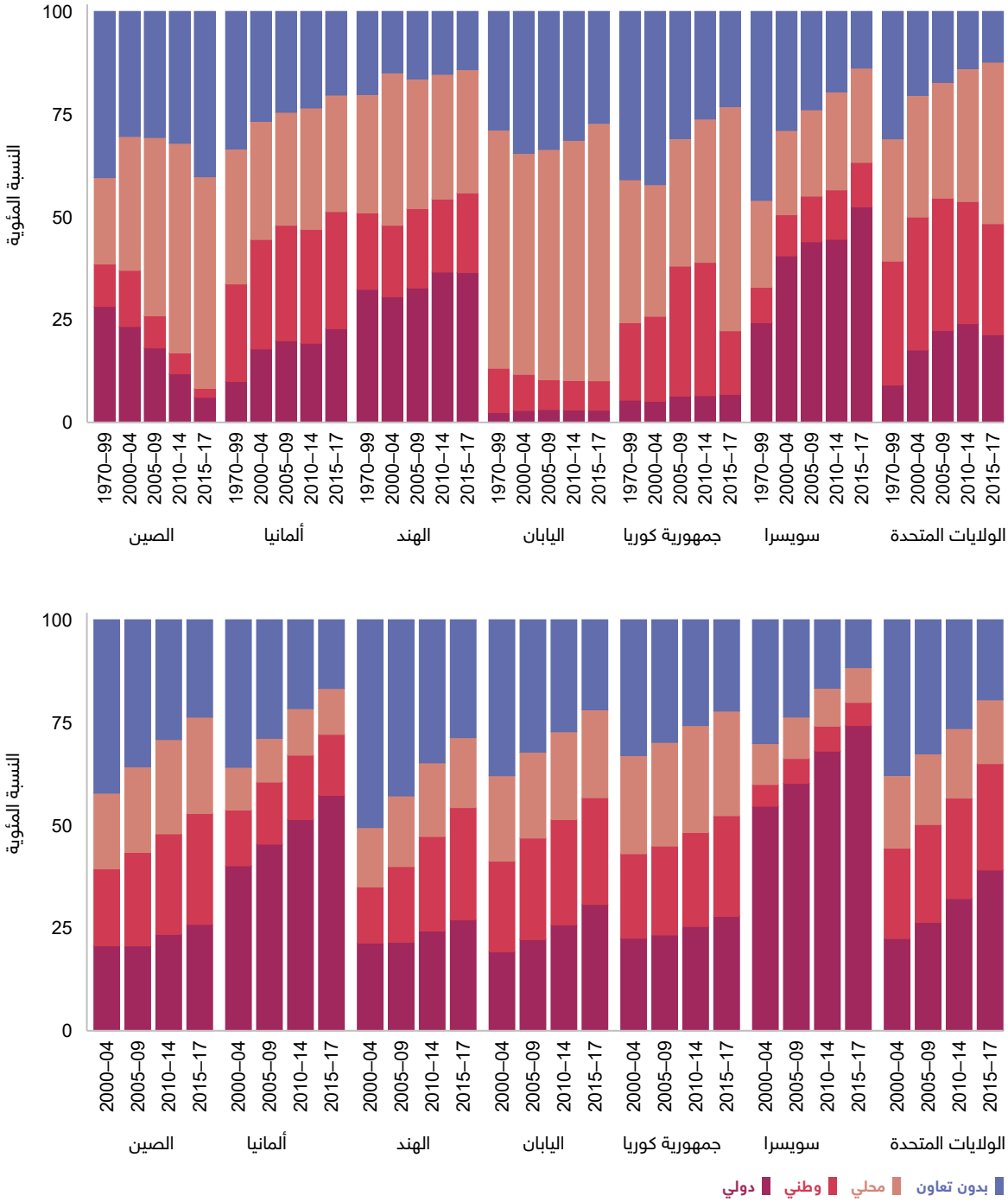
تماشياً مع اتجاهات الشركات المتعددة الجنسيات المبيَّنة في القسم السابق، تختلف اتجاهات براءات الاختراعات المشتركة اختلافاً كبيراً بين البلدان. ويمكن أن تكون بعض البلدان - مثل الهند أو سويسرا - منفتحة بشكل استثنائي على الاختراعات الدولية المشتركة مع وجود جمهورية كوريا واليابان والصين مؤخراً في الجهة الأخرى. وكان هناك انخفاض ملحوظ في حصة الفرق الدولية في إنتاج البراءات في بعض البلدان، ولا سيما في الصين، بسبب الزيادة الحادة في الاختراعات المشتركة المحلية فقط. ومع ذلك، بالنسبة إلى غالبية البلدان، زادت حصة الاختراعات الدولية المشتركة أو ظلت ثابتة قليلاً فقط خلال السنوات الأخيرة.

ويمكن أن تكون للشركات المتعددة الجنسيات احتياجات واستراتيجيات مختلفة للغاية بشأن مصدر المواهب، ويمكن أن تتغير مع مرور الوقت (الشكل 14.2). وفي عقد عام 2010 مثلاً، شكلت سان خوسيه-سان فرانسسكو 53 في المائة من براءات غوغل. وبالمثل، شكلت نورمبرغ – وهي أهم مصدر لبراءات شركة سيمنز - 32 بالمائة خلال الفترة نفسها. وكما هو متوقع، تعد طوكيو وشنزن وهونغ كونغ أهم مصادر الاختراع لشركتي سوني وهواوي اللتان تركزان 71 و81 بالمئة على التوالي. ومن المثير للاهتمام أنه عند مقارنة أرقام عقد عام 2010 وعقد عام 2000، ركزت غوغل وسيمنز أنشطة ابتكارية أكثر في بؤرها الرائدة خلافاً لشركتي Sony وHuawei.

وإن الشركات المتعددة الجنسيات من البلدان المتوسطة الدخل - مثل البرازيل أو الهند - تبحث أيضاً عن المواهب بطرق مختلفة. وتمتلك شركة Infosys لخدمات التكنولوجيا شبكة واسعة النطاق ولكن هندية في الغالب. ولا تزال شركة Embraer البرازيلية لصناعة الطائرات متمركزة بشكل كبير في ساو جوزيه دوس كامبوس، وهو المقر الرئيسي للشركة. ولكن في عقد عام 2010، استبدلت Embraer مركزها الرئيسي الوطني الثاني، ساو باولو، بمزيد من الاتصالات الدولية، بما في ذلك سان خوسيه-سان فرانسسكو أو لوس أنجلوس أو سيول أو غيرها.

الاختلافات في اتجاهات البلدان، خاصة فيما يتعلق بالبراءات

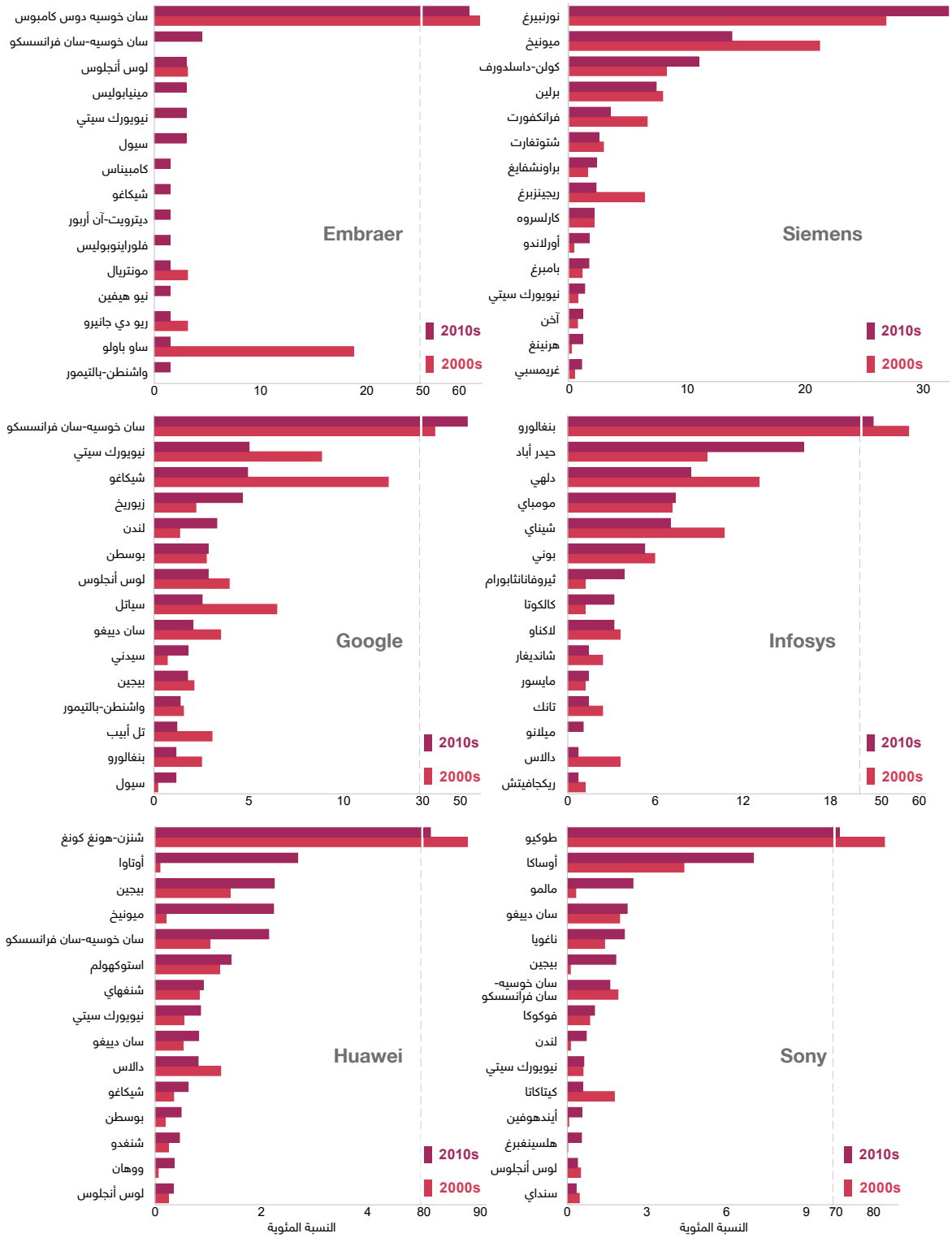
االشكل 13.2 حصة بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة من تفاعلات الاختراعات المشتركة (الأعلى) والمنشورات المشتركة (الأسفل)، بحسب موقع الشريك، في مجموعة مختارة من البلدان



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

استراتيجيات التواصل تختلف باختلاف الشركات المتعددة الجنسيات

الشكل 14.2 الشبكة العالمية للاختراعات المشتركة في شركات مختارة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).

ملحوظة: بؤر الابتكار العالمية الخمس عشرة الرائدة بحسب مواقع المخترعين المذكورين في البراءات التي أودعتها الشركة. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

شبكة عالمية من البؤر والمجموعات المتخصصة

تشكل التكتلات الكثيفة الابتكار في جميع أنحاء العالم شبكة - داخل بلدانها وخارجها - تركز معظم الأنشطة الابتكارية والعلمية، على حساب الإمكانات المحتملة للجهات الفاعلة غير المتكتلة.[16] وعلى وجه الخصوص، تشكل هذه التكتلات المبتكرة شبكة كثيفة من العلاقات الوطنية والدولية بين البؤر والمجموعات المتخصصة في الولايات المتحدة وأوروبا وآسيا. وتشكل 10 بؤر فقط 26 بالمئة من إجمالي الاختراعات الدولية المشتركة بين بؤر العالم (الشكل 15.2). وهذه البؤر هي سان خوسيه-سان فرانسسكو ونيويورك وفرانكفورت وطوكيو وبوسطن وشنغهاي ولندن وبيجين وبنغالورو وباريس.

ويوضح الشكل 15.2 أيضاً أعلى 10% من روابط الاختراعات المشتركة بين كل بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة في العالم. وحتى في الولايات المتحدة، غالباً ما يكون للمجموعات المتخصصة والبؤر الأصغر روابط وطنية فقط. ولكن على الرغم من انتشارها الجغرافي الواسع، فإن بؤر الابتكار العالمي والمجموعات الخاصة المتخصصة في الولايات المتحدة تشكل شبكة ابتكار وطنية أكثر كثافة مما هو عليه الحال في بقية العالم. ومع ذلك، في الولايات المتحدة، تركز البؤر الأكبر الجزء الأكبر من الاتصالات الوطنية والدولية مع البؤر والمجموعات المتخصصة الأخرى.

وفي أوروبا، يمكن ملاحظة نمط مماثل. إذ تؤدي بعض البؤر الكبيرة في كل بلد دور البوابات التي تربط نظام الابتكار الوطني بالشبكات العالمية للابتكار. ويمكن إيجاد أمثلة واضحة في فرنسا حيث تربط باريس باقي المدن الفرنسية بباقي العالم وفي المملكة المتحدة حيث تؤدي لندن دور الجهة المركزية. ويُلاحظ وجود بنية هرمية أيضاً في ألمانيا، على الرغم من أن نقاط الوصول إلى شبكات الابتكار العالمية أكثر عدداً وشبكة الابتكار الوطنية كثيفة للغاية. وتبرز اليابان وجمهورية كوريا أيضاً بوجود شبكات ابتكار وطنية كثيفة للغاية على الرغم من أن روابطها الدولية أقل انتشاراً وموجهة مباشرة إلى الولايات المتحدة والبؤر الرئيسية في بلدان أوروبا الغربية.

وتتسم البؤر والمجموعات المتخصصة في المناطق المتبقية من العالم بصلات أقل بكثير من تلك الموجودة في الولايات المتحدة وأوروبا الغربية واليابان وجمهورية كوريا، وإن كانت الصلات القائمة مع الصين والهند وكندا وأستراليا بارزة. وتمتلك الصين شبكة ابتكار وطنية كثيفة حيث يتبيَّن الهيكل الهرمي أيضاً وحيث تعمل كل من شنغهاي وبيجين وشنزن-هونغ كونغ بوصفها همزات الوصل الدولية الرائدة. وبفضل مزايا التقارب الواضحة، تمتلك كندا شبكة وطنية متكاملة جيداً مع شبكة الولايات المتحدة. ويتناقض دور البؤر الكندية في شبكة أمريكا الشمالية الشاملة مع عدم وجود علاقات تعاونية مكسيكية معادلة.

وعلى الرغم من هيمنة بنغالورو، تمتلك الهند شبكة ابتكار وطنية نشطة إلى حد ما، مع عدة محاور متصلة مباشرة دولياً. وبالمثل، تمكنت أستراليا - على الرغم من موقعها البعيد وأرضها الشاسعة - من الحصول على العديد من البؤر التي تتصل دولياً وشبكة وطنية مترابطة إلى حد ما. وتوجد منطقة واحدة أقل ارتباطاً بالباقي وهي أمريكا اللاتينية، حيث تكون الغالبية العظمى من روابط البؤر والمجموعات المتخصصة القليلة مع الاقتصادات الرائدة خارج المنطقة. ولا توجد شبكات وطنية أو إقليمية في أمريكا اللاتينية مماثلة لتلك المبيَّنة للمناطق والبلدان الأخرى.

وتوضح المناقشة أعلاه أن الجغرافيا لا تشكل وحدها شبكات الابتكار العالمية. ومن منظور تحليل الشبكة، يعدّ تكتل الابتكار أكثر "مركزية" ضمن شبكة عالمية كلما زاد عدد الروابط الدولية التي يركزها. ويبيِّن الشكل 16.2 هذه المركزية عن طريق تجميع البؤر والمجموعات المتخصصة الأكثر اتصالاً في المركز وتشتيت المناطق الأقل اتصالاً.

وكما لوحظ، تعدّ التكتلات الأمريكية من بين العقد الأكثر اتصالاً، ولذلك فمكانتها مركزية أكثر في الشبكات خلال كلتا الفترتين (الشكل 16.2). وفي وسط الصورة، توجد بؤر عالمية أخرى للابتكار أكثر تواصلاً مثل طوكيو أو لندن أو شنغهاي أو بيجين أو سيول أو باريس. ولكنها أقل مركزية بكثير من البؤر في الولايات المتحدة. وتطورت الشبكة أيضاً بمرور الوقت باكتساب المزيد من العقد والاتصالات والكثافة في مركزها.

ويؤدي الحجم دوراً محدوداً. وترتبط المجموعات الصغيرة بأخرى كبيرة ومتصلة بشكل كبير في البلد نفسه، مما يبرز النمط الهرمي الذي تمت مناقشته مسبقاً. وهذا هو الحال بوضوح بالنسبة للتكتلات في المملكة المتحدة واليابان وجمهورية كوريا. ومن ناحية أخرى، لا تتمكن العديد من البؤر الأكبر أو المتشابهة حجماً مع التكتلات الأمريكية الرائدة – مثل طوكيو – في أن تحتل الموقع المركزي نفسه في الشبكة العالمية. ويبيِّن ذلك الاتصال الدولي المنخفض للبؤر اليابانية.

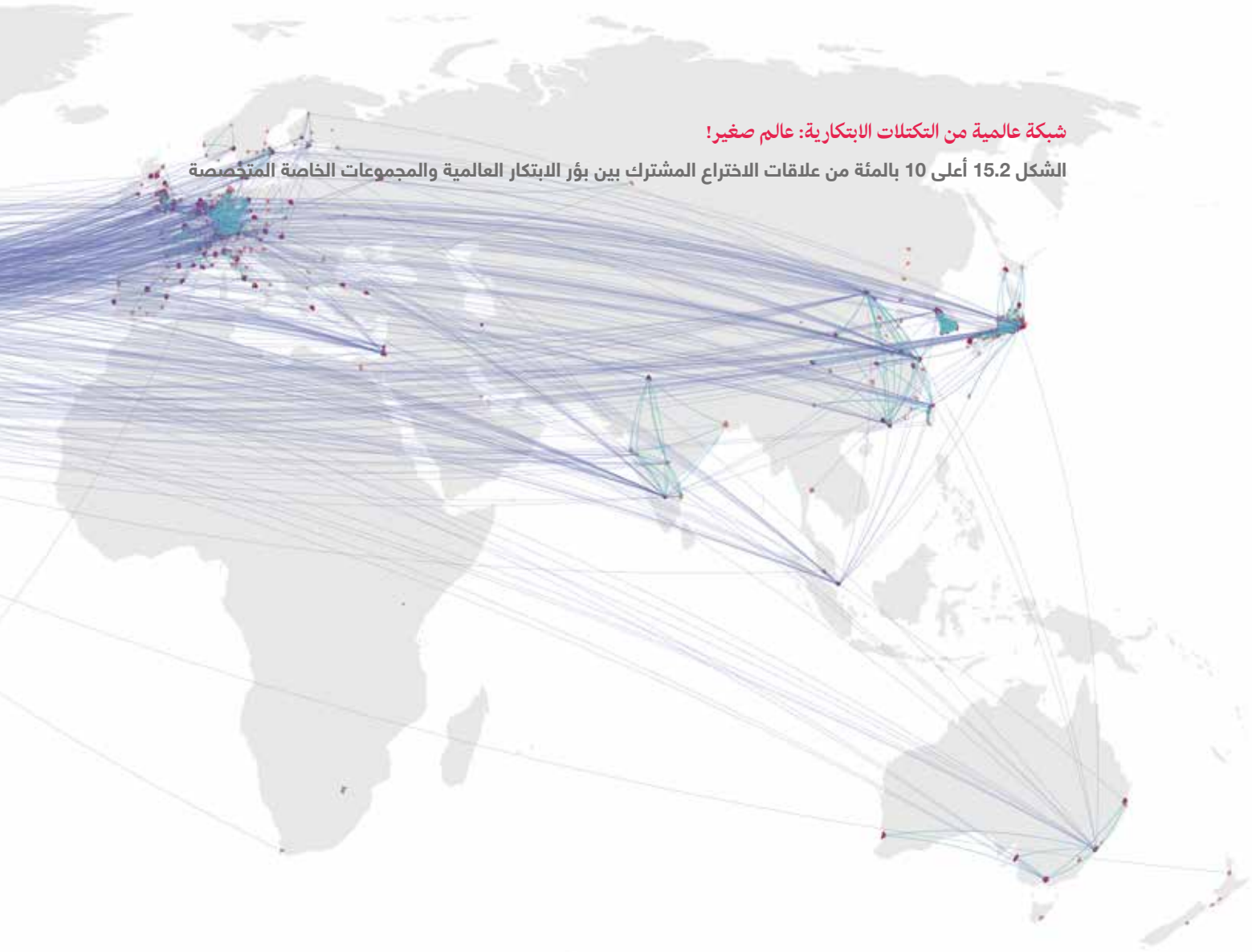
ويعرض الشكل 17.2 الشبكات الفرعية لشبكة الاختراعات المشتركة للفترة 2011-2015 المعروضة في الشكل 16.2. ويُظهر الشبكة الفرعية لكل المجموعات المتخصصة من خلال إضفاء اللون الرمادي على اتصالات الشبكة الخاصة بجميع البؤر. وكما هو واضح، لا يمكن لهذه المناطق المتخصصة والكثيفة ابتكارياً أن تنافس البؤر من حيث حجم الاتصالات. وتكون الاتصالات القليلة فيما بين المجموعات المتخصصة دائماً أو يكاد داخل البلد نفسه.

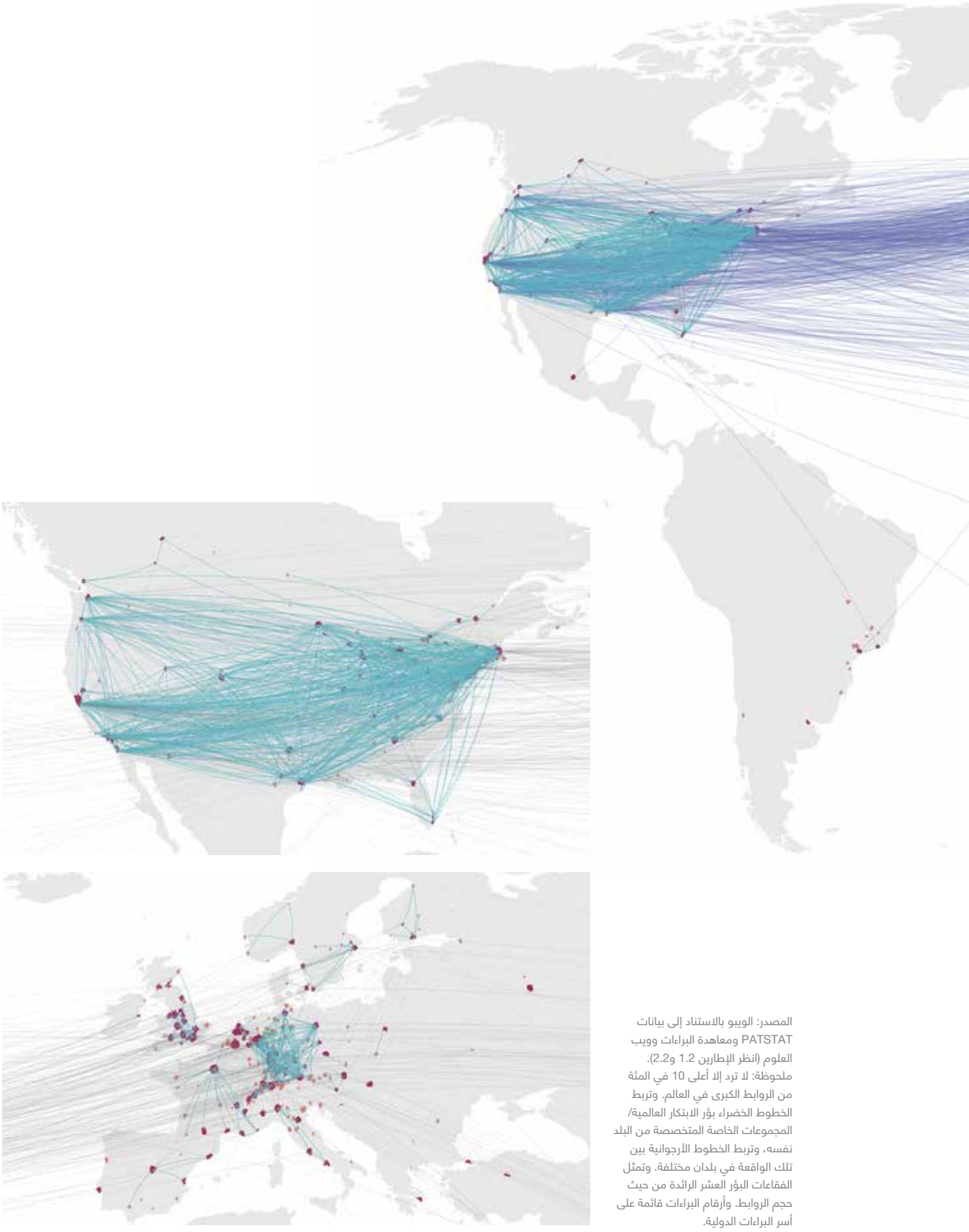
ويوضح الشكل أيضاً الشبكات الفرعية المحددة لبؤرتي لوس أنجلوس في الولايات المتحدة ودايجون في جمهورية كوريا اللتين تتسمان بالحجم نفسه من حيث عدد البراءات التي تولده كل منهما. وتتسم بؤرة لوس أنجلوس بمستوى اتصال مرتفع – على الصعيدين الوطني والدولي – مما يجعلها عقدة مركزية نسبياً في الشبكة العالمية. وإن دايجون ليست مركزية بالقدر نفسه لأن أغلب اتصالاتها مع التكتلات الكورية الأخرى. وتقتصر الاتصالات الدولية لبؤرة دايجون عامةً على شنغهاي وسان فرانسسكو ونيويورك.

ومن ثم، يتبين أن الجغرافيا وحدها لا تحدد أهمية أو "مركزية" أي تكتل ابتكاري رائد داخل شبكة ما. وإنما يتعين مراعاة العديد من العوامل الأخرى.

شبكة عالمية من التكتلات الابتكارية: عالم صغير!

الشكل 15.2 أعلى 10 بالمئة من علاقات الاختراع المشترك بين بؤر الابتكار العالمية والمجموعات الخاصة المتخصصة

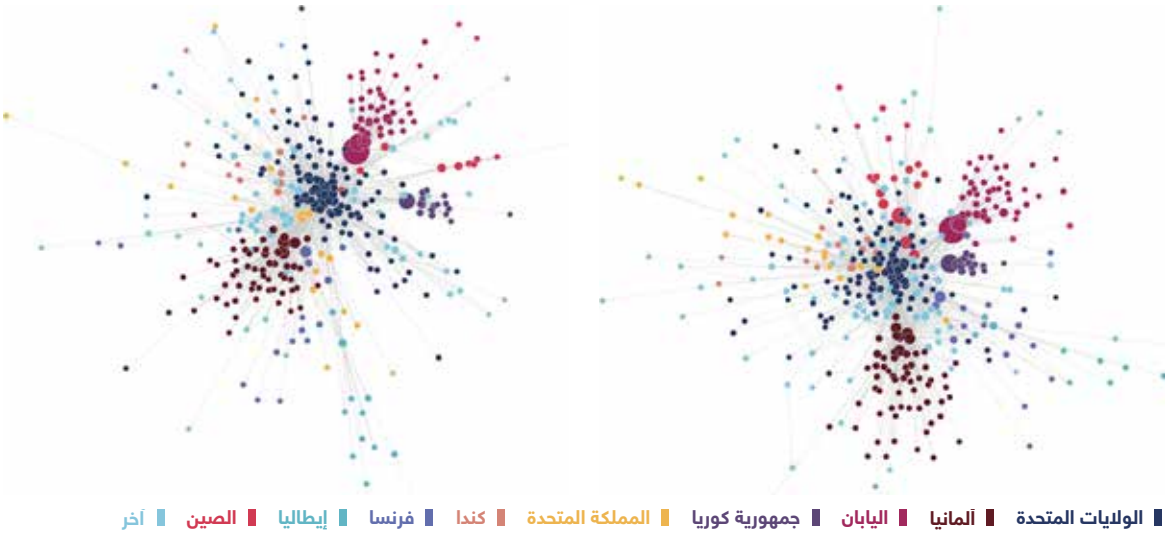




المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: لا ترد إلا أعلى 10 في المئة من الروابط الكبرى في العالم. وتربط الخطوط الخضراء بؤر الابتكار العالمية/المجموعات الخاصة المتخصصة من البلد نفسه، وتربط الخطوط الأرجوانية بين تلك الواقعة في بلدان مختلفة. وتمثل الفقاعات البؤر العشر الرائدة من حيث حجم الروابط. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

التكتلات في عدد قليل من الاقتصادات مركزية في شبكة الابتكار العالمية

الشكل 16.2 شبكة براءات الاختراعات المشتركة، 2001-2005 و2011-2015



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: لا ترد إلا أعلى 10 في المئة من الروابط الكبرى في العالم. ويبيِّن حجم الفقاعات حجم البراءات. ووُضعت الفقاعات وفقاً لموقعها المركزي في الشبكة. وأرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

4.2 الاستنتاجات

اعتمد هذا الفصل على مجموعة بيانات غنية من طلبات البراءات والمنشورات العلمية للإجابة على العديد من الأسئلة الناشئة عن ظاهرتين حاليتين مرتبطتين بالطريقة التي يتم بها إنتاج المعرفة ونشرها في جميع أنحاء العالم -وهما الانتشار الجغرافي الدولي وفي الوقت نفسه التركيز في عدد محدود من البؤر الجغرافية.

ولم يظل إنتاج البراءات والمقالات العلمية ضمن الاقتصادات التقليدية المنتجة للمعرفة (أوروبا واليابان والولايات المتحدة). وهو تطور ملحوظ حيث إن الظواهر المرتبطة بالمعرفة، مثل طلب البراءات والإنتاج العلمي والاستثمار في البحث والتطوير وما إلى ذلك، كانت دائماً أكثر تركيزاً من الجوانب الأخرى للعولمة مثل التجارة أو الاستثمار الأجنبي المباشر.

ومع ذلك، فإن بعض الاقتصادات الغربية، بالإضافة إلى اليابان وجمهورية كوريا، تمثل حوالي 80 في المائة من نشاط البراءات الدولي التوجه وحوالي 57 في المائة من إجمالي المنشورات العلمية، وهو عدد كبير. ويبدو أن معظم انتشار إنتاج المعرفة يرجع إلى بضعة اقتصادات نامية متوسطة الدخل، ولا سيما الصين. وفي الوقت نفسه، تُستثنى مساحات شاسعة من العالم، ولا سيما في أفريقيا وأمريكا اللاتينية، من العملية الكاملة لعولمة المعرفة.

ويرجع جزء من هذا الانتشار الجغرافي المحدود لأنشطة المعرفة إلى ظهور شبكات الابتكار العالمية التي تربط أولاً بين المزيد من بلدان الابتكار التقليدية ثم تستقطب اقتصادات متوسطة الدخل. ومع ذلك، فإن الشبكات القائمة بين البلدان الأساسية تهيمن، وشبكات الابتكار التي لا تشمل سوى اقتصادات غير أساسية تكون ذات أهمية هامشية من حيث البراءات. وأما بالنسبة للنشر العلمي، فقد بدأت بعض الاقتصادات المتوسطة الدخل، وحتى الشبكات الفرعية فيما بينها، تؤدي دوراً أكبر.

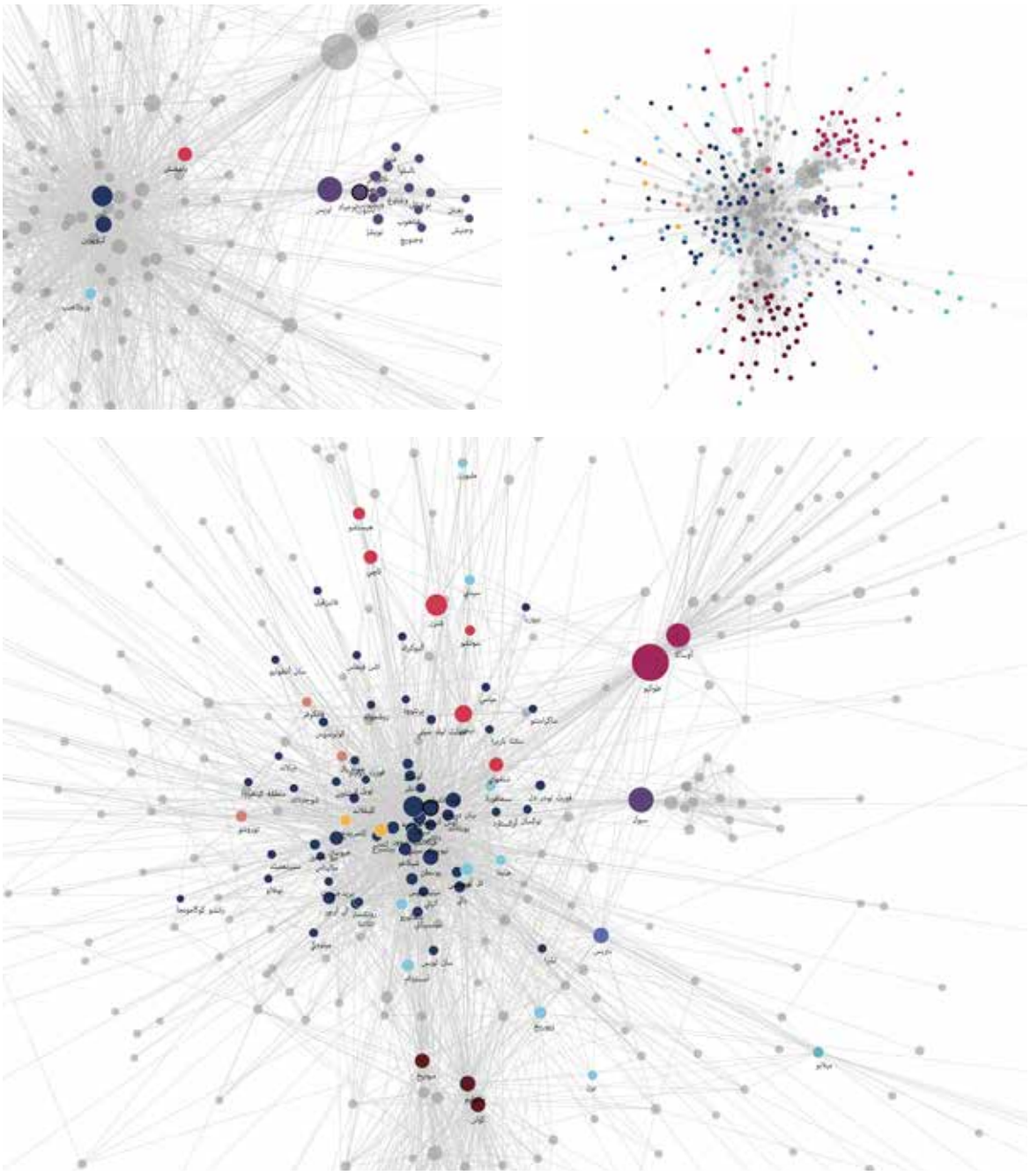
وبوجه عام، أصبح إنتاج المعرفة والتفاعلات يكتسيان طابعاً عالمياً متزايداً من حيث انتشارها بسبب انتشار مراكز توليد المعرفة وتشكيل الأفرقة الدولية. ويوجد بعض الركود في شبكات الاختراعات المشتركة، مما يشير إلى تباطؤ أعم في العولمة ولكن ليس في العمل الجماعي الدولي على نشر المقالات العلمية. ومع ذلك، كما نوقش في الفصل 1، لا يمكن حصر شبكات الابتكار العالمية الحقيقية في الشبكات التي يوجد معظمها في عدد قليل من البلدان ذات الدخل المرتفع. ولا يزال الطريق طويل أمام عدة مناطق في العالم من أجل الاندماج في الشبكات الدولية ثم شبكات الابتكار العالمية في نهاية المطاف. ولا شك في أن التعاون الدولي مع بؤر الابتكار الرائدة من أساليب المضي قدماً كما حدث إلى حد ما في اقتصادات شرق آسيا ولا سيما الصين.

وتتعلق مسألة أخرى بالتوزيع الجغرافي لإنتاج المعرفة داخل البلدان (داخل منتجي المعارف القديمة والناشئة). وعلى الرغم من الزيادة العالمية في انتشار الإنتاج المعرفي، فلا يقابل ذلك انتشار داخل البلدان؛ بل نلاحظ زيادة التركز في بعض البلدان. وقد يكون لذلك بطبيعة الحال آثار كبيرة على توزيع الفوائد الاقتصادية داخل البلدان يجب معالجتها على نحو ملائم (انظر الفصل 5).

وما انفكت تلك التكتلات – المعروفة باسم البؤر والمجموعات المتخصصة – تركز حصة أكبر من إنتاج الأفكار الابتكارية. وتركز

الحجم يؤدي دوراً في مركزية الشبكة ولكنه ليس العامل الوحيد

الشكل 17.2 شبكة المجموعات الخاصة المتخصصة والشبكات الفرعية العالمية للابتكار في لوس أنجلوس ودايجون، 2011-2015



الولايات المتحدة | ألمانيا | اليابان | جمهورية كوريا | المملكة المتحدة | كندا | فرنسا | إيطاليا | الصين | آخر

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الإطارين 1.2 و2.2).
ملحوظة: يبيِّن حجم الفقاعات حجم البراءات. ووُضعت الفقاعات وفقاً لموقعها المركزي في الشبكة. والفقاعات الرمادية اللون لا تنتمي إلى الشبكة الفرعية.

بتزايد الاتصالات مع البؤر الأخرى داخل بلدانها وعبر الحدود عن طريق شبكة عالمية للابتكار تتكون من عدد محدود نسبياً من البؤر. ويأتي ذلك على حساب مناطق البلدان التي تولد قدراً أقل من الابتكار وتفتقر للاتصالات اللازمة إلى العالم الخارجي. ويمكن لعدم وجود تلك الاتصالات أن يحصر البلدان أو المناطق في مسارات إنمائية غير ابتكارية.

ملاحظات

1 استند هذا الفصل إلى Miguelez وآخرون (2019).

2 تعتمد البيانات على الجهود البحثية وتطوع العديد من الجهات الأخرى. وتعتمد بوجه خاص على بيانات البراءات المرمزة جغرافياً من Yin وMotohashi (2018) وIkeuchi وآخرون (2017) و Li وآخرون (2014) وde Rassenfosse وآخرون (2019) وMorrison وآخرون (2017) وPatentsView (www.patentsview.org، مارس 2019).

3 انظر Miguelez وآخرون (2019).

4 Amendolagine وآخرون (2019).

5 Alcácer وZhao (2016).

6 انظر تحليل في Miguelez وآخرون (2019).

7 انظر Ester وآخرون (1996).

8 انظر الملاحظات التقنية للمزيد من المعلومات.

9 وجد الخبراء الاقتصاديون أن بيانات الأضواء الليلية بديل جيد نسبياً لتحديد الكثافة السكانية والإنشائية (انظر Mellander وآخرون، 2015) ولكن توجد أيضاً بعض القيود. وتوجد صلة أضعف بالمؤشرات الاقتصادية الأخرى – مثل الأجور – وبعض التشوهات التقنية المعروفة المتعلقة بالتوهج، ومشاعل الغاز، الشفق، والأضواء المعدومة.

10 الأونكتاد (2005) وCantwell و Janne (1999).

11 للاطلاع على تحليل لتباطؤ الاختراعات المشتركة، انظر Miguelez وآخرون (2019).

12 Branstetter وآخرون (2015).

13 He وآخرون (2017) والأونكتاد (2005).

14 Branstetter وآخرون (2018).

15 انظر Miguelez وآخرون (2019) للاطلاع على المجموعة الكاملة.

16 انظر Chaminade وآخرون (2016).

المراجع

Alcácer, J. and M. Zhao (2016). Zooming in: a practical manual for identifying geographic clusters. *Strategic Management Journal*, 37(1), 10–21. doi.org/10.1002/smj.2451

Amendolagine, V., C. Chaminade, J. Guimón and R. Rabellotti (2019). Cross-Border Knowledge Flows Through R&D FDI: Implications for Low- and Middle-Income Countries. Papers in Innovation Studies No. 2019/09. Lund: CIRCLE, Lund University.

Branstetter, L., B. Glennon and J.B. Jensen (2018). Knowledge Transfer Abroad: The Role of US Inventors within Global R&D Networks. Working Paper No. 24453. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Branstetter, L., G. Li and F. Veloso (2015). The rise of international co-invention. In Jaffe, A.B. and B.F. Jones (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Chicago: University of Chicago Press, 135–168.

Cantwell, J. and O. Janne (1999). Technological globalisation and innovative centres: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy. *Research Policy*, 28, (Issues 2–3), 119–144. doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00118-8

Chaminade, C., C. De Fuentes, G. Harirchi and M. Plechero (2016). The geography and structure of global innovation networks: global scope and regional embeddedness. In: Shearmur, R., C. Carrincazeaux and D. Doloreux (eds), *Handbook on the Geographies of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 370–381.

de Rassenfosse, G., J. Kozak and F. Seliger (2019). Geocoding of worldwide patent data. papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3425764

Ester, M., H.-P Kriegel, J., Sander and X. Xu (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (KDD-96), Portland, Oregon, August 2–4, Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.

He, S., G. Fallon, Z. Khan, Y.K. Lew, K.H. Kim and P. Wei (2017). Towards a new wave in internationalization of innovation? The rise of China's innovative MNEs, strategic coupling, and global economic organization. *Canadian Journal of Administrative Sciences*, 34(4), 343–355. doi.org//10.1002/CJAS.1444

Ikeuchi, K., K. Motohashi, R. Tamura and N. Tsukada (2017). Measuring Science Intensity of Industry using Linked Dataset of Science, Technology and Industry. *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-056. www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html

Li, G.-C., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik and L. Fleming (2014). Disambiguation and co-authorship networks of the U.S. patent inventor database (1975–2010). *Research Policy*, 43, 941–955.

Mellander C., J. Lobo, K. Stolarick and Z. Matheson (2015). Night-time light data: a good proxy measure for economic activity? *PLoS ONE* 10(10): e0139779. doi.org/10.1371/journal.pone.0139779

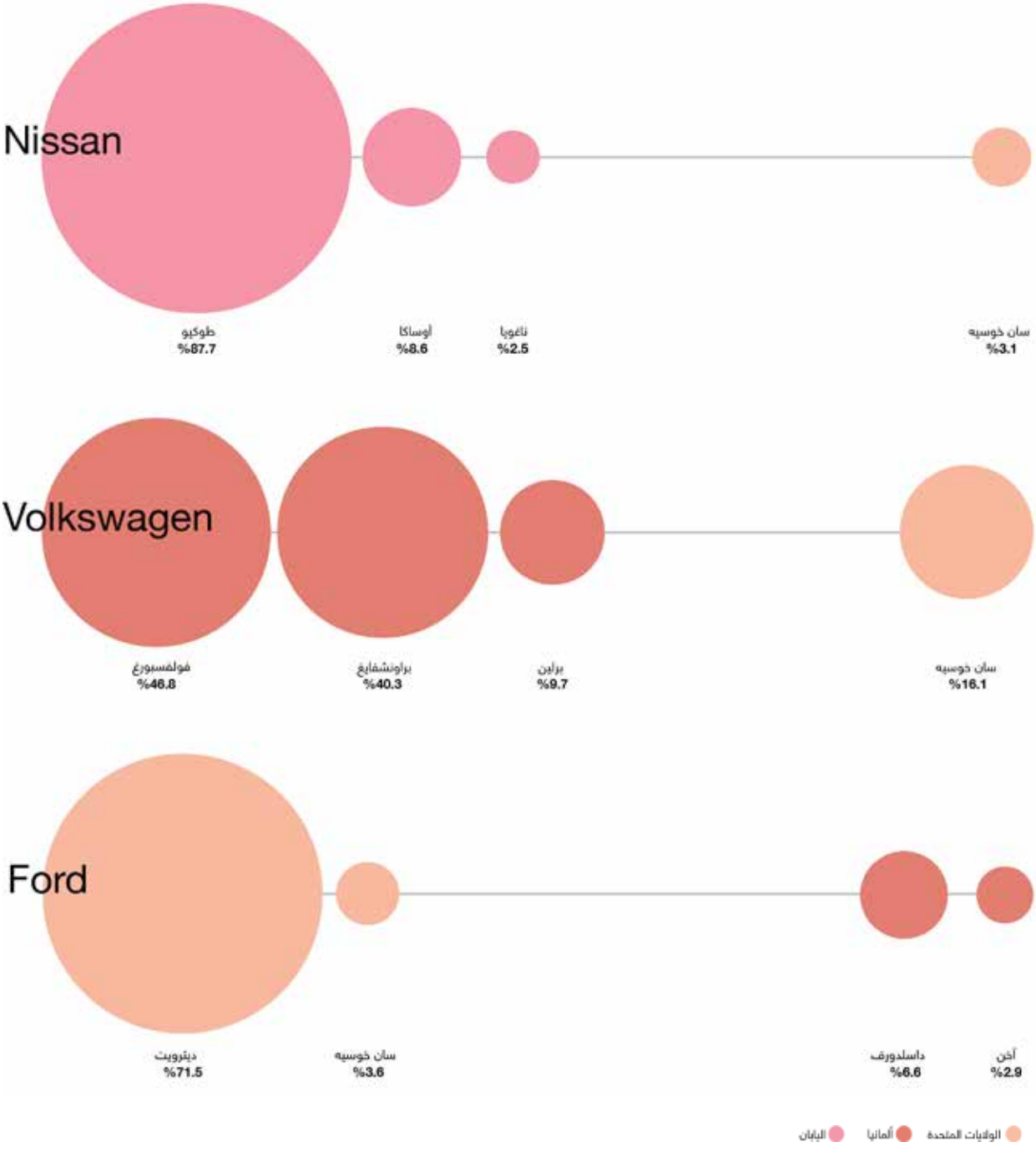
Miguelez, E., J. Raffo, C. Chacua, M. Coda-Zabetta, D. Yin, F. Lissoni and G. Tarasconi (2019). Tied In: The Global Network of Local Innovation. *WIPO Working Paper No. 58*, November. Geneva: WIPO.

Morrison, G., M. Riccaboni and F. Pammolli (2017). Disambiguation of patent inventors and assignees using high-resolution geolocation data. *Scientific Data*, 4. doi.org/10.1038/sdata.2017.64

UNCTAD (2005). World investment report 2005: transnational corporations and the internationalization of R&D – overview. *Transnational Corporations*, 14(3), 101–140.

Yin, D. and K. Motohashi (2018). Inventor Name Disambiguation with Gradient Boosting Decision Tree and Inventor Mobility in China (1985–2016), *RIETI Discussion Paper Series*, 18-E-018. www.rieti.go.jp/en/publications/summary/18030018.html

التعاون بين مصنعي السيارات وشركات التكنولوجيا بدأ يغير جغرافيا الابتكار في القطاع.



شركات السيارات والتكنولوجيا – السعي إلى المركبات الذاتية القيادة

في عام 2004، نظَّمت وزارة الدفاع الأمريكية سباقاً من نوع جديد على الطرق الوعرة لصحراء موييف. وكانت حداثة السباق تكمن في أنه مفتوح للسيارات التي تعمل بدون سائق أي ذاتية القيادة فقط. وكانت الجائزة الأولى لفائز "التحدي الكبير" على مسافة 240 كيلومتراً مليون دولار أمريكي. ولم يتمكن أي متسابق من إنهاء السابق فلم يحصل أحد على الجائزة.[1]

وبعد مرور عام، نظَّمت وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للدفاع التابعة لوزارة الدفاع السباق مرة أخرى مع مضاعفة الجائزة. واجتذب السباق العشرات من المتسابقين وتمكن عدد منهم من إكمال المسابقة. وحصل "Stanley"، وهو سيارة ذاتية القيادة تابعة لجامعة ستانفورد، على الجائزة الأولى واحتلت سيارتان من جامعة كارنيجي ميلون على المرتبتين الثانية والثالثة.

ما انفك قطاع صناعة السيارات يحلم بالمركبات الذاتية القيادة [2] منذ أن عرضت شركة جنرال موتورز مفهوم "فوتوراما" خلال المعرض العالمي لعام 1939. وحتى في تلك الأيام الأولى، لم تكن جنرال موتورز هي الوحيدة التي تحلم بمستقبل القيادة الذاتية، وقد بذلت عدة محاولات لصناعة مركبات مستقلة خلال السنوات اللاحقة. ومع ذلك، أدت التطورات الهائلة في مجال الإنسالات، وبخاصةٍ الذكاءالاصطناعي [3]، التي طرأت في منتصف العقد الأول من القرن العشرين، إلى تقريب التطلعات القديمة من الواقع.

ولا تزال صناعة المركبات المستقلة في بداياتها ولا يزال أمام المركبات المستقلة تماماً (المستوى 5) سنوات قبل أن تصل إلى الأسواق. ومع ذلك، بدأت الإنسالات والذكاء الاصطناعي في إعادة تشكيل صناعة السيارات – لدرجة أن التقنيات الجديدة تشكل تهديداً وجودياً كبيراً على شركات صناعة السيارات الحالية. ويقوم الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات وعدد كبير من الأجهزة والمكونات المتصلة بإعادة توجيه نموذج الأعمال في الصناعة نحو الخدمات وما يُعرف باسم "اقتصاد المنصات".

وتخشى شركات صناعة السيارات التقليدية أن تفقد مكانتها وحجمها في مجالات تخصصها الرئيسية – أي صناعة السيارات وتسويقها. وتوجد العديد من الخيارات المتاحة لمواجهة تلك التحديات - منها الاستثمار في تنمية المعرفة الداخلية، وزيادة رأس المال البشري، وإقامة تحالفات استراتيجية، واستقطاب جهات جديدة أو الجمع بين تلك الخيارات.[4] ولم تتضح بعد الاستراتيجية أو الاستراتيجيات التي تؤدي إلى أنجح النتائج. ولكن ما هو مؤكد حالياً أن الجهات الفاعلة القائمة أو الجديدة لا تمتلك وحدها كل الكفاءات اللازمة لإنتاج مركبات مستقلة. فعليها إما التعاون وإما تنمية المهارات التي تفتقر إليها داخلياً.

ولذلك، يسعى هذا الفصل إلى تحليل مجموعات الابتكار الحالية في صناعة السيارات وفهم كيفية تأثير المركبات المستقلة في الانتشار الجغرافي للابتكار وتركيزه (انظر الفصل 1). ويمكن لفهم العلاقة بين الجهات الجديدة والجهات القائمة أن يبيِّن تطور مجموعات الابتكار الحالية. وستحدد طريقة تفاعل الشركات مع تقنية المركبات المستقلة الشركات الرائدة في السوق والمناطق التي ستكون محاور تكنولوجية في مجال المركبات المستقلة.

وتنظر الأقسام التالية من هذا الفصل في التطور المعاصر لتكنولوجيا المركبات المستقلة والجهات الفاعلة الرئيسية فيه. وتناقش بإيجاز تقنيتين مترابطتين هما التنقل والاتصال. ثم، تنظر في تأثير تكنولوجيا المركبات المستقلة في صناعة السيارات من منظورين: أولاً، إذا كانت تكنولوجيا المركبات المستقلة تغيِّر طبيعة آليات التعاون الابتكارية بين الشركات القائمة والشركات الجديدة وفيما بينها. وثانياً إذا كانت تغيِّر جغرافيا الابتكار. وتختتم بمناقشة الآثار المحتملة الإيجابية والسلبية.

1.3 تعاريف

المكونات الرئيسية لأتمتة نظام القيادة

توجد ثلاثة مكونات وظيفية أساسية لأي نظام مؤتمت بالحاسوب: المراقبة والوسيط والفعل – كما هو موضَّح في الشكل 1.3. ويمكن فهم المراقبة بأنها الاستشعار والانتباه، والوسيط بأنه اتخاذ القرارات، والفعل بأنها تنفيذ القرارات. وفضلاً عن ذلك، يمكن للأنظمة المؤتمتة أن تشمل أيضاً حلقات تعقيب متنوعة، بما في ذلك التعلم الآلي.

مستويات القيادة الآلية

يرد معيار الصناعة الذي وضعته جمعية مهندسي السيارات (SEA) للمصطلحات المتعلقة بالمركبات المؤتمتة في *تصنيف وتعريف المصطلحات المتعلقة بأنظمة أتمتة القيادة في المركبات المدفوعة بمحركات على الطرق* (*SAE J3016*). وقد نُشر لأول مرة في عام 2014 وخضع لتنقيح كبير في عام 2018.

وقد أدخل معيار الجمعية المذكورة وعرّف ستة مستويات من القيادة الآلية (الشكل 2.3)، منها المستوى "صفر" للأنظمة التي لا تؤدي أي مهام قيادة دينامية مستمرة. ويُعرف المستوى 1 بمساعدة السائق والمستوى 2 بالقيادة المؤتمتة جزئياً. وتتطلب المستويات المنخفضة من الأتمتة من السائق، كحد أدنى، الإشراف بنشاط على نظام القيادة الآلية. وتُصنف أنظمة القيادة الآلية التي تتولى مهمة القيادة الدينامية بأكملها في المستويات 3 و4 و5 وتوصف جماعةً بأنظمة القيادة الآلية. وعلى الرغم من أن التركيز الرئيسي لهذا الفصل على التكنولوجيات من المستوى 3 فما فوق، فإننا لا نستثني من التحليل التجريبي الابتكارات التاريخية التي شهدتها الثمانينيات والتسعينيات وأوائل الألفينيات والتي أرست أسس تقنيات المركبات المستقلة المعاصرة.

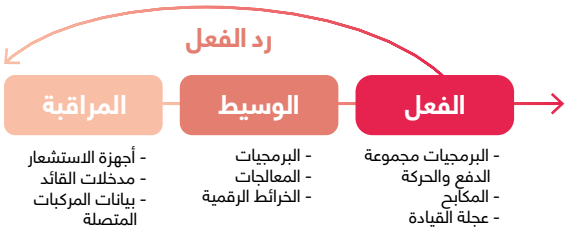
2.3 التطور التكنولوجي لصناعة السيارات

تقسِّم المؤلفات عن تطور الصناعة[5] دورة حياة أي صناعة إلى خمس مراحل: هي المرحلة الجنينية التمهيدية، والنمو، والاهتزاز، والنضج، والتدهور. ويهيمن على المراحل المبكرة عدم اليقين والعديد من حالات الدخول إلى القطاع والخروج منه. ثم، يظهر تصميم مهيمن لا يترك مجالاً إلا لمجموعة بسيطة من الشركات. ولعل أسماء مثل Sprite وUnitoo وWolfe وAngus وEmpire كلها أسماء غير معروفة لأنها كانت من بين المئات من شركات صناعة السيارات الأولى التي خرجت من القطاع قبل قرن عندما بدأ العالم يفتتن بالسيارات.

وحتى قبل بضع سنوات، كان قطاع السيارات يُعتبر صناعة ناضجة فيها جهات راسخة وتمت الإجابة عن أسئلتها التكنولوجية الرئيسية في الثلاثينيات.[6] وكانت الابتكارات الأولية أساسية لأنها حددت البنية الأساسية للسيارات. وشمل ذلك تطوير المحركات المبردة بالماء التي توضع في مقدمة السيارة، وناقلات

الجوانب الرئيسية من القيادة بمساعدة الحاسوب

الشكل 1.3 ثلاثة مكونات وظيفية أساسية في أي نظام مؤتمت بالحاسوب



المصدر: مركز بحوث صناعة السيارات.

الحركة المدفوعة بعمود الدوران، والهياكل المبسطة والإطارات الفولاذية المضغوطة.[7] ورجع ما تبقى من الابتكارات في المنتجات والعمليات في السنوات التالية للحرب العالمية الثانية، وخاصةً بعد السبعينيات، إلى ارتفاع أسعار النفط، وزيادة التكاليف نتيجة اشتداد المنافسة الدولية، والتغيرات في طلبات المستهلكين.

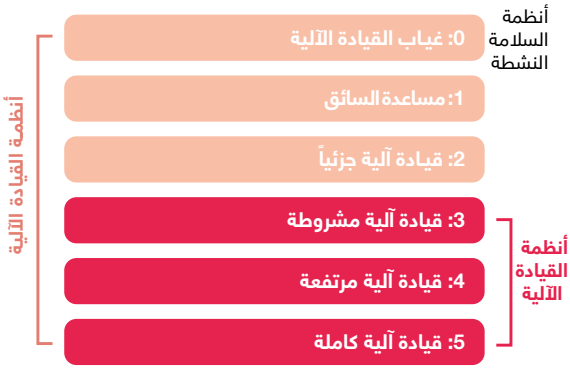
وتغيَّر الوضع في مطلع الألفية؛ مع زيادة قوة معالجة الحواسيب فضلاً عن الانتشار الواسع للإنترنت فالهواتف الذكية التي فتحت آفاقاً جديدة للابتكار. وقد وجدت العديد من الصناعات القديمة – مثل الصحف والأعمال الموسيقية والتلفاز والبيع بالتجزئة – نفسها فجأة أمام موجات اضطراب تكنولوجي نتجت عن التقدم الذي شهدها جانبا البرمجيات والعتاد في التكنولوجيا الحاسوبية. ولم يؤثر ذلك في الكفاءات الرئيسية لتلك الصناعات وإنما في أصولها التكميلية أيضاً – أي تلك اللازمة لتسويق المنتجات – وقنوات التوزيع. وقد تعرضت الكثير من هذه الصناعات للاضطراب وإعادة توزيع الأدوات في ظل العصر الرقمي. ولم تسلم صناعة السيارات – على الرغم من بعض التأخر – من تلك الموجات. فعلى سبيل المثال، تجاوز أسطول المركبات الكهربائية العالمي 5.1 مليون[8] في عام 2018، أي نحو 2.1 في المئة من السوق. ويُتوقع أن ترتفع تلك النسبة إلى نحو 30 في المئة بحلول عام 2030.

تناقش المؤلفات التي تتناول دورة حياة الصناعة كيف تخضع الصناعات، عند بلوغ مرحلة النضج، لصدمات تكنولوجية جديدة يمكن أن تكون نقطة انطلاق دورة جديدة. ويعتمد تحقق الدورة الجديدة أو عدم تحققها على وجود القدرات التكنولوجية وغير التكنولوجية المختلفة. وقد يكون المشاركون في الدورة الجديدة من داخل الصناعة نفسها أو من صناعات كانت غير منافسة ولكن باتت قدراتها تستوفي المتطلبات التكنولوجية لدخول الدورة الجديدة.

وأتاحت الكفاءات المطلوبة لتطوير المركبات المستقلة للجهات الفاعلة في قطاع التكنولوجيا دخول قطاع صناعة السيارات، من أجل إنشاء مركبات مستقلة تماماً لا تحتاج إلى سائق. والعنصران الرئيسيان لإنشاء المركبات المستقلة هي "المركبة" و"الاستقلالية". فالمركبة المستقلة عبارة عن هيكل ومحرك بالإضافة إلى ذكاء يضفي الاستقلالية الكاملة على الجانب المادي. وتكمن الكفاءة

من القيادة اليدوية إلى الآلية الكاملة

الشكل 2.3 المستويات الستة للقيادة الآلية



المصدر: مركز بحوث صناعة السيارات استناداً إلى جمعية مهندسي السيارات في عام 2016.

الأساسية[9] لشركات صناعة السيارات الحالية في "المركبات". ويندرج استحداث كل البرمجيات (مثل الذكاء الاصطناعي) وعناصر العتاد (مثل أجهزة الاستشعار وآلات التصوير) اللازمة لتحقيق الاستقلالية في نطاق الكفاءات الأساسية للشركات التكنولوجية.

وتكمن الكفاءات الأساسية لشركات صناعة السيارات القائمة في التصنيع الشامل، والهندسة الميكانيكية، والمرور عبر آلاف الإجراءات التنظيمية حتى تخرج السيارات إلى الطرق. وهي نتيجة عقود من المعارف الضمنية التراكمية – وهي معارف لا يمكن تكرارها بسهولة – والدراية العملية. ولا يكون إتقان هذه الكفاءات فورياً ومباشراً.

وتكمن الكفاءات التكنولوجية للشركات الجديدة في العتاد والبرمجيات، ولا سيما خوارزميات التحكم بالتعلّم الاصطناعي والتحكم في الوقت الحقيقي اللازمة لتحقيق استقلالية المركبات. وتتجاوز هذه الكفاءات خبرة أغلب شركات صناعة السيارات وموردها التي تفتقر للمعرفة في هذا المجال.

وأغلب الناس على دراية نسبية بالكفاءات الأساسية لشركات صناعة السيارات ولكن ليس بالموجات التكنولوجية التي تحول الصناعة. وستناقش الأقسام التالية بإيجاز ثلاث موجات تكنولوجية مترابطة نسبياً. ولا تندرج موجة رابعة، وهي المركبات الكهربائية وإن كانت تؤثر في القطاع بالقدر نفسه، في نطاق تركيز وتغطية هذا الفصل.

المركبات المستقلة: العلماء وراء صعودها المعاصر

إن مجموعة من الشركات الناشئة المعنية بالمركبات المستقلة والتكنولوجيا نشأت عن معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT). وما انفك المعهد يتولى الريادة على المستوى العالمي في تقنيات الإنسالات لعقود عديدة وساهم في تكتل الشركات المتخصصة في تقنيات الإنسالات المرتبطة بالمركبات المستقلة في منطقتَي كامبريدج وبوسطن. ولقد أنتج خريجو المعهد عدة ابتكارات مشتقة متعلقة بالإنسالات، منها عدد قليل مرتبط بإطلاق المركبات المستقلة.

وفي عام 2007، عقدت وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للدفاع (DARPA) مسابقة تلت "التحدي الكبير" على طول 60 ميلاً عن طريق محاكاة بيئة مرور حضرية، بما في ذلك التفاعل مع مركبات أخرى وامتثال لقوانين المرور. وكانت جامعة كارنيجي ميلون وجامعة ستانفورد في المقدمة مرة أخرى، حيث احتلت مركبة "Boss" التابعة لجامعة كارنيجي ميلون المرتبة الأولى. واستكملت ستة فرق مسابقة عام 2007 – مما يدل على التطور الكبير الذي شهدته تكنولوجيا القيادة الذاتية في عدة جامعات. وقامت شركات التكنولوجيا العملاقة في سيليكون فالي، وخاصةً Google، بتوظيف العديد من الذين شاركوا في تحديات وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للدفاع والذين كانوا تابعين للجامعتين المذكورتين آنفاً. (وكانت Waymo مشروعاً للقيادة الذاتية تابع لشركة Google قبل أن يصبح فرعاً مستقلاً.) ثم أسس معظم العلماء المعنيين مشاريعهم الفرعية الخاصة، بما في ذلك شركات ناشئة في مجال التكنولوجيا مثل Aurora وUdacity وNuro وArgo AI، وكلها في طليعة صناعة المركبات المستقلة (انظر الشكل 3.3).

كانت تحديات وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للدفاع (DARPA) منعطفاً في التاريخ الحديث للمركبات المستقلة. وعلى الرغم من عدم وجود دليل على تأثيرها السببي، فقد لاحظنا اتجاهاً متزايداً في النشاط الابتكاري في تكنولوجيا المركبات المستقلة (تُقاس بحجم البراءات، انظر الإطار 1.3) في منتصف العقد الأول من القرن العشرين بالتزامن مع مبادرات الوكالة مع حدوث طفرة إبداعية كبيرة بعد عام 2010. وعلى الرغم من هذا الاتجاه التصاعدي، لا تزال تكنولوجيا المركبات المستقلة متخصصة للغاية وتشكل أقل من 0.1 في المئة من إجمالي إيداعات البراءات عالمياً حتى في ذروة هذه الزيادة في عام 2016 (انظر الشكل 4.3).

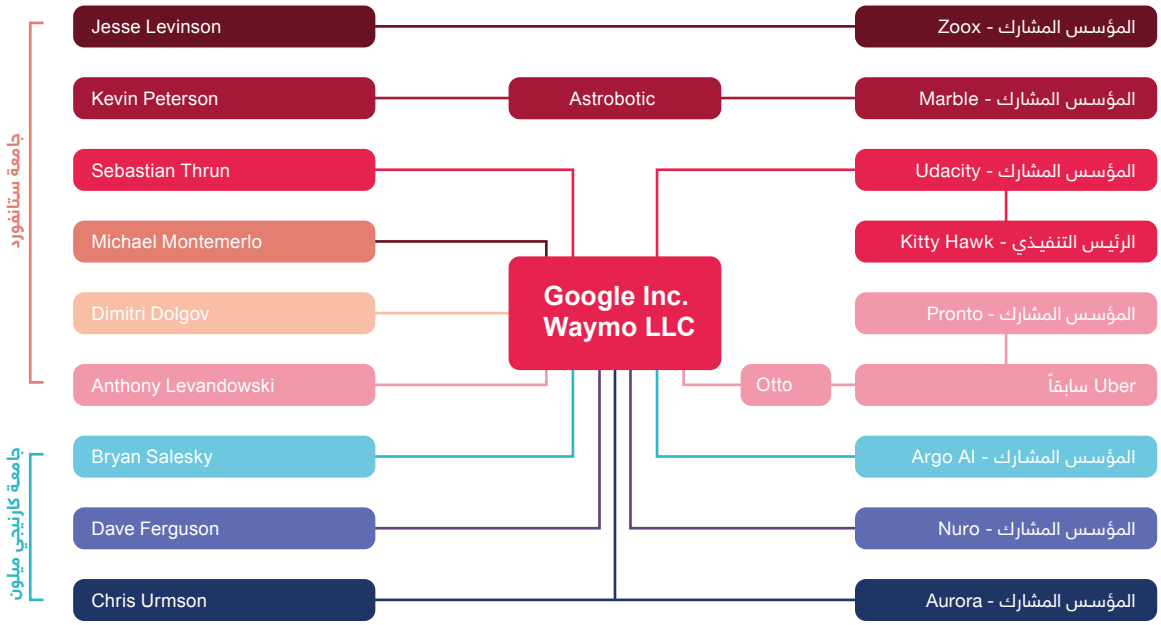
الإطار 1.3 استراتيجية حصر البراءات المتعلقة بالمركبات المستقلة وحدودها [10]

تمثل صناعة المركبات المستقلة مجموعة من التقنيات المختلفة المطبقة على استخدام محدد – هو أتمتة تشغيل المركبات الأرضية. ومن ثم، فإن استراتيجيات البحث لتحديد التكنولوجيات والمنح المتصلة بالمركبات المستقلة هي بطبيعتها غير دقيقة وتتطلب الإبداع والتكرار عدة مرات. ومن الصعب للغاية تحديد الحدود بوضوح.

ونظراً إلى تلك القيود، يستخدم هذا الفصل الرموز التكنولوجية للتصنيف التعاوني للبراءات، وهو نظام دولي لتصنيف وثائق البراءات. وجُمِّعت قائمة بالأصناف المقابلة للتقنيات المستخدمة في مجال المركبات المستقلة. وقُسِّمت القائمة إلى مجموعتين: أولاً، العدد الأصغر من الأصناف المتخصصة حيث يكون من الموثوق نسبياً القول إنها تتصل بالمركبات المستقلة تماماً. وثانياً، الأصناف الأوسع والتي تتصل ببراءات

التحدي الكبير للعلماء وشركاتهم الناشئة

الشكل 3.3 بدأت العديد من الجهات الفاعلة في صناعة المركبات المستقلة اليوم في التحديات الكبرى لوكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للدفاع (DARPA)



المصدر: ستانفورد وجامعة كارنيجي ميلون

قد لا تكون مرتبطة بالمركبات المستقلة. وبالنسبة إلى هذه المجموعة الثانية، أُضيفت قائمة بالكلمات الرئيسية إلى البحث. وكانت هذه الكلمات الرئيسية عبارة عن تغييرات في المركبات المستقلة والسيارات وسيارات الأجرة والشاحنات وما إلى ذلك. واستُخدمت هذه الكلمات الرئيسية لتحديد البراءات المندرجة في مجموعة مختارة من التصنيف التعاوني للبراءات حيث وردت إحدى الكلمات الرئيسية إما في ملخص البراءة أو عنوانها.

واستُخدمت القائمة نفسها من الكلمات الرئيسية للبحث عن المنشورات العلمية التي ذكرت فيها أحد مشتقات الكلمات الرئيسية في ملخصاتها أو عناوينها. واستُخرجت قائمة جديدة بالكلمات الرئيسية من هذه المجموعة المختارة الجديدة من الدراسات مثل "التحكم التنبؤي في السرعة". ونظراً إلى أن المنشورات لا تحتوي إلا على فئات عامة، دون مستوى الدقة للتصنيف التعاوني للبراءات، فقد استُخدمت فئة الموضوع لاستبعاد المقالات التي تتصل بمجالات بعيدة عن تكنولوجيا المركبات المستقلة – مثل علم الأحياء الدقيقة، وعلم الحيوان، وغيرهما.

التنقل كخدمة

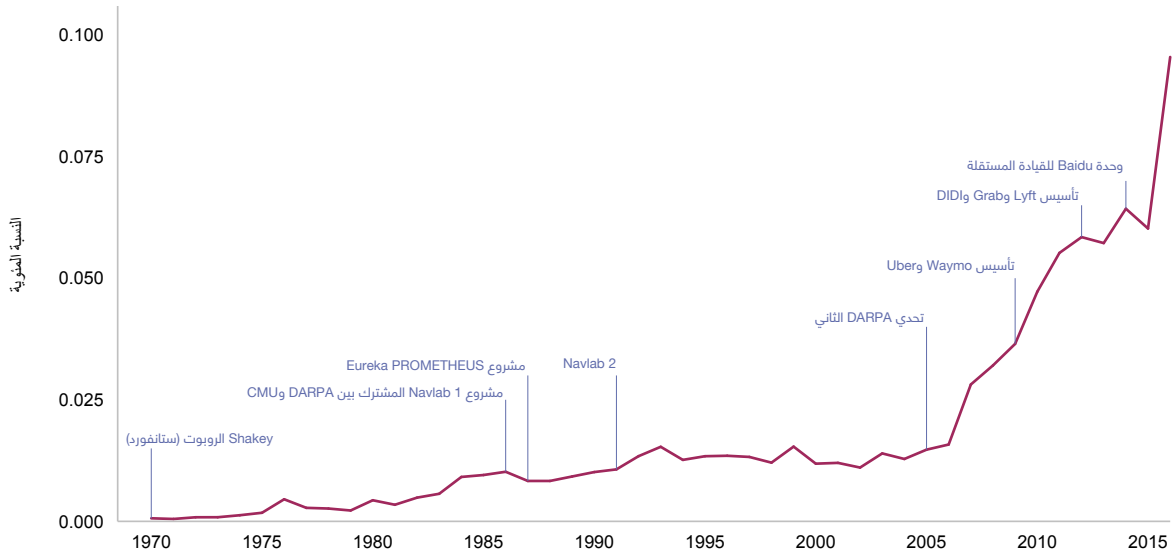
بالتوازي مع هذه الجهود، أصبح مفهوم "التنقل كخدمة" (MaaS)، التي تدمج مختلف خدمات النقل في خدمة واحدة متاحة عند الطلب، مفهوماً شائعاً. وظهرت شركات مثل Uber (التي تأسست في عام 2009) وLyft (التي تأسست في عام 2012) في الولايات المتحدة. ثم بدأت تظهر شركات تجارية مماثلة في جميع أنحاء العالم مثل Ola Cabs في الهند (التي تأسست في عام 2010) وGrab في سنغافورة (التي تأسست في عام 2012) وDiDi Chuxing في الصين (التي تأسست في عام 2012). وقدَّمت هذه الشركات خدمات مثل طلبات التوصيل وتقاسم السيارات. ووسَّع العديد منها نشاطها ليشمل خدمات أخرى مثل عمليات التوصيل والخدمات اللوجستية وتقاسم الدراجات.

ووصف الرئيس التنفيذي السابق لشركة Uber، ترافيس كالانيك، ظهور سيارات الأجرة الذاتية القيادة (robotaxis) بأنها "أساس" الشركة. وإذا كان مستقبل السيارات أن تكون بدون سائق، فإن لشركات التنقل مصلحة خاصة في تكنولوجيا المركبات المستقلة لأسباب متعددة. فينبغي أولاً حذف السائق من المعادلة لتقليل تكاليفها.

وثانياً، يمكن لنموذج أعمال تلك الشركات أن يغير اقتصاديات صناعة السيارات. فيمكن للنموذج التجاري للتنقل كخدمة أن يؤدي إلى انخفاض عدد السيارات المملوكة ملكية خاصة والتحول نحو

طفرة تكنولوجيا المركبات المستقلة منذ منتصف الألفينيات

الشكل 4.3 حصة المركبات المستقلة من إجمالي الإيداعات الأولى للبراءات والمعالم الرئيسية مع مرور الزمن



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

نظام أسطول حيث يعتمد نموذج الإيرادات على عدد الأميال بدلاً من عدد السيارات المباعة. ويمكن لتقنية المركبات المستقلة أن تفضي إلى نظام حيث يمكن للناس شراء الانتفاع بوسائل النقل بدلاً من امتلاك المركبات. ويُظهِر حساب تقريبي يستند إلى عدد السيارات على الطرق ومتوسط الأميال السنوية، مقارنةً بما تتقاضاه شركات التنقل لكل ميل، أنه إذا تحولت كل السيارات الحالية إلى مركبات مستقلة، فستتمكن شركات صناعة السيارات من تحقيق ربح وفرض تكاليف أقل بكثير من شركات النقل.

وثالثاً، تمتلك شركات النقل بيانات ومعلومات وفيرة عن سلوك الزبائن وتفضيلاتهم، مما يمنحهم ميزة كبيرة في ظل بيئة المبيعات التي تتزايد فيها أهمية التجربة المخصصة والقائمة على الطلب.

المركبات المتصلة

من فروع التكنولوجيا الأخرى التي تتداخل مع القيادة المستقلة فرع "تكنولوجيا المركبات المتصلة". فيمكن أن تكون مركبة ما متصلة دون أن تكون مستقلة، ومن ثم فإن المصطلحين غير مترادفين وينبغي عدم الخلط بينهما. وتتيح تقنيات المركبات المتصلة للمركبات التواصل فيما بينها والاتصال بالعالم من حولها. وتهدف إلى زيادة الفعالية والسلامة على الطرق لكل من السائقين والمشاة. ومن حالات الاستخدام الشائعة للمركبات المتصلة مشاركة بيانات المكابح، والخرائط العالية الدقة في الوقت الحقيقي، ومخاطر الطريق، وتحديثات إغلاق الطرق، وتتبع الأسطول، والإعلام والترفيه. ويتطلب كل ذلك الحد الأدنى من التأخر (التأخر في تنفيذ الأوامر) وأقصى قدر من الدقة في نقل البيانات. ولذلك تصبح تقنية الشبكات الخلوية من الجيل الخامس مستقبل المركبات المستقلة و"المتصلة".[11] وتقوم العديد من شركات التكنولوجيا، ولا سيما Huawei وIntel وEricsson، باستكشاف هذا المجال.

3.3 التحول التكنولوجي

يدعم التوزيع القطاعي للبراءات الخاصة بالمركبات المستقلة مع مرور الوقت فكرة أن ظهور الذكاء الاصطناعي والإنسالات وخدمات التنقل كان المحرك الرئيسي للتحول التكنولوجي. وفي السنوات التالية لعام 2005، كان نصف البراءات تقريباً من القطاع التكنولوجي.[12] ومع ذلك، استعاد قطاع السيارات التقليدي هيمنته بعد ذلك (انظر الشكلين 5.3 و6.3). ومن ثم، فمن الطبيعي أن يكون أغلب مودعي البراءات من الشركات، وتبلغ حصة الأفراد 20 في المئة تقريباً وحصة الجامعات أو الكيانات العامة الأخرى 10 في المئة فقط.

وتتصدر قائمة كبار المودعين[13] في التسعينيات شركات التصنيع وصناعة السيارات. ويختلف الوضع في القوائم التالية. فلم تكن شركات Google وQualcomm وMobileye وUber وBaidu من الشركات المعروفة في صناعة السيارات، ولكنها بدأت تظهر في قائمة أكبر 100 مودعي براءات في مجال المركبات المستقلة منذ منتصف عقد عام 2010. فقد ولد المودعون المئة الأوائل، وفي مقدمتهم Ford (357) براءة وToyota (320) وBosch (277) نصف إجمالي البراءات تقريباً. وترد شركات من غير صناع السيارات أيضاً في قائمة كبار مودعي البراءات. فتحتل Google وشركتها الفرعية Waymo المتخصصة في مجال المركبات

المستقلة المرتبة الثامنة بعدد 156 براءة أمام صناع سيارات مثل Nissan وBMW وHyundai. وتليها شركات أخرى مثل Uber وDelphi اللتين تحتلان المرتبة الحادية والثلاثين بعدد 62 براءة مرتبطة بالمركبات المستقلة.

4.3 المنافسة والتعاون في مجال المركبات المستقلة

ثبت حتى الآن أن قطاع السيارات يمر بالمراحل المبكرة من فترة الاضطراب التكنولوجي، مع انضمام العديد من الجهات الجديدة من قطاعي صناعة السيارات والتكنولوجيا. ولم تُناقش بعد المسائل القياسية والتنظيمية مناقشة مستفيضة، ولم يُحقق حتى الآن توافق في الآراء بشأن التعاريف والمصطلحات الأساسية. وتعدّ تكنولوجيا المركبات المستقلة مسعى مكلفاً للغاية من حيث رأس المال والوقت. ولذلك، يكون لدى الجهات الفاعلة في هذا القطاع حوافز كبيرة على التعاون وتقاسم المخاطر والتكاليف. ولكن من يتعاون مع من؟ ولماذا؟ من الناحية النظرية، يمكن تشكيل ثلاثة أنواع من التعاون: التعاون فيما بين صناع السيارات القائمين، أو التعاون فيما بين شركات التكنولوجيا، أو التعاون بين صناع السيارات وشركات التكنولوجيا.

التعاون بين شركات السيارات

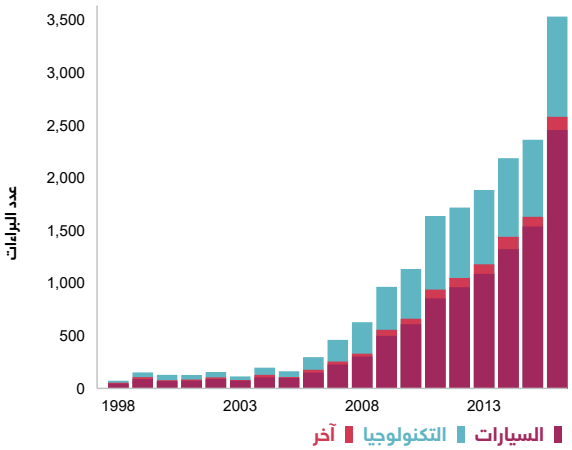
ولمواجهة الصدمة التكنولوجية للمركبات، تمتلك شركات السيارات حافزاً للتعاون وتقاسم التكاليف والمخاطر والدفاع عن مكانتها السوقية التي تهددها الأطراف الخارجية. ويكمن التهديد المشترك التي تواجهه في "تسليع" قدرتهم الأساسية أي التحول إلى مجرد مزودي سلعة وهي السيارة في هذه الحالة. وستكون شركات التكنولوجيا هي التي تولد القيمة المضافة ومن ثم تحصل على أكبر الأرباح. وأعلنت شركتا صناعة السيارات العالميتان Daimler وBMW أنهما ستقيمان شراكة طويلة الأجل للتعاون في استحداث تكنولوجيات القيادة الآلية.

وسينطوي هذا التعاون على 1200 فني من كلا الشركتين. وسيكون مقر الفنيين في مجمع القيادة المستقلة لشركة BMW في أونترشلايسهايم بالقرب من ميونيخ، ومركز التكنولوجيا التابع لشركة Mercedes في سيندلفينغن، بالقرب من شتوتغارت، ومركز Daimler للاختبارات والتكنولوجيا في إيمدينغن في جنوب ألمانيا. وتهدف الشركتان إلى إطلاق الجيل التالي من سيارات الركاب الذاتية القيادة بحلول عام 2024.[14] وأعلنت شركة Audi، وهي شركة ألمانية أخرى لصناعة السيارات، أنها ستنضم إلى التعاون المذكور آنفاً.[15]

وقد يتفاجأ البعض بتحول منافسيهم القدامى إلى أصدقاء، ولكن ذلك الأمر ليس نادراً في مجال المركبات المستقلة. ولقد دفعت التكاليف الضخمة لتصميم وبناء المركبات التي تعمل بالحاسوب شركة Honda إلى التعاون مع شركة General Motors، بينما تتابع Volkswagen محادثاتها مع Ford حول تحالف بشأن السيارات المستقلة.

ظهور الذكاء الاصطناعي والإنسالات وخدمات التنقل هو المحرك الرئيسي للتحول التكنولوجي في منتصف العقد الأول من القرن العشرين

الشكل 5.3 التوزيع القطاعي للبراءات المتصلة بالمركبات المستقلة بحسب الوتيرة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

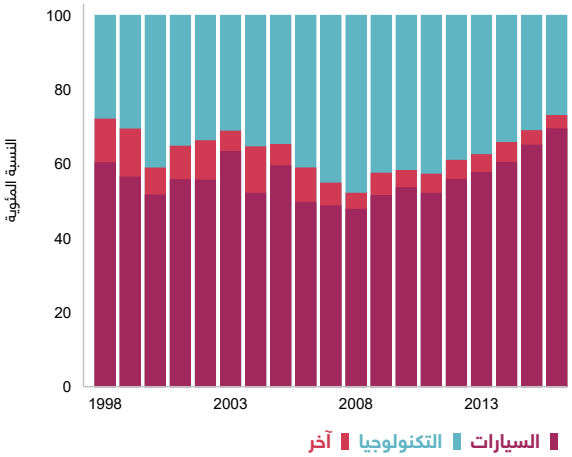
التعاون بين شركات التكنولوجيا

ستحتاج شركات التكنولوجيا أيضاً إلى التعاون من أجل تقاسم المخاطر والتكاليف الكبيرة المرتبطة بالتكنولوجيا. وتركز غالبية شركات التكنولوجيا، ولا سيما الشركات الناشئة الصغيرة، على مجالات متخصصة مثل العتاد والبرمجيات وخدمات التنقل والاتصال والاتصالات وغيرها (انظر الشكل 7.3 أدناه). وباستثناء شركة Waymo التي تطور كل مكونات عتادها وبرمجياتها[16] داخلياً، لا تمتلك أي شركة تكنولوجيا الخبرات اللازمة في كل تلك المجالات. ولذلك، فإن التعاون بين شركات التكنولوجيا شائع. وأعلنت شركة VIA Technologies القائمة في تايوان في عام 2018 أنها أقامت شراكة مع شركة Lucid الناشئة في مجال الرؤية بالذكاء الاصطناعي من أجل توفير أجهزة استشعار للعمق وأجهزة متعددة آلات التصوير بالاستناد إلى الذكاء الاصطناعي لأغراض الاستخدام في مجالات الأمن والبيع والإنسالات والمركبات المستقلة.[17] وهذا مثال واحد فقط من أمثلة التعاون بين شركات التكنولوجيا.

وقررت بعض شركات التكنولوجيا أيضاً إتاحة النفاذ المفتوح – المجاني أو بدون أي عوائق – إلى بياناتها وتكنولوجياتها التي تخضع لحماية مشددة. فعلى سبيل المثال، قررت شركة Waymo بيع أحد مستشعرات اكتشاف الضوء والمدى (LIDAR) – الذي يُعرف باسم Laser Bear Honeycomb ويستخدم الليزر لقياس المسافات – إلى أطراف أخرى مهتمة باستخدام التكنولوجيا لأغراض غير السيارات الذاتية القيادة. ويعتقد البعض أن منحنى تطوير مستشعرات اكتشاف الضوء والمدى مشابه لقانون مور في رقاقات الحواسيب - إذ تتضاعف الدقة كل 18 شهراً وينخفض

في السنوات التالية مباشرة لعام 2005، شكّل قطاع التكنولوجيا حوالي نصف البراءات المرتبطة بالمركبات المستقلة

الشكل 6.3 التوزيع القطاعي للبراءات المتصلة بالمركبات المستقلة بحسب الحصة



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

السعر إلى النصف[18] - ومن ثم، فإن النفاذ المفتوح يتيح الفرصة لتحقيق وفورات الحجم.

وتوفر Waymo بعض بيانات المستشعرات العالية الدقة التي تم جمعها بواسطة أسطولها من المركبات المستقلة المتاحة للباحثين مجاناً. وهي ليست الشركة الأولى التي تطلق مجموعة بيانات مفتوحة. وفي مارس 2019، كانت شركة Aptiv للتكنولوجيا العالمية من أوائل كبار مشغلي المركبات المستقلة التي تنشر علناً مجموعة من بيانات المستشعرات. وأتاحت شركتا Uber وCruise، الشعبة المستقلة من General Motors، أدواتها للتصوير المرئي للمركبات المستقلة للجمهور.[19]

وتتماشى هذه القرارات مع استراتيجيات "الابتكار المفتوح"[20] التي تعتمدها الشركات كرد فعل للأفكار المبتكرة المعقدة للغاية.

التعاون بين شركات التكنولوجيا وشركات صناعة السيارات

لا تجعل تكنولوجيا المركبات المستقلة المعارف الأساسية لشركات صناعة السيارات متقادمة. وإنما تعدّ المركبات المستقلة – في الوقت الحالي على الأقل – انقطاعاً تكنولوجياً يحتاج إلى القدرات الرئيسية للصناع من أجل تحقيق أهدافه. وتبيّن البحوث[21] أن الشركات تمكنت تاريخياً من تجاوز الانقطاع بالتعاون مع الجهات الجديدة التي تتحدى معارفها الرئيسية. وفي ظل وجود "أنظمة تربح" قوية، يكون لدى الجهات الجديدة الحافز لإصدار تراخيص لتكنولوجياتها. وتعرِّف المؤلفات[22] أنظمة التربح القوية بأنها العوامل الإطارية – مثل الحماية القانونية (كالبراءات) أو صعوبة نقل المعارف (ضمنية) أو تثبيتها – التي تتيح لشركات التكنولوجيا استرداد استثماراتها.

وتظهر تكنولوجيا المركبات المستقلة خصائص قوية من هذا النوع. إذ تتيح للجهات الجديدة التعاون مع الشركات القائمة من أجل التربح دون الخوف من التقليد.[23] ومن خلال إقامة شراكات مع شركات التكنولوجيا، تكتسب شركات صناعة السيارات فهماً أفضل للتكنولوجيات الرئيسية التي تحول القطاع وتسرع عملية التعلّم التي تمكنها من الحفاظ على قدرتها التنافسية في ظل بيئة سريعة التغير.

وقد يبدو من المنطقي لشركات السيارات أن تتعاون مع شركات التكنولوجيا، ولكن فائدة العكس قد لا تكون واضحة تماماً. فقد يرى البعض أن شركات التكنولوجيا العملاقة لا تحتاج إلى شركات السيارات ويمكنها في نهاية المطاف أن تدخل قطاع السيارات.[24] ويركز هذا الرأي على التكاليف. فنظراً إلى أن عمالقة تكنولوجيا المعلومات مثل Alphabet وAmazon وApple في الولايات المتحدة وBaidu وAlibaba وTencent في الصين لديها موارد مالية هائلة، فيمكنها أن تتحمل بسهولة تكاليف تصميم سيارة وتصنيعها. ولا يوافق البعض الآخر على ذلك.[25] فليس من السهل ولا الهين إتقان التصنيع الشامل المعقد وتنظيم سلاسل قيمة الجودة والتعامل مع المسائل التنظيمية المعقدة. ومن الشواهد على ذلك الخسائر المالية والصعوبات التي تواجهها شركة Tesla للطاقة وصناعة السيارات في الولايات المتحدة من أجل الوفاء بمواعيد تسليم سيارة سيدان الكهربائية النموذجية 3. وتعدّ المنظومة التي تعمل في إطارها شركات صناعة السيارات وتدافع عنها معقل قوتها. وحتى إذا كانت شركات التكنولوجيا تتمتع بالقدرة التكنولوجية على إنتاج السيارات، فستواجه صعوبات في التغلب على النظام الاجتماعي التقني الحالي ما لم تتعاون مع شركات صناعة السيارات الحالية.

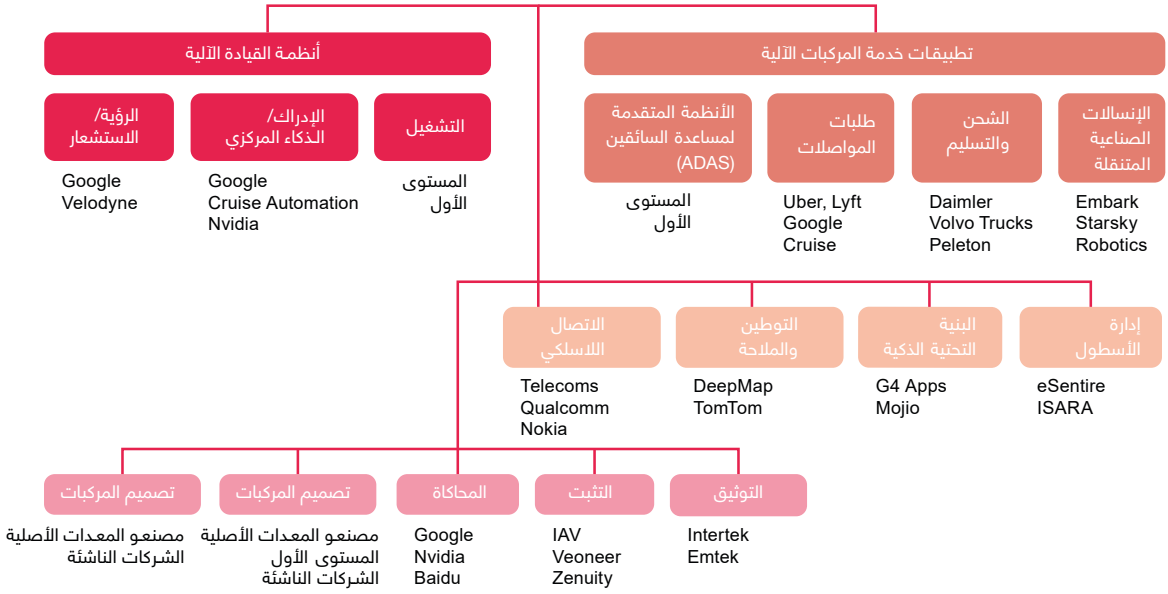
ومن ثم، تتمتع شركات التكنولوجيا أيضاً بحافز للتعاون ومعرفة مواطن القوة التي تكملها شركات صناعة السيارات. ويتيح تقسيم العمل، في هذه المرحلة من الصناعة على الأقل، لكل جانب التركيز على ما يقوم به بشكل أفضل وهو أقصر الطرق وأكثرها أماناً للنجاح في مجال المركبات المستقلة.

وإن أنواع التعاون المبيَّنة ليست حصرية وإنما تتزامن. ويدفع عدم اليقين الشركات إلى المراهنة في الوقت نفسه على مجموعات متعددة من الخيارات الثلاثة – "البناء" و"الاقتراض" و"الشراء".[26]

وبطبيعة الحال، لا تظهر بيانات البراءات أو المنشورات العلمية الكثير من تفاصيل التعاون. ويرجع ذلك في المقام الأول إلى أن أغلب آليات التعاون تكون شراكات وتحالفات رسمية أو مشاريع مشتركة أو استثمارات أو عمليات استحواذ. ومن أصل أكثر من 100 تعاون رسمي محدد،[27] فمن حيث التواتر، تخص النسبة الأكبر الشراكات بين شركات السيارات والتكنولوجيا ثم فيما بين شركات التكنولوجيا وفيما بين شركات السيارات. وأخيراً، تخص حصة ضئيلة التعاون بين شركات التكنولوجيا والهياكل الحكومية الوطنية أو الإقليمية. فعلى سبيل المثال، أقامت شركة Quadrobot في ديترويت وخدمة البريد الصينية شراكة لإنتاج عربات توصيل مستقلة.

رصد مشاركة شركات المركبات المستقلة

الشكل 7.3 أمثلة للشركات التي تعمل في مختلف تكنولوجيات المركبات المستقلة



المصدر: مركز بحوث صناعة السيارات.

5.3 دور الجغرافيا في تكنولوجيا المركبات المستقلة

الانتشار مع مرور الوقت

حتى قبل بضع سنوات، لم يكن لأحد أن يربط أماكن مثل بوسطن وسان فرانسسكو وبيتسبورغ أو سنغافورة أو القدس بصناعة السيارات. فكانت الأسماء المشهورة هي ديترويت وتويوتا سيتي في اليابان وشتوتغارت في ألمانيا. ولكن التقدم في الإنسالات والذكاء الاصطناعي كتكنولوجيات عامة الغرض[28] مع تطبيقات متعددة الأوجه في مختلف المجالات فتح مجالات لجهات جديدة. وبطبيعة الحال، تقيم تلك الجهات في المراكز التكنولوجية الرئيسية، مثل سيليكون فالي في الولايات المتحدة وغيرها في جميع أنحاء العالم. ومع ذلك، أصبحت أماكن مثل سنغافورة أو القدس، التي ليس لها تاريخ في قطاع صناعة السيارات ولكنها تشهد ازدهاراً وحيوية في قطاعَي التكنولوجيا والشركات الناشئة، نشطة للغاية في مجال الذكاء الاصطناعي.

وتوضح دراسة تاريخ النشاط الابتكاري في مجال الذكاء الاصطناعي التطور الجغرافي والانتشار العالمي لذلك النشاط. ويعرض الشكل 8.3 المناطق المدرجة في البراءات [29] والمقالات العلمية المتعلقة بتقنيات الذكاء الاصطناعي قبل عام 2005 وبعده. وتبيَّن، بطبيعة الحال في الفترة السابقة لعام 2005، كانت المناطق التي قادت سوق السيارات تقليدياً تظهر أيضاً نشاطاً عالياً في إيداع البراءات. ولكن حتى في ذلك الوقت، كان هناك نشاط براءات كبير في سيليكون فالي وسنغافورة. وكان التركيز في الفترة السابقة لا يزال على مجالات مثل أنظمة مساعدة السائق المتقدمة (ADAS) وأنظمة الطرق السريعة الآلية (AHS)، والتقنيات التي لا ترتبط مباشرة بنهوج الذكاء الاصطناعي والإنسالات. وكانت هذه البراءات أقرب إلى عمليات السيارات التقليدية وترتبط بشكل رئيسي بالمستوى 1 أو 2 من القيادة الآلية (انظر الشكل 2.3).

وفي السنوات اللاحقة، نلاحظ أن بعض البلدان النامية، التي لم تكن من البلدان التقليدية لصناعة السيارات، بدأت تشارك في هذه التقنيات. وكان أهم تغيير هو ظهور الصين والهند. وكما نوقش سابقاً، يمكن أن تكون الطبيعة المتغيرة للتكنولوجيا أحد تفسيرات هذا التوسع. إذ تتيح المجموعات الجديدة من التكنولوجيات – مثل الذكاء الاصطناعي والإنسالات – دخول البلدان والمناطق إلى قطاع صناعة السيارات دون سابق خبرة.[30] ومع ذلك، لا تزال البلدان الأكثر نشاطاً هي الولايات المتحدة واليابان وألمانيا وجمهورية كوريا والسويد؛ وفي مقدمتها مؤخراً الولايات المتحدة والصين.

وبالنظر إلى المنشورات العلمية، نلاحظ أن المزيد من البلدان النامية في الشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وأفريقيا – وهي غير مسجَّلة في بيانات البراءات - نشطة للغاية في توليد البحوث الأساسية والمقالات العلمية. ولعل إيران مثال لبلد نشط للغاية في مجال النشر العلمي دون أن تكون لديه أي براءات تقريباً في هذا المجال. وتكمِّل بيانات النشر العلمي البراءات في رسم صورة أوضح لمشهد الابتكار في تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي.

6.3 الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي: البلدان والمدن

أمريكا الشمالية

بوسطن، ماساشوستس

إن بوسطن ليست من التكتلات التقليدية لصناعة السيارات. ومع ذلك، فقد ظل معهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT) رائداً عالمياً في تكنولوجيا الإنسالات لمدة عقود وساهم في تكتل الشركات المتخصصة في تكنولوجيا الإنسالات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي. ومن الشركات الكبرى التي استفادت من تجمع بوسطن لتطوير الإنسالات والذكاء الاصطناعي معهد تويوتا للبحوث الذي يقع أحد مكاتبها الثلاثة في كامبريدج (المكتبان الآخران في ميشيغان وكاليفورنيا). ويستضيف المعهد مختبراً لعلوم الحاسوب والذكاء الاصطناعي تابع لمعهد ماساشوستس للتكنولوجيا، حيث يدرس الباحثون جوانب مختلفة من الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي المطبق على أتمتة المركبات.[31]

وأنشأ معهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT) العديد من الشركات الفرعية المتعلقة بالإنسالات، بما في ذلك عدد قليل من الشركات المهتمة تحديداً بصناعة المركبات المستقلة. وقامت شركة Aptiv – وهي مورد عالمي للسيارات من الدرجة الأولى [32] ارتباط تاريخياً بشركتَي ديترويت وجنرال موتورز [33] – بشراء إحدى تلك الشركات الفرعية في عام 2017 وهي شركة nuTonomy. وتشغل شركة Aptiv مركزاً للتكنولوجيا في بوسطن، فضلاً عن مراكز في بيتسبيرغ وكاليفورنيا.[34] وتجري شركة nuTonomy تجارب في بوسطن وسنغافورة حيث حصل مجلس الدولة للتنمية الاقتصادية على حصة في الشركة. [35] وقامت شركة فرعية أخرى – وهي شركة Optimus Ride، بإقامة شراكة مع عدة شركات في سيليكون فالي ومتخصصة في صناعة السيارات لإنتاج مركبات منخفضة السرعة وذاتية القيادة في مناطق جغرافية محددة. [36]

ديترويت، ميشيغان

ديترويت هي المركز التاريخي لصناعة السيارات في أمريكا الشمالية. وتحتفظ جنرال موتورز وفورد بمقر ومراكز بحوث متعددة في منطقة ديترويت الحضرية، وكذلك العديد من شركات صناعة السيارات العالمية (فيات كرايسلر للسيارات (FCA)، وهيونداي/كيا وتويوتا) وعشرات من كبار موردي السيارات. ولكل شركات صناعة السيارات العاملة في سوق أمريكا الشمالية تواجد في منطقة ديترويت.

وإن ميشيغان ليست موقعاً تاريخياً للإنسالات. ومع ذلك، فهي من بين أفضل المناطق في جميع أنحاء العالم للبحث والتطوير وتصميم وتصنيع أنظمة السيارات المتقدمة. وعلى الرغم من أن الشركات القائمة في ديترويت قد فتحت مكاتب إقليمية في بؤر الإنسالات، مثل بيتسبرغ وبوسطن وسيليكون فالي، فقد فتحت شركات ناشئة تركز على الذكاء الاصطناعي مكاتب بالقرب من ديترويت للاستفادة من الخبرات المحلية في مجال الهندسة والتحقق من سلامة أنظمة السيارات. ويؤدي تركيز هذه التكنولوجيا على السيارات أيضاً إلى زيادة الاستثمار في مرافق تطوير البرمجيات في منطقة ديترويت، بما في ذلك استثمارات كبيرة من فورد وجنرال موتورز وتويوتا.

وتخطط Waymo - التي قد تكون من أكثر شركات تطوير المركبات المستقلة تقدماً في القطاع - لتجديد منشأة تاريخية في ديترويت لتزويد المركبات بتكنولوجيا السيارات الخاصة بها.[37] وأقامت Waymo شراكة مع Magna International - مورد سيارات من المستوى الأول مقره في أورورا بكندا وله مرافق متعددة في منطقة ديترويت.[38] وقبل هذه الشراكة، تعاقدت Waymo مع Roush – وهي شركة هندسة كبرى رئيسية في منطقة ديترويت. [39] ووسعت شركة Roush عملها في مجال هندسة المركبات الآلية مع فتح مركز بحوث جديد يركز على إدماج برمجيات وأنظمة الذكاء الاصطناعي.[40]

أونتاريو، كندا

ولد الاهتمام بأنظمة المركبات الآلية اهتماماً إضافياً بمراكز تطوير البرمجيات والذكاء الاصطناعي. وكانت إحدى المجموعات البحثية المستفيدة مقاطعة أونتاريو الكندية، بما في ذلك تورونتو وواترلو وأوتاوا.

وأونتاريو هي مجموعة راسخة في صناعة السيارات، ويرجع ذلك أساساً إلى قربها من ديترويت. وتتمتع أونتاريو بمكانة قوية أيضاً في قطاع البرمجيات الحاسوبية. ولدى جامعة واترلو، على سبيل المثال، برامج متميزة في الرياضيات والحاسوب. ويضم مركز واترلو لبحوث السيارات (WatCAR) عدة مجموعات متميزة تبحث في تكنولوجيا السيارات والتنقل المتقدمة.[41] وفي جامعة تورنتو برامج تركز على أتمتة المركبات والاتصال والأمن السيبراني.[42]

بيتسبرغ، بنسلفانيا

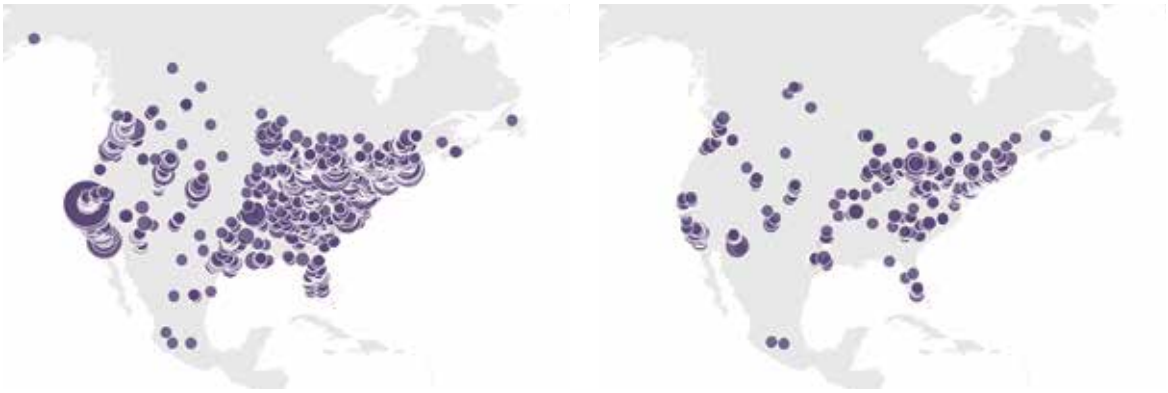
كانت جامعة كارنيجي ميلون (CMU) في مدينة بيتسبرغ مركزاً لتكنولوجيا القيادة المستقلة لعدة عقود. واختبر باحثو الجامعة أول نظام أولي لأتمتة القيادة بدون استخدام اليدين في عام 1986، وهو مشروع Navlab 1،[43] الذي تلاه مشروع Navlab 2 في عام 1990. وكانت أفرقة الجامعة أيضاً من بين الأكثر نجاحاً في تحديات DARPA الكبرى التي ظهرت في العصر الحالي لبحوث الذكاء الاصطناعي.[44] وكان برنامج الإنسالات للجامعة ضحية نجاحه، مع استقطاب الشركات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي العشرات من باحثيها. ومن أبرز الأمثلة في هذا الصدد Uber التي بدأت شراكة استراتيجية مع الجامعة وفتحت مركزاً بحثياً قريباً. ومع ذلك، فقد استقطبت في نهاية المطاف أكثر من 50 باحثاً من الجامعة. [45]

وأفضت الجامعة أيضاً إلى بعض الشركات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي، مثل Argo.AI التي اشترت فورد حصة ملكية فيها وأعلنت أنها ستطلق خدمة سيارات أجرة آلية في عام

أصبحت شرق آسيا نشطة للغاية في تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في السنوات الأخيرة

الشكل 8.3 التوزيع الجغرافي لبراءات الذكاء الاصطناعي (هذه الصفحة) والنشر (الصفحة التالية) في مناطق محددة، قبل عام 2005 (اليمين) وبعده (اليسار)

أمريكا الشمالية



أوروبا والشرق الأوسط

شرق آسيا

المنشورات العلمية البراءات

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).

أمريكا الشمالية

أوروبا والشرق الأوسط

شرق آسيا

2021.[46] وتمتلك شركة nuTonomy القائمة في بوسطن والتي تملكها شركة توريد السيارات من المستوى الأول Aptiv، مرافق في بيتسبرغ وتتوسع بنشاط. وأصبح العديد من خريجي قسم الإنسالات في الجامعة منتشرين في مختلف مناطق التخصص في مجال الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك بعض من أشهر شركات القطاع كما هو مبيَّن فيما سبق. ولا يزال معهد الإنسالات التابع للجامعة المذكورة عاملاً وإن انخفض تركيزه على القيادة الآلية مقارنةً بالعقود السابقة.[47] وقد أصبحت بيتسبرغ من أكثر المدن شهرة في العالم فيما يخص الاختبار على الطرق وتطوير نماذج المركبات المستقلة. [48]

سيليكون فالي، كاليفورنيا

يبدو اليوم أن سيليكون فالي (المنطقة المحيطة بسان فرانسسكو في كاليفورنيا) كانت دائماً مركز قطاع الذكاء الاصطناعي. وفي الواقع، بدأ كل ذلك بغوغل (والآن Waymo) التي اهتمت بالمركبات المستقلة على الطرق بعد تحديات DARPA الكبرى. وبدأت غوغل في توظيف فضل المشاركين في التحدي الكبير في عام 2009، بما في ذلك قائد فريق جامعة CMU كريس أورمسون الذي أصبح كبير مسؤولي التكنولوجيا في المشروع. وكان باحثون آخرون متوفرين على المستوى المحلي. وكان لدى جامعة ستانفورد برنامج بحثي في مجالَي الإنسالات والقيادة الآلية على المستوى نفسه للجامعة CMU ولا مثيل له في باقي العالم.

وأعلنت غوغل مشروع القيادة الذاتية في عام 2010 مع فيديو لرجل أعمى يستقل سيارة ذاتية القيادة إلى مطعم تاكو بيل. ولم يبيِّن الفيديو مستوى الاستعداد اللازم لهذه التجربة ولكن أظهر مستوى من القيادة الآلية فاجأ قطاع صناعة السيارات ودفع الشركات الرائدة والناشئة في القطاع للحاق بركب القيادة الذاتية.

وقام مشروع السيارة المستقلة لغوغل، إضافة إلى المجموعة الموجودة من مهندسي الذكاء الاصطناعي والبرمجيات، بتحفيز نشأة سيليكون فالي بوصفها رائداً عالمياً في مجال تطوير الذكاء الاصطناعي.

وسيكون من الصعب حصر عدد الشركات التي تعمل في مجال القيادة الآلية في سيليكون فالي. ولكن اعتباراً من أوائل عام 2019، تلقى 62 كياناً ترخيصاً من إدارة كاليفورنيا للسيارات لتجربة نموذج نظام قيادة آلية على الطرق العامة في الولاية.[49]

الصين

أتاحت الموجات الثلاث من الاضطراب التكنولوجي التي نوقشت سابقاً (الذكاء الاصطناعي والتنقل كخدمة والسيارات المتصلة) فرصة لشركات السيارات الصينية التي لم تعد متأخرة تكنولوجياً مقارنةً بالشركات المتعددة الجنسيات الأجنبية.[50] ومع ذلك، حتى في الصين، تهيمن شركات التكنولوجيا العملاقة على قطاع السيارات. وتتمتع شركات التكنولوجيا الصينية العملاقة، مثل شركة محرك البحث Baidu وAlibaba للتجارة الإلكترونية وDidi Chuxing وDida وUcar، بمكانة متساوية تقريباً للشركات الأجنبية. وفيما يخص الاتصال، بدأ تشغيل نظام CarLife لشركة Baidu – وهو نظام يتيح للهواتف المحمولة التحكم في جهاز الراديو في السيارة – منذ عام 2015. ويُعرف اسم تكنولوجيا المساعدة الصوتية لشركة Baidu باسم DuerOS. وأطلقت شركة Alibaba أيضاً نظام تحكم مدمج اسمه AliOS ومساعد ذكي اسمه Tmall Genie. وتمتلك شركة تكنولوجيا عملاقة أيضاً اسمها Tencent نظاماً خاصاً اسمه "الذكاء الاصطناعي في السيارة".

وفضلاً عن ذلك، فإن خطة الحكومة لتطوير الجيل الجديد من الذكاء الاصطناعي،[51] التي أُعلنت في عام 2017، تُظهر عزم الصين على أن تصبح رائدة عالمية في مجال الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك تقنيات القيادة الآلية. وتستثمر الصين بكثرة في البنى التحتية وبناء الطرق والشوارع المتوافقة مع المركبات المتصلة والمستقلة. وتعدّ الطرق الموجودة في مدينة بيجين الإلكترونية[52]من بين 44 طريقاً (طوله 123 كم إجمالاً) خُصص لاختبار الذكاء الاصطناعي. وإلى جانب بيجين، أُجريت اختبارات مستفيدة في 15 مدينة أخرى في الصين منها شنغهاي وشنزن وغوانغزو في مقاطعة غوانغدونغ وهانغزو في مقاطعة تشجيانغ ووهان في مقاطعة هوبي وشونغتشينغ. [53]

وتعدّ Baidu وPony.ai وWeRide شركات رائدة في تكنولوجيا القيادة الذاتية في الصين.[54] ومع ذلك، حتى Baidu لا تُعتبر من بين الشركات العشرة الأولى على المستوى العالمي. وفي كاليفورنيا، احتاجت المركبات النموذجية لشركة Baidu تدخلاً بشرياً كل 41 ميلاً مقارنةً بكل 5596 ميلاً لسيارات Waymo.[55] ومع ذلك، استقطبت منصة Apollo للمركبات الآلية التابعة لشركة Baidu أكثر من 100 شريك عالمي. وللمنصة نظام محاكاة قائم على الذكاء الاصطناعي وبيانات لتجربة المركبات وخرائط عالية الدقة.[56] ونظاما CarLife وDuerOS مدمجان في المنصة. وفضلاً عن ذلك، تعهدت Baidu بإطلاق سيارات أجرة ذاتية القيادة في مناطق جغرافية محددة من شانغشا بمقاطعة هونان في عام 2019.[57] وتستقطب Baidu غالبية الاستثمارات والاهتمام في السوق الصينية للقيادة المستقلة. ومع ذلك، قامت حكومة مدينة بيجين، التي بدأت تقتضي الإبلاغ عن اختبار المركبات الآلية في شوارع المدينة، في تلقي تقارير من سبع شركات أخرى بالإضافة إلى Baidu.[58] وللعديد من الشركات الصينية مرافق بحثية أيضاً في سيليكون فالي، منها Baidu.[59] وبدأت شركات صينية، منها Baidu وNIO وTencent وAlibaba وFAW وSAIC وChangAn وBAIC وGreat Wall وGAC وDongfeng وGeely وBYD وLifan، في اختبار مركباتها في الصين. وفتحت Waymo أيضاً فرعاً في شنغهاي على الرغم من أن ملف الإيداع يقول إن الفرع سيركز على الاستشارة في مجال اللوجستيات وسلسلة التوريد والذكاء الاصطناعي وليس المركبات المستقلة.[60]

اليابان

بدأ العمل على المركبات المستقلة في اليابان ببطء بسبب القوانين التقييدية الخاصة المفروضة على القيادة الذاتية. ولكن مع اقتراب أولمبياد عام 2020، شهد قطاع المركبات المستقلة ازدهاراً لإظهار التكنولوجيا المتقدمة للبلد. وأدخلت اليابان تشريعات لتيسير التقييدات المفروضة على السيارات الذاتية القيادة وتعتزم

استخدام المركبات المستقلة الذاتية القيادة لشركة تويوتا خلال أولمبياد عام 2020 لنقل المتنافسين حول قرية الرياضيين. ومما لا شك فيه أن تويوتا أصبحت جزءاً كبيراً من قطاع تكنولوجيا المركبات المستقلة في اليابان ولكن تويوتا وشركات يابانية أخرى تفعل أكثر بكثير من موضوع الأولمبياد.

وداخل اليابان، أقامت تويوتا شراكة مع شركة Softbank اليابانية للاستثمار في التكنولوجيا، التي اشتهرت بصندوق الرؤية البالغة قيمته 100 مليار دولار أمريكي، لشراء حصص في شركات تكنولوجيا سريعة النمو وإنشاء مشروع MONET المشترك الذي سيركز على تطوير تكنولوجيا القيادة الذاتية وحلول التنقل كخدمة في طوكيو. وفضلاً عن ذلك، استقطب المشروع استثمارات من شركتَي صناعة السيارات اليابانية هوندا وهينو. وأقامت Waymo شراكة مع Renault وNissan، وهي تحالف فرنسي-ياباني، لإطلاق خدمات التنقل بالمركبات الذاتية في فرنسا واليابان. وفضلاً عن ذلك، أقامت شركة ZMP اليابانية للمركبات المستقلة وشركة Hinomaru Kotsu اليابانية لسيارات الأجرة من أجل تطوير سيارة أجرة مستقلة يُعتزم إطلاقها بحلول أولمبياد عام 2020. ومع ذلك، لا تهيمن الشركات الخاصة فقط على مجال المركبات المستقلة اليابانية. وتمتلك جامعة طوكيو وجامعة كيو مشاريع تنقل ذكية/متقدمة في تطوير تكنولوجيا المركبات المستقلة.

وشركة Toyota هي الشركة العاملة الرئيسية أيضاً على المستوى الدولي. وقد أجرت استثمارات دولية للتقدم في مجال المركبات المستقلة وأقامت شراكة مع مجموعة متنوعة من الشركات مثل Uber وMay Mobility وHui وGrab وGetaround وNvidia وAT&T. وإضافة إلى ذلك، على الصعيد الدولي، استثمرت Softbank 2.25 مليار دولار أمريكي في شركة Cruise Automation لسيارات الأجرة الآلية التابعة لشركة جنرال موتورز؛ وقدَّمت تمويلاً قدره مليار دولار أمريكي لشركة Uber من أجل قسم المركبات المستقلة. وتعد شركة Sense Time الصينية من الشركات الناشئة الأعلى قيمة في العالم، وقد فتحت منشأة ذاتية القيادة في جوسو خارج طوكيو مباشرةً.

المملكة المتحدة

تعد المملكة المتحدة مركزاً ثابتاً لمواهب السيارات والهندسة. ولقد أولت الحكومة اهتماماً كبيراً للسيارات الذاتية التحكم وعملت على زيادة القدرات الحالية لتبقى جهة مساهمة مهمة في صناعة المركبات المستقلة الناشئة. فعلى سبيل المثال، موَّل مشروع Autodrive في المملكة المتحدة تجارب نماذج مركبات آلية صنعتها شركات مختلفة.[61] وإن تحالف CITE في المملكة المتحدة هو مجموعة صناعية تركز على تكنولوجيا السيارات المتصلة مع الاهتمام بالأتمتة.[62] ونشرت المملكة المتحدة أيضاً وثيقة إرشادية بشأن اختبار تقنيات القيادة الآلية على الطرق العامة.[63]

واستفادت المملكة المتحدة أيضاً من برامج بحثية ممولة من الاتحاد الأوروبي، مثل مشروع GATEway للاتحاد الأوروبي. وقام هذا المشروع، الذي مولته شركة Oxbotica القائمة في المملكة المتحدة – وهي شركة فرعية تابعة لجامعة أكسفورد، بإطلاق مركبة مستقلة منخفضة السرعة على مسار متعدد الاستخدامات.[64]

ودعم مشروع آخر في المملكة المتحدة استحداث سيارة أجرة آلية تسير على طرق مخصصة لهذا الغرض، وتصنعها مجموعة RDM[65] لتوريد السيارات القائمة في المملكة المتحدة. وأدى ذلك المشروع إلى إنشاء شركة Aurrigo المستقلة المتفرعة عن مجموعة RDM التي تمتلك حالياً منشآت في الولايات المتحدة وكندا وأستراليا.[66]

وتعد كامبريدج مركزاً عالمياً للابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي منذ عام 1936 عندما اخترع آلان تورينغ "آلة الحوسبة الشاملة" في جامعة كينغز كوليدج.[67] وتُعد كامبريدج أيضاً مقر لشركة ARM الرائدة العالمية في المعالجات العالية الأداء والتي بدأت تهتم بالقيادة الآلية.[68]

وتشارك جامعات أخرى في المملكة المتحدة بشدة في إنشاء مجموعة متخصصة في المركبات المستقلة. وتساهم جامعات وارويك وبرمنغهام وغيرها في مجموعة المواهب التي تدعم التجمعات المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي. وتفتخر جامعة أوكسفورد ببرنامج إنسالات قوي أدى إلى إنشاء Oxbotica كما ذُكر سابقاً.

فرنسا

تؤدي صناعة السيارات في فرنسا دورها لتبقى منخرطة في تطوير الجيل التالي من السيارات الآلية. وتعهدت شركة Renault بزيادة خاصية "عدم استخدام العينين/اليدين" في إنتاج المركبات بحلول عام 2021.[69] وتنفذ مجموعة PSA (والتي تشمل علاماتها التجارية Peugeot وCitroen وDS) برنامج "المكبات المستقلة للجميع".[70] وتجرِّب تكنولوجيا المركبات المستقلة على الطرق في أوروبا والصين.[71] ويوظف المورد العالمي للسيارات من المستوى الأول Valeo استثمارات كبيرة في القيادة الآلية.[72] وتبني شركة Valeo مركزاً بحثياً للذكاء الاصطناعي في باريس وأقامت شراكات بحثية متعددة. وقد عُززت تلك الجهود بجهود وطنية لجعل فرنسا بلداً رائداً في مجال الذكاء الاصطناعي.[73]

وشهدت أوروبا العشرات من تجارب المركبات المستقلة والمنخفضة السرعة التي أطلقتها شركات مختلفة. وفرنسا هي مركز للبحث والتطوير في مجال المركبات المستقلة. وأُسست إحدى أكبر وأشهر الشركات في فرنسا - وهي شركة Navya - في عام 2014. وقد أطلقت مركبات تجريبية في جميع أنحاء العالم ولديها منشأة في ميشيغان. وأنتج أكثر من 100 مركبة.[74] وتتولى Keolis – وهي مشغل خاص لأنظمة النقل العام في فرنسا – تشغيل العديد من تلك التجارب.[75]

وتعدّ EasyMile من أكبر شركات المركبات المستقلة في العالم. وقد أُسست في تولوز في عام 2014 بعد مشروع CityMobile2 الممول من الاتحاد الأوروبي. وتم إنتاج أكثر من 100 مركبة لشركة EasyMile استُخدمت في عمليات الإطلاق التجريبية في جميع أنحاء العالم.[76] وتدير TransDev، وهي مشغل خاص أيضاً لأنظمة النقل العام في فرنسا، العديد من تلك التجارب.[77] وأقامت شراكة مع شركة Torc Robotics الأمريكية لتجربة مركبات مستقلة في فرنسا.[78]

وتبذل العديد من الشركات الفرنسية جهوداً للتوسع في سوق أمريكا الشمالية.[79] وعلى الرغم من أن العديد من الشركات التي تركز على الذكاء الاصطناعي الفرنسية لا تزال صغيرة، فإن العديد منها يتعاون بنشاط مع شركات ومؤسسات أخرى، مما يدل على طموحاتها العالمية.

ألمانيا

تحتل ألمانيا المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة كنموذج للابتكار وتطوير تقنيات المركبات المستقلة. وقام برنامج PROMETHEUS للبحوث الذي يرعاه الاتحاد الأوروبي في الثمانينيات بموازاة الأبحاث التي ترعاها DARPA والمؤسسات الألمانية القائمة، مثل Universität der Bundeswehr München (UBM)، كمصادر للخبرة في مجالَي الذكاء الاصطناعي والمركبات المستقلة.[80] وإن أول نظام للقيادة الآلية من المستوى الثاني المتاح للمستهلكين، والذي يوفر خصائص دعم التوجيه والكبح والتسريع للقائد، قد أطلقته شركة Mercedes Benz وتبع برنامج PROMETHEUS.[81]

وأقامت شركة صناعة السيارات الألمانية، بما في ذلك دايملر وبي إم دبليو وفولكسفاغن، العديد من الشراكات داخل ألمانيا وخارجها في إطار الجهود المبذولة لدخول عصر جديد من التنقل المشترك المستقل. وتشمل تلك الأنشطة شراكات بحثية صغيرة ومخصصات استثمارية فضلاً عن ائتلافات كبيرة.[82] وكانت شركات صناعة السيارات الألمانية من بين الأكثر نشاطاً في إعلان أهداف إتاحة القيادة الآلية للجمهور. وأعلنت شركة Audi التابعة لفولكسفاغن أن سيارة Audi A8 لعام 2018 ستتضمن خاصية نظام القيادة الآلية من المستوى الثالث المتاح لأول مرة للمستهلكين في العالم باسم "الملاحة أثناء ازدحام المرور"[83] التي تتيح قدرات عالية في القيادة الآلية. ثم أعلنت الشركة وجود عوائق تنظيمية أخرت إطلاق تلك الخاصية.[84] وأعلنت مرسيدس أن سيارتها الرائدة من نوع سيدان فئة S ستتضمن أتمتة من المستوى الثالث في عام 2020[85] وتعتزم بي إم دابليو إطلاق القيادة الذاتية المتاحة للمستهلكين في عام 2021.[86]

والموردون الألمانيون من المستوى الأول نشطون للغاية في هذا المجال. فقد قامت شركة Continental للإطارات بتصنيع مكونات أتمتة المركبات وبناء مركبات مستقلة.[87] وتسعى الشركة إلى توفير منصة لنظام القيادة الآلية بوصفها موردة لشركات صناعة السيارات.[88] وما انفكت شركة ZF الألمانية تقيم شراكات وتعمل منذ سنوات لتدخل سلسلة التوريد العالمية الخاصة بالمركبات المستقلة وتطور نماذج مركبات.[89] وتُعد شركة Bosch من الشركات الرئيسية من المستوى الأول أيضاً التي لديها طموحات في توفير تكنولوجيا المركبات المستقلة وتتعاون مع Daimler وغيرها لإطلاق التكنولوجيا في مركبات المستهلكين في المستقبل.[90] وقد دعم نضج هذه المجموعة المتخصصة عشرات الشركات الناشئة في مجال القيادة الذاتية والتنقل.[91]

إسرائيل

إن تجمع شركات التكنولوجيا كبير في هذا البلد الصغير. وفي منتصف عام 2018، كانت 1000 شركة ناشئة إسرائيلية تقريباً تستخدم أو تطور تقنيات قائمة على الذكاء الاصطناعي مع ظهور أكثر من عشر شركات جديدة كل شهر.[92]

وأقامت شركات عالمية متخصصة في الذكاء الاصطناعي والبرمجيات منشآت في إسرائيل للاستفادة من هذه المنظومة وتلتها شركات قطاع صناعة السيارات. فعلى سبيل المثال، كانت شركة جنرال موتورز معروفة بعدم تواجدها في سيليكون فالي (قبل الاستحواذ على شركة Cruise Automation) ولكنها أنشأت مركزاً بحثياً لتكنولوجيا المركبات الآلية في إسرائيل في عام 2008 ووسعتها في عام 2016.[93] وقامت عدة شركات أخرى لصناعة السيارات بتوسيع أو فتح مراكز بحثية في إسرائيل منذ عام 2016.[94]

ولعل أشهر شركة إسرائيلية تساهم في المنظومة العالمية للمركبات المستقلة هي Mobileye – وهي مورد لأنظمة الرؤية إلى عدة شركات لصناعة السيارات. وباشرت الشركة أعمالها في عام 1999. وفتحت اكتتابها العام الأولي في عام 2014 واستحوذت عليها شركة Intel في عام 2017 بمبلغ 15 مليار دولار أمريكي. وتدعي الشركة، بوصفها مورداً مشهوراً، أن تكنولوجياتها أُدمجت في أكثر من 27 مليون مركبة من 25 علامة تجارية مختلفة.[95] وباتت الشركة مدخل Intel إلى سلسلة توريد صناعة السيارات وتسعى جاهدة إلى تطوير القيادة المستقلة الكاملة. وأعلنت Intel إقامة شراكة مع Champion Motors في إسرائيل وفولكسفاغن لإطلاق سيارات أجرة ذاتية القيادة في إسرائيل ومن المزمع تسويقها في عام 2022.[96] وإلى جانب دور التوريد، أصبح نشاط Intel وMobileye في إقامة الشراكات الاستراتيجية في مجال البحث والتطوير متوسعاً وعالمياً بشكل متزايد.[97]

7.3 هل تغير تكنولوجيا المركبات المستقلة جغرافيا الابتكار في صناعة السيارات؟

للابتكار بُعد جغرافي.[98] وأظهرت الأبحاث أن الصناعات تميل إلى التقارب الجغرافي (انظر الفصلين 1 و2). ولدى كل نوع من الجهات الفاعلة في قطاع السيارات – وهما الجهات التقليدية والجهات الجديدة – مجموعات جغرافية متخصصة. وتنتمي الجهات الجديدة إلى المجموعة التكنولوجية المتخصصة في العالم (مثل سيليكون فالي) في حين أن شركات صناعة السيارات التقليدية لديها تجمعات صناعة متخصصة (مثل ديترويت). والسؤال الرئيسي هو ما إذا كانت نشأة المركبات المستقلة هي التي دفعت شركات صناعة السيارات وشركات التكنولوجيا نحو التقارب الجغرافي. وما التوجه في هذه الحالة؟ هل تظهر شركات صناعة السيارات في التجمعات التكنولوجية المتخصصة أم العكس.

وقد يكون من السابق لأوانه إعطاء إجابة نهائية عن الأسئلة المذكورة أعلاه، ولكن يمكن للأدلة المستمدة من بيانات البراءات أن تعطي بعض الإجابات الأولية. وينظر هذا القسم في الشركات العالمية الرائدة في مجال صناعة السيارات، مختارة من ثلاث

مناطق جغرافية هي الولايات المتحدة (فورد، وجنرال موتورز) وألمانيا (دايملر، وبي إم دابليو، وأودي، وفولكسفاغن، وبوش) واليابان (تويوتا، وهوندا، ونيسان). ونُظر في محافظ البراءات الإجمالية لتلك الشركات، مع تحديد مجموعة فرعية من البراءات المرتبطة بتكنولوجيا المركبات المستقلة. واستناداً إلى هذه البيانات، تُحسب حصة كل شركة من إجمالي البراءات فيما يخص مختلف التجمعات المتخصصة إضافة إلى البراءات المتعلقة بالمركبات المستقلة. فعلى سبيل المثال، تمتلك دايملر في شتوتغارت 72.6 في المئة من إجمالي البراءات و76.9 في المئة من براءات المركبات المستقلة.

ولا يزال الجزء الرئيسي من براءات المركبات المستقلة لشركات صناعة السيارات يولَّد في التجمعات المتخصصة الرئيسية نفسها لأغلب البراءات. ومع ذلك، توجد تفاوتات كبيرة. فترجع أكثر من 82 في المئة من إجمالي البراءات والبراءات المتعلقة بالمركبات المستقلة والخاصة بالشركات اليابانية لصناعة السيارات إلى التجمعات المتخصصة اليابانية الرئيسية، وهي نسبة أعلى بكثير من الشركتين الأمريكيتين كما هو موضح في الجدول 1.3 أدناه.

وتكشف نظرة سريعة إلى القائمة التالية من تجمعات الخط الثاني بعض الاختلافات المثيرة للاهتمام. وتتمتع مجموعة من التجمعات مثل سان خوسيه وبرلين ولوس أنجلوس وأوساكا بتخصص كبير في مجال المركبات المستقلة (بمعنى أن حصتها من البراءات المتعلقة بالمركبات المستقلة من محفظة البراءات الإجمالية الخاصة بها كبيرة). وفيما يخص فولكسفاغن مثلاً، تمتلك سان خوسيه وبرلين 16.1 في المئة و9.7 في المئة من براءات المركبات المستقلة ولكن 1 في المئة و4.8 في المئة على التوالي من البراءات العامة.[99]

ولاختبار ما إذا كانت شركات التكنولوجيا اقتربت مادياً من شركات صناعة السيارات، كُررت هذه العملية.[100] وكانت الشركات المختارة هي Google وWaymo وDelphi وMobileye وDeepMap وMagna Electronics وQualcomm وUber وApple. ولم يلاحظ أي اتجاه منتظم نحو تجمعات السيارات. وعلى غرار شركات صناعة السيارات، فإن الجزء الأكبر من إجمالي البراءات والبراءات المتعلقة بالمركبات المستقلة يكون في التجمع الرائد نفسه.

وإن جغرافيا براءات المركبات المستقلة لشركة Uber مثيرة للاهتمام. وترجع 39.6 في المئة من براءات سيليكون فالي إلى سان فرانسسكو غير أنها ليست من التجمعات الرائدة فيما يخص المركبات المستقلة. وترجع 48.5 في المئة تقريباً من براءات Uber الخاصة بالمركبات المستقلة إلى بيتسبرغ حيث كانت توظِّف باحثين من جامعة كارنيجي ميلون وتتعاون معهم. وما انفكت الشركة تختبر مركبات مستقلة في بيتسبرغ منذ أواخر عام 2018.

وتشير هذه النتائج إلى أنه على الرغم من تغير الجغرافيا تغيراً طفيفاً، فإن الجزء الأكبر من ابتكار شركات السيارات والتكنولوجيا يحدث في البلدان الأم. ومع ذلك، ينبغي التعامل مع الأدلة المتاحة بحذر على الرغم من أنها مثيرة للاهتمام. وإن أعداد براءات المركبات المستقلة محدودة للغاية وقد يشوه وزن هذه المجموعة المحدودة من البراءات الصورة العامة. وفضلاً عن ذلك، تُنشر بيانات البراءات بعد 18 شهراً من إيداعها لأول مرة. وقد يكون الابتكار الفعلي قد حدث قبل أشهر أو حتى سنوات من إيداع البراءة. وأخيراً، قد تؤثر مشكلات لبس أسماء المودعين في نتائج بعض الشركات.

8.3 الآثار الإيجابية والسلبية المحتملة للمركبات المستقلة

على الرغم من الآمال الواسعة المعقودة على المركبات المستقلة تماماً، فإن تلك المركبات لن تظهر قبل عقود أو على الأقل سنوات.[101] وتفضي أوجه التقدم التكنولوجي المتعددة والمتشابكة إلى قواعد جديدة لقطاع لم يغيِّر نموذجه التجاري لمدة قرن تقريباً. وتجمع الجهات الفاعلة الرئيسية في قطاعَي التكنولوجيا والسيارات التقليدية - على الرغم من الحوافز المختلفة - الموارد لتحقيق هدف السيارات الذاتية القيادة. ومع ذلك، فإن العقبات ليست مجرد تقنية. وتشهد كل صدمة تكنولوجية في المراحل المبكرة مستوى من القصور الذاتي الاجتماعي التقني لأن التكنولوجيات الجديدة تقتضي تغييرات تنظيمية تؤثر أيضاً في تفاعل الناس والتكنولوجيا. وفي كثير من الأحيان، لا يُرحَّب بذلك التغيير بسهولة.

وإن المنظومة الحالية لصناعة السيارات – أي قوتها السوقية وموقعها الاجتماعي والسياسي مثلاً - قائمة منذ عقود ومتينة للغاية. ومن غير المرجح أن تتغير هذه المنظومة بسهولة ما لم تتغير الجهات الفاعلة الرئيسية في الصناعة (أي خروج شركات صناعة السيارات الحالية من السوق أو استيلاء شركات التكنولوجيا على السوق بأكمله)، ويحدث تحول جذري في السياسات والجوانب التنظيمية وطلبات الزبائن والتفضيلات. وفي الوقت نفسه، لا يزال الرأي العام منقسماً بشأن المركبات المستقلة.

ويرى المدافعون عن تكنولوجيا المركبات المستقلة أنها تحل عدة مشكلات حضرية خطيرة. فيمكنها مثلاً أن تقلل من ازدحام المرور وتلوث الهواء وتحسين السلامة على الطرق. ويمكن لزيادة دقة حركة المركبات والقضاء على الخطأ البشري أن يحدان من الوفيات بسبب حوادث المرور. ويمكن للمركبات "الذكية" المتصلة أن تسير بأمان على مسافات متقاربة جداً وهي تقنية تُعرف باسم "الفصيلة". وينبغي أن يزيد ذلك، إلى جانب أنظمة أتمتة الطرق السريعة، من قدرة استيعاب الطرق ومكاسب أخرى في الكفاءة مثل تقليل استهلاك الوقود وتحسين الكفاءة في استخدام الطاقة، مما سيؤثر إيجابياً في البيئة.

فستتوقف مضيعة الساعات "وراء عجلة القيادة" وسيستفيد القائدون من ذلك الوقت للاسترخاء أو العمل أو حتى النوم. وسيتمتع الأطفال وكبار السن والمعوقون بالمزيد من الاستقلالية وحرية التنقل. ويمكن الاستفادة من الأراضي المخصصة حالياً لمواقف السيارات لأغراض أخرى.

ومع ذلك، لا ينظر الجميع نظرة إيجابية إلى السيارات الذاتية القيادة. وفي عام 2018، أدت وفاة أحد المشاة في ولاية أريزونا في حادث يتعلق بسيارة تجريبية ذاتية القيادة إلى تراجع كبير. وأوقفت بعض الشركات التجارب على الطرق مؤقتاً. وبغض النظر عن حالة التقدم التكنولوجي، قد لا يكون الجمهور مستعداً لانتشار المركبات التقليدية. ويشكك البعض فيما إذا كانت

على الرغم من تغير الجغرافيا تغيراً طفيفاً، فإن الجزء الأكبر من ابتكار شركات السيارات والتكنولوجيا يحدث في البلدان الأم.

الجدول 1.3 مقارنة الحصة الإجمالية من البراءات وبراءات المركبات المستقلة لمجموعة مختارة من شركات صناعة السيارات في تجمعات مختلفة

اسم التجمع	الحصة الإجمالية (%)	حصة المركبات المستقلة (%)
Audi		
إنغولشتاد	60.1	60
ميونيخ	10.7	18.8
فرانكفورت	3.9	6.2
سان خوسيه-سان فرانسسكو	0.4	6.2
BMW		
ميونيخ	72.5	84.1
نورنبيرغ	1.3	6.1
ورزبرغ	0.4	3.7
سان خوسيه-سان فرانسسكو	0.4	3.7
Bosch		
شتوتغارت	69.1	77.6
ميونيخ	2.6	5.0
سان خوسيه-سان فرانسسكو	1.0	4.6
براونشفايغ	0.5	4.1
Daimler		
شتوتغارت	72.6	76.9
أولم	5.8	7.4
فرانكفورت	5.1	4.1
آخن	0.7	4.1
Ford		
ديترويت-آن أربور	65.0	71.5
كولونيا-داسلدورف	8.8	6.6
سان خوسيه-سان فرانسسكو	1.4	3.6
آخن	4.8	2.9

اسم التجمع	الحصة الإجمالية (%)	حصة المركبات المستقلة (%)
GM		
ديترويت-آن أربور	45.3	54.7
واترفورد	5.1	11.3
لوس أنجلوس	4.5	8.5
فرانكفورت	16.6	7.5
Honda		
طوكيو	90.8	82.3
لوس أنجلوس	0.2	3.7
أوساكا	2.6	2.4
ناغويا	3.1	1.8
Nissan		
طوكيو	97.0	87.7
أوساكا	1.5	8.6
سان خوسيه-سان فرانسسكو	0.0	3.1
ناغويا	1.2	2.5
Toyota		
ناغويا	95.4	93.7
طوكيو	5.4	5.2
أوساكا	2.3	3.0
شيزوكا	0.2	1.1
Volkswagen		
ولفزبرغ	47.9	46.8
براونشفايغ	37.1	40.3
سان خوسيه-سان فرانسسكو	1.0	16.1
برلين	4.8	9.7

ملحوظة: قد يتجاوز مجموع النسب المئوية 100 في المئة لأن براءة واحدة قد تُنسب إلى أكثر من تجمع متخصص فتُحسب مرتين أو أكثر.

المركبات المستقلة ستساعد في حل المشكلات الحضرية مثل حالات الازدحام المرورية والتلوث. ويمكن للتكنولوجيا الجديدة أن تزيد ببساطة عدد المركبات على الطرق ومن ثم الازدحام. ومع تحول السيارات إلى القيادة الذاتية، قد يكون الركاب مستعدين "للقيادة لمسافة أبعد" إلى العمل عوضاً عن ركوب قطار، مما يكون أقل تلويثاً.

وتُعدّ الخصوصية والأمن السيبرني من الشواغل الرئيسية أيضاً. ويمكن استخدام البيانات الخاصة بالسائقين التي يتم جمعها من خلال المركبات المستقلة وغيرها من تطبيقات "نظام النقل الذكي" لأغراض لا تتعلق بالقيادة. وتعدّ قدرة القراصنة على اختراق النظام وتغيير المعلومات أو تبديل هوية المركبات من المخاوف الأمنية الخطيرة. وتواجه النظم القانونية والتنظيمية مشكلة في مواكبة وتيرة التغيير السريعة في صناعة السيارات. ولا تزال الجهة المسؤولة قانوناً في حالة وقوع الحوادث غير واضحة – ما إذا كانت الشركة التي تشغل النظام البرمجي أم العتاد أم منصة التنقل.

وفضلاً عن ذلك، تختلف مستويات استعداد البنى التحتية للمركبات المستقلة باختلاف البلدان والمناطق. ويمكن لتفاوت درجات الاستعداد أن يفاقم عدم المساواة بين المناطق الثرية والمناطق الفقيرة في البلدان وفيما بين المناطق. وستنعكس كل تلك التغييرات في قطاعات أخرى – من التأمين إلى الإصلاح والنقل بالشاحنات إلى قيادة سيارات الأجرة. ولتكنولوجيا المركبات المستقلة آثار تتجاوز حدود قطاع واحد.

وحتى يعالج عالم السيارات والتكنولوجيا كل المشكلات التقنية والأخلاقية والأمنية والقانونية، سيظل مستقبل المركبات المستقلة حلماً بعيد المنال.

ملاحظات

1 يستند هذا القسم إلى Dziczek وآخرون (2019).
2 في هذا الفصل، تشير مصطلحات المركبات أو السيارات المستقلة أو الذاتية القيادة أو العاملة بدون قائد وما شابهها إلى الظاهرة نفسها.
3 انظر الاتجاهات التكنولوجية للويبو 2019 - الذكاء الاصطناعي
4 انظر Tripsas (1997) بشأن استراتيجية تنمية المعارف الداخلية، وZucker وDarby بشأن توظيف رأس المال البشري، وRothaermel (2001) بشأن التحالفات الاستراتيجية، وHiggins وRodriguez (2006) بشأن استقطاب جهات جديدة، وRothaermel وHess (2007) بشأن الجمع بين تلك الاستراتيجيات.
5 انظر Klepper (1997)، و Audrestsch وFeldman (1996)، وAbernathy وUtterback (1978)، وJovanovic وMacDonald (1994).
6 انظر Abernathy وClark (1985)، وKlepper (1997).
7 انظر Klepper (1997).
8 انظر IEA (2019).
9 انظر Prahalad وHamel (1997).
10 انظر Zehtabchi (2019) للمزيد من التفاصيل عن استراتيجية البحث عن البراءات والمنشورات العلمية المتعلقة بالمركبات المستقلة.
11 انظر Intel (تاريخ غير محدد).
12 تشمل التكنولوجيات ما يلي: الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وأشباه الموصلات والمواد السمعية البصرية. وتشمل المركبات ما يلي: الأدوات والمواد والآلات والمحركات والنقل والهندسة المدنية. وتشمل الفئة الأخرى ما يلي: المواد الصيدلانية البيولوجية والمواد الكيميائية والبيئة والسلع الاستهلاكية.
13 انظر Zehtabchi (2019).
14 انظر Hummel (2019).
15 انظر Reuters (2019).
16 كل الأدوات والتقنيات المستخدمة في بناء منتج واحد وتشغيله.
17 انظر VIA Technologies (2018).
18 انظر Randall (2019).
19 انظر Hawkins (2019).
20 انظر Chesbrough (2003).
21 انظر Arora وGambardella (1990).
22 انظر Teece (1986).
23 انظر Gans وStern (2003).
24 انظر Perkins وMurmann (2018).
25 انظر MacDuffie (2018) وLu وJiang (2018) وTeece.
26 انظر Capron وMitchell (2012).
27 جُمعت غالبية البيانات من أحدث إعلانات وسائل الإعلام والشركات. ومع ذلك، قد تكون هذه المعلومات مضللة في بعض الأحيان بسبب دوافع أخرى لتلك الإعلانات مثل إشارات السوق وزيادة الاهتمام برأس المال الاستثماري.
28 انظر Bresnahan وTratjenberg (1995).
29 بيانات البراءات والمنشورات العلمية المستخدمة في هذا القسم مجموعة فرعية من تلك الموضحة في الفصل 2. ولمزيد من المعلومات عن تفاصيل استراتيجية البحث وجمع البيانات، يُرجى الاطلاع على أوراق العمل المعنية.
30 انظر Lee وLim (2001).
31 انظر Toyota Research Institute – CSAI (تاريخ غير محدد).
32 انظر Stone (2018).
33 انظر Abuelsamid (2017).
34 انظر nuTonomy (2017).
35 انظر Singapore Economic Development Board (2016).
36 انظر Engel (2017).
37 نظر Bigelow (2019a).
38 انظر Bigelow (2019b).
39 انظر Nicas (2017).
40 انظر Snavely (2017).
41 انظر University of Waterloo (تاريخ غير محدد) وMcKenzie وMcPhee (2017).
42 انظر University of Toronto (2019).
43 انظر Carnegie Mellon (1986).
44 انظر U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (تاريخ غير محدد).
45 انظر Lowensohn (2015).
46 انظر Vasilash (2018).
47 انظر Carnegie Mellon University (تاريخ غير محدد).
48 انظر Wiggers (2019).
49 انظر California Department of Motor Vehicles (تاريخ غير محدد).
50 انظر Teece (2019).
51 انظر الترجمة الكاملة: FLIA (2017).
52 انظر Economist (2019).
53 انظر Feifei (2019).
54 انظر Silver (2018).
55 انظر Teece (2019) وJing (2018).
56 apollo.auto.
57 انظر Xinhua (2019).
58 انظر Liao (2019).
59 research.baidu.com.
60 انظر Korosec (2018).
61 www.ukautodrive.com/the-uk-autodrive-project.
62 انظر Fleet News (2018).
63 انظر U.K. Department for Transport (2015).
64 انظر Brugeman وDennis (2019).
65 يُطلق عليها أيضاً اسم "وسيلة النقل الشخصية السريعة" (PRT) وهي وسيلة نقل عام تضم مجموعة من المركبات الصغيرة المؤتمتة في إطار شبكة من الطرق المخصصة.
66 انظر Brugeman وDennis (2019).
67 انظر Taylor (تاريخ غير محدد).
68 انظر ARM (تاريخ غير محدد).
69 انظر Poulanges (2017).
70 انظر PSA Groupe (تاريخ غير محدد).
71 انظر PSA Groupe (تاريخ غير محدد).
72 انظر Valeo (2015).
73 انظر Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (2019).
74 انظر Brugeman وDennis (2019).
75 www.keolis.com/en.
76 انظر Brugeman وDennis (2019).
77 www.transdev.com/en.
78 انظر McQuilkin (2019).
79 انظر UBI Mobility-Connected Cars France (2018).
80 انظر Dickmanns (2002).
81 انظر Gregor وآخرون (2002) وDaimler (2016) وOagana (2016).
82 انظر Taylor وWissenbach (2019).
83 انظر Audi (2017).
84 انظر Ulrich (2019).
85 انظر Hetzner (2018).
86 انظر DeMattia (2018).
87 انظر Continental AG (تاريخ غير محدد).
88 انظر Continental AG (2018).
89 انظر Behrmann وRauwald (2018).
90 انظر Daimler (تاريخ غير محدد).

91 انظر Initiative for Applied Artificial Intelligence (تاريخ غير محدد).
92 انظر SInger (2018).
93 انظر South Africa Israel Chamber of Commerce (2016).
94 انظر Leichman (2017).
95 انظر Scheer (2018).
96 انظر Intel (2018).
97 انظر Reichert (2019).
98 انظر Saxenian (1996) و(2007).
99 انظر Zehtabchi (2019).
100 انظر Zehtabchi (2019).
101 انظر Ghemawat (1991).

المراجع

Abernathy, W.J. and K.B. Clark (1985). Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), 3–22.

Abernathy, W.J. and J.M. Utterback (1978). Patterns of industrial innovation. *Technology Review*, 80(7), 40–47.

Abuelsamid, S. (2017). Delphi acquires nuTonomy for $450M, advancing push for automated Driving. *Forbes*, October 24. www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/10/24/delphi-acquires-automated-driving-startup-nutonomy-for-450m

ARM. (n.d.). Automotive Autonomous Drive. www.arm.com/solutions/automotive/autonomous-car

Arora, A. and A. Gambardella (1990). Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology. *The Journal of Industrial Economics*, 38(4), 361–379.

Audi. (2017). *Audi piloted driving*. media.audiusa.com/models/piloteddriving

Audretsch, D.B. and M.P. Feldman (1996). Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of Industrial Organization*, 11(2), 253–273.

Behrmann, E. and C. Rauwald (2018). ZF plans $14 billion autonomous vehicle push, concept van. *Automotive News*, September 19.

Bigelow, P. (2019a). Waymo firms up plans for autonomous car assembly plant in Detroit. *Automotive News*, April 23.

Bigelow, P. (2019b). Waymo to build self-driving cars in Detroit, invest $13.6 million in factory. *Crain's Detroit Business*, April 23.

Bresnahan, T.F. and M. Trajtenberg (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83–108.

California Department of Motor Vehicles. (n.d.). Testing of autonomous vehicles with a driver. www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/testing

Capron, L. and W. Mitchell (2012). *Build, Borrow, or Buy: Solving the Growth Dilemma*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.

Carnegie Mellon. (1986). NavLab 1. Robotics Institute History of Self-Driving Cars. YouTube video, www.youtube.com/watch?v=ntIczNQKfjQ

Carnegie Mellon University. (n.d.). No Hands Across America. www.cs.cmu.edu/~tjochem/nhaa/nhaa_home_page.html

Chesbrough, H.W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.

Continental AG (2018). Continental expands automated driving tests on the autobahn. Press Release, April 26. www.continental.com/en/press/press-releases/cruisingchauffeur-128928

Continental AG. (n.d.). Driverless mobility. www.continental-automotive.com/en-gl/Landing-Pages/CAD/Automated-Driving/Hidden-Pages/Driverless-Mobility

Cozzolino, A. and F.T. Rothaermel (2018). Discontinuities, competition, and cooperation: Cooperative dynamics between incumbents and entrants. *Strategic Management Journal*, 39(12), 3053–3085.

Daimler. (2016). The PROMETHEUS project launched in 1986: Pioneering autonomous driving. Press release, September 20.

Daimler. (n.d.). Reinventing safety: a joint approach to automated driving systems. www.daimler.com/innovation/case/autonomous/reinventing-safety-2.html

DeMattia, N. (2018). Klaus Fröhlich talks about BMW iNEXT. *BMW Blog*, September 24. www.bmwblog.com/2018/09/24/klaus-frohlich-to-talks-about-bmw-inext

Dennis, E.P. and V.S. Brugeman (2019). *Automated and Connected Vehicle Deployment Efforts: A Primer for Transportation Planners*. Ann Arbor, MI: Center for Automotive Research; Lansing, MI: Michigan Department of Transportation.

Dickmanns, E. (2002). The development of machine vision for road vehicles in the last decade. In *Proceedings Intelligent Vehicle Symposium 2002*, Versailles, June 17–21. Piscataway, NJ: IEEE, 268–281.

Dziczek, K, E.P. Dennis, Q. Hong, Y. Chen, V. Sathe-Brugeman and E. Marples (2019). Automated Driving Technology Report. Unpublished background report for the World Intellectual Property Organization.

Economist (2019). Chinese firms are taking a different route to driverless cars. *The Economist*, October 12. www.economist.com/business/2019/10/12/chinese-firms-are-taking-a-different-route-to-driverless-cars

Engel, J. (2017). Optimus Ride drives off with $18M for autonomous vehicle tech. *xconomy*, November 2. xconomy.com/boston/2017/11/02/optimus-ride-drives-offwith-18m-for-autonomous-vehicle-tech

Feifei, F. (2019). Autonomous vehicles gaining more ground. *China Daily*, January 15. www.chinadaily.com.cn/a/201901/15/WS5c3d2bb0a3106c65c34e46e2.html

Fleet News (2018). UK CITE enters second phase of Coventry autonomy testing with Jaguar Land Rover. *Fleet News*, July 2. www.fleetnews.co.uk/news/environment/2018/07/02/uk-cite-enters-second-phase-of-coventry-autonomy-testing-with-jaguar-land-rover

Foundation for Law and International Affairs (FLIA) (2017). China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan. flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan

Gans, J.S. and S. Stern (2003). The product market and the market for "ideas": commercialization strategies for technology entrepreneurs. *Research Policy*, 32(2), 333–350.

Ghemawat, P. (1991). Market incumbency and technological inertia. *Marketing Science*, 10(2), 161–171.

Gregor, R., M. Lutzeler, M. Pellkofer, K-H. Siedersberger and E. Dickmanns (2002). MS-Vision: a perceptual system for autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 3(1), 48–59.

Hawkins, A.J. (2019). Waymo is making some of its self-driving car data available for free to researchers. *The Verge*, August 21. www.theverge.com/2019/8/21/20822755/waymo-self-driving-car-data-set-free-research

Hetzner, C. (2018). Mercedes plans advanced self-driving tech for next S class. *Automotive News*, October 11.

Higgins, M.J. and D. Rodriguez (2006). The outsourcing of R&D through acquisitions in the pharmaceutical industry. *Journal of Financial Economics*, 80(2), 351–383.

Hummel, T. (2019). BMW, Daimler seal self-driving tech partnership. *.Automotive News Europe*, July 4 europe.autonews.com/automakers/bmw-daimler-seal-self-driving-tech-partnership

Initiative for Applied Artificial Intelligence. (n.d.). German Startup Landscape of Autonomous Driving. appliedai.de/insights/autonomous-driving

Intel. (n.d.). 5G Is key to fully realizing connected and autonomous vehicles. www.intel.com/content/www/us/en/communications/5g-connected-vehicle.html

Intel. (2018). Volkswagen, Mobileye and Champion Motors to invest in Israel and deploy first autonomous EV ride-hailing service. *Intel Newsroom*, October 29. newsroom.intel.com/news-releases/volkswagen-mobileye-champion-motors-invest-israel-deploy-first-autonomous-ev-ride-hailing-service/#gs.bt6x8i

International Energy Agency (IEA). (2019). *Global EV Outlook 2019*. Paris: IEA. www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019

Jiang, H. and F. Lu (2018). To be friends, not competitors: a story different from Tesla driving the Chinese automobile industry. *Management and Organization Review*, 14(3), 491–499.

Jing, M. (2018). Baidu's self-driving cars require more human intervention than Alphabet's Waymo. *South China Morning Post*, May 7. www.scmp.com/tech/enterprises/article/2144863/baidus-self-driving-carsrequire-more-human-intervention-alphabets

Jovanovic, B. and G.M. MacDonald (1994). The life cycle of a competitive industry. *Journal of Political Economy*, 102(2), 322–347.

Klepper, S. (1997). Industry life cycles. *Industrial and corporate change*, 6(1), 145–182.

Korosec, K. (2018). Waymo opens subsidiary in China. *TechCrunch*, August 24. techcrunch.com/2018/08/24/waymo-opens-subsidiary-in-china

Lee, K. and C. Lim (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3), 459–483.

Leichman, A.K. (2017). Porsche invests 8-figure sum in Israeli auto innovation. *Israel21c*, June 4. www.israel21c.org/porsche-invests-8-figure-sum-in-israeli-auto-innovation

Liao, R. (2019). Search giant Baidu has driven the most autonomous miles in Beijing. *TechCrunch*, April 2. techcrunch.com/2019/04/02/baidu-self-driving-2018

Lowensohn, J. (2015). Uber just announced its own self-driving car project. *The Verge*, February 2. www.theverge.com/2015/2/2/7966527/uber-just-announced-its-own-self-driving-car-project

MacDuffie, J.P. (2018). Response to Perkins and Murmann: Pay attention to what is and isn't unique about Tesla. *Management and Organization Review*, 14(3), 481–489.

McKenzie, R. and J. McPhee (2017). Research and educational programs for connected and autonomous vehicles at the University of Waterloo. *Mechanical Engineering*, 139(12), S21–S23. www.memagazineselect.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2676826

McQuilkin, K. (2019). Blacksburg's Torc Robotics is launching autonomous shuttle buses in France. *RichmondInno*, January 8. www.americaninno.com/richmond/tech-news-richmond/blacksburgs-torc-robotics-is-launching-autonomous-shuttle-buses-in-france

Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation (2019). Lancement de 4 Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (3IA) et ouverture de deux appels à projets complémentaires. Press release, April 24. www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid141320/lancement-de-4-instituts-interdisciplinaires-d-ia-3ia-et-ouverture-de-deux-appels-a-projets-complementaires.html

Nicas, J. (2017). Google parent retires 'Firefly' self-driving prototype. *Wall Street Journal*, June 13.

nuTonomy. (2017). Aptiv opens Boston Technology Center. Press release, December 12. www.aptiv.com/media/article/2017/12/12/aptiv-opens-boston-technology-center

Oagana, A. (2016, January 25). A short history of Mercedes-Benz autonomous driving technology AutoEvolution. Retrieved from www.autoevolution.com/news/a-short-history-ofmercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html

Perkins, G. and J.P. Murmann (2018). What does the success of Tesla mean for the future dynamics in the global automobile sector? *Management and Organization Review*, 14(3), 471–480.

Poulanges, M. (2017). Renault presents eyes-off/hands-off technology for the autonomous vehicle of the future. Groupe Renault, June 28. group.renault.com/en/news/blog-renault/renault-presents-eyes-offhands-off-technology-for-the-autonomous-vehicle-of-the-future

Prahalad, C.K. and G. Hamel (1997). The core competence of the corporation. In *Strategische Unternehmungsplanung/Strategische Unternehmungsführung*. Heidelberg: Physica, 969–987.

PSA Groupe. (n.d.). On the road to the autonomous car! www.groupe-psa.com/en/story/en-route-vers-la-voiture-autonome

Randall, T. (2019). Waymo starts selling sensors to lower cost of self-driving cars. *Bloomberg Hyperdrive*, March 6. www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-06/waymo-starts-selling-sensors-to-lower-cost-of-self-driving-cars

Reichert, C. (2019). CES 2019: Mobileye inks autonomous vehicle deals across China. *ZD Net*, January 8. www.zdnet.com/article/ces-2019-mobileye-inks-autonomous-vehicle-deals-across-china

Reuters (2019). Audi to join Mercedes, BMW development alliance: paper. www.reuters.com/article/us-volkswagen-audi-bmw-daimler/audi-to-join-mercedes-bmw-development-alliance-paper-idUSKCN1VC0YT

Rothaermel, F. T. (2001). Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation. *Strategic management journal*, 22(6-7), 687--699.

Rothaermel, F.T. and A.M. Hess (2007). Building dynamic capabilities: innovation driven by individual-, firm-, and network-level effects. *Organization Science*, 18(6), 898–921.

Saxenian, A. (1996). *Regional Advantage*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Saxenian, A. (2007). *The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Scheer, S. (2018). Mobileye gets self-driving tech deal for 8 million cars. *Automotive News Europe*, May 17. europe.autonews.com/article/20180517/ANE/180519817/mobileye-gets-self-driving-tech-deal-for-8-million-cars

Silver, D. (2018). Baidu brings the Waymo model to China. *Forbes*, November 1. www.forbes.com/sites/davidsilver/2018/11/01/baidu-brings-the-waymo-model-to-china/#d0b52193d961

Singapore Economic Development Board. (2016). World's first driverless taxi system comes to Singapore. www.edb.gov.sg/en/news-and-events/insights/innovation/world-s-first-driverless-taxi-system-comes-to-singapore.html

Singer, D. (2018). Israel's artificial intelligence start-ups. *StartupHub.ai.* www.startuphub.ai/israels-artificial-intelligence-startups-2018

Snavely, B. (2017). Roush expands in Troy, will hire 150 engineers of self-driving tech. *Detroit Free Press*. May 9.

South Africa Israel Chamber of Commerce. (2016). Autonomous cars herald new era for Israeli high-tech. saicc.co.za/general-motors-to-triple-size-of-rd-israelicentre

Stone, A. (2018). What the three tiers of automotive marketing mean today. *Forbes*, June 28. www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2018/06/28/what-the-three-tiers-of-automotive-marketing-mean-today/#c449dec26510

Taylor, M. (n.d.). AI in Cambridge: the machine learning capital of the U.K.? *Luminous PR*. luminouspr.com/cambridge-the-ai-capital-of-the-uk

Taylor, E. and I. Wissenbach (2019). As Google races ahead, German carmakers look to go faster on autonomous driving. Reuters, January 23. www.reuters.com/article/us-germany-autos/as-google-races-ahead-german-carmakers-look-to-go-faster-on-autonomous-driving-idUSKCN1PH18C

Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285–305.

Teece, D.J. (2018). Tesla and the reshaping of the auto industry. *Management and Organization Review*, 14(3), 501–512.

Teece, D.J. (2019). China and the reshaping of the auto industry: a dynamic capabilities perspective. *Management and Organization Review*, 15(1), 177–199.

Toyota Research Institute-CSAIL. (n.d.). *Joint Research Center*. toyota.csail.mit.edu

Tripsas, M. (1997). Unraveling the process of creative destruction: complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry. *Strategic Management Journal*, 18(S1), 119–142.

UBI Mobility-Connected Cars France (2018). French delegation: Connected .autonomous vehicles 1419891vq14j2fapah1bpghjzyq.wpengine.netdna-cdn.com/wpcontent/uploads/2018/05/French-delegation_Ubimobility-2018-Detroit-Final.pdf

U.K. Department for Transport. (2015). *The Pathway to Driverless Cars: Code of Practice for Testing*. assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/446316/pathway-driverless-cars.pdf

Ulrich, L. (2019). 2019 Audi A8 review: Tech-packed flagship delivers almost everything, except level 3 autonomy. *The Drive*, January 31. www.thedrive.com/new-cars/26252/2019-audi-a8-review-tech-packed-flagship-sedan-delivers-almost-everything-except-level-3-autonomy

University of Toronto. (2019). News: Self-driving cars. www.utoronto.ca/news/tags/self-driving-cars

University of Waterloo. (n.d.). *Centre for Automotive Research*. uwaterloo.ca/centre-automotive-research/research-expertise/connected-andautonomous

U.S. Defense Advanced Research Projects Agency. (n.d.). The grand challenge. www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles

Valeo (2015). *The Autonomous Car Takes to the Road*. Retrieved from www.valeo.com/en/the-autonomous-takes-to-the-road

Vasilash, G. (2018). Argo AI and getting Ford to Level 4 autonomy. *Autoblog*, September 8. www.autoblog.com/2018/09/08/argo-ai-ford-level-4-autonomy-self-driving-car

VIA Technologies (2018). VIA partners with Lucid to develop industry-leading VIA Edge AI 3D developer kit powered by Qualcomm APQ8096SG embedded processor. www.viatech.com/en/2018/11/via-partners-with-lucid-to-develop-industry-leading-via-edge-ai-3d-developer-kit

WIPO (2019). WIPO Technology Trends 2019. *Artificial Intelligence*. Geneva: WIPO.

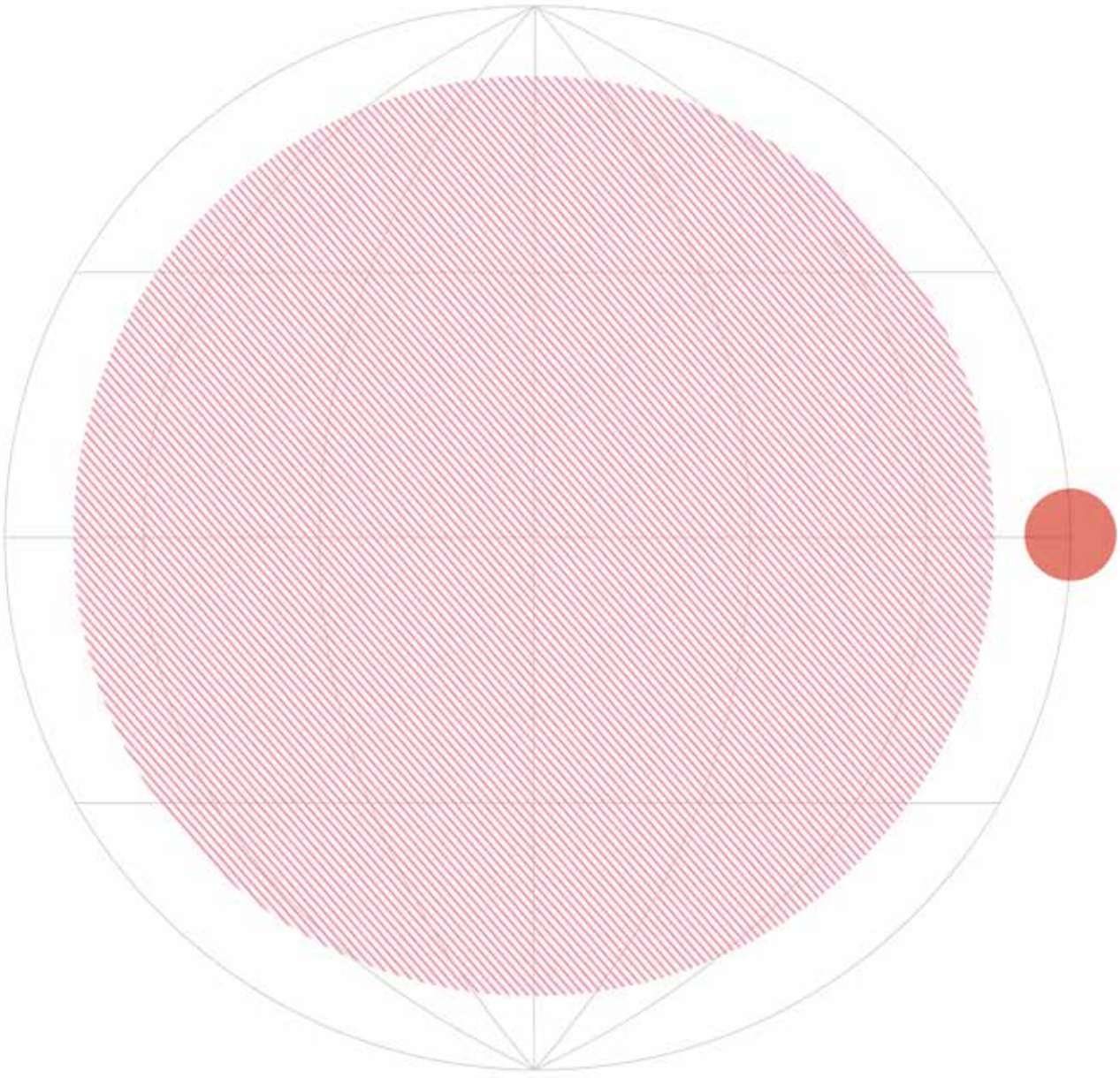
Wiggers, K. (2019) 5 companies are testing 55 self-driving cars in Pittsburgh. *Venture Beat*, April 26. venturebeat.com/2019/04/26/5-companies-are-testing-55-self-drivingcars-in-pittsburgh

Xinhua (2019) Baidu's self-driving taxis to run in Changsha in late 2019. Xinhuanet.com, April 5. www.xinhuanet.com/english/2019-04/05/c_137952253.htm

Zehtabchi, M. (2019). Measuring Innovation in the Autonomous Vehicle Technology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 60*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

Zucker, L.G. and M.R. Darby (1997). Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm. .*Research Policy*, 26(4–5), 429–446

الابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية يتجاوز بكثير المختبرات. ويمكن للابتكار الناتج عن بؤرة حضرية أن يفيد مساحة أرضية اتساعها 75 مرة مساحة البؤرة.



كم مربع 200,000

بؤرة حضارية

أرض زراعية

التكنولوجيا الأحيائية النباتية - الربط بين الابتكارات في المدن والتطبيق في الأرياف

بدأ البشر في إدخال تحسينات وراثية على النباتات منذ آلاف السنين قبل حتى أن يعرف أحد ما هو الجين. فابتداءً من عام 10,000 قبل الميلاد تقريباً، بدأ البشر أولاً باختيار محاصيل من التنوع البيولوجي الطبيعي للنباتات وتدجينها. واختلفت هذه المحاصيل عن سابقاتها البرية عن طريق نشر مواد نباتية معينة تم اختيارها بعناية، وكانت تُزرع للاستهلاك والاستخدام البشريين. [1]

ويمكن عامةً تقسيم التقنيات المستخدمة لاختيار ونشر أنواع المحاصيل ذات السمات المرغوبة - والمعروفة باسم الأصناف - إلى ثلاث فئات هي: الأصيلة، التي بدأت بالتدجين، والتقليدية، والحديثة. وتُستخدم الأساليب الثلاثة اليوم بدرجات متفاوتة.

وينطوي الاستيلاد التقليدي للأصناف والسمات النباتية الجديدة على التكاثر الجنسي لنوعين متوافقين من المحاصيل لإنتاج صنف متحور يتسم بالصفات البيولوجية المطلوبة.[2] ويتطلب هذا الأسلوب غالباً عدة عمليات تهجين للحصول على المجموعة الصحيحة من الجينات لإنتاج المحصول المطلوب. ويحتاج هذا الأسلوب أيضاً إلى أن تكون المحاصيل متوافقة جنسياً.

واليوم، يمكن استيلاد أنواع جديدة من المحاصيل عن طريق التكنولوجيا الأحيائية. وتعتمد هذه التقنية الحديثة على فهم التركيب الوراثي للنبات وتستخدم طرقاً مختلفة للهندسة الوراثية لإجراء تغييرات في حمض الديوكسي ريبونوكلييك (الدي إن إيه)، وهي جزيئات النيوكليوتيدات التي تحمل التعليمات الجينية لتطور جميع الكائنات الحية المعروفة وعملها ونموها وتكاثرها.

وتشير التكنولوجيا الأحيائية إلى "أية تطبيقات تكنولوجية تستخدم النظم البيولوجية أو الكائنات الحية أو مشتقاتها، لصنع أو تغيير المنتجات أو العمليات من أجل استخدامات معينة."[3] ويمكن أن ينطوي أيضاً على تنفيذ تكنولوجيات وتقنيات جزيئية وخلوية متقدمة. ومن حيث المعنى الأوسع والأضيق للتطبيق، تعتمد التكنولوجيا الأحيائية الزراعية على الاكتشافات وأدوات البحث في مجال علمي جديد نسبياً.

وهي تغيِّر قطاع الزراعة.[4] وأنتجت التطورات محاصيل تقاوم بعض الأمراض، وتؤدي إلى إنتاجية أعلى من ذي قبل، ويمكن أن تنمو في ظروف تربة قاسية مثل البيئات القاحلة والمالحة، وتكون مليئة بالمواد المغذية. [5]

والابتكار التكنولوجي الأحيائي لديه القدرة على زيادة الإنتاجية الزراعية والجودة مما يؤدي في نهاية المطاف إلى زيادة دخل المزارعين في جميع أنحاء العالم. ويمكن أن يعالج أيضاً المخاوف البيئية حول استخدام المبيدات الكيميائية. ويوضح Klümper و Qaim (2014) أن التكنولوجيا المعدّلة وراثياً قد زادت أرباح المزارعين في جميع أنحاء العالم بنسبة 68 في المئة، وعائدات المحاصيل بنسبة 22 في المئة وقلصت استخدام المبيدات الكيميائية بنسبة 37 في المئة. ويقدر Brookes (2018) أن كل دولار أمريكي إضافي ينفق على بذور فول الصويا المعدلة وراثياً - أي البذور التي تحتوي على جينات من كائن حي آخر - نسبة إلى البذور التقليدية يزيد دخل المزارعين بمقدار 3.88 دولار أمريكي. وتُعزى المكاسب إلى عائدات أعلى وتكاليف أقل نتيجة استخدام عدد أقل من مواد التحكم في الآفات والأعشاب الضارة. وفضلاً عن ذلك، تُعدّ التكنولوجيا حلاً محتملاً لقضايا الجوع والفقر العالمية.

ويستخدم هذا الفصل حالة التكنولوجيا الأحيائية الزراعية، وبالتحديد التكنولوجيا الأحيائية النباتية، لتوضيح طريقة عمل شبكة عالمية

15,000,000 كم مربع

للابتكار.[6] ويعتمد على المعلومات الواردة في وثائق البراءات والمنشورات العلمية لتحديد الجهات الفاعلة ومواقع الابتكار. ويستند إلى هذين الجانبين التكميليين للأنشطة الابتكارية لبيان الروابط بين مجموعات الابتكار المختلفة.

ويصف القسم الأول من هذا الفصل تطور قطاع التكنولوجيا الأحيائية النباتية ويحدد العوامل التي تدفع الابتكار. ويتناول القسم الثاني كيف تطور واقع الابتكار في هذا القطاع وكيف أصبح عدد البلدان التي تشارك في الابتكار أكثر من أي وقت مضى. وينظر القسم قبل الأخير في الروابط بين مراكز الابتكار في أنحاء مختلفة من العالم. ويختتم الفصل بالوقوف على كيفية تغير مشهد الابتكار العالمي للتكنولوجيا الأحيائية النباتية والشبكة بسبب المستجدات الجديدة في القطاع.

1.4 الأهمية المتزايدة للتكنولوجيا الأحيائية النباتية

تشتمل التكنولوجيا الأحيائية النباتية عامةً على ثلاثة مجالات من مجالات الزراعة هي: "1" استيلاد النباتات والبذور؛ "2" وصحة التربة وخصوبتها؛ "3" والمبيدات ومواد مكافحة الآفات.

ويشير تطبيق التكنولوجيا الأحيائية في استيلاد النباتات والبذور إلى تطوير أصناف وسمات جديدة بالتهجين، والمزج، والتحوير، وزراعة الأنسجة، وتطعيم النباتات واستنساخها، والهندسة الوراثية، وتعديل المجين أي كامل المعلومات الوراثية المسجَّلة في دنا النبات. ويحدث معظم الابتكار في هذا المجال.

وبالنسبة لصحة التربة وخصوبتها، تنطوي التكنولوجيا الأحيائية على استخدام أسمدة أحيائية – أي زراعة واستخدام الميكروبات لتعديل التربة ونمو النبات. وأخيراً، تتعامل التكنولوجيا الأحيائية لمكافحة الآفات ومبيدات الآفات مع استراتيجيات التحكم الأحيائي، والمبيدات الأحيائية، والاستيلاد، والهندسة الوراثية لسمات مقاومة الآفات في المحاصيل، وكذلك التحوير والهندسة الوراثية لقدرة تحمل المبيدات.

كيف دخلت التكنولوجيا الأحيائية إلى الزراعة

يمكن إرجاع أصل التكنولوجيا الأحيائية الزراعية إلى عام 1866 عندما افترض راهب أوغسطيني، غريغور مندل، القوانين الأساسية للوراثة استناداً إلى عمله على نباتات البازلاء. ووضع الأساس للعمل في مجال الاستيلاد العلمي والهندسة الوراثية.

وأدت الإنجازات والاكتشافات اللاحقة في العشرينيات والثلاثينيات المتعلقة بأساليب تحوير الصبغيات والجينات، ثم اكتشاف بنية الحلزون المزدوج للدنا في عام 1953 في كامبريدج ولندن بالمملكة المتحدة إلى ازدهار في أبحاث علم الوراثة – أي دراسة الجينات، والاختلاف الوراثي، والوراثة في الكائنات الحية.

ومع ذلك، فقد قام ظهور تقنيات الدي إن إيه المؤتلف (rDNA) - وهو الربط بين خيوط الدنا من كائن إلى آخر - في البكتيريا في عام 1974 على يد باحثين من جامعة ستانفورد وجامعة كاليفورنيا بسان فرانسسكو في الولايات المتحدة الأمريكية بتمهيد الطريق للهندسة الوراثية للنباتات والكائنات الحية الأخرى.

ويسرد الجدول 1.4 بعض الاكتشافات المتطورة بالإضافة إلى الابتكارات التي تشكل أساس أساليب التكنولوجيا الأحيائية وتطبيقها في التكنولوجيا الأحيائية النباتية اليوم.

ودخل التطبيق التجاري لأدوات وتقنيات التكنولوجيا الأحيائية أولاً إلى مجال الطب في منتصف السبعينيات؛ وبدأ الاستخدام الزراعي بعد بضع سنوات.[7] وكان السبب الرئيسي في ذلك هو تطور البيولوجيا الجزيئية أساساً في كليات الطب والجامعات التي لم تكن مهتمة بالزراعة.[8]

ومع ذلك ومع زيادة استخدام التكنولوجيا الأحيائية في الطب وصحة الإنسان، بدأ العلماء في تطبيق التكنولوجيا الأحيائية على العلوم البيطرية لصحة الحيوان ثم على استيلاد النباتات. وكان التطبيق على الحيوانات أولاً بسبب قربها الجيني النسبي من البشر.[9]

وبحلول منتصف الثمانينيات، بدأ قطاع التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل في النمو. وأدت عدة قرارات قانونية بارزة في الولايات المتحدة بشأن جواز حماية كائنات حية بموجب براءات إلى منح براءات لنباتات معدَّلة وراثياً.[10] وفي نهاية العقد، أجريت تجارب ميدانية للنباتات المحورة وراثياً في أستراليا وكندا والولايات المتحدة وبعض البلدان الأوروبية. وبدأت المكسيك، وهي من الاقتصادات النامية، في إجراء تجارب ميدانية على المحاصيل المحورة وراثياً في الفترة نفسها تقريباً. في هذه الأثناء،[11] أصبحت الصين أول بلد يزرع تجارياً نبات تبغ مقاوم للآفات ومعدَّل وراثياً في عام 1988. ومع ذلك، توقف المزارعون الصينيون عن زراعة النباتات في منتصف التسعينيات، حيث أعربت العديد من الشركات المنتجة للتبغ عن مخاوفها بشأن استخدام هذه الكائنات المحسنة وراثياً في منتجاتها. وكان المستهلكون قلقين بخاصةٍ بشأن استهلاك سجائر مصنوعة من التبغ المحسن وراثياً. وتزامنت هذه الأحداث التاريخية مع ارتفاع عدد الشركات الناشئة المتخصصة في مجال التكنولوجيا الأحيائية الزراعية، وخاصة في الولايات المتحدة، خلال الثمانينيات والتسعينيات.

ويوضح الشكل 1.4 الطلب العالمي المتزايد على براءات التكنولوجيا الأحيائية النباتية من عام 1970 إلى عام 2016. ويُظهر الخط الأحمر إجمالي عدد طلبات البراءات المعنية المودعة في مكاتب مختلفة للملكية الفكرية في جميع أنحاء العالم.[12] وفي المقابل، يظهر الخط الأحمر الداكن عدد الإيداعات الأولية لبراءات التكنولوجيا الأحيائية النباتية الجديدة، والمعروفة أيضاً باسم *الإيداعات الأولى*. ويُشار إلى الفرق بين إجمالي عدد البراءات والإيداعات الأولى باسم *الإيداعات اللاحقة*. وتمثل الإيداعات اللاحقة عدد الطلبات المودعة في بلدان متعددة أو ولايات قضائية متعددة عن الاختراعات نفسها. وتوضح الفجوة المتسعة بين الخطين منذ الثمانينات وما بعدها كيف التمس المخترعون بشكل متزايد حماية البراءات لاختراعاتهم من المنافسين في أكثر من سوق واحد. والأهم من ذلك أنها تبيِّن الأهمية التجارية المتزايدة لاختراعات التكنولوجيا الأحيائية النباتية على مستوى العالم.

نبذة تاريخية للتقدم التكنولوجي العلمي الرئيسي

الجدول 1.4 اكتشافات أو إنجازات علمية مختارة في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية

السنة	الاكتشاف/الإنجاز العلمي	الجهة
1974	اكتشف ستانلي كوهين وهربرت بوييه تقنية – الدي إن إيه المؤتلف – للربط بين خيوط الدي إن إيه الخاصة بأكثر من كائن حي مما مهد الطريق لظهور الهندسة الوراثية	جامعة ستانفورد وجامعة كاليفورنيا، سان فرانسسكو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة
1977	وضع والتر جيلبيرت والطالب ألان ماكسام وفريدريك سانغر أساليب تسلسل الدي إن إيه بصورة مستقلة	جامعة هارفارد، كامبريدج، ماساشوستس، الولايات المتحدة، وجامعة كامبريدج، المملكة المتحدة
1981	جورج ويليمز وروبرت شيليبرورت قاموا بهندسة أول نبات (التبغ) وراثياً باستخدام البكتريا "الأجرعية" (انظر الإطار 1.4)	جامعة ليدين، ليدين، هولندا
2000	التسلسل الكامل لمجين نبات رشاد ثال الذي نُشر في عام 2000 كجزء من مبادرة مجين نبات رشاد الصخر	اتحاد جامعات ومؤسسات بحث عامة في الولايات المتحدة واليابان وأوروبا
2012	ظهور تقنية جديدة للتعديل الوراثي CRISPR-Cas9	جامعة كاليفورنيا، بيركلي، كاليفورنيا، الولايات المتحدة؛ وجامعة فيينا، النمسا؛ ومعهد ماساشوستس للتكنولوجيا وهارفارد، كامبريدج، ماساشوستس، الولايات المتحدة؛ وجامعة فيلنيوس، ليتوانيا

المصدر: Graff وHamdan-Livramento (2019).

ماذا يشكل الابتكار في هذا المجال؟

السياسات والقواعد واللوائح تشكل ملامح الابتكار في قطاع التكنولوجيا الأحيائية النباتية وتؤثر فيها. وهي تشمل توفر حقوق الملكية الفكرية كآلية لضمان عائد الاستثمار في الابتكار، واللوائح المتعلقة بالصحة والسلامة وحماية البيئة، من بين أمور أخرى.

عوائد مناسبة على الاستثمارات

لا تسمح معظم البلدان بحماية الأشياء الموجودة في الطبيعة، بما في ذلك الكائنات البيولوجية، بموجب براءة. ومع ذلك، فقد أصبحت الخطوط غير واضحة مع التقدم التكنولوجي الجديد في التكنولوجيا الأحيائية.[13]

وتتشابه اهتمامات الحصول على براءات بشأن ابتكارات التكنولوجيا الأحيائية الزراعية مع تلك التي تم الإعراب عنها حول البراءات في مجال التكنولوجيا الأحيائية بشكل عام.[14] وقد يثبط منح الحقوق الاستئثارية على أدوات البحث الابتكار اللاحق.[15] وفيما يخص التكنولوجيا الأحيائية النباتية، يمكن للبراءات أن تجعل من الصعب على الاقتصادات الأفقر الاستفادة من البحوث التي يمكن أن تخفف من الفقر وتعالج مشكلات الجوع في العالم. وإضافة إلى ذلك، جادل النقاد بأن معظم البراءات الممنوحة واسعة للغاية ومن المحتمل أن تنتهك التكنولوجيات المملوكة الأخرى، مما يؤدي إلى ارتفاع عدد الدعاوى القضائية نسبياً في القطاع.

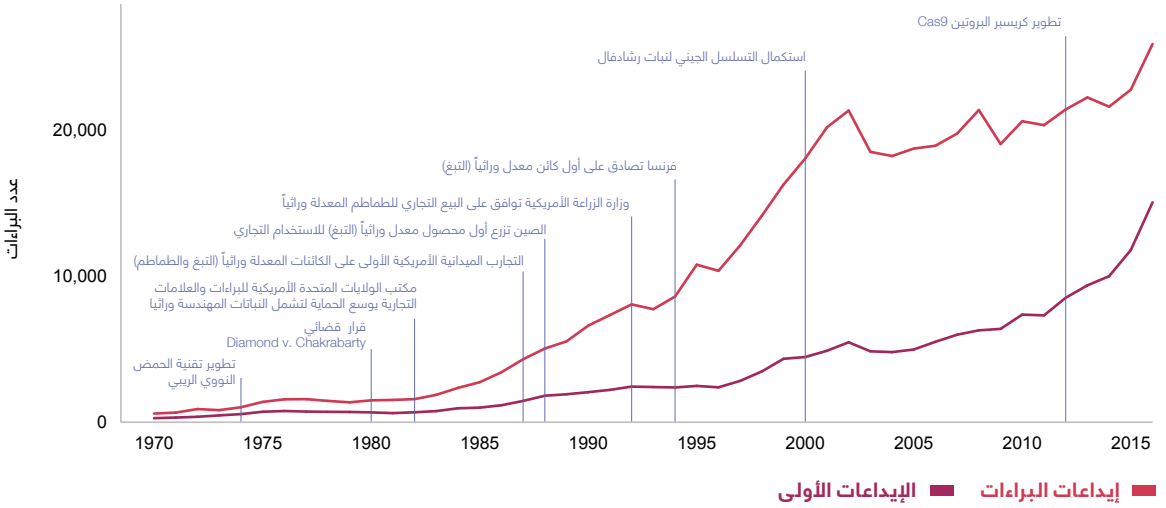
وفي الولايات المتحدة، أدى تغييران متعلقان بسياسة الملكية الفكرية في الثمانينيات دوراً محورياً في تشكيل زراعة التكنولوجيا الأحيائية الزراعية. وأدت بخاصةٍ إلى زيادة الاعتماد على الملكية الفكرية كوسيلة لضمان عائد مناسب على الاستثمار في الابتكار.[16]

وكان التغيير الأول هو قانون Bayh-Dole في عام 1980. ويسمح هذا القانون بتسجيل براءات عن بحوث الجامعات وإن كان يمولها دافعو الضرائب. وكان التغيير الثاني هو تمديد حماية البراءات للكائنات المعدَّلة وراثياً عن طريق قضية تاريخية – Diamond ضد Chakrabarty – بتت فيها محكمة العدل العليا في الولايات المتحدة في عام 1980.[17] وبحلول عام 1985، قام مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية (USPTO) بتمديد حماية البراءات للنباتات المعدَّلة وراثياً. وسرعان ما لحقت أوروبا وبقية العالم بالركب.

وفي الوقت نفسه، شمل إطلاق منظمة التجارة العالمية (WTO) في عام 1995 قواعد ملزمة دولياً لحماية حقوق الملكية الفكرية في البلدان الموقعة. وفتح ذلك الطريق أمام العديد من الشركات المتعددة الجنسيات لالتماس حماية الاختراعات المتعلقة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية بموجب براءة. ولكن بعض الاقتصادات النامية، مثل البرازيل، تقيد تسجيل البراءات فيما يخص بعض منتجات التكنولوجيا الأحيائية النباتية، وخاصة تلك المتعلقة بالبذور أو أنواع النباتات الجديدة. وعوضاً عن ذلك، يعتمد القطاع الخاص في البرازيل على الحقوق الخاصة لحماية ابتكاراته.[18] فيلتمس البعض براءات بشأن عملية التطوير نفسها عوضاً عن النتيجة التكنولوجية الأحيائية أو الأصول التكميلية – مثل البنى التحتية أو الكفاءات أو الاختراعات الأخرى – التي تؤدي إلى المنتج التكنولوجي الأحيائي النباتي النهائي.[19]

تزامن ظهور الهندسة الوراثية مع زيادة في إيداعات البراءات اللاحقة

الشكل 1.4 إجمالي إيداعات البراءات الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية، 1970-2016



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ونظام معاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

حماية المستهلكين وحماية البيئة

أدت الأهمية التجارية المتزايدة المحتملة للتكنولوجيا الأحيائية النباتية إلى قيام المنظمين الحكوميين والجمهور بالتساؤل عن متى وكيف يمكن ضمان ألا تؤدي هذه المحاصيل المحولة أو المعدلة وراثياً إلى الإضرار بصحة الإنسان أو البيئة.

وتوجد عدة طبقات من اللوائح المتعلقة باستخدام التكنولوجيا الأحيائية النباتية على الصعيدين الوطني والدولي.[20] وهي تساعد في ضمان استيفاء الكائنات المحسنة وراثياً لمعايير السلامة الأحيائية وسلامة الأغذية وحماية المستهلك. فعلى المستوى الدولي مثلاً، تضع هيئة الدستور الغذائي التابعة للأمم المتحدة المبادئ التوجيهية لمعايير سلامة الأغذية، ويوفر بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية - وهو اتفاق دولي - مبادئ توجيهية لقواعد السلامة الأحيائية؛ وتمنح اتفاقية آرهوس - وهي اتفاق دولي آخر - الجمهور الحق في الوصول إلى معلومات عن القرارات السياساتية التي تؤثر في البيئة.[21]

وعلى المستوى الوطني، توجد عامةً ثلاث عمليات تنظيمية على الأقل قبل أن يتسنى استزراع نبات جديد محور وراثياً. وهي تشمل "1" الموافقات على إجراء الاختبارات الميدانية؛ "2" والموافقات على الزراعة لأغراض تجارية؛ "3" والموافقة على البيع والتسويق للمستهلكين. وفي الولايات المتحدة، تشمل الوكالات وزارة الزراعة الأمريكية (USDA)، ووكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) للموافقة على التجارب الميدانية، وإدارة الأغذية والأدوية الأمريكية (FDA) للحصول على الموافقة التجارية.

وكانت أوروبا مسؤولة عن بعض الإنجازات المهمة في التكنولوجيا الأحيائية النباتية. وفي أوائل التسعينيات، كانت بلجيكا وفرنسا والمملكة المتحدة من بين أكبر خمس دول في هذا القطاع، وشكلت مجتمعةً نحو 95 في المئة من المحاصيل المحورة وراثياً التي تم إطلاقها – والبلدان المتبقيان هما كندا والولايات المتحدة. ولكن بحلول نهاية القرن، تغير الشعور الأوروبي تجاه المحاصيل المحورة وراثياً بشكل كبير. [22]

وفيما بين عامي 1998 و2004، أوقفت المفوضية الأوروبية، وهو الجهاز التنفيذي للاتحاد الأوروبي، وخمس دول أعضاء في الاتحاد الأوروبي الموافقات على الكائنات المعدلة وراثياً.[23] واعتباراً من عام 2003، وضعت المفوضية عدة لوائح وتوجيهات بشأن الكائنات المحورة وراثياً.[24] وخلال فترة الوقف، ميَّزت المفوضية بين النباتات المعدَّلة وراثياً بأساليب الاستيلاد التقليدية وتلك المعدَّلة وراثياً باستخدام أدوات التكنولوجيا الأحيائية (انظر الإطار 1.4). وحددت التدابير شروط إجراء الاختبارات الميدانية وزراعة المحاصيل المحورة وراثياً، واستيرادها واستخدامها ووضع العلامات على المنتجات المعدلة وراثياً.

وقد قُدِّمت العديد من التفسيرات التجارية لهذا التغيير في موقف القارة من المحاصيل المحورة وراثياً، إلى جانب الحملات السياسية القوية ضد الكائنات المعدلة وراثياً التي شنتها الأوساط المعنية بالبيئة والمستهلكين. ووفق Graff و(2007) Zilberman، تتمتع المنشآت التجارية القوية المعنية بالكيماويات الزراعية بمزايا نسبية في المجال الكيميائي وتريد منع منافسيها من دخول السوق. واقترح Sheldon (2004) أن المزارعين في الاتحاد الأوروبي يرون أن التدابير التي تحد من الموافقة على النباتات المهندسة وراثياً تتيح فرصة لمنع السلع الزراعية الأجنبية من دخول السوق.

وبغض النظر عن ذلك، فقد أدت لوائح الاتحاد الأوروبي إلى تباطؤ البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الأحيائية الزراعية في القارة.

ويوضح الشكل 2.4 أن حصة إيداعات البراءات في الولايات المتحدة (باللون الأحمر الداكن) وعدة بلدان أوروبية (باللونين الأحمر والأحمر الفاتح) من إجمالي الإيداعات المرتبطة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية على مستوى العالم.[25] وحتى أواخر التسعينيات، تزامنت الزيادة في حصة البراءات الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوروبي. ولكن اعتباراً من عام 1997، لوحظ ظهور فجوة متسعة بين معدلات زيادة إيداعات البراءات بين الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي. ولا يمكن الجزم بأن ذلك يرجع إلى قرار الحظر الأوروبي. ولكن منذ عام 1998، باتت بلدان الاتحاد الأوروبي تودع براءات خاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية بمعدل مماثل نسبياً – إن لم يكن أبطأ – من إجمالي معدل إيداعات البراءات.

وأفاد القطاع بأن موقف الاتحاد الأوروبي من المحاصيل المحورة وراثياً أثر في استراتيجيات الشركات التجارية. وأظهرت دراسة أجرتها دائرة الزراعة الخارجية بوزارة الزراعة الأمريكية أن العديد من الشركات الأوروبية قد نقلت أنشطتها في مجال البحث والتطوير إلى خارج أوروبا مثل الولايات المتحدة. وعلى الرغم من أن المؤسسات والجامعات العامة في أوروبا تستمر في إجراء بحوث أساسية في علم الوراثة النباتية، فإن احتمال وصول هذه المخرجات إلى سوق الاتحاد الأوروبي ضئيل. وإضافةً إلى ذلك، أشارت المعلومات إلى أن العديد من شركات التكنولوجيا الأحيائية الأوروبية قد حولت تركيزها بعيداً عن الاستخدامات الزراعية ونحو التطبيقات الصناعية في مجالَي الطب والوقود الأحيائي.[26] وأوقفت شركة BASF الألمانية العاملة في مجال الكيماويات تطوير وتسويق المحاصيل المعدَّلة وراثياً في الاتحاد الأوروبي في عام 2012.[27]

من يقود الابتكار؟

تقود استثمارات القطاعين العام والخاص الابتكار في قطاع التكنولوجيا الأحيائية النباتية.

انخراط القطاع العام بقوة في مجال البحوث الزراعية

يؤدي القطاع العام دوراً محورياً في بحوث التكنولوجيا الأحيائية النباتية من خلال تمويل وتوفير البنى التحتية الأساسية للبحوث. وفي أوروبا والولايات المتحدة، تؤكد وثائق السياسات الرئيسية والتقارير المنشورة أهمية الاستثمار في أبحاث الهندسة الوراثية.[28]

وتوصل العلماء والباحثون في مؤسسات البحث العامة إلى اكتشافات مهمة مهدت الطريق للهندسة الوراثية. ولا تزال العلوم الأساسية مهمة بالنسبة للابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية حتى اليوم. فعلى سبيل المثال، أفضت التطورات الأساسية في البيولوجيا الجزيئية والوراثة إلى طرق أكثر فعالية لتحديد واستهداف أنواع وراثية معينة في الكائنات الحية. وفضلاً عن ذلك، أدى ظهور تقنية التعديل الوراثي CRISPR-Cas9 إلى تقليل كبير في التكاليف في مجال الهندسة الوراثية.[29]

وتؤدي مراكز البحوث الزراعية والجامعات المتخصصة في العلوم الزراعية دوراً محورياً في تكييف البحوث ونشر ابتكارات التكنولوجيا

الإطار 1.4 الاختلافات الرئيسية بين تقنيات الاستيلاد

توجد طريقتان لإدخال الصفات المطلوبة في النباتات بحسب نوع النبات. وتعتمد النبتات أو المحاصيل العريضة الأوراق، مثل القطن وفول الصويا والطماطم، على التحول الناتج عن بكتيريا تعرف باسم "الأجرعية المورمة". وتصيب البكتيريا، بحكم طبيعتها، النباتات، وتدخل بعضاً من حمضها النووي مباشرةً في الحمض النووي للنبات. وعن طريق تعديل البكتيريا لاستبعاد السمات غير المرغوب فيها وإدماج الجينات المرغوبة، يمكن تحويل المحصول عن طريق العدوى البكتيرية. ثم يمكن تحديد الخلايا التي تحتوي على الجين الجديد وزراعتها باستخدام تقنية استزراع الخلايا النباتية حتى تصبح نبات كامل يحتوي الآن على الجين المعدَّل الجديد في حمضها النووي.

وتتحول النباتات الأحادية الفلقة، أو أنواع الأعشاب مثل الذرة والقمح والأرز، عن طريق حقن كرات تنغستن صغيرة مطلية بحمض نووي خارجي في جينوم النبات. وينفصل جزء من الحمض النووي ويدخل في الحمض النووي للنبات المعني. ويمكن أيضاً تحديد تلك الخلايا واستزراع نبتة كاملة تحتوي على الحمض النووي الخارجي.

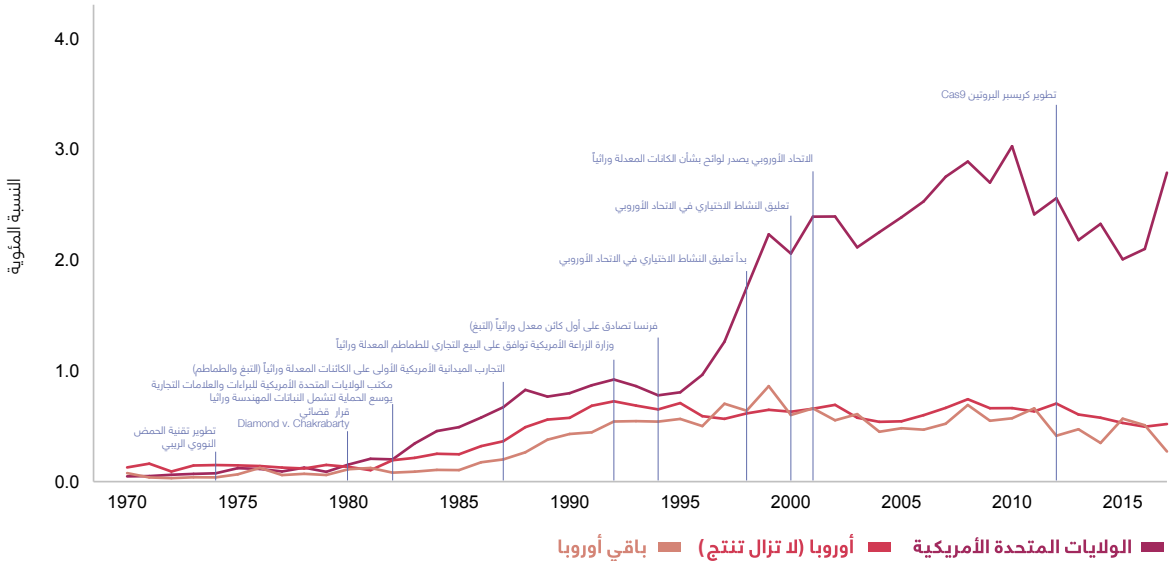
وتتلخص الاختلافات بين الاستيلاد التقليدي والعرفي وأساليب الاستيلاد الحديثة في التحكم في عملية الاستيلاد. إذ يصعب غالباً توقع النباتات المستولدة عن طريق الأساليب الأصلية والتقليدية. فيختار المستولدون السلالات الأصلية التي تحمل الصفات المرغوبة ولكن قد لا تحمل السلالات اللاحقة المجين أو السمات المرغوبة، أو تظهرها أي المظهر الوراثي.

وتتيح أساليب الاستيلاد الحديثة، مثل الهندسة الوراثية، النقل المستهدف لسمات المحاصيل المرغوبة – أي الجينات المحورة – واستيلاد نباتات جديدة معدَّلة وراثياً بطريقة فعالة وسريعة. وتُعرف هذه المحاصيل المعدَّلة وراثياً بالكائنات المعدَّلة وراثياً. وتبسط الأساليب الحديثة عملية الاستيلاد بتفادي ضرورة التوافق الجنسي للنباتات التي تحمل السمات المرغوبة وإتاحة اختيار السمات المرغوبة من أي كائن حي. ويمكن أن تأتي السمات المرغوبة من النوع نفسه أو من الأنواع الهجينة؛ وكذلك من تغيير جينات النبات نفسه. وإن استهداف الجين المرغوب وتتبعه وإدخاله في الحمض النووي للمحصول يضمن سلالة نظيفة من المحصول ويستبعد احتمال وجود سمات ثانوية غير مرغوب فيها، وتكون هذه السمات غالباً نتيجة ثانوية للاستيلاد التقليدي والعرفي. وفضلاً عن ذلك، تكون عملية استحداث الأصناف النباتية الجديدة أسرع في أساليب الاستيلاد الحديثة مقارنةً بسابقاتها.

المصدر: منظمة الأغذية والزراعة (2004)، وPersley و(1999) Siedow.

زادت إيداعات البراءات الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية في الولايات المتحدة بوتيرة أسرع من أوروبا

الشكل 2.4 إيداعات التكنولوجيا الأحيائية النباتية من إجمالي إيداعات البراءات بحسب المنشأ (%)، 1970-2016



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

الأحيائية النباتية. وهذه المراكز البحثية مكلفة بإجراء وتطوير العمل الذي من شأنه تحسين الهندسة الزراعية ودفع التحسينات الوراثية في المحاصيل والابتكار الزراعي بشكل عام. وفضلاً عن ذلك، يشمل دعم العمل البحثي تعبئة تمويل من الحكومات والمؤسسات ومختلف المنظمات والوكالات الحكومية الدولية وغيرها من المنظمات غير الهادفة للربح. ويساعد التكليف والدعم المالي الكبير في ضمان استمرارية عمل هذه المؤسسات وأهميتها.

وفي الولايات المتحدة، أنشأ قانون موريل لعام 1862 كليات لاند جرانت من خلال تخصيص 30,000 فدان (حوالي 121.5 كيلومتر مربع) من الأراضي الفيدرالية في جميع أنحاء البلاد لبناء كليات وجامعات من شأنها تعليم وتشجيع تنمية الزراعة، من بين أمور أخرى. وكفل قانون موريل الثاني، الذي صدر في عام 1890، أن تحصل هذه الكليات على تمويل فيدرالي منتظم.

وأرسى نجاح كليات لاند غرانت الأساس لإنشاء مراكز بحث مماثلة في الاقتصادات الناشئة.[30] وكان المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح (CIMMYT) في مكسيكو سيتي بالمكسيك، والمعهد الدولي لبحوث الأرز (IRRI) في لوس بانيوس بالفلبين أول هذه الأنواع من المؤسسات. وسيصبح هذان النظامان الوطنيان للبحوث الزراعية (NARS) لاحقاً جزءاً من المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR)، وهي منظمة جامعة تضم 15 مركزاً بحثياً مستقلاً وغير ربحي تركز على الابتكار في الزراعة. وقامت المجموعة الاستشارية بتشكيل التطور التاريخي للابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية الزراعية، وخاصةً في التطوير الوراثي للمحاصيل.

وتتطلب الزراعة أن يتم تكييف الابتكار مع الظروف البيئية الإيكولوجية المختلفة التي تشمل مزيجاً من التربة وشكل الأرض والخصائص المناخية.[31] ويعني ذلك أن المحاصيل المحورة وراثياً يجب أن تكون نتاج تهجين مع أصناف محلية ويجب اختبارها في الحقول المحلية. وفي العديد من البلدان النامية، تحتفظ المؤسسات العامة، مثل الأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية أو المراكز الدولية للبحوث الزراعية، بتلك الأصناف والمواد الوراثية - أي الموارد الوراثية الحية - لتهجين الحيوانات أو استيلاد النباتات.[32]

ويعدّ التعاون بين المؤسسات العامة أمراً مهماً، ولا سيما عند محاولة تسويق الكائنات المحورة وراثياً في البلدان الأقل تقدماً. وكانت معظم المحاصيل المحورة وراثياً التي زرعت في هذه البلدان خلال أواخر التسعينات عبارة عن جبلة وراثية مُكيَّفة محلياً لنظيراتها في أمريكا الشمالية.[33] وفي البلدان الأفقر، يمكن للمراكز الدولية للبحوث الزراعية أن تؤدي دور نقاط اتصال في شبكات الابتكار العالمية بالربط بين العلماء الزراعيين وأخصائيي الاستيلاد في مختلف الأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية، بما في ذلك جامعات البحوث الزراعية في العالم.

وتنطوي ابتكارات التكنولوجيا الأحيائية النباتية على إمكانات لمواجهة مشكلات ندرة الأغذية وقضايا الأمن الغذائي.[34] ومن ثم، فإن التطورات تحظى بدعم قوي من القطاع العام، بما في ذلك المنظمات الحكومية الدولية والمؤسسات والوكالات غير الهادفة للربح، لتشجيع نشرها في بقية أنحاء العالم.[35]

وتموّل الحكومات معظم البحوث الزراعية في العديد من الاقتصادات الناشئة. وفي حالات قليلة، مثل الصين والهند والبرازيل، زاد الإنفاق على البحث والتطوير في القطاع العام بشكل سريع. ومن عام 1990 إلى عام 2013، زاد الإنفاق على البحث والتطوير في القطاع العام في الصين عشرة أضعاف تقريباً، من مليار دولار إلى أكثر من 9 مليارات دولار.[36] وفي الوقت نفسه، تضاعف إنفاق الهند ثلاثة أضعاف، من أقل من مليار دولار إلى 3 مليارات دولار تقريباً، والضعف تقريباً في البرازيل من أقل من ملياري دولار إلى ما يقرب من 3 مليارات دولار. وفي المقابل، زاد إنفاق القطاع العام على الزراعة في الولايات المتحدة زيادة معتدلة من حوالي 4 مليارات دولار في عام 1990 وانخفض اعتباراً من عام 2003.

ولكن العديد من الاقتصادات الناشئة، وخاصة تلك ذات القدرات المحدودة على الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية النباتية و/ أو تلك التي تفتقر إلى الموارد المالية لإجراء البحوث في هذا المجال، تميل إلى الاعتماد على عمل الأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية و/أو المراكز الدولية للبحوث الزراعية.[37]

حوافز يدعمها توحيد السوق

في البداية، كانت الشركات الناشئة الصغيرة التابعة للجامعات تهيمن على سوق التكنولوجيا الأحيائية النباتية في السنوات الأولى. ولكن اعتباراً من التسعينيات، قامت شركات متعددة الجنسيات بشراء العديد منها. وقدَّرت إحدى الدراسات أن نحو 90 في المئة من كل اتفاقات البحث والتطوير الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية الزراعية كانت مبرمة بين شركات ناشئة وشركات متعددة الجنسيات كبيرة.[38]

وفي الوقت نفسه، شهدت الشركات العاملة في قطاعات البذور والكيماويات والأسمدة، في أغنى البلدان وأفقرها، تركيزاً سوقياً كبيراً.[39] وتوجد العديد من الأسباب. فإن التكاليف الثابتة المرتفعة لتسويق النباتات المحورة وراثياً تتطلب موارد مالية كبيرة قد لا تمتلكها العديد من الشركات الناشئة. وثانياً، تتطلب التكاليف الثابتة المرتفعة أيضاً زيادة الاعتماد على حقوق الملكية الفكرية لضمان عائد على الاستثمار. ويمكن للتكنولوجيات المسجلة الملكية في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية أن تشكل عائقاً أمام الابتكار، كما هو الحال في قطاع أشباه الموصلات. والشركات التي تتعاون أقل عرضة لانتهاك حقوق الملكية الفكرية الخاصة بغيرها. فعلى سبيل المثال، قامت Monsanto وBASF وDow وBayer وDuPont وSyngenta بتبادل تراخيص حقوق الملكية الفكرية الخاصة بالمحاصيل المحورة وراثياً.[40]

وبحلول عام 2001، انخفض عدد الشركات المنفصلة العاملة في مجالَي البذور والكيماويات الزراعية من 30 إلى 6 - وهي Monsanto، وDuPont، وSyngenta القائمة في سويسرا، و Bayer وDow وBASF. وتستأثر الشركات الأربعة الكبرى بنحو 60 في المئة من سوق التكنولوجيا الأحيائية الزراعية. وإن المجموعات الرئيسية العاملة في مجالَي البذور والكيماويات الزراعية هي Bayer CropScience وBASF في ألمانيا، وCorteva Agriscience في الولايات المتحدة، وChemChina، التي اشترت Syngenta في عام 2017، في الصين.

ولم يؤدِ تجمع الابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل في أيدي عدد قليل من الشركات إلى انخفاض الأنشطة الابتكارية في هذا المجال.[41]

ويسرد الجدول 2.4 مجموعة مختارة من التحالفات، بما فيها عمليات دمج واستحواذ، الخاصة بالشركات المتعددة الجنسيات العاملة في مجالَي البذور والكيماويات الزراعية. ويبيِّن كيف أصبح القطاع أكثر تركيزاً منذ التسعينيات.

الحاجة إلى التعاون بين القطاعين العام والخاص

أجرى Zilberman وآخرون (1997) دراسة استقصائية لشركات التكنولوجيا الأحيائية النباتية في الولايات المتحدة، ووجدت العديد من حالات التعاون بين القطاعين العام والخاص. وأفادوا بوجه خاص بأنه في معظم أنماط الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية النباتية، توصلت الجامعات إلى اكتشاف مهم ثم قام القطاع الخاص بتطوير الابتكار وتسويقه. ويستمر هذا النمط من التعاون بين القطاعين العام والخاص.

وقامت الشركات المتعددة الجنسيات الكبيرة العاملة في مجالَي الكيماويات والبذور بتسويق وزراعة كل المحاصيل المحورة وراثياً الرئيسية التي استولدت عن طريق التحوير الوراثي في السنوات الأولى.[42] وكان الاستثناء الوحيد هو القطن من فصيلة العَصَوِيَّة التُّورِنْجِيَّة، الذي استولدته مؤسسة بحوث عامة صينية هي مركز البحوث التكنولوجية الأحيائية التابع لأكاديمية الصين للعلوم الزراعية في شنزن. ومع ذلك، استهل المركز مشروعاً مشتركاً مع شركات Monsanto وDeltag وPinelandg الأمريكية ومجموعة Hebei Provincial Seed الصيني لإطلاق تلك الفصيلة من القطن في السوق. وأتيح هذا المحصول المحور وراثياً للمزارعين الصينيين في عام 1997.[43]

وإن الحاجة إلى الوصول إلى الأصول التكميلية في الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية تستلزم التعاون بين المبتكرين. وقد يتطلب تسويق الأعمال البحثية للجامعات أو مؤسسات البحث العامة، سواء في الاقتصادات المتقدمة أو النامية، مزيداً من المساعدة من القطاع الخاص. وكان الحال كذلك بالنسبة للقطن الصيني من فصيلة العَصَوِيَّة التُّورِنْجِيَّة والعديد من المشاريع البحثية المشتركة بين مختبرات البحوث الجامعية والشركات الخاصة.

وفي العديد من الاقتصادات النامية، توجد حالات قليلة من التعاون بين الأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية وكبرى الشركات المتعددة الجنسيات لاستيلاد المحاصيل المحورة وراثياً التي تتكيف مع المنطقة.[44] وقد تحتاج هذه المؤسسات العامة إلى أدوات مسجَّلة الملكية في مجال البحوث التكنولوجية الأحيائية من أجل إجراء أعمالها البحثية ومن ثم ستحتاج إلى تعاون مالكي الملكية الفكرية. ومن الأمثلة على ذلك الحصول على تراخيص التكنولوجيات المسجلة الملكية لدى شركات خاصة.[45] وكذلك شراء تكنولوجيا

بتكلفة متفق عليها. وقد يُدفع المقابل المادي للشركات بأموال تجمعها بلدان مانحة. وقد يُتاح التعاون بين المركز الدولي للبحوث الزراعية والشركة الخاصة دون مقابل للاقتصادات النامية أو مقابل إتاوات معقولة.[46] وعلى سبيل المثال، اتفق مركز Potato الدولي في بيرو مع مؤسسة Plant Genetics Systems – وهي شركة بلجيكية استحوذت عليها Bayer CropScience - على استخدام جينات الفصيلة القطن من فصيلة العَصَوِيَّة الثُّورِنْجِيَّة لتجربة بطاطا معدَّلة وراثياً.[47]

وقد تتعاون الشركات الخاصة مع الأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية والمراكز الدولية للبحوث الزراعية في بحوث مقابل حقوق تجارية استئثارية على أي تكنولوجيا ناتجة في الأسواق المتقدمة. وسيُكون للبلدان النامية الحق في النفاذ إلى التكنولوجيات الناتجة لقاء مقابل تفضيلي. وقد يوجد أيضاً نهج مختلط بشأن الملكية الفكرية حيث تلتمس الشركة الخاصة البراءات في الأسواق المتقدمة فقط.

واستهل القطاع الخاص أيضاً أنشطة تعاون. فعلى سبيل المثال، قد تحتاج شركات علوم الحياة الكبيرة إلى الوصول إلى مجموعات مختلفة من الجبلات الوراثية التي تديرها مختلف المراكز الدولية والأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية من أجل تحقيق المزيد من الابتكار. وتمتلك المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR) مجموعة من الجبلات الوراثية التي التزمت بالحفاظ عليها في الملك العام. ويمكن أن يساعد النفاذ إلى تلك المجموعة من المواد الوراثية في استزراع أنواع مختلفة من المحاصيل المحورة وراثياً من أجل استخدامها في مناطق عديدة من العالم.

وإن الحاجة المتزايدة للتعاون بين القطاعين العام والخاص تنطوي على بعض التغييرات في استخدام الملكية الفكرية. إذ اعتادت مؤسسات البحث في العديد من الاقتصادات الناشئة أن تتجنب الاعتماد على نظام الملكية الفكرية وركزت عوضاً عن ذلك على ضمان سهولة تبادل المعرفة. ولقد تغير هذا الموقف. إذ يتطلب التعاون بين القطاعين - إما للمساعدة في التسويق (للمؤسسات البحثية) أو كمصادر للجبلات الوراثية والأصناف (للقطاع الخاص) - اتباع نهج مختلط في استخدام أشكال الملكية الفكرية.

وتبيِّن الأدلة التي تم جمعها من وثائق البراءات ارتفاع عدد حالات التعاون بين القطاعين العام والخاص. وفي المتوسط، 18 في المئة فقط من براءات التكنولوجيا الأحيائية النباتية تكون اختراعات ذات تطبيقات مشتركة.[48] ومع ذلك، فإن هذا يقلل من أهمية أنشطة التعاون. ولا تؤدي جميع أشكال التعاون إلى اختراعات محمية بموجب براءة ولا تبيِّن الأعداد بدقة حالات التعاون بين الفروع التابعة لشركات متعددة الجنسيات كبيرة الحجم في مواقع مختلفة لأن المقر وحده هو الذي يظهر كمودع في العديد من طلبات البراءات التي تودعها شركات متعددة الجنسيات. وفضلاً عن ذلك، تتم بعض عمليات التعاون بين القطاعين العام والخاص خلال مرحلة التسويق، كما هو الحال أثناء التجارب الميدانية، ولا يتم استيعابها عامةً إما عن طريق بيانات البراءات أو المنشورات العلمية.

ويوضح الشكل 3.4 عدد الطلبات المشتركة التي تشمل القطاعين العام والخاص. ويظهر الاتجاه زيادة في حصة البراءات المودعة لدى مودع واحد على الأقل من القطاع العام منذ عام 1999.

شهدت الصناعة تركيزاً كبيراً

الجدول 2.4 مجموعة مختارة من التحالفات في القطاع، 1996-2016

Bayer [ألمانيا] تشتري Monsanto [الولايات المتحدة] (2016)

Monsanto [الولايات المتحدة] (مدمجة مع Pharmacia في مارس 2000؛ انفصلت تماماً في أغسطس 2002)

التكنولوجيا الأحيائية

- Agracetus [الولايات المتحدة] (1995)
- Calgene [الولايات المتحدة] (1996)
- Ecogen [الولايات المتحدة] (2003)
- مشروع مشترك مع Millennium Pharmaceuticals [الولايات المتحدة] (1998)
- Paradigm Genetics [الولايات المتحدة] (2000)، تغير الاسم إلى Icoria (2004)

البذور

- DeKalb [الولايات المتحدة] (1996)
- Asgrow [الولايات المتحدة] (1997)
- Holden's Foundation Seeds [الولايات المتحدة] (1997)
- Cargill International Seeds، Plant Breeding International [الولايات المتحدة] (1998)
- Delta & Pine Land [الولايات المتحدة] (تحالف، 1994؛ اشتُري في 2007)
- Sensako [جنوب أفريقيا] (2002)؛ Carnia [جنوب أفريقيا] (2002)؛ ادمجا لاحقاً في مجموعة DaKalb
- Seminis [الولايات المتحدة] (2005)
- Emergent Genetics [الولايات المتحدة] (2005)
- استحواذ على De Ruiter [هولندا] (2008)؛ و.Peotec Seeds S.r [إيطاليا] (2008) عن طريق Seminis

Bayer (اشترت Aventis CropScience في 2001) [ألمانيا]

الكيماويات الزراعية

- اندماج Hoechst [كيماويات، ألمانيا] وSchering [مستحضرات صيدلانية، ألمانيا] في Hoechst Schering AgrEvo (1994) [داسلدورف، ألمانيا]
- اندماج Hoechst (Agrevo) وRhône-Poulenc [مستحضرات صيدلانية، فرنسا] (وقسماهما للكيماويات الزراعية) في Aventis CropScience (1999)
- Bayer تشتري Aventis CropScience في أغسطس 2002

التكنولوجيا الأحيائية

- Plant Genetics Systems (استحوذت عليها AgrEvo في 1996؛ وأصبحت جزءاً من Monsanto في 2002) [بلجيكا]
- PlanTech [اليابان] (1999)
- Lion Biosciences (11.3%، 1999)
- Limagrain (اشترت نشاط البذور الكندية؛ 2001) [فرنسا]

البذور

- Nunhems [هولندا]، Vanderhave [هولندا]، Plant Genetic Systems [بلجيكا]، Pioneer وVegetable Genetics وSunseeds (1997) [الولايات المتحدة]
- Nunza (خضراوات)، وProagro (الهند) وشركتا بذور برازيليتان (1999)
- Fibermax (مشروع مشترك مع شركة Cotton Seed في أستراليا، 2000)

المصدر: بيانات محدَّثة بالاستناد إلى Pray و(2003) Naseem.

ChemChina [الصين] تشتري Syngenta [سويسرا] (2017)

Syngenta [سويسرا]

الكيماويات الزراعية

- اندماج Ciba-Geigy وSandoz لتشكيل Novartis [سويسرا] (1996)
- Novartis [سويسرا] تشتري شركة Merck المتخصصة في المبيدات بمبلغ 910 ملايين دولار (1997)
- اندماج قسم الزراعة في Novartis [سويسرا] وقسم الكيماويات الزراعية لشركة AstraZeneca [المملكة المتحدة] لتشكيل Syngenta [سويسرا] (1999)

التكنولوجيا الأحيائية

- Zeneca Ag. [المملكة المتحدة] اشترت Modern International N.V. [هولندا] (1997)
- تحالف مع Japan Tobacco [اليابان] بشأن الأرز (1999)
- تحالف مع Diversa [الولايات المتحدة] (2003)
- Zeneca [مستحضرات صيدلانية، المملكة المتحدة] تشتري PSA Genetics (عن طريق فرع Garst، 1999)

البذور

- اندماج بين NorthrupKing وCiba Seeds S&G Seeds وHilleshog and Rogers Seed Co. في مجموعة واحدة (1997)
- Imperial Chemical Industries (مستحضرات صيدلانية وكيماويات زراعية) [المملكة المتحدة] تنقسم إلى Zeneca (بما فيها ICI Seeds) و(1993) ICI PLC
- Garst [الولايات المتحدة] تحولت إلى شركة Zeneca (1996)
- Zeneca [المملكة المتحدة] عن طريق Garst [الولايات المتحدة] تشتري Agripro Seeds [الولايات المتحدة] (1998)، و(2000) Gutwein Seeds

Corteva Agriscience [الولايات المتحدة] أنشئت في عام 2019 من اندماج DuPont وDow (2015)

Dow Chemical [الولايات المتحدة]؛ Dow AgroSciences [الولايات المتحدة]

الكيماويات الزراعية

- Dow تشتري حصة Eli Lilly's [الولايات المتحدة] البالغة 40% من Dow Elanco بمبلغ 900 مليون دولار (1997)
- Haas Agriculturalو Rohm Chemicals [الولايات المتحدة] (2001)

التكنولوجيا الأحيائية

- Mycogen [الولايات المتحدة] (1996)
- شركة Ribozyme Pharmaceuticals [الولايات المتحدة] (1999)
- عقد مع Proteome Systems Limited [أستراليا] (1999)

البذور

- Mycogen تشتري Agrigenetics [الولايات المتحدة] (1992)
- United AgriSeeds [الولايات المتحدة] تصبح جزءاً من Mycogen (1996)
- مشروع مشترك مع Mycogen [الولايات المتحدة] وBoswell [الولايات المتحدة] في مجال بذور القطن لتشكيل Phytogen (1998)
- مشروع مشترك مع Danisco Seeds [الدانمرك] (1999)
- اتفاق مع Illinois Foundation Seeds [الولايات المتحدة] (1999)
- Cargill Hybrid Seeds [الولايات المتحدة] (2000)

DuPont [الولايات المتحدة]

التكنولوجيا الأحيائية

- تحالف مع Human Genome Sciences [الولايات المتحدة] (1996)
- تحالف مع Curagen [الولايات المتحدة] (1997)
- اشترت Maxygen من Verdia [الولايات المتحدة] بمبلغ 65 مليون دولار (2004)

البذور

- Pioneer [الولايات المتحدة] (1997، 20%)
- Hybrinova [فرنسا] (1999)

BASF [ألمانيا]

الكيماويات الزراعية

- اشترت شركة عاملة في مجال المبيدات العشبية للذرة من Sandoz [سويسرا] (1996)
- American Cyanamid [الولايات المتحدة]، فرع حماية المحاصيل من American Home Products بمبلغ 3.8 مليار دولار أمريكي (2000)

التكنولوجيا الأحيائية

- مشروع مشترك بين Institute of Plant Genetics وCrop Research [ألمانيا] لإنشاء SunGene [ألمانيا] (1998)
- مشروع مشترك مع Max Planck Institute [ألمانيا] وMetanomics [ألمانيا] (1997)

البذور

- اشترت 40% من Svalöf Weibull [السويد] (1999)

2.4 واقع الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية النباتية

ينتشر واقع الابتكار العالمي للتكنولوجيا الأحيائية النباتية على نطاق واسع نسبياً في جميع أنحاء العالم. ويوضح الشكل 4.4 مشهد الابتكار باستخدام ناتجين للأنشطة الإبداعية هما البراءات والنشر العلمي في شكل مقالات وكتابات المؤتمرات (انظر الفصلين 1 و2) للفترتين الزمنيتين 1998-2007 (الأعلى) و2008-2017 (الأسفل).

ويوضح تطور المناطق الابتكارية في القطاع وكيف تميل البراءات والنشر إلى التزامن على الأقل فيما يخص التجمعات الرائدة في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية. والبلدان الأربعة الرائدة في الأنشطة الابتكارية في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية هي الصين وألمانيا واليابان والولايات المتحدة مع انضمام سويسرا إلى قائمة البلدان الخمسة الرائدة في مجال البراءات وفرنسا فيما يخص المنشورات العلمية.

وإضافة إلى ذلك، يوضح الشكل 4.4 أيضاً كيف تميل بعض المناطق نحو تسجيل البراءات، في حين تميل مناطق أخرى نحو النشر العلمي. وتشهد الولايات المتحدة وأوروبا واليابان والصين المزيد من إيداعات البراءات، في حين تنطوي البلدان النامية عامةً على المزيد من المناطق التي تنتج منشورات علمية.[49]

ويمكن أن يكون الاختلاف كبيراً جداً في النواتج الابتكارية الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية كما هو مبيَّن في الشكل 4.4 فيما يخص البراءات والمنشورات العلمية. ويوجد سببان لذلك.

أولاً، يخضع تسجيل براءات التكنولوجيا الأحيائية النباتية لمعايير مختلفة بحسب البلدان. ومن ثم، فإن استخدام البراءات كمؤشر وحيد لابتكار التكنولوجيا الأحيائية النباتية قد يغفل الأعمال البحثية المهمة التي يضطلع بها العلماء في البلدان التي تكون فيها إمكانات إيداع البراءات محدودة.

وثانياً، تُستخدم الاختراعات المحمية بموجب براءة والمنشورات العلمية لقياس الأنشطة الابتكارية، ولكن توجد اختلافات مهمة. فعلى سبيل المثال، قد تكون الاختراعات التي تم الكشف عنها بموجب متطلبات تسجيل البراءات أقرب إلى مرحلة التسويق من البحوث المنشورة في المنشورات العلمية والتي قد تكون أكثر "استباقية" وذات صلة بالعلوم.[50] وفضلاً عن ذلك، فإن معظم الأنشطة الابتكارية في الولايات المتحدة يقوم بها القطاع الخاص الذي يميل إلى الاعتماد على البراءات؛ وأما في الصين، فتعدّ الجامعات والمؤسسات العامة المصادر الرئيسية لتلك الأنشطة.

ويوضح الشكل 5.4 التجمعات الدولية والوطنية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية في جميع أنحاء العالم. وتُحدَّد هذه التجمعات بحسب التقارب الجغرافي الكبير نسبياً للمخترعين والمؤلفين في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية في مختلف البلدان (التجمعات الدولية) وداخل البلدان (التجمعات الوطنية).

ويبرز الإطار 2.4 الطريقة المستخدمة لتحديد هذه التجمعات. ويؤكد أن تجمعات التكنولوجيا الأحيائية النباتية الدولية هي وحدها التي يمكن مقارنتها على مستوى البلدان، في حين لا يمكن مقارنة التجمعات الوطنية سوى على مستوى المناطق داخل البلد الواحد.

وتبيِّن التجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية مدى التنوع الجغرافي للابتكار. وتشمل التجمعات ثلاث قنوات رئيسية للابتكار، وهي الولايات المتحدة وأوروبا ودول شرق آسيا واليابان وجمهورية كوريا. وتشمل الهند وإسرائيل والصين وسنغافورة في آسيا وأستراليا في أوقيانوسيا والأرجنتين والمكسيك في أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي. ولكن في الوقت نفسه، تبيِّن هذه التجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية التجمعات المقابلة المتخصصة في التكنولوجيا الأحيائية.

ولا توجد تجمعات دولية في كل البلدان التي تتسم بأنشطة ابتكارية كبيرة. فالبرازيل مثلاً اقتصاد نام رائد له أنشطة ابتكارية مهمة في المجال دون تجمع دولي. والسببّ الرئيسي لذلك هو أن أنشطتها الابتكارية في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية تنتشر في سبع مناطق مختلفة لا تصل بشكل فردي إلى الحدود الدنيا من إنتاج البراءات والمقالات العلمية (انظر الإطار 2.4). وتشترط الشركة البرازيلية للبحوث الزراعية (EMBRAPA) – وهو النظام الوطني للبحوث الزراعية في البرازيل – نشر الأنشطة البحثية في مختلف المجامع البحثية وعدم تركيزها في المكتب الرئيسي الواقع في برازيليا.

ويمكن استخلاص استنتاجين بارزين من حصر التجمعات الدولية والوطنية المعنية بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية في العالم. أولاً، توجد فجوة بين المناطق الحضرية والريفية فيما يخص مواقع مراكز الابتكار ونوع الزراعة الذي يستهدفه الابتكار.[51] وقد وُضعت المفاهيم والبحوث الخاصة بأغلب الابتكارات في قطاع التكنولوجيا الأحيائية النباتية وطُوِّرت في المناطق الحضرية عوضاً عن المناطق الزراعية. ومع ذلك، تُجرى تجارب ميدانية في المناطق الريفية التي قد تتطلب بعض الأنشطة الابتكارية لتكييف المحاصيل المعدَّلة وراثياً مع الظروف البيئية الإيكولوجية المحلية – أي مع التركيبات المحلية للتربة وشكل الأرض والخصائص المناخية.[52]

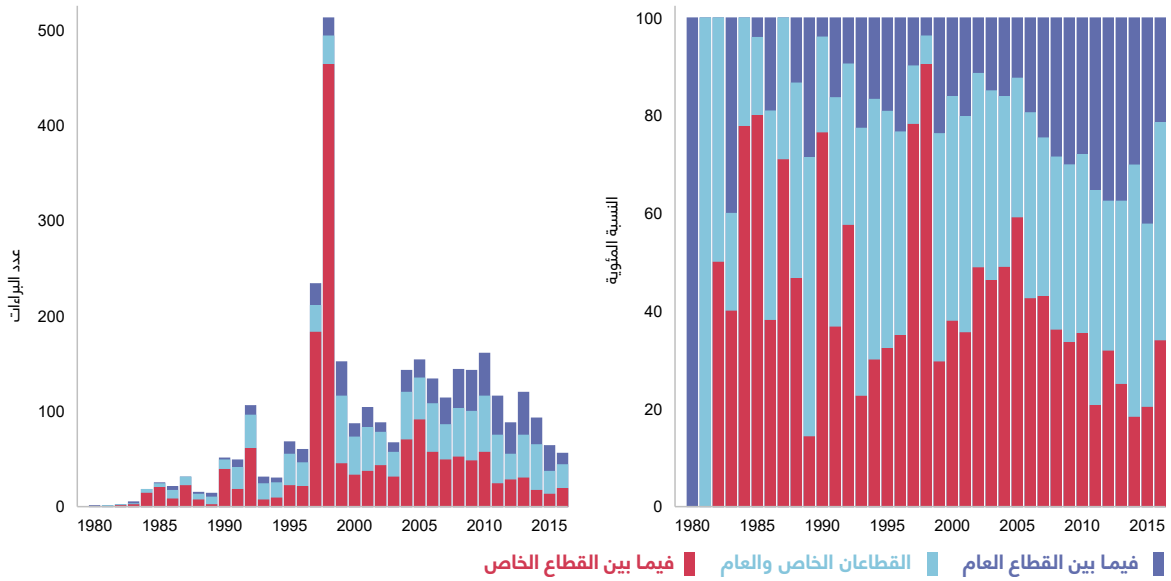
ويبيِّن الشكل 6.4 التجمعات الدولية والوطنية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية مقارنةً بمناطق المحاصيل (المظللة باللون الأخضر) في أربع مناطق من العالم هي أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا وأمريكا اللاتينية. وتميل أغلب التجمعات الدولية إلى أن تكون في المناطق الحضرية. ففي الولايات المتحدة مثلاً، تقع تلك التجمعات في أماكن مثل سان خوسيه وبوسطن ونيويورك.

ومع ذلك، توجد بعض التجمعات المتاخمة لمناطق المحاصيل. ولا تكون مواقع تلك التجمعات محض الصدفة. وتقع غالبية تلك التجمعات في الجامعات الرئيسية المعنية بالزراعة مثل كليات لاند غرانت في الولايات المتحدة كما ذُكر سابقاً. ومن الأمثلة البارزة على ذلك منطقة "دي موان" في ولاية أيوا التي تعد منطقة زراعية وتجمعاً دولياً للتكنولوجيا الأحيائية النباتية في آن واحد. وتقع في هذه المنطقة جامعة أيوا الحكومية وجامعة لاند غرانت وPioneer Hi-Bred - وهي إحدى الشركات الناشئة المتخصصة في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية.

وبالنسبة للعديد من الاقتصادات النامية، فإن التجمعات الدولية والوطنية المعنية بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية تكون قريبة من

الابتكار في القطاع الخاص هو المحرك الرئيسي لابتكارات التكنولوجيا الأحيائية الزراعية، ولكن يتزايد التعاون بين القطاعين العام والخاص وفيما بين هيئات القطاع العام

الشكل 3.4 التوجه في نوع الطلبات المشتركة للبراءات بحسب العدد (اليسار) والحصة (اليمين)، 1980-2016



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات (انظر الملاحظات التقنية).

أنظمتها الوطنية للبحوث الزراعية التي تميل إلى الوقوع في المناطق الزراعية. ويقع المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح (CIMMYT) في تكسكوكو على بعد ساعة تقريباً من مكسيكو سيتي في حين أن بوينس أيرس تستضيف المعهد الوطني للتكنولوجيا الزراعية (INTA) في الأرجنتين. ويقع المعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق شبه القاحلة – وهو مجموعة استشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR) – في باتانشيرو بالقرب من حيدر أباد في الهند، في حين يقع المعهد الدولي للبحوث الزراعية في لوس بانوس بالفلبين على بعد ساعة تقريباً من مدينة داسمارياناس. وفي البرازيل، تواكب التجمعات الوطنية مواقع الشركة البرازيلية للبحوث الزراعية (EMBRAPA). وتقع كل هذه الأنظمة الوطنية للبحوث الزراعية في حدود 50 كم من التجمعات الوطنية للتكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل.

ومن المحتمل أن يؤدي وجود هذه المؤسسات الزراعية إلى إنشاء منظومات إقليمية تفضي إلى شركات ناشئة ومرافق بحث وتطوير في القطاع. ويظهر Samad و(2020) Graff أن أهم عامل لعدد الاختراعات التي ستولد في منطقة معينة هو عدد الاختراعات التي ولدتها تلك المنطقة في الماضي. وتمثل هذه العلاقة الطبيعة "الحساسة" للاستثمارات الثابتة في البنى التحتية الإقليمية للمعارف ورأس المال البشري – وواقع أن المعرفة – خلافاً للمعلومات – لا تُنقل بسهولة بين المواقع فضلاً عن الطبيعة المحلية لمواقع انتشار المعرفة (انظر الفصل 1).

ثانياً، تتركز معظم التجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية في المناطق الحضرية. ويوضح الشكل 7.4 موقع هذه التجمعات الدولية إلى جانب بؤر الابتكار العالمية والتجمعات الخاصة المتخصصة، على النحو المحدد في الفصل 2 من هذا التقرير.

وتحدد عوامل التكتل القوية مواقع المناطق الابتكارية في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية. وبالتجمع في المناطق التي تشهد أنشطة ابتكارية قوية، سواء كانت في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية أم لا، يتمكن الباحثون من القطاعين العام والخاص من الاستفادة من انتشار المعارف (انظر الفصل 2). فيمكنهم مثلاً الاستفادة من تواجد قطاعات ابتكارية أخرى وعمالة مهرة متخصصة، مما قد يساهم في التقدم التكنولوجي في قطاع التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل.[53]

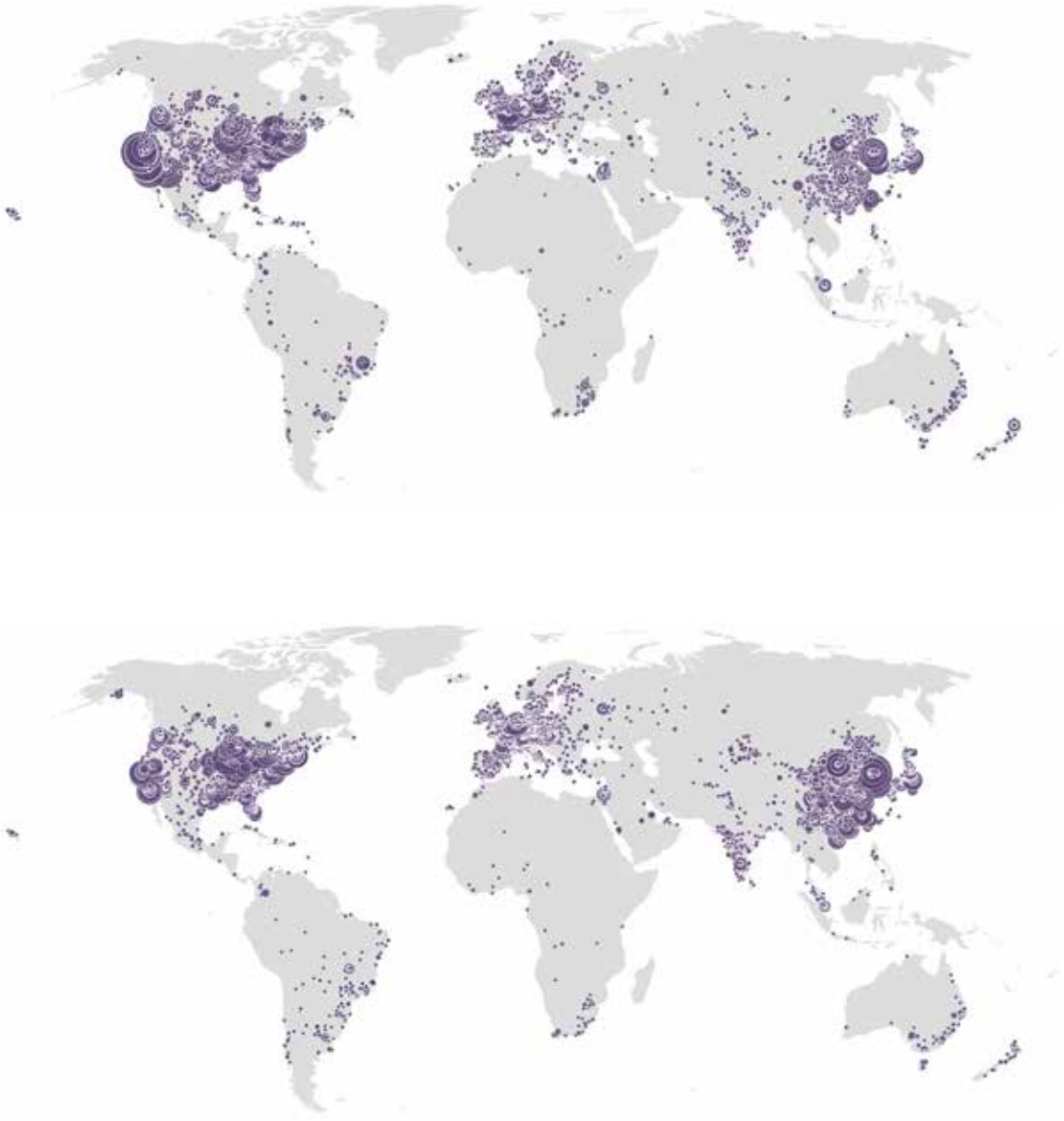
3.4 شبكة الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية النباتية

تقع تجمعات الابتكار الرئيسية في مجال التكنولوجيا الأحيائية الزراعية، بطبيعة الحال، في البلدان الرائدة التي تستثمر في البحث والتطوير الزراعيين.

ويقدِّم الشكل 8.4 صورة توضيحية عامة للروابط بين التجمعات الدولية الثلاثين الرائدة استناداً إلى الاختراعات المحمية بموجب براءة (اليسار) والمنشورات العلمية (اليمين) في الفترة 2010-2017. وتستند هذه الروابط إلى الاختراعات والمؤلفات المشتركة في مختلف المناطق. ويمثل حجم الفقاعات في الشكل حجم الاختراعات المحمية بموجب براءة (أو المنشورات العلمية) في

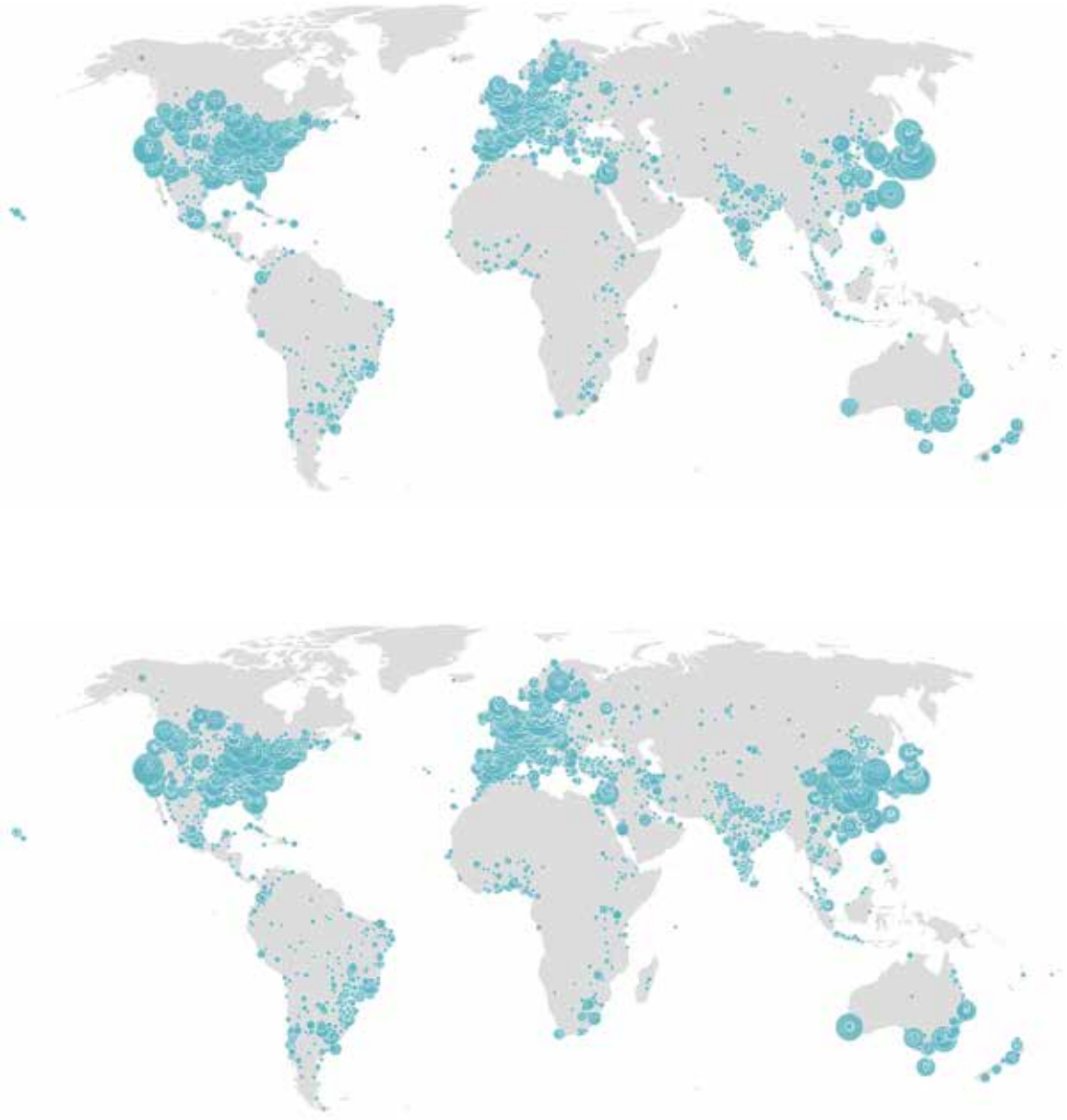
كان توزيع ابتكارات التكنولوجيا الأحيائية الزراعية واسعاً نسبياً منذ بداية الألفينيات

الشكل 4.4 توزيع مراكز ابتكار التكنولوجيا الأحيائية النباتية حسب تسجيلات البراءات (يسار) والنشر (يمين)، 1998-2007 (أعلى) و2008-2017 (أسفل)



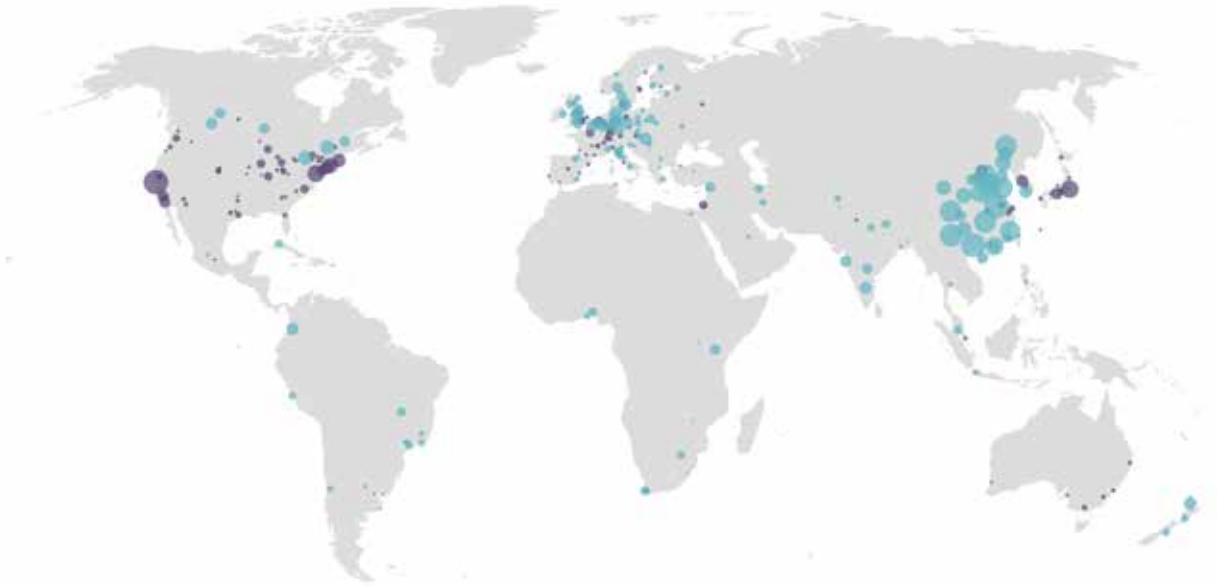
عدد البراءات المنشورات العلمية

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: يتوافق حجم الفقاعات مع الحجم النسبي لمنشورات البراءات والمنشورات العلمية على التوالي.



تجمعات التكنولوجيا الأحيائية الزراعية منتشرة في جميع أنحاء العالم

الشكل 5.4 التوزيع العالمي لتجمعات الابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية، 1970–2017



التجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية التجمعات الوطنية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).

تجمع ما، في حين يمثل سمك الخطوط تواتر التفاعلات بينها. وتشير ألوان الفقاعات إلى بلدان انتماء التجمعات.

وتستضيف الولايات المتحدة وكندا وأوروبا، وبخاصةٍ ألمانيا وفرنسا وهولندا والدانمرك والمملكة المتحدة وبلدان شرق آسيا (اليابان وجمهورية كوريا والصين) أغلب التجمعات الدولية للابتكارات المحمية بموجب براءة في مجال التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل.[54] وعلى غرار التكنولوجيا الأحيائية، لا تكون المسافة بالضرورة المعيار الرئيسي للروابط بين التجمعات.

وعلى سبيل المثال، يتفاعل المخترعون في أكبر التجمعات الدولية الواقعة في سان خوسيه ونيويورك (المسافة بينهما 4724 كم تقريباً) أكثر من سان خوسيه مع سان دييغو (المسافة بينهما 739 كم تقريباً). ويشترك المخترعون في روتردام بهولندا في الاختراعات أكثر من المخترعين في سان دييغو مقارنةً بالمخترعين في أيندهوفن.

وتتبع التجمعات الدولية القائمة على المقالات العلمية المنشورة نمطاً مماثلاً. ومع ذلك، فإن حجم التجمعات وتفاعلاتها أكثر تنوعاً وكثافة. ويقع أكبر تجمعين قائمين على المنشورات في بيجين وطوكيو. ولا تتبوأ تجمعات الولايات المتحدة المكانة البارزة نفسها مثلما هو الحال في مجال البراءات.

ومع ذلك، فإن الولايات المتحدة لديها حتى الآن أكثر التجمعات الدولية استناداً إلى مؤشرَي قياس الابتكار كما يلي: 16 تجمعاً يستخدم البراءات و8 تجمعات تستخدم المنشورات العلمية. وتليها ألمانيا بثلاثة تجمعات دولية على أساس البراءات والصين بعدد ستة تجمعات دولية وفقاً لمقاييس المنشورات العلمية.

ويشير مقياسا تجمعات التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل القابلة للمقارنة دولياً إلى الولايات المتحدة باعتبارها أساسية للابتكار في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية. وإن أحد أسباب أهمية الولايات المتحدة في التجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية هو كمية ونوعية المخترعين والباحثين المتخصصين فيها. وعند النظر إلى أماكن إقامة معظم المخترعين، وخاصةً عندما تكون تلك الأماكن مختلفة عن أماكن إقامة مودعي طلبات البراءات، فإننا نلاحظ الموقع المركزي المطلق للولايات المتحدة بوصفه مكان العثور على الباحثين في مجال التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل.

ويوضح الشكل 9.4 موقع الباحثين في التكنولوجيا الأحيائية النباتية من خلال استغلال المواقع المختلفة للمودعين (اليسار) والمخترعين (اليمين) المتعلقين ببراءة ما. ويبيِّن الجانب الأيسر الروابط بين أزواج المودعين والمخترعين في الفترة 1970-1999 في حين يخص الجانب الأيمن الفترة 2000-2017. وتشير الخطوط التي تربط المودعين بالمخترعين تشير إلى قوة الروابط: فكلما زادت سماكة الخط زاد التفاعل.

الإطار 2.4 تحديد التجمعات الدولية والوطنية للتكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل

ينطوي تحديد التجمعات الدولية والوطنية للتكنولوجيا الأحيائية الزراعية على ثلاث خطوات على الأقل.

الخطوة 1: تحديد البراءات والمنشورات العلمية في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية

البراءات: استخدام مزيج من نظامَي تصنيف تكنولوجي دوليين - أي رموز التصنيف الدولي للبراءات ورموز التصنيف التعاوني للبراءات وكلمات مفتاحية للوصول إلى التكنولوجيا الأحيائية الزراعية الخاصة بالمحاصيل (انظر الملاحظات التقنية للاطلاع على قائمة الرموز الكاملة والكلمات المفتاحية المستخدمة في استراتيجية البحث). وتشمل فئات براءات المحاصيل ما يلي: "1" تحسين المحاصيل وراثياً؛ "2" ومكافحة الآفات في المحاصيل؛ "3" وخصوبة التربة؛ "4" وتغيّر المناخ.

المنشورات العلمية: استخدام مزيج من المجلات العالمية المشهورة في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية وكلمات مفتاحية وجيهة في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية (انظر الملاحظات الفنية للحصول على مزيد من التفاصيل).

الخطوة 2: الترميز الجغرافي لعناوين المخترعين والمؤلفين

إن عناوين أصحاب البراءات ومؤلفي المقالات العلمية المتعلقة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية مرمزة جغرافية ومجمعة بيانياً. وتُستخدم عناوين المخترعين المقيمين، كما هو مبيَّن في وثائق البراءات، في حين لا يُكشف عادةً عن عناوين مؤلفي المنشورات العلمية وإنما يُستخدم موقع جهات عمل هؤلاء المؤلفين.

الخطوة 3: التمييز بين التجمعات الوطنية والدولية

بمجرد تحديد موقع الاختراعات المحمية بموجب براءة والمنشورات العلمية، يُستخدم مستويان مختلفان لتحديد التجمعات الدولية والوطنية. فبالنسبة للتجمعات الدولية، تُراعى أسر البراءات الخارجية التوجه فضلاً عن المقالات العلمية المنشورة. ويجب أن تكون هذه البراءات إما مودعة لدى مكتب للملكية الفكرية مختلف عن محل إقامة المودع أو في مكتب أجنبي للملكية الفكرية أو أكثر - أي في مكتب وطني للملكية الفكرية ومكتب أجنبي للملكية الفكرية. وتُعتبر البراءات المودعة لدى مكتب براءات دولي، مثل المكتب الأوروبي للبراءات أو عن طريق نظام معاهدة التعاون بشأن البراءات، أسر براءات خارجية التوجه.

وبالنسبة للتجمعات الوطنية، تُستخدم جميع أسر البراءات إلى جانب المنشورات العلمية. وتشمل أسر البراءات البراءات الأحادية التي لا تودع سوى في مكتب الملكية الفكرية التابع لبلد إقامة المودع.

ويعتمد التصنيف كتجمع دولي على مستوى أدنى عالمي يجمع بين البراءات الخارجية التوجه والمنشورات العلمية. وتستند التجمعات الوطنية فقط إلى مستوى قطري أدنى محدد.

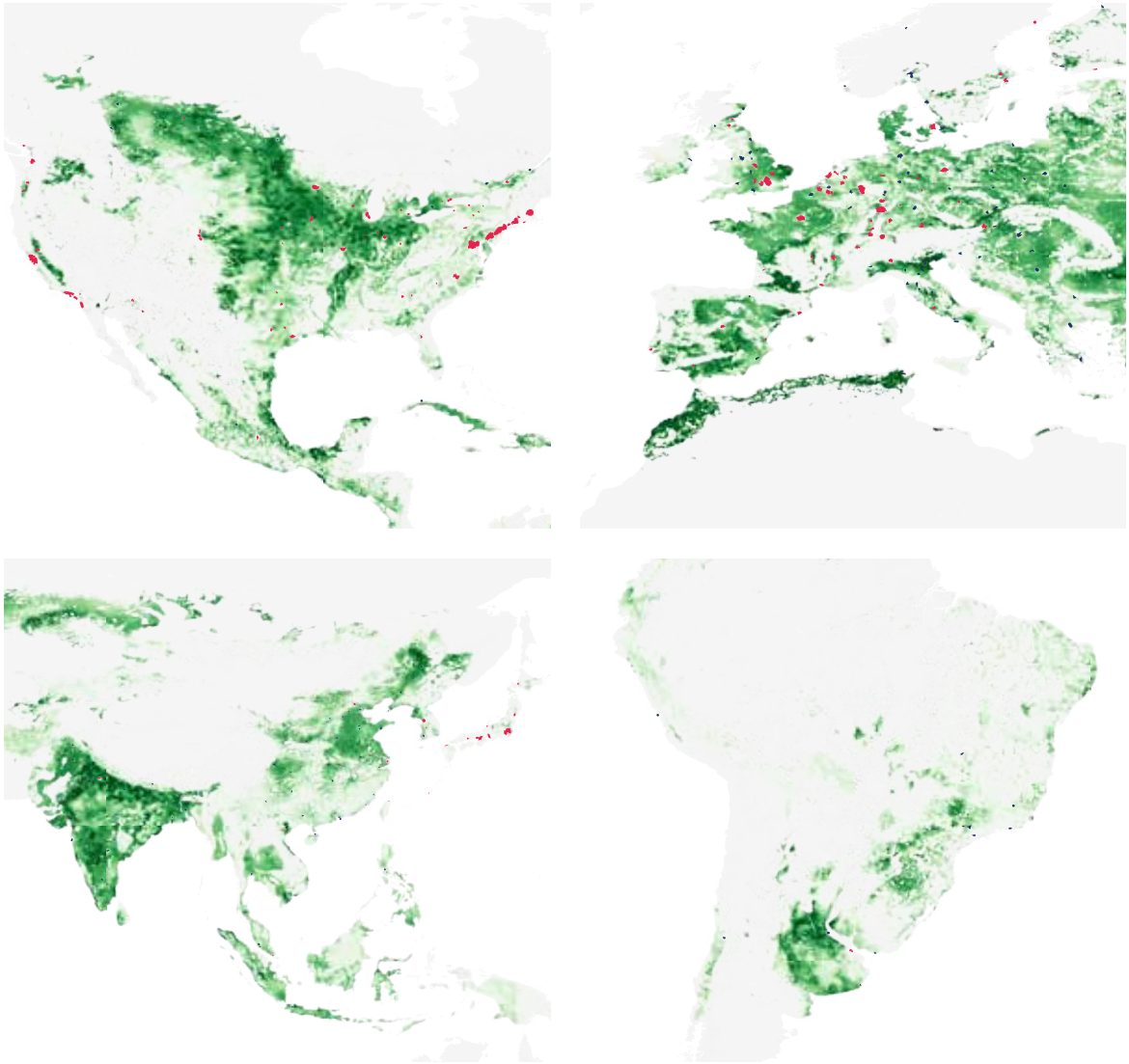
ولذلك، تختلف التجمعات الدولية عن التجمعات الوطنية بطريقتين رئيسيتين. أولاً، يراعي عد التجمعات الدولية أسر البراءات الخارجية التوجه فقط. وفي المقابل، تقوم التجمعات الوطنية على كل البراءات التي أودعها المقيمون في بلد ما، بما في ذلك البراءات الأحادية والبراءات الخارجية التوجه. وثانياً، يستند معيار المستوى الأدنى المحدد على المستوى الدولي إلى متوسط حجم البراءات والمقالات العلمية المنسوبة إلى منطقة واحدة في العالم. ويُقاس الحد الأدنى على المستوى الوطني بمتوسط حجم البراءات والمنشورات العلمية المنسوبة إلى منطقة واحدة في بلد ما.

والتجمعات الدولية وحدها هي القابلة للمقارنة بين البلدان.

ملحوظة: انظر الإطار 1.2 والإطار 2.2 من الفصل 2. وانظر أيضاً المسرد الوارد في مرفق منشور الويبو (2018).

الابتكار يحدث بعيداً عن الأراضي الزراعية

الشكل 6.4 موقع مراكز ابتكار التكنولوجيا الأحيائية النباتية وأراضي المحاصيل



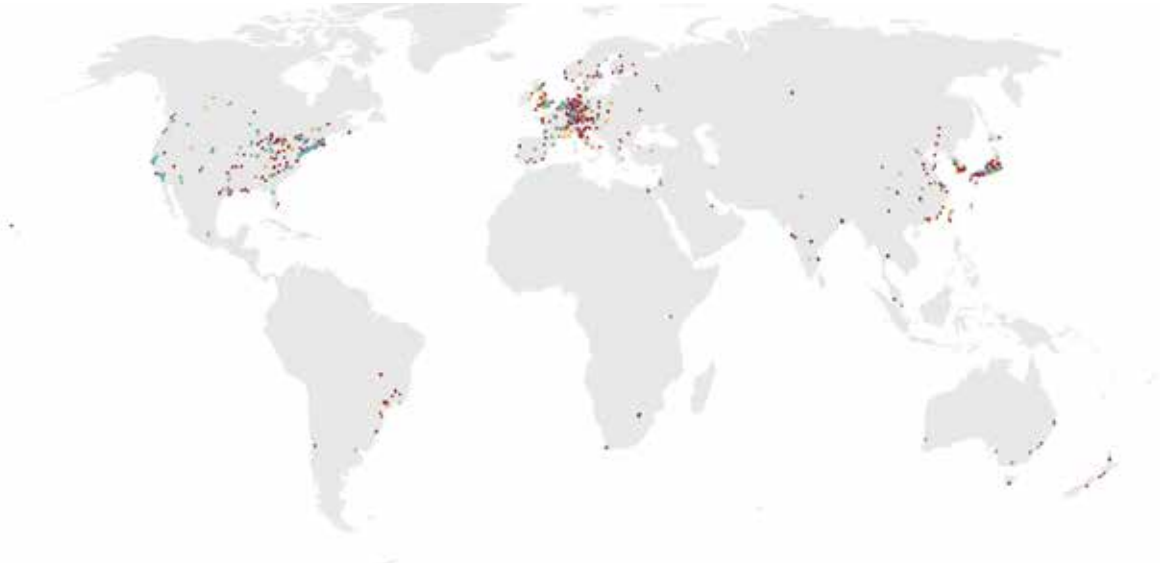
التجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية التجمعات الوطنية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية). وبيانات أراضي المحاصيل مستمدة من Ramankutty وآخرين (2008).
ملحوظة: تشير المناطق الخضراء إلى أراضي المحاصيل والمزارع في عام 2000 تقريباً.

وفي كلتا الفترتين، يبحث العديد من مودعي البراءات خارج الولايات المتحدة عن باحثين وعلماء أمريكيين. وواقع أن الكثير من الاكتشافات المهمة في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية جاءت من الجامعات والمؤسسات العامة في الولايات المتحدة هو أحد الأسباب الكامنة وراء البحث عن العلماء والباحثين الأمريكيين. وقد يكون تفسير آخر أن الشركات الخاصة في الولايات المتحدة كانت في كثير من الأحيان أول من يستثمر استراتيجياً في استكشاف التطبيقات التجارية للتكنولوجيا الأحيائية في مجال النباتات. وتتضافر هذه العوامل لزيادة وزن الولايات المتحدة في شبكة ابتكار التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل.

الأنشطة الابتكارية تميل إلى التجمع، وخاصةً في المناطق الحضرية

الشكل 7.4 التوزيع العالمي للابتكار (بؤر الابتكار العالمية والتجمعات المتخصصة والتجمعات الدولية للتكنولوجيا الأحيائية النباتية)



بؤر الابتكار العالمية | المجموعات الخاصة المتخصصة | التجمعات الزراعية البيوتكنولوجية والصناعة

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).

4.4 مستقبل التكنولوجيا الأحيائية النباتية

ويمكن لثلاثة تطورات جديدة في التكنولوجيا الأحيائية النباتية أن تحول شبكة الابتكار العالمية الحالية. وإن الإنجازات الحديثة في البيولوجيا الجزيئية تفتح آفاقاً بحثية جديدة، ومن ثم تطبيقات للتكنولوجيا الأحيائية النباتية. ومن المرجح أن يؤدي تكييف CRISPR-Cas9 إلى تنشيط البحوث في مجال التحسين الوراثي للمحاصيل والماشية. وفضلاً عن ذلك ومع تزايد توفر تلك التكنولوجيا بأسعار معقولة، فإنها تنطوي على إمكانية "دمقرطة" الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية.[55] وإلى جانب الدور المتزايد للاقتصادات النامية في ذلك الابتكار، فقد يؤدي هذا التقدم إلى تشتيت شبكة الابتكار العالمية بطريقة متوازنة أكثر. ويمكن للتجمعات في مختلف أنحاء العالم أن تقدّم قريباً مساهمات كبيرة تعزز الأمن الغذائي بطريقة فعالة ومستدامة.

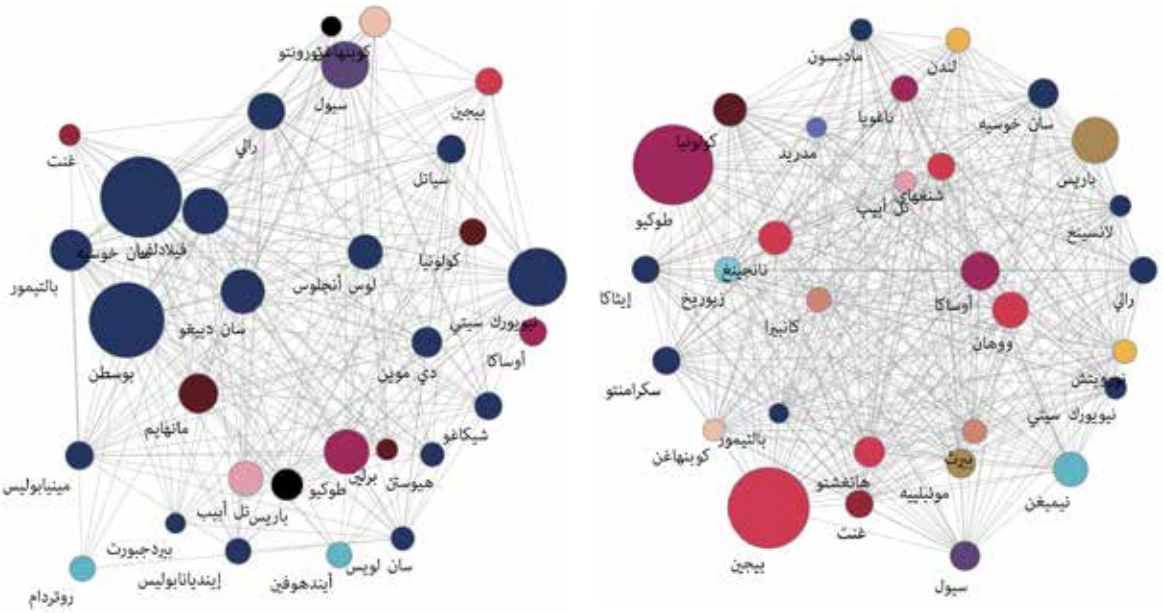
وفضلاً عن ذلك، يمكن للتطبيقات الجديدة لأجهزة الاستشعار والذكاء الاصطناعي لتنظيم القياس الكمي للنمط الظاهري للكائن والسمات الفيزيائية أن تتيح استخلاص روابط أكثر قوة ودقة بين النمط الجيني والسمات الوراثية والنمط الظاهري مما كان ممكناً في السابق. ومع اجتماع القدرة على "قراءة" و"كتابة" و"تعديل" تسلسلات النيوكليوتيدات، تظهر فرص تكنولوجية جديدة لتحسين المحاصيل والماشية وراثياً.

والتطور الثاني الذي قد يغير مشهد الابتكار العالمي ويحسن مشاركة الاقتصادات النامية في شبكة الابتكار العالمية هو التحول الحديث في موقف المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR) بشأن حقوق الملكية الفكرية. [56] ففي الماضي، كانت المجموعة الاستشارية ملتزمة بضمان إمكانية تقاسم عمل أعضائها وإتاحة نواتجه للجميع بعيداً عن الحقوق الاستئثارية للملكية الفكرية. ولقد تغيَّر هذا الموقف. وأدركت المجموعة الاستشارية أهمية التعاون مع القطاع الخاص وبدأت في استخدام حقوق الملكية الفكرية حافزاً للتعاون والشراكات ولتشجيع الابتكار.

وأخيراً، حكمت محكمة العدل الأوروبية في يوليو 2018 أن النباتات المعدَّلة باستخدام تقنيات التعديل الوراثي مثل CRISPR-Cas9 ستخضع للوائح نفسها المطبقة على الكائنات المحورة وراثياً. وإذ تغير تقنية CRISPR-Cas9 تكوين النباتات، أي حمضها النووي، دون إدخال أي مواد خارجية، فقد تُعفى من أحكام تلك اللوائح. ومع ذلك، وجدت المحكمة أن تلك التقنية لا تزال تخضع لتوجيه المفوضية الأوروبية. ويرى العلماء والباحثون أن هذا الحكم قد يؤدي إلى زيادة ابتعاد أنشطة البحث والتطوير الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية عن أوروبا. وفي هذه الحالة، سيغير هذا الحكم واقع الابتكار وشبكات التكنولوجيا الأحيائية النباتية.

الانفتاح أكبر في المنشورات العلمية مقارنةً بالبراءات؟ التعاون بين تجمعات التكنولوجيا الأحيائية النباتية أكثر تواتراً وكثافة في مجال المنشورات العلمية من أنشطة البراءات

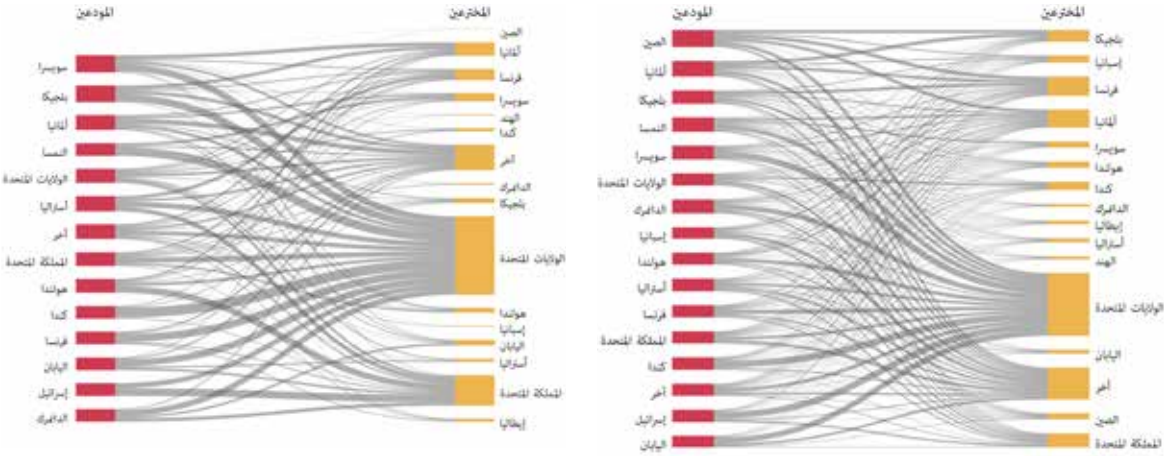
الشكل 8.4 الروابط بين التجمعات الدولية الرائدة الثلاثين في مجال التكنولوجيا الأحيائية بناء على إيداعات البراءات (اليسار) والمنشورات العلمية (اليمين)، 2010-2017



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: يشير حجم الفقاعات إلى الحجم النسبي للبراءات والمنشورات العلمية على التوالي.

الباحثون المتخصصون في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية يميلون إلى أن يكونوا من الولايات المتحدة

الشكل 9.4 مقارنة بين أكبر 10 في المئة من الروابط بين المودعين والمخترعين في البراءات الخارجية التوجه، 1970-1991 (اليسار) و2000-2017 (اليمين)



المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: لا تظهر سوى أسر البراءات الخارجية التوجه. وفضلاً عن ذلك، تظهر الروابط بين المودعين والمخترعين عندما يكون بلد إقامة المودع مختلفاً عن بلد إقامة المخترع.

ملاحظات

1 يستند هذا الفصل إلى Graff وHamdan-Livramento (2019).

2 الطرق التقليدية الأخرى تشمل التهجين والتطعيم.

3 تعريف اتفاقية الأمم المتحدة بشأن التنوع البيولوجي. ويختلف اختلافاً طفيفاً عن منظمة الابتكار في التكنولوجيا الأحيائية (BIO)، وهي جمعية صناعية كبرى. وتعرّف المنظمة التكنولوجيا الأحيائية بأنها "تكنولوجيا قائمة على البيولوجيا – تسخر العمليات الخلوية والجزيئية الأحيائية لتطوير تكنولوجيات ومنتجات تساعد في تحسين حياتنا وصحة كوكبنا" (www.bio.org/what-biotechnology).

4 Graff وآخرون (2003).

5 منظمة الأغذية والزراعة (2003).

6 يختلف مصطلح "التكنولوجيا الأحيائية الزراعية" عن مصطلح "التكنولوجيا الحيوية النباتية" حيث يشير الأول إلى القطاع العام وينطبق الثاني على مجال محدد من التكنولوجيا الأحيائية الزراعية. ويُستخدم مصطلح "التكنولوجيا الأحيائية النباتية" مرادفاً لمصطلح "التكنولوجيا الأحيائية للمحاصيل".

7 أول دواء مرخص باستخدام تقنية الدي إن إيه المؤتلف كان دواء الأنسولين البشري الذي أنتجته شركة Genetech ورخصته شركة Eli Lilly and Company (Johnson، 1983).

8 Kenny (1988).

9 التقارب بين البشر والحيوانات. يندرج البشر تحت فئة الثدييات في عالم الحيوان، مما يسمح بانتقال أسهل بين صحة الإنسان والحيوان.

10 Carrer وآخرون (2010). تُستخدم مصطلحات الكائنات المعدلة أو المحورة أو المحسنة وراثياً كمرادفات في هذا الفصل. وكذلك مصطلح المحاصيل المحورة وراثياً.

11 انظر Alvarez-Morales (2000).

12 البراءات إقليمية الطابع. ويعني ذلك أن البراءة الممنوحة في بلد أو دولة ما ليست سارية بالضرورة في غيرها. ويتعين على المخترعين الذين يرغبون في ضمان حماية اختراعاتهم من التقليد في البلدان تقديم طلبات براءات عن الاختراعات نفسها في تلك البلدان.

13 الأشكال الأخرى لحماية الملكية الفكرية على النباتات هي أصناف النباتات وبراءات النباتات (الخاصة بالولايات المتحدة). ومع ذلك، فإن هذا التقرير لا يتناول هذين الصكين من صكوك الملكية الفكرية.

14 Barton (2000).

15 انظر Eisenberg (1996) وHeller وEisenberg (1998).

16 Barton وBerger (2001).

17 Brennan (1980).

18 من الصكوك الأخرى التي تحمي الابتكار في النباتات نظام حقوق الأصناف النباتية التابع للاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة (الأوبوف). ولا يتناول هذا الفصل هذا الحق.

19 Figueiredo وآخرون (2019). انظر Teece (1986) وRothaermel (2001) لمعرفة أهمية الأصول التكميلية.

20 انظر Eckerstorfer وآخرون (2019) للحصول على لمحة عامة عن مختلف الأطر التنظيمية القائمة.

21 انظر Glowka (2003) وKomen (2012).

22 انظر Graff وHamdan-Livramento (2019)، وKomen وBrenner (1994).

23 انظر قضية تسوية المنازعات في منظمة التجارة العالمية DS291: المجتمعات الأوروبية - التدابير التي تؤثر في الموافقة على منتجات التكنولوجيا الأحيائية وتسويقها (www.wto.org/english/traptop_e/dispu_e/cases/e/ds291_e.htm).

24 للحصول على قائمة باللوائح والتوجيهات الخاصة بالكائنات المعدلة وراثياً، يُرجى زيارة ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation_en

25 البلدان الأوروبية المدرجة في الشكل هي: بلدان الاتحاد الأوروبي الثمانية والعشرون (باستثناء البيانات الناقصة عن مالطة وبلغاريا وبولندا). والبرتغال وإسبانيا والمملكة المتحدة مدرجة في قائمة بلدان أوروبا التي لا تزال تزرع محاصيل محورة وراثياً.

26 دائرة الزراعة الخارجية بوزارة الزراعة الأمريكية (2018).

27 ISAAA (2017). في عام 2012، أعلنت BASF أنها ستغلق SunGene ونشاطها الرئيسي في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية في Gatersleben بألمانيا، للتركيز على أسواق أمريكا الشمالية والجنوبية بحلول عام 2013. ويُرجى زيارة www.sungene.de

28 انظر المفوضية الأوروبية (2004، 2009)؛ والمجلس الوطني للعلوم (1987، 1998)؛ والفاو (2003، 2004).

29 يشير مصطلح "CRISPR" إلى تكرارات متناوبة وقصيرة ومجمعة ومتباعدة بانتظام في حين يشير مصطلح "Cas9" إلى العملية نفسها المرتبطة بالبروتين 9.

30 Wright (2012). وانظر Alston وآخرون (2010) وOlmstead وRhode (2011) حول فائدة كليات لاند غرانت بالنسبة لقطاع الزراعة في الولايات المتحدة.

31 انظر الفصل 2 من منظمة الأغذية والزراعة (1996) لمزيد من التفاصيل عن الظروف البيئية الزراعية.

32 Byerlee وFischer (2002)، والفاو (2004).

33 Barry وHosch (2000)

34 انظر الفاو (2004)، وSeragelding وPersley (2000).

35 Bijman وTait (2002).

36 Clancy وآخرون (2016).

37 Persley وKomen (1993)، وPersley (2000) وFukuda-Parr (2006).

38 وجد Bjornson وKalaitzandonakes (1997) أن عدد عمليات الدمج والاستحواذ والتحالفات الاستراتيجية بين الشركات الناشئة والشركات المتعددة الجنسيات 167 عملية فيما بين عامَي 1981 و1985، و801 عملية دمج فيما بين عامَي 1991 و1996.

39 انظر Kalaitzandonakes (2000)؛ Fulton وGiannakas (2001)؛ Tait وآخرون (2002)؛ وOECD (2018).

40 Howard (2015).

41 انظر OECD (2018) وFuglie وآخرون (2012). استعرضت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) (2018، ص 104) الأدبيات التجريبية حول التركيز في قطاع البذور والتأثير في الابتكار. وخلصت الدراسة إلى وجود القليل من الأدلة على التأثير السلبي للتركيز على الابتكار على أساس البيانات التاريخية.

42 Fukuda-Parr (2006).

43 Huang وآخرون (2002).

44 Byerlee وFischer (2002).

45 انظر Barton وBerger (2001).

46 Pinstrup-Andersen وCohen (2003).

47 انظر International Potato Center (1995).

48 تشير الطلبات المشتركة إلى طلبات البراءات التي ورد فيها ما لا يقل عن مودعين.

49 من المعقول أن توجد المزيد من المناطق التي ينبغي إدراجها بدلاً من المناطق المعروضة في هذا الفصل. وبمعنى آخر، قد تكون المناطق التي يغطيها المنشور العلمي أقل من الواقع لأن تحديد المقالات المتعلقة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية يتأثر بشدة بالأسلوب المستخدم. ويعتمد هنا على المجلات الرائدة في التكنولوجيا الأحيائية النباتية. وتُستبعد المجلات الأخرى غير المعروفة جيداً وإن كانت لها مساهمات مهمة أيضاً.

50 انظر Griliches (1990).

51 وجد Samad وGraff (2020) هذه الفجوة بين المناطق الحضرية والريفية عند النظر إلى مراكز الابتكار في مناطق التكنولوجيا الأحيائية الزراعية في الولايات المتحدة.

52 انظر Graff وHamdan-Livramento (2019) لمزيد من المعلومات عن إجراءات زراعة المحاصيل المحورة وراثياً.

53 Hermans وآخرون (2008).

54 انظر الملحق من منشور Graff وHamdan-Livramento (2019) للحصول على قائمة مفصلة بالتجمعات الثلاثين الرائدة بحسب البراءات والمنشورات العلمية على التوالي.

55 انظر Mahfouz وآخرون (2014) وShwartz (2018).

56 انظر CGIAR (2006، 2013).

المراجع

Alston, J.M., M.A. Andersen, J.S. James and P.G. Pardey (2010). Persistence Pays: *US Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending*, Natural Resource Management and Policy, Zilberman, D., R. Goetz and A. Garrido (eds), Vol. 34. New York: Springer.

Alvarez-Morales, A. (2000). Mexico: ensuring environmental safety while benefiting from biotechnology. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor: Proceedings of an International Conference, Washington, D.C., 21–22 October 1999*. Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research.

Babinard, J. (2001). A short history of agricultural biotechnology. In Nelson, G.C. (ed.), *Genetically Modified Organisms in Agriculture*. London: Academic Press, 271–274. doi.org/10.1016/B978-012515422-2/50029-1

Barry, G. and R. Horsch (2000). Evolving role for the public and private sector in agricultural biotechnology in developing countries. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor*. Washington D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 183–185.

Barton, J.H. (2000). Intellectual property, biotechnology, and international trade: two examples. *World Trade Forum*, 3, 1–15.

Barton, J.H. and P. Berger (2001). Patenting agriculture. *Issues in Science and Technology*, 17(4). issues.org/barton

Bijman, J. and J. Tait (2002). Public policies influencing innovation in the agrochemical, biotechnology and seed industries. *Science and Public Policy*, 29(4), 245–251. doi.org/10.3152/147154302781780895

Brennan, A.A. (1980). Patentability of micro-organisms: Diamond v. Chakrabarty, 100 S. Ct. 2204. *Akron Law Review*, 14(2), 341–349.

Brenner, C., and J. Komen (1994). International Initiatives in Biotechnology for Developing Country Agriculture: Promises and Problems. *OECD Development Centre Working Papers, No. 100*. Paris: OECD Publishing. doi.org/10.1787/257557587410

Brookes, G. (2018). The farm level economic and environmental contribution of Intacta soybeans in South America: the first five years. *GM Crops & Food*, 9(3), 140–151. doi.org/10.1080/21645698.2018.1479560

Byerlee, D. and K. Fischer (2002). Accessing modern science: policy and institutional options for agricultural biotechnology in developing countries. *World Development*, 30(6), 931–948. doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00013-X

Carrer, H., A.L. Barbosa and D.A. Ramiro (2010). Biotechnology in agriculture. *Estudos Avançados*, 24(70), 149–164. doi.org/10.1590/S0103-40142010000300010

CGIAR (2006). *CGIAR Research Strategies for IPG in a Context of IPR: Report and Recommendations Based on Three Studies*. Rome: Consultative Group on International Agricultural Research. ispc.cgiar.org/sites/default/files/ISPC_IPGStrategiesIPR.pdf

CGIAR (2013) *Implementation Guidelines for the CGIAR Principles on the Management of Intellectual Assets*.

Clancy, M., K. Fuglie and P. Heisey (2016, November 10). U.S. Agricultural R&D in an era of falling public funding. *Amber Waves*. www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/november/us-agricultural-rd-in-an-era-of-falling-public-funding

Eckerstorfer, M.F., M. Engelhard, A. Heissenberger, S. Simon and H. Teichmann (2019). Plants developed by new genetic modification techniques – comparison of existing regulatory frameworks in the EU and non-EU countries. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7. doi.org/10.3389/fbioe.2019.00026

Eisenberg, R.S. (1996). Intellectual property issues in genomics. *Trends in Biotechnology*, 14(8), 302–307. doi.org/10.1016/0167-7799(96)10040-8

European Commission (2004). *Plants for the Future: A 2025 Vision for European Plant Biotechnology*, EUR 21359 EN. Brussels: European Commission Directorate-General for Research Food Quality and Safety.

European Commission (2009). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: a mid-term assessment of implementing the EC Biodiversity Action Plan. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 12(1–2), 108–120. doi.org/10.1080/13880290902938435

FAO (1996). *Agro-Ecological Zoning Guidelines*, FAO Soils Bulletin No. 73. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/3/w2962e/w2962e00.htm#P-2

FAO (2003). *World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2004). The State of Food and Agriculture 2003–2004. *Agricultural Biotechnology: Meeting the Needs of the Poor?* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/3/Y5160E/y5160e00.htm#TopOfPage

Figueiredo, L.H.M., A.G. Vasconcellos, G.S. Prado and M.F. Grossi-de-Sa (2019). An overview of intellectual property within agricultural biotechnology in Brazil. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(1), 69–79. doi.org/10.1016/j.biori.2019.04.003

Fuglie, K.O., J.L. King, P.W. Heisey and D.E Schimmelpfennig (2012). Rising concentration in agricultural input industries influences new farm technologies. *Amber Waves*, 10(4). ageconsearch.umn.edu/record/142404

Fukuda-Parr, S. (ed.) (2006). *The Gene Revolution: GM Crops and Unequal Development*. London and Sterling: Earthscan.

Fulton, M. and K. Giannakas (2001). Agricultural biotechnology and industry structure. *AgBioForum*, 4(2), 137–151.

Glowka, L. (2003). *Law and Modern Biotechnology*, FAO Legislative Study. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Graff, G. and I. Hamdan-Livramento (2019). The Global Roots of Innovation in Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 59*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

Graff, G., A. Heiman, C. Yarkin and D. Zilberman (2003). Privatization and Innovation in agricultural biotechnology. *ARE Update*, 6(3), 5–7.

Graff, G. and D. Zilberman (2007). The political economy of intellectual property: re-examining European Policy on plant biotechnology. In J. Kesan (ed.), *Intellectual Property Protection for Agricultural Biotechnologies: Seeds of Change*. Wallingford: CABI Press.

Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661–1707.

Heller, M.A. and R.S. Eisenberg (1998). Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research. *Science,* 280, 698–701. doi.org/10.1126/science.280.5364.698

Hermans, R., A. Löffler and S. Stern (2008). Biotechnology. In J.T. Macher and D.C. Mowery (eds), *Innovation in Global Industries: U.S. Firms Competing in a New World (Collected Studies)*. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi.org/10.17226/12112

Howard, P.H. (2015). Intellectual property and consolidation in the seed industry. *Crop Science,* 55 (November–December). www.apbrebes.org/files/seeds/files/Howard_seed_industry_patents_concentration_2015.pdf

Huang, J., R. Hu, Q. Wang, J. Keeley, and J.F. Zepeda (2002). Agricultural biotechnology development, policy and impact in China. *Economic and Political Weekly*, 37(27), 2756–2761.

International Potato Center (1995). *Program Report 1993-1994*. Lima, Peru: International Potato Center.

ISAAA (2017). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years* (ISAAA Briefs No. 53). Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications.

Johnson, I. S. (1983). Human insulin from recombinant DNA technology. Science, 219(4585), 632–637. doi.org/10.1126/science.6337396

Kalaitzandonakes, N. G. and B. Bjornson (1997). Vertical and horizontal coordination in the agro-biotechnology industry: evidence and implications. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 29(1), 129–139. doi.org/10.1017/S1074070800029187

.(Kalaitzandonakes, N. G. (2000 Agrobiotechnology and Competitive-ness. *American Journal of Agricultural Economics,* 82(5), 1224–1233.

Kenny, M. (1988). *Biotechnology: The University-Industrial Complex*. New Haven: Yale University Press.

Klümper, W. and M. Qaim (2014). A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLOS ONE*, 9(11), e111629. doi.org/10.1371/journal.pone.0111629

Komen, J. (2012). The emerging international regulatory framework for biotechnology. *GM Crops & Food*, 3(1), 78–84. doi.org/10.4161/gmcr.19363

Komen, J. and G.J. Persley (1993). *Agricultural Biotechnology in Developing Countries: A Cross-Country Review* (ISNAR Research Report No. 2). The Hague: International Service for National Agricultural Research.

Mahfouz, M.M., A. Piatek and C.N. Stewart (2014). Genome engineering via TALENs and CRISPR/Cas9 systems: challengesand perspectives. *Plant Biotechnology Journal,* 12(8), 1006–1014. doi.org/10.1111/pbi.12256

National Research Council (1987). *Agricultural Biotechnology: Strategies for National Competitiveness* (Report of the Committee on a National Strategy for Biotechnology in Agriculture). Washington, D.C.: National Research Council.

National Research Council (1998). *Designing an Agricultural Genome Program. Report of the Board on Biology and Board on Agriculture*. Washington, D.C.: The National Academy Press.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2018). *Concentration in Seed Markets: Potential Effects and Policy Responses*. Paris: OECD Publishing.

Olmstead, A.L. and P.W. Rhode (2011). Adapting North American wheat production to climatic challenges, 1839–2009. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 108*(2), 480–485. doi.org/10.1073/pnas.1008279108

Persley, G.J. (2000). Agricultural biotechnology and the poor: Promethean science. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor*. Washington D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 3–21.

Persley, G.J. and J.N. Siedow (1999). Applications of Biotechnology to Crops: Benefits and Risks. *Council for Agricultural Science and Technology Issue Paper No. 12*.

Pinstrup-Andersen, P. and M.J. Cohen (2003). Biotechnology and the CGIAR. In Plenderleith, K. and P. De Meyer (eds), *Sustainable Agriculture in the New Millennium: The Impact of Biotechnology on Developing Countries*. Brussels: Friends of the Earth Europe.

Pray, C.E. and A. Naseem (2003). The Economics of Agricultural Biotechnology Research. *ESA Working Paper No. 03-07*. Rome: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/ae040e/ae040e00.pdf

Ramankutty, N., A.T. Evan, C. Monfreda and J.A. Foley (2008). Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles,* 22(1), GB1003. doi.org/10.1029/2007GB002952

Rothaermel, F.T. (2001). Complementary assets, strategic alliances, and the incumbent's advantage: an empirical study of industry and firm effects in the biopharmaceutical industry. *Research Policy*, 30(8), 1235–1251.

Samad, G. and G.D. Graff (2020). The urban concentration of innovation and entrepreneurship in agricultural and natural resource industries. In Iftikhar, M.N., J.B. Justice and D.B. Audretsch (eds), *Urban Studies and Entrepreneurship*. Cham: Springer International Publishing, 91–116. doi.org/10.1007/978-3-030-15164-5_6

Serageldin, I. and G.J. Persley (2000). *Promethean Science: Agricultural Biotechnology, the Environment, and the Poor*. Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research. documents.worldbank.org/curated/en/698501468739325409/Promethean-science-agricultural-biotechnology-the-environment-and-the-poor

Sheldon, I.M. (2004). Europe's regulation of agricultural biotechnology: precaution or trade distortion? *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 2(2), 1–28.

Shwartz, M. (2018). CRISPR is a gene-editing tool that's revolutionary, though not without risk. *Stanford Medicine*, Winter. stanmed.stanford.edu/2018winter/CRISPR-for-gene-editing-is-revolutionary-but-it-comes-with-risks.html

Tait, J., J. Chataway and D. Wield (2002). The life science industry sector: evolution of agro-biotechnology in Europe. *Science and Public Policy*, 29(4), 253–258.

Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285–305. doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2

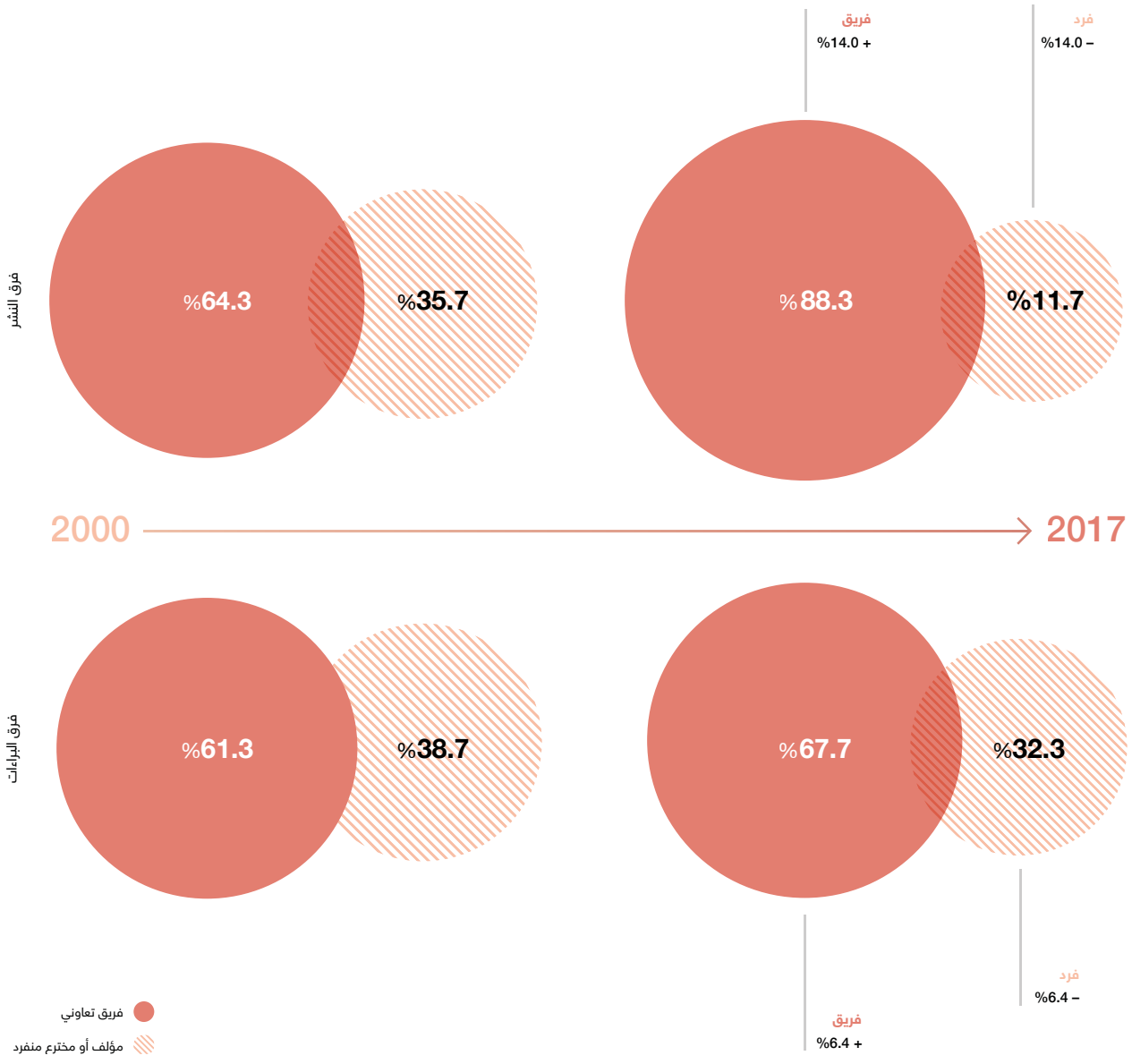
United States Department of Agriculture (USDA) Foreign Agricultural Service (2018). *EU-28: Agricultural Biotechnology Annual*, GAIN Report No. FR1827. Global Agricultural Information Network. gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual_Paris_EU-28_12-14-2018.pdf

WIPO (2018). *World Intellectual Property Indicators*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

Wright, B.D. (2012). Grand missions of agricultural innovation. *Research Policy*, 41(10), 1716–1728. doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.021

Zilberman, D., C. Yarkin and A. Heiman (1997). Agricultural Biotechnology: Economic and International Implications. Paper presented at the International Agricultural Economics Association, Sacramento, California, August. are.berkeley.edu/~zilber11/yark.pdf

يتزايد الطابع التعاوني للابتكار
مع تزايد تعقيد التكنولوجيا.
وحتى تزدهر الأفرقة الكبيرة
والمتعددة المواهب، يتعين
أن تتمكن المعرفة من
التدفق بحرية عبر الحدود.



منظور السياسات: أسباب الانفتاح

لطالما امتد الابتكار عبر البلدان والقارات. وفي مطلع القرن العشرين، اخترع الأخوان رايت في الولايات المتحدة وألبرتو سانتوس دومون في البرازيل أول طائرات تطير بنجاح. ومع ذلك، فإن ظهور الطائرة الحديثة يرجع أساساً إلى التقدم العلمي في أوروبا الذي فسر قدرة الآلات الأثقل من الهواء على الطيران.[1] واعتمد تطور وانتشار التقنيات الزراعية التي أطلقت الثورة الخضراء بعد الحرب العالمية الثانية على الشراكات بين مؤسسة فورد وروكفلر في الولايات المتحدة وعدد كبير من معاهد البحوث الزراعية في البلدان النامية.[2] واخترع تيم بيرنرز-لي شبكة الويب العالمية في المنظمة الأوروبية للبحوث النووية (CERN) – وهو ائتلاف بحوث على الحدود الفرنسية السويسرية تحت رعاية 23 بلداً أوروبياً (في الغالب).[3]

وكما أوضح هذا التقرير، فقد أصبح الابتكار اليوم محلياً ودولياً في الوقت نفسه. ولقد فضلت قوى التكتل المختلفة تشكيل بؤر للابتكار تقع عادةً في مناطق حضرية كبيرة. وتقود مجموعة محدودة من البؤر الطريق وتقف في صميم شبكات الابتكار العالمية. وتقوم روابط رسمية وغير رسمية مختلفة بتوصيل البؤر بتلك الشبكات؛ وتؤدي الشركات المتعددة الجنسيات دوراً محورياً فيها. وتشير الأدلة المستمدة من سجلات البراءات والمنشورات العلمية إلى أن البُعد العابر للحدود لتلك الروابط قد زاد على مدى العقود الماضية.

ويرجع التدويل المتزايد للابتكار إلى التكنولوجيا نفسها. وأدت التطورات في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بخاصةٍ إلى تعزيز تدفق المعرفة عبر المسافات الطويلة. ولكن الأمر الأكثر أهمية هو أن نمو شبكات الابتكار العالمية يعتمد على سياسات تفضِّل الانفتاح والتعاون الدولي. ولا ينبغي اعتبار بيئة الانفتاح والتعاون أمراً مسلماً به – ولا سيما أن الرأي العام بات يشكك أكثر فأكثر في فوائد العولمة خلال السنوات الماضية.

ومن ثم، يستعرض هذا الفصل الختامي مسألة الانفتاح في السعي وراء الابتكار، بالاستناد في المقام الأول إلى منظور اقتصادي. وفي بعض الأحيان، تنطوي مسألة إقامة شراكات مع مبتكرين أجانب وشكل تلك الشراكات على مسائل تخص الأمن القومي تتجاوز نطاق هذا الفصل.

1.5 اقتصاديات الانفتاح

يستلزم انفتاح أنظمة الابتكار الوطنية التبادل الحر للمعرفة بين البلدان. وقد تتدفق المعرفة عبر الحدود عندما يتواصل الباحثون أو يقرؤون مجلات علمية ووثائق البراءات المنشورة في الخارج. وقد يحدث ذلك أيضاً عن طريق التجارة الدولية، عندما تكون المعرفة مدمجة في السلع والخدمات؛ وكذلك عن طريق الهجرة بوصفها جزءاً لا يتجزأ من الناس.

كيف تؤثر القيود المفروضة على التدفق الدولي للمعرفة في الاقتصادات الوطنية والعالم ككل؟ تعتمد الإجابة أساساً على تدفقات المعرفة التي تستهدفها القيود، وقدرات أنظمة الابتكار الوطنية وأنماط الإنتاج والتوظيف، وطبيعة عملية النمو الاقتصادي. وعلى الرغم من عدم تقديم استنتاج نهائي، فإن الكتابات الاقتصادية تقدِّم بعض الإرشادات حول تأثيرات قيود تدفق المعرفة التي يسعى هذا القسم إلى تلخيصها.

مكاسب التخصص

إن طريقة مبسطة للتعامل مع هذا السؤال هي اعتبار المعرفة سلعة كأي سلعة أخرى. وعلى غرار إنتاج السيارات، يتطلب إنتاج المعارف الجديدة عن طريق الابتكار رأسمال وعمالة.

فيؤثر تقييد تدفق المعرفة دولياً في طريقة تخصيص البلدان الموارد لأنشطة الإنتاج المختلفة. وبذلك، يمكن تطبيق التنبؤات التقليدية لنظرية التجارة الدولية. ويؤدي الانفتاح أولاً إلى أنماط إنتاج وتجارة تمكّن الاقتصادات من التخصص على أساس مميزاتها النسبية. وعادة ما ينظر الاقتصاديون التجاريون في العاملين التاليين اللذين يؤديان إلى التخصص: [4]

- *الاختلافات في المقومات*. إذ إن اقتصاد غني برؤوس الأموال سيتخصص في تصدير السلع التي تتطلب رأسمالاً كبيراً لإنتاجها. وفي المقابل، فإن الاقتصاد الغني بالعمالة سيتخصص في تصدير السلع التي تتطلب عمالة كثيفة لإنتاجها.
- *الاختلاف في الأنواع ووفورات الحجم*. عندما تكون للسلع أنواع مختلفة - مثل علامات السيارات المختلفة – وينطوي إنتاج تلك الأنواع على وفورات في الحجم، فإن الاقتصادات ستتخصص في بعض الأصناف وتصدرها وتستورد بعضاً آخر.

ويمكن أن تسلط هذه التنبؤات الضوء على جوانب مهمة من الجغرافيا العالمية للابتكار. إذ يتطلب الابتكار عمالة ماهرة للغاية، وهو ما يفسر سبب حدوث معظم الأنشطة الابتكارية في البلدان المرتفعة الدخل حيث تكون هذه العمالة وفيرة نسبياً. وفي الوقت نفسه، يدل قرار الشركات المتعددة الجنسيات تحديد موقع بعض أنشطة البحث والتطوير في بعض الاقتصادات النامية، مثل الصين والهند، على توفر العمالة ذات المهارات العالية بأجور منخفضة في تلك الاقتصادات - بما يتماشى تماماً مع أنماط المزايا النسبية.[5]

وأما فكرة الأنواع المتمايزة، فيقابلها تخصص مختلف التجمعات الابتكارية حول العالم. فعلى سبيل المثال، توجد العديد من تجمعات الابتكار التي تركز على التكنولوجيا الطبية، وتوفر كل منها معرفة متخصصة غير متاحة في أي مكان آخر. ويولد ذلك تدفقات معرفية ثنائية الاتجاه، حتى بين الاقتصادات المماثلة. وتعمل شبكات الابتكار العالمية كوسيط لهذا النوع من تدفقات المعرفة.

ووفقاً لنظرية التجارة، توجد مكاسب متبادلة من التجارة القائمة على المزايا النسبية. وتأخذ هذه المكاسب شكل زيادة الكفاءة الاقتصادية وتوفر مجموعة واسعة من السلع للشركات والمستهلكين النهائيين. ونظراً إلى الطبيعة المتخصصة للغاية للمنتجات الابتكارية، يبدو أن تأثير التنوع مهم بشكل خاص في تجارة المعرفة.

وعلى الرغم من هذه المكاسب المتبادلة، ترى نظرية التجارة أيضاً أن التجارة المفتوحة تؤثر في توزيع الدخل داخل الاقتصادات. وتكون هذه الآثار التوزيعية أقوى إذا أدت الاختلافات في رأس المال والعمالة إلى التجارة الدولية. فبعبارة أخرى، تكون هذه الآثار أقوى بالنسبة للتجارة بين الاقتصادات المتباينة - ولا سيما بين الاقتصادات التي تشهد مستويات مختلفة من التنمية. وتكون هذه الآثار التوزيعية مهمة للسياسات كما سنرى لاحقاً في هذا الفصل.

الابتكار سلعة عامة عالمية

يساعد اعتبار المعرفة كأي سلعة أخرى في توضيح الجوانب المهمة لواقع الابتكار العالمي. ومع ذلك، فهي وجهة نظر مبسطة للغاية لا تراعي الخصائص الفريدة لإنتاج المعرفة واستهلاك المعرفة.

إذ تتسم المعرفة بسمات مشابهة لما يطلق عليه الاقتصاديون اسم السلع العامة: فيمكن للعديد من الناس استخدام المعرفة في الوقت نفسه، دون التقليل من ذلك الاستخدام بالنسبة للمنتجين.[6] فعلى سبيل المثال، انبثق العلم الأساسي الخاص بالذكاء الاصطناعي عن عدد محدود من المنظمات العلمية؛ ومع ذلك يستخدم عدد كبير من الابتكارات هذا العلم في مجموعة واسعة من التطبيقات في جميع أنحاء العالم.[7]

ومن الناحية العملية، توجد حدود لمدى تبادل المعرفة. إذ إن إحدى الركائز الأساسية لبحوث الجغرافيا الاقتصادية هي أن المعرفة لا تتدفق بحرية داخل الاقتصادات وفيما بينها؛ وأن لتدفقات المعرفة أنماط وتحيزات جغرافية مميزة.[8] ويرجع ذلك إلى أن استيعاب وتطبيق المعرفة الحديثة يتطلب غالباً مهارات عالية التخصص تكون نادرة.[9] وإضافة إلى ذلك، التفاعل البشري لازم لتدفق بعض أشكال المعرفة، وهو من الأسباب الرئيسية لتكتل النشاط الابتكاري (انظر الفصل 1).[10]

وإذا كانت المعرفة سلعة عامة، فهل يدعم ذلك السعي إلى الانفتاح؟ نعم لأنه إذا كانت تدفقات المعرفة إلى الخارج تولد فوائد اقتصادية في الخارج دون التقليل من استخدام المعرفة في الداخل، فلا شك في وجود مكاسب متبادلة من الانفتاح.

الابتكار والنمو

يختلف الابتكار بطريقة أخرى مهمة عن السلع الأخرى التي ينتجها أي بلد. فمن خلال الابتكار، يمكن للشركات اكتساب ميزة تنافسية على منافسيها. ويستطيع المبتكر الناجح الحصول على حصة في السوق على حساب الشركات التي لا تتطور. وتؤدي المنافسة القائمة على الابتكار، بدورها، إلى تحسينات في الإنتاجية والنمو الاقتصادي على الأجل الطويل.

وإذ تتنافس الشركات على الساحة العالمية، فقد طبق المعلقون المنطق نفسه على الاقتصادات ككل. ومن هذا المنطلق، فإن الاقتصادات الناجحة في الابتكار ستنمو بوتيرة أسرع من الاقتصادات التي لا تبتكر بنجاح.[11] وفي هذا العالم المتوازن، سيساعد تقييد تدفقات المعرفة الاقتصادات في الاحتفاظ بمزيتها الابتكارية وتجنب "التخلف" عن الاقتصادات الابتكارية الناجحة الأخرى.

وفي البداية، كانت أدبيات الاقتصاد الدولي ترفض مثل هذه السيناريوهات "التبسيطية" القائمة على التوازن. إذ تختلف الاقتصادات ككل عن الشركات اختلافاً كبيراً. فمن ناحية، لا يمكن أن يشهد الاقتصاد ككل إفلاساً. وإذا خرجت شركات من قطاع معين من السوق أو فقدت حصتها في السوق بسبب المنافسة الأجنبية، فإنها تتيح عمالة ورأسمالاً يمكن استخدامهما في أي قطاع آخر من الاقتصاد.

ويحدث العكس في القطاعات التي تكسب حصة سوقية دولية - فهي تجذب العمالة ورأس المال من قطاعات أخرى في الاقتصاد. وإضافة إلى ذلك، فإن نمو الإنتاجية بشكل أسرع في الاقتصادات الابتكارية الناجحة يزيد من حجمها ويزيد من الطلب على المنتجات الأجنبية.

وبشكل عام، يؤدي الابتكار إلى تعديلات في الأسعار والأجور وأسعار الصرف، مما يؤدي إلى حدوث تحولات في أنماط الإنتاج والتجارة. ولا شك في أن الاقتصاديات الناجحة في الابتكار ستشهد، على المدى البعيد، نمواً اقتصادياً أسرع من غيرها. ومع ذلك، فإن هذا لا يعني بالضرورة أن نجاح أي اقتصاد يحد من نجاح اقتصاد آخر. بل تشير طبيعة المعرفة كسلعة عامة إلى أن الابتكار يمكن أن يساهم في نمو الإنتاجية في كل مكان.

وعلى الرغم من هذا التفاؤل العام، فمن الممكن لاقتصاد ما أن يتخصص في أنشطة تضعه على مسار دائم من النمو السريع أو البطيء بسبب الأداء الابتكاري الوطني الذي يشكل أنماط الإنتاج والتجارة. وفي هذه الحالة، يمكن أن يؤدي تقييد التجارة وتدفقات المعرفة بشكل استراتيجي إلى تغيير أنماط الإنتاج بطريقة تسرّع النمو المحلي. ويلخص الإطار 1.5 البحث النظري الذي يحدد الظروف التي يمكن أن تنشأ فيها نتائج "التوازن الصفري".

ولا يمكن التأكد من تحقق هذه الظروف عملياً إلا بالاستنباط. فليس من السهل تقديم إجابة دقيقة، لأنه لا يمكن لأحد أن يحدد طريقة تغير الاقتصادات المختلفة بتغير سياسات التجارة وتدفق المعرفة. ومع ذلك، يمكن أن ننظر في تجربة النمو الفعلي للبلدان في جميع أنحاء العالم على مدى العقود الماضية. ويُلاحظ من بين الأنماط المهمة أن الاقتصادات المرتفعة الدخل اليوم قد شهدت نمواً مماثلاً على مدى الأربعين عاماً الماضية. وقبل عام 1980، شهد دخل الفرد في الاقتصادات المرتفعة الدخل الأكثر فقراً نموا أسرع من الاقتصادات المرتفعة الدخل الأكثر ثراءً. ثم بدأ هذا التوجه يتباطأ في نهاية المطاف (الشكل 1.5). وعلى الرغم من أن الفروق في دخل الفرد ما زالت قائمة، فقد نمت معظم الاقتصادات المتقدمة إلى حد كبير بوتيرة مماثلة منذ التسعينيات (الشكل 2.5). وقد يدل ذلك على أن التقنيات الجديدة قد انتشرت بسلاسة عبر مجموعة الاقتصادات الأكثر تقدماً تكنولوجياً وحفزت النمو بمقاييس مماثلة.

وكان الوضع مختلفاً خارج مجموعة الاقتصادات المرتفعة الدخل. إذ تباينت المداخيل لفترة طويلة في مختلف أنحاء العالم.[12] وفي عام 1870، كان نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لأغنى اقتصاد حوالي 10 أضعاف نصيب الفرد في أفقر الاقتصادات؛ وبحلول عام 2008، اتسعت هذه الفجوة 126 ضعفاً.[13] ولفترة طويلة، لم تشهد الاقتصادات الأفقر نمواً بوتيرة أسرع من الاقتصادات الأكثر ثراءً. وتشير البيانات الحديثة - بدءاً من التسعينيات - إلى انعكاس هذا التوجه، حيث تتقارب المداخيل في مختلف الاقتصادات. فبمعنى آخر، شهدت الاقتصاديات الأفقر في المتوسط نمواً أسرع من الاقتصادات الأكثر ثراءً منذ التسعينيات.[14]

الإطار 1.5 الأسس النظرية للسياسة التجارية الاستراتيجية

تم تكريس فرع من النظريات التجارية في الثمانينيات وأوائل التسعينيات لتحليل الظروف التي يعزز فيها الانحراف عن سياسات التجارة الحرة الرفاهية. وركزت العديد من النماذج الأساسية على الأسواق غير التنافسية والسياسات التجارية التي قد تؤدي إلى زيادة حصة الأرباح الاقتصادية الزائدة التي تتدفق إلى الاقتصادات المحلية.[15] وشكلت بعض النظريات الأكثر تعقيداً دور الابتكار في دفع النمو على المدى الطويل ويقدِّم كتاب Elhanan Helpmanو Gene Grossman (1991) تحليلاً مفصَّلاً لتلك النظريات.

وفي ظل هذه النماذج، تستثمر الشركات في البحث والتطوير للحصول على عوائد اقتصادية في أسواق المنتجات غير المتنافسة بالكامل. وتحافظ قوى السوق التنافسية على حوافز مواصلة الاستثمار في البحث والتطوير، مما يولد مكاسب في الإنتاجية ويحافظ على النمو على الأجل الطويل. وإذ تتنافس الشركات على المستوى العالمي، فإن هذه النماذج تحلل الترابط بين عمليات النمو في مختلف البلدان.

وتؤكد التنبؤات المنبثقة عن هذه النماذج، أولاً وقبل كل شيء، النظرة التفاؤلية المذكورة سابقاً وهي أن التفاعلات العالمية تولد قوى تسرّع النمو في كل بلد. ولكنها تشير أيضاً إلى أسباب عدم حدوث ذلك دائماً. فمثلا:

- لنفترض أن اقتصاد ما لديه عيب نسبي في الأبحاث بسبب محدودية العمالة الماهرة. فيمكن للتكامل مع بقية العالم أن يقود ذلك الاقتصاد إلى التخصص في أنشطة أكثر ركوداً، مع نمو الناتج الإجمالي بشكل أبطأ.
- لنفترض أن المعرفة لا تتدفق بسهولة عبر الحدود، بسبب صعوبة فهمها أو الاحتياج إلى مهارات حرجة غير متوفرة في البلدان المستفيدة، كما ذُكر سابقاً. فقد يدفع التكامل في هذه الحالة الاقتصادات الصغيرة الحجم - أو تلك التي لا تتمتع بتاريخ طويل من البحوث – للتخصص في أنشطة التصنيع، بما يحول دون الشروع في أنشطة ابتكارية. وفي الواقع، يمكن أن تؤدي الاختلافات الصغيرة في الظروف الأولية بين الاقتصادات إلى اختلافات دائمة في نمو الإنتاجية.

وفي ظل هذه العوامل، يمكن للسياسات التجارية الاستراتيجية وغيرها أن تعيد تشكيل أنماط الإنتاج وتغيير مسار نمو الاقتصاد. ومن الناحية العملية، يكون من الصعب تنفيذ هذه السياسات بنجاح. ويعتمد اختيار أدوات السياسة بشكل أساسي على الظروف الأولية والطبيعة المتطورة للمنافسة والفرص التكنولوجية. ونظراً إلى أن المسار المستقبلي للتكنولوجيا وآثارها على الأسواق غير مؤكد إلى حد كبير، فإن اختيار المزيج الصحيح من السياسات بطريقة استباقية يشكل تحدياً هائلاً.

وعلى الرغم من انعكاس هذا الاتجاه، فإن التقارب المتوسط لا يعني التقارب الشامل أو التلقائي. ولقد نجحت بعض الاقتصادات الأفقر أكثر من غيرها في اللحاق بالاقتصادات الأكثر ثراءً. فكانت البلدان النامية في شرق آسيا، والهند مؤخراً، ناجحة بشكل خاص في القيام بذلك. ونظراً للدور المحوري لتدفقات المعرفة والابتكار في عملية النمو، يجب أن تكون جزءاً من تفسير هذه الاتجاهات. ومع ذلك، فإن تحديد القوى الهيكلية الدقيقة والسياسات الاقتصادية التي حفزت هذا النمو لا يزال موضوع نقاش كبير.[16] ومن وجهات النظر المتشائمة أن التركيز التاريخي للأنشطة الابتكارية في مجموعة محدودة من الاقتصادات وقوى التكتل القوية المرتبطة بهذه الأنشطة يعزز تقسيم العالم إلى منطقة مركزية ومنطقة محيطة. فحتى إذا كانت السياسات لا تقيد تدفقات المعرفة، فإن هذا التقسيم سيعزز مسارات التنمية المتباينة. ومن الآراء الأكثر تفاؤلاً أن الابتكار ينتشر في النهاية خارج المجموعة الأساسية من المبتكرين؛ وبذلك تتيح السياسات السليمة في اقتصادات المناطق المحيطة استيعاب المعارف الأجنبية واللحاق بالاقتصادات المتقدمة.

وفي الختام، تعرض المؤلفات الاقتصادية أسباباً جيدة لفائدة الانفتاح في السعي نحو الابتكار. فمن الناحية النظرية، قد يحدث أن تؤدي القيود الاستراتيجية على التجارة وتدفقات المعرفة إلى تغيير مسارات نمو الاقتصادات. ومع ذلك، من الصعب مراعاة هذا الاحتمال النظري في الاقتراحات السياساتية العملية. وكما ورد في الإطار 1.5، يشكل اعتماد الأدوات السياساتية السليمة بطريقة استباقية تحدياً هائلاً. ومن الناحية العملية، قد يكون من الصعب منع تدفق المعرفة إلى الخارج، دون تقييد المعرفة المتداولة داخل الاقتصادات في الوقت نفسه. وإضافة إلى ذلك، قد تؤدي الخيارات السياساتية لبلد ما إلى ردود سياساتية في البلدان الأخرى. ولعل تبادل المعاملة في السياسات يحد من الفائدة الاستراتيجية للحد من الانفتاح. وأخيراً، تشير تجربة نمو الاقتصادات المرتفعة الدخل على مدى العقود الماضية إلى وجود تأثير إيجابي إجمالي للتكنولوجيات الجديدة.

2.5 الانفتاح في عصر انخفاض إنتاجية البحث والتطوير

تصبح دوافع الانفتاح أقوى عند النظر إلى سياق حدوث الابتكار اليوم. إذ بات التقدم التكنولوجي المستمر أمراً بالغ الصعوبة. وتشير الأدلة إلى أن تحقيق المستوى نفسه من التقدم التكنولوجي يتطلب المزيد والمزيد من أنشطة البحث والتطوير. وعلى سبيل المثال، توقع جوردون مور، المؤسس المشارك لشركة إنتل، في عام 1975 أن عدد الترانزستورات في شريحة الحاسوب سيتضاعف كل عامين. ويتحقق ما عُرف باسم قانون مور حتى اليوم تقريباً. ومع ذلك، تتطلب مضاعفة كثافة الرقاقة اليوم مضاعفة عدد الباحثين المطلوبين في أوائل السبعينيات 18 ضعفاً.[17]

وتُظهر مجالات التكنولوجيا الأخرى علامات مشابهة لتباطؤ إنتاجية البحث والتطوير: إذ تحتاج أنشطة البحث والتطوير لمدد مضاعفة لتحقيق زيادات مماثلة للماضي في متوسط العمر المتوقع، وزادت الاستثمارات في البحث والتطوير الزراعي بوتيرة أسرع من الزيادات في المحاصيل الزراعية.[18] وبوجه أعم، شهدت أغلب الاقتصادات المرتفعة الدخل انخفاضاً تدريجياً في نمو الإنتاجية الاقتصادية على مدى نصف القرن الماضي. وقد نسب عالم الاقتصاد روبرت جوردون هذا الانخفاض أساساً إلى الابتكارات المؤخرة التي عززت نمو الإنتاجية بقدر أقل من سابقاتها في الماضي البعيد.[19] ويرى بوجه خاص أن الابتكارات المرتبطة بالثورة الصناعية الثانية قد دعمت النمو السريع للإنتاجية في الاقتصادات المرتفعة الدخل حتى السبعينيات؛ ولم تتمكن الابتكارات المرتبطة بالثورة الصناعية الثالثة (الرقمية) من المحافظة على هذا النمو السريع في الإنتاجية.

ولا يمكن للسياسات أن تغير فرص التقدم التكنولوجي. ومع ذلك، تحدد السياسات إلى أي مدى تتحقق هذه الفرص. وهي تحدد مقدار الموارد المستثمرة في البحث والتطوير، وكيف يتم تنفيذ البحث والتطوير، وكيف تجد الابتكارات طريقها إلى الاقتصاد. ويستدعي تراجع إنتاجية البحث والتطوير زيادة الاستثمارات باستمرار في مجال الابتكار – أي في البحث العلمي والبحث والتطوير التطبيقي. ويتطلب التعاون والانفتاح. ويتطلب إيجاد حلول للمشكلات التكنولوجية المتزايدة التعقيد أفرقة أكبر من الباحثين (انظر الفصل 2) وتخصصاً أكبر في البحث. ويشجع الانفتاح والتعاون الدولي هذا التخصص بما يساعد في إبطاء انخفاض إنتاجية البحث والتطوير.

وحتى ينجح الانفتاح، يتعين على واضعي السياسات تجاوز مسألة تذليل الحواجز الحدودية. فللتعاون الدولي دور مهم في دعم الانفتاح. ومن الأهمية بمكان أيضاً أن يعالج واضعو السياسات الاختلالات الإقليمية التي قد يفاقمها الانفتاح جزئياً. وسيتناول الجزء الأخير من هذا الفصل هذين البعدين الحرجين.

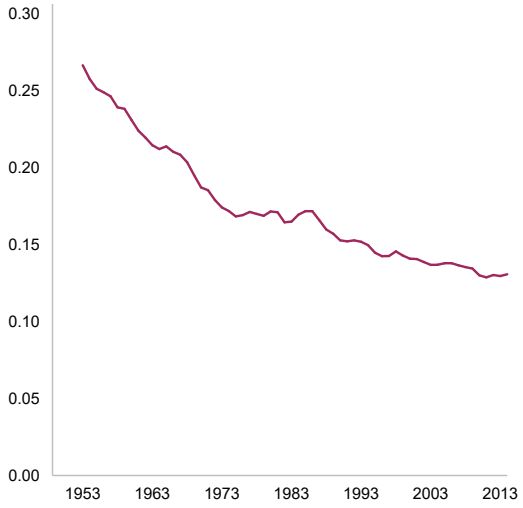
تعزيز التعاون الدولي

للتعاون الدولي في الابتكار أبعاد عديدة أحدها تشجيع حوافز الاستثمار في الابتكار وفقاً للطلب وحجم الاقتصاد العالمي. وتوضع قواعد دولية لحماية حقوق الملكية الفكرية لهذا الغرض. ومن الناحية العملية، ترسخ المعاهدات الدولية الخاصة بالملكية الفكرية عادةً مبدأ عدم التمييز، أي أن القوانين الوطنية لا تميز بين مالكي الملكية الفكرية الوطنيين والأجانب. وتحدد بعض المعايير لحماية أشكال مختلفة من الملكية الفكرية – مثل الاختراعات المؤهلة للحصول على الحماية بموجب براءة أو مدة سريان حق المؤلف. وفي الوقت نفسه، لا توحد هذه المعايير تماماً حماية الملكية الفكرية في مختلف أنحاء العالم وتترك هامشاً للسياسات الوطنية من أجل تكييف حماية الملكية الفكرية وفقاً للاحتياجات الوطنية.

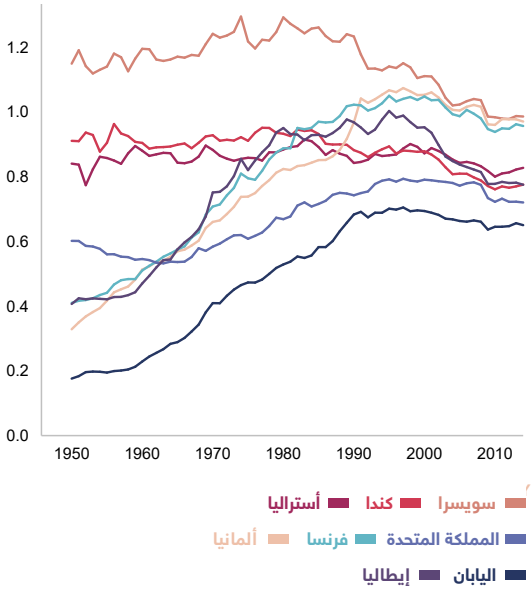
والبعد الثاني المهم هو تيسير الأعمال التجارية على الصعيد الدولي. إذ تواجه الشركات الابتكارية والمعرفية مجموعة متنوعة من الإجراءات التنظيمية عند العمل في الأسواق في جميع أنحاء العالم. ويمكن أن يساعد تعزيز التوافق بين النظم التنظيمية الوطنية في تقليل تكاليف الامتثال للوائح التنظيمية. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يقلل الاعتراف بالمعايير التنظيمية الأجنبية من الازدواجية في اختبار المنتج والإجراءات الشكلية دون الإخلال بالأهداف التنظيمية.

الاقتصادات المرتفعة الدخل تنمو بوتيرة مماثلة

الشكل 1.5 معامل جيني، نصيب الفرد من إجمالي الناتج الحقيقي، في مجموعة الاقتصادات المرتفعة الدخل



الشكل 2.5 إجمالي الناتج المحلي الحقيقي لساعة العمل الواحدة، نسبة إلى الولايات المتحدة



ملحوظة: يقيس معامل جيني توزيع الدخل على مقياس من 0 إلى 1؛ وكلما انخفضت القيمة، زادت المساواة. وتستند نسب نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي في الشكل 2.5 إلى أرقام الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي بالدولار الأمريكي الثابت لعام 2011، حيث يعني 1.0 التكافؤ مع الولايات المتحدة؛ وتعني القيم الأعلى من 1.0 أن إجمالي الناتج المحلي لساعة العمل الواحدة يتجاوز نظيره في الولايات المتحدة. وتشمل مجموعة البلدان المرتفعة الدخل أستراليا، والنمسا، وبلجيكا، وكندا، والدانمرك، وفنلندا، وفرنسا، وألمانيا، وإيرلندا، وإسرائيل، وإيطاليا، واليابان، وهولندا، ونيوزيلندا، والنرويج، وجمهورية كوريا، وإسبانيا، والسويد، وسويسرا، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة.
المصدر: جدول بن العالمي، النسخة 9.0 المتاحة على www.ggdc.net/pwt

ويمكن أن يساعد الاعتراف بالمؤهلات الأجنبية على أساس معايير وطنية في تيسير الحراك الدولي للعاملين في مجال المعرفة. وتقوم أطر الاعتراف على حوارات منتظمة بين وكالات التنظيم الوطنية. وبالمثل، يمكن لوضع معايير تقنية على المستوى الدولي أن يجنب التكييف المكلّف للمنتجات بحسب الأسواق المختلفة. وفي مجال الملكية الفكرية، تيسير معاهدات الإيداع الدولية التي تديرها الويبو – وبخاصةٍ معاهدة التعاون بشأن البراءات ونظام مدريد ونظام لاهاي – الحصول على حقوق الملكية الفكرية في العديد من البلدان بإيداع طلب دولي واحد؛ ويظل منح حقوق الملكية الفكرية قراراً وطنياً.

وأخيراً، يمكن للحكومات تجميع الموارد وتمويل مشروعات علمية واسعة النطاق تتجاوز حدود الميزانيات الوطنية أو تتطلب معرفة تقنية متاحة في بلدان مختلفة. ولعل المنظمة الأوروبية للبحوث النووية (CERN)، المذكورة في بداية هذا الفصل، مثال جيد لهذا التعاون. وكذلك محطة الفضاء الدولية – وهي عبارة عن مشروع مشترك بين وكالات الفضاء الوطنية لكل من كندا واليابان والاتحاد الروسي والولايات المتحدة فضلاً عن الوكالة الأوروبية للفضاء. واستضافت المحطة، التي أُطلقت في عام 1998، أكثر من 200 زائر من 18 بلداً مختلفاً.[20]

معالجة الاختلالات الإقليمية

كما نوقش في الفصل 1، يتمثل أحد الاتجاهات المثيرة للقلق في العقود القليلة الماضية في زيادة التفاوت الأقاليمي في الدخل والنشاط الابتكاري والعمالة العالية المهارة والأجور داخل البلدان. وشهدت معظم الاقتصادات المرتفعة الدخل، حتى الثمانينيات، تقارباً ثابتاً في الدخل عبر المناطق.[21] ولحقت المناطق الفقيرة في البلدان بالمناطق الثرية. وتباطأ التقارب الأقاليمي منذ ذلك الحين وانعكس في بعض الحالات. وفي الولايات المتحدة، تباطأت عملية التقارب بشكل ملحوظ ابتداءً من التسعينيات.[22] وشهدت الاقتصادات الأوروبية كذلك تباطؤاً في التقارب الإقليمي تحول إلى انحراف واضح منذ بداية الركود الكبير في عام 2008. وشهدت بعض المناطق "الرائدة" في الاقتصادات الأوروبية المرتفعة الدخل نمواً أسرع بكثير من العديد من المناطق الأفقر.[23]

وتوجد العديد من الأسباب لانقسام الأنشطة الاقتصادية داخل البلدان. وما انفك انخفاض أهمية أنشطة الزراعة والتعدين في النواتج الاقتصادية يشجع التوجه نحو المدن الكبيرة. وفي الاقتصاد الذي يقوم على المعرفة وتهيمن عليه الخدمات، تمتلك الشركات حوافز قوية للتواجد في المناطق الحضرية الكبيرة. ويمكن القول إن الانفتاح يعزز الانجذاب نحو المناطق الرائدة. وتميل أكثر بؤر الابتكار حيوية، المدمجة في شبكات الابتكار العالمية، إلى أن تكون في أغنى التجمعات الحضرية في البلدان. ويعزز نجاحها دولياً ريادتها محلياً. وكما هو موضَّح في الفصل 1، قد تشهد تجمعات الابتكار الناجحة أيضاً تباين في الإيرادات، مع فرض النمو السريع للوظائف العالية المهارات ضغوطاً على الدخل المتاح للوظائف المنخفضة المهارات. وتقدِّم إسرائيل مثالاً جيداً على طرح أنشطة الابتكار المزدهرة شواغل بشأن الاقتصاد الثنائي المسار (انظر الشكل 2.5).

وتُعدّ معالجة هذه الاختلالات الإقليمية المتفاقمة أحد أصعب

التحديات التي يواجهها واضعو السياسات. وإن محاولة عكس التوجه نحو المناطق الناجحة قد لا تكون مجدية أو مرغوباً فيها. وإن تقييد المشاركة في شبكات الابتكار العالمية من شأنه أن يقوض قدرة الاقتصاد على توليد ابتكارات متطورة. وفي جميع الحالات، يكون الانفتاح عاملاً مساهماً في الاختلالات الإقليمية.[24] ويمكن القول إن التحول الهيكلي الطويل الأجل للنشاط الاقتصادي هو القوة الدافعة الأساسية لهذه الاختلالات. ولا تقدم الهجرة الداخلية من المناطق المتأخرة إلى المناطق المزدهرة سوى حل جزئي للاختلافات الإقليمية. وقد لا يكون الأفراد قادرين أو مستعدين للتنقل. وتشكل أسعار الإسكان المرتفعة في المناطق المزدهرة وحدها عائقاً كبيراً أمام الهجرة الداخلية.[25]

ويمكن للسياسة أن تؤدي دوراً مهماً في دعم المناطق التي تخلفت عن الركب. وللدعم الإنمائي المقدَّم إلى المناطق الأضعف، بطبيعة الحال، تاريخ طويل ونتائج متباينة. ويتجاوز الاستعراض الكامل لمبادرات السياسات التاريخية نطاق هذا التقرير. ومع ذلك، تشير البحوث الجديدة إلى بعض الاعتبارات المهمة عند رسم سياسات دعم إقليمي:[26]

- من الناحية المثالية، ينبغي أن تسعى استراتيجيات التنمية الإقليمية إلى الاستفادة من القدرات والمزايا الحالية للمناطق وتعزيزها عن طريق الاستثمارات في البنى التحتية والتربية والتعليم والتكنولوجيا. ويمكن للقدرات والمزايا القائمة أن تتخذ شكل أراضٍ وعمالة قليلة التكلفة فضلاً عن أصول السمعة الطيبة.
- ينبغي أن تحدد صياغة السياسات العوائق الرئيسية التي تواجه القدرات المتزايدة الحالية وأن تعتمد على مدخلات كل الأطراف المحلية المعنية.
- ينبغي أن تخضع السياسات الإنمائية الناتجة لعمليات تقييم منتظمة. وينبغي أن ترشد الأدلة تكييف السياسات في المستقبل.

وعلى الرغم من أن هذه السياسات لا تعكس التوجه نحو المناطق الناجحة، فيمكنها أن تضمن أن النمو القائم على الابتكار يفيد الاقتصادات ككل. وبذلك، فهي تدعم بشكل أساسي أهمية انفتاح أنظمة الابتكار الوطنية.

تستضيف منطقة تل أبيب الكبرى معظم مخترعي إسرائيل

الشكل 3.5 خريطة تركز المخترعين المدرجين في طلبات البراءات، 2008-2018

المصدر: الويبو بالاستناد إلى بيانات PATSTAT ومعاهدة البراءات وويب العلوم (انظر الملاحظات التقنية).
ملحوظة: أرقام البراءات قائمة على أسر البراءات الدولية.

الإطار 2.5 نظام الابتكار المزدهر في إسرائيل: بلد ناشئ أم منطقة ناشئة؟

تتمتع إسرائيل باقتصاد ابتكاري مزدهر. وبالنسبة لحجم الناتج المحلي الإجمالي، لا تنفق أي دولة أخرى مثلها على البحث والتطوير ولا تستقطب القدر نفسه من رؤوس الأموال الاستثمارية. وقد أقامت معظم شركات التكنولوجيا الرائدة مراكز للبحث والتطوير في إسرائيل للاستفادة من المهارات والخبرات المتاحة في أوساط البحث الدينامية للبلد. وتتصدر الشركات الإسرائيلية العديد من المجالات– ولا سيما الأمن السيبراني. وفي ظل واقع الشركات الناشئة الحيوي، اكتسبت إسرائيل لقب "أمة الشركات الناشئة".

وكان اقتصاد الابتكار الحيوي في إسرائيل قوة دافعة رئيسية لنمو الاقتصاد الكلي. ومن عام 2008 إلى عام 2018، شهد الاقتصاد الإسرائيلي معدل نمو سنوي متوسط قدره 3.5 في المئة – متجاوزاً مرة أخرى أغلب الاقتصادات المتقدمة.[27] وانخفضت البطالة إلى مستوى غير مسبوق بلغ 4 في المئة في عام 2018.[28]

ومع ذلك، فإن هذا اللقب يحجب التركيز الجغرافي العالي للنشاط الابتكاري في إسرائيل. ومنطقة تل أبيب الحضرية هي المنطقة الرائدة بكل المقاييس. فهي تضم 77 في المئة من كل الشركات الناشئة و60 في المئة من كل الوظائف التكنولوجية المتقدمة.[29] وتستضيف أكثر من نصف المخترعين الإسرائيليين المدرجين في طلبات البراءات (انظر الشكل 3.5).

وإن الأجور في المناطق المحيطة أقل بنسبة 35 في المئة تقريباً من وسط إسرائيل. وازدادت هيمنة تل أبيب خلال السنوات الماضية. إذ كانت المنطقة مسؤولة عن أكثر من ثلثي الزيادة في الموظفين في مجال التكنولوجيا المتقدمة فيما بين عامَي 2015 و2017.[30] وإن تل أبيب متصلة بشكل كبير ببؤر الابتكار الرائدة في جميع أنحاء العالم، حيث تقدم، على سبيل المثال، رحلات مباشرة إلى سان فرانسسكو.

وعلى غرار بؤر الابتكار العالمية الأخرى، شهدت تل أبيب مخاوف متفاقمة من أن توسع شركات التكنولوجيا يرفع أسعار الإسكان ويزيد الفوارق في المداخيل.[31]

وتقر حكومة إسرائيل بأن جاذبية منطقة تل أبيب تدل على المزايا الإقليمية النسبية وقوى التكتل الطبيعية. وتدرك أيضاً أن هذا الاختلال الإقليمي يطرح تحديات اقتصادية واجتماعية. ونتيجة لذلك، اعتمدت هيئة الابتكار الإسرائيلية استراتيجية للاقتصاد القائم على الابتكار في المناطق المحيطة. وتتمحور هذه الاستراتيجية حول الركائز الأربع التالية:[32]

- ربط رأس المال البشري في المناطق المحيطة بشركات التكنولوجيا المتقدمة الرائدة؛
- تشجيع الابتكار التكنولوجي في المناطق المحيطة في قطاعات التصنيع والزراعة والغذاء؛
- تشجيع ريادة الأعمال التي تعتمد على المؤسسات الأكاديمية المحلية وغيرها من مصادر المعرفة المحلية والخبرة الصناعية؛
- تعزيز منظومة التكنولوجيا المتقدمة في تلك المناطق - أي في حيفا والقدس وبئر سبع - التي تمتلك المقومات الرئيسية لإقامة مثل هذه المنظومة.

وتسعى هذه الركائز إلى الحد من النقص المتزايد في العمال ذوي المهارات العالية في اقتصاد الابتكار وتعزيز تنمية المناطق التي تتخلف حالياً عن تحقيق نمو وطني أكثر توازناً.

ملاحظات

1 انظر الويبو (2015).

2 انظر دراسة الحالة الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية الزراعية في الفصل 4.

3 يُرجى زيارة home.cern. وإسرائيل هي العضو الوحيد في المنظمة الأوروبية للبحوث النووية من خارج أوروبا.

4 انظر Krugman وآخرون (2018). وتعدّ الاختلافات في مستويات الإنتاجية بين البلدان عاملاً ثالثاً للتخصص.

5 يمكن للاختلافات في المقومات أيضاً أن تفسر أنماط الهجرة الدولية. ومن ثم، فإن العمال ذو المهارات العالية – مثل المهندسين البرمجيين من الهند – إلى الانتقال إلى اقتصادات مرتفعة الدخل للحصول على أجور أعلى (انظر Krugman وآخرون، 2018). ويبدو أن انخفاض أجور موظفي البحث والتطوير من أسباب نقل الشركات المتعددة الجنسيات أنشطتها في هذا المجال إلى البلدان النامية؛ وكذلك إمكانات نمو الأسواق المحلية (انظر Thursby وThursby، 2006).

6 أشار الخبير الاقتصادي الحائز على جائزة نوبل كينيث أرو إلى طبيعة المعارف كسلعة عامة (Arrow، 1962). وإلى جانب الطبيعة غير التنافسية للاستهلاك، لا يمكن لمنتجي المعارف استبعاد الغير من استخدام المعرفة المنقولة إلى الجمهور بدون حماية الملكية الفكرية. انظر الويبو (2011) للمزيد من التفاصيل.

7 انظر الويبو (2019).

8 انظر Crescenzi وآخرون (2019).

9 انظر Cohen وLevinthal (1989) للاطلاع على مساهمة أولى بشأن أهمية القدرة الاستيعابية.

10 انظر von Hippel (1994).

11 ظهرت الحجج الأولى في الثمانينيات عندما اعتُبر النمو السريع لاقتصادات شرق آسيا تهديداً للهيمنة التكنولوجية للاقتصادات الغربية (انظر مثلاً Tyson، 1984).

12 وصف Pritchett (1997) التوجه التاريخي الطويل الأجل بأنه "تباعد هائل".

13 انظر الويبو (2015).

14 انظر Patel وآخرون (2018).

15 انظر Brander وSpencer (1985) للاطلاع على تحليل بارز.

16 انظر الويبو (2015).

17 انظر Bloom وآخرون (2019).

18 انظر Bloom وآخرون (2019). ويوثق المؤلفون انخفاض إنتاجية البحث والتطوير عند تحليل بيانات الشركات على مستوى اقتصاد الولايات المتحدة. ويرفضون فضلاً عن ذلك فرضية أن ظهور تكنولوجيات جديدة سيعوض انخفاض إنتاجية البحث والتطوير في التكنولوجيات القائمة.

19 انظر Gordon (2018).

20 يُرجى زيارة en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station.

21 انظر Crescenzi وآخرون (2019).

22 انظر Ganong وShoag (2017).

23 انظر Alcidi وآخرون (2018).

24 ويخلص Helpman (2018)، بعد تحليل عقدين من البحوث، إلى أن العولمة مسؤولة عن زيادة طفيفة في عدم المساواة بين الأمم.

25 انظر Ganong وShoag (2017).

26 انظر Foray (2015) وRodríguez-Pose (2018).

27 بالاستناد إلى قيم إجمالي الناتج المحلي بالدولار الأمريكي الثابت لعام 2010، وفقاً للبنك الدولي.

28 وفقاً للبيانات القطرية لإسرائيل لدى منظمة العمل الدولية.

29 انظر هيئة الابتكار الإسرائيلية (2019).

30 انظر هيئة الابتكار الإسرائيلية (2019).

31 انظر Srivastava (2018).

32 انظر هيئة الابتكار الإسرائيلية (2019).

المراجع

Alcidi, C., J.N. Ferrer, M. Di Salvo, R. Musmeci and M. Pilati (2018). Income Convergence in the EU: A Tale of Two Speeds. *Commentary*, January 9. Brussels: Centre for European Policy Studies.

Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In Nelson, R.R. (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 609–626.

Bloom, N., C.I. Jones, J. Van Reenen and M. Webb (2019). Are Ideas Getting Harder to Find? *NBER Working Paper Series, No. 23782*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Brander, J.A. and B.J. Spencer (1985). Export subsidies and international market share rivalry. *Journal of International Economics*, 18(2), 83–100.

Cohen, W.M. and D.A. Levinthal (1989). Innovation and learning: two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, 569–596.

Crescenzi, R., S. Iammarino, C. Ioramashvili, A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2019). The Geography of Innovation: Local Hotspots and Global Innovation Networks. *WIPO Economic Research Working Paper No. 57*. Geneva: WIPO.

Foray, D. (2015). *Smart Specialisation: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy*. Abingdon: Routledge.

Ganong, P. and D. Shoag (2017). Why has regional income convergence in the U.S. declined? *Journal of Urban Economics*, 102, 76–90.

Gordon, R.J. (2018). Declining American economic growth despite ongoing innovation. *Explorations in Economic History*, 69, 1–12.

Grossman, G.M. and E. Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press.

Helpman, E. (2018). *Globalization and Inequality*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Israel Innovation Authority (2019). *State of Innovation in Israel 2018*. www.innovationisrael.org.il

Krugman, P.R., M. Obstfeld and M. Melitz (2018). *International Economics: Theory and Policy* (11th edition). Boston, MA: Pearson Education.

Patel, D., J. Sandefur and A. Subramanian (2018). Everything you know about cross-country convergence is (now) wrong. *Realtime Economic Issues Watch*, October 15. Peterson Institute for International Economics. www.piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/everything-you-know-about-cross-country-convergence-now-wrong

Pritchett, L. (1997). Divergence, big time. *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 3–17.

Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter. *VOX*, February 6. voxeu.org/article/revenge-places-dont-matter

Srivastava, M. (2018). Israel's tech expansion stokes glaring inequality in Tel Aviv. *Financial Times*, December 10.

Thursby, J. and M. Thursby (2006). *Here or There? A Survey of Factors in Multinational R&D Location*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Tyson, L.D. (1984). *Who's Bashing Whom: Trade Conflict in High-technology Industries*. Washington, D.C.: Institute for International Economics.

von Hippel, E. (1994). 'Sticky information' and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science*, 40, 429–439.

WIPO (2011). *World Intellectual Property Report 2011: The Changing Face of Innovation*. Geneva: WIPO.

WIPO (2015). *World Intellectual Property Report 2015: Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: WIPO.

WIPO (2019). *Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. Geneva: .WIPO

الملاحظات التقنية

مجموعات البلدان بحسب الدخل

يستخدم هذا التقرير تصنيف دخل البنك الدولي للدخل في الإشارة إلى مجموعات معيّنة من البلدان. ويستند التصنيف إلى نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي في عام 2018 ويحدد المجموعات الأربع التالية: الاقتصادات المنخفضة الدخل (1,025 دولاراً أمريكياً أو أقل)؛ والشريحة الدنيا من الاقتصادات المتوسطة الدخل المتوسط (1,026 دولاراً إلى 3,995 دولاراً أمريكياً)؛ والشريحة العليا من الاقتصادات المتوسطة الدخل (3,996 دولاراً أمريكياً إلى 12,375 دولاراً أمريكياً)؛ والاقتصادات المرتفعة الدخل (12,376 دولاراً أو أكثر).

يتوفر مزيد من المعلومات عن هذا التصنيف على
data.worldbank.org/about/country-classifications

مجموعات المناطق القطرية

تستند المناطق القطرية المستخدمة في هذا التقرير إلى المناطق الجغرافية المستمدة من "الرموز القياسية للبلدان والمناطق لأغراض الإحصاءات"، 1999 (التنقيح 4)، المعروفة باسم تصنيف M49 والتي تنشرها شعبة الإحصاءات التابعة لإدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية للأمم المتحدة. ويمكن الاطلاع على المنهجية الكاملة على unstats.un.org.

ولتبسيط التحليل، أُدخلت التعديلات التالية على المنهجية: تشمل *أوروبا الغربية* أندورا، والنمسا، وبلجيكا، والدانمرك، وفنلندا، وفرنسا، وألمانيا، واليونان، وإيسلندا، وإيرلندا، وإيطاليا، وليختنشتاين، ولكسمبرغ، ومالطة، وموناكو، وهولندا، والنرويج، والبرتغال، وسان مارينو، وإسبانيا، والسويد وسويسرا، والمملكة المتحدة. وتشمل *أوروبا الوسطى والشرقية* كل البلدان الواقعة في منطقتي *أوروبا الشمالية والجنوبية* وفقاً لتصنيف M49 وغير المدرجة في *أوروبا الغربية*. وتُجمع المناطق الجغرافية الفرعية *جنوب آسيا ووسط آسيا وجنوب شرق آسيا* في فئة واحدة تشمل منغوليا أيضاً.

بيانات المنشورات العلمية

بيانات المنشورات العلمية المستخدمة في هذا التقرير مستمدة من 27,726,805 سجلات منشورة في الفترة من عام 1998 إلى عام 2017 في فهرس الاقتباسات العلمية (SCIE) الخاص بويب العلوم (WOS)، وهي قاعدة بيانات الاقتباسات التي تديرها شركة Clarivate Analytics. ويركز التحليل على 23,789,354 ملاحظة تشير فقط إلى المقالات العلمية ونواتج المؤتمرات والملخصات العلمية وورقات البيانات. وتشكل المقالات العلمية الجزء الأكبر من مجموعة البيانات الناتجة.

بيانات البراءات

بيانات البراءات المستخدمة في هذا التقرير مستمدة من قاعدة البيانات الإحصائية العالمية للبراءات التابعة للمكتب الأوروبي للبراءات (PATSTAT، أبريل 2019) ومجموعات معاهدة التعاون بشأن البراءات التابعة للويبو. وفي الفترة قيد التحليل (1970-2017)، تشكل هذه المصادر 49,286,675 إيداعاً أولياً للبراءات و26,626,660 إيداعاً لبراءات لاحقة، بما مجموعه 75,913,335 طلب براءة من 168 مكتب براءات مختلف.

والوحدة الرئيسية للتحليل هي أول إيداع لمجموعة من طلبات البراءات في بلد واحد أو أكثر والمطالبة بالاختراع نفسه. وتُعرف كل مجموعة تحتوي على إيداع أول وربما عدة إيداعات لاحقة بأنها أسرة براءات. ويميز التحليل أيضاً بين أسر البراءات الخارجية التوجه – وهي أسر البراءات الدولية – وأسر البراءات المحلية فقط. وتخص أسر البراءات الخارجية التوجه الاختراعات التي التمس المودع حماية البراءات لها خارج مكتب البراءات في بلد إقامته. ويشمل هذا التعريف أيضاً طلبات البراءات المودعة في الخارج فقط وتلك المودعة عن طريق نظام معاهدة البراءات فقط وتلك المودعة عن طريق المكتب الأوروبي للبراءات فقط. وفي المقابل، تشير أسر البراءات الداخلية فقط إلى طلبات البراءات المودعة في مكتب بلد إقامة المودع فقط – بغض النظر عن عدد الإيداعات لدى مكتب بلد الإقامة داخل الأسرة نفسها – دون أي إيداع لاحق في الخارج عن طريق مسار باريس أو معاهدة البراءات. وبالمثل، تكون طلبات البراءات التي يكون مودعوها من أكثر من منشأ أسر براءات خارجية التوجه. وفضلاً عن ذلك، تتعلق نحو 30 في المئة من أسر البراءات بحماية نماذج المنفعة فقط – وهي تكون داخلية في الغالب فقط.

ولا يستخدم التقرير، ما لم يُذكر خلاف ذلك، أسر سوى أسر البراءات الدولية بوصفها وحدة تحليل كل إحصاءات البراءات المجمعة. ويتعلق ذلك في الغالب بالتغطية غير الكاملة للبراءات (ونماذج المنفعة) الداخلية فقط للعديد من المجموعات الوطنية في قاعدة بيانات PATSTAT. وعلى الرغم من أن المكاتب الوطنية والدولية الرائدة تكون عادة مغطاة جيداً – وهي مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية (USPTO) ومكتب اليابان للبراءات (JPO) والمكتب الكوري للملكية الفكرية (KIPO) والإدارة الوطنية للملكية الفكرية لجمهورية الصين الشعبية (CNIPA) والمكتب الأوروبي للبراءات (EPO) والويبو – فإن بعض المكاتب الأخرى تحظى بتغطية محدودة في قاعدة بيانات PATSTAT. فعلى سبيل المثال، تكون التغطية في قاعدة بيانات PATSTAT لمجموعات البيانات الوطنية الخاصة بنحو 20 مكتباً رائداً للبراءات – مثل الهند وإندونيسيا وإيران (جمهورية – الإسلامية) والمكسيك وتركيا – محدودة. ونتيجة لذلك، يستخدم التقرير معلومات 8,955,990 أسرة براءات دولية تحتوي على 35,582,650 طلب براءات مختلف.

الترميز الجغرافي

أُجري الترميز الجغرافي - أي إسناد خطوط الطول والعرض إلى موقع معين - للمنشورات العلمية وبيانات البراءات باستخدام كل المعلومات المتاحة عن العناوين والرموز الجغرافية المتاحة بشأن تلك البيانات.

وفي حالة المنشورات العلمية، يفترض التقرير أن البحوث التي أجريت لأي منشور تتم في المؤسسات والمنظمات التي يعلن المؤلفون انتمائهم إليها. وتم ترميز 97 في المئة من كل عناوين الانتماء جغرافياً وفقاً للرمز البريدي أو مستوى المدينة الفرعية. وفي حالة المؤلفين الذين ينتمون إلى أكثر من جهة في المنشور نفسه، أُخذت كل العناوين المختلفة في الحسبان.

وفي حالة البراءات، تم ترميز 87 في المئة من أسر البراءات الدولية المودعة من عام 1976 إلى عام 2015 ترميزاً جغرافياً. ولم يكن لمعظم الحالات غير المرمزة جغرافياً معلومات عناوين قابلة للاستخدام. وتم، قدر الإمكان، تطبيق الرموز الجغرافية على عناوين المخترعين باستخدام أكثر مصادر البيانات اكتمالاً وموثوقية داخل كل أسرة براءات. وفضلاً عن ذلك، تم إثراء البيانات ببيانات البراءات المتاحة المرمزة جغرافياً (انظر Motohashi وYin 2018؛ وIkeuchi وآخرون، 2017؛ وLi وآخرون، 2014؛ وde Rassenfosse وآخرون، 2019؛ وMorrison وآخرون، 2017). وحُللت وجُمعت كل تلك المصادر والرموز الجغرافية للويبو من أجل الحصول على أفضل بيانات مرمزة جغرافية فيما يخص كل أسرة براءات. ومتى توفر أكثر من مصدر لأسرة بيانات معينة، اعتُمد ترتيب الأولوية التالي: (1) المصادر التي تحتوي على معلومات عن المخترع (مبدأ المخترع)؛ (2) والمصادر التي تحتوي على عناوين أكثر للمخترعين (مبدأ التغطية)؛ (3) والمصادر التي تحتوي على أدق رموز جغرافية (مبدأ الدقة)؛ (4) والمصادر الأقرب إلى بلد العنوان – مثل استقاء العناوين الصينية من بيانات إدارة الملكية الفكرية الصينية، والعناوين اليابانية إلى بيانات مكتب اليابان للبراءات وما إلى ذلك (مبدأ المحلية)؛ (5) والفحص اليدوي والاختيار المخصص عندما يتوفر مصدران أو أكثر. ونتيجة لذلك، تم ترميز العديد من عناوين المخترعين جغرافياً على مستوى دقيق – أي الشارع أو الحي – في حين لم يتسنّ ترميز عناوين أخرى إلا بالرمز البريدي أو مستوى آخر فرعي من المدينة. من المرجح أن تُرمز أسر البراءات التي تحتوي على مزيد من المكاتب ترميزاً جغرافياً بجودة أعلى. وهذا سبب آخر لاعتماد التقرير فقط على أسر البراءات الدولية. ولمزيد من المعلومات، يُرجى الاطلاع على منشور Miguelez وآخرون (2019).

قياس تكتل الابتكار

سعياً إلى معالجة مشكلة الوحدة المساحية القابلة للتعديل والتشوهات الإحصائية الناتجة عنها، أنشأ هذا التقرير مجموعتين من المساحات المخصصة القابلة للمقارنة بغية استخدامها عوضاً عن التقسيمات الإدارية (انظر Ester وآخرون، 1996). وتشتمل مجموعة أولى – وهي بؤر الابتكار العالمية – على أكثر المناطق الجغرافية كثافة ابتكارية في العالم من حيث المقالات العلمية أو أسر البراءات في كل كيلومتر مربع. وتكون تلك المناطق قابلة للمقارنة دولياً ومميزة جغرافياً بحكم تعريفها. ويحدد مستوى الكثافة نفسه للمنشورات العلمية أو البراءات البؤرة نفسها في أي مكان في العالم، على الرغم من أن ذلك المستوى يختلف في بيانات المنشورات العلمية عن بيانات البراءات. ولا يمكن للعناوين المدرجة في البراءات أو المنشورات العلمية أن توجد في بؤرتين في الوقت نفسه.

وأُنشئت المجموعة الثانية، وهي التجمعات الخاصة المتخصصة، لتجنب التحيزات الناشئة عن التمثيل فوق النصاب لبعض المجالات العلمية أو التكنولوجية في المنشورات العلمية وبيانات البراءات على التوالي. وتضم التجمعات الخاصة المتخصصة المناطق التي تتسم بكثافة ابتكارية مرتفعة في مجال محدد أو أكثر من المنشورات العلمية أو البراءات والتي لم تستوف معايير بؤرة الابتكار العالمية. وتعدّ التجمعات الناتجة مناطق جغرافية مميزة إذ تُوحد التجمعات المتداخلة في مختلف المجالات في تجمع واحد. ولكنها قابلة للمقارنة دولياً فقط فيما يخص مجالاً علمياً أو تكنولوجياً محدداً (أو أكثر).

ونتيجة لذلك، حدد التقرير 174 بؤرة ابتكار عالمية و313 تجمعاً خاصاً متخصصاً في جميع أنحاء العالم. وفيما يلي تفاصيل نهج التحديد:

أولاً، تُحدد النقاط داخل بؤر الابتكار العالمية بتطبيق خوارزمية "التجميع المكاني القائم على الكثافة للتطبيقات المشوشة" (DBSCAN) بشكل منفصل على بيانات البراءات والمنشورات العلمية المرمزة جغرافياً. ويقتضي هذا الأسلوب استخدام عاملين – هما النطاق الأدنى والنقاط الدنيا – لتحدي الكثافة الدنيا المقبولة لترشيح منطقة ما. وحُدد العاملان بطريقة مختلفة فيما يخص البراءات والمنشورات العلمية. وحُدد نطاق بيانات المنشورات العلمية بمسافة 23 كم وهو متوسط مسافة التنقل إلى العمل في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ونظراً إلى الترميز الجغرافي الأدق لبيانات البراءات وعملية الفحص المصورة، حُدّد هذا النطاق بمسافة 13 كم. وحُدّد عامل النقاط الدنيا بمتوسط كثافة البراءات والمنشورات العلمية من كل النطاقات بحسب نطاق كل مجموعة بيانات. ونتيجة لذلك، كانت الكثافة الدنيا للبراءات في بؤر الابتكار العالمية 1,453 براءة لكل 10 كم^2 وكانت الكثافة الدنيا للمنشورات العلمية 3,328 منشوراً علمياً لكل 10 كم^2.

وثانياً تُستخدم مجموعات النقاط الناتجة عن الخوارزمية المذكورة سابقاً في تحديد المناطق الجغرافية المحتملة لبؤر الابتكار العالمية – أي حدودها. وتُحدد حدود كل تكتل للمنشورات العلمية والبراءات بتطبيق أسلوب المتغيرة k لحساب عدد المجاورين (K-nn) على كل مجموعة من نقاط البراءات والمنشورات العلمية (انظر Moreira وSantos، 2007). وحرصاً على تجنب أشكال المضلعات غير العادية، حُدد أن تشمل خوارزمية التقعير 75 في المئة على الأقل من المساحة المحدبة التي تغطيها كل النقاط الخارجية لمجموعة ما. وفي الحالات القليلة التي كانت فيها المجموعة تغطي أقل من ثلاث إحداثيات، ضُبط المضلع على محيط يمتد 13 كم. وتُدمج المضلعات المتداخلة ولا يُحتفظ إلا بالحدود الخارجية لكل التكتلات المعنية. ومع ذلك، إذا كانت نسبة التداخل أقل من 5 في المئة من أي مضلع، فإنها تخضع للفحص والتصحيح اليدوي. وتُراعى كل البراءات والمقالات العلمية المندرجة في المضلعات الناتجة في التحليل بغض النظر عن كونها جزءاً من نتائج خوارزمية "التجميع المكاني القائم على الكثافة للتطبيقات المشوشة" (DBSCAN)

وثالثاً، تُكرر الطريقة المذكورة آنفاً على 25 عينة فرعية من البيانات نفسها للمنشورات والبراءات والتي تشير إلى 12 مجالاً علمياً و13 مجالاً تكنولوجياً على التوالي. ويُحدد النطاق مجدداً بمسافة 13 كم للبراءات و25 كم للمنشورات العلمية. وتُساوي النقاط الدنيا متوسط كثافة البراءات في كل من المجالات التكنولوجية الثلاثة عشرة ومتوسط كثافة المنشورات العلمية في كل من المجالات العلمية من كل النطاقات وفقاً لنطاق كل مجموعة بيانات. ومن المجموعات الناتجة عن كل من العمليات الخمسة والعشرين، يُحتفظ بالنقاط غير المدرجة في بؤرة ابتكار عالمية لحساب مساحة المضلع المقعر. ومن المضلعات الناتجة، تُدمج المضلعات المتداخلة بالطريقة نفسها المذكورة أعلاه.

استراتيجيات رسم الخرائط

تستند استراتيجية رسم خرائط البراءات لكل من القطاعين - المركبات المستقلة في الفصل 3 والتكنولوجيا الأحيائية النباتية في الفصل 4 – إلى الدراسات وتحليلات الخبراء المتاحة. وكلما أمكن الأمر، اعتمدت كل استراتيجية على عمليات حصر البراءات والمنشورات العلمية السابقة وتمت مقارنتها معها. وللمزيد من التفاصيل، انظر Graff و(2019) Hamdan-Livramento و(2019) Zehtabchi.

المركبات المستقلة

تستند بيانات المركبات المستقلة إلى مزيج من البراءات المستمدة من قاعدة بيانات PATSTAT وعينة من المقالات العلمية المستمدة من قاعدة بيانات الاقتباسات العلمية الموسّعة التابعة لويب العلوم بالاستناد إلى تصنيفات البراءات والموضوعا العلمية والكلمات المفتاحية كما هو مبيَّن فيما يلي.

واستُخدمت الرموز التالية من التصنيف الدولي للبراءات والتصنيف التعاوني للبراءات من أجل تحديد البراءات المتعلقة بالمركبات المستقلة، وتستند إلى بيانات البراءات السابقة المستمدة من مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية والمكتب الأوروبي للبراءات ومكتب اليابان للبراءات. واستُخدمت بعض رموز التصنيف التعاوني للبراءات والتصنيف الدولي للبراءات مع بعض الكلمات المفتاحية فقط.

الرموز المستقلة: G05D 1/0088؛ G05D2201/0207؛ G05D2201/0212؛ G08G 1/22؛ B60L2260/40%؛ B60L2230%؛ B60K31/0008؛ B60K31/0008؛ B60K2031/0091؛ B60K31/0058؛ B60K31/0066؛ B60W2550/40؛ B60W2600%؛ G01S15/88؛ G06K9/00791؛ G06T2207/30252؛ G08G1/096791؛ G08G1/16؛ G08G1/22؛ H04L67/12؛ Y02P90/285.

الرموز مع الكلمات المفتاحية: %B60L؛ %B60W؛ %/B60W2030؛ %/B60W2040؛ %/B60W2050؛ %/B60W30؛ %/B60W40؛ %/B60W50؛ %B60Y؛ B60Y2200/11؛ %B62D؛ G01S13/93؛ G01S13/931؛ G01S15/93؛ %/G01S15/931؛ G01S17/88؛ G01S17/93؛ G01S17/936؛ G01S7/022؛ G01S7/4806؛ G05D1/02؛ %/G05D1/021؛ %G08G1/16؛ %/Y02T10؛ %/Y02T90.

الكلمات المفتاحية الإنكليزية: (ground | car | cars | lorri | lorry | road | street | highway | convoy | platoon | fleet), (autonomous | unmanned | driver[.]{0,}less | agv), and NOT (air | aer | drone | flight | flies | fly).

وفي حالة بيانات المنشورات العلمية، طُبِّقت عملية تكرارية. أولاً، طُبِّقت استراتيجية قائمة على الكلمات المفتاحية على ملخصات بيانات قاعدة الاقتباسات العلمية الموسَّعة لويب العلوم بالجمع بين قائمتَي المصطلحات الإنكليزية التالية: (1) automated، autonomous، self-driving، driverless، unmanned، vehicle، car، truck، (2) robotic، pilotless، unpiloted، taxi، shuttle، lorry، driving، transport(ation)، automobile.

ثانياً، تم فحص الموضوعات التي حددها مؤلفو المقالات العلمية الناتجة يدوياً لإعداد قائمة جديدة تتكون من المصطلحات الإنكليزية الأربعين التالية: adaptive cruise control؛ advanced driver assistance system؛ automated driving system؛ auto-mated lane change maneuver؛ automatic vehicle control؛ automatic vehicle following؛ automotive radar؛ automotive sensors؛ autonomous mobile robots؛ autonomous navigation؛ autonomous valet parking؛ autonomous vehicular networks؛ autonomous-vehicle؛ collision avoidance؛ crash avoidance؛ DARPA؛ DARPA urban challenge؛ Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) urban challenge؛ drivable-region detection؛ intelligent cruise control vehicles؛ intelligent unmanned autonomous system؛ LADAR؛ laser imaging detection and ranging؛ LIDAR؛ LIDAR (light detection and ranging)؛ look-ahead sensing؛ moving vehicle detection؛ object detection؛ obsta-cle avoidance؛ obstacle detection؛ pedestrian detec-tion؛ pedestrian-crossing detection؛ platoon؛ predictive unmanned ground vehicle؛ cruise control؛ surface vehicles؛ vehicle automation؛ vehicle detec-tion؛ vision-based guidance؛ wheeled robotic vehicle.

ثالثاً، طُبِّقت المصطلحات الأربعون التالية على ملخصات وعناوين المقالات لاستخراج مجموعة جديدة. ولتجنب النتائج الخاطئة، استُبعدت المقالات المنشورة في مجلات ويب العلوم التي تحتوي على رؤوس الموضوعات الإنكليزية التالية: Anatomy/ Morphology؛ Art؛ Astronomy/Astrophysics؛ Audiology/ Speech-Language Pathology؛ Behavioral Sciences؛ Biochemistry/Molecular Biology؛ Biodiversity/ Biophysics؛ Conservation Biology؛ Biotechnology/Applied Microbiology؛ Cardiovascular System/Cardiology Chemistry؛ Crystallography؛ Developmental Biology؛ Education/Educational Research؛ Emergency Medicine؛ Endocrinology/Metabolism؛ Entomology Environmental Sciences/Ecology؛ Evolutionary Biology؛ Fisheries؛ Food Science/Technology Forestry؛ Gastroenterology/Hepatology؛ General/ Internal Medicine؛ Geochemistry/Geophysics Geography؛ Geology؛ Geriatrics/Gerontology؛ Health Care Sciences/Services؛ Immunology؛ Infectious Diseases؛ Information Science/Library Science؛ Life Sciences/Biomedicine – other topics؛ Linguistics؛ Marine/Freshwater Biology؛ Medical Informatics؛ Medical Laboratory Technology؛ Meteorology/ Atmospheric Sciences؛ Microbiology؛ Mineralogy؛ Mining/Mineral Processing؛ Neurosciences/Neurology؛ Nuclear Science/Technology؛ Nursing؛ Nutrition/ Dietetics؛ Obstetrics/Gynecology؛ Oceanography؛ Ophthalmology؛ Orthopedics؛ Otorhinolaryngology؛ Pathology؛ Pediatrics؛ Pharmacology/Pharmacy؛ Physiology؛ Plant Sciences؛ Psychiatry؛ Psychology؛

Radiology ؛Public Environmental/Occupational Health ؛Rehabilitation ؛Nuclear Medicine/Medical Imaging ؛Respiratory System ؛Research/Experimental Medicine Sport ؛Social Sciences – other topics ؛Rheumatology ؛Transplantation ؛Toxicology ؛Surgery ؛Sciences Veterinary ؛Urology/Nephrology ؛Tropical Medicine ؛Sciences Zoology ؛Water Resources.

التكنولوجيات الأحيائية النباتية

تستند بيانات التكنولوجيا الأحيائية النباتية إلى مزيج من البراءات المستمدة من قاعدة بيانات PATSTAT والمقالات العلمية من عينة البيانات المستمدة من فهرس الاقتباسات العلمية الموسَّع لويب العلوم بالاستناد إلى تصنيفات البراءات والمجلات العلمية والكلمات المفتاحية. وفيما يلي تفاصيل استراتيجية البحث.

استُخدمت رموز التصنيف الدولي للبراءات والتصنيف التعاوني للبراءات من أجل تحديد البراءات الخاصة بكل فئة من فئات التكنولوجيا الأحيائية النباتية ثم جمعها للحصول على إجمالي البراءات الخاصة بالتكنولوجيا الأحيائية النباتية:

تحسين المحاصيل وراثياً: A01H1%؛ A01H3%؛ A01H4%؛ A01H5%؛ A01H6%؛ A01H7%؛ A01H17%؛ C12N5/04%؛ C12N5/14%؛ C12N15/05%؛ C12N15/29%؛ C12N15/79%؛ C12N15/82%؛ وليس C12N15/83%؛ C12N15/84%؛ (C07K14/415% ولكن ليس A61K%).

مكافحة الآفات في المحاصيل: A01N63%؛ A01N65%؛ C12N15/31%؛ C12N/32%؛(C07K14/325% وليس A61K%).

خصوبة التربة: C05F%.

تغيّر المناخ: Y02A40/146؛ Y02A40/162؛ Y0240/164.

تم استخراج المنشورات العلمية من أبرز المجلات العلمية في مجال التكنولوجيا الأحيائية النباتية وأبرز المجلات العلمية المتخصصة في التكنولوجيا الأحيائية الزراعية والمفاتيح الرئيسية كما يلي:

(1) كل المقالات من مجلات التكنولوجيا الأحيائية النباتية التالية: *Agri Gene ؛Crop Science ؛Euphytica ؛Genetics,* *Journal of Experimental ؛Selection, and Evolution* *Botany ؛Journal of Plant Physiology ؛New Phytologist* *Physiologia Plantarum ؛Plant and Cell Physiology ؛Reports* *Plant Cell ؛Plant Cell and Environment ؛Plant Cell* *Plant Molecular Biology ؛Plant Journal ؛Plant Physiology and Biochemistry ؛Physiology* *Science ؛Planta.*

(2) أبرز المجلات العلمية للتكنولوجيا الأحيائية الزراعية والكلمات المفتاحية:

أبرز المجلات العلمية للتكنولوجيا الأحيائية الزراعية: *Biochemical ؛Cell and Biophysical Research Communications ؛Journal of Biology ؛Journal of Biological Chemistry ؛Journal of Molecular Biology ؛Journal of Cell Biology Molecular ؛Journal of the American Medical Association ؛Nature Biotechnology ؛Nature ؛and Cellular Biology ؛PlosBio ؛New England Journal of Medicine Proceedings of the National Academy of Sciences of Theoretical and ؛The EMBO Journal ؛Science ؛the USA Applied Genetics.*

كلمات البحث المفتاحية المستخدمة: abscisic acid؛ ACC agrobacterium؛ aerenchyma؛ ACC synthase؛ oxidase agrobacte-؛ agrobacterium tumefaciens؛ rhizogenes anthocya-؛ anther culture؛ ammonium؛ alfalfa؛ rium؛ *arbuscular mycorrhiza؛ arabidopsis؛ apoplast؛ nins؛ beta vulgaris؛ barley؛ banana؛ bacterial blight؛ auxin؛ bread wheat؛ brassica؛ rachypodium distachyon؛ canola؛ C-4 photosynthesis؛ breeding value؛ breeding chinese؛ chickpea؛ cassava؛ carrot؛ capsicum annuum chloroplast؛ chlorophyll a fluorescence؛ cabbage common؛ cold tolerance؛ coffea arabica؛ citrus؛ DNA؛ cucumis melo؛ cross-breeding؛ cotton؛ *conifer؛ bean؛ cytoplasmic male sterility؛ cytokinins؛ cucumis sativus؛ doubled؛ distillers grains؛ defoliation؛ daucus carota؛ ectomycorrhizal؛ drought resistance؛ downy mildew fruit develop-؛ fructan؛ forage؛ flaxseed؛ eucalyptus fusarium؛ fusarium؛ fruit ripening؛ fruit quality؛ ment؛ genome؛ garlic؛ fusarium head blight؛ graminearum germ-؛ genotype؛ genotype x environment interaction؛ gossypium hirsutum؛ glycine max؛ gibberellins؛ plasm؛ hairy root؛ grapevine؛ grain yield؛ grain filling؛ grain؛ hordeum vulgare؛ high؛ hevea brasiliensis؛ haploid leaf؛ leaf anatomy؛ kiwifruit؛ hypersensitive response؛ lolium perenne؛ linseed؛ legume؛ leaf rust؛ growth؛ marker؛ male sterility؛ maize؛ lycopersicon esculentum micropropa-؛ methyl jasmonate؛ medicago truncatula nitrogen؛ nicotiana tabacum؛ *mycorrhiza؛ gation osmotic adjust-؛ oryza sativa؛ oryza؛ orchid؛ fixation؛ pepper؛ pectin؛ peach؛ pea؛ osmotic potential؛ ment؛ phenotyping؛ phaseolus vulgaris؛ perennial ryegrass؛ phytic acid؛ physcomitrella patens؛ phloem transport؛ pinus pinaster؛ pinus؛ picea abies؛ phytotoxicity؛ plant defence؛ plant breeding؛ pisum؛ pinus taeda pollen devel-؛ plant transformation؛ plant regeneration؛ potato؛ pollen tube؛ pollen germination؛ opment؛ QTL mapping؛ QTL analysis؛ *QTL؛ prunus persica؛ resveratrol؛ rapeseed؛ *quantitative trait loc؛ QTLs rubisco؛ root exudates؛ root elongation؛ rice؛ RFLP؛ self-incompatibility؛ seed؛ sap flow؛ rye؛ activase solanum؛ solanum lycopersicum؛ shoot regeneration somatic embryogen-؛ somaclonal variation؛ tuberosum stomatal؛ spinacia oleracea؛ soybean؛ sorghum؛ esis

sugar ؛sucrose synthase ؛strawberry ؛conductance suppression subtractive ؛sunflower ؛sugarcane ؛beet ؛tomato ؛thlaspi caerulescens ؛tall fescue ؛hybridization ؛transgenic tobacco ؛transgenic rice ؛*transgenic plant

water ؛vitis vinifera ؛vicia faba ؛triticum aestivum ؛*tritic ؛winter wheat ؛wheat ؛water use efficiency ؛potential .*zea may ؛xylem sap

المراجع

de Rassenfosse, G., J. Kozak and de Rassenfosse, G., J. Kozak and F. Seliger (2019). Geocoding of worldwide patent data. papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3425764

Ester, M., H.-P Kriegel, J., Sander and X. Xu (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (KDD-96), Portland, Oregon, August 2–4, Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.

Graff, G. and I. Hamdan-Livramento (2019). The Global Innovation Network of Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 59*. Geneva: WIPO.

Ikeuchi, K., K. Motohashi, R. Tamura and N. Tsukada (2017). Measuring Science Intensity of Industry using Linked Dataset of Science, Technology and Industry. *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-056. www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html

Li, G.-C., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik, A.Z. Yu and L. Fleming (2014). Disambiguation and co-authorship networks of the U.S. patent inventor database (1975–2010). *Research Policy*, 43, 941–955.

Miguelez, E., J. Raffo, C. Chacua, M. Coda-Zabetta, D. Yin, F. Lissoni and G. Tarasconi (2019). Tied In: The Global Network of Local Innovation. *WIPO Working Paper No. 58*, November. Geneva: WIPO.

Moreira, A. and M.Y. Santos (2007). Concave hull: A k-nearest neighbours approach for the computation of the region occupied by a set of points. In *Proceedings of the Second International Conference on Computer Graphics Theory and Applications* (GRAPP 2007), Barcelona, March 8–11. INSTICC Press. ISBN 978-972-8865-71-9, pp. 61–68.

Morrison, G., M. Riccaboni and F. Pammolli (2017). Disambiguation of patent inventors and assignees using high-resolution geolocation data. *Scientific Data*, 4. doi.org/10.1038/sdata.2017.64

Yin, D. and K. Motohashi (2018). Inventor Name Disambiguation with Gradient Boosting Decision Tree and Inventor Mobility in China (1985–2016), *RIETI Discussion Paper Series*, 18-E-018.

Zehtabchi, M. (2019). Measuring Innovation in the Autonomous Vehicle Technology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 60*. Geneva: WIPO.

المختصرات الواردة في النسخة الإنكليزية

genetically improved organism	GIO
General Motors	GM
genetically modified organism	GMO
International Agriculture Research Center	IARC
information and communication technology	ICT
intellectual property	IP
International Patent Classification	IPC
International Rice Research Institute	IRRI
information technologies	IT
Mobility-as-a-Service	MaaS
modifiable areal unit problem	MAUP
Massachusetts Institute of Technology	MIT
multinational company	MNC
national agriculture research systems	NARS
National Oceanic and Atmospheric Administration	NOAA
Organisation for Economic Co-operation and Development	OECD
original equipment manufacturer	OEM
Patent Cooperation Treaty	PCT
research and development	R&D
recombinant DNA	rDNA
Science and Technology	S&T
Science Citation Index Expanded	SCIE
specialized niche cluster	SNC
Toyota Research Institute	TRI
United Kingdom	.U.K
United States of America	.U.S
United Nations	UN
Union for the Protection of New Varieties of Plants	UPOV
U.S. Department of Agriculture	USDA
U.S. Patent and Trademark Office	USPTO
vehicle-to-infrastructure	V2I
vehicle-to-vehicle	V2V
Volkswagen	VW
Waterloo Centre for Automotive Research	WatCAR
World Intellectual Property Organization	WIPO
World Trade Organization	WTO

advanced driver assistance systems	ADAS
automated driving systems	ADS
automated highway systems	AHS
artificial intelligence	AI
autonomous vehicle	AV
Biotechnology Innovation Organization	BIO
Bacillus thuringiensis	Bt
China Academy of Agricultural Sciences	CAAS
Convention on Biodiversity	CBD
chief executive officer	CEO
European Organization for Nuclear Research	CERN
Consultative Group for International Agricultural Research	CGIAR
International Maize and Wheat Improvement Center	CIMMYT
International Potato Center	CIP
Carnegie Mellon University	CMU
Conseil National de Recherche Scientifique	CNRS
European Commission	Commission
Cooperative Patent Classification	CPC
clustered regularly interspaced short palindromic repeats-CRISPR associated protein 9	CRISPR-Cas9
MIT's Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory	CSAIL
chief technology officer	CTO
cellular vehicle-to-everything	C-V2X
Defense Advanced Research Projects Agency	DARPA
deoxyribonucleic acid	DNA
European Court of Justice	ECJ
Brazilian Agricultural Research Corporation	EMBRAPA
U.S. Environmental Protection Agency	EPA
European Union	EU
Food and Agriculture Organization of the United Nations	FAO
Fiat Chrysler Automobiles	FCA
U.S. Food and Drug Administration	FDA
foreign direct investment	FDI
gross domestic product	GDP
genetically engineered organisms	GEO
global innovation hotspot	GIH
global innovation network	GIN

المنظمة العالمية للملكية الفكرية
34, chemin des Colombettes
P.O. Box 18
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

الهاتف: 11 91 338 22 41+
الفاكس: 28 54 733 22 41+

للاطلاع على تفاصيل الاتصال بمكاتب
الويبو الخارجية، يُرجى زيارة الموقع التالي:
www.wipo.int/about-wipo/ar/offices

منشور الويبو رقم 944A/19
ISBN 978-92-805-3098-8