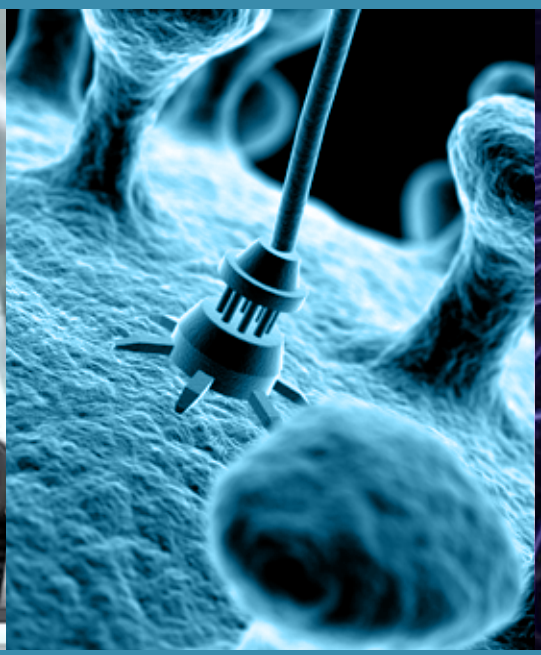
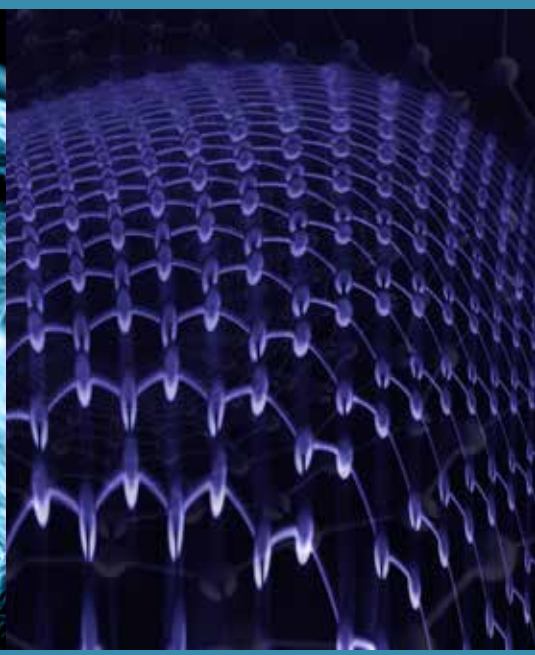
سلسلة اقتصاديات واحصاءات الويبو وتوقعاتها

تقرير المنظمة العالمية للملكية الفكرية

الابتكار الخارق والنمو الاقتصادي

WIPO
المنظمة العالمية للملكية الفكرية

2015

سلسلة اقتصاديات واحصائيات الويبو

تقرير المنظمة العالمية للملكية الفكرية

الابتكار الخارق والنمو الاقتصادي

WIPO
المنظمة العالمية
للملكية الفكرية

2015

تمهيد

لا غنى للحكومات في جميع أنحاء العالم عن السياسات التي تحفز النمو الاقتصادي. فالنمو المستدام يحسن مستويات المعيشة ويخلق فرص عمل جديدة ويساعد في التخفيف من حدة الفقر. ورغم أن النمو الاقتصادي ليس دواءً لكل داء، إلا أنه إذا ما حَسُن توجيهه فإنه من الممكن أن يصبّ في تحقيق الاستقرار والأمن والصحة والاستدامة البيئية.

ولكن هل يعد استمرار النمو الاقتصادي أمرًا مسلمًا به؟ هذا هو السؤال الذي يطرحه عدد متزايد من الخبراء، وثمة سبب وجيه وراء ذلك. فقد شهدت الفترة التي تلت الحرب العالمية الثانية أسرع معدل نمو اقتصادي على الإطلاق. ولكن منذ الأزمة المالية العالمية في 2008، صار النمو الاقتصادي مخيبًا للآمال عامًا بعد عام. ومن ثم هل لنا أن نفترض عودة النمو الاقتصادي إلى وتيرته السريعة في نهاية المطاف؟ أم هل سيصبح تراجع معدل النمو هو الوضع الطبيعي الجديد؟

تعتمد الإجابة جزئيًا على مدى استمرار الابتكار في ممارسة دوره في دفع عجلة النمو. فقد كانت الإنجازات التكنولوجية التاريخية بمثابة نقطة الانطلاق لتحقيق تحسينات مستدامة في النتائج الاقتصادية. حيث أحدثت هذه الإنجازات تغييرًا جذريًا في الإنتاج. وصارت المجتمعات الزراعية أنظمة اقتصادية قائمة على الصناعة وقائمة على الخدمات بفضل تكنولوجيات لم تكن لتخطر على البال منذ 3 قرون. وازدهر الابتكار في نواح شتى بصورة غير مسبوقة في القرن الواحد والعشرين. ومع ذلك يبقى السؤال مفتوحًا، إلى أي مدى سينشط النمو الاقتصادي غدًا بفضل إنجازات اليوم؟

إن الملكية الفكرية في قلب العلاقة بين الابتكار والنمو. فقد كُتب الكثير عن أهمية حماية الملكية الفكرية للنمو الاقتصادي. ولكن القنوات المحددة التي تستطيع الملكية الفكرية من خلالها أن تشكل ملامح النمو تتسم بالتعقيد وتختلف باختلاف التكنولوجيات والصور المختلفة للملكية الفكرية. ومن ثم فقد ركزنا في تقرير المنظمة العالمية للملكية الفكرية 2015 على موضوع الابتكار الخارق والنمو الاقتصادي من أجل إلقاء المزيد من الضوء على هذه القنوات.

وكدأب التقارير السابقة، يهدف *تقرير المنظمة العالمية للملكية الفكرية 2015* إلى شرح الدور الذي يؤديه نظام الملكية الفكرية في اقتصاديات السوق وتوضيحه. حيث يبدأ التقرير باستعراض أنماط النمو الاقتصادي عبر التاريخ واستكشاف الطرق المختلفة التي يؤثر بها الابتكار على النمو. ويبحث كيف تحدد الأشكال المختلفة للملكية الفكرية نتائج نشر الابتكار والتكنولوجيا.

ومن العناصر المستحدثة في تقرير هذا العام احتوائه على سلسلة من الدراسات الإفرادية التي تستكشف الروابط الملموسة بين الابتكار والملكية الفكرية والنمو الاقتصادي في 6 من مجالات الابتكار الخارق. وتركز 3 دراسات إفرادية على الابتكارات التاريخية: الطائرات والمضادات الحيوية وأشباه الموصلات. بينما تتناول الدراسات الثلاث الأخرى الابتكارات الحالية التي يُتوسم أن تصير ابتكارات خارقة: الطباعة المجسَّمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات. غير أن الدراسات الست تنتهج نهجًا موحدًا، فهي تبحث أولاً في أصل الابتكار وإسهامه في النمو؛ ثم تتناول النظام الإيكولوجي الذي أفرز الابتكار؛ وأخيرًا تنظر في الدور الذي يؤديه نظام الملكية الفكرية داخل هذا النظام الإيكولوجي.

وينظر التقرير أيضًا في فرص النمو القائم على الابتكار في المستقبل. فهو لا يدعي توقع المستقبل، ولكنه يستعرض الحجج المتنوعة التي تستشرف المستقبل إما بعين متفائلة أو بعين متشائمة. وبغض النظر عن منظورات النمو اليوم، يؤكد التقرير على الأهمية الحاسمة لاستمرار استثمار الحكومات والشركات في الابتكار. حيث يتطلب نجاح الابتكار، سواء على مستوى الشركة أو الاقتصاد ككل، قدرًا من المثابرة، على الأقل في فترات تراجع النمو عندما تكون ميزانيات الابتكار على المحك.

ولما كان الابتكار الخارق والنمو الاقتصادي موضوعًا متعدد الأوجه، لم يتسع المقام للإجابة على كل سؤال متعلق به في هذا التقرير. فهو على سبيل المثال لا يناقش بالتفصيل كيف يغير النمو القائم على الابتكار الطلب على الوظائف ويشكل توزيع الدخل. وإذ يصف التقرير كيفية انتشار الابتكارات المختلفة في الاقتصادات النامية، فإنه يعرض على استحياء ما يُمكن أن يفسر أنماط هذا الانتشار؛ ولا يزال فهم كيف استطاع بعض الاقتصادات النامية أن يصعد سُلم التكنولوجيا بينما أخفق البعض الآخر من الألغاز التي لم تحلها الأبحاث الاقتصادية بعد.

نأمل أن يقدم هذا التقرير في الوقت المناسب منظورًا حول أهم التحديات التي تواجه واضعي السياسات اليوم، وأن يسهم في إثراء المناقشات الجارية بين الدول الأعضاء حول تحديد كيف يمكن أن يسهم نظام الملكية الفكرية على النحو الأفضل في النمو القائم على الابتكار في جميع البلدان.

فرانسس غري
المدير العام

شكر وتقدير

أعد هذا التقرير وفقًا للتوجيهات العامة للسيد فرانسس غري (المدير العام). وأشرف على إعداده وتنسيقه فريق عمل بقيادة كارستن فينك (كبير الخبراء الاقتصاديين) وعضوية إنتان حمدان - ليفرامنتو (خبير اقتصادي) وخوليو رافو (خبير اقتصادي أول) وساشا ونش-فينسنت (خبير اقتصادي أول)، وجميعهم من العاملين في شعبة الويبو للشؤون الاقتصادية والإحصاءات.

وخلال تواجدهما في الشعبة، قدمت أنتانينا غاراناسفيلي عونًا بحثيًا مفيدًا وأسهمت فرانشيسكا غوادانيو في كتابة الفصلين الثاني والثالث.

وتستند الدراسات الإفرادية في الفصلين الثاني والثالث إلى بحوث مرجعية أجريت خصيصًا من أجل هذا التقرير. وتستند الدراسة الإفرادية الخاصة بالطائرات تحديدًا إلى تقارير مرجعية أعدها ديفيد موري (جامعة كاليفورنيا، بيركلي) ووتز بدراس (جامعة الرور في بوخوم). وقدم جوشن ستريب تعليقات مكتوبة، كما وردت تعليقات إضافية من بيتر ماير.

وأسهم بافن سامبات (جامعة كولومبيا) بتقرير مرجعي في الدراسة الإفرادية الخاصة بالمضادات الحيوية. وأعد لويجي أورسينيجو تعليقات كتابية حول هذا التقرير.

وتستند الدراسة الإفرادية الخاصة بأشباه الموصلات إلى تقرير مرجعي أعده توماس هورين (جامعة مونستر). وأسهم ريتشارد بيرت بتعليقات كتابية، ووردت بيانات من منظمة إحصاءات التجارة العالمية في أشباه الموصلات.

أما الدراسة الإفرادية المتعلقة بالطباعة المجسمة فاستندت إلى تقرير مرجعي أعده ستيفان بيكتولد (المعهد الفدرالي للتكنولوجيا في زيوريخ). وأعد دافين ديساي تعليقات كتابية، ووردت تعليقات إضافية من نيكولا سيرل.

وكتبت ليزا وليت (جامعة ستانفورد) التقرير المرجعي الخاص بالدراسة الإفرادية حول النانوتكنولوجيا. وقدم ستيفان لويلري تعليقات كتابية حول هذا التقرير.

أما الدراسة الإفرادية الخاصة بعلم الروبوتات فتستند إلى تقرير مرجعي أعده س. أندرو كايشنر (ديفيس وغيلبرت المحدودة). وقدم رولاند سيجوارت تعليقات كتابية؛ وقُدمت تعليقات إضافية من ميركو بوهم وريمي غليزنر، ووردت بيانات من الاتحاد الدولي للروبوتات وفرانك طوبي من روبوت ريبورت.

وقدم ريتشارد كوركن وكريستوفر هاريسون وماريان ليلينغتون من مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية مدخلات وإرشادات عديدة حول عمليات رسم خرائط البراءات التي اضطُلع بها في الدراسات الإفرادية. وأسهم كل من غابرييل بيرليكي وغابرييل بيليغرينو وأنطوان شوين ومكتب فان دايك أيضا في عمليات رسم الخرائط هذه.

واستفاد فريق عمل التقرير استفادة جمّة من المراجعات الخارجية لمسودات الفصول التي أجراها توني كلايتون وأوغو بانيتزا. ووردت مدخلات وتعليقات وبيانات إضافية من غابرييل كليرك وديبغو كومين وبول ديفيد وماركوس هوبيرغر وباولو لانتيري وموشيه ليمبيرغ ولوتز ميلاندر وماكسيم بينكوفسكي وجولين بينين وإدوارد شتينمويلر وفيكتور فاسكويز وجياشري واتال.

وقدم كل من سامية دو كارمو فيغيريدو وكاترينا فاليس غالميز دعمًا إداريًا قيمًا.

وأخيرًا، نتوجه بالشكر الواجب إلى الزملاء في شعبة الاتصالات، خاصة توبي بويد لإسهامه في التحرير وستيفن ميتلر لتصميمه التقرير. وقد قدمت مكتبة الويبو دعمًا بحثيًا مفيدًا طوال فترة إعداد التقرير وقدمت وحدة الطباعة خدمات طباعة عالية الجودة. وجميعهم عمل بجد للوفاء بالمواعيد النهائية رغم ضيق الوقت.

بيان عدم المسؤولية

تقع مسؤولية هذا التقرير وكل ما اشتمل عليه من آراء على أمانة منظمة الويبو فقط. وهي بذلك لا ترمي إلى عكس آراء أو وجهات نظر الدول الأعضاء في الويبو. ويرغب واضعو هذا التقرير الرئيسيون أيضا في إعفاء أولئك الذين ساهموا وأدلوا بتعليقات على التقرير من أي مسؤولية عن أي سهو أو خطأ متضمن في هذا التقرير.

ونرحب باستخدام المعلومات الواردة في هذا التقرير من قبل القراء، وكل ما نطلبه هو أن تنسب تلك المعلومات إلى مصدرها: منظمة الويبو.

ملخص تنفيذي

لطالما كان النمو الاقتصادي قوة لا يستهان بها في الحد من الفقر وخلق فرص العمل وتحسين مستويات المعيشة العامة. ومع ذلك لا يمكن اعتباره أمرًا مسلمًا به. فقد شهد الاقتصاد العالمي نموًا ضئيلاً قبل القرن الثامن عشر، وكان الفقر سائدًا ولم يكن يُتصور أي تحسّن كبير في مستويات المعيشة لمن هم خارج القلة المحظوظة. ومنذ ذلك الحين، نما الاقتصاد العالمي بوتيرة غير مسبوقة، مما أدى إلى تحسن نوعية الحياة تحسنًا كبيرًا وتحقق ازدهار مادي واسع النطاق. وبالرغم من ذلك، شهد بعض الاقتصادات الوطنية نموًا أسرع وأكثر استدامة من غيره مما ترك تفاوتات كبيرة في ازدهار الأمم اليوم.

ومن الرؤى الأساسية التي توصلت إليها البحوث العلمية أن استمرار النمو الاقتصادي منوط باستمرار التقدم التكنولوجي. فقد شهدت القرون الثلاثة الأخيرة سلسلة من الإنجازات الابتكارية في مختلف المجالات التكنولوجية، والتي أحدثت تغييرًا جذريًا في النشاط الإنتاجي وحفزت نمو صناعات جديدة. ولكن كيف طرأت هذه الابتكارات الخارقة وكيف أدت إلى زيادة الناتج الاقتصادي؟ من المهم الإجابة على هذين السؤالين في الوقت الذي يسعى فيه واضعو السياسات جاهدين نحو تحسين البيئة المواتية للنمو في المستقبل. فالاقتصاد العالمي لا يزال يترنح حتى بعد مرور 7 سنوات على الأزمة المالية العالمية، ولذلك ثمة نقاش جاد بشأن ما إذا كان الابتكار سيستمر في تحقيق معدلات نمو تُقارن بالمعدلات السابقة للأزمة.

ويحاول هذا التقرير أن يقدم مدخلات تحليلية لإثراء هذا النقاش. فهو يستكشف القنوات التي يعزز الابتكار النمو من خلالها، والأنظمة الإيكولوجية التي يترعرع فيها الابتكار. ومن ثم يركز التقرير تركيزًا خاصًا على دور نظام الملكية الفكرية الذي يرمي في صميمه إلى دعم النشاط الابتكاري.

ويستعرض التقرير الأنماط التاريخية للنمو ويضع تصورًا لأوجه الارتباط بين الابتكار والنمو، ولكن الإسهام التحليلي الأساسي له هو الدراسات الإفرادية الست حول الابتكارات الخارقة. حيث يلقي التقرير الضوء بشكل خاص على ثلاثة ابتكارات تاريخية وثلاثة ابتكارات حالية يُتوسم أن تصير ابتكارات خارقة (انظر الجدول 1). ومن خلال هذه الدراسات، يمكن للمرء أن يستشف الطبيعة المختلفة للإنجازات الابتكارية والسياق المتطور الذي يحدث فيه الابتكار. ورغم أن العديد من الاستنتاجات يختص بالدراسات الست وقد لا يجوز تعميمه، إلا أن ما تقدمه الدراسات الإفرادية من قواسم مشتركة واختلافات يدعو إلى التفكير في مسألة أي النهج السياسية يعد الأفضل في ظروف بديلة.

الجدول 1: الابتكارات الخارقة المدروسة في هذا التقرير

الابتكارات التاريخية	الابتكارات الحالية
الطائرات ـ من الطيران الشراعي للهواة في القرن التاسع عشر إلى وسيلة نقل موثوق بها في النصف الأول من القرن العشرين.	*الطباعة المجسمة* ـ إنشاء مجسمات ثلاثية الأبعاد من خلال رصّ طبقات متتالية من مادة ما فوق بعضها البعض بفضل التكنولوجيا الرقمية
المضادات الحيوية ـ منذ اكتشاف عقاقير السلفا في الثلاثينات حتى ميلاد صناعة المستحضرات الصيدلانية الحديثة	*النانوتكنولوجيا* ـ تكنولوجيا بمقياس واحد من البليون من المتر، مع تطبيقات في مجالات الإلكترونيات والصحة والمواد وغيرها
أشباه الموصلات ـ من تضخيم موجات الراديو لتحسين الاتصال في مطلع القرن العشرين حتى رقائق الحواسيب الأكثر فعالية من أي وقت مضى والتي هي وقود ثورة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	*علم الروبوتات* ـ من الروبوتات البدائية التي حفزت الأتمتة الصناعية حتى آلات اليوم الذاتية التحكم بفضل الذكاء الاصطناعي

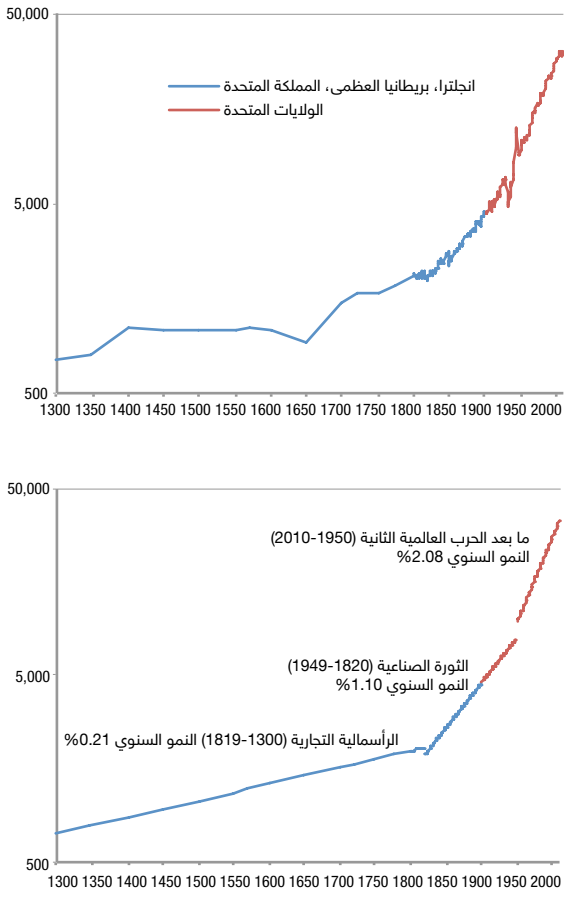
النمو الاقتصادي عبر التاريخ

انطلق النمو عند "المنحنى" في مطلع القرن التاسع عشر وتسارعت وتيرته في مرحلة ما بعد الحرب العالمية الثانية

يستند الشكل 1 إلى أكثر التقديرات التاريخية المتاحة شمولاً، وهو يصور تطور الناتج المحلي الإجمالي للفرد الواحد عند المنحنى منذ 1300. ونقصد بالمنحنى هنا الاقتصاد الذي يُظهر أعلى ناتج اقتصادي للفرد الواحد في نقطة زمنية معينة. وهو ـ لأغراض هذا التقرير ـ اقتصاد إنجلترا وبريطانيا العظمى والمملكة المتحدة حتى 1900 والولايات المتحدة بعد ذلك.

الشكل 1: النمو عند المنحنى على مر 7 قرون

الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد الواحد، 1300-2000، مقياس لوغاريتمي



انظر الشكل 1.1

تقسم اللوحة السفلى للشكل القرون السبعة إلى 3 فترات نمو. حيث شهدت الفترة الأولى، حتى مطلع القرن التاسع عشر، نموًا ضئيلاً ومتقطعًا، حوالي 0.2 بالمائة في المتوسط في السنة. ثم أدت بداية الثورة الصناعية إلى وثبة كبيرة في معدل النمو السنوي حيث وصل إلى 1.1 بالمائة. وأخيرًا، في مرحلة ما بعد الحرب العالمية الثانية، تسارعت وتيرة النمو حتى وصلت إلى 2.1 بالمائة في السنة ـ مما يعني تضاعف الدخل كل 34 سنة. وبالنظر إلى تاريخ هذه القرون فإن أداء النمو منذ 1950 يعد مذهلاً واستثنائيًا.

زاد تباين مسارات النمو من اتساع الفجوة بين أفقر البلدان وأغناها...

تفاوت أداء النمو فيما يخص الاقتصادات خارج مجموعة المنحنى. فبينما تمكنت مجموعة بعينها من الاقتصادات التي كانت فقيرة يومًا ـ ولا سيما في شرق آسيا ـ من اللحاق بركب مجموعة المنحنى، لم تحدث عملية تقارب عامة للدخول لكل فرد. وبناءً عليه، زاد انعدام المساواة في رخاء الأمم منذ القرن التاسع عشر.

... حتى وإن كان النمو السريع في الصين والهند قوة معادلة لتوزيع الدخول في العالم وأدى إلى انحسار الفقر المطلق

لا تعني زيادة عدم المساواة في الدخول بين الاقتصادات بالضرورة أن العالم صار مكانًا أكثر تفاوتًا. فتوزيع الدخول بين المواطنين حول العالم يقدم صورة أكثر تفاؤلاً، وذلك إذا ما أخذنا في اعتبارنا حجم السكان في البلدان المختلفة بجانب عدم المساواة في الدخول بين البلدان. كما أن الدراسات التي ركزت على العقود الأخيرة أظهرت أن الوتيرة السريعة لنمو الاقتصادات الآسيوية الفقيرة في البداية وذات الكثافة السكانية العالية، ولا سيما الصين والهند، كانت بمنزلة قوة معادلة في توزيع الدخول في العالم. فضلاً عن ذلك، سجلت هذه الدراسات على نحو موحد انخفاضًا كبيرًا في مستويات الفقر المطلق مستعينة بعتبات فقر مختلفة.

كيف يحفز الابتكار النمو الاقتصادي

أظهرت البحوث العلمية المجراة على مر العقود الدور المحوري الذي يؤديه الابتكار في تحفيز النمو على الأجل الطويل. ولكن من الصعوبة بمكان قياس مدى إسهام الابتكار من حيث تحديد أي الابتكارات تتسبب في أي مقدار تقدم خلال أي فترة زمنية. ويصور الشكل التوضيحي الوارد في نهاية هذا التقرير بعضًا من أهم الإنجازات الابتكارية على مدار المائتي سنة الماضية مقارنة بمسار نمو المنحنى الظاهر في الشكل 1. وهو يعد شكلاً توضيحيًا واختيار التكنولوجيات كان بطريقة غير موضوعية.

ورغم صعوبة قياس الإسهام، من الممكن نظريًا فهم القنوات التي من خلالها يحفز الابتكار النمو.

الابتكار يحفز تعميق رأس المال...

تستثمر الشركات في معدات رأسمالية جديدة استنادًا إلى الدخول التي تتوقع أن تحققها هذه الاستثمارات في المستقبل. ومن شأن استخدام تكنولوجيات جديدة أن يزيد عوائد الاستثمار ويُمكن الشركات من ضخ استثمارات جديدة. فمن الناحية التاريخية، أدى استخدام تكنولوجيات خارقة كبرى إلى إطلاق العنان لازدهار الاستثمار وتحقيق تحسينات في النتائج الاقتصادية.

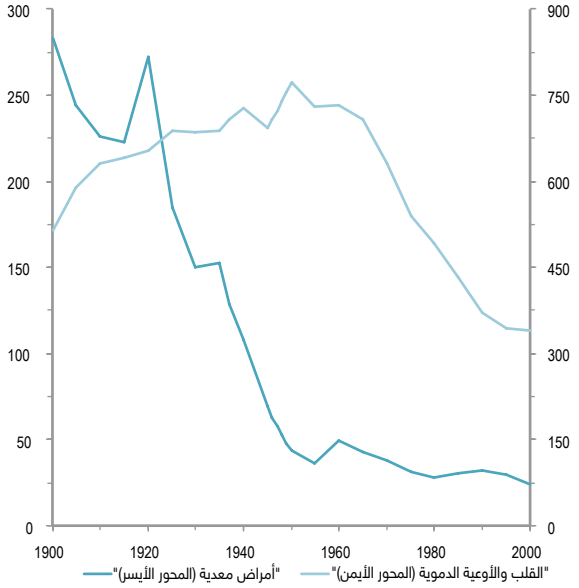
وتبرز الدراسة الإفرادية الخاصة بأشباه الموصلات على سبيل المثال أدلة تُظهر أنه مع ازدهار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التسعينات، سارعت الشركات في جميع أنحاء اقتصاد الولايات المتحدة بزيادة أسهم رأس مال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ولا سيما بالمقارنة بالأصول الرأسمالية الثابتة الأخرى. فضلاً عن ذلك، صارت استثمارات الأصول غير الملموسة ـ إنشاء عمليات تجارية وقواعد بيانات جديدة وغير ذلك من الأنشطة القائمة على المعرفة ـ مكونًا هامًا في الاستثمارات العامة وهي ترتبط أيضًا بإدخال تكنولوجيات جديدة.

...يدعم القوة العاملة في نموها وتمتعها بصحة أفضل وتعليم أفضل...

لطالما كان الابتكار سببًا رئيسيًا في تطور القوة العاملة. فقد أدت التطورات في مجالي الصحة والتكنولوجيا إلى زيادة كبيرة في متوسط العمر المتوقع. ففي سنة 1800، كان متوسط العمر المتوقع عند الولادة أقل من 40 سنة في جميع البلدان المتقدمة؛ وبحلول سنة 2011 ارتفع ليزيد عن 75 سنة، وكان أعلى متوسط من نصيب اليابان حيث وصل إلى 83 سنة. ويوضح الشكل 2 الذي يستند إلى الدراسة الإفرادية الخاصة بالمضادات الحيوية الانخفاض الكبير في معدل الوفيات منذ ظهور أدوية المضادات الحيوية أول مرة في الثلاثينات.

الشكل 2: كان للمضادات الحيوية تأثيرًا كبيرًا على صحة الإنسان

الوفيات بسبب الأمراض المعدية وأمراض القلب والرئة، حالات الوفاة لكل 100000 نسمة، 1900-2000



انظر الشكل 4.2

لطالما كان الابتكار أداة فعالة في تسهيل زيادة مشاركة الكبار في القوة العاملة. فعلى سبيل المثال، أدى ظهور وسائل النقل الجماعي السريع إلى تقليل الحواجز الجغرافية في سوق العمل. كما عزز بالمثل الوصول إلى التعليم. وأدت التطورات في تكنولوجيا التعليم بدورها إلى تعميق الإنجازات التعليمية مما أدى إلى قوة عاملة أفضل تعليمًا.

...يزيد من إنتاجية الشركات...

يستطيع الابتكار أن يؤثر في إنتاجية الشركات من خلال عدد من القنوات. فالابتكارات العملية والتنظيمية بوسعها أن تزيد من فعالية تحويل المدخلات ـ خاصة العمل ـ إلى مخرجات. ويؤدي تحسن الإنتاجية الناتج عن ذلك إلى توفير موارد يمكن الاستعانة بها في توسيع نطاق المخرجات سواء في نفس الشركة أو في نفس القطاع أو في أي مكان آخر في الاقتصاد.

ويمكن لابتكار المنتجات أن يكون له أثر هام على إنتاجية الشركة، خاصة إذا اتخذ شكل مدخلات وسيطة قوية وجديدة أو محسنة. وتوفر الدراسات الإفرادية الواردة في هذا التقرير العديد من الأمثلة بشأن منتجات وخدمات أساسية جديدة غيرت طبيعة الأنشطة الإنتاجية ـ بما في ذلك النقل الجوي والحواسيب والروبوتات الصناعية والطباعة المجسمة.

... وتحول الهياكل الاقتصادية

يعد الابتكار غالبًا من أسباب التحول الهيكلي الجذري. وفي الأجل المتوسط إلى الطويل، يؤثر هذا التحول الهيكلي على إنتاجية الاقتصاد من خلال مجموعة من القنوات:

- يمكن للابتكار أن يغير طبيعة الصناعات، مما يؤدي إلى خروج بعض الشركات ودخول أخرى. وفي العديد من الحالات، تحث هذه التغييرات على زيادة الفعالية على نحو يعزز النمو ويعيد توزيع عوامل الإنتاج.
- تُطلق الابتكارات الخارقة عادة العنان لإعادة تنظيم سلاسل الإمداد، حيث تكتسي الشركات خبرة فريدة وتتخصص في إنتاج بضائع وخدمات تخدم مجموعة متنوعة من الشركات، سواء داخل الصناعات أو عبرها. كما حث الابتكار التكنولوجي أيضًا على عولمة سلاسل الإمداد مما عزز من المكاسب المتحققة من زيادة التخصص.
- عندما يؤدي الابتكار التكنولوجي إلى ظهور أنشطة اقتصادية جديدة فإنه يؤدي أيضًا إلى اضمحلال أنشطة أقدم. وقد يخلق هذا الاضطراب التكنولوجي في الأجل القريب إلى المتوسط صعوبات للعمال الذين أصبحت وظائفهم زائدة عن الحاجة. ولكن في الأجل البعيد، يمثل إعادة توزيع العمال في القطاعات الاقتصادية النامية أحد أهم الوسائل التي يمكن للابتكار من خلالها أن يحدث نموًا في الناتج. ومن الناحية العملية، أدى التقدم التكنولوجي إلى تحول كبير من الزراعة والصناعة إلى قطاع الخدمات. وقد أدى ذلك إلى معدلات تاريخية أسرع بدرجة كبيرة لنمو الإنتاج في الزراعة والصناعة مقارنة بالخدمات الكثيفة العمالة.

نشر مسائل الابتكارات...

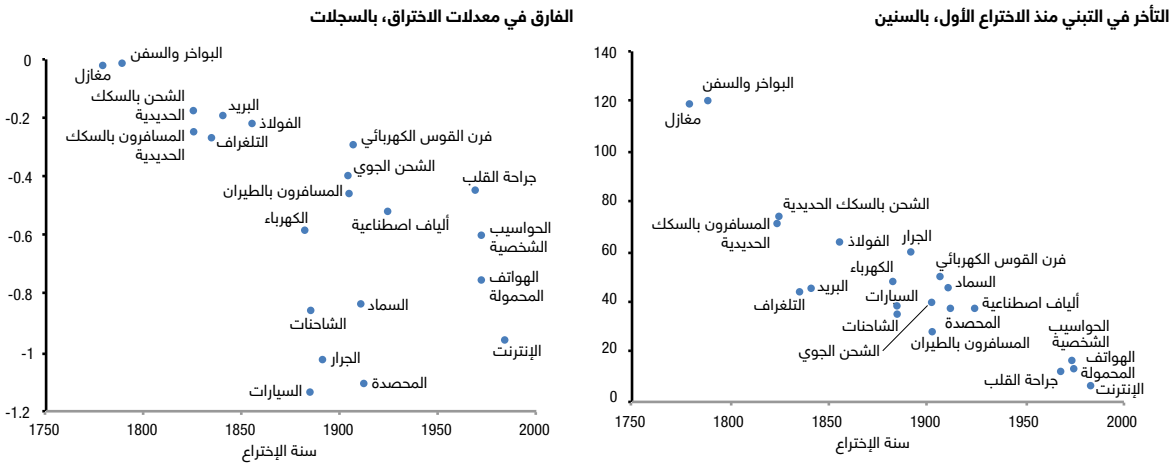
لكي تحفز الإنجازات التكنولوجية النمو الاقتصادي يتعين نشرها على نطاق واسع في جميع أنحاء الاقتصاد. ويتعين على الشركات أن تتعلم كيف تستعين بتكنولوجيا جديدة وتضطلع باستثمارات رأسمالية وتعيد تنظيم العمليات التجارية وتدرب العمال. فمن شأن ظهور تكنولوجيات جديدة أن يحفز عادة الابتكارات التكميلية المتعلقة بالنماذج التنظيمية والتجارية والتي تعد في حد ذاتها مسئولة عن تحقيق مكاسب إنتاجية كُبرى. وبوسع عوامل مثل الديناميات التنافسية والنفاذ إلى المال ووضع المعايير واللوائح التقنية ـ من بين عوامل حاسمة أخرى ـ أن تشكل مسار نشر التكنولوجيا بدرجة كبيرة.

...ويتفاوت بدرجة كبيرة عبر التكنولوجيات والبلدان المتلقية

ما مدى سهولة نشر التكنولوجيا عبر الاقتصادات، خاصة الأقل تقدمًا؟ يعد هذا السؤال مهمًا. ونظرًا إلى أهمية الابتكار في دفع عجلة النمو في الأجل الطويل، قد يكون القصور في نشر التكنولوجيا من أسباب تباين مستويات الرخاء الاقتصادي.

وترسم أدلة حديثة حول أنماط نشر التكنولوجيا صورة مختلطة. فهي من ناحية تشير إلى أن الابتكارات التكنولوجية الحديثة نشرت على نحو أسرع في البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة (انظر اللوحة اليسرى في الشكل 3)، ومن ناحية أخرى تشير إلى أن الابتكارات الحديثة شهدت فجوة أوسع في مدى استعانة الاقتصادات بالتكنولوجيا على نحو كثيف (انظر اللوحة اليمنى في الشكل 3).

الشكل 3: نشر التكنولوجيا على نحو أسرع ولكن أقل انتشاراً



انظر الشكل 7.1

ولكي تستعين الاقتصادات بالتكنولوجيات المبتكرة في الخارج على صعيد الإنتاج، يتعين عليها أن تمتلك قدرة استيعابية كافية، بما في ذلك رأس المال البشري القادر على فهم التكنولوجيا وتطبيقها والدراية التنظيمية والإدارية والمؤسسات التي تنسق الموارد وتحشدها لتبني التكنولوجيا. وفي العديد من الحالات، تستلزم القدرة الاستيعابية أيضًا القدرة على الابتكار التكنولوجي والتنظيمي التدريجي من أجل تكييف التكنولوجيا لتلائم الاحتياجات المحلية.

الأنظمة الإيكولوجية التي تفرز الابتكارات الخارقة

ما نوع النظام الإيكولوجي الذي يدعم على النحو الأفضل ازدهار الابتكار وتبني التكنولوجيات الجديدة؟ تشير الدراسات الإفرادية الست الواردة في هذا التقرير إلى عدد من عناصر النجاح المعروفة:

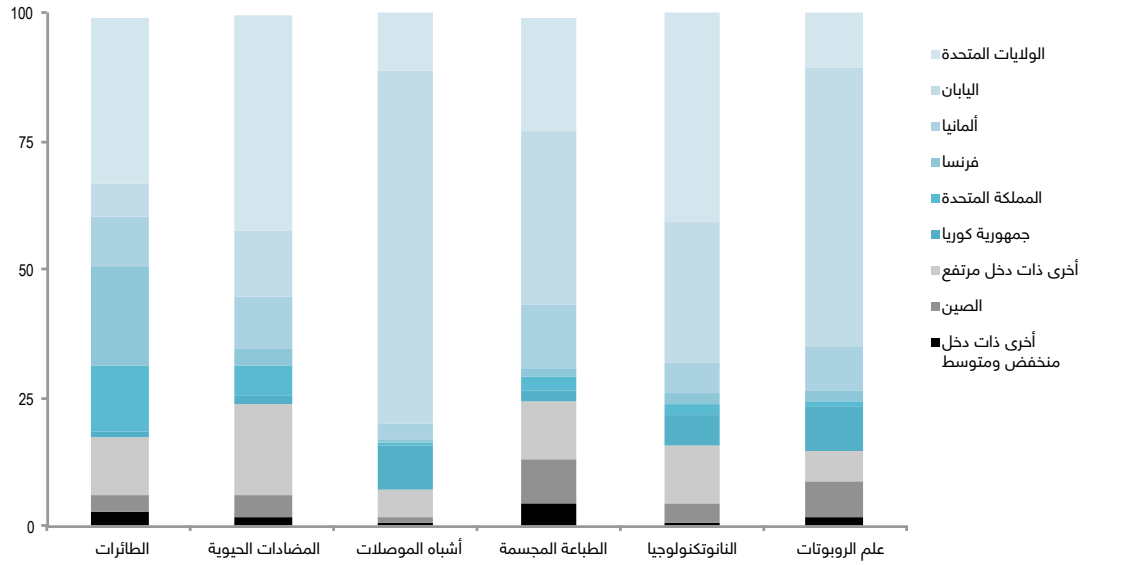
- كانت الحكومات المصدر الأساسي لتمويل البحث العلمي الذي يعد في كثير من الأحيان بالغ الأهمية في الإنجازات الابتكارية. وفي العديد من الحالات، أدت الحكومات أيضًا دورًا حاسمًا في إخراج التكنولوجيا الواعدة من المختبر إلى مرحلة الإنتاج مبدئيًا، مستندة في كثير من الأحيان إلى دافع الدفاع الوطني ومصالح السياسات الصناعية.
- كانت قوى السوق التنافسية والجهود المبذولة من الشركات حاسمة على قدم المساواة، ولا سيما من ناحية تسويق الأفكار الواعدة والانخراط في متابعة الابتكار مما يسر توسيع نطاق الإنتاج وتخفيض التكاليف وتبني التكنولوجيات الجديدة على نطاق واسع.
- كانت الروابط بين مختلف الجهات الفاعلة في الابتكار مهمة. وقد تراوحت من تبادل المعارف على نحو غير رسمي والشبكات المهنية وتحركات العمال إلى أطر الترخيص الرسمية بين الجامعات والصناعة والتعاون في البحث والتطوير. وكان من شأنها النهوض بتبادل المعارف بين الباحثين وتوصيل الأنشطة النظرية الأساسية بالأنشطة النهائية مما ساعد في تحويل الأفكار الواعدة إلى تكنولوجيات تجارية.

أنشطة البراءات المرتبطة بالابتكارات الخارقة الستة كانت مركزة جغرافياً...

تحدد الدراسات الإفرادية البراءات المودعة حول العالم والتي ترتبط بكل من الابتكارات الخارقة الستة. وبينما لا توفر عمليات رسم خرائط البراءات الناتجة عنها أحسن صورة لمشهد الابتكار، إلا أنها تقدم معلومات وفيرة حول المنشأ الجغرافي والمؤسسي للاختراعات، خاصة تلك التي يتحمل أن تستغل تجاريًا. وهي تظهر أنه عبر الدراسات الإفرادية الست، كان نشاط البراءات مركزًا جغرافيًا (انظر الشكلين 4 و5 والجدول 2). حيث تستأثر البلدان ذات الدخل المرتفع بأكثر من 80 بالمائة من الإيداعات في جميع الدراسات الإفرادية الست. وحتى داخل البلدان ذات الدخل المرتفعة، تعد إيداعات البراءات مركزة، حيث تستأثر الولايات المتحدة واليابان وألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة وجمهورية كوريا بنسبة 75 بالمائة أو أكثر من الإيداعات الأولى حول العالم.

الشكل 4: أنشطة البراءات كانت مركزة جغرافيًا

حصة إيداعات البراءات الأولى في العالم إجمالاً

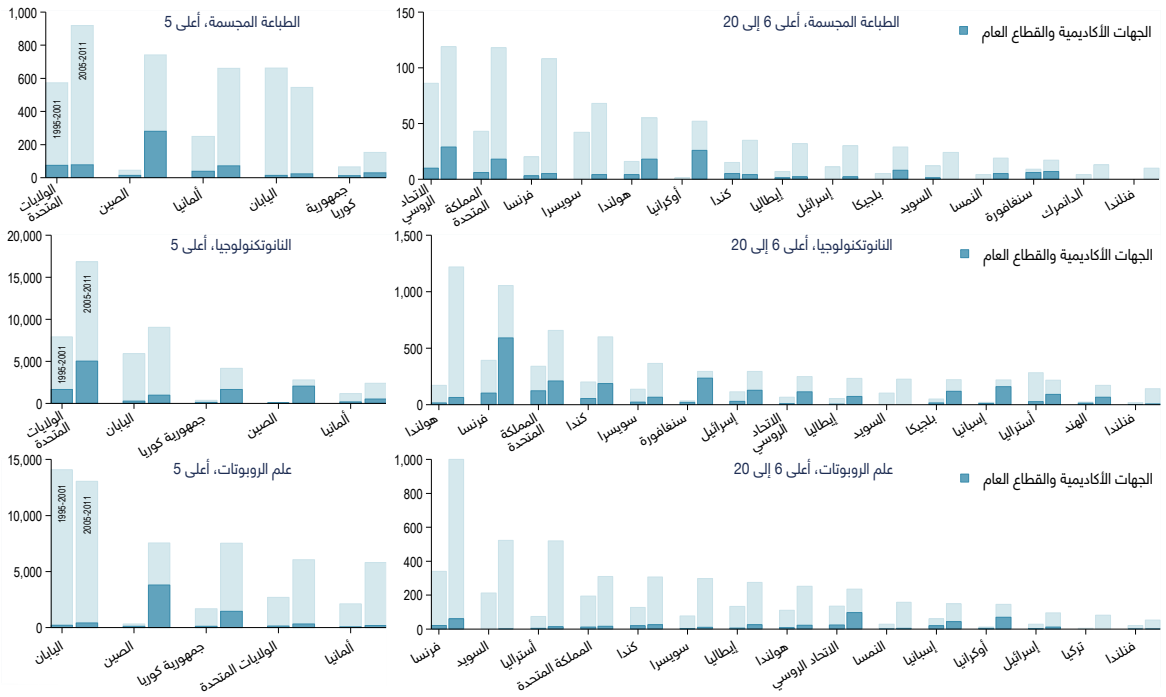


ملحوظة: يعد الشكل ملخصًا للأشكال 3.2 و5.2 و8.2 و2.3 و7.3 و12.3 حيث يشمل نفس الفترات الزمنية التي تتناولها هذه الأشكال.
ويرجى ملاحظة أن الشرائط لا تشكل 100 بالمائة تمامًا، فهي تُظهر أن أقل من 1 بالمائة من إيداعات البراءات جاء من أصول غير معروفة.

المصدر: الويبو استنادًا إلى قاعدة بيانات المكتب الأوروبي للبراءات (انظر الملاحظات الفنية).

الشكل 5: أي البلدان يحث على إيداع البراءات في مجالات الطباعة المجسمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات؟

أعلى 20 منشأ لإيداعات البراءات الأولى، 1995-2001 و2005-2011



المصدر: الويبو استنادًا إلى قاعدة بيانات المكتب الأوروبي للبراءات (انظر الملاحظات الفنية).

الجدول 2: 5 بلدان من بينها تستأثر بأعلى 10 مودعين لطلبات البراءات

أعلى 10 مودعين لطلبات البراءات في مجالات الطباعة المجسمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات منذ 1995

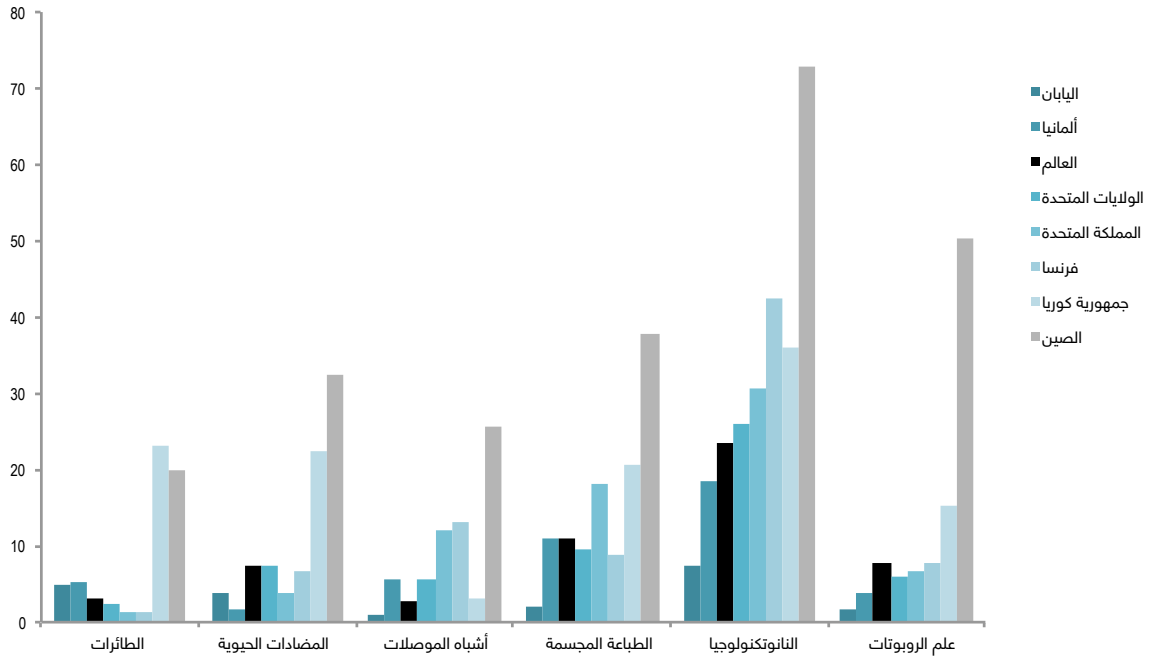
الطباعة المجسمة			النانوتكنولوجيا			علم الروبوتات		
المودع	المنشأ	الإيداعات الأولى	المودع	المنشأ	الإيداعات الأولى	المودع	المنشأ	الإيداعات الأولى
ثري دي سيستمز	الولايات المتحدة	200	سامسونغ إلكترونيكس	كوريا	2,578	تويوتا	اليابان	4,189
ستراتاسيس	الولايات المتحدة	164	نيبون ستيل	اليابان	1,490	سامسونغ	كوريا	3,085
سيمنز	ألمانيا	145	آي بي إم	الولايات المتحدة	1,360	هوندا	اليابان	2,231
جنرال إليكتريك	الولايات المتحدة	131	توشيبا	اليابان	1,298	نيسان	اليابان	1,910
ميتسوبيشي	اليابان	127	كانون	اليابان	1,162	بوش	ألمانيا	1,710
هيتاشي	اليابان	117	هيتاشي	اليابان	1,100	دنسو	اليابان	1,646
إم تي يو إيرو إنجنز	ألمانيا	104	جامعة كاليفورنيا	الولايات المتحدة	1,055	هيتاشي	اليابان	1,546
توشيبا	اليابان	103	باناسونيك	اليابان	1,047	باناسونيك	اليابان	1,315
إي أو إس	ألمانيا	102	هيوليت باكارد	الولايات المتحدة	880	ياسكاوا	اليابان	1,124
يونايتد تكنولوجيز	الولايات المتحدة	101	تي دي كيه	اليابان	839	سوني	اليابان	1,057

ملحوظة: كوريا = جمهورية كوريا، الولايات المتحدة = الولايات المتحدة الأمريكية

انظر الجداول 3.3 و3.7 و3.10

الشكل 6: حصة البراءات الأكاديمية أعلى فيما يخص ابتكارات اليوم

حصة مودعي الطلبات من الجامعات ومنظمات البحث العامة في إيداعات البراءات الأولى، بالنسبة المئوية



ملحوظة: يتضمن هذا الشكل نفس الفترات الزمنية الواردة في الأشكال 3.2 و5.2 و8.2 و2.3 و7.3 و12.3.

المصدر: الويبو استنادًا إلى قاعدة بيانات المكتب الأوروبي للبراءات (انظر الملاحظات الفنية).

...رغم أن الصين برزت كمنشأ مهم لأنشطة البراءات في العهد الحديث

إذا تناولنا التاريخ الحديث، سنجد أن الصين برزت كمنشأ مهم للبراءات في مجالات الطباعة المجسمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات. وإذا نظرنا خاصة إلى إيداعات البراءات الأولى منذ 2005، سنجد أن مودعي البراءات الصينيين يستأثرون بأكثر من ربع الإيداعات الأولى حول العالم في حالة الطباعة المجسمة وعلم الروبوتات، وهي أعلى حصة من بين جميع البلدان. وفي حالة إيداعات براءات النانوتكنولوجيا منذ 2005، يستأثر الصينيون بما يقرب من 15 بالمائة من الإيداعات حول العالم بما يعد ثالث أكبر منشأ للبراءات.

يبدو الابتكار اليوم وكأنه مرتبط ارتباطًا وثيقًا بالعلوم أكثر من ذي قبل...

من النتائج المهمة الأخرى لعمليات رسم خرائط البراءات أن منظومة العلوم والروابط الرسمية بين المؤسسات العلمية والشركات بدت وكأنها أكثر أهمية اليوم من البارحة. فالشكل 6 يعرض

حصة مودعي الطلبات من الجامعات ومنظمات البحث العامة فيما يخص الابتكارات الستة المدروسة في التقرير. وهو يظهر حصصًا أعلى من البراءات الأكاديمية المتعلقة بالطباعة المجسمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات مقارنة بالحالات التاريخية الثلاث. وتتخذ النانوتكنولوجيا مكانة بارزة حيث يستأثر مودعو الطلبات الأكاديميون بما يقرب من ربع البراءات حول العالم. ومن المثير للاهتمام أن حصة البراءات الأكاديمية قد زادت في معظم البلدان منذ ظهور النانوتكنولوجيا في الثمانينات مما يعني أن القاعدة العلمية لابتكارات النانوتكنولوجيا صارت أكثر أهمية في التاريخ الحديث.

وقد تُعزى الأهمية الكبرى للجامعات ومنظمات البحث العامة في أوضاع البراءات جزئيًا إلى الجهود السياسية الرامية إلى تحسين تسخير نتائج البحوث العلمية في التنمية التجارية. ومع ذلك، تُدرك هذه الجهود السياسية الدور الحاسم الذي تؤديه البحوث النظرية الأساسية في التطور التكنولوجي النهائي.

...بينما تختلف حصة البراءات الأكاديمية على نحو بارز عبر البلدان

على الرغم من أن البراءات الأكاديمية قد برزت بشدة عبر معظم المناشئ الكبرى للبراءات، إلا أن ثمة تفاوتات ملحوظة. ففي حالة اليابان، لا تتجاوز حصة الجامعات ومنظمات البحث العامة أكثر من 10 بالمائة من إجمالي الإيداعات الأولى. وعلى النقيض، تستأثر الصين بوجه عام بأعلى حصص للبراءات الأكاديمية، حيث تجاوزت 70% للنانوتكنولوجيا و50% لعلم الروبوتات. ومن جانب آخر، قد يوضح ذلك محدودية قدرات البحث والتطوير في الشركات الصينية في المجالات التكنولوجية المعنية، وقد يلمح ذلك إلى انخفاض معدل الاستغلال التجاري للتكنولوجيا. وعلى الناحية الأخرى، توضح الدراسات الإفرادية التاريخية أن القاعدة العلمية المتينة قد تفرز في الأجل الطويل شركات وصناعات جديدة فور حدوث الطفرات التكنولوجية.

دور الملكية الفكرية المتنامي

الملكية الفكرية تحفز الابتكار...

أوضحت عمليات رسم خرائط البراءات أن المبتكرين قد استندوا في الدراسات الست كلها إلى نظام البراءات لحماية ثمار أنشطتهم الابتكارية. وقد فعلوا ذلك على نحو مكثف في بعض الحالات، خاصة أشباه الموصلات. وتعددت دوافعهم لفعل ذلك، ولكن الأدلة المتاحة تشير إلى أن الحماية الممنوحة بموجب الملكية الفكرية أسهمت على الأقل جزئيًا في تمكّن البحث والتطوير، ومن ثم فهي تشير إلى أن حقوق الملكية الفكرية كانت مهمة في تحفيز الابتكار.

...وتمكن أسواق التكنولوجيا

توثق الدراسات الإفرادية الست بنفس القدر من الأهمية كيف ازدهر الابتكار كنتيجة لترتيبات تقاسم المعارف الضمنية أو الصريحة. على سبيل المثال، لم تختلف الأندية الأولى لمخترعي الطائرات الهواة في القرن التاسع عشر في طريقة عملها عن مجتمعات المصدر المفتوح التي تسهم اليوم في أبحاث الطباعة المجسمة وعلم الروبوتات. وفي حالة أشباه الموصلات، كانت اتفاقات الترخيص المتبادل مهمة للاستغلال التجاري للتكنولوجيات الجديدة ومتابعة الابتكار. واليوم يتبنى العديد من الشركات التي تجري أبحاثًا عن الطباعة المجسمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات نهج الابتكار المفتوح. فقد أدركت أنها قد تكون أكثر قدرة على الابتكار حينما تتعاون مع الآخرين حتى لو تضمن ذلك تبادل المعارف المملوكة.

وفي العديد من الحالات يسّر نظام الملكية الفكرية تبادل المعلومات عن طريق التشجيع على الكشف وتوفير أداة مرنة للمبتكرين لتحديد أي تكنولوجيات يمكن تقاسمها ومع من وعلى أي أساس. غير أن الدراسات الإفرادية تبرز أيضًا أهمية المعايير الاجتماعية في دعم تقاسم التكنولوجيا ودور التدخل الحكومي في التشجيع على تقاسم المعارف حينما يصب ذلك في المصلحة العامة.

وإذا كانت أسواق التكنولوجيا مهمة في تطوير الطائرات في مطلع القرن العشرين، فإنها تكتسي أهمية أكبر اليوم. فلدفع عجلة التكنولوجيا يستلزم الأمر تجاوز تحديات تكنولوجية معقدة. ويعد الدور البارز للبحوث النظرية الأساسية من سبل مواجهة هذا التحدي (انظر أدناه). فضلاً عن ذلك، تشير الدراسات الإفرادية إلى أن الشركات تتخصص على نحو متزايد، مدركة أنها قد تكون أكثر قدرة على الابتكار وأكثر فعالية حينما تركز على مجموعة بعينها من مهام البحث أو التطوير أو التصنيع أو التسويق. وتوفر الملكية الفكرية أساسًا مرنًا للترخيص مما يجعل التخصص ممكنًا ويجعلها في مكانة محورية في أسواق التكنولوجيا الحديثة.

ومن بواعث القلق المحتملة فيما يتعلق بالأنظمة الإيكولوجية للابتكار اليوم العدد الكبير لإيداعات البراءات، والذي أدى إلى تكدس البراءات على نحو قد يعرقل أسواق التكنولوجيا بدلاً من أن يمكنها. فضلاً عن ذلك، ثمة بواعث قلق بشأن ما إذا كان تسجيل البراءات على نطاق واسع قد يعوق تقاسم المعارف. ومع ذلك، تُشير الأدلة المقدمة في الدراسات الإفرادية المتعلقة بالطباعة المجسمة والنانوتكنولوجيا وعلم الروبوتات أنه حتى الآن لم تتحقق المخاوف المتعلقة بتكدس البراءات وبدا نظام الملكية الفكرية وكأنه استوعب آليات مختلفة لتبادل المعارف. ولكن من المهم ألا يغيب عن نظرنا أن العديد من التكنولوجيات التي نوقشت في هذه الدراسات الإفرادية لا يزال بشكل أو بآخر في مراحل التطوير البدائية وبعضه لم يستغل تجاريًا على أي نحو. وقد تظهر صراعات أكبر فيما يتعلق بالملكية الفكرية في المستقبل.

يسعى مودعو طلبات البراءات في الأساس إلى الحماية في الأسواق ذات الدخل المرتفع

تشير الدراسات الإفرادية الست على نحو موحد إلى أن أغلب المبتكرين سعى نحو الحصول على حماية البراءات لاختراعاته في البلدان ذات الدخل المرتفعة بجانب الصين (انظر الجدول 3 فيما يخص مجالات الابتكار الثلاثة الحالية). وقد يعزى ذلك إلى أحجام السوق الكبيرة في هذه البلدان، فضلاً عن وجود منافسين ذوي قدرات تكنولوجية رائدة.

الجدول 3: يسعى مودعو طلبات البراءات في الأساس إلى الحماية في الأسواق ذات الدخل المرتفع

حصة أسر البراءات حول العالم والتي سعى مودعو الطلبات إلى حمايتها في بلدان بعينها

	الطباعة المجسمة	النانوتكنولوجيا	علم الروبوتات
الولايات المتحدة	46.6	84.6	36.5
اليابان	33.6	52.1	38.7
ألمانيا	37.7	39.8	28.6
فرنسا	32.4	36.9	21.9
المملكة المتحدة	32.9	37.6	21.3
جمهورية كوريا	11.8	25.2	19.2
بلدان أخرى مرتفعة الدخول	16.4	20.5	9.5
الصين	38.3	31.8	36.6
بلدان أخرى منخفضة الدخول ومتوسطة الدخول	2.8	2.7	1.4

ملحوظة: يعرض هذا الجدول ملخصًا للأشكال 3.5 و3.10 و3.14، وهو يتناول البراءات المودعة أولاً في 1995 أو بعد ذلك والتي منح مكتب براءات واحد على الأقل براءة بشأنها. وتُمثل قيم "بلدان أخرى ذات دخول مرتفعة" و"بلدان أخرى ذات دخول منخفضة ومتوسطة" المتوسطات المرجحة للناتج المحلي الإجمالي (المتوسطات غير المرجحة مماثلة في المقدار).

المصدر: الويبو استنادًا إلى قاعدة بيانات المكتب الأوروبي للبراءات (انظر الملاحظات الفنية).

فقط حصة صغيرة من إيداعات البراءات الأولى في المجالات التكنولوجية الوجيهة كان لها براءات مكافئة في البلدان ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة بخلاف الصين. ويشير ذلك إلى أن البراءات لم تكن مفيدة في نشر التكنولوجيا في هذه البلدان عندما حدث ذلك ولم تكن مضرة للنشر عندما لم يحدث. بل هي تُشير إلى أن وجود القدرة الاستيعابية أو غيابها هو العامل الأساسي الذي يوضح مدى نشر التكنولوجيا. ومع ذلك، من الأهمية بمكان أن نضع في الاعتبار أن هذا الاستنتاج مستند إلى أنماط إيداع طلبات البراءات الإجمالية؛ وبالنظر إلى التوزيع المختل بشدة لقيم البراءات، قد يؤثر بعض الأنماط الفردية تأثيرًا غير متناسب في مجالات تكنولوجية بعينها. فضلاً عن ذلك، لا يتعدى الاستنتاج التكنولوجيات الست محل النظر.

التكنولوجيا في حد ذاتها تشكل تطور نظام الملكية الفكرية

لطالما تسببت التكنولوجيات الناشئة حديثًا في قضايا صعبة فيما يخص وضع سياسات الملكية الفكرية على مر التاريخ. حيث واجهت مكاتب البراءات والمحاكم أحيانًا مسائل صعبة فيما يتعلق باستحقاق الاختراعات المؤسسة للبراءات. فضلاً عن ذلك، وثقت الدراسات الإفرادية التاريخية كيف أدت قرارات المحاكم والقوانين الجديدة والتدخلات الحكومية المستهدفة إلى التكيف المستمر ومعايرة سياسات الملكية الفكرية. ولابد لهذا التطور أن يستمر. وقد سلطت الدراسات الإفرادية المتعلقة بابتكارات اليوم الخارقة الضوء على العديد من الاعتبارات الجديدة التي ستشكل حتمًا مستقبل سياسات الملكية الفكرية:

- تزداد أهمية حق المؤلف للابتكار التكنولوجي يومًا بعد يوم. وقد حدث هذا أول مرة مع إدراج البرامج الحاسوبية في نطاق المواضيع القابلة للحماية بموجب حق المؤلف. فبعد أن صارت البرامج الحاسوبية خصيصة لا غنى عنها في العديد من التكنولوجيات الجديدة، بما في ذلك الطباعة المجسمة وعلم الروبوتات، تشعب دور حق المؤلف. فضلاً عن ذلك، من الممكن لحق المؤلف أن يحمي أي نوع من أشكال التعبير الرقمي، بما في ذلك التصاميم المجسَّمة وتصاميم رقائق الحواسيب. ولكن لا يزال من غير الواضح ما إذا كان هذا التوجه يعني مجرد تحول في استخدام أشكال الملكية الفكرية المختلفة أو ما إذا كان سيثير تحديات سياسية جديدة تمامًا.
- من الممكن أن يُسهّل ظهور الطباعة المجسمة المنخفضة التكلفة استنساخ أي شيء محمي بحقوق النماذج الصناعية وربما حقوق ملكية فكرية أخرى. والسؤال الذي يطرح نفسه هو ما إذا كان هذا التطور سيصعّب مهمة إنفاذ هذه الحقوق على غرار التحدي الذي أحدثته التكنولوجيا الرقمية فيما يخص الكتب والموسيقى والأفلام وغير ذلك من أشكال التعبير الإبداعية المحمية بحق المؤلف. وقد يكون هذا السيناريو لا يزال بعيد الحدوث، كما أن ثمة فوارق هامة بين الطباعة المجسمة ونسخ المحتوى الرقمي. ولكن تجربة صناعة المحتوى الرقمي قد تتضمن دروسًا قيمة بشأن كيفية التعامل مع هذا السيناريو على النحو الأفضل.

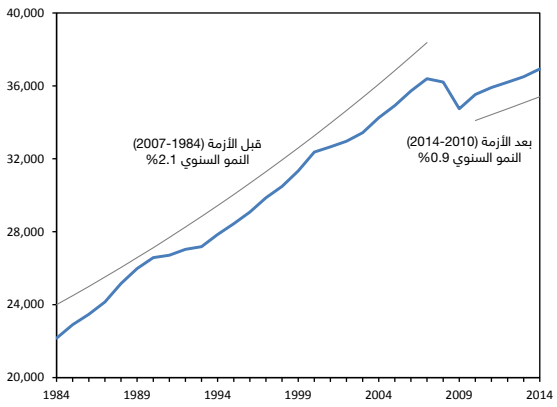
- لطالما كانت الأسرار التجارية شكلاً هامًا من أشكال حماية الملكية الفكرية، غير أنها قد لا تكون ظاهرة بوضوح. ورغم أن الدراسات الإفرادية الثلاث توفر أدلة رمزية فقط، ثمة أسباب تدعو إلى الاعتقاد بأن سياسات الأسرار التجارية صارت أكثر أهمية. والسبب الأساسي هو زيادة تنقل عمال المعارف. فرغم سهولة توفر المعارف المقننة، لا يزال يعد دور الأشخاص حاسمًا في الاستخدام الفعال لهذه المعارف. وتنظم قوانين الأسرار التجارية كيف يمكن للمعارف أن تتدفق من خلال الأشخاص، ومن ثم فهي تحدد نتائج نشر الابتكار والتكنولوجيا.

الآفاق المستقبلية للنمو القائم على الابتكار

كما أوضحنا أعلاه، تشير البيانات التاريخية المتعلقة بالناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد الواحد عند المنحنى إلى نمو مذهل واستثنائي في الحقبة التالية للحرب العالمية الثانية. ومع ذلك لم يكن النمو منذ بداية الأزمة المالية العالمية في 2008 مذهلاً على الإطلاق. ويوضح الشكل 7 تطور الناتج المحلي الإجمالي للفرد في البلدان ذات الدخول المرتفعة منذ منتصف الثمانينات. فقبل الأزمة، كان متوسط النمو 2.1 بالمائة في السنة. ولم تتسبب الأزمة في هبوط حاد في الناتج الاقتصادي وحسب، بل تناقص متوسط النمو السنوي منذ 2010 إلى 0.9 بالمائة أيضًا.

الشكل 7: نهاية النمو المذهل في حقبة ما بعد الحرب العالمية الثانية؟

الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد في بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ذات الدخول المرتفعة، 1984-2014



انظر الشكل 8.1

يتوقع المتفائلون استئناف النمو بمعدل أسرع...

هل أذنت الأزمة المالية ببداية عصر جديد من النمو البطيء؟ هل نفد وقود محرك النمو القائم على الابتكار؟ يرى المتفائلون أن اقتصاد العالم لا يزال يعاني من تراكم ديون ما بعد الأزمة العالمية. وفي النهاية، من المتوقع أن تقود قوى السوق النمو الاقتصادي حتى يعود إلى مساره الطويل الأجل استنادًا إلى القدرات الإنتاجية الأساسية للاقتصادات. فضلاً عن ذلك، إذا ما بحثنا في قدرة الابتكار على الحفاظ على استمرارية النمو في المستقبل، ثمة أسباب تدعو إلى التفاؤل:

- لم يستثمر العالم من قبل هذا الكم الكبير من الموارد في رفع السقف العالمي للمعرفة. وبينما تركت الأزمة العالمية أثرًا في بعض البلدان، كان تأثر الإنفاق على البحث والتطوير طفيفًا مقارنة بتأثر الناتج الاقتصادي. كما أن بروز الصين كجهة ابتكار، بجانب النمو السريع للإنفاق على البحث والتطوير في جمهورية كوريا، أدى إلى زيادة تنوع المشهد الابتكاري العالمي.
- لا تزال لدى الابتكار إمكانية كبيرة أن يحقق مكاسب إنتاجية ويحول الهياكل الاقتصادية. فقد أسهمت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بالفعل إسهامًا عظيمًا في النمو. ولكن كما علمنا التاريخ، ثمة المزيد في المستقبل. فإسهام الإنجازات التكنولوجية الكبرى في النمو حدث فقط بعد التأخر لعقود. ويعد الجيل الجديد من ابتكارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المرتكزة على الذكاء الاصطناعي واعدًا للغاية.
- ثمة مجالات أخرى عديدة للابتكار لديها إمكانية تحفيز النمو في المستقبل. وهي تشمل 3 مجالات نوقشت في هذا التقرير. على سبيل المثال، سيحث الاستخدام المتنامي للطباعة المجسمة والروبوتات الذكية على إعادة تنظيم سلاسل الإمداد في قطاعات عديدة، ويحتمل أن يؤثر ذلك على النمو على نحو كبير. ومن مجالات الابتكار الأخرى التي بدت واعدة إلى حد كبير الهندسة الوراثية والمواد الجديدة ومختلف أشكال الطاقة المتجددة. وقد حسنت التكنولوجيات الجديدة إلى حد كبير أدوات البحث التي تدفع عجلة الاكتشاف العلمي. وقد فتحت التقنيات القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مثل أدوات تحليل البيانات الكبيرة وأساليب المحاكاة المعقدة أبوابًا جديدة للتقدم البحثي عبر مجالات تكنولوجية عديدة. فالمتفائلين يرون أن التفاعل بين العلوم والتكنولوجيا يولد ديناميكية ذاتية التعزيز وغير محدودة.

...ولكن الشكوك لا تزال قائمة

فعلى النقيض من الرؤى المتفائلة، أعرب بعض الاقتصاديين عن شكوك بشأن ما إذا كان النمو عند المنحنى في العقود القادمة سيصل إلى مستوى ما بعد الحرب العالمية الثانية. وهم يقدمون حججًا عديدة:

- تسببت التحولات الديموغرافية وعوامل أخرى في دخول الاقتصادات المتقدمة في حالة من "الركود المزمن" حيث تخفق الاقتصادات باستمرار في تحقيق النمو المتوسم فيها. وبينما سيُسهم الابتكار في دفع عجلة النمو في المستقبل، إلا أن ضعف النمو على نحو مستمر قد يصير محققًا لذاته: فالشركات قد تتجنب فرص الاستثمار التي تخلقها التكنولوجيا الجديدة، وقد تعني نوبات البطالة الطويلة فقدان العمال للمهارات أو عدم اكتسابها، وقد يؤدي تناقص عدد الشركات الناشئة والشركات المتوسعة إلى تباطؤ التحول الهيكلي للاقتصاد.
- تُظهر تقديرات نمو إنتاج الاقتصادات هبوطًا بدأ قبل بداية الأزمة بفترة. وقد شهد اقتصاد الولايات المتحدة بشكل رئيسي تحسنًا كبيرًا في نمو الإنتاج في الفترة من 1995 إلى 2003، ويعزى ذلك في الأساس إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات؛ ولكن نمو الإنتاج منذ ذلك الحين صار أبطأ بشكل ملحوظ. وبوجه عام، تُظهر الأبحاث أن إمكانات النمو لدى الاقتصادات المتقدمة بدأت تتهاوى في مطلع الألفينات، ويعزى ذلك في الأساس إلى انخفاض نمو الإنتاج.
- يرى المتشائمون أن إسهام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النمو قد تحقق بشكل كبير ولا يلوح في الأفق أي ابتكار يقارن بذلك. وقد يكون من الصعب مجاراة الابتكارات السابقة فيما يتعلق بسرعة النقل ومتوسط العمر المتوقع والاتصال الطويل المسافة. كما أنه لا يوجد متسع كبير للابتكار لزيادة مشاركة القوة العاملة؛ فالتحولات الديموغرافية في الاقتصادات المتقدمة ستؤدي إلى انحسار المشاركة. ويمكن للمرء أن يشكك في إنتاج الأنشطة الابتكارية في المستقبل. فرفع سقف المعارف يزداد صعوبة يومًا بعد يوم بعد أن التقطت "الثمرة المتدلية".

وأخيرًا، يتساءل بعض الخبراء الاقتصاديون بشأن ما إذا كان إطار قياس الناتج المحلي الإجمالي يغفل التأثير الحقيقي للتكنولوجيا الجديدة. وهذه الحجة لها وجهان. الأول أن أدوات خبراء الإحصاء تخفق على نحو متزايد في حساب التحسن في الجودة والأشكال الجديدة للناتج الاقتصادي. والثاني أن مفهوم الناتج المحلي الإجمالي غير ملائم لحساب مكاسب الرفاه الاجتماعي المرتبطة بابتكارات اليوم. فعلى وجه الخصوص، يعد تطوير العديد من التكنولوجيات الجديدة باهظ الثمن للغاية ولكن فور تطويره يعد إنتاجه رخيصًا أو يمكن حتى نسخه مجانًا. وعلى هذا الأساس، فإنها تسهم بالقليل في الناتج الاقتصادي ولكنها قد تعزز الرفاه الاجتماعي على نحو غير متناسب. ومع ذلك، يرى خبراء اقتصاديون آخرون أن القصور في قياس الناتج المحلي الإجمالي ليس ظاهرة جديدة وليس ثمة أدلة مقنعة بأنه اليوم أسوأ من ذي قبل.

الخلاصة

الوقت وحده هو الذي سيظهر أداء النمو المقبل عند المنحنى مقارنة بمسار النمو بعد الحرب العالمية الثانية. ولكن سيظل الاستثمار المستمر في الابتكار أمرًا ملحًا لواضعي السياسات والشركات على حد سواء. فقد أوضحت الدراسات الإفرادية المتضمنة في التقرير الوقت الكبير الذي يُستغرق في تحويل الأفكار الواعدة إلى تكنولوجيات قابلة للتطبيق، وتنقيح هذه التكنولوجيات، وتبني الشركات والمستهلكين لها. فنجاح الابتكار يتطلب، سواء على مستوى الشركة أو الاقتصاد ككل، قدرًا من المثابرة، على الأقل في فترات تراجع النمو عندما تكون ميزانيات الابتكار على المحك.

وسيتعين على واضعي السياسات أيضًا التأكد من أن نظام الملكية الفكرية يُسهم في خلق نظام إيكولوجي يفضي إلى إنجازات ابتكارية. ومنذ مطلع الثورة الصناعية ونظام الملكية الفكرية يتكيف باستمرار مع متطلبات التكنولوجيات الناشئة حديثًا وتحدياتها. وسيستمر هذا المسار، ويمكن توجيهه على النحو الأفضل من خلال فحص الأدلة المتاحة فحصًا دقيقًا والانفتاح على توجه التغييرات التكنولوجية.

قائمة المحتويات

الفصل 1
نظرة داخل محرك النمو الاقتصادي 21

1.1 النمو الاقتصادي عبر التاريخ **21**

2.1 كيف يحفز الابتكار النمو الاقتصادي **26**

3.1 الابتكارات المتطورة وانتشارها **30**

4.1 الابتكار وحقوق الملكية الفكرية **36**

5.1 الآفاق المستقبلية للنمو القائم على الابتكار **39**

الفصل 2
ابتكارات خارقة تاريخية 49

1.2 الطائرات **50**

1.1.2 تطوير الطائرة التجارية ومساهمتها الاقتصادية 50

2.1.2 منظومة ابتكار الطائرات 55

3.1.2 الطائرات ونظام الملكية الفكرية 60

2.2 المضادات الحيوية 63

1.2.2 اكتشاف المضادات الحيوية وتطويرها ومساهمتها الاقتصادية 63

2.2.2 منظومة ابتكار المضادات الحيوية 67

3.2.2 المضادات الحيوية ونظام الملكية الفكرية 69

3.2 أشباه الموصلات **74**

1.3.2 تطور أشباه الموصلات ومساهمتها الاقتصادية 74

2.3.2 منظومة ابتكار أشباه الموصلات 77

3.3.2 أشباه الموصلات ونظام الملكية الفكرية 83

4.2 الاستنتاجات **88**

الفصل 3
الابتكارات ذات إمكانات التقدم 95

1.3 الطباعة الثلاثية الأبعاد **96**

1.1.3 تطور الطباعة الثلاثية الأبعاد وأهميتها الاقتصادية 96

2.1.3 المنظومة الإبتكارية للطباعة الثلاثية الأبعاد 99

3.1.3 الطباعة الثلاثية الأبعاد ونظام الملكية الفكرية 104

2.3 النانوتكنولوجيا **108**

1.2.3 تطور النانوتكنولوجيا وأهميتها الاقتصادية 108

2.2.3 منظومة الابتكار في مجال النانوتكنولوجيا 111

3.2.3 النانوتكنولوجيا ونظام الملكية الفكرية 116

3.3 الإنسالات **120**

1.3.3 تطور الإنسالات وأهميتها الاقتصادية 120

2.3.3 منظومة الابتكار الخاصة بعلم الإنسالات 123

3.3.3 الإنسالات ونظام الملكية الفكرية 127

4.3 الاستنتاجات **133**

المختصرات **141**

ملاحظات فنية **142**

الفصل 1
نظرة داخل محرك النمو الاقتصادي

شكَّل النمو الاقتصادي قوة لا يُستهان بها لكسر حدة الفقر، وإيجاد فرص عمل وتحسين مستويات المعيشة العامة، بيد أن ذلك ليس بالمسلّم به. فقبل القرن الثامن عشر، شهد الاقتصاد العالمي نموا محدودا. وانتشر الفقر على نطاق واسع، وأي تحسن ملموس في مستويات معيشة عامة الناس باستثناء القلة ذات الحظوة، كان بعيد المنال. ومنذ ذلك الحين، شهد الاقتصاد العالمي نموا بوتيرة غير مسبوقة - مما أدى إلى تحسن كبير في جودة الحياة، وولّد ازدهارا ماديا واسع النطاق. ومع ذلك، شهدت بعض الاقتصادات الوطنية نموا أكثر سرعة واستدامة من غيرها، مما أسفر عن مظاهر تفاوت واسعة في الازدهار الذي تشهده البلدان اليوم.

بم يُعلل التفاوت المُلاحظ في النمو عبر التاريخ؟ لطالما تحير العلماء بهذا الشأن. لقد حفز بدء النمو المتسارع تدريجيا في النصف الثاني من القرن الثامن عشر ظهور أولى نظريات النمو الاقتصادي - التي طرحها، على سبيل المثال، آدم سميث وديفيد ريكاردو، توماس مالتوس وجون ستيوارت ميل.[1] ومنذ ذلك الحين ظهرت آراء مهمة. وثمة رأي بالغ الأهمية يرى أن النمو الاقتصادي الدائم يعتمد على التقدم التكنولوجي المستمر. والواقع أن القرون الثلاثة الماضية شهدت سلسلة من الإنجازات الابتكارية في مختلف مجالات التكنولوجيا، أحدثت تحولا عميقا في النشاط الإنتاجي وحفزت نمو صناعات جديدة.

وانطلاقا من هذه الخلفية، يطرح هذا التقرير سؤالا بشأن الدور الذي يؤديه نظام الملكية الفكرية في عملية النمو، وذلك في جزأين. الأول، يستعرض طبيعة النمو الاقتصادي عبر التاريخ، ويستكشف القنوات التي من خلالها تؤثر حقوق الملكية الفكرية المختلفة على نتائج النمو - وهي المهمة التي يؤديها هذا الفصل الافتتاحي. أما الجزء الثاني، فيتناول دراسة دور الملكية الفكرية بصورة أكثر تحديدا في حالة ثلاثة إنجازات ابتكارية تاريخية- هي الطائرات والمضادات الحيوية وأشباه الموصلات - فضلا عن ثلاثة ابتكارات حالية تبشر بآفاق نجاح كبيرة: الطباعة الثلاثية الأبعاد، وتكنولوجيا النانو وعلم الروبوتات. وستشكل هذه الحالات الإفرادية الجزء الأساسي من الفصلين 2 و 3 على التوالي.

ويُلقي هذا الفصل الافتتاحي نظرة داخل محرك النمو الاقتصادي، حيث يبدأ بإرساء حقائق أساسية هامة عن النمو الاقتصادي على مر التاريخ (القسم 1.1)، ثم يتطرق إلى استطلاع القنوات التي من خلالها يحفز الابتكار النمو الطويل الأجل (القسم 2.1). ويمضي، في ضوء هذه المعلومات الأساسية، ليلقي نظرة فاحصة على عملية الابتكار، مستكشفا الكيفية التي تحدث بها الابتكارات المتطورة وسبل انتشارها داخل وعبر الاقتصادات (القسم 3.1). وعقب إرساء هذه اللبنات الأساسية، تنتقل المناقشة لتتناول الطرائق المختلفة التي تؤثر بها حقوق الملكية الفكرية المختلفة على نشر نتائج الابتكار والمعرفة (القسم 4.1). أما القسم الأخير فيُمعن النظر في آفاق النمو التي قد يحملها المستقبل عقب الأزمة المالية الأخيرة (القسم 5.1).

1.1 النمو الاقتصادي عبر التاريخ

عبر الشق الأعظم من تاريخ البشرية، كان مفهوم النمو الاقتصادي، ببساطة، غير معروف. وكانت الظروف المعيشية بمقاييس اليوم، مزرية، وظلت دون تغيير إلى حد كبير من جيل للذي يليه، إلى أن بدأ هذا الوضع يتغير تدريجيا منذ نحو 200 سنة مع انطلاق الثورة الصناعية الأولى، مستمدا الزخم من ظهور المحركات البخارية وغزل القطن والسكك الحديدية.[2] ومنذ ذلك الحين، أصبح النمو الاقتصادي المطرد هو الوضع الطبيعي الجديد، بالرغم من عدم انتشاره بصورة متسقة عبر الزمان والمكان.

ويهدف هذا القسم إلى تمهيد السبيل، من خلال استعراض أداء النمو على مدى القرنين الماضيين. وبخاصة، استعراض تحليل دقيق للبيانات والدراسات التاريخية المتاحة. ويشير التحليل إلى أربعة حقائق أساسية:

1. انطلق النمو في الاقتصادات الصاعدة في مطلع القرن التاسع عشر، وتسارعت وتيرته في فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية.
2. أدى النمو الاقتصادي إلى أن تحل الخدمات محل الزراعة بوصفها النشاط الاقتصادي الرئيسي، كما حفز زيادة التوسع الحضري.
3. أدى التباين في أداء النمو إلى اتساع الفجوة بين أشد الاقتصادات فقرا وأكثرها غنى.
4. على مدار العقود الماضية، اقترن النمو الاقتصادي بزيادة عدم المساواة داخل البلدان، غير أن النمو السريع الذي شهدته الصين والهند كان بمثابة قوة معادلة في توزيع الدخل في العالم، وساهم في انحسار الفقر المطلق.

1. للاطلاع على الاستعراض، انظر صمويلسون (1978).
2. انظر غوردون (2012).

وتعرض المناقشة التالية، بالتفصيل، هذه الحقائق الأربعة الأساسية على الترتيب.

الحقيقة الأساسية رقم 1:

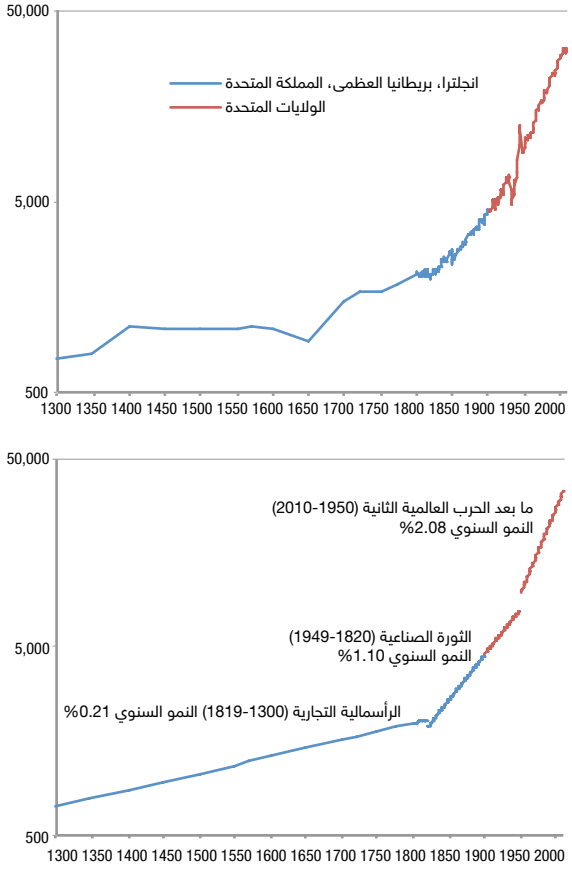
انطلق النمو في الاقتصادات الصاعدة في أوائل القرن التاسع عشر، وتسارعت وتيرته في مرحلة ما بعد الحرب العالمية الثانية.

تنطوي دراسة أداء النمو لعدة قرون خلت على تحديات. ولم تشرع الاقتصادات المتقدمة في تجميع الحسابات القومية – التي تُمكّن من قياس الناتج المحلي الإجمالي – إلا في النصف الأول من القرن العشرين. ولم تلحق بها معظم الاقتصادات النامية إلا بعد ذلك بوقت طويل. واستند المؤرخون الاقتصاديون في تقدير قيم الناتج المحلي الإجمالي لفترة ما قبل توافر البيانات الرسمية إلى سجلات البيانات التاريخية للإنتاج، والأجور والضرائب وغيرها؛ لذلك توجد، لاقتصادات محددة، تقديرات للناتج الاقتصادي تعود الى قرنين ماضيين أو أكثر، غير أن هذه التقديرات أبعد ما تكون عن الكمال. وكلما ازداد التوغل في الماضي البعيد، كلما تعاظم هامش خطأ هذه البيانات. إضافة إلى ذلك، كما سيوضح القسم 2.1، فإن مقارنة قيم الناتج المحلي الإجمالي عبر الزمن تثير أسئلة صعبة حول كيفية حساب التغيرات في طبيعة السلع والخدمات المنتجة وجودتها. وفي أغلب الاحتمالات، لابد للمقارنات بين قيم الناتج المحلي الإجمالي على المدى الطويل أن تقلل، إلى حد كبير، من التحسينات التي طرأت على المستوى المادي للمعيشة، نظرا لعدم تعبيرها بصورة وافية عن الفوائد المتأتية من ظهور تكنولوجيا الجديدة.[3]

ورغم هذه المشكلات، يُعد عمل المؤرخين الاقتصاديين المصدر الوحيد للمعلومات التجريبية عن أداء النمو على المدى الطويل، وعلى هذا يتعين النظر فيه بتمعن. واستنادا إلى أشمل مجموعة من التقديرات التاريخية المتاحة – وهي المجموعة الناتجة عن مشروع ماديسون - يصور الشكل 1.1 تطور الناتج المحلي الإجمالي للفرد في الاقتصادات الصاعدة منذ عام 1300.[4] ويُعبر عنها بالاقتصاد الذي يُظهر أعلى ناتج اقتصادي للفرد عند نقطة زمنية معينة. ولغرض الشكل 1.1، اختيرت اقتصادات انجلترا، وبريطانيا العظمى والمملكة المتحدة، حتى عام 1900، ثم اقتصاد الولايات المتحدة بعد ذلك.[5]

الشكل 1.1: نمو الاقتصادات الصاعدة على مدى أكثر من سبعة قرون

الناتج المحلي الإجمالي الفعلي للفرد، 1300-2000، مقياس لوغاريتمي



ملحوظة: تُقدر قيم الناتج المحلي الإجمالي في عام 1990 بالدولارات الدولية، معدّلة بما يراعي الفروق في القوة الشرائية في مختلف البلدان. بالنسبة "لإنجلترا، وبريطانيا العظمى، والمملكة المتحدة"، تنطبق التقديرات على إنجلترا حتى عام 1700، وعلى بريطانيا العظمى في الفترة من 1700-1850، وعلى المملكة المتحدة منذ 1851 فصاعدا. ويعبر انحدار خطوط الاتجاه اللوغاريتمية عن معدلات النمو السنوية للفترات الثلاث.

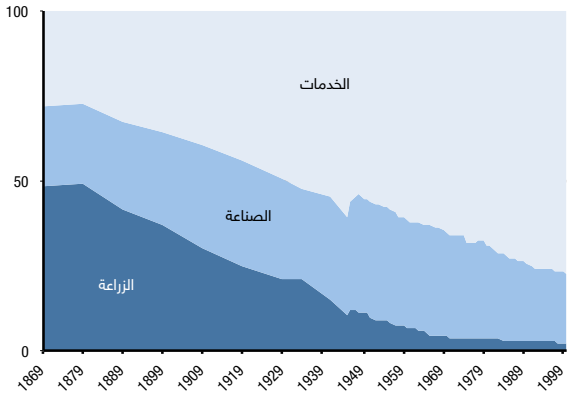
المصدر: مشروع ماديسون، *www.ggdc.net/maddison/maddison-project/home.htm*، نسخة 2013.

3. انظر ديلونغ (1998)، وكويل (2014).
4. انظر بولت وفان زاندن (2014).
5. يتفق هذا النهج مع غوردون (2012).

ويقسّم الرسم البياني أدنى الشكل 1.1 القرون السبعة إلى ثلاث فترات نمو، وتُبين خطوط الاتجاه متوسط النمو في الناتج المحلي الإجمالي للفرد خلال هذه الفترات. ولم تشهد الفترة الأولى، التي أُطلق عليها "الرأسمالية التجارية"، استرشادا بالمصطلح الأصلي الذي أطلقه كوزنتس(1967)، سوى معدلات نمو ضئيلة ومتقطعة، بلغت في المتوسط حوالي 0.21 في المائة سنويا.[6] وقد أدى اندلاع الثورة الصناعية آنذاك إلى زيادة حادة في معدل النمو السنوي، ليصل إلى 1.10 في المائة.[7] ولإبراز أهمية هذه الزيادة في النمو، فإن تحقق نمو سنوي بمعدل 0.21 في المائة يعني مضاعفة الدخل كل 331 سنة، بينما تحقيق نمو بمعدل 1.10 في المائة يعني مضاعفة الدخل كل 64 سنة. وأخيرا، تسارعت وتيرة النمو في حقبة ما بعد الحرب العالمية الثانية بوتيرة أكبر ليصل إلى 2.08 في المائة في السنة - مما يعني مضاعفة الدخل كل 34 عاما. واسترشادا بالتطورات التي شهدتها قرون من التاريخ، فإن أداء النمو منذ عام 1950 يبرز باعتباره مذهلا واستثنائيا.

الشكل 2.1: صعود قطاع الخدمات

حصص العمالة في مختلف القطاعات في الولايات المتحدة من 1869-2000، بالنسب المئوية



ملحوظة: يشمل مصطلح "الزراعة": الزراعة والغابات وصيد الأسماك؛ ويشمل مصطلح "الصناعة": التصنيع والتعدين والبناء؛ بينما يشمل مصطلح "الخدمات": النقل والمرافق العامة، وتجارة الجملة وتجارة التجزئة والتمويل والتأمين والعقارات والحكومة، علاوة على فئة "خدمات" مكتب التحليل الاقتصادي. وتشير بيانات عام 1929 وما قبله إلى تقديرات كندريك، على النحو المبين في بيانات مكتب الولايات المتحدة للتعداد (1975).

المصدر: مكتب التحليل الاقتصادي، الدخل القومي وحسابات المنتج، الجدول 8.6 باء، ومكتب الولايات المتحدة للتعداد (1975).

الحقيقة الأساسية رقم 2:

أدى النمو الاقتصادي إلى أن تحل الخدمات محل الزراعة بوصفها النشاط الاقتصادي الرئيسي، كما حفز زيادة التوسع الحضري.

كانت الزراعة في مجتمعات القرون الوسطى محور النشاط الاقتصادي، إلا أن انطلاق النمو الاقتصادي بوتيرة أسرع في مستهل القرن التاسع عشر، أدى إلى تحول تدريجي في الناتج الاقتصادي. في البداية بعيدا عن الزراعة نحو الصناعة والخدمات، ثم الاتجاه كلية - في مرحلة لاحقة – نحو الخدمات. ويوضح الشكل 2.1 هذا التحول في الولايات المتحدة، من خلال إلقاء نظرة على حصة العمالة في القطاعات الاقتصادية الرئيسية الثلاثة منذ منتصف القرن التاسع عشر. ففي عام 1869، استأثرت الزراعة بما يقرب من نصف إجمالي العمالة، بينما بلغت حصة الصناعة والخدمات حوالي الربع لكل منهما.[8] وعلى مدى السنوات 131 التي تلت ذلك، فقدت الزراعة هيمنتها. وبحلول عام 2000، لم تحصل الزراعة سوى على 2.4 في المائة من إجمالي العمالة، بينما ارتفعت حصة الصناعة لتصل إلى الذروة في البداية بنسبة 34.4 في المائة في عام 1953، ثم تهاوت بعد ذلك لتصل إلى 20.4 في المائة عام 2000. أما قطاع الخدمات فقد سجل أكبر نمو دينامي، ففي عام 1934، استقطب بالفعل أكثر من نصف إجمالي العمالة، وبحلول عام 2000، كان قد حصل ما يزيد على ثلاثة أرباعها.

وتبرز صورة مماثلة عند النظر في نسبة القيمة التي يضيفها كل قطاع إلى الناتج المحلي الإجمالي. وفي عام 2010، بلغت حصة الخدمات 73.6 في المائة من الناتج الاقتصادي في البلدان ذات الدخل المرتفع، بينما أسهمت الصناعة بحصة 25.0 في المائة، والزراعة بحصة 1.4 في المائة.[9] باختصار، حوَّل النمو الاقتصادي المجتمعات التي كانت زراعية قبل بضعة قرون إلى الاقتصادات الحالية القائمة على الخدمات.

6. عزا بروديري وآخرون (2011)، الزيادة في الناتج المحلي الإجمالي للفرد في القرن الرابع عشر، إلى انخفاض عدد السكان جرّاء الموت الأسود. وعلى نحو مماثل، تزامن النمو في النصف الثاني من القرن السابع عشر مع انخفاض عدد السكان.
7. يتفق الشكل 1.1 مع ماديسون (2001) في اعتبار عام 1820، العام الذي يخلد ذكرى الانتقال من حقبة "الرأسمالية التجارية" إلى حقبة "الثورة الصناعية".
8. يشير اختيار سنة 1869 كسنة الابتداء في الشكل 1.1، ببساطة، إلى توافر البيانات. وتشير الدراسات التاريخية إلى أن التحول الهيكلي نحو الصناعة والخدمات بدأ قبل ذلك بوقت كبير. على سبيل المثال، تشير تقديرات برودبري وآخرين (2011)، إلى أن حصة الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي الإنجليزي انخفضت من 49.1 في المائة عام 1381 إلى 26.8 في المائة عام 1700، في حين ارتفعت حصة الخدمات من 23.1 في المائة إلى 34.0 في المائة خلال الفترة نفسها.
9. كما ورد في قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية، البنك الدولي.

وكان لهذا التحول الهيكلي أثر عميق على الجغرافيا الاقتصادية، فقد تجمعت العمالة المسرّحة من القطاع الزراعي في المناطق الحضرية، التي لم توفر فرص العمل فحسب، وإنما أتاحت أيضا الحصول على الصحة والتعليم وأسواق التجزئة والنقل والترفيه وغيرها من متطلبات العيش. وقد تسارعت وتيرة الامتداد الحضري بشكل ملحوظ مع اندلاع الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر. وشهدت المملكة المتحدة - الاقتصاد الرائد في القرن التاسع عشر - ارتفاعا في حصة إجمالي عدد السكان الذين يعيشون في مدن كثافتها 5000 نسمة أو أكثر من الخُمس في عام 1800 إلى الثلثين في عام 1900.[10] وبدت لندن وكأنها أكبر مدن العالم، حيث بلغت مليون نسمة في حوالي 1800، وازدادت إلى 5.6 مليون نسمة بحلول عام 1891.[11] وبالمقارنة مع ذلك، لم تبلغ باريس خط المليون نسمة إلا في منتصف القرن التاسع عشر، ونيويورك في عام 1871، وبرلين في عام 1880.[12] والواقع، أن التحول إلى الحضر استغرق وقتا أطول في اقتصادات أخرى متقدمة. ففي الولايات المتحدة، كانت نسبة سكان المناطق الحضرية متواضعة نسبيا إذ بلغت 31.3 في المائة عام 1900، ولم تتجاوز عتبة الثلثين إلا في النصف الثاني من القرن العشرين.[13] وبحلول عام 2010، لا يزال ما يقرب من أربعة أخماس السكان في جميع البلدان ذات الدخل المرتفع يعيشون في المناطق الحضرية.[14]

الحقيقة الأساسية رقم 3:

أدت مسارات النمو المتباينة إلى اتساع الفجوة بين أشد البلدان فقرا وأكثرها غنى

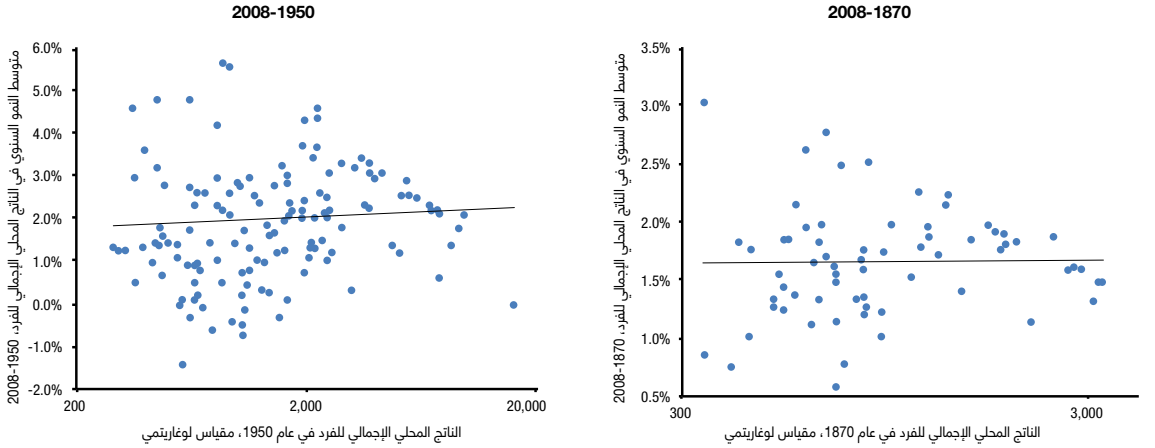
هل انتشر النمو الاقتصادي بصورة متكافئة في جميع أنحاء العالم؟ وبصورة خاصة، كيف كان أداء الاقتصادات خارج المجموعة الصاعدة منذ أن بدأ النمو في التسارع في القرن التاسع عشر؟ الجواب المختصر هو أنه كان هناك "تباينا، ووقتا طويلا" - كما أشار بريتشت في مقولته الشهيرة (1997). ففي عام 1870 - أول سنة تتوافر فيها بيانات طائفة واسعة من الاقتصادات - بلغ الناتج المحلي الإجمالي للفرد في أغنى اقتصاد حوالي 10 أضعاف الناتج المحلي الإجمالي للفرد في أفقر اقتصاد؛ وبحلول عام 2008، اتسعت الفجوة إلى معامل 126.[15] ومع أن بعض الاقتصادات التي صُنفت ذات مرة بأنها فقيرة - تحديدا في شرق آسيا - تمكنت من اللحاق بالمجموعة الصاعدة، فإن عملية التقارب العامة هذه لم تحدث في جميع أنحاء العالم. ويوضح الشكل 3.1 هذه النقطة من خلال التسجيل البياني للدخل الأول مقابل النمو اللاحق لجميع الاقتصادات، بقدر ما تسمح به البيانات المتوفرة. وإذا حدث تقارب بين مستويات الدخل، قد يتوقع المرء أن تُظهر نقاط الرسم البياني المتناثرة ارتباطا سلبيا، مما يشير إلى نمو أسرع في الاقتصادات التي كانت أكثر فقرا في البداية. ومع ذلك، لا يوجد هذا الارتباط السلبي - لا أثناء الفترة من 1870-2008 بأكملها، ولا خلال الفترة الأقصر التي أعقبت الحرب العالمية الثانية.[16]

وقد أدى النمو المستدام الذي شهدته الاقتصادات الصاعدة، وعجز الاقتصادات الأخرى عن اللحاق بها إلى مظاهر تفاوت حادة في مستويات الدخل المطلقة في جميع أنحاء العالم. ولتوضيح هذه النقطة، انظر مليا في تجربة ألمانيا وإكوادور. في عام 1870، كان نصيب الفرد من الدخل في ألمانيا بالدولار الأمريكي) 1839 دولارا) بالمقارنة مع الدخل في الاكوادور 411 دولارا أمريكيا، بفارق قدره 1428 دولارا أمريكيا. وفي الفترة من عام 1870 إلى عام 2008، كان متوسط النمو السنوي في كلا الاقتصادين متماثلا إلى حد كبير، نحو 8.1 في المائة. ونتيجة لذلك، ارتفع دخل الفرد في ألمانيا إلى 20 801 دولار أمريكي في عام 2008، كما ارتفع في إكوادور الى 5 005 دولار أمريكي. وفي المقابل، تضاعف الفرق المطلق في مستويات الدخل أحد عشر مرة، ليصل إلى 15 796 دولارا أمريكيا.[17]

10. انظر بيروك وجويتز (1986).
11. على النحو المستمد من بيانات التعداد التاريخية للندن، وهي متاحة من خلال الرابط: *data.london.gov.uk/dataset/historic-census-population.*
12. انظر واطسون (1993).
13. على النحو المستمد من بيانات المكتب الامريكي لبيانات التعداد، وهي متاحة من خلال الرابط: */www.census.gov/population/www/censusdata/files/table-4.pdf* باستخدام عتبة المدن ذات الكثافة البالغة 2500 نسمة أو أكثر. بلغت حصة السكان في المناطق الحضرية 63.1 في المائة في عام 1960.
14. كما ورد في قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية، البنك الدولي.
15. تستند هذه التقديرات إلى قاعدة بيانات مشروع ماديسون (انظر أيضا الشكل 3.1). ووفقا لقاعدة البيانات تلك، كانت استراليا، في عام 1870، أغنى بلد وجمهورية كوريا أفقر بلد، بينما في عام 2008، أصبحت الولايات المتحدة أغنى بلد وجمهورية الكونغو الديمقراطية أفقر بلد.
16. الملاحظ أن انحدار خطوط الارتداد الخطية المبين في الشكل 3.1 لا يختلف إحصائيا عن الصفر. لاحظ أنه حدث، مع ذلك، تقارب بين مستويات الدخل على المدى الطويل بين الاقتصادات ذات الدخل المرتفع (بريتشت، 1997).
17. جميع الأرقام الواردة في هذا المثال هي بسعر الدولار الدولي لعام 1990، ومستمدة من قاعدة بيانات مشروع ماديسون.

الشكل: 3.1 لم تحقق الاقتصادات الفقيرة معدلات نمو أعلى من معدلات الاقتصادات الغنية

الدخل الأولي مقابل النمو اللاحق



ملحوظة: تقدر قيم الناتج المحلي الإجمالي بسعر الدولار الدولي عام 1990، معدلة وفقا للفروقات في القوة الشرائية في مختلف البلدان. يتضمن الشكل 3.1 إلى اليمين 67 اقتصادا تتوفر عنها جميعا تقديرات للناتج المحلي الإجمالي للفرد لعام 1870، في قاعدة بيانات مشروع ماديسون، بينما يمثل الشكل إلى اليسار 138 اقتصادا تتوفر عنها بيانات الناتج المحلي الإجمالي للفرد عام 1950، باستثناء ثلاثة اقتصادات صغيرة منتجة للنفط، وهي غينيا الاستوائية والكويت وقطر، التي تأثر أداء نموها تأثرا كبيرا بالعوامل الدورية إما في بداية الفترة من 1950 - 2008 أو في نهايتها.

المصدر: مشروع ماديسون، *www.ggdc.net/maddison/maddison-project/home.htm*، نسخة 2013.

وإضافة إلى ذلك، استمرت، إلى حد كبير، مظاهر التفاوت الأولية في متوسط نصيب الفرد من الدخل عبر الوقت. ولا تزال ثمانية من أغنى عشرة اقتصادات عام 1870 بين أغنى عشرة اقتصادات عام 2008. ولم تتمكن سوى هونغ كونغ وسنغافورة من اقتحام المراكز العشرة الأولى.[18] وتوخيا للوضوح، شهدت أيضا معظم الاقتصادات خارج المجموعة الصاعدة نموا اقتصاديا مستداما، واستطاعت أن تدفع المستويات المعيشية لمواطنيها إلى مستوى أفضل بكثير مما كانت عليه في القرن التاسع عشر. ومع ذلك، لم تسهم أنماط النمو التي شهدتها مختلف مناطق العالم في تقليص مظاهر التفاوت في مستويات ازدهار الأمم؛ بل زادت من حدتها.

الحقيقة الأساسية رقم 4:

على مدار العقود الماضية، اقترن النمو الاقتصادي بزيادة عدم المساواة داخل البلدان، غير أن النمو السريع الذي شهدته الصين والهند كان بمثابة قوة معادلة في توزيع الدخل في العالم، وساهم في انحسار الفقر المطلق.

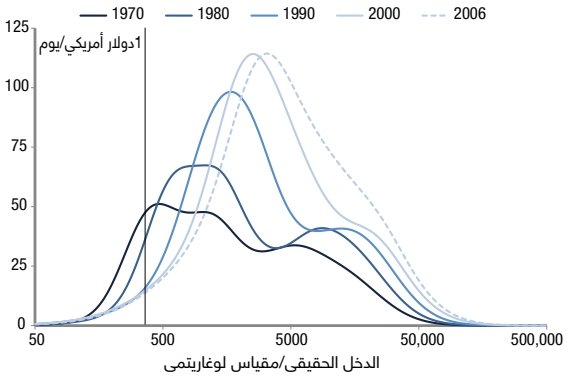
إذا تباين دخل الأمم، فهل هذا يعني أن العالم أصبح مكانا غير متكافئ بقدر أكبر؟ ليس بالضرورة، وذلك لسببين. الأول، أن التحليل أعلاه يتناول كل بلد من المنظور نفسه، متجاهلا أن بعض البلدان أكثر اكتظاظا بالسكان من غيرها. الثاني، لا يأخذ التحليل في الحسبان التغييرات التي تطرأ على توزيع الدخل في البلدان وتؤثر على رخاء المواطن العادي.

18. كما أشرنا من قبل، تستند هذه المقارنات إلى أرقام الناتج المحلي الإجمالي للفرد المستمدة من قاعدة بيانات مشروع ماديسون.

ولتقييم مدى التكافؤ في العالم اليوم، لا بد من تحليل الكيفية التي تطور بها توزيع الدخل بين جميع المواطنين في العالم – بدلا من البلدان – عبر الوقت. وهذا هو على وجه التحديد التحليل الذي أجراه سالا إي مارتن (2006)، مستعينا ببيانات توزيع الناتج المحلي الإجمالي للفرد والدخل القومي في 138 بلدا. وضعت الدراسة تقديرات لتوزيع الدخل في العالم تعود إلى عام 1970.[19] وتوصلت إلى ثلاثة استنتاجات. الأول، أن معظم البلدان شهدت تفاوتا في الدخل بصورة متنامية بين مواطنيها. الثاني، أنه رغم هذا، ورغم تنامي مظاهر التفاوت في الدخل عبر البلدان، فقد انخفضت أوجه عدم المساواة في الدخل في العالم. وقد يبدو هذا الاستنتاج غير بديهي للوهلة الأولى. ومع ذلك، يمكن تعليله بالنمو السريع لاقتصادات آسيا الكثيفة السكان، التي كانت فقيرة في البداية، وبخاصة الصين والهند، اللتين حققتا دخلا مقاربا لدخل الاقتصادات المتقدمة. لكن بحوثا أجريت لاحقا، استنادا إلى بيانات مختلفة وإلى نُهج تقدير بديلة، كانت أكثر حذرا بشأن استنتاج انخفاض أوجه التفاوت في العالم عموما.[20] بيد أنها أكدت القوة المعادلة التي أحدثها نمو الاقتصادات الآسيوية الكبيرة في توزيع الدخل على الصعيد العالمي.

الشكل 4.1: ساهم النمو في تراجع معدلات الفقر المدقع

ملايين من سكان العالم



ملحوظة: توضح الخطوط توزيع الدخل في العالم في سنوات مختلفة، حيث تمثل المنطقة الواقعة تحت كل خط وفوق المحور الأفقي سكان العالم في أي سنة معينة. يُقاس الدخل الحقيقي بمبلغ 2000 دولار دولي، معدّلة وفقا للتباين في القوة الشرائية في مختلف البلدان.

المصدر: بينكوفيسكي وسالا- آي مارتن (2009).

والثالث، أن النمو الاقتصادي أسهم إسهاما كبيرا في تراجع مستويات الفقر المدقع – كما يتضح من الدخل البالغ دولارا واحدا في اليوم أو أقل. ويبين الشكل 4.1 – استنادا إلى تحديث لتقديرات سالا- آي مارتن - توزيع الدخل في العالم منذ عام 1970، فضلا عن عتبة الدولار الواحد في اليوم. كما يوضح كيف أدى النمو الاقتصادي إلى تحول توزيع الدخل العالمي نحو اليمين. وبخاصة كيف حوّل النمو السريع الذي شهدته الاقتصادات الآسيوية الكبيرة، التي كانت فقيرة في البداية، شكله إلى توزع وحيد القمة. وفي هذه العملية، تراجعت عدد الفقراء المدقعين من 403 مليون عام 1970 إلى 152 مليون عام 2006. إضافة إلى ذلك، في عام 1970، كان معظم الفقراء يعيشون في آسيا، أما في عام 2006 أصبح معظمهم يعيش في أفريقيا. وتوصلت دراسات أخرى تستخدم أحيانا عتبات مختلفة للفقر إلى تقديرات مختلفة لمستويات الفقر[21]، بيد أنها توثق بشكل متسق تراجعا ملحوظا في الفقر المدقع وتحوله الجغرافي.

2.1 – كيف يحفز الابتكار النمو الاقتصادي

لماذا تباين أداء نمو الاقتصادات تباينا كبيرا مع مرور الوقت في شتى أنحاء العالم؟ ما الذي يدفع محرك النمو الاقتصادي؟ بضعة أسئلة في مجال الاقتصاد ولدّت قدرا هائلا من البحوث. ويستعرض هذا القسم المحركات الرئيسية للنمو الاقتصادي، سعيا إلى تحديد، على وجه الخصوص، القنوات الرئيسية التي من خلالها يولد الابتكار النمو. كما يركز على المحددات الطويلة الأجل للنمو الاقتصادي، متجاهلا تقلبات الدورة التجارية التي تدفع اقتصاد ما إلى الانحراف مؤقتا عن مسار النمو الأساسي المحدد له (انظر القسم 5.1 لمزيد من المناقشات).

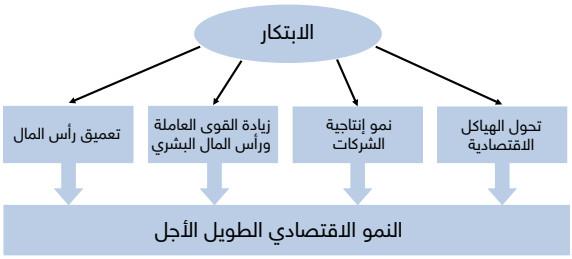
و"العامل" الأكثر شيوعا الذي يستخدمه الاقتصاديون لفصل مصادر النمو الطويل الأجل، هو ما يُطلق عليه الإطار المحاسبي للنمو، يُنسب في الغالب إلى الاقتصادي الحائز على جائزة نوبل روبرت سولو.[22] يحلل هذا الإطار نمو الناتج إلى عنصرين: الأول، عنصر يمكن عزوه إلى تراكم عوامل الإنتاج – غالبا رأس المال والعمل، ثم يتسع لاحقا ليشمل رأس المال البشري. والثاني، عنصر يبين نمو الإنتاجية الكلية لاقتصاد ما، يُشار إليه أيضا بنمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج.

19. يُقدر سالا أي مارتن (2006)، نقاط البيانات المفقودة عن طريق تنبؤ الاقتصاد القياسي، واستنادا إلى بيانات البلدان المجاورة.
20. استخدم لانكر وميلانوفيتش (2013)، على سبيل المثال، بيانات دراسة استقصائية لرصد متوسط دخل البلدان، بدلا من بيانات الحسابات القومية، التي استخدمها سالا-أي مارتن (2006)، وقدرا معامل جيني بأعلى مما قدره سالا-أي مارتن، ومن غير المحتمل أن ينخفض هذا المعامل مع مرور الوقت. انظر أيضا بينكوفسيكي (2013).
21. انظر، على سبيل المثال، تشين ورافاليون (2004).
22. انظر سولو (1956؛ 1957).

ويسهم الإطار المحاسبي للنمو، إلى حد ما، في تفسير سبب تحقيق بعض البلدان معدلات نمو أسرع من غيرها. على سبيل المثال[23]، أشارت الدراسات التجريبية إلى ارتفاع معدلات الاستثمار، وإلى استيعاب فائض العمالة الريفية في قوة العمل الرسمية باعتبارهما سببان رئيسيان للنمو السريع الذي شهدته العديد من اقتصادات شرق آسيا على مدى العقود الماضية. ومع ذلك[24]، في إطار محاولة فهم الكيفية التي يُحفز بها الابتكار التكنولوجي النمو، يواجه الإطار المحاسبي للنمو قيدين مهمين. الأول، رغم أن الابتكار التكنولوجي يُعتبر في الغالب محددا رئيسيا لنمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، قد تكون له أيضا آثار بعيدة المدى على تراكم عوامل الإنتاج، وسيرد أدناه المزيد من الشرح. الثاني، عادة ما تصف الدراسات التجريبية نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج بأنه النمو المتبقي بعد أخذ تأثير عوامل الإنتاج في الحسبان. وعلى هذا، لا يمكنها أن تقديم أية أفكار مهمة بشأن القوى المحددة التي تقود الاقتصادات إلى مزيد من إنتاجية.

ويُعد الحصول على مثل هذه الأفكار المهمة السببية عملية معقدة. ذلك أن الابتكار التكنولوجي له آثار معقدة على سلوك الشركات والعمال وهيكل الاقتصادات. ومع ذلك، يمكن التمييز بشكل عام، بين أربع قنوات لتحويل الهياكل الاقتصادية - كما هو موضح في الشكل 5.1[25] والتي سيتم تناولها بالتفصيل في هذا القسم.

الشكل 5.1: يحفز الابتكار النمو من خلال قنوات مختلفة



تعميق رأس المال

تستثمر الشركات في معدات رأسمالية جديدة بناء على الدخل المتوقع تحصيله من هذه الاستثمارات في المستقبل. ومن شأن إدخال تكنولوجيات جديدة أن يرفع عائدات الاستثمار، ويدفع الشركات إلى الاضطلاع باستثمارات جديدة. وعلى نحو مماثل، تؤثر التكنولوجيات الجديدة على قرارات الحكومات بالاستثمار في السلع العامة، لا سيما توفير البنية التحتية للاقتصاد. والواقع، أن نظرية النمو الكلاسيكية الجديدة تتوقع أنه من دون أي تقدم التكنولوجي، ستبدأ العائدات على الاستثمارات الرأسمالية في الانكماش وسيقترب النمو الاقتصادي من الصفر.[26]

ومن الناحية التاريخية، لطالما أسهمت الإنجازات التكنولوجية الكبيرة في إطلاق العنان لازدهار الاستثمار، وتحفيز التوسع في الناتج الاقتصادي. على سبيل المثال، أدى ظهور التكنولوجيا في مجال النقل بالسكك الحديدية في القرن التاسع عشر، إلى ضخ استثمارات ضخمة في البنية التحتية التي أحدثت، في حد ذاتها، تقلبات كبيرة في الناتج.[27] وفي الآونة الأخيرة، ومع انطلاق تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التسعينات، تشير الدراسات إلى أن الشركات الأمريكية قامت، في جميع قطاعات الاقتصاد، بزيادة سريعة في مخزون رأس المال لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وبخاصة إذا ما قورن بأصول رأسمالية أخرى ثابتة.[28] وإضافة إلى ذلك، أصبحت الاستثمارات في الأصول غير الملموسة - وإنشاء عمليات تجارية وقواعد بيانات جديدة وغيرها من الأنشطة القائمة على المعرفة - عنصرا هاما في الاستثمارات عموما، فضلا عن ارتباطها بظهور تكنولوجيات جديدة.

زيادة القوى العاملة ورأس المال البشري

من الناحية التاريخية، كان الابتكار التكنولوجي دافعا رئيسيا لزيادة القوى العاملة. أولا وقبل كل شيء، أدى التقدم في مجال تكنولوجيا الصحة إلى زيادة كبيرة في متوسط العمر المتوقع. على سبيل المثال، في عام 1800، بلغ متوسط العمر المتوقع عند الولادة أقل من 40 سنة في جميع الاقتصادات المتقدمة؛ وبحلول عام 2011، تجاوز هذا المتوسط إلى ما فوق 75 سنة، وتحظى اليابان بأعلى متوسط، 83 عاما.[29] ومن خلال تقليص عبء الأمراض المزمنة والعجز، ساهمت التكنولوجيا أيضا في وجود قوى عاملة تتمتع بصحة أفضل على نحو متزايد، وبالتالي أكثر إنتاجية من الناحية الاقتصادية.

23. انظر، على سبيل المثال، مانكيو وآخرين (1992) للاطلاع على أدلة الاقتصاد القياسي.
24. انظر يونغ (1995؛ 2003)، رغم أن نيلسون وباك (1999) أشارا إلى أن ارتفاع معدلات الاستثمار ما كان ليحدث لولا أن اقتصادات شرق آسيا الناجحة تلك تعلمت كيف تستخدم التكنولوجيات الجديدة على نحو فعال.
25. يقدم ماديسون (1997) تصنيفا مماثلا.
26. انظر سولو (1926).
27. انظر الفصل 5 في دراسة أوبرين (1977).
28. انظر، على سبيل المثال، ستيرو (2002).
29. انظر روزر (2015).

وساهم الابتكار في تيسير زيادة مشاركة كبار السن في القوى العاملة. على سبيل المثال، أدى ظهور التبريد، والسباكة الداخلية، والغسالات، والمتاجر الكبرى وغيرها من الابتكارات إلى تخفيف العبء عن أفراد الأسرة - لاسيما النساء – فيما يتعلق بالمهام الاعتيادية للبيوت، وتمكينهن من الالتحاق بوظيفة رسمية. وعلى نحو مماثل، أدى انتشار وسائل النقل الجماعي السريعة إلى تقليص الحواجز الجغرافية في سوق العمل. وعززت هذه العوامل أيضا فرص الحصول على التعليم، والارتقاء بنوعية القوى العاملة. كما أسهم التقدم في تكنولوجيا التعليم، بدوره، في توسيع نطاق الإنجازات التعليمية وتعميقها، وزيادة تعزيز قاعدة رأس المال البشرية للاقتصاد.

نمو إنتاجية الشركات

قد يؤثر الابتكار على إنتاجية الشركات من خلال قنوات مختلفة. وقد تؤدي الابتكارات في عملية الإنتاج إلى زيادة الكفاءة التي تتحول بها المدخلات - وبخاصة العمل- إلى مخرجات. و في كثير من الأحيان، تتحقق هذه الكفاءات نتيجة توزيع معدات إنتاج جديدة، على النحو الموضح أعلاه. وقد تؤدي التحسينات التي أُدخلت على الإنتاجية، إلى توفير موارد يمكن توجيهها للتوسع في الناتج – سواء على مستوى الشركة نفسها، أو القطاع نفسه، أو في أي قطاع آخر من قطاعات الاقتصاد. وبالمثل، تؤدي الابتكارات في عملية الإنتاج، التي تمكّن الشركات من جني المزيد من الوفورات في الحجم، إلى زيادة أكبر في الناتج بنفس مستوى المدخلات من رأس المال والعمل.

وكان *لابتكار المنتجات* آثار أكثر تنوعا على الإنتاجية. ومن أشكال هذه الابتكارات رفع مستوى جودة المنتجات القائمة - على سبيل المثال، إدخال حواسيب أقوى، وبطاريات أطول أمدا، وثلاجات أكثر توفيرا للطاقة. إذا تمكنت الشركات من تحقيق مستوى الانتاج نفسه بالمدخلات بنفسها، لكن بجودة أعلى، يكون ابتكار المنتجات قد ساهم مباشرة في تحسين إنتاجية الشركة. ومع أن هذا الأمر واضح من الناحية النظرية، فإن قياس التحسينات التي تطرأ على الجودة في اقتصاد واسع الإنتاج يشكل تحديا كبيرا، كما هو موضح في الإطار 1.1.

وثمة شكل آخر من أشكال ابتكارات الانتاج يتمثل في تقديم منتجات جديدة لم تكن موجودة من قبل. وهذه المنتجات قد تكون إما أصنافا متميزة بدرجة كفاية عن المنتجات القائمة – مثل، طراز سيارة جديد - أو إنجازا جوهريا بدرجة أكبر، مثل أول حاسوب لوحي. ولما كانت الشركة تطرح منتجا جديدا لم يسبق لها إنتاجه، فإنه يتعذر تقييم التأثير المباشر لهذه الابتكارات على إنتاجيتها. وعلى غرار الحال مع تحسينات الجودة، قد يتسم قياس نمو الناتج الاقتصادي بصورة سليمة عند ظهور منتجات جديدة في السوق بالصعوبة البالغة (انظر الإطار 1.1).

وفي نهاية الأمر، تتوقف الآثار الإنتاجية للمنتجات الجديدة، بصورة حاسمة، على كون مشترو المنتجات الجديدة مستهلكين نهائيين أم أن شركات أخرى تستخدم هذه المنتجات كمدخلات للإنتاج. في الحالة الأولى، سيُعدل مستهلكو المنتجات الجديدة، دون شك، بنود استهلاكهم، مما يؤدي إلى إدخال تغييرات في تكوين الناتج. ومع أن تحديد مدى تأثير هذه التغييرات على الإنتاجية أمر غير مؤكد، فإن مستوى رفاهية المستهلكين الذين يشترون المنتجات المتاحة حديثا طوعا، سيرتفع لا محالة.

وقد تؤدي المنتجات الجديدة التي تستخدمها شركات أخرى كمدخلات وسيطة إلى زيادة مكاسب إنتاجية مهمة. والواقع[30]، أن ظهور الكهرباء، وإمكانية السفر لمسافات طويلة بتكلفة ميسورة، والاتصالات عن بعد، والحوسبة، والعديد من السلع والخدمات الأخرى قد أدى، من الناحية التاريخية، إلى تحقيق مكاسب إنتاجية ضخمة للشركات في مجموعة واسعة من القطاعات.

وأخيرا، مثلما يمكن للابتكارات في عملية الإنتاج وفي المنتجات أن ترفع أداء إنتاجية الشركة، يمكنها أن تجعل وظائف الحكومة أكثر كفاءة. وفي التاريخ الحديث، على سبيل المثال، أدى استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تقديم الخدمات الحكومية، غالبا ما تسمى "الحكومة الإلكترونية" - إلى تحسن ملحوظ في جودة هذه الخدمات وفعاليتها من حيث تكلفة.[31]

30. صاغ غروسمان وهلمان (1991)، هذه المكاسب الإنتاجية كزيادة في تنوع المدخلات الوسيطة.
31. قامت الحكومة الأسترالية بنشر دراسة شاملة تصف المكاسب المتحققة من الحكومة الإلكترونية من حيث الجودة والكفاءة، تتاح الدراسة من خلال الرابط: *www.finance.gov.au/agimo-archive/__data/assets/file/0012/16032/benefits.pdf.*

الإطار 1.1: رصد السلع والخدمات الجديدة في إحصاءات الناتج المحلي الإجمالي

يعتمد قياس النمو الاقتصادي على جهود الخبراء الإحصائيين لقياس كمية الناتج الاقتصادي الإجمالي. ولما كان من العبث جمع كميات من البرتقال إلى كميات من التفاح، ناهيك عن جمع كميات من الحواسيب اللوحية إلى عدد مرات ركوب سيارات الأجرة وإلى زيارات الطبيب. اعتمد الاحصائيون على تحديد القيمة السوقية لهذه الكميات، وذلك بضرب الكميات المنتجة في سعر كل سلعة أو خدمة، وجمع القيم الناتجة معا للحصول على الناتج المحلي الإجمالي لاقتصاد ما.

ومع أن حساب ما يسمى بقيم *الناتج المحلي الإجمالي الاسمي* لأي سنة أمر يسير نسبيا، فإن الصعوبات تنشأ عند محاولة تتبع الناتج الاقتصادي عبر الزمن. في البداية ، قد تعكس التغيرات التي تطرأ على الناتج المحلي الإجمالي الاسمي التغيرات في الكميات الأساسية، وفي الأسعار، أو في كليهما. على سبيل المثال، قد يؤدي معدل تضخم مرتفع إلى زيادة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي الاسمي، حتى وإن ظلت الكميات دون تغيير. لهذا السبب، استحدث الخبراء الإحصائيون مفهوم الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، الذي يقيس الكمية الفعلية من الناتج الاقتصادي باستخدام أسعار سنة الأساس.

ومع ذلك، تنشأ مشكلة يصعب حلها نتيجة ابتكار منتجات تروج لدخول سلع وخدمات جديدة إلى السوق. فإذا لم يكن ثمة ارتباط بين هذه السلع والخدمات الجديدة وأي سلع أو خدمات سابقة، لن تكون هناك أسعار لسنة الأساس السابقة. والطريقة الوحيدة لإدراجها في حسابات الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي هو تحديث سنة الأساس، ولكن من غير الواضح أي سنة يجري اختيارها، إذ غالبا ما تشهد السلع والخدمات الجديدة، في السنة الأولى من طرحها، انخفاضا كبيرا في الأسعار، وزيادة سريعة في الكمية. ومن ثمَّ، فإن اختيار سنة أساس قديمة قد يؤدي إلى المبالغة في تقدير الزيادة في الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي. لهذا السبب ولأسباب أخرى، استحدثت المكاتب الإحصائية في العديد من البلدان ما يسمى نُهج السلسلة المرجحة لقياس الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، وتبعا لهذه النُهج تُحدَّث سنة الأساس ضمنيا كل عام.

وإذا كانت السلع والخدمات الجديدة تعكس التحسينات في جودة السلع والخدمات القائمة بالفعل، ستكون هناك أسعار من سنة الأساس السابقة.[32] ومع ذلك، قد تكون المقارنة بين الكميات المنتجة من السلع والخدمات الجديدة والكميات المنتجة من السلع والخدمات القديمة مضللة. على سبيل المثال، إذا عُبر عن الكميات بصناديق من الفراولة، من الطبيعي أن يعدّل المرء المقارنة وفقا للتغيير في وزن الصناديق من سنة لأخرى. وبالمثل، إذا أردنا أن نحصي صناديق تحتوي على حواسيب، ينبغي تعديل المقارنة لتشمل الزيادة في القدرة الحاسوبية لكل صندوق من سنة لأخرى.[33] وقد استنبط الخبراء الإحصائيون طرائق لحساب هذه التعديلات في الجودة، فباستخدام ما يسمى النموذج المطابق وأساليب المنفعة، يمكن للمرء أن يُقدر مؤشرات أسعار افتراضية ترصد التغيرات في أسعار سلع وخدمات لكي تحتفظ بخصائص جودتها دون تغيير. ثم تُستخدم مؤشرات الأسعار هذه في خفض قيم الناتج المحلي الإجمالي الاسمي، مما يُنتج مقياسا للناتج المحلي الإجمالي الحقيقي يعبر عن التحسينات التي أدخلت على الجودة.[34]

وتُعد سلسلة الترجيح وأساليب المنفعة أدوات مهمة لاستيعاب ابتكار المنتجات عند قياس الناتج المحلي الإجمالي. بيد أنها لا تتسم بالكمال.[35] فهي قبل كل شيء، تعتمد على قدرة المكاتب الإحصائية على قياس كمية البيانات المتعلقة بمجموعة كبيرة من خصائص جودة السلع والخدمات وجمعها. إلا أنه، حتى المكاتب المزودة بأفضل الموارد تكتفي بإجراء تعديلات المنفعة لمجموعة محدودة من السلع والخدمات، علاوة على أن بعض مكاسب الجودة لا يتيسر قياسها كميا- مثل الابتكارات التي تؤدي إلى تحسين السلامة والأمن والاستدامة وجودة الحياة عموما.

وأخيرا، من الأهمية بمكان أن نشير إلى أن نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي لا يسجل مكاسب الرفاه المتأتية من ابتكار المنتجات إلا بصورة جزئية. ويُعزى هذا جزئيا إلى القياسات غير الدقيقة، كما وُصفت للتو. الأهم من ذلك، أن نمو الناتج المحلي الإجمالي يسعى فقط إلى قياس كيفية تطور الانتاج عبر الزمن، لا الكيفية التي يُقدر بها المستهلكون - والمجتمع ككل - أي توسع في الانتاج. ومع أنه توجد أسباب وجيهة لتوقُع ارتباط بين الانتاج والرفاه، إلا أنهما مفهومان يختلفان اختلافا جوهريا.

المصادر: لاندفلد وباركر (1997)، لاندفلد وجريم (2000) والأمم المتحدة (2009).

32. في الممارسة العملية، قد يكون التمييز بين سلعة جديدة وسلعة ذات جودة عالية مبهما. على سبيل المثال، قد يُعتبر استحداث وظيفة جديدة في منتج ما تحسينا في الجودة؛ ومع ذلك، إذا كانت الوظيفة الجديدة مهمة بدرجة كافية، وتؤدي إلى استخدامات جديدة للمنتج، قد تُعتبر منتجا جديدا تماما. ومن شأن هذا اللبس أن يزيد من تعقيد جهود القياس. انظر منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2001).
33. هذا المثال مقتبس من لاندفيلد وجريم (2000).
34. من التحديات الأخرى المهمة التي تواجه عملية القياس، تحديد أنواع أنشطة الشركات الإبداعية والابتكارية، التي ينبغي اعتبارها استهلاكا وسيطا، والأنواع التي ينبغي اعتبارها استثمارات تتعلق بالأصول. على سبيل المثال، يسجل *نظام الحسابات القومية عام 2008* الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير والبرمجيات بوصفه استثمارات في أصول ثابتة (انظر الرابط: *unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp*). وقد نتناول استثمارات أخرى في أصول غير ملموسة في المستقبل.
35. لاستعراض الانتقادات المنهجية، انظر هالتن (2003).

تحول الهياكل الاقتصادية

للابتكار آثار بعيدة المدى على أداء نمو الشركات. وبنفس القدر من الأهمية، إن لم يكن أكثر، قد تكون التكنولوجيات الجديدة في الغالب سببا جذريا للتحول الهيكلي العميق. ويؤثر هذا التحول الهيكلي، على المدى المتوسط والمدى الطويل، على أداء إنتاجية الاقتصاد من خلال مجموعة متنوعة من القنوات.

أولا، يمكن للتكنولوجيات الجديدة أن تغير معالم الصناعات، وتؤدي إلى خروج بعض الشركات ودخول أخرى. إضافة إلى ذلك، قد تتغير شدة المنافسة. وقد تعزز هذه التغييرات، في كثير من الحالات، المكاسب المتأتية من الكفاءة المعززة للنمو، وإعادة توزيع عوامل الإنتاج. ومع أن المنافسة الحيوية يمكنها أن تحفز نشر التكنولوجيا والابتكار المستقبلي،[36] فإن هذه النتيجة غير مؤكدة، فقد تؤدي التكنولوجيا أيضا إلى زيادة تركز الهياكل لصناعية، بل وقد تكون أحيانا سببا لقلق سلطات المنافسة وتدخلها.[37]

ثانيا، في كثير من الأحيان، يتسبب الابتكار التكنولوجي في فتح الباب على مصرعيه لإعادة تنظيم سلاسل التوريد. وعادة ما ينطوي ذلك على قدر كبير من التخصص، واكتساب الشركات خبرات فريدة أو إنتاج مدخلات متخصصة تستخدمها مجموعة متنوعة من الشركات داخل الصناعات وفيما بينها. وقد يُسهم تزايد التخصص في توليد كفاءات مهمة تُترجم إلى مكاسب في الإنتاجية على مستوى الاقتصاد بأكمله. كما ييسر الابتكار التكنولوجي عولمة سلاسل التوريد. فضلا عن أن مشاركة طائفة أوسع وأكثر تنوعا من الموردين الدوليين أدت إلى تعزيز المكاسب الإنتاجية المرتبطة بالمزيد من التخصص.

ثالثا، ومع أن الابتكار التكنولوجي يؤدى إلى ظهور أنشطة اقتصادية جديدة، فإنه يفضي إلى تدهور الأنشطة الأقدم. على سبيل المثال، أدى ظهور السيارات إلى الاستعاضة بها عن السفر بالخيول، مما ألغي الحاجة إلى أعداد كبيرة من العمال لتنظيف الشوارع من فضلات الخيول. وعلى نحو مماثل، مكَّن ظهور تكنولوجيا الهاتف من إجراء الاتصالات بصورة مباشرة، مما نفي الحاجة إلى مشغلي لوحة التحويلات الهاتفية اليدوية. وقد يؤدي هذا الانفتاح التكنولوجي غير المسبوق، في المدى القصير إلى المدى المتوسط، إلى مشاق يتحملها أولئك الذين أصبحت أعمالهم زائدة عن الحاجة، إلا أنه، على المدى الطويل، تُعد إعادة توزيع العمال في قطاعات الاقتصاد النامية واحدة من أهم السبل التي يمكن من خلالها أن يحقق الابتكار نموا في الناتج.

وكما هو مبين في الشكل 2.1، أدى التقدم التكنولوجي في الممارسة العملية إلى تحول كبير بعيدا عن الزراعة والصناعة نحو قطاع الخدمات. تجسَّد هذا إلى حد بعيد في نمو الإنتاجية بمعدلات تاريخية أسرع كثيرا في مجالات الزراعة والصناعة، بالمقارنة مع الخدمات الكثيفة الاعتماد على العمالة.[38] لذلك – إن كانت الزراعة والصناعة قد سرّحت، عكس ما هو متوقع إلى حد ما، عمالا حصلوا على فرص عمل في قطاع الخدمات المتنامي. فمن هذا المنظور[39]، ليس من الضروري أن يكون تقلص حصة الصناعة في الناتج مؤشر مقلق على "تقويض الصناعة" - كما يُزعم في بعض الأحيان، إنما هو ناتج ثانوي طبيعي للتقدم التكنولوجي.

3.1 – الابتكارات المتطورة وانتشارها

يتضح من المناقشة أعلاه الدور المحوري للابتكار في دفع عجلة النمو على المدى الطويل. ولكن أي الابتكارات يمكن أن يُنسب إليها، تحديدا، قدر معين من النمو؟ يصور الرسم المعلوماتي الوارد في آخر هذا التقرير بعض أهم الإنجازات التكنولوجية على مدى المائتي سنة الماضية، على طول مسار النمو الاقتصادات الصاعدة المبين في الشكل 1.1. والغرض من هذا الرسم هو التوضيح، ومن الجلي أنه جرى اختيار أنواع التكنولوجيا على أساس غير موضوعي.

36. استطلع أغيون وآخرون (2005) رسميا سبل التفاعل بين المنافسة والابتكار. انظر أيضا المناقشة حول النمو الداخلي في القسم 3.1.
37. ومن الأمثلة على الصناعات التي شكلتها التكنولوجيات الجديدة، وخضعت للتمحيص الدقيق من جانب سلطات المنافسة: الاتصالات السلكية واللاسلكية (AT & T)، ونظم تشغيل الحاسوب (مايكروسوفت) والبحث على الانترنت (جوجل).
38. انظر بومول (1967)، وبومول وآخرين (1985)، ومع أن المقالة الأخيرة تشير أيضا إلى وجود تباين في قطاع الخدمات، فإن بعض أنشطة الخدمات، مثل الاتصالات والبث الإذاعي شهدت نموا سريعا في الإنتاجية.
39. إضافة إلى التكنولوجيا، يمكن القول إن بروز قطاع الخدمات يعكس أيضا الطلب المتزايد على الخدمات - مثل التعليم والصحة والسفر وخدمات الترفيه - مع زيادة ثراء الاقتصادات.

الإطار 2.1: القياس الكمي لأثر الابتكارات القديمة على النمو

اعتمدت الدراسات التي تسعى إلى قياس كمية أثر ابتكارات محددة على النمو في الغالب، على الإطار المحاسبي المشار إليه في القسم 2.1. وتبين هذه الدراسات، بصفة خاصة، المساهمة في النمو من خلال عنصرين هما: "1" تعميق رأس المال المقاس بنمو المدخلات الرأسمالية المرتبطة بابتكار معين و"2" نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج في القطاع المنتج للسلع محل الابتكار.

والدراستان اللتان اعتمدتا هذا الإطار هما، الدراسة التي أجراها كرافت (2004) حول تأثير تكنولوجيا البخار على نمو الاقتصاد البريطاني في أواخر القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. والدراسة التي أجراها أولينر وسيشل (2003) حول تأثير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على النمو في الولايات المتحدة في الربع الأخير من القرن العشرين. ويعرض الجدول 1 التقديرات التي توصلت إليها الدراستان، والتي تُعرض في شكل نسب مئوية سنوية للمساهمات في نمو إنتاجية العمل.

تتناول الدراسة التي أجراها كرافت تعميق رأس المال من خلال الزيادة في القدرة الحصانية المرتبطة بتكنولوجيا البخار. ورغم أن المحرك البخاري لجيمس وات حصل على البراءة عام 1769، فإن التقديرات التي توصل إليها كرافت تشير إلى أن مساهمته في نمو إنتاجية العمل لم تتجاوز 0.02 في المائة سنويا حتى عام 1830، ثم ارتفعت النسبة إلى 0.04 في المائة في الفترة من (1830-1850)، ثم إلى 0.12 في المائة في الفترة من (1850-1870)، وإلى 0.14. في الفترة من (1870-1910). وتبين هذه التقديرات التأثير المتأخر والطويل الأمد للمحرك البخاري.

وتقيس الدراسة التي أجراها أولينر وسيشل تعميق رأس المال، من خلال زيادة رأس المال المستثمر في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات؛ أجهزة الحاسوب والبرمجيات ومعدات الاتصالات. وتشير التقديرات التي توصلا إليها إلى ارتفاع المساهمة الكلية لتكنولوجيا المعلومات في النمو بالمقارنة مع تكنولوجيا البخار، وبخاصة في النصف الثاني من التسعينات. إضافة إلى ذلك، تُعزى معظم المساهمات في النمو إلى تعميق رأس المال، وزيادة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في جميع مجالات الاقتصاد. وعلى غرار ما حدث مع المحرك البخاري، استغرق تأثير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على النمو وقتا لكي يتحقق، رغم أن فترة التأخير كانت، بالمقارنة، أقصر بكثير.

ولابد للتقديرات المذكورة أعلاه أن تقلل من زخم النمو الحقيقي المتأتي من التكنولوجيات الجديدة. بادئ ذي بدء، لم يسجل نهج التقدير المتبع سوى نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج في القطاعات المنتجة للتكنولوجيا، وتجاهل الآثار غير المباشرة المحتملة للإنتاجية في قطاعات أخرى من الاقتصاد. أما في حالة تكنولوجيا البخار، فيرى كرافت أن هذه الآثار غير المباشرة قد تكون ذات مغزى بعد عام 1850. وفي الوقت نفسه، قد تؤدي الآثار الدورية إلى تحريف التقديرات الواردة في الجدول 1 كما أنها قد تؤدي، على وجه الخصوص، إلى المبالغة في تقدير مساهمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النصف الثاني من التسعينات (غوردون، 2000).

الجدول 1: مساهمات تكنولوجيا البخار وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النمو .

	تكنولوجيا البخار في بريطانيا							تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الولايات المتحدة			
	1800-1760	30-1800	50-1830	70-1850	1910-1870	90-1974	95-1991	2001-1996
تعميق رأس المال	0.004	0.02	0.02	0.06	0.09	0.41	0.46	1.02
نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج	0.005	0.001	0.02	0.06	0.05	0.27	0.41	0.77
إجمالي المساهمة	0.01	0.02	0.04	0.12	0.14	0.68	0.87	1.79

المصدر: أولينر وسيشل (2003) وكرافت (2004).

ومما يدعو إلى الأسف، أنه يصعب الربط بصورة محددة بين أداء النمو من الناحية التاريخية والابتكارات المختلفة، وذلك لسببين على الأقل. أولا، تعدد وتعقد طرائق التحول المبينة في القسم 2.1، كما أن تزامن أثر التكنولوجيات المختلفة جعل من الصعب فصل مساهمة ابتكار بمفرده. ثانيا، يستغرق اعتماد التكنولوجيات وقتا طويلا، كما أن التكنولوجيات ذاتها تتطور، مما يجعل أي محاولة لتحديد العلاقة السببية أمرا معضلا. وبالرغم من هذه الصعوبات، تمكنت بعض الدراسات، بصورة جزئية على الأقل، من القياس الكمي لإسهامات ابتكارات تاريخية مختارة في النمو في بعض البلدان (انظر الإطار 2.1).

وبشكل أعم، استخلص الاقتصاديون آراء سديدة بشأن سؤالين بالغي الأهمية في فهم العلاقة بين الابتكار والنمو:

- كيف يحدث الابتكار الرائد؟
- كيف تنتشر التكنولوجيات في جميع قطاعات الاقتصاد؟

ويلخص هذا القسم آراء سديدة مهمة ظهرت بشأن الرد على هذين السؤالين.

كيف يتحقق الابتكار الرائد ؟

في مطلع القرن التاسع عشر، كان الابتكار التكنولوجي يحدث، إلى حد كبير، على يد مخترعين أفراد وأصحاب المشاريع الصغيرة. وبحلول القرن العشرين، ظهرت نظم الابتكار الحديثة، حيث قامت مجموعة متنوعة من المنظمات بشكل جماعي بدفع حدود المعرفة - بما في ذلك المؤسسات العلمية، مراكز البحث والتطوير الكبرى – الشركات والمنشآت الناشئة الكثيفة الاعتماد على البحث والتطوير.

وقد نشأت الإنجازات التكنولوجية إلى حد بعيد جرّاء قوى ثلاث. أولا، ساهمت الاكتشافات العلمية في توفير الأسس للابتكارات التجارية. على سبيل المثال لا الحصر، اعتمد تطوير شاشات البلور السائل على التقدم العلمي في مجال الكيمياء العضوية. ثانيا، كانت احتياجات الحكومة، وبخاصة في مجال الدفاع، حافزا رئيسيا لتطوير العديد من التكنولوجيات التي وجدت طريقها فيما بعد، إلى التطبيق في جميع قطاعات الاقتصاد. وأخيرا، دفعت احتياجات السوق وقوى السوق التنافسية الشركات إلى الاستثمار في تطوير تكنولوجيا جديدة بغية التفوق على منافسيها.

الإطار 3.1 : الاستثمارات في الأصول غير الملموسة

تؤكد نظرية النمو الداخلي أهمية الاستثمار في الأصول غير الملموسة في الصناعات الكثيفة الاعتماد على المعارف، بيد أن قياس هذه الاستثمارات كميا ومقارنتها بالاستثمارات في الأصول الملموسة ما انفك يمثل تحدياً. وظلت البيانات المالية للشركة والحسابات القومية تتناول، على نحو تقليدي، الأنشطة غير الملموسة كمدخلات وسيطة لا كاستثمار. وتركز التدابير التقليدية للاستثمارات التجارية على الأصول الملموسة مثل المنشآت والمعدات والمباني والمركبات.

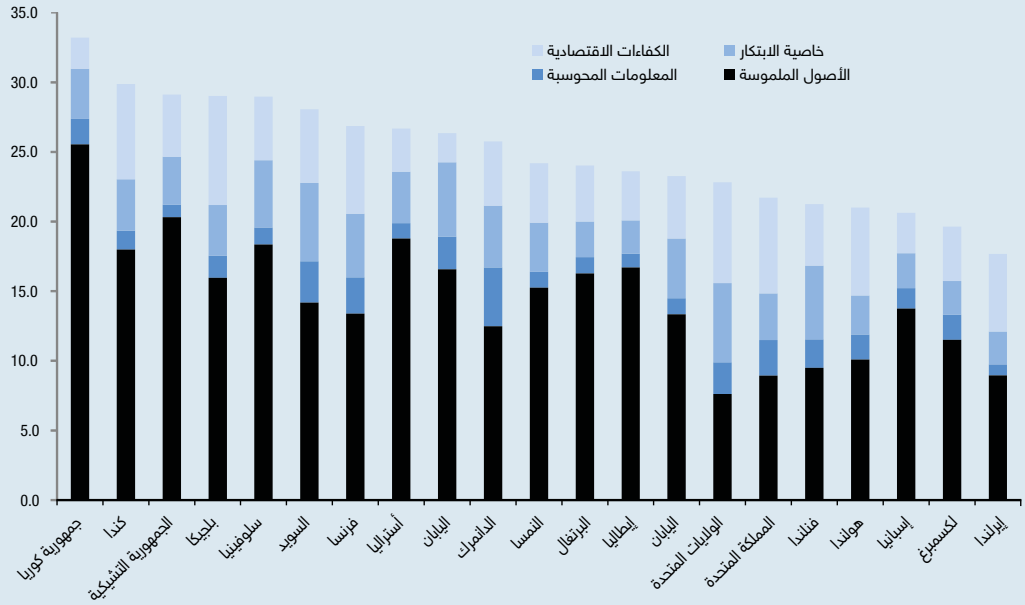
ولرسم صورة أكثر اكتمالا للاستثمار التجاري، استحدث الباحثون إطارا جديدا للقياس يصنف الأصول غير الملموسة إلي الفئات التالية (كورادو وآخرون، 2012):

1. المعلومات المحوسبة
   - البرمجيات
   - قواعد البيانات
2. خاصية الابتكار
   - استكشاف المعادن
   - البحث والتطوير العلمي
   - الترفيه والأعمال الفنية الأصلية
   - منتجات/ نظم جديدة في الخدمات المالية
   - التصميم ومنتجات/ نظم أخرى جديدة
3. الكفاءات الاقتصادية
   - قيمة العلامة التجارية (الإعلان، أبحاث السوق)
   - الموارد الخاصة بالشركات (التدريب الذي يوفره صاحب العمل، الهيكل التنظيمي)

وتتاح الآن تقديرات الاستثمارات في الأصول غير الملموسة لعدد كبير من الاقتصادات المتقدمة، التي تستند إلى هذا الإطار (انظر الشكل 6.1). وتوضح التقديرات أن الأصول غير الملموسة تمثل، بصورة منتظمة، حصة كبيرة من إجمالي الاستثمارات التجارية - تتجاوز 50 في المائة في الدانمارك، فنلندا، فرنسا، هولندا، المملكة المتحدة والولايات المتحدة.

الشكل 6.1: تمثل الاستثمارات في الأصول غير الملموسة نسبة كبيرة من إجمالي الاستثمارات التجارية

الاستثمار كنسبة مئوية من القيمة المضافة، 2010



ملحوظة: تعود التقديرات المتعلقة بكندا واليابان وجمهورية كوريا إلى عام 2008.

المصدر: منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2013)، الشكل 28.1.

وشكلت الأسباب، التي تدفع الاقتصادات إلى الاستثمار في مجال الابتكار، وآثار هذه الاستثمارات على مسار نمو الاقتصاد ميدانا خصبا للبحث في مجال الاقتصاد. ومن المثير للاهتمام، أن نظرية النمو الكلاسيكي الجديد، التي كانت ضمن أولى المحاولات الرامية إلى وضع نموذج رسمي لعملية النمو - لم تبحث كيفية حدوث التقدم التكنولوجي. وإنما اكتفت بالإشارة إلى أن النمو سيتوقف تماما دون هذا التقدم. وكانت نقطة الضعف هذه حافزا لظهور نظرية النمو الداخلي، التي أدرجت بشكل صريح حوافز الابتكار في نماذج النمو الاقتصادي. ووفقا للنماذج الرسمية للنمو الداخلي، تستثمر الشركات، بصورة خاصة، في مجال البحث والتطوير لتوليد أرباح في المستقبل، وللحيلولة دون تخطي المنافسين لها، أساسا من خلال طرح منتجات جديدة ذات جودة أفضل. ومن ثمَّ تُفضي المنافسة بين الشركات إلى سباق ابتكار ديناميكي، مما يؤدي إلى زيادة ملحوظة في الإنتاجية. وتوضح هذه النماذج سمة أساسية للصناعات الكثيفة الاعتماد على المعارف في الوقت الراهن: وهي أن الشركات تستثمر في الأصول غير الملموسة، لا في مجال البحث والتطوير فحسب، وإنما أيضا في مجالات التصميم والبرمجيات ومهارات العمال والدراية الفنية التنظيمية – كما أنها تطرح في كثير من الأحيان منتجات جديدة تحل محل المنتجات القديمة. والواقع، أن البيانات المتاحة تشدد على أهمية الاستثمارات في الأصول غير الملموسة بوصفها نسبة من إجمالي الاستثمارات التجارية (انظر الإطار 3.1).

ومع ذلك، انتقد بعض الاقتصاديين نظرية النمو الداخلي باعتبارها آلية أكثر مما يجب.[40] وبصفة خاصة، ومع التسليم بأن ثمار النشاط الابتكاري غير مؤكدة، تفترض نماذج النمو الداخلي أن هذه الثمار تقع ضمن نطاق توزيع الاحتمالات المحدد سلفا، غير أن العديد من الإنجازات الابتكارية ذات الأهمية البعيدة الأثر كانت عارضة بطبيعتها – مما يعني أنها لا تقع ضمن مجموعة النتائج المعروفة مسبقا.

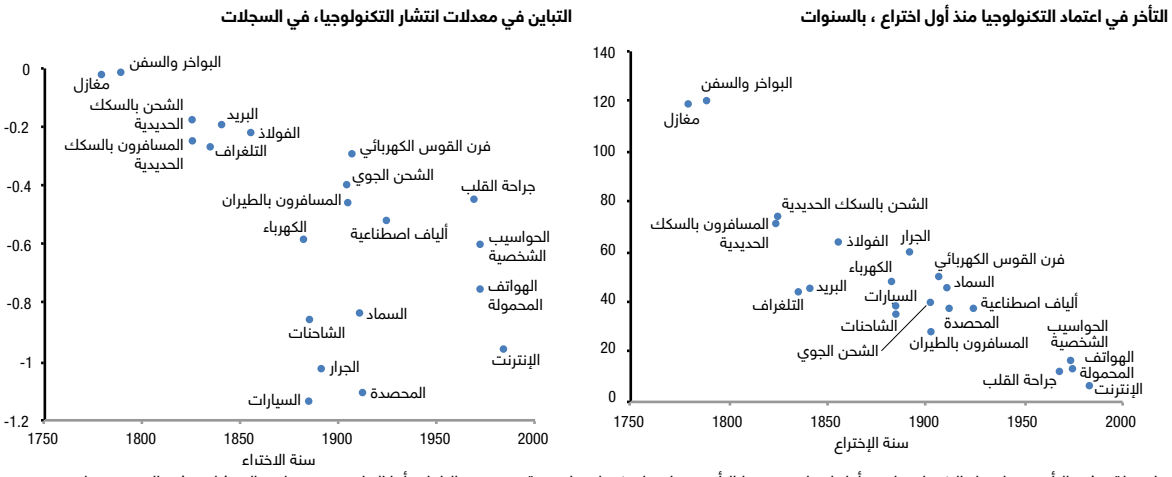
وكان هذا الانتقاد باعثا على ظهور خط ثان من مؤلفات النمو الاقتصادي – تؤكد على مراعاة الظروف التاريخية المحددة للنشاط الابتكاري، ومدى تعقد العلاقات المتبادلة، مع تغير الآليات السببية عبر الوقت.[41] ووفقا لهذه النظرية، لا يمكن للشركات أن تتوقع جميع الاحتمالات التكنولوجية، وتلجأ إلى "القواعد المتبعة" عند الدخول إلى ميدان الابتكار، كما أن مسار التقدم التكنولوجي يتحدد من خلال عملية الاختيار التي تؤدي فيها قوى السوق والمؤسسات الاقتصادية الأخرى دورا رئيسيا.

ووفقا للنهج التطوري، يتطور الابتكار بصورة تراكمية. ولا يتضح اتجاه التغيير إلا بعد مرور الوقت. ورغم لحظات " "يوريكا" التي تحدث من حين لآخر، والخطوات الهامة التي اتُّخذت للمضي قدما، فإن الإنجازات التاريخية الرئيسية استغرقت سنوات وعقودا لتتطور، واحتاجت إلى العديد من الخطوات التدريجية. إضافة إلى ذلك، تُعول هذه الإنجازات في تأثيرها على الاقتصاد ككل، على مدى تعلُّم الشركات كيفية استخدام التكنولوجيا الجديدة، والاضطلاع باستثمارات رأسمالية، وإعادة تنظيم العمليات التجارية. والواقع، أن ظهور تكنولوجيات جديدة عادة ما يحفز ابتكار نماذج تجارية وتنظيمية تولد، في حد ذاتها، مكاسب إنتاجية ضخمة. ويدرج الرسم المعلوماتي الوارد في آخر هذا التقرير التصنيع في الآجال المحددة والترميز العمودي كمثالين على الابتكارات الهامة التي تنتمي لهذه الفئة.

ويُعد الابتكار التراكمي ذو أهمية بالغة أيضا لازدهار ما يسمى بالتكنولوجيات ذات الأغراض العامة.[42] ومع أنه لا يوجد تعريف موحد لهذه التكنولوجيات، فإنها تشير بصفة عامة إلى التكنولوجيات التي تغطي مجموعة كبيرة من الاستخدامات وتُطبق في طائفة واسعة من القطاعات الاقتصادية، وتُظهر جوانب تكامل قوية مع التكنولوجيات الجديدة القائمة أو المحتملة، وتهيئ أرضية خصبة لابتكارات لاحقة. ومن الأمثلة الرئيسية على تطبيقات هذه التكنولوجيات، المحرك البخاري، والسكك الحديدية، والمركبات الآلية، والكهرباء، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات.[43] وقد أشارت الدراسات التاريخية إلى أهمية هذه التكنولوجيات في تحفيز النمو، لكنها بيّنت أيضا أن هذا التحفيز يحدث، في كثير من الأحيان، بعد تأخر يدوم لفترات طويلة - تُقدر، على سبيل المثال، بنحو 80 عاما للمحرك البخاري (انظر الإطار 2.1) و40 عاما للكهرباء.[44] وربطت أبحاث أُجريت مؤخرا عن النمو الداخلي بين ظهور هذه التكنولوجيات واعتمادها وبين دورات النمو الاقتصادي الطويلة الأجل، وذلك في إطار تفسيرها لتسارع النمو وتباطئه المُلاحظ على مر التاريخ. ومن المثير للاهتمام، أن التنبؤ بدورات النمو يعكس بدقة مفهوم "الموجات الطويلة" – التي تُسمى أيضا موجات كوندراتييف - وقد وردت في النُهج التطورية المبكرة، لاسيما في أعمال جوزيف شومبيتر.[45]

40. انظر نيلسون وونتر (1982) للاطلاع على مساهمة أساسية. انظر فيرسباغن (2004) لاستعراض المؤلفات المنشورة.
41. انظر فيرسباغن (2004).
42. استحدث بريسناهان وتراجتنبرغ (1995) مصطلح " تكنولوجيات ذات أغراض عامة "، رغم تشابهه مع مفهومي "الابتكار الأساسي" و"النموذج التكنولوجي" المستخدمَين في مؤلفات النمو التطوري (فيرسباغن، 2004).
43. ومع ذلك، ليس هناك إجماع حتى على هذه التكنولوجيات الخمس. على سبيل المثال، يثير كرافت وميلز (2004) الشكوك في إمكانية اعتبار المحرك البخاري من التكنولوجيات ذات الأغراض العامة.
44. انظر كرافت(2004) للمحرك البخاري، وديفيد (1990) للكهرباء.
45. انظر شومبيتر (1939). والواقع، أن شومبيتر هو الذي صاغ مصطلح "موجة كوندراتييف"، على اسم الاقتصادي السوفيتي نيكولاي كوندراتييف، الذي كان أول من لفت الانتباه إلى تقلبات الناتج الاقتصادي على المدى الطويل.

الشكل 7.1: انتشار التكنولوجيا بصورة أسرع لكن على نطاق أقل



ملحوظة: يشير التأخر في اعتماد التكنولوجيا منذ أول اختراع متوسط التأخر في اعتماد تكنولوجيا معينة في جميع البلدان. أما التباين في معدلات الانتشار فيشير إلى متوسط التباين ذي الصلة بمتوسط الانتشار في مجموعة كومين وميستياري من "البلدان الغربية". وللأغراض العرض، جرى حذف العديد من التكنولوجيات من الشكلين البيانيين.

المصدر: كومين وميستياري (2013).

ومع أن التركيز الأحدث على التكنولوجيات ذات الأغراض العامة يشير إلى بعض التقارب بين نظريتي النمو الداخلي والنمو التطوري، فلا يزال هذان النهجان مختلفين حول الطبيعة الأساسية لعملية النمو.[46] ترى نظرية النمو الداخلي أن عملية النمو عملية حتمية، تظل مسقرة في جوهرها عبر الوقت. أما النظرية التطورية فتراها عملية ترتبط ارتباطا وثيقا بطبيعة التكنولوجيا، ومن ثمَّ، تتغير مع مرور الوقت. وكان لهذا الاختلاف تداعيات هامة على رسم السياسات الرامية إلى تعزيز النمو. وفي حين أن نماذج النمو الداخلي يمكنها صياغة توصيات بشأن السياسات العامة تستند إلى المبادئ الأساسية، فإن النُهج التطورية تُحذِّر من أن السياسات المناسبة لنموذج تكنولوجي معين قد لا تكون مناسبة لنموذج آخر.

كيف تنتشر التكنولوجيات بين الاقتصادات؟

حتى الآن، انصبت المناقشة على إسهامات الابتكارات الرائدة، دون النظر إلى منشئها. على أية حال، نادرا ما تكون الابتكارات محلية المنشأ بالكامل. وتشير تقديرات إيتون وكورتوم (1994)، استنادا إلى بيانات تسجيل البراءات الدولية، إلى أن الأفكار تنتقل بدرجة كبيرة بين الاقتصادات المتقدمة. وتوصلا إلى أنه حتى في اقتصاد كبير مثل اقتصاد الولايات المتحدة، نتج نصف نمو الإنتاجية تقريبا من تكنولوجيا أجنبية. ولكن ما مدى سهولة انتشار التكنولوجيا حقا بين الاقتصادات، وبخاصة بين الاقتصادات الأقل نموا؟

ويكتسي هذا السؤال أهمية. فكما هو موضح في القسم 1.1، شهدت المئتا سنة الأخيرة مستويات متباينة من الرخاء الاقتصادي في جميع أنحاء العالم. وبالنظر إلى أهمية التكنولوجيات الجديدة في دفع عجلة النمو على المدى الطويل، هل يمكن أن يكون انتشار التكنولوجيا المشوبة بالقصور سببا من أسباب التفاوت الاقتصادي؟

وترسم الأدلة الحديثة لأنماط انتشار التكنولوجيا صورة متباينة الملامح. فمن جهة، تشير إلى انتشار المزيد من الابتكارات التكنولوجية الحديثة بسرعة أكبر في البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل. وقد قام كومين وميستياري (2013) بجمع بيانات تغطي 25 إنجازا تكنولوجيا منذ أواخر القرن الثامن عشر، واعتمادها في ما يصل الى 132 بلدا. وتوصلا إلى أن متوسط التأخر في اعتماد تلك التكنولوجيات انخفض بشكل ملحوظ خلال 200 سنة الماضية (انظر الشكل 7.1 إلى اليسار). الأكثر من ذلك، أن التكنولوجيات الحديثة مثل الهواتف المحمولة والإنترنت وصلت إلى الاقتصادات النامية في غضون بضع سنوات من بدء استخدامها في الاقتصادات المتقدمة.

46. انظر فيرسباغن (2004).

ومن جهة أخرى، بحث كومين وميستياري أيضا مدى كثافة استخدام الاقتصادات المختلفة للتكنولوجيات الجديدة بمجرد ظهورها. وبصفة خاصة، وضعا تقديرات لمعدلات انتشار مجموعة التكنولوجيات نفسها على المدى البعيد، وكيف تطور التباين في هذه المعدلات مع مرور الوقت. واستنادا إلى هذا المقياس، توصلا إلى أن الابتكارات الأكثر حداثة شهدت فجوة أكبر في الاستخدام بين الاقتصادات المتقدمة والنامية (انظر الشكل 7.1 إلى اليمين). قد يبدو هذا الاستنتاج، للوهلة الأولى، مثيرا للدهشة، بالنظر، على سبيل المثال، إلى التوسع في استخدام الهواتف المحمولة والإنترنت بشكل ملحوظ في معظم الاقتصادات النامية. لكن تبين أن حتى هذه التكنولوجيات استُخدمت في مجالات أكثر في الاقتصادات المتقدمة، كما تبين أن الفجوة في الاستخدام بالمقارنة مع التكنولوجيات السابقة أكثر اتساعا.[47]

ورغم هذه الأنماط العامة، فإن معدلات انتشار التكنولوجيا تتباين إلى حد كبير، سواء بين التكنولوجيات أم بين البلدان المتلقية لها. أولا، هناك مجموعة متنوعة من قنوات نقل التكنولوجيا، لا سيما التجارة الدولية والاستثمار الأجنبي المباشر، وترخيص التكنولوجيا المباشر، وهجرة العمال المهرة، وتدفق المعلومات عبر الحدود. بعض هذه القنوات أكثر "مرونة" من غيرها. وعندما تُدمج التكنولوجيا بصورة مباشرة في السلع والخدمات، فإن استيراد هذه السلع والخدمات يقطع شوطا كبيرا نحو جني فوائد التكنولوجيا الجديدة. على سبيل المثال، ساعدت تكنولوجيات الصحة المهمة- مثل اللقاحات والمضادات الحيوية والناموسيات، التي جرى اعتمادها على نطاق واسع في البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل، في إدخال تحسينات جوهرية في جودة الحياة، حتى في البلدان الفقيرة التي شهدت نموا اقتصاديا محدودا.[48]

ومع ذلك، ثمة عنصر بالغ الأهمية في نجاح نشر التكنولوجيا في هذه الحالات، وهو عدم حاجة متلقي هذه التكنولوجيا إلى فهمها فهما كاملا من أجل تطبيقها، لكن هذا الفهم قد يكون ضروريا للعديد من التكنولوجيات الأخرى، التي قد يتطلب تطبيقها بنجاح دراية فنية تنظيمية كبيرة، واستثمارات في المعدات والبنية التحتية التكميلية؛ لذلك، أكد الاقتصاديون على الدور البالغ الأهمية للقدرة الاستيعابية في نجاح نشر التكنولوجيا. وتعتمد القدرة الاستيعابية الفعالة على رأس مال بشري قادر على فهم التكنولوجيا وتطبيقها، وعلى دراية فنية تنظيمية وإدارية، ومؤسسات تنسق الموارد اللازمة لاعتماد التكنولوجيا وتحشدها. وفي كثير من الحالات، تستلزم القدرة الاستيعابية أيضا القدرة على الاضطلاع بالابتكار التكنولوجي والتنظيمي التراكمي، من أجل مواءمة التكنولوجيا مع الاحتياجات المحلية. والواقع أن الفرق بين القدرة الاستيعابية والقدرة على الابتكار، في النهاية، غير واضح.

ونجحت بعض الدول أكثر من غيرها في إنشاء القدرة الاستيعابية. وأشار اقتصاديون، بصفة خاصة، إلى أن جزءا على الأقل، من النجاح الذي حققته بلدان شرق آسيا السريعة النمو يكمن في قدرتها على إذكاء عملية التعلم والاستيعاب التكنولوجي، التي وضعت الأساس للحاق بالركب الاقتصادي.[49] ومع ذلك، لا يزال المزيج الدقيق من السياسات، التي تهيئ أفضل الظروف لتطوير القدرة الاستيعابية موضع نقاش مستفيض. وعلى وجه الخصوص، تبين أن العديد من السياسات التي حققت نجاحا في شرق آسيا - مثل، حماية التجارة، والإقراض الموجه من الدولة ومتطلبات نقل التكنولوجيا في عقود الاستثمار الأجنبي المباشر - لم تحقق نجاحا مماثلا عند تطبيقها في اقتصادات أخرى نامية، لا سيما العديد من اقتصادات أفريقيا وأمريكا اللاتينية. ويدل هذا على أن مزيج السياسات الناجح قد يعتمد بشكل كبير على السياق الاقتصادي والمؤسسي للاقتصاد النامي قيد النظر، وعلى نموذج التكنولوجيا المعاصرة، كما يعكس الحذر من تعميم السياسة، الذي أعربت عنه نظرية النمو التطوري (انظر أعلاه).[50]

47. استمر كومين وميستياري (2013) في إثبات أن تقديراتهما لأنماط نشر التكنولوجيا يمكن أن تفسر 80٪ من التباين في الدخل بين البلدان الفقيرة والبلدان الغنية منذ عام 1820.
48. انظر كيني (2011) والقسم 2.2 بشأن تأثير المضادات الحيوية على الصحة العامة.
49. انظر نيلسون وباك (1999).
50. لاستعراض المناقشة حول السياسات الناجحة للحاق بركب النمو، انظر فيجربرج وغودينهو (2004).

4.1 – الابتكار وحقوق الملكية الفكرية

كما ورد في القسم السابق، شكل المخترعون الأفراد وأصحاب المشاريع الصغيرة القوة المحركة للابتكار في بداية الثورة الصناعية، ومن ثمَّ، لم يكن أمام الكتابات الاقتصادية المبكرة إلا حيزا ضيقا لتحري ظروف النشاط الابتكاري. على سبيل المثال، لاحظ آدم سميث في دراسته الشهيرة حول ثروة الأمم، أن "[أ] جزءا كبيرا من الآلات [...] كانت في الأصل اختراعات لعمال عاديين، يؤدي كل منهم أعمالا بسيطة للغاية، توجهت أفكارهم بصورة طبيعية نحو إيجاد أساليب أسهل وأكثر استعدادا لأداء ذلك العمل".[51]

وساهم ظهور المزيد من نظم الابتكار الرسمية في القرن العشرين في تحفيز الفكر العلمي بشأن طبيعة عملية الابتكار، ودور الحكومات في دعم الأنشطة الابتكارية في الاقتصادات القائمة على السوق. ويُنسب إلى كينيث أرو، الاقتصادي الحائز على جائزة نوبل، رأيين سديدين حول عملية النشاط الابتكاري المعززة للفكر الاقتصادي:[52]

- النشاط الابتكاري محفوف بالمخاطر. ومن غير المؤكد أن تنتهي عملية حل المشكلات إلى إيجاد حل.
- تتسم المعلومات المتعلقة بكيفية حل مشكلة ما بخصائص ما يُطلق عليه خبراء الاقتصاد الصالح العام: والتي يمكن للعديد من الناس استخدامها في آن واحد، ويتعذر على القائم بحل المشكلة أن يحول، في كثير من الأحيان، دون استنساخ المعلومات. وتُعرف هذه الخاصية أيضا بحق تملك النشاط الابتكاري.

وفي مواجهة هاتين العقبتين الأساسيتين، خلُص أرو إلى أن ترك الأسواق دون تدخل، سيجعلها تحجم عن ضخ الاستثمار الكافي في النشاط الابتكاري الذي قد يكون مرغوبا اجتماعيا. ولتجنب هدر الموارد في حالة فشل الجهود الرامية إلى حل مشكلة ما، قد تتخلى الشركات العاملة في أسواق تنافسية عن فرص ابتكارية. وإذا تمكن المنافسون من الاستفادة، على الفور، دون عناء من حل ناجح، لن تجني الشركة المخترعة فوائد مالية تُذكر.

وقد مهد هذا الإخفاق السوقي الطريق لظهور أشكال مختلفة من التدخل الحكومي، الذي شكّل معالم نظم الابتكار الحديثة. تنتمي هذه التدخلات عموما إلى فئات ثلاث.[53] أولا، دعم الحكومة للأبحاث الممولة من الأموال العامة في الجامعات و المنظمات العامة للبحوث، وتعمل هذه المؤسسات عادة في البحوث الأساسية التي تدفع حدود المعرفة العلمية، والتي قد لا تكون التطبيقات التجارية دائما ضمن أهدافها المباشرة. ثانيا، تمول الحكومة أنشطة البحث والتطوير للشركات الخاصة، عن طريق عقود المشتريات العامة، وإعانات البحث والتطوير، والخصومات الضريبية، والجوائز، والقروض الميسرة، والآليات ذات الصلة. وتستهدف بعض أشكال الدعم مجالات تكنولوجية معينة، وبخاصة في مجال الدفاع الوطني، بينما تكون أشكال أخرى من الدعم محايدة تكنولوجيا، ويسير اتجاه البحث والتطوير وفقا لما تقرره الشركات.

وأخيرا، تمنح الحكومة حقوق الملكية الفكرية كوسيلة لحشد التمويل الخاص لأنشطة البحث والتطوير التي يضطلع بها القطاع الخاص. وسيُلقي هذا القسم نظرة فاحصة على الكيفية التي تشكل بها حقوق الملكية الفكرية المختلفة معالم النشاط الابتكاري، مستعينا بالتقارير العالمية السابقة للملكية الفكرية، التي تعرض مناقشة أكثر عمقا للعديد من الاعتبارات المبينة أدناه.[54]

حقوق الملكية الفكرية وحوافز الابتكار

تمكِّن قوانين الملكية الفكرية الأفراد والمنظمات من الحصول على الحقوق الحصرية لمنتج ابتكاري وإبداعي. ومن شأن تملك الأصول الفكرية أن يقيد إمكانية استفادة المنافسين من هذه الأصول بالمجان، ويُمكّن الشركات من جني ثمار جهودها الابتكارية، ويُعالج مشكلة تملك الابتكار من جذورها. ومن أكثر أشكال الملكية الفكرية ملاءمة لمعالجة مشاكل التملك هي براءات الاختراع ونماذج المنفعة، والتصاميم الصناعية، وحقوق الأصناف النباتية، وحق المؤلف والأسرار التجارية.[55]

51. انظر سميث (1776).
52. انظر أرو (1962).
53. انظر الجدول 2.2 في الويبو (2011).
54. انظر الويبو (2011)، والويبو (2013).
55. يربط جودريدج وآخرون (2014) بين الأشكال المختلفة من الملكية الفكرية وإطار الاستثمار في الأصول غير الملموسة الموضح في الإطار 3.1. وتوصلوا إلى أن نصف استثمارات المملكة المتحدة في المعارف في عام 2011 كانت محمية بموجب حقوق الملكية الفكرية، لا سيما حق المؤلف والعلامات التجارية وحقوق التصميم غير المسجلة.

وتؤكد أدلة توصلت إليها دراسة استقصائية أن العديد من الشركات تعتبر الملكية الفكرية مهمة لتأمين عائدات الاستثمار في أنشطة البحث والتطوير. إلا أن أهميتها تتفاوت تفاوتا ملحوظا بين الصناعات. ففي بعض الصناعات - لا سيما المستحضرات الصيدلانية والمواد الكيميائية - تُعد حقوق الملكية الفكرية ذات أهمية محورية لنماذج أعمال الشركات. بينما تعتمد الشركات، في صناعات أخرى، على آليات بديلة للاستفادة من أنشطة البحث والتطوير، وبخاصة من خلال طرح منتجات بمعدل أسرع من المنافسين، وترك انطباع طيب لدى المستهلك تجاه العلامات التجارية. والواقع، أن أهمية العلامات التجارية تُبرِّز الدور غير المباشر الذي تؤديه أشكال أخرى من الملكية الفكرية، وتحديدا العلامات التجارية، في تشجيع الابتكار. من خلال الحماية التي تكفلها العلامات التجارية تتولد الثقة لدى المستهلكين بأنهم يشترون المنتج الراغبين في شرائه – وهو شرط أساسي لحملات التوسيم الفعالة.

وتحفز حقوق الملكية الفكرية قوى السوق لتوجيه النشاط الابتكاري. كما تسمح باتخاذ القرارات، بطريقة لا مركزية، بشأن الفرص المبتكرة التي يجب اغتنامها. وبالقدر الذي يكفل للأفراد والشركات الذين يتصدرون مجال التقدم التكنولوجي الاطلاع بصورة أفضل على احتمال نجاح المشاريع الابتكارية، يعزز نظام الملكية الفكرية فعالية تخصيص موارد للنشاط الابتكاري.

ومع أن هذا أصبح، بصورة تقليدية، مبررا اقتصاديا أساسيا لحماية حقوق الملكية الفكرية، فإن هناك العديد من الطرائق الأخرى التي يمكن أن تحدد بها حقوق الملكية الفكرية نتائج الابتكار. أولا، مع أن حقوق الملكية الفكرية لا تحل مشكلة المخاطر المرتبطة بالنشاط الابتكاري بصورة مباشرة، إلا أنه يمكنها تحسّين أداء الأسواق المالية فيما يتعلق بحشد الموارد للابتكارات المحفوفة بالمخاطر. وتشير الأدلة، بصورة خاصة، إلى أن منح البراءة في مرحلة مبكرة من عملية الابتكار يمكن أن يسهم في طمأنة المستثمرين أن الشركة الناشئة في وضع يمكّنها من توليد أرباح إذا تم تسويق الابتكار بنجاح.[56]

وإضافة إلى ذلك، ومع أن الغرض من الاختراع يكون، أحيانا، إيجاد حلول لمشكلات قائمة بذاتها، فإنه في كثير من الأحيان يأتي جرّاء عملية تراكمية، يعتمد فيها الباحثون على المعرفة القائمة لتطوير تكنولوجيات أو منتجات جديدة. وتؤدي حقوق الملكية الفكرية، وبخاصة البراءات، دورا هاما في عملية الابتكار التراكمي. ويجب على مودعي طلبات البراءة الإفصاح عن المعلومات المتعلقة بحل المشكلات في أي اختراع، فمن شأن هذا أن يعزز الإفصاح في الوقت المناسب عن المعرفة التكنولوجية الجديدة، ويتيح الفرصة لمخترعين لاحقين للاستفادة من تلك المعرفة.[57]

وفي الوقت نفسه، قد تشكل البراءات في ظروف معينة عائقا أمام مواصلة الابتكار. ففي بعض الأحيان، يتطلب تسويق ابتكار ما استخدام تكنولوجيا مملوكة لطرف ثالث. وقد يرفض هذا الطرف الثالث ترخيص هذه التكنولوجيا، أو قد يطلب إتاوات تجعل الابتكار غير مربح - مما يؤدي إلى ما يسمى بمشكلات عرقلة الابتكار. حتى وإن أبدى هذا الطرف استعدادا للترخيص، فإن تكلفة تنسيق مشاركة عدد كبير من أصحاب الحقوق تكون كبيرة للغاية.

وأخيرا، من شأن الحصول على حقوق الملكية الفكرية الحصرية أن يمنح الشركات القوة السوقية، التي تعني من وجهة نظر الاقتصاديين القدرة على تحديد الأسعار بأعلى من تكاليف الإنتاج الهامشية. وفي كثير من الحالات تُقيد القوة السوقية بسبب منافسة تكنولوجيات أو منتجات بديلة. إلا أن القوة السوقية قد تكون بالغة الأهمية للابتكارات الجوهرية. وتُعد قدرة الشركات على توليد أرباح أعلى من المستويات التنافسية جزءا من المنطق الاقتصادي لنظام الملكية الفكرية، لكنها تعني كذلك وجود خلل في تخصيص الموارد، حيث تتحرك الأسواق بعيدا عن المثُل الاقتصادية للمنافسة الكاملة. أيضا، قد يؤدي التسعير بأعلى من التكلفة الهامشية إلى بطء انتشار التكنولوجيات (انظر أدناه). مع العلم بأن حدة هذا الخلل تقل عند وضع السياسات العامة، لأن معظم الحماية التي تكفلها الملكية الفكرية محددة زمنيا، وبمجرد انقضاء مدتها تزول القيود التي تفرضها حقوق الملكية الفكرية على المنافسة.[58]

حقوق الملكية الفكرية، أسواق التكنولوجيا وانتشارها

من شأن حقوق الملكية الفكرية أن تمكّن من ترخيص الأصول الفكرية أو نقلها – وهو جانب يكتسي أهمية متزايدة في نظم الابتكار الحديثة. وتشجع أسواق التكنولوجيا التخصص في عملية الابتكار. ويمكن للشركات أن تصبح أكثر ابتكارا وأكثر كفاءة في آن واحد، من خلال التركيز على بحوث مختارة أو على التطوير أو على التصنيع أو على مهام التسويق. على سبيل المثال، قد تكون إحدى الشركات متميزة بصورة خاصة في مجال إطالة عمر البطاريات، بينما قد تكون شركات أخرى أفضل في تحويل الاختراعات الأساسية إلى مكونات لمنتجات الكترونية مختلفة. وعلى نحو مماثل، قد تتميز شركة ما بمعرفة أفضل السبل لتسويق منتج مبتكر في سوقه المحلية، لكنها تفضل الدخول في شراكة مع شركة أخرى في سوق خارجي غير مألوف.[59]

56. انظر جراهام وآخرين (2009).
57. تشير الأدلة من المملكة المتحدة والولايات المتحدة إلى أن ترخيص التكنولوجيا يمثل ما بين 40 إلى 44 في المائة من إجمالي إنفاق المؤسسات التجارية على البحث والتطوير. انظر أرورا وآخرين (2013).
58. يعكس المبررات المنطقية المختلفة للحماية، لا توجد حدود زمنية للحماية التي تكفلها العلامات التجارية طالما جدد أصحابها تسجيلات العلامات التجارية.
59. يعكس هذا النقاش الجدل بشأن التخصص على مستوى الاقتصاد بأكمله الوارد في القسم 2.1.

وتيسر الملكية الفكرية أداء أسواق التكنولوجيا بعدة طرائق، فلولا حقوق الملكية الفكرية، ستحجم الشركات عن الكشف لشركات أخرى عن التكنولوجيات السرية السهلة النسخ عند التفاوض بشأن عقود الترخيص. ويمكن، من حيث المبدأ، نقل أصول الملكية الفكرية من خلال عقود خاصة مستقلة عن أي حق من حقوق الملكية الفكرية، ومع ذلك تقوم سندات الملكية الفكرية بتحديد هذه الأصول مقترنة بضمان بالحق الاستئثاري في التسويق، وعلى هذا تنقل حقوق الملكية الفكرية معلومات مهمة أكثر بالمقارنة مع إعداد العقود.[60]

وتقع أسواق التكنولوجيا أيضا في صميم ما يسمى باستراتيجيات الابتكار المفتوح. وفي العديد من الصناعات، تفاضل الشركات بين الحماية وتبادل المعرفة. فمن جهة، تحتاج الشركات إلى تحقيق عائد على استثماراتها في أنشطة البحث والتطوير، وهو ما يدعو إلى الحيلولة دون تسرب المعرفة إلى المنافسين. ومن جهة أخرى، قد لا تصب الحماية المطلقة لجميع الأفكار دائما في مصلحة الشركات، فقد تصبح أفضل حالا في مجال الابتكار من خلال التعاون مع شركات أخرى، حتى وإن انطوي ذلك على تقاسم بعض المعارف المملوكة. إضافة إلى ذلك، قد يساعد تقاسم التكنولوجيا أيضا في تطوير أسواق ناشئة لمنتجات جديدة. وتأتي حقوق الملكية الفكرية في صلب المفاضلة بين الحماية وتبادل المعرفة؛ إذ تتيح للشركات التحكم بمرونة في نوع التكنولوجيات التي تتقاسمها، ومع من وبأية شروط.

ومن الوظائف الأخرى المهمة لأسواق التكنولوجيا تسهيل التسويق التجاري للاختراعات التي تخرج من المختبرات العلمية، إذ إن الاستفادة من الإمكانيات التجارية لهذه الاختراعات تتسم، في كثير من الأحيان، بدرجة عالية من عدم التيقن، كما أنها تتطلب المزيد من الاستثمارات الضخمة لتحويلها إلى تكنولوجيات قابلة للتسويق. وليس لدى الجامعات ولا المنظمات العامة للبحوث الموارد ولا الخبرة اللازمة للاضطلاع بهذا الاستثمار. بيد أنه يمكنها إيداع طلبات براءات بشأن اختراعاتها وترخيصها أو نقلها إلى الشركات التي تستطيع ذلك.

وأخيرا، تؤثر حقوق الملكية الفكرية في الكيفية التي تنتشر بها التكنولوجيات داخل البلدان وعبر حدودها. فمن جهة، قد تعوق الحقوق الحصرية، بحكم طبيعتها، نشر التكنولوجيات الجديدة - على الأقل في البلدان المعمول فيها بهذه الحقوق. ومن جهة أخرى، قد تُمكِّن حقوق الملكية الفكرية من نشر التكنولوجيا، مثلما تمكّن أسواق التكنولوجيا بصورة أعم. وعلى هذا، يعتمد الدور النهائي لحقوق الملكية الفكرية على طبيعة التكنولوجيا قيد النظر – لاسيما درجة استخدامها لأغراض الهندسة العكسية، وعلى القدرة الاستيعابية للبلد المتلقي (انظر القسم 3.1).

60. للاطلاع على الأدلة التجريبية، انظر جانز وآخرين (2008).

أسرار التجارة وتنقل العمال

كثيرا ما تُغفل الصلة بين نظام الملكية الفكرية وأداء الابتكار من خلال تنقل العاملين في مجال المعرفة. وفي كثير من الأحيان، يعتمد نشر المعرفة الرفيعة التخصص غير المقننة على العمال الذين ينتقلون من شركة إلى أخرى. مع ذلك، إلى أي مدى يُسمح لهؤلاء العمال باستخدام المعرفة التي اكتسبوها كموظفين سابقين، إذا كانت هذه المعرفة السرية؟ تكمن الإجابة القانونية على هذا السؤال في ما يسمى بشروط عدم المنافسة المدرجة في عقود العمل. تُقيّد هذه الشروط الموظف فيما يتعلق باستخدام المعلومات المكتسبة خلال العمل في أنشطة تجارية لاحقا، على الأقل لفترة زمنية معينة. ومع ذلك، يخضع إدراج شروط عدم المنافسة ومضمونها للنظم المعمول بها، وتختلف النُهج المتبعة باختلاف الولايات القضائية.[61]

ويواجه واضعو السياسات عملية مفاضلة عند وضع القواعد الأساسية لشروط عدم المنافسة. فمن شأن منح العمال قدرا كبيرا من الحرية في نقل المعرفة من شركة إلى أخرى أن يشجع نشر المعرفة، ويحفز نظام الابتكار، ويعزز اعتماد التكنولوجيا.[62] وفي الوقت نفسه، قد يدفع الشركات إلى التخلي عن الأنشطة الابتكارية خوفا من أن يجني أحد المنافسين ثمار هذه الأنشطة في المستقبل. وتشير الأدلة التجريبية إلى أن قواعد عدم المنافسة مسألة ذات أهمية لدرجة تنقل العمال، لا سيما المخترعين ذوي المهارات الخاصة بالشركات والمتخصصين في المجالات التقنية الضيقة النطاق.[63] ومع ذلك، فإن أهمية هذه القواعد على مستوى الاقتصاد بأكمله لم تُستوعب تماما بعد. ولا تشمل هذه القواعد المعرفة التكنولوجية فحسب، بل الدراية الفنية التنظيمية والممارسات التجارية أيضا؛ لذا، لا تقتصر أهميتها على الشركات الكثيفة الاعتماد على التكنولوجيا، بل تشمل، على سبيل المثال، الشركات العاملة في قطاع الخدمات، الذي يمثل النصيب الأكبر من الناتج الاقتصادي في الاقتصادات ذات الدخل المرتفع (انظر القسم 1.1).

61. انظر كانيجم (2013).
62. يرى جيلسون (1999) أن عدم إنفاذ بنود عدم المنافسة بعد انتهاء الخدمة في ولاية كاليفورنيا، كان من العوامل المهمة في تحفيز الابتكار في شركات سيليكون فالي.
63. انظر ماركس وآخرين (2009).

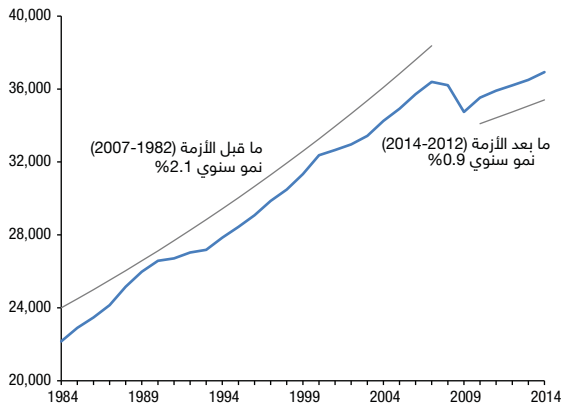
5.1 – الآفاق المستقبلية للنمو القائم على الابتكار

تصف الحقيقة الأساسية الأولى في القسم 1.1، أداء النمو في الاقتصادات الصاعدة بعد الحرب العالمية الثانية بالمذهل والاستثنائي. بيد أن النمو لا يبدو، منذ بدء الأزمة المالية العالمية عام 2008، مذهلا بأي حال من الأحوال. ويوضح الشكل 8.1 تطور نصيب الفرد في الناتج المحلي الإجمالي في البلدان ذات الدخل المرتفع منذ منتصف الثمانينات. قبل الأزمة المالية، بلغ متوسط النمو 2.1 في المائة سنويا، أي ما يعادل معدل نمو الاقتصادات الصاعدة بعد الحرب الموضح في الشكل 1.1. ولم تؤد الأزمة إلى تراجع حاد في الناتج الاقتصادي فحسب، وإنما أدت إلى تراجع متوسط النمو منذ عام 2010 إلى 0.9 في المائة.

فهل الأزمة المالية بداية حقبة جديدة من النمو المتدني؟ هل فقد النمو القائم على الابتكار قوته الدافعة؟ ومع أن الزمن هو الوحيد الذي سيقدم إجابة شافية، فقد شهدت السنوات القليلة الماضية مناقشات علمية نشطة بشأن آفاق النمو التي قد يحملها المستقبل. ويعرض هذا القسم الأخير بعض الحجج الرئيسية التي طُرحت. ويبدأ بعرض "وجهة نظر المتفائلين" ومفادها أن تراجع النمو مؤخرا هو وضع مؤقت، وأن النمو سيعود بمعدل أسرع، ثم ينتقل إلى "وجهة نظر المتشائمين" التي تُعلل انخفاض النمو بصورة مستدامة في السنوات والعقود القادمة.

الشكل 8.1: نهاية النمو المذهل الذي شهدته فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية؟

الناتج المحلي الإجمالي الفعلي للفرد في دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ذات الدخل المرتفع، 1984-2014



ملحوظة: قيم الناتج المحلي الإجمالي بالدولارات الثابتة لعام 2005. يُعبر انحدار خطوط الاتجاه اللوغاريتمي عن معدلات النمو السنوية للفترتين.

المصدر: البنك الدولي، مؤشرات التنمية العالمية.

وجهة نظر المتفائلين

قد يكمن السبب الرئيسي لانخفاض النمو، بصورة مؤقتة، في السبب الجذري للأزمة، فقد اندلعت الأزمة بصفة خاصة، جرّاء انفجار فقاعة الأصول الممولة بالديون، التي خلفت ميزانيات الشركات والأسر في عُسر شديد.[64] وأدت الرغبة في إصلاح الميزانيات العمومية من خلال تحقيق وفورات أكبر إلى حدوث عجز مستمر في الطلب الكلي، مما أدى إلى فجوات شاسعة بين الناتج الفعلي والناتج المحتمل. ومع بلوغ أسعار فائدة حدا أدنى يقارب الصفر، واجهت البنوك المركزية صعوبة في سد هذه الفجوة في الانتاج من خلال الأدوات التقليدية للسياسة النقدية. وهكذا، فرض عبء الديون المفرطة بعد الأزمة المالية عائقا مستمرا على النمو الاقتصادي في الاقتصادات المتقدمة.[65]

وسيؤكد المتفائل أن قوى السوق ستتغلب في نهاية المطاف على ثغرات الانتاج المستمرة، وأن معدل النمو الاقتصادي سيعود إلى مساره الطويل الأجل الذي حددته القدرات الإنتاجية الأساسية للاقتصادات. وسيقول إن التاريخ الاقتصادي شهد بالفعل حالات ركود طويلة من قبل، مما حدا بالعلماء إلى التنبؤ بنهاية النمو. فعلى سبيل المثال، أبدى جون مينارد كينز عام 1931، ملاحظة مفادها: "إننا نعاني للتو من هجمة سيئة من التشاؤم الاقتصادي. [...]، وإن الكساد العالمي السائد، وحالات البطالة الهائلة غير المألوفة في عالم مليء بالاحتياجات [...]،تحجبنا عما يدور تحت السطح، وعن الفهم الصحيح لاتجاه الأمور."[66]

وفي السياق الراهن، لا يزال التركيز على اتجاه النمو الطويل الأجل الموضح في الشكل 1.1 - بدلا من التركيز على "الانحراف" الناجم عن الأزمة المالية - يرسم صورة إيجابية للغاية للنمو في المستقبل. إضافة إلى أن النظر إلى الإمكانية التي يمكن أن يساند بها الابتكار النمو بصورة مستمرة في المستقبل، تبعث على التفاؤل.

64. انظر كو (2014).
65. انظر لو وروغوف (2015).
66. انظر كينز (1931).

وبادئ ذي بدء، لم يسبق للعالم أن استثمر هذا الكم الهائل من الموارد في دفع حدود المعرفة العالمية. ويبين الشكل 9.1 اتجاهات الإنفاق في أنشطة البحث والتطوير في العالم وفي البلدان الستة الأكثر إنفاقا على أنشطة البحث والتطوير. يُظهر الشكل اتجاها تصاعديا ثابتا منذ منتصف التسعينات. ومع أن الأزمة المالية تركت بصمتها على بعض البلدان، فإن الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير كان أقل تأثرا بكثير من الناتج الاقتصادي. وعلاوة على ذلك، انطلقت الصين، ذات الإنفاق المحدود نسبيا على أنشطة البحث والتطوير في مطلع التسعينات، لتتجاوز اليابان في عام 2009، وتصبح ثاني أكبر بلد ينفق على أنشطة البحث والتطوير بعد الولايات المتحدة. وساعد بزوغ الصين كبلد ابتكاري - جنبا إلى جنب مع الزيادة السريعة في الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير في جمهورية كوريا –على زيادة تنوع مشهد الابتكار العالمي.

ويبدو أنه لا تزال هناك أيضا إمكانية كبيرة أن يحقق الابتكار مكاسب إنتاجية ويحوّل الهياكل الاقتصادية. وقد أسهمت بالفعل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إسهاما كبيرا في النمو (انظر الإطار 2.1 والقسم 3.2). ومع ذلك، إذا كان لنا في التاريخ عبرة، لا يزال هناك المزيد؛ إذ لم تتحقق اسهامات التكنولوجيات ذات الأغراض العامة الماضية في النمو إلا بعد تأخر دام لعقود (انظر القسم 3.1).[67] والواقع أن الجيل القادم من ابتكارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، الذي يتمحور حول الذكاء الاصطناعي، يحمل في طياته الكثير من الوعود. على سبيل المثال، وصف برينغولفسون ومكافي (2014) أثر الابتكار الرقمي كنمو آخذ في التزايد، ضاربين المثل بتضاعف المكافآت على نحو متتابع على رقعة الشطرنج، بينما معظم الدور الثاني لم يؤت ثماره بعد. ويمكن لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات أن تزيد، ضمن اعتبارات أخرى، الإنتاجية في قطاع الخدمات، الذي جرى العرف على اعتباره عاملا معوقا للنمو.[68] وتشير الأدلة من اقتصاد الولايات المتحدة، على سبيل المثال، إلى نمو سريع في الإنتاجية بصورة خاصة في خدمات التوزيع - وهي صناعة كثيفة الاعتماد على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.[69]

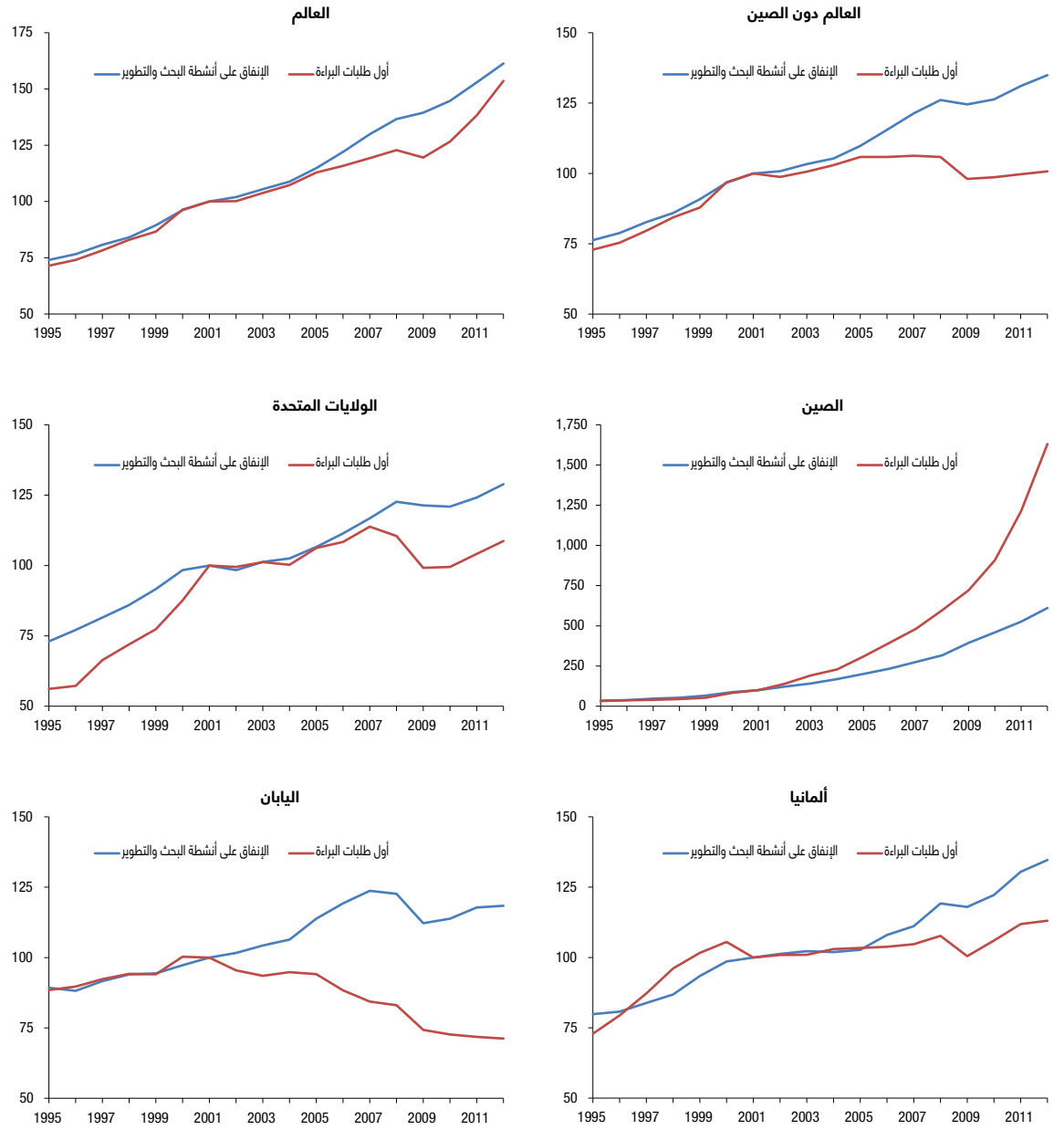
وإضافة إلى ذلك، هناك العديد من المجالات الأخرى للابتكار تحمل في طياتها إمكانات واعدة لتحفيز النمو في المستقبل، من بينها المجالات الثلاثة التي نوقشت في الفصل 3 – الطباعة الثلاثية الأبعاد، وتكنولوجيا النانو والروبوتات – فضلا عن الهندسة الوراثية والمواد الجديدة، وأشكال شتى من الطاقة المتجددة. كما أدخلت التكنولوجيات الجديدة تحسينات هائلة على أدوات البحث التي تقوم عليها عملية الاكتشاف العلمي. لاسيما، التقنيات القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل تحليل البيانات الضخمة والمحاكاة المعقدة، مما فتح آفاقا جديدة لتقدم الأبحاث في العديد من مجالات التكنولوجيا. ومن وجهة نظر المتفائلين، يولد التفاعل بين العلم والتكنولوجيا ديناميكية ذاتية الدعم، تبدو كأن لا حدود لها.[70]

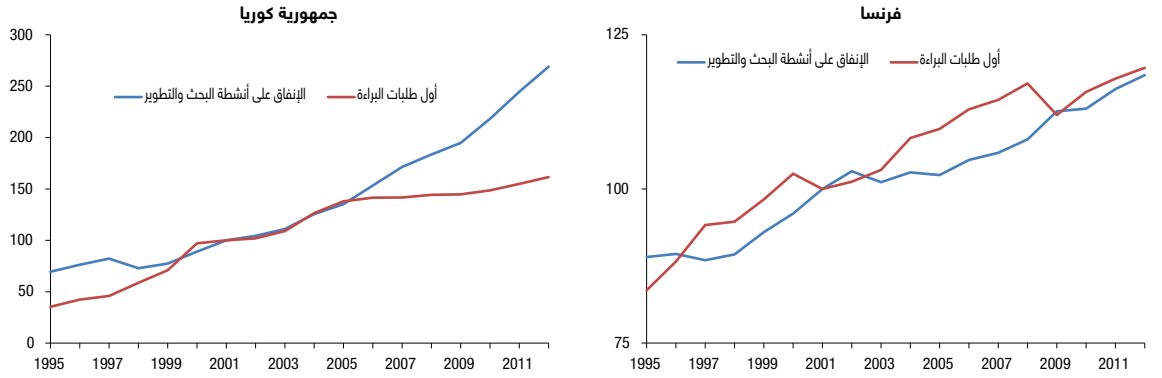
وثمة حجة مختلفة بعض الشيء ساقها معسكر المتفائلين في إطار الرد، بصورة جزئية، على ضعف أداء الإنتاجية في التاريخ الحديث، كما هو موضح أدناه – مفادها أن إطار قياس الناتج المحلي الإجمالي الحالي يتجاهل التأثير الحقيقي للتكنولوجيا الجديدة. تبرُز هذه الحجة في صورتين، الأولى القصور المتزايد الذي يشوب الأدوات التي يستخدمها الخبراء الإحصائيون في رصد التحسينات التي تطرأ على الجودة والأشكال الجديدة للناتج الاقتصادي (انظر الإطار 1.1).[71] والثانية أن مفهوم الناتج المحلي الإجمالي نفسه غير مناسب لوصف مكاسب الرفاه المجتمعية المرتبطة بالابتكار في الوقت الراهن. وبصفة خاصة، تحتاج العديد من التكنولوجيات الجديدة إلى تكلفة عالية لتطويرها، لكن، ما إن تُطور، تصبح تكلفة إنتاجها رخيصة نسبيا، بل ويمكن إنتاج نسخة مطابقة منها مجانا. وعلى هذا، تُسهم هذه التكنولوجيات بقدر محدود في الناتج الاقتصادي، لكنها قد تؤدي إلى رفع مستويات الرفاة بدرجات متفاوتة.[72]

67. انظر ديفيد (1990).
68. ونظرا لأن نمو الإنتاجية في قطاع الخدمات، من الناحية التاريخية، أبطأ بالمقارنة مع قطاع التصنيع، وصف ماديسون (1997) حصة الخدمات المتنامية في الناتج الاقتصادي بأنها "عائق هيكلي كبير".
69. انظر جورجينسون وتيمر (2011). وبشكل أعم، توصل تريبليت وبوسورث (2003)، إلى أن الإنتاجية في قطاع الخدمات حققت، منذ 1995، نموا معادلا لنمو الإنتاجية على مستوى الاقتصاد ككل في الولايات المتحدة.
70. انظر موكير (2014).
71. توصل ماكجوكين وستيرو(2001)، إلى أن مشاكل القياس في صناعات خدمية معينة كثيفة الاعتماد على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - مثل التمويل والخدمات التجارية وتجارة الجملة – تشير إلى تحيز كبير بالنقص في تقديرات نمو الإنتاجية في الولايات المتحدة.
72. انظر موكير (2014)، وجليزر (2014).

الشكل 9.1 : يشير أداء الابتكار إلى اتجاهات متباينة

الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير وأول طلبات البراءة، المؤشر (2001= 100)، 1995-2012





ملحوظة: تُقدر نفقات البحث والتطوير بسعر الدولار الثابت لعام 2005. وفي حالة الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير، يشير إجمالي العالم إلى مجموعة من 33 بلدا تتوافر بياناتها لمعظم السنوات. وتضم المجموعة جميع البلدان الكبيرة في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، إضافة إلى الصين وروسيا. تم استقراء نقاط البيانات المحددة.

المصدر: منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وقاعدة بيانات الويبو الإحصائية.

وجهة نظر المتشائمين

يستهل المتشائمون رأيهم بإثارة الشكوك حول قدرة قوى السوق على القضاء على ثغرات الناتج، التي خلفتها الأزمة المالية. ويشير طول فترة الركود الاقتصادي، والفشل في اعادة تشغيل العمالة بالكامل في العديد من الاقتصادات المتقدمة إلى حدوث تغيير جوهري. وقد أدت هذه الشكوك إلى ظهور نظريات حول ما يسمى "الركود المزمن" - وهو المصطلح الي استحدثه الاقتصادي لورانس سمرز في عام 2013.[73] أحد التعريفات التقنية للركود المزمن هو أن أسعار الفائدة الحقيقية السلبية هي فقط التي تعادل المدخرات والاستثمارات بعمالة كاملة. وفي ظل وجود معدلات تضخم منخفضة وسياسة أسعار فائدة أقرب إلى الصفر، ستستمر الثغرات في الانتاج، وتؤدي إلى نمو متعثر - يشار إليه أيضا باسم "النمو المتدني الجديد".[74]

ويدور جدل مستفيض بين خبراء الاقتصاد الكلي بشأن السبب وراء الركود المزمن. وأشار البعض إلى أن التحولات الديموغرافية والتغيرات في هياكل الأسواق المالية قد تكون من بين أسبابه المحتملة. والمثير للاهتمام، أن بعض الاقتصاديين أشاروا أيضا إلى التكنولوجيا كعامل تفسيري، بحجة أن أحدث موجة من الابتكارات في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تطلبت استثمارات ضئيلة نسبيا.[75]

ولا تشكك المخاوف بشأن الركود المزمن، في حد ذاتها، في إمكانية مساهمة الابتكار في النمو في المستقبل. بيد أن ثغرات الناتج المستمرة قد تؤثر سلبا على القنوات التي من خلالها يولد الابتكار النمو. وبصورة خاصة، قد يؤدي ضعف الطلب الكلي بالشركات إلى الإعراض عن الفرص الاستثمارية التي أتاحتها التكنولوجيا الجديدة، كما أن الفترات الطويلة من البطالة قد تؤدي إلى فقدان أو عدم اكتساب العمال مهارات، كما أن انخفاض عدد الشركات الناشئة و"الشركات الكبيرة" قد يؤدي إلى إبطاء التحول الهيكلي للاقتصاد.

وإلى جانب المخاوف بشأن الركود المزمن، يثير فريق المتشائمين أيضا شكوكا قوية بشأن قدرة الابتكار على دفع عجلة النمو في المستقبل. أحد دوافع هذا الشك هو الانخفاض الملحوظ في نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج الذي بدأ قبل حدوث الأزمة بوقت طويل، لاسيما الاقتصاد الأمريكي، الذي شهد، جرّاء تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، انتعاشا ملحوظا في نمو الإنتاجية الكلية للعوامل في الفترة من 1995-2003 (انظر الإطار 2.1)؛ إلا أن معدل نمو هذه العوامل انخفض، منذ ذلك الحين، بصورة ملحوظة.[76] وبصورة أعم، أكد تحليل أجراه صندوق النقد الدولي أن الناتج المحتمل بدأ في الانخفاض في مطلع الألفية الثانية في جميع الاقتصادات المتقدمة أساسا نتيجة تراجع نمو هذه العوامل.[77]

73. انظر سامرز (2014).
74. ويُعزى مصطلح "المتوسط الجديد" إلى مديرة صندوق النقد الدولي كريستين لاغارد. انظر *www.imf.org/external/np/speeches/2014/100214.htm.*
75. للاطلاع على الملخص، انظر مجموعة مقالات أعدها للنشر تيلينجز وبالدوين (2014).
76. انظر فرينالد (2014).
77. انظر صندوق النقد الدولي (2015).

وهل يمكن أن تكون مساهمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النمو في المستقبل قد بلغت مداها إلى حد كبير، وأنه دون أن يلوح في الأفق أي ابتكار ذي أهمية مماثلة، سيكون أداء النمو في المستقبل مخيبا للآمال؟ هذا هو على وجه التحديد الرأي الذي أدلى به الخبير الاقتصادي روبرت غوردون في مقاله المثير للاستفزاز.[78] يرى غوردون أنه جرى اعتماد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ومواصلة الابتكار بصورة أسرع بالمقارنة مع التكنولوجيات السابقة ذات الأغراض العامة، وأثمر ذلك عن فوائد إنتاجية مهمة، من قبيل ما حدث بالفعل في السبعينات والثمانينات من استبدال الأعمال الكتابية المملة والمتكررة بالحاسوب. ومع أن الابتكارات الأحدث لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مثل أجهزة الترفيه والاتصالات أقل حجما وأكثر ذكاء، لكنها لا تحفز الإنتاجية الاقتصادية بصورة جوهرية.

وبصورة عامة، يقول غوردون أنه سيكون من الصعب مجاراة الإنجازات الناتجة عن الابتكارات السابقة، على سبيل المثال، لا يمكن أن تحدث التحسينات الكبيرة التي طرأت على سرعة السفر، والعمر المتوقع، والاتصالات عن بعد إلا مرة واحدة، وأن التحسينات في المستقبل ستكون، دون شك، ثانوية بالمقارنة. وعلى نحو مماثل، ثمة فرصة ضئيلة للغاية أن يزيد الابتكار من مشاركة القوى العاملة، بل إن التحولات الديموغرافية في الاقتصادات المتقدمة تؤدي، في الغالب، إلى انخفاض معدل مشاركة هذه القوى.

وإضافة إلى ذلك، قد تكون إنتاجية النشاط الابتكاري في المستقبل موضع تساؤل. فقد أصبح دفع حدود المعرفة إلى أبعد من ذلك أمرا يتسم بالصعوبة المتزايدة، نظرا لجني ثمار" أيسر الأنشطة". ويبين الشكل9.1 إضافة إلى الإنفاق الحقيقي على أنشطة البحث والتطوير، اتجاهات إيداع أول طلبات البراءة، وقياس البراءات الذي يقترب بدرجة كبيرة من مفهوم الاختراع الفريد من نوعه. وفيما عدا الصين، شهدت معظم البلدان منذ منتصف العقد الماضي، نموا متسارعا في الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير مقارنة بإيداع أول طلبات البراءة، مما أدى إلى انخفاض عائدات أنشطة البحث والتطوير. وينبغي عدم المبالغة في تفسير هذه الاتجاهات، فقد تعكس اتجاهات طلبات البراءة التحولات في استراتيجيات تسجيل البراءات. ومع ذلك، على النقيض مما حدث في الثمانينات والنصف الثاني من التسعينات، لا تشير اتجاهات تسجيل البراءات إلى حدوث تحسن في إنتاجية أنشطة البحث والتطوير في التاريخ الأحدث.[79]

وأخيرا، من الصعوبة بمكان تقييم الادعاء القائل بأن إحصاءات الناتج المحلي الإجمالي أخفقت في رصد الأثر الحقيقي للابتكار. فقد ساهم استخدام أساليب المنفعة وغيرها من الأساليب في تحسين قياس الناتج المحلي الإجمالي في البلدان التي بها مكاتب إحصائية مُعدة لذلك (انظر الإطار 1.1). ومن وجهة النظر هذه، ينبغي أن تكون جودة إحصاءات اليوم أفضل مما كانت عليه منذ عقود. المسألة هي، دون شك، أن إحصاءات الناتج المحلي الإجمالي لا تبيّن الفوائد الكاملة للرفاه التي توفرها الابتكارات الجديدة ، ولكن السؤال الرئيسي هو هل مشكلة القصور في القياس هي اليوم أسوأ مما كانت عليه في الماضي. لا يوجد أي دليل مقنع يشير إلى أن الأمر كذلك، بل إن العثور على مثل هذا الدليل قد يكون مستحيلا.[80]

78. انظر غوردون (2012).
79. انظر فينك وآخرين (2015)، لمناقشة أعمق في اتجاهات تسجيل البراءات على المدى الطويل. وقد توصلوا إلى أن التدويل على نطاق أوسع يمثل تحولا هاما في استراتيجيات تسجيل البراءات.
80. انظر ديلونغ (1998).

قائمة المراجع

Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., & Howitt, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *Quarterly Journal of Economics*, 120(2), 701-728.

Aghion, P. & Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351.

Arora, A., Athreye, S., & Huang, C. (2013). Innovation, Patenting and Licensing in the UK: Evidence from the SIPU Survey. Research commissioned by the UK Intellectual Property Office.

Arrow, K.J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In R.R. Nelson (Ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (pp. 609-626). Princeton: Princeton University Press.

Baumol, W.J. (1967). Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crises. *American Economic Review*, 57(3), 415-26.

Baumol, W.J., Blackman, S.A.B., & Wolff, E.N. (1985). Unbalanced Growth Revisited: Asymptotic Stagnancy and New Evidence. *American Economic Review*, 75(4), 806-817.

Bairoch, P. & Goertz, G. (1986). Factors of Urbanisation in the Nineteenth Century Developed Countries: A Descriptive and Econometric Analysis. *Urban Studies*, 23(4), 285-305.

Bolt, J. & van Zanden, J.L. (2014). The Maddison Project: Collaborative Research on Historical National Accounts. *The Economic History Review*, 67(3), 627–651.

Bresnahan, T. & Trajtenberg, M. (1995). General Purpose Technologies: Engines of Growth? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108.

Broadberry, S.N., Campbell, B., Klein, A., Overton, M., & van Leeuwen, B. (2011). British Economic Growth, 1270-1870. *School of Economics Discussion Paper No. 1203, University of Kent.*

Brynjolfsson, E. & McAffee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.* New York, NY: W.W. Norton & Company.

Caenegem, W.v. (2013). Employee Know-How, Non-compete Clauses and Job Mobility across Civil and Common Law Systems. *International Journal of Comparative Labour Law and Industrial Relations*, (29)2, 219–238.

Chen, S. & Ravallion, M. (2004). How Did the World's Poorest Fare since the Early 1980s? *The World Bank's Research Observer*, 19(2), 141–170.

Comin, D. & Mestieri, M. (2013). If Technology Has Arrived Everywhere, Why has Income Diverged? *National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 19010.*

Corrado, C., Haskel, J., Jona-Lasinio, C. & Iommi, M. (2012). Intangible Capital and Growth in Advanced Economies: Measurement Methods and Comparative Results. Working Paper, available at *www.intan-invest.net*.

Coyle, D. (2014). *GDP: A Brief But Affectionate History.* Princeton: Princeton University Press.

Crafts, N. (2004). Steam as a General Purpose Technology: a Growth Accounting Perspective. *The Economic Journal*, 114(495), 338-351.

Crafts, N. & Mills, T.C. (2004). Was 19th Century British Growth Steam-Powered? The Climacteric Revisited. *Explorations in Economic History*, 41(2), 156-171.

David, P. (1990). The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox. *American Economic Review*, *AEA Papers and Proceedings*, 80(2), 355–361.

DeLong, J.B. (1998). How Fast is Modern Economic Growth? *Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Letter, 1998-31.*

Eaton, J. & Kortum, S. (1994). International Patenting and Technology Diffusion. *National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 4931.*

Fagerberg, J. & Godinho, M.M. (2004). Innovation and Catching-Up. In J. Fagerberg, D.C.Mowery, & R.R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 514-542). Oxford: Oxford University Press.

Fernald, J. (2014). Productivity and Potential Output Before, During, and After the Great Recession. *National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 20248.*

Fink, C., Khan, M. & Zhou, H. (2015). Exploring the Worldwide Patent Surge. *Economics of Innovation and Technology*, (forthcoming).

Gans, J.S., Hsu, D.H. & Stern, S. (2008). The Impact of Uncertain Intellectual Property Rights on the Market for Ideas: Evidence from Patent Grant Delays. *Management Science*, 54 (5), 982-997.

Gilson, R. J. (1999). The Legal Infrastructure of High Technology Industrial Districts: Silicon Valley, Route 128, and Covenants not to Compete. *New York University Law Review*, 74(4), 575–629.

Glaeser, E.L. (2014). Secular joblessness. In C. Teulings & R. Baldwin (Eds.), *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures* (pp. 69-80). London: CEPR Press.

Goodridge, P., Haskel, J. & Wallis, G. (2014). Estimating UK Investment in Intangible Assets and Intellectual Property Rights. Research commissioned by the UK Intellectual Property Office.

Gordon, R.J. (2000). Does the "New Economy" Measure Up to the Great Inventions of the Past? *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 49-74.

Gordon, R.J. (2012). Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds. *National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 18315.*

Graham, S.J.H., Merges, R.P., Samuelson, P., & Sichelman, T. (2009). Entrepreneurs and the Patent System. *Berkeley Technology Law Journal*, 24(4), 1258-1328.

Grossman, G.M. & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy.* Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press.

Hulten, C.R. (2003). Price Hedonics: A Critical Review. *Economic Policy Review*, 9(3), 5-15.

IMF. (2015). *World Economic Outlook April 2015.* Washington, DC: IMF.

Jorgenson, D.W. & Timmer, M.P. (2011). Structural Change in Advanced Nations: A New Set of Stylised Facts. *Scandinavian Journal of Economics*, 113(1), 1-29.

Kenny, C. (2011). *Getting Better: Why Global Development Is Succeeding – And How We Can Improve the World Even More.* New York, NY: Basic Books.

Keynes, J.M. (1931). Economic Possibilities for Our Grandchildren. In J.M. Keynes (Ed.), *Essays in Persuasion* (pp. 358-374). London: The MacMillan Press.

Koo, R.C. (2014). Balance Sheet Recession Is the Reason for Secular Stagnation. In C. Teulings & R. Baldwin (Eds.), *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures* (pp. 131-141). London: CEPR Press.

Kuznets, S. (1966). *Modern Economic Growth: Rate, Structure, and Speed.* New Haven, CT: Yale University Press.

Landefeld, J.S. & Parker, R.P. (1997). BEA's Chain Index, Time Series, and Measures of Long-Term Economic Growth. *Survey of Current Business*, 77(5), 58-68.

Landefeld, J.S. & Grimm, B.T. (2000). A Note on the Impact of Hedonics and Computers on Real GDP. *Survey of Current Business*, 82(12), 17-22.

Lakner, C. & Milanovic, B. (2013). Global Income Distribution: from the Fall of the Berlin Wall to the Great Recession. *World Bank Policy Research Working Paper, 6719.*

Lo, S. & Rogoff, K. (2015). Secular Stagnation, Debt Overhang and Other Rationales for Sluggish Growth, Six Years On. *Bank for International Settlements Working Paper, No. 482.*

Maddison, A. (1997). Causal Influences on Productivity Performance 1820-1992: A Global Perspective. *Journal of Productivity Analysis*, 8(4), 325-359.

Maddison, A. (2001). *The World Economy: A Millennial Perspective.* Paris: Development Centre of the OECD.

Mankiw, N.G., Romer, D. & Weil, D.N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.

Marx, M., Strumsky, C., & Flemming, L. (2009). Mobility, Skills, and the Michigan Non-Compete Experiment. *Management Science*, 55(6), 875-889.

McGuckin, R.H. & Stiroh, K.J. (2001). Do Computers Make Output Harder to Measure? *The Journal of Technology Transfer*, 26(4), 295-321.

Mokyr, J. (2014). Secular Stagnation? Not in Your Life. In C. Teulings & R. Baldwin (Eds.), *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures* (pp. 83-89). London: CEPR Press.

Nelson, R.R. & Pack, H. (1999). The Asian Miracle and Modern Growth Theory. *The Economic Journal*, 109(457), 416-436.

Nelson, R.R. & Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

OECD. (2001). *Measuring Productivity.* Paris: OECD.

OECD. (2013). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013.* Paris: OECD.

O'Brien, P. (1977). *The New Economic History of Railways.* New York, NY: Routledge.

Oliner, S.D. & Sichel, D.E. (2003). Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going? *Journal of Policy Modeling*, 25(5), 477-503.

Pinkovskiy, M. (2013). World Welfare is Rising: Estimation Using Nonparametric Bounds on Welfare Measures. *Journal of Public Economics*, 97, 176-195.

Pinkovskiy, M. & Sala-i-Martin, X. (2009). Parametric Estimations of the World Distribution of Income. *National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 15433.*

Pritchett, L. (1997). Divergence, Big Time. *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 3-17.

Romer, P.M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.

Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.

Roser, M. (2015). Life Expectancy. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved September 22, 2015, from *http://ourworldindata.org/data/population-growth-vital-statistics/life-expectancy*.

Sala-i-Martin, X. (2006). The World Distribution of Income: Falling Poverty and… Convergence, Period. *Quarterly Journal of Economics*, 121(2), 351-397.

Samuelson, P. (1978). The Canonical Classical Model of Political Economy. *Journal of Economic Literature*, 16(4), 1415-1434.

Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process.* New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company.

Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations.* London: W. Strahan and T. Cadell.

Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.

Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.

Stiroh, K.J. (2002). Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do Industry Data Say? *American Economic Review*, 92(5), 1559-1576.

Summers, L.H. (2014). Reflections on the 'New Secular Stagnation Hypothesis'. In C. Teulings & R. Baldwin (Eds.), *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures* (pp. 27-38). London: CEPR Press.

Teulings, C. & Baldwin, R. (2014). *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures.* London: CEPR Press.

Triplett, J.E. & Bosworth, B.P. (2003). Productivity Measurement Issues in Services Industries: Baumol's Disease Has Been Cured. *Economic Policy Review*, 9(3), 23-33.

United Nations. (2009). *System of National Accounts 2008.* New York, NY: United Nations.

US Bureau of the Census. (1975). *Historical Statistics of the United States*, Bicentennial Edition, Part 2. Washington, DC: US Bureau of the Census.

Verspagen, B. (2004). Innovation and Economic Growth. In J. Fagerberg, D.C.Mowery, & R.R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 487-513), Oxford: Oxford University Press.

Watson, C. (1993). Trends in World Urbanization. In K.B. Wildey & W.H. Robinson (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on Urban Pests*. Cambridge, England.

WIPO. (2011). *World Intellectual Property Report 2011: The Changing Face of Innovation.* Geneva: World Intellectual Property Organization.

WIPO. (2013). *World Intellectual Property Report 2013: Brands – Reputation and Image in the Global Marketplace.* Geneva: World Intellectual Property Organization.

Young, A. (1995). The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(3), 641-680.

Young, A. (2003). Gold into Base Metals: Productivity Growth in the People's Republic of China during the Reform Period. *Journal of Political Economy*, 111(6), 1220-1261.

الفصل 2
ابتكارات خارقة تاريخية

أوضح الجزءُ الأول من هذا التقرير أهمية الابتكار الخارق في استمرار النمو على المدى الطويل. وقد قرنت البحوثُ الاقتصادية الحديثة، كما نُوقش في الفصل الأول، هذه الابتكارات الخارقة بالتكنولوجيات ذات الأغراض العامة – أيْ التكنولوجيات التي لها طائفة متنوعة من الاستخدامات وتُطبَّق في كثيرٍ من القطاعات. ومع ذلك، لم يظهر أي توافق في الآراء بشأن تحديد التكنولوجيات التي تندرج ضمن التعاريف الرسمية المتباينة للتكنولوجيات ذات الأغراض العامة.[1] وعلى الرغم من هذا الغموض الذي يكتنف التعاريف، فإن دراسة ابتكاراتٍ خارقة مُحدَّدة وتأثيرها في النمو تُبشِّر بنجاح كبير. فتنوّع الظروف التي تزدهر فيها الابتكارات، وتباين طبيعة التكنولوجيا، واختلاف القنوات التي تؤثر التكنولوجيا الجديدة من خلالها في النشاط الاقتصادي كثيراً ما يحول دون استخلاص استنتاجاتٍ عامة بشأن سبب حدوث الابتكار، وكيفية تحفيز الابتكار للنمو، وتحديد السياسات التي تدعم النشاط الابتكاريّ على أفضل وجه.

ولذلك فإن الجزء الثاني من التقرير يستعرض الروابط القائمة بين الابتكار، والملكية الفكرية، ومعدّلات النمو بصورة حِسِّيّة أكبر من خلال دراساتٍ إفرادية لابتكاراتٍ خارقة مختلفة. ويركز هذا الفصل بصفة خاصة على ثلاثة ابتكاراتٍ تاريخية كبرى، ألا وهي الطائرات والمضادات الحيوية وأشباه الموصلات، في حين أن الفصل الثالث يستعرض ثلاثة ابتكاراتٍ لها مستقبلٌ واعد.

ويعتبر اختيار الطائرات والمضادات الحيوية وأشباه الموصلات، لتُجرى لها دراسات إفرادية تاريخية، اختياراً عشوائياً إلى حدٍّ ما. إلا أنها تُعَدّ بلا شكٍّ ابتكارات كبرى، من حيث مساهماتها التكنولوجية وأثرها الاقتصادي التحويلي على حدٍّ سواء. وتُوصَف هذه الابتكارات في العديد من القوائم والتقارير الأكاديمية بأنها من أهم ابتكارات القرن العشرين.[2] علاوة على أنها تعرض شتى السياقات التي يحدث فيها الابتكار، وتتقاطع مع مختلف مجالات التكنولوجيا. وباختصار، تُعتبَر الطائرة منتجاً مصنوعاً من مجموعة متنوعة من التكنولوجيات الهندسية، وتمثل المضادات الحيوية فئةً من المنتجات التي انبثقت عن مجموعة محدودة من الاكتشافات العلمية، وتُعَدُّ أشباه الموصلات التكنولوجيا الأساسية التي يقوم عليها العديد من منتجات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

وتُعرَض الدراسات الإفرادية الثلاث في القسم 2.1 (الطائرات) والقسم 2.2 (المضادات الحيوية) والقسم 2.3 (أشباه الموصلات)، وتحذو بدقةٍ حذو الإطار المفاهيمي المُقدَّم في الفصل الأول. وتنقسم كل دراسة إفرادية إلى ثلاثة أجزاء. يصف الجزءُ الأول الأصلَ التاريخي للابتكار، وكيف تطوَّر من الاختراع إلى الاستغلال التجاري على نطاقٍ واسع، وطرق تحويله للنشاط الاقتصادي وإسهامه في النمو. وينظر الجزءُ الثاني في المنظومة التي ازدهر فيها الابتكار – فيُحدِّد الجهات الفاعلة الرئيسية في الابتكار، وكيف كان ترابطها، وكيف حدَّدت السياساتُ العامة مسارَ الابتكار. ويدرس الجزءُ الثالث دور نظام الملكية الفكرية، مُستفسراً على وجه الخصوص عن مدى مساعدة شتى حقوق الملكية الفكرية على تحقيق عوائد من الاستثمار في البحث والتطوير، وكيفية تسهيل تلك الحقوق لأسواق التكنولوجيا ونشر التكنولوجيات الجديدة. ويصف أيضاً كيف تأقلم نظام الملكية الفكرية مع الطبيعة المتطورة للتكنولوجيا واحتياجات السوق.

وأخيراً، يسعى القسم 4.2 إلى استخلاص بعض الدروس الرئيسية المستفادة من الحالات التاريخية الثلاث، ومن ثمَّ يضع أساساً لمقارنتها بالابتكارات الخارقة في أيامنا هذه التي يناقشها الفصل الثالث.

1. للاطلاع على مناقشة أُجريت مؤخراً بشأن ذلك، انظر Ristuccia and Solomou (2014).
2. انظر، على سبيل المثال، قائمة مشهورة وضعتها مجلة الأطلسيّ (The Atlantic) وتضمّ أفضل الابتكارات. *www.theatlantic.com/magazine/archive/2013/11/innovations-list/309536*

1.2 – الطائرات

"اختراع طائرة شيءٌ لا يُذكَر.
وتصنيعها شيءٌ يُذكَر.
أما الطيران فهو أهمُّ ما يُذكَر".

أوتو ليلينتال،
رائد الطيران الألماني

حلّقت الطائرة في بداية القرن العشرين، في تحدٍ صريح لتنبؤات القرن التاسع عشر التي تقول إنّ "تحليق الآلات الطائرة الأثقل من الهواء أمرٌ مستحيل".[3] وبحلول نهاية القرن العشرين، أصبح السفر جواً تجربةً شائعةً نسبياً، وكان النقل الجوي قد أحدث ثورةً في التجارة العالمية. ونتيجة لذلك، أصبح العالم مكاناً أصغر. وتتّسم قصة ابتكار الطائرة بشدّة ثرائها، بدءاً من المخترعين الأبطال الذي ضحّوا بحياتهم في سبيل تحقيق المجد، وصولاً إلى مآثر الهندسة الرائعة التي انتهجت سياسة التجربة والخطأ، واسترشدت بأحدث ما توصّلَ إليه فكرُ العلماء.[4]

1.1.2 – تطوير الطائرة التجارية ومساهمتها الاقتصادية

في مطلع القرن العشرين، استحدث المخترعان الأمريكيان "أورڤل رايت" وَ"وِلْبر رايت" اِنْفِتال الجناح وهيكل دفَّة الطائرة اللذين من شأنهما أن يوفّرا استقرار الطائرة الجانبيّ، وأودعا طلباً للحصول على براءةٍ أمريكية لهذا الاختراع في 23 مارس 1903.[5] وقد ثبت أنّ الاستقرار الجانبي الذي نتج عن الجمع بين الجناح والدَّفَّة كان خطوة خارقة مهمة في السنوات الأولى لتطوير الطائرة؛ فقد جعل طائرة الأخوين رايت – المسماة "فلاير" – ترتفع من سطح مستوٍ وتحلّق لمدة 59 ثانية قطعت خلالها مسافة 260 متراً. ولعلّ طائرة الأخوين رايت كانت أول آلة أثقل من الهواء تنجح في التحليق.[6] وبحلول عام 1905، كانا يستطيعان بسهولة توجيه الطائرة "فلاير 3" – وهي نسخة مُحسَّنة تحسُّناً كبيراً من طائرتهما الأولى – لتدور وتغيّر اتجاهها، واستطاعت الطائرة أن تحلّق لأكثر من 30 دقيقة في كل مرة.[7]

وفي الوقت الذي أعلن فيه وِلْبر رايت للناس عن الطائرة "فلاير 3" في عام 1908، كان هناك العديد من النماذج المُنافِسة. فكان ألبرتو سانتوس-دومونت (1906) البرازيلي والفرنسيون غابرييل فويسن (1907) وهنري فارمان (1909) ولويس بلايريو (1909) من بين الكثيرين الذين قدّموا طائرات ناجحة، ذات درجات متفاوتة من حيث السرعة والمدى والموثوقية الهيكلية.[8]

ولكن التصاميم الأولى للطائرات، مثل تصميم الأخوين رايت، لم تكن صالحة لنقل الركاب على الإطلاق. فقد كانت عبارة عن مركبات صغيرة ذات مُحَرِّك كبّاسيّ واحد يعمل بالنفط الخام وتتراوح قوته من 25 إلى 100 حصان. وكانت سرعتها التشغيلية تبلغ 40 ميلاً في الساعة تقريباً، وكانت أقصى مدة للرحلة تتراوح من ساعتين إلى ثلاث ساعات، وكانت تستطيع أن تحمل شخصين فقط.[9]

وبعد مرور نحو عشر سنوات على اختراع الأخوين رايت، أصبحت الطائرة تُعتبر وسيلة نقل بديلة قابلة للاستخدام.

تطبيق المعرفة العلمية على الطيران

استطاع الأخوان رايت ومعاصروهم أن يحلّقوا دون معرفة الأسس العلمية التي تفسّر قدرتهم على القيام بذلك.

وحدثت الخطوة الخارقة الثانية في تطوير الطائرة حينما قدَّم العلمُ تفسيراً لإمكانية تحليق الآلات الأثقل من الهواء في الجو. وعلى وجه الخصوص، أوضح التقدمُ الذي شهدته الرياضيات والفيزياء كيفية دوران الهواء حول سطح انسيابٍ هوائي رافِع، وقدَّم العاملَ الحاسمَ في تفسير وتقدير كيفية تأثير الهواء في رفع الطائرة ومقاومتها للهواء.[10]

3. يرجع تاريخ هذا النص المُقتبَس إلى عام 1895 ويُنسَب إلى عالم الرياضيات والفيزياء الأسكتلندي ويليام طومسون، لورد كلفن.
4. هذا القسم مستمد من Mowery (2015) وBudrass (2015).
5. أُودِعت البراءة الأمريكية رقم 821.393، المعروفة باسم "البراءة رقم 393"، في 23 مارس 1903، ومُنحت في 22 مايو 1906.
6. كانت الطائرة خلال السنوات الأولى للطيران أحد عدة بدائل ممكنة للتحليق في الجو؛ فكان هناك خيار آخر ملحوظ هو المنطاد، وهو طائرة أخفّ من الهواء ويمكن السيطرة عليها وتعمل بماكينة أيضاً.
7. Gibbs-Smith (2003).
8. في عام 1906، كانت طائرة ألبرتو سانتوس-دومونت المسماة "14-bis" أول طائرة يعتمدها نادي الطيران الفرنسي واتحاد الطيران الدولي بوصفها آلة طائرة أثقل من الهواء تعمل بمحرك. وأدى التعاون بين هنري فارمان وغابرييل فويسن إلى اختراع الطائرة فويسن-فرمان التي حصلت على جائزة من نادي الطيران الفرنسي في عام 1907 عن كونها أول آلة طائرة تحلّق على ارتفاع 150 متراً لمسافة 771 متراً.
9. Brooks (1967).
10. وضع كلٌ من ويلهلم كوتا – وكان عالم رياضيات في جامعة ميونيخ – ونيكولاي جوكوفسكي – وكان عالماً روسياً في الديناميكا الهوائيَّة – نفس النظرية الخاصة بالدوران حول سطح انسياب رافع، كل منهما بمعزل عن الآخر، وذلك بين عامي 1902 و1911 بالنسبة لكوتا وبين عامي 1902 و1909 بالنسبة لجوكوفسكي. وفي عام 1904، نشر لودفيغ برانتل – وكان فيزيائياً في جامعة غوتنغن – تفسيراً لأصل الدوّامات في السوائل المتحركة.

وطبَّق هوغو يونكرز – وهو أستاذ ألماني في علم الديناميكا الحرارية – هذه النظرية، واخترع الجناح الكابوليّ السميك، الذي أودع له براءة اختراع في مكتب البراءات الألماني في عام 1910، وفي المكتب الأمريكي للبراءات والعلامات التجارية (USPTO) في عام 1911.[11] وعلى نقيض الأجنحة الرفيعة في تصميمات الطائرات السابقة، التي كانت مدعومة بدعامات وأسلاك تكتيف، عزَّز سطحُ الانسِياب الرافِع السميك هيكل الطائرة من خلال بنية جناحي الطائرة وجسمها. ولزيادة تحسين بنية هيكل الطائرة، استعاض يونكرز عن المواد الشائعة الاستخدام المصنوعة من الخشب الرقائقي والقماش وخشب التِّنُّوب بسبيكة الديورالومين، وهي سبيكة ألمونيوم شديدة المتانة. وقدَّم أول طائرة مصنوعة بالكامل من المعادن في عام 1915، ولكن قيل إنها كانت غير عملية.[12] وواصل يونكرز تطوير هذا التصميم، وقدَّم في عام 1917 أول طائرة عسكرية مصنوعة بالكامل من المعادن، ألا وهي الطائرة J-7/-9. وبناء على هذا التصميم العسكري، قدَّم يونكرز في عام 1919 أول طائرة ركاب صغيرة مصنوعة بالكامل من المعادن، ألا وهي الطائرة F-13.

ساعد فهمُ نظرية الديناميكا الهوائية وتطبيقها في تصميم الطائرات على تحسين هيكل الطائرة وأدائها. وفيما يلي بعض التحسينات العديدة (انظر أيضاً الجدول 2.1):

- تصميم جناح طائرة ذي عارضة أساسية واحدة وإنشاء مُجْهَد الغِشاء، مما يؤدي إلى وضع وزن الطائرة الإنشائيّ على جناحيها و"غشاء" جسمها (Adolf Rohrbach, 1918، وحسَّنه Herbert Wagner, 1925)؛
- إضافة قَلّابات الأجنحة لتجنب الانهيار في الجو (اخترعها الألمانيّ غوستاف لاشمان وشركة هاندلي بيج البريطانية، كلّ على حدة، في عام 1923 تقريباً)؛
- شكل انسيابي مثالي للطائرة من شأنه أن يُحسِّن رفع الطائرة ويُقلِّل مقاومة الهواء (Bennett Melvill Jones, 1927)؛
- إدخال جهاز هبوط وإقلاع قابل للطيّ، وأصبح ذلك ممكناً عن طريق تقليل الروافد والعوارض الأساسية في جناح الطائرة واعتماد إنشاء مُجْهَد الغِشاء؛
- محرّك نصف قُطريّ مُغطى، مما سمح بتبريد المحرك مع الحفاظ على هيكل الطائرة (فِرد وايك في اللجنة الوطنية الاستشارية للملاحة الجوية، بناءً على اقتراحٍ قدمه إتش سي إتش تونيند في عام 1928).

وبحلول ثلاثينيات القرن العشرين، كان معظم التصميمات لطائراتٍ أحادية السطح مصنوعة بالكامل من المعادن وتتضمّن الابتكارات الإضافية المذكورة آنفاً. وزادت المساحة الداخلية لاستيعاب الركاب والبضائع والمحركات والخزانات والأجهزة بفضل زيادة استقرار الطائرة الناتج عما حدث من تغييرات في سمك الجناح، وصنع الطائرات بالكامل من المعادن، والإنشاء المُجْهَد الغِشاء لهيكل الطائرة. وتجسّدت هذه التغييرات في صنع طائراتٍ من طراز بوينج 247، ومن دوغلاس دي سي1- إلى دوغلاس دي سي3-، وطائرة لوكهيد لنقل الركاب.

والأهم من ذلك هو أن هذه الطائرات كانت أمتن وأجدر بالثقة من سابقاتها.

وكانت الخطوة المهمة التالية في تطوير الطائرات هي استخدام المحركات النفّاثة. وقد ولدت فكرة استخدام المحرّك النفّاث في أوائل القرن العشرين، لكنها لم تصبح قابلةً للتطبيق العملي إلا مع التطور التدريجي لنظريات الديناميكا الهوائية وتطبيقها على تصميم هيكل الطائرة. ولم تكن هناك حاجة مُلحَّة إلى المحرّك النفّاث في البداية، لأن المحرّكات التي تعمل بالمكابس قدّمت للطائرة في أثناء خدمتها مستوى من الأداء عالياً بما فيه الكفاية. علاوة على أن إدخال مزيد من التحسين على المحرّك النفّاث – مثل تصميم توربينات وضاغطات فائقة السرعة للمحركات التُربينية النفّاثة – وتطوير أجنحة مُرْتَدّة كان أمراً ضرورياً لتمكين الكفاءات التشغيلية اللازمة من إدراج تكنولوجيا المحركات النفّاثة في الطائرة. ثالثاً، كان هناك تطوّران جديدان دفعا بالمحرّك النفّاث إلى الطائرات التجارية، هما الحاجة إلى زيادة الحمولة الكلية من الركاب، واستحداث تصاميم جديدة لهيكل الطائرة من شأنها أن تستوعب محرّكات نفّاثة متعدّدة. ولم تظهر أول طائرة تجارية تعمل بمحرك نفّاث إلا في عام 1952، وهي الطائرة دي هافيلاند كوميت.

وبحلول أوائل سبعينيات القرن العشرين، ظهرت الطائرات التجارية العريضة الهيكل مثل بوينج 747، وماكدونيل دوغلاس دي سي-10، ولوكهيد إلّ-1011. وأبدت هذه الطائرات تحسينات هائلة في الأداء، لا سيما الزيادات الكبيرة في عدد الركاب، والكفاءة التشغيلية غير المسبوقة من محركاتها التوربينية المروحية.

11. أُودِعت البراءة DE 253 788 في 1 فبراير 1910 في مكتب البراءات الألماني، في حين أن البراءة الأمريكية رقم 1114364 أُودِعت في 26 يناير 1911 في المكتب الأمريكي للبراءات والعلامات التجارية.
12. زعمت السلطات الألمانية أن الطائرة J-7 كانت ثقيلة جداً (Gibbs-Smith, 2003).

الجدول 1.2: نُخبة من الشخصيات المهمة في مجال الطيران، من 1850 إلى 1935

العام	المخترع/ المُجرِّب	البلد	الوصف
روّاد الطيران*			
1866	فرانسيس وينهام	بريطانيا العظمى	قدَّم فكرة استخدام أجنحة مُتراكبة في آلة طائرة، وحصل على براءة إختراع في عام 1866. وأوضح أهمية الطائرة المتعدّدة الأجنحة ذات النِّسبة الباعِيَّة الكبيرة في بحثه المُعنون "التنَقُّل الجوي" الذي نُشر في عام 1890. ويعتبر هذا التصميم أساس الطائرات الثنائية الجناح، والطائرات الثلاثية الجناح، والطائرات المتعدّدة الأجنحة.
سبعينيات القرن التاسع عشر	ألفونس بينو	فرنسا	أول مَنْ وضع نموذج طائرة ثابتة الجناحين وكانت مستقرة نسبياً، ألا وهو نموذج طائرة تعمل بالسيور المطاطية الملتوية ولها جناحان ودفَّة مائلة. كما صمَّم طائرة كاملة مزودة بنظام تحكم.
تسعينيات القرن التاسع عشر	أوتو ليلينتال	ألمانيا	أجرى وسجَّل تجارب ميدانية باستخدام طائراتٍ شراعية. وما قام به من تجارب الطيران الشراعي شجَّع كثيرين على الطيران.
تسعينيات القرن التاسع عشر	لورانس هارغريفز	أستراليا	استحدث تصميماً مربعاً يشبه الطائرة الورقية أدى إلى زيادة استقرار الطائرة. وفي عام 1893، عرض نتائج بحثه في المؤتمر الدولي للملاحة الجوية الذي عُقد في مدينة شيكاغو بالولايات المتحدة.
1890	كليمان آدر	فرنسا	أقلع من غير مساعدة بطائرة تعمل بالطاقة البخارية، تسمى إيبول (Éole)، في آرمانفِلْييه، وحلّق في الجو لمسافة 50 متراً تقريباً. وكانت أول رحلة تُقلع دون مساعدة، ولكن الطائرة كانت خارج السيطرة في الجو.
1903	أورڤل ووِلبر رايت	الولايات المتحدة	استحدثا إنْفِتال الجناح وهيكل دفَّة لتوفير الاستقرار الجانبي للطائرة. وأودعا طلباً للحصول على براءة اختراع في عام 1903، ومُنحت براءة الاختراع في عام 1906.
نظريات الديناميكا الهوائية وتطبيقها على بناء هيكل الطائرة			
1904	لودفيغ برانتل	ألمانيا	وضع نظريةً توضح كيفية تكوُّن الدوّامات في السوائل المتحركة. وشكلت هذه النظرية، إلى جانب نظرية كوتا وجوكوفسكي، أساس إحدى نظريات الديناميكا الهوائية لسطح الانسياب الهوائيّ الرافع في عام 1917. ونقّحها فيما بعد زميلاه ألبرت بيتز وماكس مونك.
1910	هوغو يونكرز	ألمانيا	تقدَّم للحصول على براءة عن "تصميم هيكليّ لأسطح الانسياب الهوائي الرافع" في عام 1910.
1911	تيودور فون كارمان	هنغاريا	صاحب نظرية *شارع الدوّامات* التي فسرت سبب انفصال تيار هواء عن سطح الانسياب الهوائي الرافع عند زاوية هبوب كبيرة. وأوضح سبب احتمال انهيار الطائرات.
1913	أرماند ديبردوسين	بلجيكا	حصل على براءة اختراع عن المحاولة الأولى لتصميم جسم طائرة وحيد الغلاف أو أحادي القشرة.
1918	أدولف روربالك	ألمانيا	استحدث الإنشاء المُجهد الغِشاء في تصميمه لطائرة ركاب رباعية المحركات، ألا وهي الطائرة *E.4/20 Staaken*.
1925	هربرت فاغنر	ألمانيا	هو زميل أدولف روربالك، وقد وضع إطاراً نظرياً بشأن مجالات الشَّدّ المُطريّ لحساب تصميم مُجَهَد الغِشاء. وأدّى بحثه إلى تحسين خصائص الأغشية المجهدة في جسم الطائرة وجناحيها إلى أقصى حدّ ممكن.
1927	بينيت م. جونز	الولايات المتحدة الأمريكية	وضع تصوّراً للشكل الانسيابي الأمثل للطائرة الذي يضع وزن الطائرة على هيكلها بدلاً من وضعه على جناحيها فقط. وأدى الشكل الأمثل لجسم الطائرة من حيث الديناميكية الهوائية إلى تقليل كل من مقاومة الهواء للطائرة واستهلاكها للوقود. وهذه الفكرة مهدت الطريق لوجود طيران مدني مُربِح.
1928	إتش سي إتش تونيند	بريطانيا العظمى	اقترح وضع حلقة حول محرك نصف قُطري من أجل تجنب حدوث اضطراب من الاسطوانات.
تطور المحرّك النفّاث			
1922	ماكسيم غيوم	فرنسا	حصل على أول براءة تُمنَح لمحرّك نفّاث يستخدم شَحَّان تُربيني.
1930	فرانك ويتل	بريطانيا العظمى	أودع براءة بشأن نموذج أولي مبكر لنفاثة تُربينية، ولم تُجدَّد البراءة في عام 1935 بسبب الافتقار إلى التمويل.
1932	إرنست هنكل	ألمانيا	قدَّم طائرة مُحسَّنة من حيث الديناميكية الهوائية، ألا وهي الطائرة إتش إي 70. اشترك في تصميم محرك طائرة، وقدم أيضاً دعماً مالياً لعمل فون أوهين بشأن المحرّك النفّاث.
1935	هانز ج. ب. فون أوهين	ألمانيا	تقدَّم بطلب للحصول على براءة اختراع عن تصميم محركه النفّاث. وكانت أول طائرة بمحرّك نفّاث قابلة للتشغيل.

* تواريخ اختراعات المخترعين أو المجرّبين الروّاد تقريبية.

المصدر: Crouch (2000)، وGibbs-Smith (2003)، وHeilbron (2003)، وMeyer (2013)، وBudrass (2015)، وMowery (2015).

زيادة الاعتماد على النقل الجوي

ساعدت التحسينات التي شهدتها موثوقية الطائرة ومتانتها على جعل النقل الجويّ إحدى وسائل النقل القابلة للاستخدام، منافساً وسائل النقل السطحي مثل السكك الحديدية والنقل البحريّ. وقلّل الوقت اللازم للسفر لمسافاتٍ طويلة. وبحلول عام 1930، كان الركاب يستطيعون التنقّل بين المدن الأوروبية مثل برلين ولندن وباريس وفيينا والعودة في اليوم نفسه، مما جعل من السفر الجوي منافساً قوياً للنقل بالسكك الحديدية.

وإضافةً إلى ذلك، أدى استحداث المحرك النفّاث وزيادة عدد الركاب الذين تستطيع الطائرة حملهم إلى حدوث انخفاض كبير في تكاليف تشغيل الطائرات. وأدى هذا بدوره إلى ظهور درجة "السفر الاقتصادي" في عام 1958، وأتاح إمكانية السفر جواً لنسبة أكبر من السكان. وفي العام نفسه الذي ظهرت فيه الدرجة الاقتصادية، انخفض عدد المسافرين بحراً عبر شمال المحيط الأطلسي انخفاضاً كبيراً.[13] ويبين الجدول 2.2 التحسينات التي شهدها أداء الطائرة وعدد الركاب على مر الزمن حسب طراز الطائرة.

كما ساهم انخفاض التكاليف أيضاً في زيادة نسبة البضائع التي تُنقَل عن طريق الجو؛ فقد انخفض متوسط الإيرادات لكل طن كيلومتر من البضائع المنقولة بنسبة 92 في المائة بين عامي 1955 و2004.[14]

13. منظمة الطيران المدني الدولي (1960).
14. Hummels (2007).

الجدول 2.2: زيادة أداء الطائرة وسعتها التحميلية من الركّاب، من 1936 إلى 1974

نوع الطائرة	سنة دخولها الخدمة	عدد الركاب	متوسط سرعة الطيران المطرد (ميل في الساعة)	الإنتاجية في الساعة (السعة/ عدد الأطنان لكل ميل في الساعة)	الكمية المصنوعة
محرك مكبسي					
دوغلاس دي سي-3	1936	28	180	400	13,500
دوغلاس دي سي-4	1946*	40	205	1,000	2,300
بوينغ *ستراتوكروزر*	1948	60	300	2,300	56
دوغلاس دي سي6- بي	1951	66	315	1,950	362
لوكهيد إل1049- *سوبر كونستليشن*	1951	80	310	2,800	286
دوغلاس دي سي-7	1956	112	335	2,700	338
محرك تربينيّ مروحيّ					
فيكرز فيكونت 700	1953	52	310	1,200	283
بريستول *بريتانيا* 300	1957	110	385	4,300	60
لوكهيد *الكترا*	1959	85	405	3,200	174
محرك تربينيّ نفّاث					
بوينغ 707	1958	132	570	10,500	913
دوغلاس دي سي-8	1959	142	535	9,500	*208
سود أفياسيون *كارافيل*	1959	87	455	3,000	*87
بوينغ 747	1969	493-340	595	30,000	1,235
إيرباص إيه 300 بي	1974	245	552		

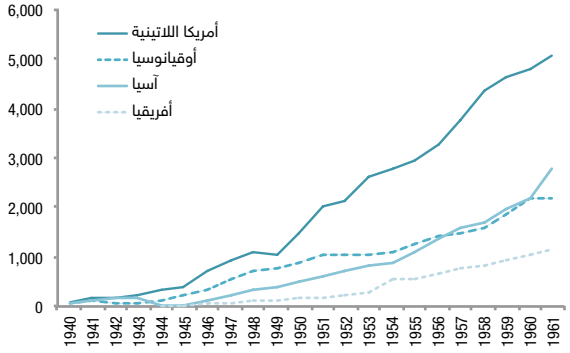
* يشير ذلك إلى الطرازات المبكرة فقط.

المصدر: Staniland (2003).

وأخيراً، ساعد السفر الجوي على ربط المناطق النائية بالمناطق الحضرية. وبحلول ثلاثينيات القرن العشرين، كانت شركات الطيران الصغيرة التي يديرها القطاع الخاص تخدم الرحلات الجوية الكندية بين الشمال والجنوب. وكانت هناك رحلات جوية منتظمة من الولايات المتحدة وفرنسا وألمانيا إلى مدن أمريكا الوسطى والجنوبية. وكان هناك ركاب من خارج أوروبا والولايات المتحدة يعتمدون بشكل متزايد على الطائرات بوصفها وسيلة نقل قابلة للاستخدام (انظر الشكل 1.2). وتأسست في عشرينيات القرن العشرين كثير من شركات النقل الجوي الوطنية الأوروبية، وقام بعضها بربط المدن الأوروبية بمستعمراتها في أجزاء من آسيا والشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وأوقيانوسيا.[15]

الشكل 1.2: زاد عدد الركاب الذين يستخدمون النقل الجوي في أمريكا اللاتينية وآسيا وأفريقيا وأوقيانوسيا زيادة كبيرة بين عامي 1940 و1961

عدد الأميال التي قطعها الركاب، بالملايين

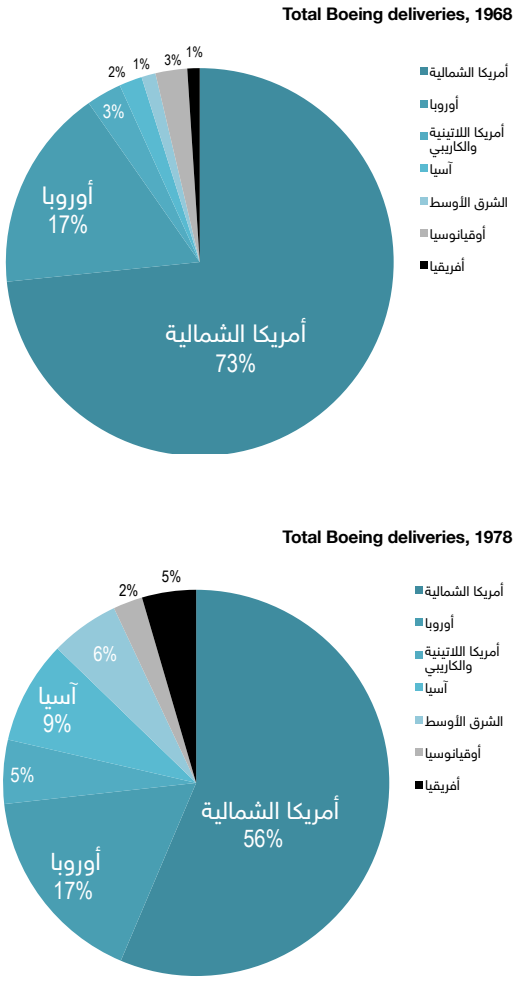


المصدر: Davies (1964).

15. Brooks (1967).

وبحلول منتصف سبعينيات القرن العشرين، كانت هناك بلدان من خارج أوروبا والولايات المتحدة تشتري أيضاً طائرات لشركات الطيران الوطنية الخاصة بها (انظر الشكل 2.2 أدناه).

الشكل 2.2: مقارنة لحصة مبيعات طائرة بوينغ (بما في ذلك ماكدونيل دوغلاس) حسب المنطقة، عام 1968 مقابل عام 1978



المصدر: Boeing (2015).

أداء دور مهم في النمو الاقتصادي

كان للطائرة تأثيرٌ كبيرٌ على النمو الاقتصادي منذ ظهورها.

أولاً: أسهمت إسهاماً مهماً في النمو الاقتصادي الاستثماراتُ الرأسمالية الكبيرة اللازمة لإنشاء شركةِ طيرانٍ وطنية وإقامة البنية التحتية اللازمة لدعم السفر الجوي، مثل مجمّعات المطارات، ومدارج الطائرات، ومراقبة الحركة الجوية، والأنشطة الخدمية ذات الصلة. فقد كشفت دراسةٌ أُجريت في عام 2006 ونشرتها منظمة الطيران المدني الدولي عن أن الطيران المدني أسهم بشكلٍ مباشر في الاقتصاد العالمي في عام 1998 بمبلغ 370 مليار دولار أمريكي وبتوفير ما يقرب من ستة ملايين وظيفة.[16] وذكرت دراسةٌ أخرى أن صناعة النقل الجوي وفّرت ما يتراوح من 11.3 مليار دولار أمريكي إلى 410 مليار دولار أمريكي من الناتج المحلي الإجمالي في مناطق مختلفة في عام 2004.[17]

وإضافة إلى ذلك، يُحدث هذا الاستثمار تأثيراً مضاعفاً، فهو يؤدي إلى كثير من الأنشطة الاقتصادية الأخرى التي تتعلق بالنمو. وقد جاء في التقرير نفسه الصادر عن منظمة الطيران المدني الدولي أنه "في الاقتصاد العالمي، كل 100 دولار تنتج عن النقل الجوي وكل 100 فرصة عمل يوفرها النقل الجوي تؤديان إلى وجود طلب إضافي لما يقرب من 325 دولاراً و610 فرص عمل في صناعات أخرى".[18]

ثانياً: أدى وجود سفر جوي موثوق به مع قِصَر وقت السفر وانخفاض تكاليفه إلى تسهيل العولمة. فيمكن نقل الأشخاص والبضائع كليهما لمسافات أطول في وقت أقل، مما يسهّل حركة كل من السلع والخدمات عبر الحدود. وبين عامي 1951 و2004، بلغ متوسط زيادة البضائع المنقولة جواً 11.7%، مقابل معدل نموٍ يبلغ 4.4 في المائة في الشحن البحري.[19] وإضافةً إلى ذلك، ازدهرت السياحة.[20]

وزيادة الاعتماد على النقل الجوي قد أسهمت بدورها في إعادة تنظيم سلسلة إمدادات التصنيع، وأدّت إلى إيجاد نماذج تجارية جديدة، وكلها تستغل المزايا المقارنة النسبية للبلدان.

16. منظمة الطيران المدني الدولي (2006).
17. 11.3 مليار دولار أمريكي (أفريقيا)، و148 مليار دولار أمريكي (آسيا والمحيط الهادئ)، و274 مليار دولار أمريكي (أوروبا)، و20.6 مليار دولار أمريكي (أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي)، و16.1 مليار دولار أمريكي (الشرق الأوسط)، و410 مليار دولار أمريكي (الولايات المتحدة) (مجموعة عمل النقل الجوي (ATAG)). وتوجد تقديرات أحدث لعام 2014 على موقع مجموعة عمل النقل الجوي.
18. منظمة الطيران المدني الدولي (2006).
19. Hummels (2007).
20. سافر 40 في المائة من السياح عن طريق الجو في عام 2004.

2.1.2 – منظومة ابتكار الطائرات

إن تطوّر الطيران – بدءاً من إنجاز الأخوين رايت الخارق المتمثل في التحليق المُوَجَّه دون مساعدة لمدة 56 ثانية باستخدام مُحرك آلي في عام 1903 وصولاً إلى النقل الجوي الموثوق به لمسافات طويلة في سبعينيات القرن العشرين – نتيجةٌ ناجمةٌ عن كثير من الابتكارات والتحسينات التراكمية من مجالات تكنولوجية مختلفة.

وكانت هذه الابتكارات نتيجةً للتفاعلات التي حدثت بين كثير من عناصر منظومة ابتكار الطائرات، التي تشمل دور المخترع، والمؤسسات الأكاديمية والحكومات، والبيئة الاقتصادية التي حدث فيها الابتكار.

وهناك ثلاثة عوامل بارزة أثرت في ديناميكيات ابتكار الطائرات. أولاً، حدث تحوّلٌ ملحوظ في التفاعل بين المخترعين منذ أن كانت محاولات الطيران لا تزال في مرحلة التجارب إلى أن ظهرت في أواخر العقد الأول من القرن العشرين صناعة مُكرَّسة للإنتاج التجاري لهياكل الطائرات والمحركات وبيعها من أجل الاستخدام المدني والعسكري. ففي المرحلة التجريبية، كان المخترعون يتشاركون ويتعاونون، ولكن هذا التعاون تضاءل حينما بدأت تتشكل صناعة الطائرات.

ثانياً، ازداد تعقُّد ابتكار الطائرات مع ارتقاء التقدم في مجال الطيران من التطبيق التجريبي المحض للهندسة الميكانيكية الأساسية إلى الاعتماد الكبير على المعرفة العلمية لدوران الهواء، وارتقائه أخيراً إلى تحقيق الأداء الأمثل للطائرات في الوقت الحالي من خلال دمج أنظمة فرعية معقدة يُطبَّق فيها علم الإلكترونيَّات، وعلم حركة السوائل، وتكنولوجيا المواد. وفي كل مرحلة من مراحل تطور الطيران، كان يلزم اكتساب مهارات وخبرات مختلفة لتقديم منتج ناجح. وإضافةً إلى ذلك، مع اندماج المزيد والمزيد من الأنظمة في نماذج الطائرات الأحدث، أصبح الاستثمار المطلوب في الابتكار أعلى تكلفةً، وأصبح النشاط مرتبطاً بدرجة أعلى من عدم اليقين. وعلى وجه الخصوص، كان نجاح أي منتج طائرة جديدة يعتمد على الاستفادة المثلى من التصميم لدمج أنظمة معقدة، ولكن غالباً ما يصعب التنبؤ بالكيفية التي ستتفاعل بها هذه الأنظمة.

ثالثاً، زاد اهتمام الحكومات بتطوير الطائرات لأن التقدّم في مجال الطيران بدأ يُظهِر آفاقاً واعدة لاستخدام الطائرات، لا سيما لأغراض الدفاع الوطني.

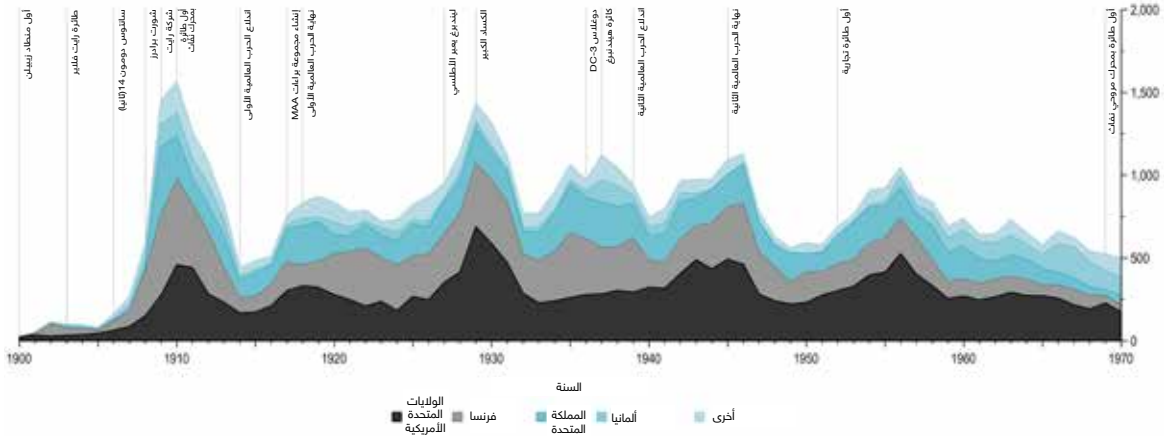
وعلى مدار هذه الديناميكيات المتغيرة في منظومة ابتكار الطائرات، هناك عنصر واحد يبدو أنه ظل ثابتاً من عام 1900 إلى عام 1970: وهو أن الأنشطة الابتكارية الرئيسية في مجال الطيران كانت مُركَّزةً جغرافياً في الولايات المتحدة وأوروبا، لا سيما فرنسا وألمانيا والمملكة المتحدة، وإن كانت بمستويات مختلفة من الأهمية بين هذه الدول على مر الزمن. والاتجاهات العالمية لإيداع البراءات خلال تلك الفترة تُثبت هذا الأمر.

ويرسم الشكل 3.2 خطاً بيانياً للإيداعات الأولى للبراءات المتعلقة بالطيران حسب مقرّ إقامة المُودِع الأول بين عامي 1900 و1970. وقد بلغت إيداعات البراءات العالمية ذروتين بارزتين في عام 1910 وعام 1929. ومن الصعب تحديد الأسباب الدقيقة لهاتين الزيادتين في الإيداعات. إلا أن التاريخ الأول يتطابق مع الفترة من 1905 إلى 1910 حينما كانت التصميمات الجديدة للطائرات تُقدَّم وتُعرَض في معارض في جميع أنحاء أوروبا، في حين أن التاريخ الثاني يتزامن مع استحداث تصاميم موثوق بها لطائرات الركاب مثل طائرة دوغلاس دي سي-3.[21]

21. أوضحنا آنفاً أن تصاميم الطائرات خلال ثلاثينيات القرن العشرين تضمّنت كثيراً من الابتكارات التراكمية التي أدت إلى زيادة أداء الطائرات وموثوقيتها.

الشكل 3.2: كانت إيداعات البراءات المتعلقة بالطيران في الفترة من 1900 إلى 1970 تميل إلى التمركز في الولايات المتحدة وفرنسا وألمانيا والمملكة المتحدة

الإيداعات الأولى للبراءات حسب المنشأ، من 1900 إلى 2011



المصدر: الويبو بناء على قاعدة بيانات المكتب الأوربي للبراءات (PATSTAT) (انظر الملاحظات التقنية).

الديناميكية المتغيرة للتعاون

في السنوات الأولى للطيران، من عام 1890 إلى عام 1905 تقريباً، كان للأفراد وليس الحكومات أو المؤسسات دورٌ حاسم في دفع عجلة الابتكار في هذا المجال. وكان هؤلاء المخترعون من الهواة والمتحمّسين للتحليق في الجو الذين كان دافعهم الأساسي هو الفضول، وكان بعضهم يسعى أيضاً إلى الشهرة، ولكن لم يتوقع أحد منهم – على الأقل في البداية – تحقيق أي مكاسب مالية.

وفي الواقع، كان كثيرون منهم أغنياء نسبياً جمعوا مالاً في مجالات أخرى قبل البدء في تجاربهم مع الطيران. وفي هذه المرحلة المبكرة، كان بإمكان المنخرطين حديثاً أن يشاركوا بسهولة في مجتمع الطيران. وكان من أسباب ذلك أن التطورات المحرزة في مجال الطيران كانت ميكانيكية في أغلبها، وكان من الممكن تقليدها بسهولة. فكان بإمكان المخترع أن يتعلم من التجارب السابقة، ويُدخل تغييراً طفيفاً على تصميمه للطائرة، ثم يختبرها.

وعلاوة على ذلك، كان أعضاء مجتمع الطيران يتشاركون علناً أحدث التطورات التقنية والدراية العملية، مما كان يسمح للمُجرِّبين بالاستفادة من القاعدة المعرفية القائمة.[22] وكانت توجد نواد وجمعيات معنية "بالملاحة الجوية" ومقصورة على الأعضاء في برلين ولندن وباريس. ونُظِّمت معارض ومؤتمرات لعرض أحدث التطورات في الملاحة الجوية، كان أولها معرض أقامته جمعية بريطانيا العظمى للملاحة الجوية في عام 1868 في كريستال بالاس في لندن.

وبحلول عام 1909، كان هناك 21 مجلة دورية معنية بالطيران تنشر أحدث المعلومات المتعلقة بالطيران. وكانت أهم تلك المجلات هي المجلة التي كان يصدرها الفرنسي أوكتاف تشانوت. وفي عام 1894، جمعَ تشانوت جميع التجارب المتعلقة بالطيران ونتائجها ونشَرَها في كتاب له بعنوان "التقدم المُحرَز في الآلات الطائرة"، مما جعل هذه المعرفة في متناول عامة الناس. وكان أوكتاف تشانوت أيضاً هو حلقة الوصل بين المخترعين، فكان يتبادل معهم الرسائل ويقدّم لهم أفكاره. وفي بعض الأحيان، موَّل تشانوت بعض المخترعين الذين مرّوا بضائقةٍ مالية لمساعدتهم على مواصلة عملهم التجريبي.[23]

22. Meyer (2013).
23. ساعد، من بين أمور أخرى، على تمويل تجارب لويس مويلارد مع الطائرات الشراعية.

وقبل أن يبتكر الأخوان رايت تصميم الأجنحة المنفتلة، تبادلا الرسائل مع هذا المجتمع الذي كان يضمّ المولعين بالطيران وشاركا فيه. وكان الدعم الحكومي خلال هذه الفترة أقل ما يكون.

وما إن بدأ حلم الآلة الطائرة يصبح حقيقةً واقعةً، حتى تضاءل الطابع التعاوني للابتكار في مجال الطيران.[24] وكانت البداية بإخفاء الأخوين رايت لاختراعهما إلى أن حصلا على براءة الاختراع في عام 1906.[25] وبعد أن منح مكتب الولايات المتحدة الأمريكية للبراءات والعلامات التجارية تلك البراءة بعامين، أعلن وِلْبر عن نموذج طائرتهما في فرنسا.[26]

وبدأت الاستثمارات تتدفّق على صناعة الطائرات من كلا القطاعين الخاص والعام. فقام هنري دويتش دو لا مورث، أحد روّاد صناعة النفط الأوروبية، بتمويل بحوث تطوير السيارات والطائرات في فرنسا حتى وفاته في عام 1919. وموَّل هوغو يونكرز بحوث الطيران الخاصة به، بل وذهب إلى أبعد من ذلك فشيَّد مرافق نفقين هوائيين لمعهده البحثي الخاص.

وأسّس مخترعو الطائرة – أمثال الأخوين رايت (1908) وغابرييل فويسن (1910) وجلين كيرتس (1916) – شركاتهم الخاصة للاستفادة من جهودهم. وبين عامي 1903 و1913، قُدِّم ما يقرب من 200 نموذج أولي للطائرة، ولكن لم يُصنَّع منها سوى عدد قليل.[27] وبيع معظمها بغرض الاستخدام الحكومي.

نحو ابتكار قائم على العلم

تحسّنت موثوقية الطائرات وأداؤها تحسناً كبيراً حينما بدأ المبتكرون يفهمون كيف تحلّق الطائرة. وما حدث من تحسيناتٍ في تصميم الطائرة من خلال تطبيق نظرية الديناميكا الهوائية على إنشاء هياكل الطائرات أعطى للبلد الذي كان قادراً على الابتكار في هذا المجال – ألا وهو ألمانيا – ميزةً تنافسيةً تكنولوجيةً تفوَّق بها على البلدان الأخرى مثل بريطانيا وفرنسا والولايات المتحدة.

وكانت هناك عدة عناصر في ألمانيا سهَّلت هذا التفوق التكنولوجي. أولاً، كان جميع مخترعي الطائرات تقريباً إما علماء أو مهندسين، واستطاعوا تطبيق نظريات الديناميكا الهوائية لإنتاج طائراتٍ متطورة.[28] بل إن بعض الطيارين كانوا حاصلين على شهاداتٍ جامعية في الهندسة، وكان بوسعهم المساعدة على حساب أداء الطائرة وقياسه واختباره. ثانياً، كان العديد من هؤلاء المخترعين أساتذةً جامعيين أيضاً، واستفادوا من تقارب بعضهم من بعض. فقد جاءت فكرة الصلب المُمَوَّج المصنوع من سبيكة الديُورالومين من هانز رايسنر زميل يونكرز حينما كانا من أساتذة الجامعة التقنية في آخن. ثالثاً، استفاد التقدم في تصميم الطائرات من تجربة ألمانيا مع منطاد زِبْلين. فقد عمل كل من كلود دورنير وأدولف روربا على منطاد زِبْلين قبل التحول إلى الطائرات. والأنفاق الهوائية التي صمّمها برانتل في عام 1908 – لتحسين شكل طائرة الزبلين – استُخدمت لاختبار نظرية برانتل وبيتز ومونك الخاصة بسطح الانسياب الهوائي الرافع حتى نهاية الحرب العالمية الأولى. واستند تصميم الطائرات وبناؤها في السنوات اللاحقة إلى نتائج هذه الاختبارات.

ولكن حينما أصبحت التحسينات التي شهدها تصميم الطائرات ذات طابع علمي أكبر، زادت تكلفة الابتكار في صناعة الطائرات. وتتطلب الأمر الاستثمار في مرافق البحث والتجريب الكبيرة مثل الأنفاق الهوائية من أجل اختبار تصاميم الطائرات. وشيد غوستاف إيفل في عام 1917 نفقاً هوائياً قادراً على اختبار تصاميم الطائرات في مدينة أوتيل بفرنسا، ولكن أدى عدم وجود تمويل لبحوث الطيران إلى تقليل إمكاناته واستخدامه.

وبعد ذلك بقليل، حدثت فجوة متزايدة بين الدول في قاعدة معارف الطيران.[29] فكان المخترعون في بلدان أخرى غالباً ما يفتقرون إلى ما يلزم من مهارات أو تعليم لتقليد أو تحسين تصاميم الطائرات القائمة على أساس علمي التي توصل إليها منافسوهم الألمان. على سبيل المثال، استنسخ بشغف المصممون الفرنسيون والبريطانيون مثل الأخوين شورت في عام 1922 طائرة الدورالیومين الألمانية لأنها كانت شائعة، ولكنهم لم يدخلوا عليها أي تحسين.

24. لا يقتصر هذا التحوُّل على صناعة الطائرات.
25. كان الأخوان قد أعلنا أنهما نجحا في الطيران في خطابٍ أرسلاه إلى المخترع الفرنسي فرديناند فيربير في 9 أكتوبر عام 1905، وفي مقال فرنسي روى بالتفصيل إنجازاتهما على أساس طلبهما المُقدَّم للحصول على البراءة الأمريكية. ولكن مجتمع الطيران الأوروبي لم يكترث بهذا الإعلان؛ ولعل ذلك كان سهواً (Gibbs-Smith, 2003).
26. أجرى الأخوان رايت بضعة عروضٍ عملية في الولايات المتحدة لكنها فشلت في جذب اهتمام الحكومة الاتحادية.
27. Zhegu (2007).
28. Budrass (1998). كان هنريك فوك أحد رواد الطائرات المروحية، وكان هانز كليم متخصصاً في الطائرات الخفيفة الوزن، وكان مسرسكهميت، وهنكل، وأرادو متخصصين في تهيئة ثورة الديناميكا الهوائية لتطبيقها على هياكل الطائرات.
29. Constant II (1980)، Crouch (2002).

وإضافةً إلى ذلك، كان هناك الحاجز اللغوي: فنَقْلُ معارفِ الطيران عبر الحدود اعتمد في الغالب على الترجمة. والدور الرائد الذي قام به هانز رايسنر في استيراد المعارف الفرنسية بشأن تصميم الطائرات إلى ألمانيا كان يرجع جزئياً إلى إتقانه للغة الفرنسية، وقام عالم بريطاني من أصل ألماني، واسمه هيرمان غلورت، بإعداد أول ترجمة إلى اللغة الإنجليزية لنظرية برانتل الخاصة بسطح الانسياب الهوائي الرافع. وعلاوةً على ذلك، ترجمت المجلة الهندسية البريطانية "إنجينيرنغ" مقتطفات من مساهمة برانتل، وعرضت كل تفاصيلها لقرّائها الناطقين بالإنكليزية.

ورغم أن أحدث المعارف العلمية الكامنة وراء التقدم في الطائرات الألمانية قد نُشرت في جميع أنحاء المجتمع العلمي من خلال المنشورات والمؤتمرات البحثية، لم يكن هذا كافياً دائماً لتسهيل لحاق الدول المتأخرة بركب التطور التكنولوجي. وفي الواقع، كانت إحدى القنوات الرئيسية لنقل المعرفة الألمانية تتمثل في هجرة العلماء ومصادرة ما كانت تمتلكه ألمانيا من دراية عملية في مجال الطيران بعد الحرب العالمية الثانية (انظر الإطار 1.2).

الإطار 1.2: مصادرة ما كانت تمتلكه ألمانيا من دراية عملية في مجال الطيران بعد الحرب العالمية الثانية

بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، لم يُسمَح للألمان بممارسة أي نشاط في الملاحة الجوية حتى عام 1955. وإضافة إلى ذلك، صودرت براءاتهم في الخارج وأصبحت متاحة للاستخدام العام. وأصدر الرئيس الأمريكي ترومان قراراً تنفيذياً ينص على "النشر الفوري العمومي المجاني العام لمعلومات العدو العلمية والصناعية".[30] وهكذا اعتُبرت البراءات الألمانية من الممتلكات العامة التي يمكن أن يستخدمها مواطنو دول الحلفاء.

وفي مناطق الاحتلال في ألمانيا، استولت قوات الحلفاء على كمية هائلة من الوثائق والمعدّات، فجمعت ما يقرب من 1200 طن من التقارير التقنية والوثائق والبراءات حتى عام 1946، فضلاً عن المعدّات البحثية.

ولأنه كان يُحظَّر على الألمان ممارسة أي نشاط ملاحي جوي في ألمانيا، هاجر جزء كبير من نخبتهم العلمية إلى بلدان الحلفاء. فانتقل نحو 1000 عالم ألماني إلى الولايات المتحدة، كان 40 في المائة منهم يُعتبرون متخصّصين في مجال بحوث الطائرات.

المصدر: Budrass (2015).

الحث على تطوير الطائرات بمبادرة من الحكومة

كان للحكومات دور مهم في تطور الطائرات، وقد قامت الحكومات بهذا الدور لأغراض الدفاع الوطني في المقام الأول. فكانت الحكومات عاملاً حاسماً في تسهيل تطور الطائرات ونشر المعارف، داخل كل بلد ومن ألمانيا، بوصفها الرائد التكنولوجي، وإلى بقية العالم. وعلاوة على ذلك، أصبحت الحكومات الممول الرئيسي لتطوير الطائرات.

وفيما يلي بعض التدخلات الحكومية الرئيسية:

- دعم بحوث الطيران عن طريق إنشاء منظمات بحوث عامة مكرسة لدراسات الطيران وتمويل هذه المنظمات، كما كان الحال في فرنسا (1908)، والمملكة المتحدة (1909)، وألمانيا (1912)، والولايات المتحدة (1915)، وإيطاليا (1935)؛
- رعاية المعارض الدولية المرموقة لتسليط الضوء على أحدث التطورات في مجال الطيران، مثل "المعرض الدولي للطيران والفضاء" في باريس-لو بورجيه بفرنسا (1909)، و"معرض سلاح الجو الملكي للطيران" في هندن بالمملكة المتحدة (1912)، ومعرض *Internationale Luftschiffahrt-Ausstellung* في ألمانيا (1912)؛
- تجميع أحدث تطورات الطيران وتوزيعها على الباحثين والمُصنِّعين: حظر الجيش الألماني المنشورات المتعلقة بالطيران خلال الحرب العالمية الأولى، ولكنه نشر أحدث التطورات في التقارير التقنية "*Berichte der Flugzeugmeisterei*" بغرض الاستخدام الداخلي؛ وفي الولايات المتحدة، نشرت اللجنة الاستشارية الوطنية للملاحة الجوية (NACA) على نحوٍ منتظم ترجماتٍ للبحوث المهمة المتعلقة بالطيران لإمداد باحثيها بأحدث المعارف الأوروبية الخاصة بالملاحة الجوية؛
- شراء الطائرات وتقديم الدعم المالي لشركات الطيران الوطنية (انظر الجدول 2.3 أدناه).

الجدول 3.2: النسبة المئوية للدخل الذي حصلت عليه شركات الطيران من الإعانات المالية الحكومية

	1930	1931	1932	1933
بلجيكا	79.8	83.0	73.5	74.8
فرنسا	79.6	81.8	79.6	79.0
ألمانيا	63.3	68.9	69.8	64.6
هولندا	50.9	40.4	41.0	24.0
السويد	62.6	65.8	68.3	52.0
سويسرا	78.6	81.5	80.9	67.0
المملكة المتحدة	69.2	48.8	35.7	39.0

المصدر: Miller and Sawers (1968).

30. الأمر التنفيذي 9604، الذي ينص على إتاحة المعلومات العلمية.

تميزت حكومتا دولتين ومنظومتا الابتكار فيهما في تيسير تطوير الطائرات: ألا وهما ألمانيا والولايات المتحدة.

ألمانيا

بذلت الحكومة الألمانية جهوداً كبيرةً قبل الحربين العالميتين وفي أثنائهما وبعدهما للإسراع في صنع الطائرات الحربية الألمانية وإنتاجها.

فقامت أولاً بإنشاء وتمويل مؤسسات من شأنها أن تضطلع بأحدث التطورات التكنولوجية المتعلقة بالطيران وتجمعها وتنشرها للصانعين الألمان.[31] وكان صانع الطائرات أنتوني فوكر أحد المستفيدين من هذا الدعم، وكان أول مَنْ استخدم أسطح الانسياب الهوائي السميكة التي صُنعت وحُلّلت في جامعة غوتنغن خلال الحرب العالمية الأولى. وكانت الطائرات الناتجة ذات معدل صعود أكبر وذات قدرة أكبر على المناورة من جميع طائرات الحلفاء.[32]

ثانياً، أنشأت الحكومة رابطة حربية لمنتجي الطائرات ضمّت جميع مُصنِّعي ومُبتكري الطائرات الألمان. وكان أعضاء الرابطة يتبادلون فيما بينهم كل ما يمتلكون من تكنولوجيات ودراية عملية، مما عاد بالنفع الكبير على مَنْ كانوا متأخرين تكنولوجياً.

ثالثاً، شجّعت الشركات الصغيرة لتصنيع الطائرات على إقامة مشروعاتٍ مشتركة لتسهيل الانتشار الأسرع للطائرات الحربية التي تتضمّن تكنولوجيات جديدة. فعلى سبيل المثال، بدأت الحكومة مشروعاً مشتركاً بين فوكر ويونكرز خلال الحرب العالمية الأولى سعياً إلى الجمع بين خبرة فوكر في الإنتاج الضخم وأحدث ابتكارات يونكرز.[33]

وأخيراً، كانت الحكومة الألمانية هي المشتري الرئيسي للطائرات، مما أوجد طلباً مستمراً على الطائرات. واستفاد يونكرز من هذا الطلب، وموّلت الحكومة الألمانية عدداً من مشروعاته البحثية التي تُطبِّق أحدث مبادئ الديناميكية الهوائية على بناء هيكل الطائرة. وبحلول الحرب العالمية الثانية، كانت الترتيبات بين يونكرز والحكومة الألمانية أشبه بالالتزام بالشراء المسبق.

الولايات المتحدة الأمريكية

كانت صناعة الطائرات الأمريكية خلال الحرب العالمية الأولى شديدة التَّخلُّف من الناحية التكنولوجية، فكانت معظم الطائرات الحربية التي تمتلكها الولايات المتحدة ذات تصميم أوروبي. ولتصحيح ذلك الوضع، استثمرت الحكومة أموالاً طائلة لتسهيل نقل التكنولوجيا من أوروبا، وطوّرت قدرتها البحثية في مجال الديناميكا الهوائية.

أولاً، أُنشئت في عام 1915 منظمة بحثية اتحادية – هي اللجنة الاستشارية الوطنية للملاحة الجوية (NACA) – بهدف الاضطلاع بأنشطة البحث والتطوير المتعلقة بتكنولوجيات الدفع وهياكل الطائرات وتمويل هذه الأنشطة من أجل الاستخدامين العسكري والمدني على حد سواء. وضمت أول نفق هوائي كبير يمكن أن يستوعب هياكل الطائرات كاملة، وقد أُقيم هذا النفق الهوائي في عام 1927. وحدث تحسن كبير في تصميم هيكل الطائرة، ألا وهو الغطاء الذي استحدثته اللجنة الاستشارية للمحركات الكبّاسيّة نصف القطرية المُبَرَّدة بالهواء، وأُدمج بعد ذلك في تصميم الطائرة دوغلاس دي سي-3.

ثانياً، موّلت الحكومةُ حصة كبيرة من استثمارات البحث والتطوير لهياكل الطائرات العسكرية والمحركات والمكونات ذات الصلة من خلال الإنفاق على الدفاع العسكري. وعلى النقيض من ذلك، موّلت الصناعة أقل من 20 في المائة من استثمارات البحث والتطوير في الفترة من عام 1945 حتى عام 1982. واستفاد الابتكار في محركات الطائرات التجارية استفادةً كبيرةً من الإنفاق العسكري على المشتريات والبحث والتطوير. وكان تطوير أول محرّك نفّاث في الولايات المتحدة مُموَّلاً بالكامل من الجيش الأمريكي خلال الحرب العالمية الثانية. وإضافة إلى ذلك، كان انتقال الآثار غير المباشرة للتكنولوجيا من التطبيقات العسكرية إلى التطبيقات المدنية مصدراً مهماً للابتكار في الطائرات التجارية، رغم أن الإنفاق العسكري على البحث والتطوير لم يسعَ إلى تحفيز ابتكار الطائرات التجارية.

ثالثاً، أُنشئت رابطة مُصنعي الطائرات (MAA) في عام 1919 – بضغطٍ من الحكومة الأمريكية – لتسريع تطوير الطائرات وإنتاجها. وكانت رابطة مصنعي الطائرات مجمّع براءاتٍ يتبادل أعضاؤه فيما بينهم جميع البراءات ذات الصلة المتعلقة بتصاميم الطائرات (يناقش القسم الفرعي 3.1.2 رابطة مصنعي الطائرات بمزيدٍ من التفصيل).

رابعاً، سهّلت الحكومة تدفّق المعرفة العلمية في مجال الديناميكا الهوائية إلى الولايات المتحدة عن طريق توظيف علماء ألمان مهمين مثل ماكس مونك وتيودور كارمان في اللجنة الوطنية الاستشارية للملاحة الجوية والجامعات الأمريكية لتنمية قدراتها البحثية. وإضافة إلى ذلك، تلقى لودفيغ برانتل عقداً كبيراً من اللجنة الوطنية الاستشارية للملاحة الجوية لتقديم تقرير يستعرض آخر التطورات في مجال الديناميكا الهوائية (انظر الجدول 1.2 لمعرفة المزيد عن مساهمات مونك، وكارمان، وبرانتل في مجال الطيران).[34]

31. مثل *Auskunfts- und Verteilungsstelle für flugwissenschaftliche Arbeiten der Flugzeugmeisterei*، و*Deutsches Forschungsinstitut für Segelflug*، و *Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren*. وأنشأت الحكومة الألمانية أيضاً إدارات بحثية في عدد من الجامعات، في آخن، وبرلين، ودارمشتات، وشتوتغارت (Trischler, 1992).
32. Anderson (1997).
33. Anderson (1997) وBudrass (1998).
34. Hanle (1982)، و Hansen (1987)، و Anderson (1997).

3.1.2 – الطائرات ونظام الملكية الفكرية

يُولي معظم العلماء الذين يدرسون تاريخ الطائرة أهميةً ضئيلةً للبراءات بوصفها أدوات الاستراتيجية التنافسية أو التقنية. ومن الواضح أن حاجة الحكومات إلى إنتاج كميات كبيرة من الطائرات وتدخل الحكومات في صناعة الطائرات، نظراً للظروف في ذلك الوقت، كان له دور حاسم في تطوير هذه الصناعة. وأظهرت هذه الحاجة الأهميةَ العسكرية للطائرات، وجعلت الطيران من الصناعات الفريدة تماماً من نوعها بين الصناعات الكثيفة المعارف في القرن العشرين. ومن الصعب أن نعرف هل ما حدث من تطورات في سوق الطائرات خلال أوقات الحرب العصيبة والتهديد بالحرب كان سيحدث أيضاً في ظل الظروف "العادية" أم لا – إذا تصورنا سيراً افتراضياً للأحداث.

وعلاوة على ذلك، لا يكاد يوجد دليل على وجود براءات "مُعرقِلة" أساسية في الابتكارات الفارقة للطائرات في ثلاثينيات أو خمسينيات القرن العشرين.[35] ويرجع هذا في بعض وجوهه إلى طبيعة ابتكار الطائرات، الذي ينطوي على تحقيق الاستفادة المثلى من دمج نظام فرعي معقد من التكنولوجيات مختلف كاختلاف علم الإلكترونيات وتكنولوجيا المواد.

ومع ذلك، كان لمنح البراءات دورٌ في تطوير صناعة الطائرات في السنوات الأولى، رغم أن من الصعب تقييم مدى أهميته. فالبراءات قد ساعدت المخترعين الأوائل، إلى حدٍّ ما، على تحقيق عوائد من استثماراتهم، وشجّعت على نقل التكنولوجيات إلى بلدان أخرى.

تحقيق عوائد من الاستثمار

ساعد منحُ البراءات المخترعين الأوائل على تحقيق عوائد من استثماراتهم. فقد تقدّم السبّاقون في اختراع الطائرات بطلباتٍ للحصول على براءات لاختراعاتهم، وأقاموا شركاتهم التجارية على أساس هذه البراءات. وحالت البراءاتُ دون انتفاع الآخرين مجاناً باستثمارات المخترعين، وساعدت على تعزيز قدرتهم التنافسية. فعلى سبيل المثال، منع يونكرز استيراد طائرات فورد الثلاثية المحركات إلى ألمانيا بحجّة أن تصميم طائرات فورد ينتهك بعض عناصر تكنولوجيته المشمولة ببراءة.[36]

وكان المخترعون قادرين أيضاً على تحقيق أرباح من ترخيص اختراعاتهم. فقد منح روربك، على سبيل المثال، الشركات البريطانية واليابانية والإيطالية رخصة استخدام الإنشاء المُجهَد الغشاء حتى ثلاثينيات القرن العشرين.[37] وقام الطيار الألماني السابق لاشمان وشركة هاندلي بيج البريطانية ببيع اختراع الجناح المشقوب للحكومات بمبلغ قدره 3.75 مليون دولار أمريكي تقريباً.[38] وكان يونكرز قادراً على أن يدعم جزئياً استثماراته في البحث والتطوير من خلال عوائد الترخيص الممنوح لشركة ويليام دوكسفورد وأولاده الهندسية الإنجليزية بشأن اختراع سطح الانسيابِ الرافِع السميك.[39] وحصل يونكرز أيضاً على ما يقرب من مليوني مارك من الحكومة الألمانية نظير استخدام اختراع سطح الانسيابِ الرافِع المشمول ببراءة خلال الحرب العالمية الأولى.[40]

وإضافةً إلى ذلك، سهَّل منحُ البراءات نشر التكنولوجيات المسجلة الملكية من خلال الترخيص. فقد حصل كلٌّ من يونكرز وكيرتس رايت على ترخيص باستخدام تكنولوجيات مروحة الخطوات التي استُحدثت في أماكن أخرى، بدلاً من اختراع تكنولوجياتهما الخاصة.[41] وفي عام 1923، حصل مصنع كاوازاكي للطائرات في اليابان على ترخيص لتصنيع تصميم طائرة دورنير.

ومع ذلك، لا يبدو أن عنصر الكشف عن وثائق البراءات قد ثبتت أهميته في نشر الابتكارات. فقد نشرت مجلة "لايروفيل" (L'Aérophile) الفرنسية المعنية بالطيران نصاً غير كامل للبراءة رقم 393 التي حصل عليها الأخوان رايت في شهر يناير من عام 1906. ووصفت بشيء من التفصيل كيف استطاع الأخوان أن يحصلا على التحكم الجانبي، ولكن لم يكن لذلك تأثير يُذكر على تطور الطيران في أوروبا.[42] وفي حالة أخرى، توصلت شركتا لاشمان وهاندلي بيج، كل منهما بمعزل عن الأخرى، إلى حلٍّ لمشكلة انهيار الطائرات في الجو. ورغم أن شركة هاندلي بيج أودعت براءتها بعد شركة لاشمان، فقد شهدت بأنهم لم يكونوا على علم ببراءة الاختراع الخاصة بشركة لاشمان.

35. Mowery (2015).
36. قيل إن طائرة فورد الثلاثية المحركات كانت تتضمن عناصر من تصميم يونكرز (Budrass, 2015).
37. Budrass (2015).
38. Miller and Sawers (1968).
39. Byers (2002).
40. Budrass (1998).
41. Miller and Sawers (1968).
42. Gibbs-Smith (2003).

وقام العديد من هؤلاء المخترعين بإنفاذ حقوق براءاتهم من خلال التقاضي حفاظاً على قدراتهم التنافسية، وكان ذلك في الغالب داخل البلد وليس في الخارج لأن التقاضي في الخارج كان مُكلِّفاً. فقام يونكرز، على سبيل المثال، بإنفاذ حقوق براءته ضد الشركات المنافسة له في مجال صناعة الطائرات، مثل مسرسكهميت، وروروباك، ودورنير، وشركات كثيرة غيرها. وتفاوضت كل من شركة مسرسكهميت وشركة روروباك بشأن تبادل جزئي للبراءات مع يونكرز، وذلك كتسوية تتضمن حلاً وسطاً ولتجنب المشاكل المالية. إلا أن يونكرز امتنع عن إنفاذ براءاته في الولايات المتحدة، واختار أن يبرم اتفاقات ترخيص مع فورد تريموتور حينما كانت شركته تمرّ بضائقة مالية.

وسلك الأخوان رايت طريق الاحتكام للقضاء ونجحا في الدعاوى التي أقاماها ضد العديد من منافسيهما، لا سيما الدعاوى التي أقامها في بلدهما. ويرجع ذلك إلى تفسير المحاكم الأمريكية الفضفاض لاختراعهما، مما جعله يشمل "جميع الطرق المعروفة لتحقيق الاستقرار الجانبي لطائرة." أما في أوروبا، فكانت المحاكم الألمانية والفرنسية أكثر تشككاً في اختراعهما، وفسّرت مطالباتهما تفسيراً أضيق.[43]

تدابير استثنائية في أوقات الحرب

إن جهود إنفاذ براءات كل من يونكرز والأخوين رايت تؤكد أمرين هما: أن التقاضي بشأن البراءات قد يكون مُكلِّفاً، وأن إنفاذ البراءات قد يكون له تأثير ضار على تطور الطائرات. وكان هذا الأمر الثاني هو المبرّر الذي استُخدم لإنشاء مجمّعات البراءات في الولايات المتحدة، ولإرغام يونكرز على الانضمام إلى جمعيةٍ أشبه بمجمّع براءات.

رابطة مُصنِّعي الطائرات (MAA)

كانت رابطة مُصنِّعي الطائرات مجمع براءات أُنشئ في عام 1917 للتشجيع على إنتاج الطائرات العسكرية على نطاق واسع. وكان على جميع أعضاء الرابطة أن يمنحوا زملاءهم من الأعضاء إمكانية النفاذ إلى براءاتهم المتعلقة بهيكل الطائرات – ولكن ليس البراءات التي تشمل الأجهزة والمحركات. وكان يُسمَح بترخيص البراءات لغير الأعضاء ما دامت شروط التراخيص لم تكن أكثر تساهلاً من شروط التراخيص الممنوحة للأعضاء. وكان من الممكن لكل من الأعضاء وغير الأعضاء على حد سواء استخدام أي براءة تشمل تصميم الطائرة وتنتج عن بحوث مُموَّلة من الحكومة أو ما يتعلق بها من أنشطة دون دفع أي إتاوات. أما البراءات الأخرى التي كانت تقع خارج نطاق الرابطة ولكنها نتجت عن مشروعات أُجريت للحكومة، فكان يجب ترخيصها دون أي إتاوات للوكالات الفيدرالية. وانحلّت رابطة مُصنِّعي الطائرات في عام 1975.

وكان لرابطة مُصنِّعي الطائرات عدة آثار على صناعة الطائرات. أولاً، أقرّت الرابطة بأهمية البراءات التي يملكها الأخوان رايت وكيرتس بمنح امتيازات مالية لكليهما. ثانياً، أزالت الرابطةُ التهديد بالتقاضي من جانب شركة رايت أو شركة كيرتس ضد الشركات الأخرى المُصنِّعة للطائرات. ثالثاً، أضعفت حق الاستئثار بالبراءات داخل هذه الصناعة. وضمنت الرابطةُ، بوجهٍ عام، أن أي شركة من شركات تصنيع الطائرات كان بإمكانها النفاذ إلى جميع التكنولوجيات المتوفرة في مجمع البراءات واستخدامها.

ومن الصعب تقدير التأثير الذي أحدثته الرابطة في ابتكار الطائرات. فقد كانت هناك طفرة في إنتاج الطائرات في الولايات المتحدة – من 328 وحدة في عام 1920 إلى 5856 وحدة في عام 1939، كان من ضمنها 256 وحدة و2195 وحدة للاستخدام العسكري، على التوالي. ولكن هذه الزيادة في عدد الطائرات الأمريكية تزامنت أيضاً مع زيادة الانفاق الحكومي على الجيش فضلاً عن مبادراتٍ أخرى للحثّ على إنتاجِ كمياتٍ كبيرة من الطائرات إبّان الحرب.

وتوصلّت دراسةٌ أُجريت عام 1988 إلى أن 121 براءة تخصّ الفضاء الجوي قد أُضيفت إلى مجمع البراءات في الفترة من عام 1968 إلى عام 1972.[44] ولا يمثّل هذا العدد سوى 7.8 في المائة من جميع البراءات التي كانت موجودة في فئة الفضاء الجوي العامة خلال الفترة نفسها، ورغم أنه ربما يُهوِّن من الأنشطة الابتكارية في الصناعة – الاختراعات القابلة للحصول على براءة في مجال الطيران قد تظل طَيّ الكِتمان تحقيقاً لمصالح وطنية – فإنه يشير إلى أن مجمع البراءات لم يكن له تأثير يُذكر في تسهيل حدوث مزيدٍ من الابتكار في تصميم الطائرات. ولكن توجد حاجة إلى إجراءِ مزيدٍ من البحث في هذا الشأن.

43. تقدم الأخوان رايت بطلب للحصول على براءة في كل من مكتب البراءات الفرنسي ومكتب البراءات الألماني في مارس 1904. وأبطلت المحاكم الألمانية براءة الأخوين رايت بحجة أنهما أفسدا حالة التقنية الصناعية السابقة عن طريق الكشف عن اختراعهما للجمهور قبل الإيداع (Crouch, 2000). وبدا أن المحاكم الفرنسية كانت في صالح طلب الأخوين، ولكن القرار النهائي تأخر إلى ما بعد انتهاء صلاحية براءتهما.

44. Bittlingmayer (1988). خصَّص المكتبُ الأمريكي للبراءات والعلامات التجارية رمز التصنيف المركزي للمنتجات 244 للفضاء الجوي.

الإطار 2.2: انتقال تكنولوجيا الطيران بين المملكة المتحدة والولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية

في عام 1941، وقّعت المملكة المتحدة والولايات المتحدة اتفاق تبادل البراءات البريطانية والأمريكية لتسهيل تبادل التكنولوجيا. وسُمح بموجب هذا الاتفاق للشركات الأمريكية والبريطانية المصنّعة للطائرات باستخدام براءات الطيران من أي من البلدين دون رخصة إلى أن تنتهي الحرب. وكان الهدف من ذلك هو مساعدة قوات التحالف على تصنيع ما يلزم من الطائرات. وفي نهاية الحرب، عادت كل براءة إلى أصحابها الأصليين، بالإضافة إلى جميع الحقوق والامتيازات.

المصدر: Eubank (1952).

رابطة منتجي الطائرات الألمانية

بُذلت في ألمانيا محاولاتٌ لإنشاءِ مجمع براءاتٍ لمنتجي الطائرات خلال الحرب العالمية الأولى من خلالَ رابطة منتجي الطائرات الألمانية. وقد تأسست هذه الرابطة في عام 1917، بالتوازي مع مركز المعلومات والنشر في مجال بحوث الطيران (*Auskunfts- und Verteilungsstelle für flugwissenschaftliche Arbeiten der Flugzeugmeisterei*) لتسهيل تبادل التكنولوجيات ذات الصلة بالطيران بين منتجي الطائرات الألمانية.[45] وكان على منتجي الطائرات الذين يريدون استخدام مكتب التوزيع أن يتطوّعوا بتكنولوجياتهم المسجلة الملكية لأعضاء الرابطة الآخرين.

وكان من المفترض أن تُنظِّم الرابطةُ مجمع البراءات، ولكنها كانت ضعيفة للغاية. وكان من عيوبها أنها لم تتمكن من إقناع يونكرز – وهو أحد رواد الطائرات في ألمانيا – بالانضمام ومشاركة براءاته.

وفي عام 1933، أجبرت الحكومة النازية يونكرز على تقديم براءاته إلى الرابطة. ومنذ ذلك الحين فصاعداً، كانت جميع البراءات المُودعة في مجال الطيران تخضع للترخيص الإجباري بحسب ما تقتضيه الضرورة. وعُيِّنت وزارة الطيران الألمانية بوصفها السلطة الوحيدة المعنية بإصدار لوائح الترخيص والرسوم اللاحقة.[46]

وفي حين أن مجمع البراءات هذا كان مفيداً في تبادل أحدث التطورات في مجال الطيران بين الشركات المصنعة الألمانية في الحرب العالمية الأولى (انظر الدراسة الإفرادية الألمانية في القسم الفرعي 2.1.2)، فمن الصعب تحديد تأثيره في مواصلة الابتكار في ألمانيا. وبعد الحرب العالمية الثانية، منعت قوات الحلفاء أي أنشطة تتعلّق بالطيران في ألمانيا، وصادرت جميع الوثائق التقنية المتعلقة بالطيران. وصارت أي تقنية خاصة بالطيران تُعلَن للعامة ويمكن استخدامها بحرية (انظر الإطار 1.2).

45. مكتب توزيع معلومات بحوث الطائرات.
46. Budrass (1998)، Byers (2002).

2.2 – المضادات الحيوية

"استطاع البشر في عام 1931 أن يحلّقوا عبر المحيطات وأن يتواصلوا تواصلاً آنياً في جميع أنحاء العالم. لقد درسوا فيزياء الكمّ، ومارسوا التحليل النفسي، وعانوا التسويق الجماعي، وعلقوا في الاختناقات المرورية، وتحدّثوا عبر الهاتف، وشيّدوا ناطحات سحاب، وأزعجتهم زيادة أوزانهم. وفي الدول الغربية، اتّسم الناس بالتهكّم والسخرية، بالجشع والانتشاء فرحاً وسروراً، بحبّ الأفلام وموسيقى الجاز. كانوا مغرمين بكل شيءٍ جديد، كانوا عصريّين تماماً في معظم نواحي الحياة. إلا أنهم كانوا لا يكادون يفوقون إنسان ما قبل التاريخ في جانبٍ مهمّ واحد على الأقل: كانوا بلا حول ولا قوة في مواجهة العدوى البكتيرية".

توماس هاجر،
الشيطان تحت المجهر، 2006

لقد أحدث اكتشافُ المضادات الحيوية في ثلاثينيات القرن العشرين ثورةً بكل المقاييس في مجال الصحة والممارسات السَّريريَّة والصناعة.[47] وأدى تطوير المضادات الحيوية إلى انخفاض حاد في معدل الوفيات، وزيادة إجمالية في متوسط العمر المتوقع في غضونِ فترة زمنية قصيرة جداً. ومن الجدير بالملاحظة والإعجاب انخفاضُ معدلِ الوفيات بسبب العديد من الأمراض المعدية في مناطق مختلفة من العالم في أعقاب ثورة المضادات الحيوية. وعلاوة على ذلك، أسهم أيضاً الانتشارُ العالمي لهذه العقاقير في تقارب متوسط العمر المتوقع بين البلدان وداخلها.[48]

1.2.2 – اكتشاف المضادات الحيوية وتطويرها ومساهمتها الاقتصادية

في إطار التعريف الواسع للمضادات الحيوية بأنها مواد كيميائية ذات خصائص ميكروبية، تبرز ثلاثة مضادات حيوية بوصفها الابتكارات الرئيسية الخارِقة حسب السرد التاريخي التالي ذكره[49]، ألا وهي عقاقير السَّلْفا في ألمانيا في الثلاثينيات؛ والبنسلين في المملكة المتحدة في الثلاثينيات، ولكنه أُنتج بكميّاتٍ كبيرة للمرة الأولى فيما بعد في الولايات المتحدة؛ والاستِرِبتومايسين في الولايات المتحدة في الأربعينيات.

ولا يكاد يشك أحد في أن عقارات السَّلْفا والبنسلين والاستِرِبتومايسين كانت من الابتكارات الكبرى الخارقة في القرن العشرين. وقد مُنحت نظير اكتشاف هذه العقاقير جوائز نوبل في الفسيولوجيا أو الطب إلى غيرهارد دوماك في عام 1939، وألكسندر فليمنغ، وإرنست تشين، وهوارد فلوري في عام 1945، وسلمان واكسمان في عام 1952. وعلاوة على ذلك، أسفرت هذه الابتكارات الباهرة عن سلسلة من الابتكارات التكميلية، بما في ذلك البنسلين شبه الاصطناعي، والسيفالُوسبورين، ومجموعة من المضادات الحيوية الواسعة الطَّيف.

الثلاثينيات – عقاقير السَّلْفا: فجر ثورة المضادات الحيوية

كان استحداث عقاقير السَّلْفا ردَّ فعلٍ على الخسائر الفادحة في أرواح الجنود خلال الحرب العالمية الأولى بسبب الأمراض المُعدية. فقد تسببت الأمراض المُعدية الناجمة عن العقديَّات، على وجه الخصوص، في العديد من الوفيات لدى جميع الأطراف خلال الحرب، فضلاً عن كثير من الأمراض التي أصابت المدنيين.[50]

وكان أول علاج فعال للأمراض المعدية الناجمة عن العقديَّات هو عقاقير السَّلْفُوَنَاميد – المعروفة أيضاً باسم عقاقير السَّلْفا – التي اكتُشفت في ألمانيا بعد الحرب العالمية الأولى. فمنذ أواخر القرن التاسع عشر، كانت الشركات الكيميائية الألمانية قد شرعت في تنمية القدرات في مجال إنتاج قَطِران الفحم، وهو مُنتَج ثانوي لعملية إنتاج الفحم وأصبح مصدراً مهماً للمواد الكيميائية الجديدة وأساساً تقوم عليه صناعة الأصباغ الاصطناعية. وفي وقت سابق، في عام 1910، كان الكيميائي الألماني بول إرليخ قد أثبت أنه يمكن استخدام مركبات من الأصباغ لقتل البكتيريا. ورغم أنه قد ثبت أن هذه المركبات سامة – وحلَّ البنسلين محلها في آخر الأمر – فإن العمل الذي قام به إيرليخ قد أثبت أن المواد الكيميائية الاصطناعية يمكن أن تعالج الأمراض. وهذا ما دفع غيره من الباحثين من الجامعات الألمانية والصناعات الكيمائية إلى البحث عن مواد كيميائية لعلاج الأمراض المعدية. وعثر باحثون من شركة "باير" الألمانية – بقيادة جيرهارد دوماك، مدير قسم علم الأمراض والجراثيم – على مجموعة من الأصباغ الآزويَّة التي حققت قدراً من النجاح في قتل البكتيريا في أنابيب الاختبار.

47. Mokyr (2002).
48. هذا القسم مستمد من Sampat (2015).
49. Bentley and Bennett (2003)، وBentley (2009).
50. Hager (2006).

وبحلول عام 1932، كان علماء شركة "باير" قد تمكنوا من تخليق شكل مختلف من أحد الأصباغ الآزويَّة عن طريق إضافة سلْفانيلامَيْد واختباره على الفئران، فوجدوا أن له تأثيرات قوية في علاج الأمراض المعدية الناجمة عن العقديَّات. وفي العام نفسه، كان عقار السَّلْفا الأول – المسمى ستربتوزون – يستخدمه المرضى بالفعل في المستشفيات المحلية. وفي عام 1935، أُعيدت تسمية هذا العقار باسم برونتوسيل، بعد أن أظهرت معلومات مستقاة من اختبارات شركة "باير" أنه لم يكن فعالاً في علاج الأمراض المعدية الناجمة عن العقديَّات فحسب، بل كان في علاج غيرها من الأمراض، بما فيها أمراض المكورات العنقودية وداء السيلان. وسرعان ما شرع باحثون في شتى أنحاء العالم في إجراء اختبارات مَعملية وسريرية بشأن البرونتوسيل باستخدام عينات من شركة "باير". ومن الميزات المهمة لهذا التطور الأصلي هو أنه أصبح أداة بحث، أيْ منصة للابتكار اللاحق. وتمكن باحثو شركة "باير" من صنع أدوية جديدة مضادة للعدوى عن طريق إضافة السَّلْفا إلى أحد الأصباغ الآزويَّة في المكان المناسب، فكان ذلك إيذاناً ببدء مجالٍ دوائيّ ثري بدرجة لا يصدقها عقل.[51]

وبحلول نهاية عام 1935، أنتج باحثون من معهد باستير في فرنسا – تحت إشراف الكيميائي الطبي إرنست فورنيو – نسخاً مشابهة من البرونتوسيل، والأهم من ذلك أنهم اكتشفوا أن السلْفانيلامَيْد النقي هو المسؤول عن التأثير العلاجي. وفتح هذا الاكتشافُ الباب لإجراء بحوث بشأن السلفا في شتى أنحاء العالم، فاكتشف العلماء بدائل جديدة لعلاج مجموعة من الأمراض المعدية. وقد أدى هذا بدوره إلى التطور السريع للأدوية المتعلقة بالسلفا. وبحلول نهاية عام 1937، كان السلفا النقي يُباع للمستهلكين دون وصفة طبية في الصيدليات المحلية بأكثر من 20 اسماً تجارياً، وبحلول عام 1945، كانت آلاف من بدائل أدوية السلفا الجديدة متاحة أيضاً.[52]

الأربعينيات – البنسلين: "الوصفة السحرية"

يعتبر اكتشاف البنسلين من أكثر الأمثلة التي يُستشهد بها على الاكتشافات العلمية التي حدثت "مصادفةً". ففي سياقِ دراسةٍ أُجريت برعاية مجلس البحوث الطبية في المملكة المتحدة، كان ألكسندر فليمنغ قد وضع طبقاً من البكتيريا العنقودية التي أصبحت ملوثة ببَوْغ من فطر عُرف بعد ذلك باسم المِكْنسيَّة المُعيَّنة. وخمَّن فليمينغ أن المادة الفُطْرِيّة حالت دون نمو البكتيريا. وفي عام 1929، نشر بحثاً عن آثار البنسلين.[53] ورغم أن هذا البحث لم يُولِ اهتماماً خاصاً بالفائدة السريرية أو الطبية، فإنه ذكر استخداماتٍ طبيّة ممكنة. وفي السنوات التي تلت ذلك، أجرى فليمنغ وزملاؤه في مستشفى سانت ماري في لندن عدداً قليلاً من التجارب على البشر، لكنها لم تحقق سوى نتائج مختلطة بسبب صعوبات إنتاج ما يكفي من البنسلين النقي لاختباره على نحو يفي بالغرض.[54]

وبدءاً من منتصف ثلاثينيات القرن العشرين، كان أحد المختبرات الموجودة في أكسفورد – بتمويل من مؤسسة روكفلر وبرئاسة هوارد فلوري وإرنست تشين – يعمل على المضادات الحيوية، مُستنداً إلى حدٍّ ما على نجاحات عقاقير السلفا.[55] وفي عام 1940، كان اهتمام حكومة المملكة المتحدة بطرق العلاج الجديدة للعدوى التي تنتشر في وقت الحرب مبعث تشجيع لفلوري وتشين ونورمان هيتلي، فنجحوا في تنقية البنسلين للمرة الأولى، مما أتاح إمكانية إجراء اختبارات سريرية صحيحة أثبتت أن البنسلين ناجعٌ بشكل لا يُصدَّق في علاجِ مجموعةٍ كبيرة من الأمراض المعدية.

وبعد إجراء الاختبارات الأولية، كان التحدي التالي يتمثل في إنتاج البنسلين على نطاق واسع. وفي عام 1941 تعاون فلوري وهيتلي مع أندرو موير وغيره من علماء وزارة الزراعة الأمريكية واستحدثوا وسيلةً لإنتاج كميات كبيرة من البنسلين. وبعد مرور عام، أقنعت الحكومةُ الأمريكية بعض الشركات بالمشاركة في الإنتاج. ومع أن تلك المشاركة اقتصرت في البداية على عدد قليل من الشركات، فإن الحكومة الأمريكية في نهاية المطاف ستشتري البنسلين من أي شركة ذات قدرات مثبتة. وانضم العديد من الشركات الأمريكية الكبرى إلى المشاركين في جهود إنتاج البنسلين إبان الحرب، بما في ذلك شركات فايزر و"سكويب" و"ميرك". وحققت هذه الجهود التي بُذلت إبان الحرب في الأربعينيات نجاحاً كبيراً، مما جعل الانتقال من المختبر إلى إنتاج كميات كبيرة يحدث في فترة زمنية قصيرة بشكل مثير للدهشة وأدى إلى زيادة معدل الإنتاج إلى مائة ضعف. ومن هذا الوقت فصاعداً، استخدمت الشركات العاملة في مجال إنتاج البنسلين قدراتها المكتسبة حديثاً لاستكشاف فرصٍ أخرى، لا سيما البحث عن مضادات حيوية جديدة.

51. انظر Hager (2006)، ص 137 و143، و Lesch (2007)، و Bentley (2009).
52. Hager (2006, p.196).
53. A. Fleming, *Br. J. Exp. Pathol.* 10 , 226 (1929).
54. Kingston (2000)، Wainwright (1990).
55. Neushul (1993).

وتطوّرت عقارات البنسلين الطبيعي خلال الحرب، وبعد ذلك بوقت قصير كانت لها بعض العيوب، منها صعوبة تناولها، واقتصار تأثيرها على كائنات حية معينة، ومقاومتها المتزايدة. وفي عام 1957، وضع جون شيهان، وهو متخصص في الكيمياء العضوية بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، أول تركيب كيميائي نقي للبنسلين بدعم مالي من مختبرات بريستول. وهذه العملية خلّقت أيضاً المُركّب الوسيط 6-APA. وفي الوقت نفسه تقريباً، توصّل تشين وعلماءٌ بشركة بيتشام غروب البريطانية إلى طريقة لفصل المركب 6-APA عن مرق التَّخمُّر. وأتاح فصل المُركّب 6-APA إمكانية تطوير أي هيكل بنسلين جديد يمكن تصوره.[56] وسرعان ما تعاونت شركة بريستول مع شركة بيتشام، لأن بيتشام كانت تحتاج إلى طريقة شيهان لصنع عقاقير بنسلين أخرى من المُركّب 6-APA وإلى القدرة التصنيعية التي تتمتع بها بريستول لزيادة قدرتها التصنيعية الخاصة بها. وأدى ذلك إلى إنتاج أول عقاقير بنسلين شبه اصطناعية، بما في ذلك الفينيثيسيلين، والأمبيسلين، والأموكسيسيلين. وبفضل هذه التكنولوجيا، استحدثت هاتان الشركتان وكثير من الشركات الأخرى بدائل محسنة عديدة من البنسلين لا تزال تُستخدم حتى الآن.

الخمسينيات والستينيات – الاسترِبتومايسين وغيره من المضادات الحيوية الواسعة الطَيف

كان هناك علماء آخرون لديهم اعتقاد قديم بأن بكتيريا التربة قد تكون مفيدةً في مواجهة المِكروبات الأخرى، حتى قبل أن يُطرح البنسلين في الأسواق بنجاح.[57] وفي عام 1939، وقّعت شركة "ميرك" اتفاقاً بحثياً مع سلمان واكسمان، كيميائي التربة بجامعة روتجرز، الذي كان يفحص بالفعل نوعاً محدداً من بكتيريا التربة، ألا وهي الفُطريّات الشُّعاعيَّة. وأتاح هذا الاتفاقُ لواكسمان الموارد اللازمة لفحص عينات من التربة وتقييم المضادات الحيوية الناتجة دوائيّاً، بالإضافة إلى الحصول على معدات واسعة النطاق لإنتاج أي اكتشافات واعدة. وفي عام 1943، عثر ألبرت كاتس – أحد تلاميذ واكسمان – على بكتيريا من عينات التربة ومصادر أخرى، وكانت هذه البكتريا فعالة في علاج مرض السل، وأطلق عليها اسم الاسترِبتومايسين. وبعد تجربة هذا الدواء على الحيوانات والبشر في السنوات التالية، أصبح متاحاً في الأسواق بحلول عام 1950.

وكانت للاسترِبتومايسين أهميةٌ كبيرةٌ لعدة أسباب. أولاً، لم يكن لعقاقير السلفا ولا البنسلين تأثيرٌ يُذكر في علاج مرض السل الذي كان لا يزال سبباً رئيسياً من أسباب المرض والوفاة في الخمسينيات. وإضافة إلى ذلك، ثبت أن الاسترِبتومايسين مفيدٌ في علاج أمراض أخرى كثيرة، منها الحُمَّى التِّيْفِيَّة، والطاعون الدَّبْلِيّ، والتهابات المسالك البولية. ولكن لعل الأهم من ذلك هو أن اكتشاف الاسترِبتومايسين لم يكن مجرد اكتشاف دواءٍ جديد فحسب، بل كان أيضاً اكتشافاً لأداةٍ بحثية جديدة مكَّنت العلماء من دراسة عينات التربة والمصادر الطبيعية الأخرى للمضادات الحيوية.[58]

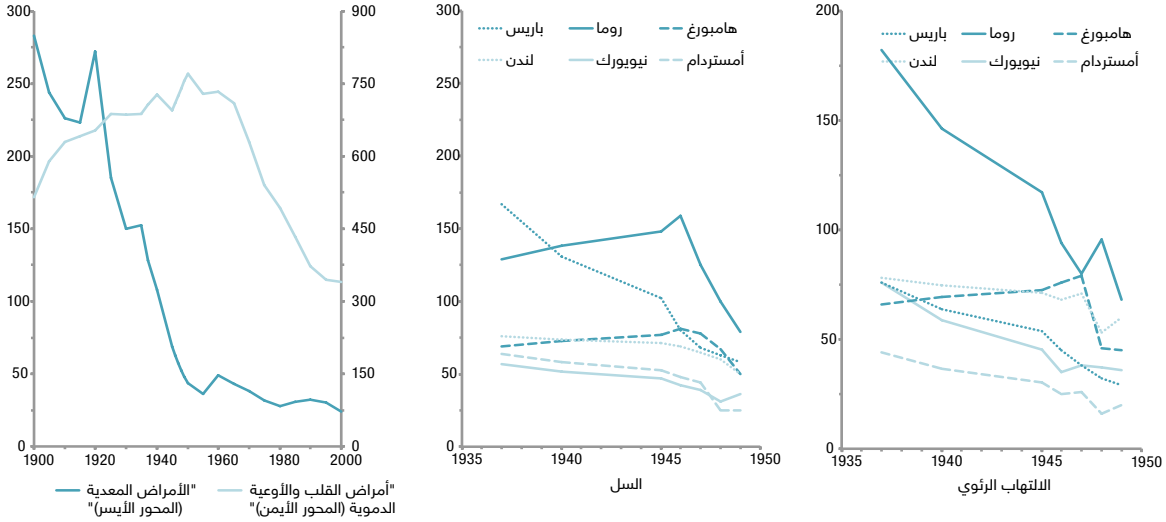
وبعد اكتشاف الاسترِبتومايسين، شرعت أيضاً شركاتٌ أخرى في دراسة عينات التربة بحثاً عن مضادات الميكروبات. وتحقّقت بعض النجاحات المبكرة منها الكلُورتَتْراسِكلين (1948)، والكلورامْفينيكول (1948)، والأوكسيتتراسيكلين (1950)، والتتراسيكلين (1955).[59] وكان هناك صنف مهم آخر من الأدوية التي اكتُشفت مبكراً ألا وهي أدوية السيفالوسْبورين (1964) التي اعتمدت على *الفطريات الرأسيَّة* *الأَبْواغ المَكْمُومَة* التي اكتشفها العالم الإيطالي جوزيبي بروتزو في بالُوعةٍ محلية. وكثير من هذه الأدوية تشتهر بأن لها طيفاً أوسع من طيف البنسلين، وبفوائدها الأخرى كذلك. وظلت تُستحدث أصناف أخرى من مضادات الجراثيم في السنوات التي تلت ذلك، مثل النتروإميدازول، والكلورامفينيكول، والكِينُولُون، وأحاديات الحلقة البيتالاكتاميَّة، وحمض أموكسيسيلين الكلافولانيك، والأميبينيم سيلاستاتين.

وفي أعقاب ثورة المضادات الحيوية، تشكلت صناعةٌ صيدلانيةٌ جديدةٌ اتّسمت بالابتكار في كثيرٍ من الوجوه، بما في ذلك تطوير أصناف جديدة من الأدوية، وإيجاد أدويةٍ جديدة فعالة في مواجهة أنواع مختلفة من البكتيريا أو لها آثار جانبية أفضل، وتحسين طريقة تناوُل الأدوية وتسهيل استخدامها.

56. Mann (2004).
57. Kingston (2004).
58. Temin (1980).
59. Landau *et al* (1999).

الشكل 4.2: كان للمضادات الحيوية تأثير كبير على صحة الإنسان

الوفيات الناجمة عن الأمراض المعدية مقارنةً بأمراض القلب والأوعية الدموية وفي مناطق جغرافية مختلفة



المصدر: Cutler et al (2006)، وAchilladelis (1993).

المساهمة الاقتصادية للمضادات الحيوية

لا يكاد يشك أحد في أن المضادات الحيوية كان لها تأثير إيجابي قوي على صحة البشر. ففي الفترة من عام 1937 إلى عام 1943، أحدثت عقاقير السلفا انخفاضاً حاداً في معدل الوفيات الناجمة عن مجموعة من الظروف، مثل وفيات الأمهات، والالتهاب الرئوي، والحمى القرمزية.[60] وارتفع متوسط العمر المتوقع بوجه عام في الولايات المتحدة إلى ما بين 8 و16 في المائة خلال هذه الفترة. وأدى اكتشاف السلفا والبنسلين إلى حدوث انخفاض ملحوظ في معدل الوفاة بسبب الأمراض المعدية في الولايات المتحدة، فقد وصلت معدلات الوفيات الناجمة عن شتى الأمراض المعدية إلى مستواها الحالي بحلول عام 1960.[61] وتوجد أدلة أيضاً على الانخفاض العالمي الحاد في معدل وفيات السل والالتهاب الرئوي بعد ثورة المضادات الحيوية.[62] ولا ريب أنّ هناك عوامل أخرى ساهمت أيضاً في حدوث هذا التراجع، منها تحسين التغذية والصحة العامة وغيرهما. ومن جهة أخرى، أدت المضادات الحيوية إلى تسهيل أشكال أخرى من العلاج – مثل الجراحة أو علاج سرطان – وهكذا ساعدت على إحراز تقدم في مواجهة أمراض أخرى أيضاً.[63] وعلى أي حال، يعتبر نزوع معدل الوفاة بسبب العديد من الأمراض المعدية نحو الانخفاض في مناطق مختلفة من العالم بعد ثورة المضادات الحيوية أمراً لافتاً للنظر (انظر الشكل 4.2).

وكانت أنماط الانتشار متفاوتةً، كحال كثير من التكنولوجيات الجديدة. ولكن الانتشار العالمي لهذه الأدوية في نهاية المطاف ساعد على تقارب متوسط العمر المتوقع.[64] فقد انتشرت عقاقير السلفا على نطاق واسع في جميع أنحاء أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية بعد اكتشاف هذه العقاقير بوقت قصير نسبياً. وكانت لكل من الأمم المتحدة والحكومة الأمريكية برامج لتوزيع البنسلين والاستربتومايسين على الصعيد العالمي. وكذلك موَّلت الأممُ المتحدة إنشاء مصانع جديدة، منها مصانع في الصين وتشيكوسلوفاكيا وإيطاليا وبولندا ويوغسلافيا وغيرها.[65]

ومن الصعب، بوجه عام، تحديد القيمة الاقتصادية الدقيقة لمنافع التكنولوجيات الطبية الجديدة، ولكن المساهمة الاقتصادية للمضادات الحيوية في النصف الأول من القرن العشرين كانت كبيرة بالتأكيد. وتشير بعض التقديرات إلى أن قيمة الزيادات التي حدثت في متوسط العمر المتوقع خلال هذا الوقت تساوي تقريباً مكاسب الرفاه المتحققة من نمو نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة نفسها.[66]

60. Jayachandran *et al* (2010).
61. Cutler *et al* (2006).
62. Achilladelis (1993).
63. Le Fanu (2011).
64. Acemoglu and Johnson (2007).
65. FTC (1958).
66. Nordhaus (2002).

ولا شك أن الأثر غير المسبوق الذي أحدثته المضادات الحيوية في صحة الإنسان قد أثّر في النمو الاقتصادي من خلال زيادة القوى العاملة وتراكم رأس المال البشري. وقد أثّر الانتشار العالمي للمضادات الحيوية، كما ذكرنا، في متوسط العمر المتوقع، مما أدى إلى حدوث زيادةٍ كبيرة في الحجم الكلي للقوى العاملة، وربما أيضاً في المشاركة في سوق العمل.[67] وإضافة إلى ذلك، أثّر تحسُّن الظروف الصحية في نوعية العمل. فتحسُّن الظروف الصحية المرتبطة بالمضادات الحيوية أدى إلى زيادة توفر فرص العمل على المدى القصير، مما أثّر بدوره في إنتاجية العمل. ولا بد أن تحسُّن صحة الأطفال قد أثّر كذلك في الحضور المدرسي وفي قدرات التعلم، وكذلك في تحسين إنتاجية العمل على المدى الطويل.[68]

ومن النتائج المترتبة على الانتشار المتميز للمضادات الحيوية وأثرها الاقتصادي تزايد القلق إزاء السلالات البكتيرية المقاومة فيما يتعلق باستخدامها المنهجي ليس فقط في مجال صحة الإنسان.

2.2.2 – منظومة ابتكار المضادات الحيوية

كان لمنظومة الابتكار المحيطة بكل اكتشاف لمضاد حيوي دورٌ رئيسيٌّ في الحثّ على الابتكارات. فجميع الروايات التاريخية تقول إن الجهود العلمية القوية السابقة – التي بذلت معظمها المؤسسات الأكاديمية العامة – أرست أسس التطوير التجاري اللاحق للمضادات الحيوية. وبالمثل، أثّرت العوامل الخارجية – مثل الحرب – تأثيراً كبيراً في حوافز الابتكار العامة والخاصة في هذه الصناعة. وعلى نحوٍ مماثل، حددت الثورة الشاملة للمضادات الحيوية اتجاه منظومة ابتكار المضادات الحيوية اللاحقة والأدوية بوجه أعم. فلم تتأثر بيئة الابتكار بالاكتشافات الجديدة ذاتها فحسب، بل تأثرت أيضاً بالتطوير التجاري لتلك الاكتشافات، مما وجَّه كلا من هيكل الصناعة والإطار التنظيمي إلى ما نراه في أيامنا هذه.

دَفعة من العلم وتوقف الحرب

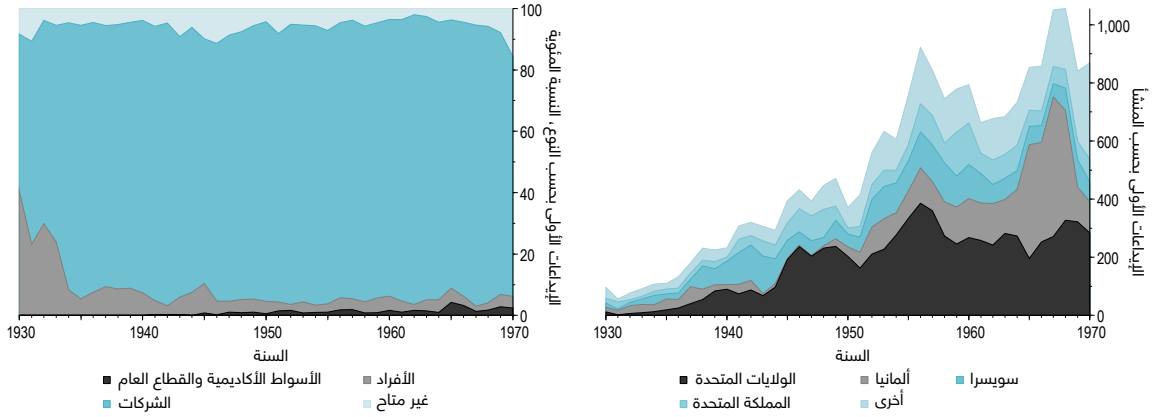
في حالة المضادات الحيوية الثلاثة جميعها، استفادت الابتكارات اللاحقة من العلوم الموجودة مسبقاً، مما يدل على وجود روابط قوية بين العلم والصناعة. وتنوّعت القنوات التي أسهم الأكاديميّون من خلالها في الابتكار الصناعي، بدءاً "بمجرد" القيام بالبحوث الأساسية، مروراً باستحداث أفكار وليدة واصلت الصناعة تطويرها، وصولاً إلى العمل مع الدعم الصناعي لتطوير منتج محتمل. وتنوّعت أيضاً القنوات التي انتقلت من خلالها البحوث الأكاديمية إلى الصناعة، فكان من ضمنها النشر، والاستشارات، وتنقّل اليد العاملة. ومُنحت الشركات بعض تراخيص البراءات، ولكن بطريقةٍ مختلفة تماماً عما هو شائع اليوم.

وكما هو حال العديد من الابتكارات الخارقة الأخرى في التاريخ، كان وقت توقف الحرب حافزاً مهماً للتغيير، وكان للمشتريات العسكرية وأنشطة البحث والتطوير الدفاعية دور خاص في تطوير التكنولوجيات ذات الأغراض العامة.[69] وكانت الحرب، بطرق شتى، عاملاً حاسماً في تطوير العقاقير المتعلقة بكل من السلفا والبنسلين. ففي حالة السلفا، فقدت شركة "باير" السيطرة على براءاتها وعلاماتها التجارية الأمريكية نتيجةً لاستيلاء الحكومة الأمريكية عليها، مما دفعها بشكلٍ غير مباشر إلى البحث عن منتجات كيميائية اصطناعية جديدة لتحل محل هذه الخسائر.[70] وفيما يخص البنسلين، أدت الحكومة دوراً أكثر مباشرةً في تحفيز الابتكار، بسبب الحاجة الملحة لعلاج فعّال خلال الحرب العالمية الثانية، مما أدى إلى برنامجٍ هائل للتطوير والإنتاج في الولايات المتحدة.

67. Acemoglu and Johnson (2007).
68. Bhalotra and Venkataramani (2012).
69. Rosenberg (1969) and Ruttan (2000, 2006).
70. Hager (2006).

الشكل 5.2: الوجه المتغير لابتكار المضادات الحيوية

الإيداعات الأولى المتعلقة بعقاقير السلفا والبنسلين والاستربتومايسين حسب النوع والمنشأ الجغرافي لمودع الطلب، من 1930 إلى 1970



المصدر: الويبو بناء على قاعدة بيانات المكتب الأوربي للبراءات (PATSTAT) (انظر الملاحظات التقنية).

والطريف في كلتا الحالتين هو أن وقت تعطل الحرب والضرورة المُلحّة ساهما بلا شك في الحاجة إلى الابتكار، إلا أن كلا الابتكارين اعتمدا على العلوم الموجودة مسبقاً. بل على العكس، ربما تكون الحرب قد حفزت على الاستغلال الأسرع للعلوم القائمة الممولة من القطاع العام. وليس من السهل، بطبيعة الحال، تحديد مقدار هذه "الدَّفعة العلمية" تحديداً دقيقاً. إلا أنه عند إلقاء نظرةٍ على بيانات البراءات التاريخية يتضح أن بإمكان المرء أن يقرن ما يقرب من ثلث اختراعات المضادات الحيوية في أوائل ثلاثينيات القرن العشرين بمخترعين من خارج الصناعة (انظر الشكل 5.2). ومن المرجح أن يكون ذلك أقل من الواقع، لأنّ الاكتشافات العلمية لا تؤدي دائماً إلى مخرجات قابلة للحصول على براءة – كما هو الحال مع فليمنغ – وحينما تسفر عن مخرجات قابلة للحصول على براءة، فإن المؤسسات الأكاديمية قد لا تكون قد ظهرت بصفة مودع الطلب لأن هذه الممارسة كانت أقل شيوعاً عما هي عليه اليوم.

من الاكتشاف إلى الإنتاج الواسع النطاق والاستغلال التجاري

كان دور القطاع الخاص في جلب المضادات الحيوية إلى السوق كبيراً. فكانت الشركات الخاصة مسؤولة عن زيادة الإنتاج وإنشاء قنوات تجارية لنشر العقاقير الجديدة. وهذا يشمل أيضاً الإنتاج الواسع النطاق والتوزيع في المرحلة التجريبية. وعلاوةً على ذلك، قدّمت هذه الشركات، في كثير من الحالات، دعماً مالياً للاكتشافات العلمية. والسلفا هي أوضح مثال على هذه المشاركة، فقد تولّت شركة "باير" رعاية البحوث، ونفّذتها داخل مبانيها.[71]

ولم يقتصر دور القطاع الخاص على تطوير الاكتشاف، بل كان معنياً أيضاً بالابتكار اللاحق. على سبيل المثال، كانت الجهات المعنية الرئيسية المستفيدة من منصة السلفا – حتى من دون صبغ آزوي – هي شركات الكيماويات التي كانت لديها خبرة في مواد الصباغة، وأكثرها من ألمانيا وسويسرا.[72] ويوضح الشكل 5.2 نمطاً متزايداً للبراءات المتعلقة بالسلفوناميد والبنسلين والاستربتومايسين التي كان مُودِعوها من ألمانيا وسويسرا والولايات المتحدة في المقام الأول – ومعظمهم شركات خاصة – حتى بعد عقود من الاكتشافات الأولية.

ومع ذلك، فإن البنسلين مثالٌ على مدى الجهد الذي يمكن أن يُبذل ليجني المستخدمون النهائيون فوائد اكتشاف علمي. وكما ذكرنا آنفاً، كان أحد التحديات الرئيسية في تطويرِ أدوية ذات صلة يتمثل في إنتاج كميات كبيرة من البنسلين النقي بعائد مربح. ومن الطريف أنه بعد تخليق البنسلين النقي، يبدو أن فلوري وتشين ناقشا الفكرة مع عدد من شركات الأدوية البريطانية – بما فيها شركة جلاكسو وشركة إمبريال كيميكال إندستريز – ولكن هذه الشركات لم تكن تمتلك القدرة على إنتاج كميات كبيرة من البنسلين، وكان ذلك يرجع جزئياً إلى القصف بالقنابل في وقت الحرب ومخاوف بشأن غزوٍ ألماني محتمل.[73] وواجهت الحكومة الأمريكية صعوبة في إقناع شركات القطاع الخاص بالمشاركة في جهود الإنتاج، حتى بعد أن استحدث علماء وزارة الزراعة الأمريكية عملية الإنتاج الواسع النطاق. فمن أجل إقناعهم، كان عليها أن تقوم بتنسيق الاختبارات السريرية، وتمويل نقل القدرات والمعدّات، ودعم البحوث الجامعية التي تهدف إلى التغلب على العقبات التقنية التي تحول دون زيادة الإنتاج، وتعزيز تبادل المعلومات التقنية.[74]

71. Hager (2006).

72. Achilladelis (1993).
73. Wainwright (1990).
74. Neushul (1993).

وفي أعقاب التوسع في إنتاج البنسلين في وقت الحرب، تغيّرت صناعة المستحضرات الصيدلانية تغيّراً تاماً بعد أن أصبحت الشركات تُجري عملية البحث والتطوير داخلياً وأضفت عليها الطابع الرسمي. وتحولت الشركاتُ إلى مؤسساتٍ متكاملة رأسياً بها شُعَب للبحوث والتصنيع والمبيعات، وأصبحت تركّز على اكتشاف العقاقير وصنعها واستغلالها تجارياً. وأصبحت البراءات والعلامات التجارية، إلى جانب التسويق المكثف، جوانب أساسية لنموذج الأعمال التجارية. وكانت هناك أيضاً وفورات كبيرة نتيجة التوسع في الإنتاج، مما شجع على التركّز.[75] والدخول السريع للشركات بعد الابتكار الأولي في البنسلين في أثناء الحرب العالمية الثانية وبعدها أعقبه دخولٌ أبطأ بكثير بعد ذلك، ثم خروجُ كثيرٍ من الشركات فيما بعد.[76] وكانت الشركات الأولى التي دخلت هذه الصناعة تُنتج جزءاً كبيراً من البنسلين في السبعينيات، مما يشير إلى زيادة عائدات البحث والتطوير. وأدى تطوير عقاقير البنسلين الاصطناعي إلى تسهيل دخول مجموعةٍ جديدة من الشركات، رغم أن أقوى الشركات كانت لا تزال متربّعة على عرش السوق. وكان لا يزال يوجد عدد كبير نسبياً من مُورِّدي الاستربتومايسين، ولكن الأدوية التي أُدخِلت في وقتٍ لاحق لم يكن لها عادةً سوى مورّد أو بضع مورّدين في كل سوق.

الابتكارات الفارقة والإطار التنظيمي

في بداية تطوير المضادات الحيوية، لم يكن يوجد بعدُ أي متطلبات للاختبارات الواسعة النطاق. وأدى حدوث سلسلة من الوفيات المرتبطة ببعض أدوية السلفا الأولى في الولايات المتحدة إلى إقرار قانون الغذاء والدواء ومستحضرات التجميل لسنة 1938، الذي منح إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) سلطات لتنظيم مأمونية الأدوية وفعاليتها.[77] وغيَّر القانون أموراً عدة، منها أن أسند إلى الأطباء مهمة وصف الأدوية التي يحتاجها المرضى، بدلاً من بيعها دون وصفة طبية. وفي الخمسينيات والستينيات، ساهمت تقارير العيوب الخلْقيّة الناجمة عن عقار الثاليدوميد وازدياد التسويق المكثف في حدوث موجةٍ جديدةٍ من التنظيم. وكان أحد الشواغل الجديرة بالذكر في مجال المستحضرات الدوائية هو الإفراط في وصف تركيبات ثابتة الجرعات من المضادات الحيوية الموجودة مثل البنسلين والاستربتومايسين. فقد كانت الشركات تُسوِّق هذه التركيبات على نطاق واسع ولم يكد يوجد دليل على فعاليتها، مما ساهم في المقاومة البكتيرية.[78] وكان التشريع يهدف، من بين إصلاحات أخرى، إلى إيجادِ معيارٍ للفعالية في إدارة الغذاء والدواء الأمريكية لضمان أن الأدوية الجديدة تؤدي مفعولها، ولزيادة المنافسة.[79] وفي عام 1962، ساعد القانون المعدّل المُسمى تعديل كافوفر هاريس على تحديث إدارة الغذاء والدواء من خلال فرض ضرورة إجراء تجارب سريرية عشوائية قبل الموافقة على الدواء.

وقد عزز معظم البلدان الأوروبية أيضاً تنظيم الموافقة على منتجاتها منذ ستينيات القرن العشرين. وكان قانون الأدوية البريطاني لسنة 1971 أقرب نظير للولايات المتحدة، ولكن ظَلّ التنظيم في أماكن أخرى في أوروبا أضعف مما كان عليه في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة. ففي ألمانيا، حتى في أعقاب مأساة الثاليدومايد، كانت توجد معارضة قوية لتنظيم العقاقير، وكان هناك اعتقاد بأن صناعة الأدوية يمكن أن تنظم نفسها بنفسها. وكانت المتطلبات في فرنسا واليابان وإيطاليا أيضاً أقل بكثير من نظيرتها في الولايات المتحدة. وكان هناك اختلاف كبير في اللوائح الوطنية المُنظِّمة للأدوية عبر أوروبا حتى تسعينيات القرن العشرين على الأقل.[80]

والتغييرات التنظيمية التي حدثت في أواخر الثلاثينيات في الولايات المتحدة ساعدت بالتأكيد على إغلاق كثير من متاجر التجزئة التي كانت تبيع عقاقير ذات جودة منخفضة، وأدّت إلى البحث عن بدائل للسلفا تكون أكثر أماناً وأقل سمّية. واللوائح الأكثر صرامة التي طُبقت في الستينيات والسبعينيات في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة كان لها أيضاً تأثير في هيكل الصناعة، فقد أجبرت الشركات الأضعف وذات الطابع الدولي الأقل على الخروج من السوق. وأدّت هذه التغييرات إلى زيادة تكلفة تطوير الأدوية والحصول على موافقة عليها، وربما تسببت أيضاً في عقاب الشركات الأقل ابتكاراً. ولا شك أنها، على أي حال، غيَّرت استراتيجيات التسويق التي اتّبعتها شركات الأدوية في العقود التي تلت ذلك. وعلاوة على ذلك، تمثّلت إحدى التبعات الأخرى للوائح في تقوية العلاقات بين الجامعات والقطاع الصناعي، لأنّ التجارب السريرية المتطوّرة المتزايدة الاحتياجات استلزمت النفاذ إلى مستشفيات قادرة على تصميمها وتنفيذها.[81]

3.2.2 – المضادات الحيوية ونظام الملكية الفكرية

أدّت الملكية الفكرية أدواراً متنوعةً في تاريخ شتى المضادات الحيوية، ويوجد كثير من الأدلة المبنية على نوادر شخصية التي تثبت إمكانات حماية الملكية الفكرية وحدودها. ويمكن للمرء أن يلاحظ عدة حالات مُنحت فيها براءات اختراع لاكتشافات علمية وأساليب إنتاج، ولكن بإمكانه أيضاً أن يلاحظ الكثير من الحالات الأخرى التي لم تُمنَح فيها براءات. وقد خضعت العلامات التجارية أيضاً، ولا تزال تخضع، لانتفاعٍ منهجي، وغالباً ما تم تجاهلها ولم تُقدَّر حق قدرها. علاوةً على أن الابتكارات الفارقة في المضادات الحيوية قد أثّرت في نظام الملكية الفكرية، شأنها في ذلك شأن الجوانب التنظيمية الأخرى، على الأقل بقدر ما حثّ النظامُ على الابتكار.

75. Temin (1979, 1980).
76. Klepper and Simons (1997).
77. Temin (1979, 1980).
78. Podolsky (2015).
79. Carpenter (2014).
80. Vogel (1988)، وMcKelvey *et al* (2004)، وCarpenter (2014).
81. McKelvey *et al* (2004).

الاستيلاء على الابتكار من خلال البراءات

يتمثل أحد أهداف نظام البراءات في تعزيز الابتكار عن طريق استملاك الاختراعات. ويبدو أن ذلك قد قدَّم لشركة "باير" ما يلزم من حوافز لتطوير عقاقير السلفا. وفي 25 ديسمبر 1932، أودعت شركة "باير" البراءة الأولى المتعلقة بأحد عقاقير السلفا – بعنوان "عمليات لإنتاج مركبات آزويَّة" –التي صدرت في عام 1935.[82] ولم يشرع على الفور دوماك وغيره من العلماء في شركة "باير" في تسجيل براءة اختراع هذا المركّب فحسب، بل بدأوا أيضاً في اكتشاف وتسجيل جميع المركبات ذات الصلة التي أدت مفعولها. وبحلول الستينيات، كانوا قد أودعوا أكثر من 50 براءة جديدة تتعلق بعقاقير السلفا. وشاعت ممارسة تسجيل البراءات وانتشرت بالفعل على نطاق واسع في القطاع الكيميائي الألماني. ففي الفترة من عام 1905 إلى عام 1915، أودعت شركة هويشت الألمانية للكيماويات ما لا يقل عن 20 براءة على أساس بحوث إرليخ. وكان معظمها براءات طرق صنع، لأن ألمانيا لم تكن تسمح – مثل معظم البلدان الأخرى في ذلك الوقت – بتسجيل براءات للمنتجات في مجال المستحضرات الصيدلانية.[83] ومن الناحية العملية، لم تحصل شركة "باير" على براءة للجزيء، بل لمنصة البحوث التي تجمع بين الأصباغ الآزويَّة والسلفونياميدات، التي أصبحت غير مهمة بعد الاكتشاف الخاص بمعهد باستور.

وعلى العكس من ذلك، يُنظر عادةً إلى قصة البنسلين على أنها إحدى القصص التي لم يكن للبراءات فيها دور تحفيزي كبير، لأنه لم تكن توجد براءات لاكتشاف البنسلين النقي أو تخليقه.[84] وقد أشار البعض إلى أن عدم قيام فليمينغ بتسجيل براءة اختراع للبنسلين كان أحد الأسباب التي جعلت البنسلين يستغرق وقتاً طويلاً كي يُستغل تجارياً، إلا أن آخرين رفضوا هذا الزعم بحجّة أن نطاق ما ذكره فليمينغ في أبحاثه كان أضيق من أن تُمنَح عنه براءة اختراع. وكذلك يذهب البعض إلى أنه حتى لو كان فريق أكسفورد قد طلب الحماية بموجب براءة، فإن النتيجة كان ستكون غير مؤكدة لأسبابٍ عديدة: منها أن فطر البنسلين كان منتجاً طبيعياً، وأن براءات المنتجات في مجال المستحضرات الدوائية لم تكن قد بدأت في المملكة المتحدة حتى عام 1949، وأن فريق البحث كان قد كشف عن عملية التخليق في منشور قبل أن يصبح الفريق راغباً في تسجيل براءة لها.

وعلى أي حال، لم توفر بعض البراءات الحمايةَ لعملية إنتاج البنسلين بكميات كبيرة. وفي عام 1944، تَقدَّم موير وروبرت كاغهيل بطلب للحصول على براءة "لطريقة إنتاج كمياتٍ أكبر من البنسلين"، ومُنحت البراءة في عام 1947، وتم التنازل عنها لوزارة الزراعة الأمريكية.[85] وعدم الإقرار بفضل المُعاونين البريطانيين أصبح في نهاية المطاف مصدراً للجدل في المملكة المتحدة، حيث زعم بعض الباحثين البريطانيين أيضاً أن الباحثين الأمريكيين قد خصخصوا اكتشافاً عاماً. وعلى أي حال، فإن الاعتقاد بأن المملكة المتحدة قد خسرت في معركة البنسلين قد دفع باحثين بريطانيين إلى أن يكونوا أميل إلى تسجيل براءات اكتشافات طبية أخرى في وقت لاحق.[86] ومن الجدير بالذكر أيضاً أنه في الوقت نفسه تقريباً، تقدم كثير من الشركات البريطانية والأمريكية – مثل شركة ماي آند بيكر، وشركة جلاكسو، وشركة إيلي ليللي، وشركة ميرك – للحصول على براءات تتعلّق بعملية إنتاج البنسلين.

أما أهمية البراءات في التحفيز على تطوير مضادات حيوية لاحقة فهي أوضح. فالبحث عن هذه المضادات الحيوية كان يتعلّق صراحةً بتطويرِ جزيئات حصرية جديدة في عصرٍ أدّتْ فيه المنافسةُ السعرية على الجيل الأول من المضادات الحيوية إلى جعل الصناعة غير مُربِحة. وعلى وجه الخصوص، أسفر هذا النهج الجديد عن اكتشاف الاستربتومايسين، رغم أن الملكية الفكرية المتعلقة به أصبحت في نهاية المطاف محمية بطريقة غير تقييدية نسبياً. فالبحث الذي أدّى إلى اكتشافه أُجري بموجب اتفاقٍ أُبرم بين ميرك وواكسمان بهدف اكتشاف مضادات حيوية من شأنها أن تحصل على براءة مقابلَ تقديم الدعم لأنشطة البحث والتطوير وللتجارب السريرية. وفي عام 1945، أودع واكسمان وكاتس أول براءة تتعلق بالاستربتومايسين، وتم التنازل عن البراءة لمؤسسة روتغرز للبحوث والأوقاف في عام 1948.[87] وكان ذلك، من الناحية العملية، يعني أن جزيء الاستربتومايسين كان محمياً بموجب براءة – وإن لم يكن من قِبل شركة ميرك – في حين أن منصة البحوث ظلّت في الملك العام. ويذهب بعض العلماء إلى أن هذا الوضع كان ضرورياً لتعزيز الابتكار اللاحق.[88] فإمكانية منح براءاتٍ لمنتجاتٍ طبيعية إلى جانب الحرية في استخدام الأساليب للبحث عنها أدّتا إلى زيادة آفاق قابلية استصدار براءات لكثير من المضادات الحيوية التي تلت ذلك، ليس أمام ميرك وحده بل أمام الصناعة برمّتها.[89]

82. البراءة DE 607 537.
83. لم يتغير هذا القانون إلا في عام 1968 في ألمانيا. وكذلك لم يُسمح ببراءات المنتجات في المملكة المتحدة إلا في عام 1949، وفي فرنسا في عام 1967، وفي إيطاليا في عام 1978. انظر Dutfield (2009).
84. Bentley (2009).
85. البراءة US 2,423,873.
86. انظر Wainwright (1990). على سبيل المثال، أودع فلوري براءةً في عام 1952 بشأن عملية إنتاج السيفالوسبورين التي كانت تستند إلى اكتشاف بروتزو (البراءة US 2,883,328).
87. البراءة US 2,449,866.
88. Temin (1980)، وMerges and Nelson (1990).
89. Kingston (2001).

وتعكس حالة البنسلين الاصطناعي أيضاً تغير دور البراءات في صناعة المضادات الحيوية. فوفقاً لرواية شيهان، كان الأمل المرجوّ من براءات البنسلين الاصطناعي بعد الحرب أهم بكثير بالنسبة إلى شركات الأدوية من الأمل الذي كان مرجوّاً من البنسلين الطبيعي خلال الحرب. وفي عام 1957، أودع شيهان – الذي كان اسمه مُدرَجاً بالفعل ضمن المخترعين في أكثر من 10 طلبات براءات تتعلّق بالبنسلين والاستربتومايسين في شركة ميرك – براءةً في الولايات المتحدة بشأن البنسلين الاصطناعي. وفي العام نفسه، أودعت مجموعة بيتشام طلب براءة تتعلق بالبنسلين الاصطناعي في المملكة المتحدة، ومُنحت هذه البراءة في عام 1960.[90] وذكرت مجموعة بيتشام أنه لولا حوافز الحماية الممنوحة بموجب البراءات لما كان القرار الأصلي بتوسيع نطاق بحوث الأدوية ليشمل البنسلين شبه الاصطناعي لِيُتَّخذ، وما كان العمل الأساسي الذي أدى إلى اكتشاف البنسلين الجديدة وتطويره ليحدث.[91]

العلامات التجارية – وسائل الاستملاك الأخرى

كانت شركة "باير" لا تزال تستطيع تحقيق عائدات كبيرة من أدوية السلفا، حتى من دون براءات قابلة للإنفاذ بعد الاكتشاف الخاص بمعهد باستور. فقد ضمنت "باير" ميزتها التنافسية باستخدام وضعها الممتاز، واسمها التجاري، ومبيعاتها القوية. وقد ثبت أن شهرة اسمها التجاري الذي تحميه العلامات التجارية استراتيجيةٌ مجزيةٌ لشركة باير على وجه الخصوص، وللصناعة بوجه أعم.[92] فقد سوّقت شركة باير أدوية السلفا الخاصة بها في البداية باسم ستريبتوزون وبعد ذلك باسم برونتوسيل، وبرونتيلين، وبرونتالبين.

وبدأت الشركات تستخدم العلامات التجارية بشراسة في محاولة لتعزيز مراكزها السوقية وإطالتها، على نحوٍ يشبه إلى حدٍّ بعيد ما قام به الألمان مع أدوية السلفا. وكان هذا الأمر بالغ الأهمية حينما كانت توجد داخل الفئة منافسة كبيرة تمارس ضغطاً على أسعار المضادات الحيوية الأولى.[93] وبحلول عام 1954، كان هناك أكثر من 100 مضاد حيوي مطروح في أسواق الولايات المتحدة بأكثرٍ من 600 اسم تجاري، ومن الواضح أن ذلك قد أحدث لبساً كبيراً لدى الأطباء.[94] وفي هذا الصدد، بدأت الشركات تستثمر في التسويق الذي يستهدف الأطباء. فاستثمرت معظم الشركات الكبرى أموالاً طائلة في توسيع أفرقة المبيعات بها. ونتيجة لذلك، أصبح التسويق والمبيعات لا يقل أهمية عن البحث والتطوير بالنسبة إلى شركات الأدوية. فقد أنفقت الشركات نحو ثلث إيرادات مبيعاتها في المتوسط على التسويق، ولكنها أنفقت أقل من السدس على أنشطة البحث والتطوير.[95]

الإفصاح والتعاون والنشر

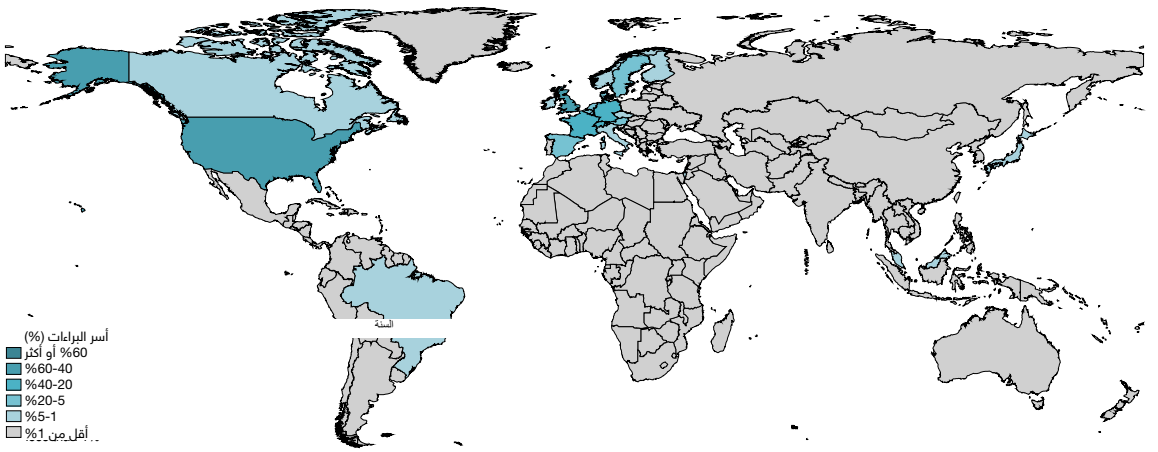
يتمثل أحد الأهداف الأخرى لأي نظام براءات في تعزيز الإفصاح. فتشير بعض روايات تطوير السلفا إلى أن شركة "باير" كانت لديها مخاوف بشأن عواقب الإعلان عن الاختراع، مما جعلها تتأخر في التقدم للحصول على براءة حتى اكتُشفت بدائل أخرى من السلفا. ولم تكن توجد أي وسيلة لحماية الموضوع إلى الأبد، لأن أعمالها السابقة أشارت بالفعل إلى أن أي عدد من مشتقات صبغ الأزو يمكن أن يكون فعالاً كالأدوية. ولم تكن شركة "باير" تستطيع تسجيل جميع تلك المشتقات، ولكن تأخرها في تقديم الطلب منحها وقتاً للعثور على أفضلها واستصدار براءة له.[96] وبعد صدور البراءة الأولى، نشر دوماك مقالاً عن الاكتشاف وأعلنت عنه شركة باير على نطاق أوسع من أجل إجراء التجارب، بما في ذلك الإعلان عنه للمستشفيات.[97] ومع ذلك، يبدو أن شركة باير، نظراً لمخاوفها بشأن الهندسة العكسية، سعت جاهدةً لتفادي الإفصاح الكامل فيما كتبته عن البراءات. وأوضح نشرُ براءة السلفا الرئيسية كيفية استنساخ الاستربتوزون، على الأقل بعبارات غامضة.[98] وبغض النظر عما إذا كان المصدر هو المنشور العلمي أو وثيقة البراءة، فإن الإفصاح مكّن في نهاية المطاف باحثين من معهد باستور من اختبار السلفانيلاميد والتعرّف عليه، وهو جزيء معروف بالفعل، باعتباره العنصر الرئيسي. ولا شك أن الإفصاح والابتكار اللاحق المبني على البراءات القائمة قد حفّزا على الاكتشاف، مما جعل براءات باير عديمة القيمة.

وتوفير إطار للإفصاح سهَّل التعاون أيضاً. فإن البراءات، حسب روايات الباحثين الرواد أنفسهم، سمحت للأوساط الأكاديمية والصناعة بالتعاون لإنتاج بنسلين شبه اصطناعي مبكر. فكان أحد دوافع شيهان للحصول على براءة هو أن يكون قادراً على التعاون بحرّية أكبر مع مختبرات بريستول.[99] وبالمثل، فإن الحماية الممنوحة بموجب البراءة سمحت لبيتشام بإقناع بريستول بأن يتبادلا الدراية العملية في التصنيع. وللأسف، توقف هذا الجهد التعاوني في نهاية المطاف، وحدث نزاع قانوني طويل بشأن مَنْ له حق الأولوية في المركب 6-APA، شيهان أم مجموعة بيتشام. وتمت تسوية هذا النزاع لصالح شيهان في عام 1979. والتعاون البحثي بين روتغرز وميرك الذي أدى إلى اكتشاف الاستربتومايسين، كما سبق أن ناقشنا، كان مدعوماً أيضاً بحقوق البراءات.[100]

90. البراءة GB 838,974.
91. Taylor *et al* (1973)، ص 259.
92. Dutfield (2009).
93. Temin (1979, 1980).
94. Welch (1954).
95. Achilladelis (1993).
96. Hager (2006).
97. G. Domagk (1935) in *Dtsch. Med. Wochenschr,* 61, p.573.
98. Hager (2006).
99. Sheehan (1982).
100. ومع ذلك، كان هناك جدل بشأن مَنْ يستحق أن يُنسَب إليه الفضل في الاكتشاف، وأن يحصل على الإتاوات أيضاً، أهو واكسمان أم كاتس. وانتهى هذا الجدل بحكم صدر عن محكمة أمريكية في عام 1950 لصالح كاتس.

الشكل 6.2: طُلب توفير حماية محدودة للمضادات الحيوية بموجب البراءات خارج الولايات المتحدة والمملكة المتحدة

نسبة أسر البراءات في جميع أنحاء العالم التي طلب مودعو الطلبات حمايتها في بلد معين، قبل عام 1970



المصدر: الويبو بناء على قاعدة بيانات المكتب الأوربي للبراءات (PATSTAT) (انظر الملاحظات التقنية).

انتشرت جميع هذه الاختراعات الخارقة بسرعة وبتكلفة منخفضة داخل البلدان الصناعية، مما يوحي بأن البراءات لم تعترض طريقها. ولم يكن المركب الأساسي لعقاقير السلفا قابلاً للحصول على براءة بعد الاكتشاف الفرنسي، كما ذكرنا، ويبدو أن الأمر نفسه ينطبق أيضاً على البنسلين الذي اكتشفه فليمينغ. وعدم قابلية الحصول على براءة ساعد على تحفيز الانتشار الواسع النطاق. وفي حالة الاستربتومايسين، وافق ميرك على ترخيصه على نطاق واسع تحت ضغط من واكسمان وروتغرز. علاوة على أن براءات المنتجات لم تكن متوفرةً على نطاق واسع حتى في البلدان المتقدمة قبل أواخر الستينيات، ولم تسمح معظم البلدان النامية بمنح براءات للمنتجات الصيدلانية إلا بعد اتفاق جوانب حقوق الملكية الفكرية المتصلة بالتجارة (اتفاق تريبس) في عام 1995.[101] وذكر العديد من العلماء أنه على الرغم من هذا، استغرق انتشار المضادات الحيوية الخارقة في البلدان النامية وقتاً طويلاً.[102] وعلاوة على ذلك، لا يزال كثير من الأمراض المعدية التي تعالجها يمثل مشاكل حتى في أيامنا هذه، حينما تكون البراءات قد انتهت صلاحيتها بالتأكيد. وبإلقاء نظرة على التسلسل التاريخي لبراءات المضادات الحيوية يتضح أن هذا لم يكن حال البلدان النامية فقط (الشكل 6.2). فإن نسبة كبيرة من البراءات المودعة قبل السبعينيات طلبت الحماية في المملكة المتحدة والولايات المتحدة فقط، مما أتاح إمكانية الوصول إلى معظم الاختراعات في ولايات قضائية بها كثير من الشركات المتنافسة مثل ألمانيا وفرنسا وسويسرا واليابان.

التطور المشترك لنظام البراءات مع العلم والصناعة

إن ثورة المضادات الحيوية أوجدت صناعة الأدوية في نواح كثيرة، وأحدثت أيضاً تغييرات جذرية في هذه الصناعة في السنوات التي تلت ذلك. فالابتكارات الخارقة الأولية، كما أشرنا في معرض مناقشة المضادات الحيوية الواسعة الطيف آنفاً، قد أدرَّت أرباحاً وأوجدت قدراتٍ استُخدمت فيما بعد في البحث عن مضادات حيوية أخرى وغيرها من الأدوية. وهذا البحث اللاحق ركَّز صراحةً، في جميع فئات الأدوية، على التوصل إلى اختراعات قابلة للحصول على براءات من أجل الاستئثار بإنتاجها. وكان ذلك بدعم من شركات كبيرة متكاملة رأسياً ونشطة في مجال البحوث. وأصبح التقاضي بشأن البراءات والتسابق على البراءات أكثر شيوعاً. وكانت الأدوية تُسوَّق تسويقاً هائلاً فور حصول الشركات على البراءات. وحثَّ هذا النموُ الذي شهده التسويق، إلى جانب المخاوف بشأن الاستخدام غير المناسب وارتفاع الأسعار، على وضع لوائح دوائية جديدة يُعتقد أنها أدّت بدورها إلى زيادة تكاليف تطوير الأدوية، وربما أيضاً زيادة أهمية الحماية بموجب البراءات.

101. Deere (2008).
102. Cutler et al (2006).

ومن الدروس المستفادة من الابتكارات الخارقة أن العلم والتكنولوجيا والقانون واستراتيجيات الشركات تتطور معاً. وهذا يجعل من الصعب جداً استنباط ما للبراءات وحقوق الملكية الفكرية الأخرى من دور سببيّ في الابتكار. فمن الصعب أن نحدّد كيف كان تطور المضادات الحيوية الخارقة سيحدث في حالة وجودة براءات أضعف أو أقوى. ولكن الأمر الأوضح بكثير هو أن ثورة المضادات الحيوية ساعدت على إنشاء الصناعة الصيدلانية الحديثة التي تعتمد بشدة على البراءات، من خلال إيجاد قدرات وأرباح نتج عنها الابتكار اللاحق، ومن خلال صياغة قوانين البراءات، ومعايير البراءات، واستراتيجيات البراءات الخاصة بالشركات.

وكان الاستربتومايسين أحد السوابق التي أدت إلى حدوث تغييرات في قانون البراءات الأمريكي. ففيما مضى، كان يلزم وجود "إشارة تدل على عبقرية خلاقة" لإثبات قابلية استصدار براءة اختراع. وهذا المعيار من شأنه أن يحول دون منح براءات لكثير من المضادات الحيوية التي جرى تطويرها من خلال تقنيات معروفة. فحوَّل قانونُ البراءات لسنة 1952 شرطَ "العبقرية الخلاقة" إلى شرط "عدم البداهة" الذي ربما سهَّل الحصول على براءات من جهود روتينية واسعة النطاق في البحث والتطوير.[103] وحذت بلدان أخرى حذوه فسنَّت شرط عدم البداهة أو شرط "الخطوة الابتكارية"، بما في ذلك اليابان في عام 1959، والسويد في عام 1967، وفرنسا في عام 1968، والمملكة المتحدة في عام 1968.[104] وكان منحُ براءةٍ لمادةٍ مركبةٍ سابقةً مهمةً في صناعة الأدوية، مثلما كان ظهور شرط عدم البداهة.

وفي الوقت نفسه تقريباً، أُدخلت تغييرات أخرى في التشريعات الأمريكية بهدف وضع معيارٍ للفعالية في الإدارة الأمريكية للغذاء والدواء من أجل ضمان أن الأدوية الجديدة تؤدي مفعولها وللقضاء على ظاهرة منح براءات للأدوية المُقلِّدة والأدوية المُركَّبة ذات الجرعات الثابتة.[105] واشتمل أيضاً المشروع الأصلي لقانون كافوفر المُعدّل على أحكام بشأن الترخيص الإجباري، مما سمح في المقام الأول بدخول السوق في ثلاث سنوات مقابل إتاوات معقولة. ولعل هذه التعديلات التي أُدخلت على اللوائح التنظيمية كان مردّها مخاوف بشأن الآثار السلبية لاحتكار براءات المضادات الحيوية، ولكنها من الأسباب التي يُستشهد بها كثيراً لتفسير اكتساب الحماية بموجب البراءات أهميةً أكبر في قطاع المستحضرات الدوائية من القطاعات الأخرى. فالتجارب تؤدي، من جهةٍ، إلى حدوث زيادة كبيرة في تكاليف البحث والتطوير، مما يحتم إطالة أمد البراءات من أجل استرداد الاستثمارات. ومن الجهة الأخرى، تؤدي ضرورة إجراء التجارب إلى تصعيب التحايل على البراءة: فبإمكان المرء أن يُحدِث تغييراتٍ بسيطةً في جُزيء ما لتحسينه، ولكن طرح هذا الجُزيء المُعدَّل في الأسواق أمر مُكلِّف لأنه يتطلب إجراء تجارب جديدة باهظة الثمن.

وكانت المؤسسات الأكاديمية قبل سبعينيات القرن العشرين متردّدة في المشاركة بنشاط في أنشطة استصدار البراءات والترخيص، لا سيما للتكنولوجيات المتعلقة بالصحة.[106] ففي جميع الحالات التي نوقشت تقريباً، كان الأكاديميون تساورهم المخاوف إلى حد ما من استصدار براءات للتكنولوجيات المتعلقة بالصحة العامة. وكانت المؤسسات الأكاديمية متردّدة في ذلك على نحو مماثل. على سبيل المثال، لم تكن المؤسسة التي تنازل لها شيهان عن البراءة الخاصة بالبنسلين الاصطناعي هي معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، بل "مؤسسة البحوث" – وهي أحد وكلاء نقل تكنولوجيات الغير وتأسست في عام 1912 – التي تناولت براءات أكاديمية لكثير من المؤسسات في فترة ما بعد الحرب. ولم تكن المؤسسات الأكاديمية متردّدة في الانخراط في ترخيص البراءات فحسب، بل إنها حينما فعلت ذلك، كما في حالة الاستربتومايسين، كانت تميل إلى تبني نهجٍ واسع النطاق وتفضيل المنافسة الأكبر. وفي الولايات المتحدة، أصبحت المؤسسات الأكاديمية أقل عزوفاً عن المشاركة في استصدار براءات للاختراعات الطبية وترخيصها في العقود التي تلت ذلك. فمن خلال مجموعة من التطورات التي بلغت ذروتها بقانون بايه-دول لسنة 1980، أيَّدت السياسة الاتحادية منح براءات وتراخيص استئثارية لنتائج البحوث الطبية العامة. ولا يزال من غير الواضح ما إذا كان التركيز على منح البراءات والتراخيص قد أثَّر في أنواع التفاعل الأخرى بين الجامعات والصناعة وقنوات نقل التكنولوجيا التي كانت مهمة للابتكارات الخارقة، وكيفية هذا التأثير.[107]

ويوجد قلق متزايد، كما ذُكر في القسم الفرعي 1.2.2، بشأن سلالات البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية. ويرى البعض أن هذا سيؤثر بشكل كبير في حوافز تطوير مضادات حيوية جديدة، وسيدفع إلى إدخال تغييرات على الإطار المؤسسي والتنظيمي المتعلق بصناعة الأدوية، بما في ذلك احتمال إدخال تغييرات على نظام البراءات.[108] ولكن لم يتضح بعدُ كيف ستحدث هذه الديناميكيات.

103. Dutfield (2009)، وKingston (2004).
104. Kingston (2001).
105. Carpenter (2014).
106. Mowery and Sampat (2001a, b).
107. Mowery *et al* (2004).
108. Outterson *et al* (2007)، وSo *et al* (2011)، وJaczynska *et al* (2015).

3.2 – أشباه الموصلات

"ستُسفر الدوائر المتكاملة عن عجائب مثل الحواسيب المنزلية ... وأدوات التحكم الآلي في السيارات، وأجهزة الاتصال المحمولة الشخصية. وساعة اليد الإلكترونية لا ينقصها سوى شاشة لتكون قابلةً للتنفيذ اليوم."

غوردون مور،
المؤسس المشارك لشركة إنتل، 1965

شبه الموصل هو مادة لا توصل الكهرباء إلا في ظروف معينة. وهذه الخاصية تجعله وسيلةً جيدةً للتحكم في التيار الكهربائي، وتسمح لأجهزة أشباه الموصلات بتبديل التيار الكهربائي وتضخيمه وتحويله. ويرجع أصل تطور صناعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والاقتصاد الرقمي الحالي إلى تكنولوجيا أشباه الموصلات. وأدى اختراع أشباه الموصلات إلى الانتشار السريع للحواسيب الكبيرة والحواسيب الشخصية اللاحقة لها، مما أدى بدوره إلى المعالجة الآلية لمعلومات صناعات بأكملها، ومؤسسات مثل المستشفيات والمدارس ووسائل النقل والمنازل.[109]

1.3.2 – تطور أشباه الموصلات ومساهمتها الاقتصادية

استُخدمت عبارة "شبه موصل" لأول مرة من قِبل ألساندرو فولتا في عام 1782 حينما كان يجري تجارب بشأن الخصائص الكهربائية للمواد. واعتمدت الطفرة التكنولوجية التي أحدثتها أشباه الموصلات على سلسلة من الاكتشافات العلمية والاختراعات التكنولوجية، وبلغت ذروتها باختراع معالج البيانات الدقيق، الذي يقع في صميم أي حاسوبٍ شخصي أو جهازٍ ذي قوة معالجة.

ويمكن تقسيم تاريخ أشباه الموصلات إلى أربع فترات تاريخية: الصمامات المُفرَّغة، والترانزستورات، والدوائر المتكاملة، والمُعالِجات الدقيقة. والمُعالِجات الدقيقة تتكوّن، ببساطة، من عدد كبير من الدوائر المتكاملة التي ليست سوى مجموعات من الكثير من الترانزستورات المتصلة على شريحة رقيقة.

الصمامات المُفرَّغة (1900 – 1945): إرساء الأسس العلمية لأشباه الموصلات

بعد أكثر من قرن من البحث العلمي، حصل جاغاديش بوس في عام 1904على البراءة الأولى لجهازٍ استغلّ خصائص أشباه الموصلات في الكشف عن موجات كهرومغناطيسية لاستخدامها في الراديو.[110] وفي عام 1908، سجَّل لي دي فورست براءة اختراع الصمام الثلاثي الأقطاب، وهو جهاز لاكتشاف الإشارات اللاسلكية الضعيفة وتضخيمها.[111] واستُخدمت هذه الأجهزة أيضاً بوصفها مُقَوِّمات لتحويل التيار المتردّد إلى تيار مستمرّ. وقدَّمت الحرب العالمية الأولى حافزاً قوياً على تطوير أجيالٍ جديدة من أجهزة التضخيم وإنتاجها على نطاق واسع. وأدى تزايد حركة الاتصالات الهاتفية إلى وجودِ طلبٍ إضافي على أجهزة التضخيم.[112] وبعد الحرب، عزّزت أجهزةُ التضخيم القائمة على الصمّامات المُفرَّغة تطوّرَ الهاتف والراديو والحواسيب.

إلا أن الصمّامات المُفرَّغة نتج عنها عددٌ من القضايا التقنية. فقد احترق المعدن الموجود في الصمّامات، وكانت الصمّامات كبيرةً جداً، ولا يمكن الاعتماد عليها، وكانت تستهلك كميةً كبيرةً من الطاقة. وفي أثناء الحرب العالمية الثانية، طالبت القوات العسكرية، خاصةً في الولايات المتحدة، بكمياتٍ كبيرة من أجهزة الاستقبال الراداري ذات الجودة الفائقة. وفي غضون ذلك، في المملكة المتحدة، أدّت الاحتياجات والجهود العسكرية في حديقة بلتشلي إلى تطوير أول حاسوب إلكتروني قابل للبرمجة، وكان اسمه كولوسوس.

ورغم أن الصمّامات المُفرَّغة كانت أكثر موثوقية وسمحت بتطبيقات أكثر مما سمحت بها التكنولوجيات السابقة، فإن عيوبها ازدادت وضوحاً مع الإنتاج الصناعي، مما شكّل تحدياً بحثياً مهماً.

الترانزستورات (1945 – الخمسينيات): من اختراع بيل إلى الابتكار الذي قامت به شركات (منافسة)

بعد الحرب، أصبحت مختبرات بيل للهواتف – وهي شركة تابعة للشركة الأمريكية للهاتف والتلغراف (AT&T) – إحدى القوى الرائدة للابتكار المستقبلي في هذه الصناعة. وفي ديسمبر 1947، أعلن بيل عن اختراع الترانزستور – مُصادفةً – على يد فريق بحثي بقيادة ويليام شوكلي. وبعد ذلك بفترة وجيزة، ترك شوكلي مختبرات بيل لينشئ شركته الخاصة، مختبر شوكلي لأشباه الموصلات. وكان للترانزستورات دورٌ حاسمٌ في تطوير الأجهزة الإلكترونية. فصِغَرُ حجمِها، وانخفاض الحرارة المتولدة منها، وارتفاع موثوقيتها، وانخفاض احتياجاتها من الطاقة سمح بتصنيع دوائر كهربائية معقّدة بالغة الصغر مثل التي تحتاجها الحواسيب.

109. هذا القسم مستمد من Hoeren (2015a).

110. البراءة US 755,840.
111. البراءة US 879,532.
112. Levin (1982).

وكان الباحثون الأوربيون والشركات الأوروبية على قدر كافٍ من التقدم التكنولوجي جعلهم قادرين على تطوير الترانزستورات وإنتاجها. وفي أغسطس 1948، تقدَّم عالما الفيزياء الألمانيان هربرت ماتارى وهاينريش يلكر من شركة "فرن ايه سينيو وستنغهاوس" (Freins et Signaux Westinghouse) في فرنسا بطلبٍ للحصول على براءة اختراع "الترانزستور". وكان بحثهما مستقلاً عن البحث الذي قامت به مختبرات بيل ومتزامناً معه. وبعد أسبوع واحد فقط من إعلان بيل، أنتجت شركة فيليبس في هولندا ترانزستوراً صالحاً للعمل، وسرعان ما لحقت بها شركة طومسون هيوستن من فرنسا، وشركة جنرال إلكتريك، وشركة ستاندرد تليفونز آند كيبولز في المملكة المتحدة.[113]

وأدى تعاقُبُ المنتجات وطرائق الصنع المُبتكَرة إلى تحسين الترانزستور الأول، مما أدى في النهاية إلى اختراع الترانزستور المستوي على يد جون هورني. وكان هورني قد غادر لتوّه مختبر شوكلي لأشباه الموصلات ليُنشئ مختبر فيرتشايلد لأشباه الموصلات.

الدوائر المتكاملة (الستينيات): صعود الشركات الفردية الناشئة وقانون مور

استُحدثت الدوائر المتكاملة – خليفة الترانزستور – وسُجِّلت براءة اختراعها في عام 1959 على يد جاك كيلبي في شركة تكساس إنسترومنتس وروبرت نويس في شركة فيرتشايلد لأشباه الموصلات، كل منهما بمعزل عن الأُخرى.[114] وأجري في أوروبا بحث مستقل كان يقود العلماء في اتجاه مماثل. وفي عام 1952، كان الفيزيائي البريطاني جيفري وليام أرنولد دامر يخامره نفس إحساس كيلبي. وبناء على فكرته، أنتجت شركة بليسي البريطانية أول نموذج لدائرة متكاملة في العالم.

وكان سعر الدائرة المتكاملة منافساً مقارنةً بالترانزستورات المنفصلة، مما كفل الانتشار السريع للتكنولوجيا وخصوصاً استخدامها في وحدات المعالجة المركزية لأغراض عسكرية أو في الشركات الكبيرة، واستخدامها بعد ذلك بفترة طويلة في الحواسيب الكبيرة في الشركات والمختبرات. وأصبح هدف صناعة أشباه الموصلات هو مواصلة تصغير حجم الدوائر المتكاملة وزيادة قدرتها الحسابية. وكان غوردون مور، أحد مؤسسي شركة فيرتشايلد لأشباه الموصلات وشركة إنتل، قد تنبأ في عام 1965 بأن يتضاعف عدد الترانزستورات الموجودة على الشريحة الواحدة كل 12 شهراً – ثم عاد بعد ذلك وقال كل 24 شهراً –، وقد ثبتت صحة نبوءته بوجه عام في العَقْد الذي أعقب ذلك، وهو ما يُعرَف حتى يومنا هذا بقانون مور.

المعالجات الدقيقة (من السبعينيات إلى التسعينيات): استخدام أشباه الموصلات في الحواسيب الشخصية

أدت المعالجات الدقيقة إلى ظهور الحواسيب الشخصية، فانتشر استخدام الحواسيب في المنازل والشركات الصغيرة. وكانت المعالجات الدقيقة أكثر تعقيداً بكثير من الدوائر المتكاملة. فقد كانت الشريحة الواحدة تتضمن أكثر من 100000 مُكوِّن وبوابة.

وقد ادّعت كل من شركة تكساس إنسترومنتس وشركة إنتل أنها صنعت أول معالج دقيق بين عامي 1970 و1971. وابتداءً من السبعينيات، صنع المنتجون اليابانيون معالجات دقيقة وأنتجوا كميات كبيرة منها، وهو ما أصبح يمثل تحدياً مهماً لشركة إنتل ومعظم الشركات الأمريكية (انظر القسم 3.3.2).

وفي غضون ذلك، أدت طرائق الصنع المُبتكَرة واستحداث أدوات التصميم المُحَوسَبة إلى انفصال مهمة تصميم منتجات الشرائح الدقيقة عن التصنيع. وهذه الابتكارات المهمة مكَّنت الشركات من أن تتخصص. وأتاحت أيضاً فرصةً سوقيةً– خصوصاً في آسيا – لشركات جديدة تتولى إنتاج كميات كبيرة من الشرائح الرخيصة المستخدمة في أجهزة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في جميع أنحاء العالم.

المساهمة الاقتصادية لأشباه الموصلات

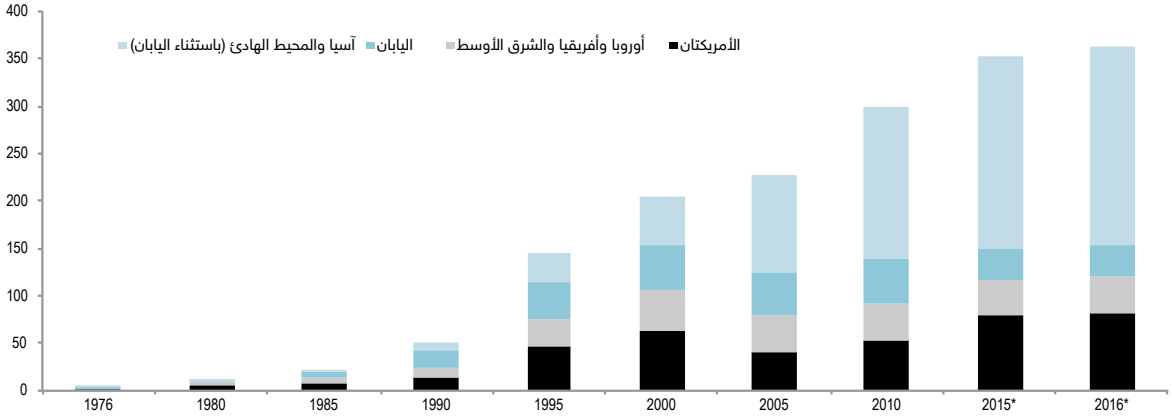
كان لأشباه الموصلات تأثيرٌ اقتصادي كبير مستمر حتى وقتنا الحاضر. فقبل السبعينيات، كانت تُستخدم أجهزة أشباه الموصلات لتوليد التيار الكهربائي والتحكم فيه وللكشف عن الإشارات اللاسلكية. وبدأت صناعات شتى، مثل النقل والكيماويات والألمنيوم، تستخدم أجهزة أشباه الموصلات، فحققت مكاسب إنتاجية ضخمة. وفي وقت لاحق، أدت أشباه الموصلات إلى تطور صناعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مما أدى أيضاً إلى نمو كثير من الصناعات الأخرى.

ولا تزال صناعة أشباه الموصلات نفسها تنمو منذ أكثر من أربعة عقود. ويُقدَّر حجم السوق العالمية لأشباه الموصلات بمبلغ 347 مليار دولار أمريكي في عام 2015، بعد أن كان 3 مليارات دولار أمريكي تقريباً في عام 1976 (انظر الشكل 7.2). وكان نمو الطلب في البداية يأتي من الحواسيب والأجهزة الإلكترونية الاستهلاكية. أما في الوقت الحاضر، فإن السيارات والأجهزة اللاسلكية هي التي تدفع النمو.[115]

113. Malerba (1985).
114. فاز كيلبي بجائزة نوبل في الفيزياء عام 2005 عن اختراعه الخارق.
115. WSTS (2015).

الشكل 7.2: زادت مبيعات أشباه الموصلات العالمية زيادةً سريعةً، مع وجود اختلافات كبيرة بين الأقاليم

مليار دولار أمريكي، الأسعار الحالية، 1976-2016



ملاحظات: المناطق هنا حسب تعريف إحصاءات التجارة الدولية في أشباه الموصلات (WSTS). *تقديرات.

المصدر: الويبو بناءً على تقرير الفواتير التاريخية وإحصاءات التجارة الدولية في أشباه الموصلات (2015) WSTS.

وحدث خلال هذه الفترة تحولٌ جغرافيٌ مهمٌ في إنتاج أشباه الموصلات. ففي عام 1976، صدر ما يقرب من 70 في المائة من الشحنات عن الولايات المتحدة الأمريكية، و20 في المائة عن أوروبا، و5 في المائة عن اليابان. وفي عام 1990، انخفضت حصة الولايات المتحدة إلى نحو 30 في المائة، في حين أن حصة اليابان زادت إلى 40 في المائة. ومنذ ذلك الحين، تراجعت حصص الولايات المتحدة وأوروبا واليابان جميعها، وأصبحت منطقة آسيا والمحيط الهادئ بمجملها – وبشكل رئيسي تايوان (المقاطعة الصينية) وجمهورية كوريا – تمثل ما يقرب من 60 في المائة من المبيعات في عام 2015.

وأدى استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وشبكة الإنترنت إلى تغيير شكل الصناعات القائمة وأوجد صناعات أخرى جديدة تماماً – بما في ذلك في مجال تجارة التجزئة والتوزيع والطاقة والمالية والنقل والصحة؛ فإن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تؤثر في طريقة تعلم الناس وسفرهم وعملهم وتفاعلهم الاجتماعي.

وقد عمل الاقتصاديون على قياس المساهمة الأوسع لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النمو الاقتصادي (انظر القسم 2.1 والإطار 1.2 في الفصل السابق من هذا التقرير). وحدّدوا ثلاث قنواتِ نموٍّ ظهرت بمرور الوقت.[116]

أولاً، يسهم الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تعميق رأس المال الإجمالي.[117] ثانياً، يحفز التقدم التكنولوجي في صناعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على نمو الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج في الصناعات المُنتِجة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وتزداد جودة الشرائح وسرعتها باطراد بينما تنخفض تكلفتها، مما يزيد انتشارها بشكل كبير.[118] ثالثاً، تؤدي زيادة استخدام الحواسيب في جميع قطاعات الاقتصاد إلى زيادة الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج على مستوى الاقتصاد ككل بعد مرور وقت طويل، وذلك على غرار التكنولوجيات الأخرى ذات الأغراض العامة. وتصبح الشركات والمعاملات أكثر كفاءة بفضل تأثيرات الربط الشبكي أيضاً، ما دامت استثمارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مقرونةً بابتكاراتٍ في التنظيم وطرائق الصنع.

وتؤكد الدراسات التجريبية وجود جميع قنوات النمو الثلاثة، ولكن مع بعض المحاذير، خصوصاً فيما يتعلق بالقناة الثالثة. وهناك إجماع على أنّ قطاع إنتاج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات قد أسهم منذ منتصف تسعينيات القرن العشرين إسهاماً كبيراً في نمو الإنتاجية في العديد من البلدان ذات الدخل المرتفع.[119] وفي الولايات المتحدة، كان إسهام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في نمو إنتاجية اليد العاملة واضحاً بالفعل من منتصف سبعينيات القرن العشرين (انظر الإطار 2.1). وفي الواقع، ظلت استثمارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تؤثر إيجابياً في نمو القيمة المضافة إلى أن حدثت الأزمة الاقتصادية الأخيرة وما بعدها.[120]

116. OECD (2004)، وVan Ark and Inklaar (2005).

117. Stiroh (2002).
118. Jorgenson (2001).
119. Jorgenson and Stiroh (2000)، و Colecchia and Schreyer (2002).
120. Van Ark (2014).

وإضافةً إلى ذلك، تثبت معظم الدراسات التي أُجريت في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين في الولايات المتحدة وبعض البلدان الأخرى ذات الدخل المرتفع وجود تأثيرٍ قوي لمكاسب الكفاءة في استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، مُقارنةً بالقطاعات المنتجة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، لا سيما قطاع الخدمات.[121]

ولم تجنِ جميع البلدان بعدُ هذه الثمار التي نتجت عن استثمارات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وثمة قلق من أنّ الزيادة الإنتاجية التي أسفرت عنها تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لم تحدث على نطاقٍ واسع في أوروبا أو اليابان كما هو الحال في الولايات المتحدة.[122] ويشير بعض الدراسات أيضاً إلى أنّ الآثار الإنتاجية المترتبة على تعميق رأس مال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في البلدان ذات الدخل المرتفع ربما تكون قد وصلت الآن إلى ذروتها (انظر القسم 5.1).[123]

وقد بدأت أشباه الموصلات تنتشر في الاقتصادات الناشئة، انتشاراً سريعاً في بعض الأحيان. فالصين، في عام 2015، هي أكبر سوق لأشباه الموصلات، تليها الهند، ثم الاتحاد الروسي، ثم البرازيل.[124] وفي بعض الاقتصادات المنخفضة والمتوسطة الدخل أيضاً، أحدثت بالفعل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تأثيرات مهمة في زيادة كفاءة الأسواق، عن طريق إيجادِ خدماتِ دفعٍ جديدة أو التحفيز على مواصلة الابتكار مثلاً. ولا شك أنّ هذهِ الإمكانات الكامنة في الاقتصادات النامية أبعد ما تكون عن النفاد. فمن حيث إنتاج أشباه الموصلات، تحتضن اقتصاداتٌ مثل الصين وماليزيا وتايوان (المقاطعة الصينية) وعددٌ قليلٌ من الاقتصادات الآسيوية الأخرى بعضاً من أكبر أنشطة التجميع والتصنيع. أما من حيث ابتكار أشباه الموصلات، فإنّ معظم الأنشطة ذات القيمة المضافة الأكبر مثل تصميم الشرائح لا تزال تحدث في البلدان ذات الدخل المرتفع – ما خلا بضعة استثناءات، منها الصين وبعض البلدان الأخرى في آسيا وأمريكا اللاتينية، لا سيما الأرجنتين والبرازيل وكوستاريكا.

2.3.2 – منظومة ابتكار أشباه الموصلات

تطوّرت منظومة ابتكار أشباه الموصلات تطوراً كبيراً على مر الزمن، مما انعكس بوجهٍ خاص على الانتقال من الابتكار المبكر والاستغلال التجاري الأول إلى الإنتاج الواسع النطاق والانتشار. وكان لنظام الابتكار في كل منطقةٍ من المناطق الجغرافية الرئيسية الثلاث، ألا وهي الولايات المتحدة وأوروبا واليابان، هيكلٌ مُتميِّز للغاية أضاف مساهمته الخاصة إلى الابتكار والانتشار.

وفي الولايات المتحدة، هيّأت مجموعة سيليكون فالي الظروف اللازمة لظهور الشركات المتخصصة واستمرارها إلى جانب الشركات الراسخة الكبيرة. وفي اليابان، حققت الشركات الكبيرة – التي قامت في الأصل على تكنولوجيا مرخصة من الولايات المتحدة – إنتاجاً أرخص وواسع النطاق، وأدخلت ابتكارات على المستويين التكنولوجي والتنظيمي على حد سواء. وفي أوروبا، استطاعت الشركات أن تحقق مركزاً تنافسياً قوياً للصناعات الاستهلاكية في مجال أشباه الموصلات بفضل وجود نظام قوي للبحوث الأساسية، وهيمنة الشركات الكبرى – والجهود السياسة الصناعية لإنشائها والحفاظ عليها – والتركيز على الأسواق الاستهلاكية.

واعتمدت جميع مراحل ابتكار أشباه الموصلات، لا سيما المرحلة المبكرة حتى ستينيات القرن العشرين، اعتماداً كبيراً على المساهمات في العلوم الأساسية والروابط بالبحوث العامة والجامعية. وإضافةً إلى ذلك، حثّ الانتشار السريع للمعرفة على الابتكار العالمي.

واستفاد ابتكار أشباه الموصلات استفادةً كبيرةً من الدعم الحكومي والسياسات الحكومية – في شكلِ طلبِ أجهزةِ أشباهِ الموصلات وشرائها – ومن السياسات الصناعية والتجارية.

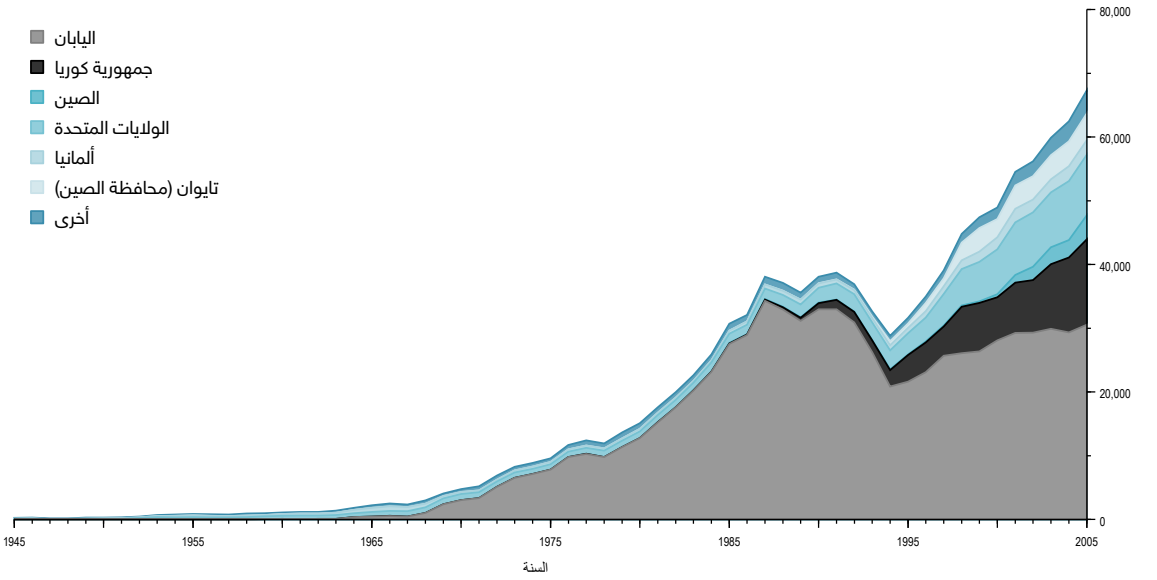
التَّركُّز المبكر في الولايات المتحدة وأوروبا والانتشار في آسيا

حدث معظم ابتكارات أشباه الموصلات في مجموعات تجارية قليلة. ففي الولايات المتحدة، أصبحت مجموعة سليكون فالي في منطقة خليج سان فرانسيسكو مرادفةً لريادة الأعمال في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ولحالة النشاط، والابتكار. وفي اليابان، ظهرت طوكيو ومنطقة أوساكا-كوبي بوصفها مجموعات تجارية مهمة في مجال أشباه الموصلات.[125]

121. Jorgenson and Stiroh (2000)، وPilat and Wölfl (2004)، وBosworth and Triplett (2007)، وOECD (2015).
122. Colecchia and Schreyer (2002)، وJorgenson and Motohashi (2005)، وvan Ark (2014).
123. Gordon (2012)، وvan Ark (2014).
124. PwC (2014).
125. Morris (1990).

الشكل 8.2: النمو السريع في تسجيل براءات أشباه الموصلات، وخاصةً في الولايات المتحدة واليابان

إيداعات البراءات الأولى حسب المنشأ، 1945-2005



المصدر: الويبو بناء على قاعدة بيانات المكتب الأوربي للبراءات (PATSTAT) (انظر الملاحظات التقنية).

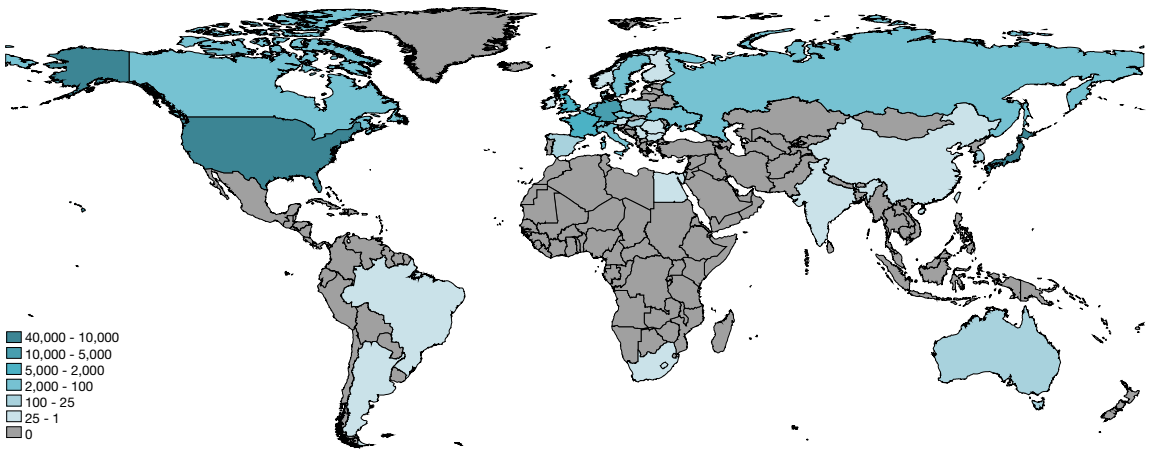
ويوضح الشكل 8.2 عدد إيداعات البراءات الأولى على مستوى العالم في أشباه الموصلات من عام 1945 إلى عام 2005. وهذه الفترة تشمل وقت الاختراع – من الترانزستور في عام 1947 إلى المعالجات الدقيقة في عام 1971 – والفترة اللاحقة للانتشار. وفي الفترة الأولى، كانت الولايات المتحدة واليابان تتزعمّان استصدار براءات أشباه الموصلات، تليهما ألمانيا والمملكة المتحدة وفرنسا وهولندا. وحتى عام 1971، كان المخترعون الأمريكيون قد أودعوا 40 في المائة في المتوسط من جميع البراءات في الصناعة سنوياً. وحتى ستينيات القرن العشرين، كان مخترعون من أصل ياباني قد أودعوا واحداً في المائة في المتوسط من جميع البراءات، ولكن بحلول عام 1980 كانوا قد أودعوا 85 في المائة، لتصل نسبة ما أودعوه إلى ذروتها البالغة 90 في المائة في عام 1986. وبالمثل، كانت نسبة البراءات التي أودعها مخترعون من جمهورية كوريا تقارب الصفر حتى أواخر الثمانينيات، ولكنها بلغت 20 في المائة بحلول عام 2005. وارتفاع نسبة البراءات ذات الأصول اليابانية يرتبط، إلى حدٍّ ما على الأقل، بممارسة الإغراق بسيول من البراءات (patent flooding) حيث أودعت الشركات اليابانية كثيراً من البراءات مع إدخال تغييرات طفيفة على التكنولوجيات الأساسية التي استصدرت لها الشركات الأمريكية بالفعل براءات. وكانت سمات نظام البراءات الياباني تسمح بهذه الممارسة.[126]

يصف الشكل 9.2 منشأ إيداعات البراءات الأولى في فترة الاختراع الممتدة من عام 1945 إلى عام 1975 (القمة) ويقارن ذلك بالفترة من 1976 إلى 2005 (القاع). وكانت ثلاثة بلدان تستحوذ على 89 في المائة من البراءات العالمية لأشباه الموصلات في كل فترة: فكانت هذه البلدان الثلاثة بين عامي 1945 و1975 هي اليابان والولايات المتحدة وألمانيا، ولكن في الفترة الثانية كانت هذه البلدان الثلاثة هي اليابان والولايات المتحدة وجمهورية كوريا. وفي الفترة الثانية، انضمّت تايوان (المقاطعة الصينية) والصين إلى مجموعة أكبر ستة مودعين للبراءات. وشهدت أيضاً اقتصاداتٌ أخرى مثل سنغافورة وإسرائيل والاتحاد الروسي والبلدان المتوسطة الدخل، بما فيها ماليزيا والهند وجنوب أفريقيا، نموّاً في تسجيل البراءات، وإن كانت أعداد البراءات أقل بكثير.

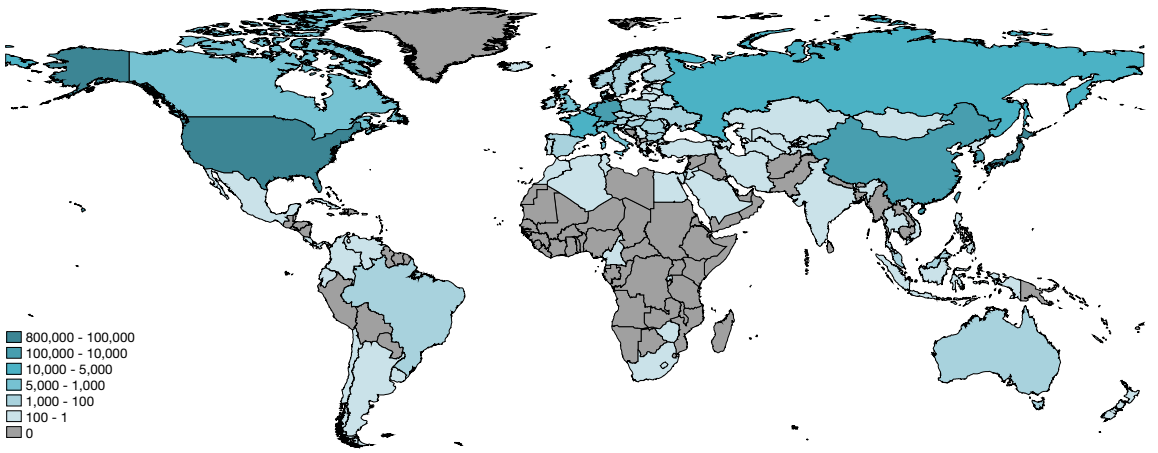
126. انظر، على سبيل المثال، Wolfson (1993).

الشكل 9.2: الانتشار من الولايات المتحدة وألمانيا واليابان وبلدان آسيوية أخرى

إيداعات البراءات الأولى حسب المنشأ، 1945-1975



إيداعات البراءات الأولى حسب المنشأ، 1976-2005



المصدر: الويبو بناء على قاعدة بيانات المكتب الأوربي للبراءات (PATSTAT) (انظر الملاحظات التقنية).

تطور منظومة ابتكار أشباه الموصلات

تطورت منظومة ابتكار أشباه الموصلات عبر المراحل التكنولوجية المختلفة المُوضَّحة في القسم 1.3.2.

الصمامات المُفرَّغة: شركات متكاملة كبيرة وحاجة ماسة إلى بحوث أساسية

كانت الشركات المتكاملة الكبيرة – خاصةً شركات الأنظمة الكهربائية والإلكترونية مثل ويسترن إلكتريك في الولايات المتحدة، وفيليبس في هولندا، وسيمنز في ألمانيا، وشركة نيبون إلكتريك (NEC) في اليابان – هي الشركات الرئيسية المُنتِجة لأشباه الموصلات، وكانت هذه القلة تحتكر السوق على نحو ثابت. واعتمدت الشركات الأمريكية والأوروبية على وحداتها البحثية القوية، وعلى البحوث التي تُجرى في الجامعات. وكان استيعاب التكنولوجيات الأجنبية هو الذي يحرّك الجهود الابتكارية للشركات اليابانية في ذلك الوقت.

الترانزستورات: التكتل والداخلون الجدد في الولايات المتحدة

في ذلك العصر، كان للتفاعلات بين المعارف العلمية والتكنولوجية دورٌ حاسمٌ في تطوير أجهزة أشباه موصلات جديدة.[127] وفي الولايات المتحدة، كوَّنت جامعاتٌ مثل جامعة ستانفورد، ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وجامعة كاليفورنيا في بيركلي تجمُّعاً من العلماء والمهندسين ذوي المعرفة الغزيرة الذين اجتذبوا الشركات لتستقر في المنطقة نفسها. وكانت التفاعلات بين البحوث الأساسية والتطبيقية على قدر كبير من الأهمية، مما جعل المؤسسات الكبيرة تقيم مختبرَ بحوثٍ خاصٍّ بالمؤسسة – مثل مختبرات بيل في حالة الشركة الأمريكية للهاتف والتلغراف (AT&T).

وفي أوروبا واليابان، كان المنتجون الرئيسيون لا يزالون شركات كبيرة متكاملة في تجارة المعدات الكهربائية، وإن كانت الشركات الجديدة التي كان يحتمل أن تدخل المجال والتي دخلته بالفعل في اليابان مثل شركة سوني قد أحدثت قدراً من التنافس. وفي الولايات المتحدة، تعايشت الشركات الكبيرة مع الشركات الوافدة الجديدة. وكانت هذه الشركات على نوعين: شركات كانت تعمل سابقاً في صناعات أخرى، مثل هيوز وتكساس إنسترومنتس، وشركات أُنشئت لتصنيع أشباه الموصلات، مثل شركة ترانسيترون.

وكانت الشركات الأمريكية تخدم في المقام الأول هيئات عسكرية، ولكنّ الشركات الأوروبية واليابانية كانت تخدم السوق المدنية، لا سيما بتصنيع أجهزة الراديو والتلفزيون. وكانت احتياجات هاتين السوقين مختلفة إلى حدٍّ كبير. ففي أوروبا واليابان، أصبح التركيز الرئيسي للبحوث ينصبّ على التكاليف، والموثوقية، وزيادة القدرة على اكتشاف الإشارات، مما جعل الجرمانيوم هو المادة المُفضَّلة لصنع الترانزستور. أما في الولايات المتحدة، فكان الحجم واستهلاك الطاقة هدفين واضحين للأجهزة الجديدة، مما جعل المُصنِّعين يفضلون السيليكون على الجرمانيوم.[128] وفي وقتٍ لاحق، أصبح السيليكون المادة السائدة لصنع أشباه الموصلات المستخدمة في معظم التطبيقات.

الدوائر المتكاملة: طفرة الشركات الناشئة في الولايات المتحدة، رغم استمرار قلة النشاط في أوروبا واليابان

اتسعت الفجوة بين المنظومة الأمريكية والمنظومة الأوروبية واليابانية.

في الولايات المتحدة، جذب القطاع السوقي الخاص بالدوائر المتكاملة اهتمام كثيرٍ من علماء ريادة الأعمال الذين تركوا مؤسساتٍ كبيرة من أجل إنشاء شركات دوائر متكاملة خاصة بهم. وشجَّع على هذا الاتجاه التنقّلُ الشخصي، الذي سهَّله تكتُّل المؤسسات وتوفر رأس مال المخاطرة.[129] وبحلول عام 1966، كان معظم المنتجين الرئيسيين لأشباه الموصلات في الولايات المتحدة شركات متخصصة في أشباه الموصلات – تكساس إنسترومنتس، فيرتشايلد، موتورولا – تليها شركات كهربائية كبيرة مثل ويستِرن إلكتريك وجنرال إلكتريك.

أما في أوروبا، فقد ظلّت الأسواق الاستهلاكية المستخدمَ الرئيسي لأشباه الموصلات. ونتيجة لذلك، واصل المنتجان الرئيسيان – فيليبس وسيمنس – اللذان كانا قد اكتسبا خبرةً كبيرةً في استخدام الجرمانيوم إنتاجَ الترانزستورات على نطاق واسع، وقاوما التحوّل إلى السيليكون والدوائر المتكاملة. وفي أوروبا، تحولت إلى الدوائر المتكاملة الشركاتُ الأصغر مثل شركة بليسي وشركة فيرانتي في المملكة المتحدة، وشركة كوسم (COSEM) في فرنسا، وشركة ألجماينه إلكتريسيتيتس-جيسلشافت (AEG) –تليفونكو في ألمانيا. ومع ذلك، لم تتمكن من أن تنمو بما فيه الكفاية بسبب تأخر دخولها السوق ومحدودية مواردها المالية. وعلاوة على ذلك، دفعت الأسواقُ الاستهلاكية شركاتٍ أوروبيةً إلى اختيار الدوائر المتكاملة التناظرية وليست الرقمية. وهذه الخيارات التكنولوجية صعّبت الأمر على المُنتجين الأوروبيين لأن السيليكون والدوائر المتكاملة الرقمية أصبحا يهيمنان على الصناعة. ولذلك كان الاستيراد من الولايات المتحدة أو من شركاتٍ تابعة لشركات أمريكية ومقرها في أوروبا يفي إلى حدٍّ كبير باحتياجات الأسواق الأوروبية للحواسيب والأجهزة الرقمية، وفي الوقت نفسه حافظت الشركات الأوروبية على مركزها التجاري القوي في مجال الإلكترونيات الاستهلاكية.[130] وبوجهٍ عام، كفلت الشركات الناشئة في الولايات المتحدة تحقيقَ درجةٍ أكبر من النشاط وتحوُّلاً أسرع إلى الدوائر المتكاملة الحديثة.

واشتركت صناعة أشباه الموصلات اليابانية مع الصناعة الأوروبية في بعض القواسم، على الرغم من كونها أقل تقدماً من الناحية التكنولوجية. واستمراراً للفترات السابقة، هيمنت الشركات الكبيرة المتكاملة على هذه الصناعة. وإضافةً إلى ذلك، ركَّزت الشركات على السوق الاستهلاكية، وخاصة الآلات الحاسبة، وكانت عازفةً عن الانتقال إلى أجهزة السيليكون.

127. على سبيل المثال، كان الباحثون في جامعة بوردو، في أواخر أربعينيات القرن العشرين، قاب قوسين أو أدنى من اختراع الترانزستور.

128. Malerba (1985)، وLanglois and Steinmueller (1999).

129. الاتفاق الذي أبرمه المهندسون التاركون لشركة شوكلي سيميكوندكتور مع شركة فيرتشايلد كاميرا آند إنسترومنت – وهي الشركة التي موَّلت تأسيس شركة فيرتشايلد سيميكوندكتور – كان الأول من نوعه، وساهم في ظهور شركة رأس مال المخاطرة (Lécuyer and Brock, 2010).

130. Malerba (1985).

الجدول 4.2: تطور منظومة أشباه الموصلات (1900 – التسعينيات)

	الجهات الرائدة	أنواع الجهود المبتكرة	المستخدمون الرئيسيون
الصمامات المُفرَّغة	شركات كهربائية متكاملة (أوروبا/ أمريكا/ اليابان)	ابتكار منتجات من خلال اكتشافات علمية	إدارات عسكرية (أمريكا) أسواق استهلاكية - التلفزيون والمذياع (أوروبا/ اليابان) إمدادات الطاقة، والنقل، والصناعات المعدنية (أوروبا)
الترانزستورات	1. شركات كهربائية متكاملة (أوروبا/ أمريكا/ اليابان) 2. شركات متخصصة (أمريكا)	ابتكار منتجات من خلال البحوث والهندسة التطبيقية	استخدامات عسكرية وحواسيب (أمريكا) أسواق استهلاكية - التلفزيون والمذياع (أوروبا/ اليابان)
الدوائر المتكاملة	1. شركات كهربائية متكاملة (أوروبا/ اليابان) 2. شركات ناشئة (أمريكا)	ابتكار منتجات وطرائق صنع، ابتكارات تنظيمية ومالية	وحدات معالجة مركزية وحواسيب صغيرة (أمريكا) أسواق استهلاكية (أوروبا/ اليابان)
المعالجات الدقيقة	1. صانعو الأجهزة المتكاملة (IDMs) (أمريكا/ أوروبا/ اليابان/ كوريا) 2. الشركات غير المُصنِّعة (أمريكا) 3. المسابك (تايوان/ سنغافورة/ ماليزيا/ تايلند/ الصين)	ابتكار منتجات وطرائق صنع، ابتكارات تنظيمية	حواسيب شخصية (أمريكا) سلع إلكترونية، واتصالات، وسيارات (أوروبا) سلع إلكترونية (اليابان)

ملاحظة: كوريا: جمهورية كوريا، تايوان: تايوان (المقاطعة الصينية).

وخلال هذه الحقبة، كانت التفاعلات بين البحث والتطوير والإنتاج مهمةً للابتكار. على سبيل المثال، اعتمدت شركة تكساس إنسترومنتس هيكلاً تنظيمياً عزَّز العلاقات بين شتى الأقسام. وكان ذلك أحد عوامل نجاح الشركة.[131] وبالمثل، كان اختراع الترانزستور المستوي في شركة فيرتشايلد لأشباه الموصلات نتيجة جهود بحثية استندت إلى إحساسٍ لدى مُلاحِظِ عمّالٍ في شعبة الإنتاج.[132]

المُعالِجات الدقيقة: نحو زيادة تقسيم العمل بين التصميم والإنتاج

أدت طرائق الصنع المُبتكرة إلى إضعاف الاعتماد المتبادل بين البحث والتطوير والإنتاج. وإضافة إلى ذلك، كان تصنيع المعالجات الدقيقة يتطلب استثمارات رأسمالية أكبر نظراً لتعقُّد المعالجات الدقيقة. ونتيجة لذلك، ظهرت ثلاثة أنواع من الشركات: شركات أبقت على الإنتاج والتصميم داخلها، وتُعرف باسم صانعي الأجهزة المتكاملة (IDMs)، وشركات متخصّصة في التصميم، وتُسمى الشركات غير المُصنِّعة (fabless)، وشركات متخصّصة في التصنيع، وتُسمى المسابك (foundries). ومما أسهم أيضاً في التَّخصُّص استخدامُ أشباهِ الموصلات في الاتصالات اللاسلكية والمنتجات الاستهلاكية مثل ألعاب الفيديو. وكانت هذه الأسواق أكثر تشتتاً بكثير، وكان دورة حياة منتجتها أقصر بكثير من أسواق الحواسيب.

وفي الولايات المتحدة، ركزت شركة إنتل، الرائدة في سوق المعالجات الدقيقة، ومعظم شركات أشباه الموصلات على الشرائح الكثيفة التصميم، مما أسفر عن ارتفاع هوامش الربح. واحتفظت بعض هذه الشركات، مثل شركة إنتل وشركة تكساس إنسترومنتس، بمرافقها الإنتاجية، فتحولت إلى شركاتِ تصنيعِ أجهزةٍ متكاملة. واختارت شركات أخرى، مثل كوالكوم، نموذجَ أعمال الشركات غير المُصنِّعة، وأسندت مهمة التصنيع إلى المسابك. وأصبحت أيضاً معظم الشركات اليابانية، مثل شركة إن إي سي وتوشيبا وهيتاشي، من شركات تصنيع الأجهزة المتكاملة، ولكنها ركَّزت على أجهزة أشباه الموصلات الموحدة. وبالمثل، أصبحت شركات سامسونج وهيونداي وإل جي إلكترونيكس في كوريا من الشركات العالمية الرائدة في مبيعات رقائق الذاكرة. وتركزت المسابك بوجه خاص في تايوان (المقاطعة الصينية). ففي عام 1996، أنتجت المسابك الرئيسية في تايوان (المقاطعة الصينية) – تايوان سيميكوندكتور مانيوفاكتشيورنغ، ويونايتد ميكروإلكترونيكس، ووينبوند تكنولوجي – 40 في المائة من الناتج الذي طلبته الشركات الأمريكية غير المُصنِّعة.[133] وفي أواخر التسعينيات، دخلت مجال المسابك شركات من اقتصادات آسيوية أخرى، مثل سنغافورة وماليزيا وتايلند والصين.

وركَّزت الشركات الأمريكية على تطبيقات الحاسوب، وركَّزت الشركات اليابانية على السلع الإلكترونية. وسمح للشركات اليابانية حجمُها وطبيعتها المتنوعة بالاعتماد على التحويلات الرأسمالية الداخلية في فترات انخفاض المبيعات، مما ضمن استقرار معدلات الاستثمار وارتفاعها. ومن السمات الأخرى التي اتّصفت بها الشركات اليابانية تركيزها على مراقبة الجودة: فقد أدت ممارسة إدارة الجودة الشاملة إلى تعزيز التحكُّم في العمليات ورصدها آلياً. وكانت لذلك آثار ملحوظة في تحسين الجودة والإنتاجية. وأخيراً، قيَّد نظامُ التوظيف مدى الحياة، السائد في اليابان، انتشارَ المعرفة وفقدان الدراية العملية المكتسبة.

131. Morris (1990).
132. Lécuyer and Brock (2010).
133. Langlois and Steinmueller (1999).

واعتمدت الشركات الأوروبية استراتيجية الاستحواذ على الشركات الأمريكية والتعاون في البحث والتطوير مع مُنتجي المعالجات الدقيقة المعروفين. ومكّنهم ذلك من استخدام التكنولوجيا الجديدة في السلع الإلكترونية والاتصالات وتطبيقات السيارات. وحافظت شركات فيليبس، وسيمنز وإس جي إس تومسون على مركزها التجاري في الأسواق الدولية للسلع الإلكترونية، وتولّدت منها شركاتٌ متخصّصة في أشباه الموصلات أصبحت ناجحة جداً في وقت لاحق.[134]

دور الحكومة الحاسم في تمويل البحث والابتكار وتحفيزهما

حفزت الحكومات تطوير أشباه الموصلات من خلال آليات متنوعة ذات اختلافات واضحة بين البلدان.

ففي الولايات المتحدة، كانت المنحة البحثية التي قُدِّمت عام 1949 إلى مختبرات بيل، ومِنَح البحث والتطوير، وعقود التصنيع التجريبية، وجميع أشكال الدعم المالي الأخرى المباشرة وغير المباشرة – كانت تمثل ربع جميع أنشطة البحث والتطوير في هذه الصناعة في أواخر الخمسينيات.[135] واستمر الدعم المالي حتى مشروع سيماتك لعام 1987، الذي أدى أيضاً إلى إقامةِ تعاونٍ بشأن البحث والتطوير بين الشركات المتنافسة. وضمنت الحكومة وهيئاتها العسكرية استمرارية الطلبِ على أشباه الموصلات الأمريكية. واتباع سياسة "اشتر المنتجات الأمريكية" جعل العطاءات الأجنبية أقل تنافسية من العطاءات الوطنية. وأثّرت الحكومة أيضاً في الصناعة عن طريق وضع متطلبات تقنية واضحة. ونتج عن ذلك منطقُ التصغير الدقيق للحجم. وأنشأت البرامج الحكومية مختبرات وشبكات من المنظمات البحثية. وكانت المشروعات البحثية المدعومة من الحكومة المُركِّزة على البحوث التطبيقية متعددةَ التخصصات، واشتملت على التعاون الوثيق بين الباحثين والمُصنِّعين. أما فيما يخص البيئة التنظيمية، فإن حكماً اتفاقياً صدر سنة 1956 بشأن مكافحة الاحتكار وأرغم الشركةَ الأمريكية للهاتف والتلغراف (AT&T) على أن تمتنع عن بيع أشباه الموصلات تجارياً، فأتاح هذا الحكم فرصةً تجاريةً لكل الشركات الكبيرة والشركات الناشئة. وعزّزت أيضاً الحكومة الأمريكية عملية توحيد مقاييس المنتجات، مما جعل الشركات تتمتع بسوقٍ أكبر ومن ثمَّ تستفيد من وفورات الإنتاج الكبير. وسهَّل القانونُ الوطني للبحوث التعاونية لسنة 1984 إجراءَ بحوثٍ مشتركة.[136]

أما في أوروبا، فلم تكن توجد عقود عسكرية، وحينما كان الدعم متوفراً، كان نصيب التطبيقات التجارية منه قليلاً.[137] ولم تخصص الحكومات نفس الموارد المالية لدعم تطوير هذه الصناعة. ووصل دعمٌ ماليٌّ أكبر بعد ذلك بكثير، حينما كانت الشركات الأوروبية تحاول اللحاق بركب الشركات الأمريكية في المعالجات الدقيقة. وكانت المختبرات البحثية التي أقامتها الحكومات أحرص على البحوث الأساسية منها على البحوث التطبيقية.[138] وكانت الإعانات المالية، والتعريفات الجمركية، والحواجز غير الجمركية، وسياسات المنافسة تدعم الشركات الوطنية العملاقة. وأثّرت محدودية نطاق عملياتها، التي ترجع إلى تجزئة السوق الأوروبية، في نتائج هذه السياسات.[139] وإضافةً إلى ذلك، أدّت المشتريات الوطنية، في مجال الاتصالات مثلاً، إلى زيادة تجزُّؤ السوق.

ولم تؤد المشتريات العسكرية أيضاً أي دور في تطوير صناعة أشباه الموصلات اليابانية. ومع ذلك، أحدثت الحكومة تأثيراً قوياً في هذه الصناعة من خلال وزارة التجارة الدولية والصناعة. وكان من أبعد إجراءاتها أثراً مشروعُ التكامل الفائق الاتساع (VLSI) (1976-1980)، وهو اتحادٌ يضم شركة فوجيتسو، وإن إي سي، وهيتاشي، وميتسوبيشي، وتوشيبا. وكما كان الحال في أوروبا، آثرت وزارةُ التجارة الدولية والصناعة في اليابان تطوير صناعة وطنية من خلال التعريفات الجمركية المرتفعة والحواجز غير الجمركية والمعاملة التفضيلية للشركات الوطنية في المشتريات الحكومية. وعرقلت الحكومةُ أيضاً تأسيس شركات مملوكة بالكامل تابعة لشركات أجنبية عبر الرقابة على رأس المال واتفاقات الترخيص الخاضعة للرقابة بين الشركات اليابانية والأمريكية.[140] وكانت البنوك الوطنية، التي كان بنك اليابان يسيطر على أموالها، تستطيع امتلاك أسهم عادية في الشركات التي كانت تحصل من هذه البنوك الوطنية على قروض. ومن ثمَّ دعمت البنوكُ الشركات الوطنية حتى حينما لم يكن يوجد أي عائد من الاستثمار، مما سمح للشركات بالاحتفاظ بمعدلات استثمار عالية.

134. Malerba (1985)، وLanglois and Steinmueller (1999).
135. Tilton (1971).
136. Langlois and Steinmueller (1999).
137. انظر، على سبيل المثال، حالة حاسوب كولوسوس الذي صُنع خلال الحرب العالمية الثانية في المملكة المتحدة لفكّ الرموز.
138. Malerba (1985).
139. Morris (1990).
140. Nakagawa (1985)، وFlamm (1996)، وLanglois and Steinmueller (1999)، وHoeren (2015a).

3.3.2 – أشباه الموصلات ونظام الملكية الفكرية

تطوّرت استراتيجياتُ التملّك والملكية الفكرية على نحوٍ طبيعي خلال شتى مراحل الابتكار والاستغلال التجاري. وكانت في الغالب تخص جهات معينة، واختلفت اختلافاً كبيراً من بلد لآخر أيضاً. ومع ذلك، لم يتوفّر لها سوى عدد قليل من الخصائص العامة.

البراءات: من الاستراتيجيات المفتوحة لتسجيل البراءات إلى الاستراتيجيات الأكثر دفاعاً؟

لم تُعتبَر السريةُ استراتيجيةً قابلة للتطبيق في الولايات المتحدة، نظراً لكثرة تنقُّل العلماء في منطقة سيليكون فالي ورغبة الباحثين في نشر اختراعاتهم. أما اليابان فكانت على النقيض من ذلك، حيث استفاد الموظفون من التوظيف مدى الحياة، ونادراً ما تركوا شركاتهم، فظلت المعلومات داخلية. ونادراً ما احتُكم إلى قوانين السرية التجارية.

وتزامن ابتكار أشباه الموصلات مع الانتفاع المُكثَّف بالبراءات. وشهدت جميع المراحل التي نوقشت آنفاً إيداعات كثيرة للبراءات، معظمها لاختراعات كانت حاسمة في مواصلة تطوير هذه الصناعة. وشهدت إيداعات البراءات نمواً ملحوظاً منذ الأيام الأولى (انظر الشكل 8.2). وهذا الانتفاع الكبير بالبراءات لافتٌ للنظر لأنه من الناحية القانونية لا يُعتبر تصميم أشباه الموصلات، من حيث المبدأ، قابلاً للحماية عن طريق حقوق البراءات التقليدية. وفي الواقع، اعتُبرت تصميمات الدوائر المتكاملة تنويعات بديهية لتصميمات سابقة، ولا تستحق الحماية بموجب براءة.[141] وكذلك من وجهة النظر التجارية، أدى أيضاً قصر الحياة التجارية للدوائر المتكاملة إلى جعل أشكال التَّملّك الأخرى أكثر جذباً. وفي الواقع، كانت المهلة الزمنية، وميزة المتحرك الأول، وقدرات التصميم، والسمعة الطيبة أكثر أهميةً في هذا الصدد.[142] ومع ذلك، كانت توجد عناصر أخرى لتكنولوجيا أشباه الموصلات قابلة للحصول على براءة. وكانت البراءات تُستخدم، على وجه الخصوص، لتحقيق أرباح من السمات الهيكلية المعقّدة من الناحية التقنية لأجهزة أشباه الموصلات، ومن الابتكارات في معالجة أشباه الموصلات.

والأهم من ذلك هو أن البراءات كانت تُستخدم في الغالب كوسيلة فعالة لتبادل التكنولوجيا فيما بين الجهات الفاعلة الرئيسية. ويرجع ذلك جزئياً إلى استراتيجية الأعمال وسياسة الحكومة، ونادراً ما تطلَّب الأمر إنفاذ البراءات. وكانت الشركات تدرك أن تطوير الشرائح يتطلب النفاذ إلى عدد كبير من الاختراعات المتداخلة والحقوق التي تملكها أطراف متنوعة.[143] فاستخدمت الشركات، على نحو مباشر أو غير مباشر، اختراعاتِ أطرافٍ أخرى، إما صراحةً من خلال ممارسات ترخيص متبادل مرنة وواسعة النطاق أو ضمنياً من خلال تجاهل حقوق البراءات التي يمتلكها آخرون.[144]

وأدى الكشف عن الاختراعات، وتبادل التكنولوجيا، وعدم التقاضي إلى تيسير الابتكار التراكمي والانتشار. وسهلت البراءاتُ أيضاً التخصص، وساعدت على تعبئة الموارد اللازمة لتغطية تكاليف البحث والتطوير الكبيرة ولتمويل الشركات الناشئة.[145] والتزايُد الحالي لمحافظ البراءات الكبيرة لمنع المنافسين أو لتجنب خطر التقاضي يعتبر، في الواقع،– وفقاً للمعايير التاريخية – ظاهرة جديدة في هذه الصناعة. والتأثير السلبي الذي يُخشى أن يتعرض له الابتكار الحقيقي قد يكون أيضاً أكثر محدوديةً مما كان يظنه البعض في البداية.[146]

ومن المفيد التمييز بين مختلف مراحل استراتيجية الملكية الفكرية بعناية.

المرحلة الأولى (1900-1940): مهام أكاديمية فردية مع البراءات

أرسى المخترعون الأكاديميون على اختلاف مشاربهم أسس هذه الصناعة في أوائل القرن العشرين. وحتى في هذه المرحلة المبكرة، غالباً ما كانت الاختراعات تُودَع أيضاً كبراءات وتُنشر كأبحاث علمية. إلا أن هذه البراءات لم تُستخدم على وجه الحصر من جانب المخترع دون غيره، بل كانت، في الحقيقة، غير مُستغَلة تجارياً على الإطلاق في معظم الأحيان، ولكنها أسهمت في نهر المعرفة.

141. Hoeren (2015a).
142. Levin *et al* (1987)، وCohen *et al* (2000).
143. Grindley and Teece (1997)، وHall and Ziedonis (2007).
144. Von Hippel (1982)، وAppleyard (1996)، و Motohashi (2008)، وHoeren (2015a).
145. Hall (2005).
146. انظر مثلاً Shapiro (2000)، وHall and Ziedonis (2001)، وJaffe and Lerner (2004) للاطلاع على مخاوف ذات صلة.

المرحلة الثانية (1940 – 1980): توازن البراءات والترخيص المتبادل الواسع النطاق

تزامن الارتفاع السريع للملكية الفكرية مع الابتكار، وذلك من الأربعينيات حتى السبعينيات، وليس في الولايات المتحدة فحسب، بل أيضاً في أوروبا واليابان.[147] ولم يستخدم أصحاب البراءات براءاتهم للاحتفاظ بالتكنولوجيات لأنفسهم أو لتجنب المنافسة. وكانت البراءات إما مُرخَّصةً ترخيصاً متبادلاً أو غير مُنْفَذة عمداً.[148] وكانت الشركات الناشئة تستخدم التقنيات القائمة لأشباه الموصلات من أجل الابتكار اللاحق.

وكان هناك سببان جعلا أصحاب الحقوق يمتنعون عن إنفاذ حقوق البراءات.

أولاً، ظنَّ شتى أطراف الصناعة أن إنفاذ حقوق البراءات الفردية في هذه المجال التكنولوجي المُتداخِل المُعقَّد سيكون مستحيلاً وسيأتي بنتائج عكسية. وحتى البراءات الأساسية كانت تستند إلى إفصاحات تقنية لبراءات قائمة، ويحتمل أن تنتهكها.[149]

وأدى إيداع عددٍ كبير من البراءات دون إنفاذها إلى توازن القوى؛ فكانت توجد اختراعات متنوعة تملكها أطراف متنافسة. وكان التقاضي قاصراً على عدد قليل من الحالات الأولية الحاسمة. على سبيل المثال، قام كل من نويس وكيلبي باختراعه الرئيسي بمعزل عن الآخر، ونتج عن ذلك أن طالبت شركتا فيرتشايلد وتكساس إنسترومنتس في الوقت نفسه باستصدار براءة لاختراع يكاد يكون متطابقاً. وفي البداية، قاضت كل شركة من هاتين الشركتين الأخرى واتّهمتها بانتهاك براءة الاختراع، ولكن وافق كل طرف في تسويةٍ عام 1966 على ألا يطعن في صحة براءات منافسه؛ أي تم التوصل إلى اتفاق بعيد المدى للترخيص المتبادل.[150] وأصبح هذا النوع من التسويات شائعاً في الصناعة، وأصبحت الشركات يوماً بعد يوم تؤثر اتفاقات التراخيص المتبادل على التقاضي.

وإضافةً إلى ذلك، كان تنقُّل المخترعين وإقامة شركات ناشئة أمراً مستشرياً، مما أدى إلى زيادة انتشار التكنولوجيات. ولقد ذكرت لجنة التجارة الاتحادية الأمريكية في عام 1977 أن: "كون الشركات تستطيع أن يُقلِّد بعضها بعضاً بسرعة أمر مهم جداً. فهذا التقليد السريع ناتج عن تنقل الموظفين من شركة إلى أخرى وعدم رغبة معظم الشركات في رفع دعاوى قضائية بشأن الأسرار التجارية أو انتهاك البراءات".[151]

وعلى الصعيد الدولي، لم تُستخدم البراءات لتفادي المنافسة أيضاً. وفي الواقع، مُنح عدد قليل من البراءات للمقيمين أو لغير المقيمين في اليابان قبل عام 1962، رغم أن اليابان كانت تصير بسرعة المكان الرئيسي لإنتاج أشباه الموصلات.[152] ونتيجة لذلك، كان التقاضي بشأن البراءات نادر الحدوث على أساس دولي.

ثانياً، أدت سياسة المنافسة في الولايات المتحدة دوراً أيضاً، بتوازٍ طريف مع الطائرات (القسم 1.2). ففي أعقاب الحكم الاتفاقي الذي صدر عام 1956 بشأن مكافحة الاحتكار (انظر القسم 2.3.2)، وافقت الشركة الأمريكية للهاتف والتلغراف (AT&T) على منح تراخيص دون إتاوات تخصّ براءات قائمة وعلى التوقف عن العمل كمُنتِج لأشباه الموصلات. وبالمثل، كان على جميع براءات بيل المستقبلية أن تُتاح بأسعار معقولة. وفي وقت لاحق، منعت سياسة مكافحة الاحتكار أصحاب البراءات الكبار مثل الشركة الأمريكية للهاتف والتلغراف وشركة إنترناشونال بيزنس ماشينز من إنفاذ حقوق براءاتهم في الستينيات والسبعينيات. ثم وضع قادةُ التكنولوجيا سياسات ترخيص متحررة عزا إليها كثيرون الفضل في تعزيز وتيرة الابتكار السريعة.[153] يقول هورن (Hoeren (2015a)): "كان لدى بيل مفهوم مثير للاهتمام يتمثل في تبادل تكنولوجيا الترانزستور الجديدة مع خبراء في شتى أنحاء العالم [...] ونظمت شركة بيل ثلاثة مؤتمرات لعلماء آخرين للاطلاع على التكنولوجيا الجديدة [...] من مصدر مباشر [...] وكان على المهتمين بهذا المؤتمر أن يدفعوا مُقدَّماً رسم ترخيص براءة قدره 25000 دولار أمريكي يُخصَم من الإتاوات المستقبلية [...]".

147. Levin (1982).
148. Shapiro (2000).
149. حُذف اسم شوكلي من طلب براءة الترانزستور ذي التماس النُّقْطي في عام 1948 بعد أن اكتشف محامو بيل أن كتاباته بشأن الترانزستورات كانت "متأثرة للغاية" ببراءة سابقة مُنحت سنة 1925 لمهندس الإلكترونيات يوليوس إدغار ليلينفيلد (Shurkin, 2006).
150. Langlois and Steinmueller (1999).
151. FTC (1977).
152. تُظهر إحدى الحالات الطريفة أثراً مترتباً على ذلك. ففي شركة سوني، اكتشف ليو إساكي "تأثير إساكي" (وحصل على جائزة نوبل عن هذا الاختراع) الذي أدى إلى حدوث زيادة كبيرة في السرعة التي كانت تعمل بها أشباه الموصلات. ومع ذلك، لم يطلب إساكي قط الحصول على براءة لاختراعه، بل أطلع باحثين آخرين على أفكاره. وفي عام 1960، أودع أحد موظفي بيل طلب براءة لجهاز يستفيد من "تأثير إساكي".
153. Levin (1982).

ومن هذا المنطلق، حصل كثير من الشركات الأمريكية والدولية – معظمها شركات يابانية وأوروبية – على تراخيص بالتكنولوجيا من بيل. وبالتبعية، طُولبت الشركات المُرخَّص لها بإتاحة براءاتها بسعر عادل.[154] وسمحت الهندسة العكسية لجميع شركات أشباه الموصلات بفحص المكونات الداخلية للدوائر التي ينتجها منافسوها. وأدى نشرُ طلبات البراءات إلى تنبيه الباحثين إلى العمل الذي يقوم به بالفعل آخرون، وأدى أيضاً إلى زيادة احترام كل مُخترع لعمل الآخر.

وهذا النهج المفتوح في التعامل مع التكنولوجيات الحاصلة على براءة لم يتوقف عند الحدود الوطنية. فقد نَمَتْ أوائل شركات الشرائح اليابانية جميعها على تكنولوجيا مرخصة من شركات أمريكية. وحينما زادت تكلفة تصميم الشرائح، تعاونت الشركات الأمريكية واليابانية وتبادلت تراخيص التكنولوجيات.[155]

المرحلة الثالثة (1980 – 1984): الإغلاق الأولي نتيجة للسياسة الصناعية والحروب التجارية، وإيجاد حقوق فريدة

بدأ نموذج الابتكار والملكية الفكرية المذكور أعلاه يتآكل شيئاً فشيئاً، وذلك في الأغلب نتيجةً للسياسة الصناعية والطبيعة المتغيرة للريادة التكنولوجية. ففي ثمانينيات القرن العشرين، بدأت الشركات اليابانية تتفوق على الشركات الأمريكية في جودة شرائح أشباه الموصلات. وأثار ذلك القلقَ في الولايات المتحدة، فوُجِّهت إلى الشركات اليابانية اتهامات بانتهاك حقوق الملكية الفكرية. كما مُنعت شركتا فيرتشايلد وتكساس إنسترومنتس من مواصلة الاستثمار في اليابان. وعلاوة على ذلك، لم تُمنح شركة تكساس إنسترومنتس في اليابان كامل الحقوق المرتبطة ببراءتها الرئيسية الخاصة بأشباه الموصلات حتى عام 1989 (بالرغم من الموافقة على بعض الحقوق المحدودة في عام 1977)، وذلك بعد أكثر من 25 سنة من إيداعها للطلب الأصلي.[156]

وتدخّلت الحكومتان الأمريكية واليابانية أكثر وأكثر في هذه الصناعة، فبدأت كلتاهما تعامل الشركات الوطنية معاملةً تفضيليةً. وظهرت اتّهامات بتقليد أشباه الموصلات، فشنّت شركات الشرائح الأمريكية واليابانية حرب براءات استمرت لمدة عشر سنوات. وانتهت سياسات الترخيص العابر للحدود المتحررة. وأدى ذلك إلى بذل جهود ضاغطة لإنتاج نظام فريد من نوعه يحمي التصميم المخفي لأشباه الموصلات. ووُضعت قوانين مماثلة على الصعيدين الوطني والدولي، وخُلق نوع جديد من حق الملكية الفكرية. بيد أن هذا النهج الفريد من نوعه الخاص بتكنولوجيا معينة لم يحظ بأي قبول أو تأثير ملحوظ.

المرحلة الرابعة (من 1984 فصاعداً): تدفُّق براءات أشباه الموصلات، وتسجيل البراءات الدفاعي، والتقاضي

من أوائل الثمانينيات فصاعداً، زاد معدل تسجيل براءات أشباه الموصلات والميل إلى استصدار البراءات وبلغ مستويات غير متوقعة في الولايات المتحدة وخارجها.[157] وتشير الدراسات إلى أن ما حدث من زيادة في تسجيل البراءات وتغير في استراتيجية الملكية الفكرية كان بسبب التشريعات المُشجِّعة على تسجيل البراءات في الولايات المتحدة، أيْ إنشاء محكمة الاستئناف للدائرة الاتحادية (CAFC) بقانون تحسين المحاكم الاتحادية لسنة 1982، وزيادة تكثيف الطبيعة التنافسية لصناعة أشباه الموصلات، والميل المتزايد إلى السعي بنشاط أكبر وراء عائدات الترخيص.[158] وعلى وجه الخصوص، كان لاتجاه شركة تكساس إنسترومنتس إلى زيادة استغلال محفظة الملكية الفكرية الخاصة بها والبدء في تحقيق أرباح من منافسيها أثرٌ مضاعف.[159] وأدى أيضاً صعود نموذج أعمال جديد فُصل فيه تصميم الشرائح عن إنتاجها دوراً في هذا التغير الذي حدث في استراتيجيات تسجيل البراءات؛ فمصمّمو الشرائح يحققون أرباحاً من بيع تراخيص الملكية الفكرية للشركات المُصنِّعة.

وعلاوة على ذلك، استُخدمت أيضاً البراءات تدريجياً لمنع الداخلين والمنافسين المحتملين، ولوضع عائق في طريق الابتكار اللاحق. وظهر ما يسمى وضع تعطيل البراءات، مما أدى إلى المخاطرة – حسبما يقول البعض – بحدوث تباطؤ في التقدم التكنولوجي.[160] وتشير الدراسات والتقارير الصناعية إلى أن البراءات كان تُودَع على نحو متزايد بشكل دفاعي، لتجنب خطر المقاضاة بسبب التعدي على البراءات. ويبدو أن معدل التقاضي من قِبل شركات أشباه الموصلات الأمريكية بوصفها قائمة على إنفاذ البراءات ظل مُستقراً نسبياً على مدى العقدين الماضيين. وفي المقابل، كان هناك ارتفاع مُوثَّق في التقاضي الفعلي من قِبل كيانات غير ممارسة.

154. Levin (1982).
155. Motohashi (2008).
156. Nakagawa (1985)، وFlamm (1996).
157. كما هو مُوثَّق في Fink *et al* (2015)، أكبر زيادة في نسبة البراءات الأولى للبحث والتطوير على مستوى عالمي حدثت أيضاً في فئة "الآلات الكهربائية والحاسوب والتكنولوجيا السمعية البصرية"، التي تشمل أشباه الموصلات.
158. Hall and Ziedonis (2001).
159. FTC (2002).
160. FTC (2003).

أما كون الوقائع المذكورة آنفاً قد أحدثت تغييراً جذرياً من عدمه في علاقة البراءات بالبحث والتطوير في مجال أشباه الموصلات وبانتشار التكنولوجيا فهي مسألة فيها نظر. ولا يوجد أي دليل قابل للتصديق على أن زيادة المخاوف في الفترة الأخيرة إزاء تعطُّل البراءات أو التقاضي كان لها أثر ملموس على ابتكار أشباه الموصلات. وفي الحقيقة، قد يكون ازدياد تسجيل البراءات ناتجاً عن زيادة الكفاءة في الابتكار فيما بين شركات أشباه الموصلات – أيْ أن كل وحدة من وحدات البحث والتطوير تُنتج مزيداً من البراءات. وفي الواقع، لم يتغيّر معدّل الابتكار مقاساً بقانون مور، رغم أن حدود الفيزياء كانت تمثل تحدياً له.

وعلاوة على ذلك، يُقال إن اتفاقات الترخيص المتبادل الصريحة الواسعة النطاق أو الاتفاقات الضمنية – العهود – على عدم المقاضاة لا تزال قائمةً، باطنياً، بين الشركات الرئيسية لتصميم أشباه الموصلات وإنتاجها.[161] وإضافةً إلى ذلك، تحتوي هذه العقود في الوقت الحاضر على أحكام تتعلق بالأسرار التجارية والسرية.[162]

محاولات فاشلة لإيجاد حماية فريدة من نوعها لأشباه الموصلات

أُنشئ في ثمانينيات القرن العشرين، كما أوضحنا آنفاً، نظامٌ فريدٌ لحماية التصميم المخفي لأشباه الموصلات، ولكن لم يحظ قطّ بأي استخدام ملحوظ من قِبل المخترعين والجهات الفاعلة في الابتكار.

وبحثت الجمعيات المهنية عن نظام حمايةٍ لمواجهة ما وصفته بتزايد تقليد أشباه الموصلات في الخارج. وزعمت أن قوانين البراءات الحالية فشلت في توفير الحماية الكافية لصناعتهم.[163] وفي النهاية، أيَّد الكونغرس الأمريكي فكرة الحماية الفريدة من نوعها. وكان هدف الحماية هو "عمل القناع"، أيْ النموذج المُستخدم في وضع الدوائر على رقاقة السيليكون من أجل صنع الدوائر المتكاملة. وأوجد قانون حماية شرائح أشباه الموصلات لسنة 1984 (SCPA) في الولايات المتحدة نوعاً جديداً من تشريعات الملكية الصناعية التي تحتوي على عناصر البراءات وحق المؤلف وقانون المنافسة.[164] ونشرت اليابان قانوناً يشبه قانون حماية شرائح أشباه الموصلات منذ 31 مايو 1985.[165] وفي أوروبا، اعتمد مجلس الجماعة الأوروبية الأمر التوجيهي الخاص بالحماية القانونية لمنتجات أشباه الموصلات في عام 1986.[166] وكان قانون حماية شرائح الموصلات قائماً على مفهوم المعاملة بالمثل. فالرسومات الطبوغرافية وأعمال القناع الخاصة بمُنتِج شرائح أجنبي لن تُحمى في الولايات المتحدة إلا في حالة الالتزام بمعايير مماثلة لقانون حماية شرائح الموصلات في تلك الولاية القضائية الأجنبية. وأخيراً، تم تنظيم حماية تكنولوجيا أشباه الموصلات في المواد من 35 إلى 38 من اتفاقية تريبس في عام 1994.

ومن الطريف أن النظام الفريد من نوعه لم يحظ، رغم ذلك، بإقبال كبير ولم يكن له تأثير حقيقي على أرض الواقع. أولاً، وفَّر الحقُّ الفريد، كما ذكرنا، حمايةً لقناع الشريحة. بيد أن وظيفة الدوائر المتكاملة أكثر قيمةً من قناعها. ثانياً، رغم أن الأقنعة معقدة ويصعب استنساخها، فإنه يمكن تعديلها بسهولة من دون الإضرار بوظائف الشرائح. ومن ثمَّ فإن الأقنعة لن تكون محميةً من الأقنعة المُعدَّلة الناتجة، مثلاً، عن طريق الهندسة العكسية. وهذه الجوانب التقنية للحماية الفريدة قلَّلت جاذبيتها. وإضافةً إلى ذلك، أصبحت قرصنة الشرائح أمراً صعباً من الناحية العملية نظراً للقصر المتزايد في عمر الشرائح، وارتفاع تكاليف الإنتاج، ومتطلبات التخصيص. ولذلك، نادراً ما حدث تقاضٍ لإنفاذ تصميمات أعمال القناع، واستمرت الصناعة في الاعتماد على البراءات.

161. انظر Hoeren (2015a) لمزيد من المراجع.
162. Ludlow (2014).
163. Levin (1982).
164. الباب الثالث من القانون العام رقم 98-620 المؤرخ 8 نوفمبر 1984، والآن مدونة القانون الأمريكي 17 القسم 901 وما يليه؛ قوانين ومعاهدات الملكية الصناعية، الولايات المتحدة الأمريكية - النص 1-001.
165. قانون بشأن تخطيط الدائرة لدائرة متكاملة بشبه موصلات (القانون رقم 43 المؤرخ 31 مايو 1985).
166. الجريدة الرسمية، القانون 36/24، يناير 1987، أمر توجيهي بشأن الحماية القانونية لمنتجات أشباه الموصلات، EEC/54/87.

حق المؤلف لحماية تصميم الشريحة: هل اكتسب أهميةً في الآونة الأخيرة؟

اكتسب استخدام حق المؤلف لحماية تصميم الشريحة أهميةً في الآونة الأخيرة، رغم أنه اعتُبر في البداية غير ذي صلة بالموضوع. وكان يُنظر دائماً إلى حق المؤلف على أنه وسيلة محتملة لحماية تصميمات الشرائح، لا سيما في الولايات المتحدة. ولكن فشلت هذه المحاولات إلى حد كبير. فعلى سبيل المثال، رفض المكتب الأمريكي لحق المؤلف تسجيل نماذج على لوحات دوائر مطبوعة وشرائح أشباه موصلات لأنه لم تكن قد أُثبتت أي جوانب فنية منفصلة. واعتُبر النموذج ببساطة غير مُنفصل عن الوظيفة النفعية للشريحة. وفي نهاية المطاف، وقع الاختيار على النهج الفريد المُبيَّن أعلاه، وصُرف النظر عن حق المؤلف كوسيلة ممكنة للتَّملُّك.

ومع ذلك، يشير خبراء الصناعة إلى أن حق المؤلف الآن أداةٌ مهمة لتملُّك ابتكار أشباه الموصلات، لأن نماذج الأعمال الجديدة التي تفصل بين تصميم الشرائح وتصنيعها أصبحت محوريةً أكثر من أي وقت مضى. ولا شك أن قانون حق المؤلف يحمي، على وجه التحديد، قوائم التوصيلات (netlists) – وهي أوصاف رسومية لجميع الأجهزة والتوصيلات التي بين كل جهاز تقدمها الشركات غير المُصنِّعة للمسابك، وقد تشتمل على نصوص وبرمجيات ومكتبات وقواعد بيانات – ما دامت تتضمن رسومات نصية قيمة للغاية وإبداعية لتصميمات الشرائح.[167]

167. انظر على سبيل المثال *www.concept.de/img/Netlist_Debugger_Showing_Critial_Circuit_Fragment_L.gif*، وانظر أيضاً Hoeren (2015b).

4.2 – الدروس المستفادة

تُقدِّم الدراسات الإفرادية الثلاث الواردة في هذا الفصل رؤى متنوعة لكيفية تحفيز الابتكارات الخارقة على النمو وللدور الذي أدّاه نظام الملكية الفكرية في منظومة الابتكار ذات الصلة. وكثيرٌ من هذه الرؤى يخص التكنولوجيات والسياق التاريخي المتاح بين أيدينا، ولا يصلح بسهولة للتعميم. وفي الواقع، لا يزال الابتكار في الطائرات وأشباه الموصلات والمضادات الحيوية يزدهر في الوقت الحاضر، وقد تطورت بدرجة كبيرة المنظومات التي يقوم عليها النشاط الابتكاري في هذه المجالات.

وبغض النظر عن هذا التنبيه، فإن الأمر يستحق عقد بعض المقارنات بين الحالات التاريخية الثلاث والتساؤل عن الدروس الرئيسية التي يمكن استخلاصها. ويحاول هذا القسم الأخير أن يقوم بذلك. ويتّبع هذا القسم طريقة تنظيم الدراسات الإفرادية، فيركز أولاً على مساهمة الابتكارات في النمو، ثم يركز على منظومات الابتكارات، وأخيراً على دور الملكية الفكرية.

المساهمة في النمو

تبزر المضادّات الحيوية عند النظر في كيفية تأثير الابتكارات الثلاثة في النمو لأنها عززته من خلال إطالة أعمار القوى العاملة وتحسين صحتها في المقام الأول. ومساهمتها في النمو تفوق على الأرجح علاج الأمراض البكتيرية المعدية، لأن الاستغلال التجاري للمضادات الحيوية أدى إلى ظهور صناعة المستحضرات الصيدلانية القائمة على البحوث والإطار التنظيمي المصاحب لها الذي نتجت عنه ابتكارات صيدلانية خارقة أخرى.

وأسهمت الطائرات وأشباه الموصلات في النمو على الأغلب من خلال تحفيز الاستثمار، وزيادة إنتاجية الشركات، وتحويل الهياكل الاقتصادية. وكان التحول الاقتصادي بصفة خاصة بالغ الأثر. فكلا الابتكارين أحدث تغييرات جذرية في سلاسل التوريد التي تؤثر في طائفة كبيرة من القطاعات، وكانا أساس صناعتين جديدتين تماماً. وهذه التأثيرات التي حدثت في النمو استغرقت وقتاً لكي تتحقق، ولكنها ظلت تنمو على مدى عقود بعد الاستغلال التجاري الأول، واعتمدت أيضاً على الابتكار اللاحق المستمرّ – ذي الطابع التكنولوجي والتنظيمي على حد سواء.

كيف انتشرت الابتكارات الثلاثة وحفزت على النمو في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط؟ لا تقدم الدراسات الإفرادية أي دليل كمي، إلا أنه من المثير للاهتمام أنْ نذكر أنّ المنتجات التي أوجدتها الابتكارات – الطائرة، وأدوية المضادات الحيوية، والعديد من منتجات تكنولوجيا المعلومات – استُخدمت على نطاق واسع نسبياً في الاقتصادات النامية. ولا بد أن هذا الاستخدام قد أسهم في النمو إسهاماً مهماً. وعلى النقيض من ذلك، لم تنتشر الدراية العملية بالتصنيع المرتبطة بهذه الابتكارات على نطاق واسع. فرغم أن بعض الاقتصادات النامية نجحت في خلق قدرة تصنيعية في هذه الصناعات، لا يزال الجزء الأكبر من الإنتاج يتركز في عدد صغير نسبياً من البلدان حتى يومنا هذا.

منظومات الابتكار

إن الابتكارات التي وُصفت في الدراسات الإفرادية الثلاث نتجت عن جهودِ مجموعةٍ متنوعة من الجهات الفاعلة في مراحل مختلفة من عملية الابتكار. وكانت الحكومات هي المصدر الرئيسي لتمويل البحوث العلمية التي كان لها في كثير من الأحيان دور فعّال في إحداث ابتكارات خارقة. إضافةً إلى أن الحكومات في الحالات الثلاث جميعها أدت دوراً حاسماً في نقل الابتكار من المختبر إلى مرحلة الإنتاج – وكان ذلك في كثير من الأحيان بدافع الرغبة في تعزيز الدفاع الوطني. وللمرء أن يخمن أن بعض الابتكارات المرتبطة بالطائرات والمضادات الحيوية وأشباه الموصلات ما كانت لترى النور قط دون تدخل الحكومات – أو على الأقل ما كانت لتظهر في الوقت الذي ظهرت فيه، إلى درجة أن الشركات الفردية والأسواق المالية ما كانت لتستوعب ارتفاع تكاليف المنتجات وزيادة مخاطر تطويرها. وفي الوقت نفسه، كانت جهود الشركات على نفس القدر من الأهمية، وخاصة في تسويق الأفكار الواعدة والمشاركة في الابتكارات اللاحقة التي سهلت توسيعَ نطاقِ الإنتاج، وخفْضَ التكاليف، واستخدامَ التكنولوجيات الجديدة على نطاق واسع.

إلى أي مدى حدَّدت المنظومةُ اتجاه الابتكار في الحالات التاريخية الثلاث؟ لقد نتج الابتكار عن أفكار فردية وقوى عَرضيّة من ناحية – كما يتضح بجلاء في الرحلات الجوية الأولى التي قام بها رواد الطيران وفي اكتشاف البنسلين. ومن ناحية أخرى، كانت منظومة الابتكار ذات أهمية واضحة. على سبيل المثال، كان الأساس العلمي القوي في ألمانيا بالغ الأهمية لتحسين تصميم الطائرة، وكذلك كانت الجهود التي بُذلت عن عمد لترجمة معارف الطيران ونشرها. وبالمثل، أدى اهتمام الحكومة الأمريكية الأكبر باستخدام أشباه الموصلات لأغراض الدفاع الوطني مقارنةً بأوروبا واليابان إلى جعل الشركات الموجودة في البلدان الأوروبية واليابان تُركِّز أكثر على تطبيقات السلع الإلكترونية. وإضافة إلى ذلك، كانت منظومة الابتكار في الولايات المتحدة الأمريكية أكثر ملاءمةً لنمو الشركات الناشئة. وهذا ما يفسر السبب الذي جعل الداخلين الجدد إلى السوق محركاً رئيسياً للابتكار في الولايات المتحدة، في حين أن الابتكار في أوروبا حدث إلى حد كبير داخل شركات معروفة.[168] ومن الطريف أن أوجه الاختلاف الأولية في الحوافز التي قدمتها منظومات الابتكار الوطنية اتَّضح أن لها عواقب طويلة الأمد على التنمية والتَّخصُّص الصناعيّين.

وأخيراً، تطورت المنظومات الثلاث تطوراً كبيراً لأن الابتكار امتدَّ على مدار سنوات وعقود. والأهم من ذلك كله أن ابتكار الطائرة شهد تحولاً واضحاً من أندية المخترعين الهواة إلى منظومةٍ تضم شركات تصنيع كبيرة بها أنشطة بحث وتطوير مكثفة، وموردين مستقلين للأجزاء والمكونات، وروابط قوية بين الصناعة والجامعات، وصناعة خدمية تحويلية. كما شهدت منظومتا الابتكار اللتان قامت عليهما المضادات الحيوية وأشباه الموصلات تطوراً كبيراً، وإن اختلف مداه وطبيعته. وبرز اتجاهان مشتركان في جميع الحالات الثلاث. أولاً، أصبحت الجهات الفاعلة في الابتكار – سواء أكانت أفراداً أو مختبرات جامعية أو شركات – متخصصةً أكثر وأكثر، وذلك استجابةً لتحديات تكنولوجية تزداد تعقيداً يوماً بعد يوم. وكان أحد الاستثناءات الممكنة هو التكامل الرأسي بين شركات الأدوية القائمة على البحوث في حالة المضادات الحيوية. ثانياً، مع ازدهار الاستغلال التجاري، توجّه الابتكار نحو التحسين الأمثل للتكنولوجيا من أجل الاستخدامات المختلفة وجعلها مناسبة لاحتياجات السوق. وقد ثبت، كما أوضحنا آنفاً، أن أشكال الابتكار اللاحق هذه كانت حاسمةً في تحقيق إمكانات كل ابتكار تحقيقاً تاماً.[169]

دور الملكية الفكرية

إلى أي مدى كانت حماية الملكية الفكرية مهمةً في تاريخ الطائرات والمضادات الحيوية وأشباه الموصلات؟ من المستحيل الإجابة عن هذا السؤال بأي قدر من الثقة في حالة عدم وجود تاريخ افتراضي لم تُحمَ فيه الملكية الفكرية. ورغم ذلك فإن الدراساتِ الإفرادية الثلاث تحمل دورساً عديدةً بشأن دور الملكية الفكرية.

أولاً، اعتمد المبتكرون في كثير من الأحيان على نظام الملكية الفكرية لحماية ثمار أنشطتهم الابتكارية. وتوسعوا في الاعتماد عليها خلال بعض الفترات – وخاصةً في حالة أشباه الموصلات. واختلفت دوافع قيامهم بذلك اختلافاً كبيراً، ولكن تشير الأدلة المتاحة إلى أن حماية الملكية الفكرية أسهمت، إسهاماً جزئياً على الأقل، في الحصول على أموال من أنشطة البحث والتطوير – مما يدل على أن حقوق الملكية كانت مهمةً في التحفيز على الابتكار.[170]

ثانياً، ازدهرت منظومات الابتكار في بعض الأحيان نتيجةً لترتيبات صريحة أو ضمنية لتبادل المعارف. وفي حالة الطائرات، كانت أندية المخترعين الهواة الأولى تعمل على نحو لا يختلف عن مجتمعات "المصدر المفتوح" الحديثة. وفي وقت لاحق، منح مُصنِّعو الطائرات الأوائل لمُصنِّعين آخرين تراخيصاً بتكنولوجيا طيران مشمولة ببراءة، وكانت ترتيبات مجمع البراءات الرسمية تسعى صراحةً إلى التشجيع على استغلال شتى المُصنِّعين لطائرات جديدة استغلالاً تجارياً. وفي حالة المضادات الحيوية، ثبت أن التوفر المجاني للأدوات البحثية الجديدة كان مهماً في تحفيز مجموعة كبيرة من الباحثين على مواصلة الابتكار. وأخيراً، في حالة أشباه الموصلات، كانت اتفاقات الترخيص المتبادل والاتفاقات الضمنية على عدم إنفاذ حقوق البراءات مهمةً كذلك لاستغلال التكنولوجيات الجديدة تجارياً ومواصلة الابتكار. وفي كثير من الحالات، يسَّر نظامُ الملكية الفكرية تبادل المعارف، في ضوء الاتجاه المُوضَّح في القسم 4.1 من الفصل السابق. ومع ذلك، اعتمد تبادل المعارف أيضاً على المعايير الاجتماعية، واعتمد في حالات مُحدَّدة على التدخل الحكومي. وتبعث حالةُ أشباه الموصلات بوجه خاص على الاهتمام، فإجراءات التقاضي والسياسة الصناعية تحدَّت أساليب الترخيص المتبادل الراسخة، ولكن ليس من الواضح إلى أي مدى أحدثت هذه التطورات تأثيراً كبيراً في سرعة الابتكار واتجاهه.

168. استعرضت الدراسات الاقتصادية رسمياً أوجه الاختلاف في الأداء الابتكاري للشركات بالنسبة إلى حجمها خلال دورة حياة منتج الصناعة (Klepper 1996).

169. تتماشى هذه النتائج على وجه العموم مع دراسات دورة حياة المنتج في شتى الصناعات. انظر، على سبيل المثال، Klepper (1996)، و(2002) Malerba.

170. لا بد أن أهمية حماية الملكية الفكرية كوسيلة للحصول على أرباح من الاستثمار في البحث والتطوير قد اختلفت من قطاع لآخر من القطاعات الثلاثة التي شملتها الدراسة. وعلى وجه الخصوص، يتطلب إنتاج أشباه الموصلات والطائرات استثمارات رأسمالية مسبقة أكبر مما يتطلبها إنتاج المستحضرات الصيدلانية. وربما يكون ارتفاع تكاليف دخول السوق في حالة صناعتي الطائرات وأشباه الموصلات قد قلَّل اعتماد الشركات على حماية الملكية الفكرية عند التنافس في السوق.

ثالثاً، تكيَّف نظام الملكية الفكرية نفسه حسب التكنولوجيات الناشئة حديثاً. وقد واجهت المحاكم ومكاتب البراءات في البداية مسائل صعبة بشأن قابلية استصدار براءات لاختراعات تأسيسية. وكانت هذه المسائل تتعلق بقابلية حصول تلك الاختراعات على براءات من عدمه وفقاً للمعايير القانونية السائدة في ذلك الوقت، وبمدى اتساع المطالبات الابتكارية. وقد ظهرت المسألة الأولى في حالة المضادات الحيوية المبكرة والتصميم التخطيطي لأشباه الموصلات. وكانت المسألة الثانية في صميم النزاعات التي نشأت بشأن براءات الأخوين رايت الأصلية، حيث توصلت المحاكم في الولايات المتحدة وأوروبا إلى استنتاجات مختلفة. وأدت أيضاً ترتيبات تجميع البراءات المذكورة آنفاً – التي كان للحكومات فيها دور ما – إلى معايرة نظام البراءات كي يدعم منظومات الابتكار السائدة في ذلك الوقت على أفضل وجه. علاوة على أنه في ظل وجود كثير من التأثيرات المُربِكة والاستهانة بأهمية الاستفادة من التجارب السابقة، يصعب تقييم ما إذا كان واضعو السياسات قد أحكموا العمل أم لا. ومن الطريف أنه قد ثبت فشل الخروج الجذري عن المجموعة التقليدية لحقوق الملكية الفكرية – بإيجاد شكل جديد من أشكال الملكية الفكرية لتصميمات الدوائر المتكاملة – بمعنى أنه لم يُستخدم كثيراً. وإذا كان ثمة درس يمكن استخلاصه من هذه التجربة، فهو أن واضعي السياسات يجب أن يحرصوا على مراعاة الطبيعة الديناميكية للتكنولوجيا عند إعادة صياغة سياسات الملكية الفكرية.

وأخيراً، عند النظر إلى المشهد العالمي للملكية الفكرية، نجد أن البيانات المتاحة تشير إلى أن المُبتكِرين في الحالات الثلاث سعوا بأغلبية ساحقة إلى الحصول على الحماية الممنوحة بموجب البراءات في البلدان ذات الدخل المرتفع التي حدث فيها معظم الابتكارات. ولم يكن يوجد في الاقتصادات ذات الدخل المنخفض والمتوسط سوى نسبة قليلة من إيداعات البراءات الأولى في المجالات التكنولوجية ذات الصلة. ويشير هذا، بوجه عام، إلى أن البراءات لم تكن مفيدةً في نشر التكنولوجيا حينما انتشرت، ولا مضرةً حينما لم تنتشر (انظر أيضاً القسم 4.1)، بل يدل على وجود أو عدم وجود قدرة استيعابية باعتبارها العامل الرئيسي الذي يفسر مدى انتشارها.

المراجع

Acemoglu, D., & Johnson, S. (2007). Disease and development: The effect of life expectancy on economic growth. *Journal of Political Economy*, 115:6.

Achilladelis, B. (1993). The dynamics of technological innovation: The sector of antibacterial medicines. *Research Policy*, 22 (4), 279-308.

Anderson, J. D. (1997). *A history of aerodynamics and its impact on flying machines.* Cambridge: Cambridge University Press.

Appleyard, M. M. (1996). How does knowledge flow? Interfirm patterns in the semiconductor industry. *Strategic Management Journal*, 17 (S2), 137- 154.

ATAG. (2005). *The economic and social benefits of air transport.* Geneva: Air Transport Action Group.

Bentley, R., & Bennett, J. W. (2003). What is an antibiotic? Revisited. *Advances in applied microbiology* 52: 303-331.

Bentley, R. (2009). Different roads to discovery; Prontosil (hence sulfa drugs) and penicillin (hence β-lactams). *Journal of industrial microbiology & biotechnology* 36.6: 775-786.

Bhalotra, S. R., & Venkataramani, A. (2012). *Shadows of the captain of the men of death: Early life health interventions, human capital investments, and institutions.*

Bittlingmayer, G. (1988). Property rights, progress and the aircraft patent agreement. *Journal of Law & Economics, 31*, 227-248.

Boeing (2015). Orders & Deliveries. Retrieved August 21, 2015, from Boeing: *www.boeing.com/commercial/#/orders-deliveries*

Bosworth, B. P., & Triplett, J. E. (2007). Services productivity in the United States: Griliches' services volume revisited. In E. R. Berndt & C. R. Hulten (Eds.), *Hard-to-measure goods and services: Essays in memory of Zvi Griliches* (pp. 413-447). Chicago: University of Chicago Press.

Brooks, P. (1967). The development of air transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 1 (2), 164- 183.

Budrass, L. (1998). *Flugzeugindustrie und Luftrüstung in Deutschland, 1918-1945.* Dusseldorf: Droste.

Budrass, L. (2015). *The nature of airplanes as a breakthrough innovation and how IP rights shaped this innovation. A European perspective, 1903 to 1945.* Unpublished background report for the World Intellectual Property Report 2015.

Byers, R. W. (2002). *Power and Initiative in Twentieth Century Germany: The Case of Hugo Junkers.* University of Georgia, Athens.

Carpenter, D. (2014). *Reputation and power: organizational image and pharmaceutical regulation at the FDA.* Princeton University Press.

Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2000). Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent (or not). *NBER Working Papers*, No. 7552.

Colecchia, A., & Schreyer, P. (2002). ICT investment and economic growth in the 1990s: Is the United States a unique case? A comparative study of nine OECD countries. *Review of Economic Dynamics*, 5 (2), 408– 442.

Constant II, E. W. (1980). *The origins of the turbojet revolution.* Baltimore, London: The Johns Hopkins University Press.

Crouch, T. D. (2002). *A Dream of Wings: Americans and the Airplane, 1875-1905.* New York, London: W. W. Norton.

Crouch, T. D. (Ed.). (2000). *Blaming Wilbur and Orville: The Wright Patent Suit and the Growth of American Aeronautics.* Boston: Kluwer.
Cutler, D., Deaton, A., & Lleras-Muney, A. (2006). The determinants of mortality. T*he Journal of Economic Perspectives*, 20 (3), 97- 120.

Davies, R. E. G. (1964). *History of World's Airlines.* Oxford: Oxford University Press.

Deere, C. (2008). *The Implementation Game: The TRIPS Agreement and the Global Politics of Intellectual Property Reform in Developing Countries.* Oxford University Press.

Dutfield, G. (2009). *Intellectual property rights and the life science industries: past, present and future.* World Scientific.

Eubank, J. A. (1952). Aeronautical Patent Law. *Dickinson Law Review*, 56, 143-157.

Fallows, J. (2013) The 50 Greatest Breakthroughs Since the Wheel. *The Atlantic magazine*, November 2013 Issue.

Fink, C., Khan, M., & Zhou, H. (2015). Exploring the worldwide patent surge. *Economics of Innovation and New Technology, in press.*

Flamm, K. (1996). *Mismanaged trade?: Strategic policy and the semiconductor industry.* Washington, DC: Brookings Institution Press.

FTC (1958). *Economic Report on Antibiotics Manufacture.* US Government Printing Office. Federal Trade Commission.

FTC (1977). *Economic report on the semiconductor industry: Staff report.* Washington, DC: Federal Trade Commission.

FTC (2002). *Transcript of February 28, 2002 Patent Hearings.* Washington, DC: Federal Trade Commission.

FTC (2003). *To Promote Innovation: The Proper Balance of Competition and Patent Law and Policy.* A Report by the Federal Trade Commission.

Gibbs-Smith, C. H. (2003). *Aviation: An Historical Survey from its Origins to the End of the Second World War* (Third Edition ed.). London: Science Museum.

Gordon, R. J. (2012). Is U.S. economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds. *NBER Working Papers*, No. 18315.

Grindley, P.C., & Teece, D.J. (1997). Managing intellectual capital: Licensing and cross-licensing in semiconductors and electronics. *California Management Review*, 39 (2), 1- 34.

Hager, T. (2006). *The demon under the microscope: from battlefield hospitals to Nazi labs, one doctor's heroic search for the world's first miracle drug.* Broadway Books.

Hall, B. H., & Ziedonis, R. H. (2001). The patent paradox revisited: An empirical study of patenting in the US semiconductor industry, 1979-95. *RAND Journal of Economics*, 32 (1), 101- 128.

Hall, B. H., & Ziedonis, R. H. (2007). *An empirical analysis of patent litigation in the semiconductor industry.* Paper presented at the American Economic Association annual meeting, Chicago, IL.

Hall, B. H. (2005). Exploring the patent explosion. *Journal of Technology Transfer*, 30 (1/2), 35- 48.

Hanle, P. A. (1982). *Bringing aerodynamics to America.* Cambridge: The MIT Press.

Hansen, J. R. (1987). *Engineer in Charge. A History of the Langley Aeronautical Laboratory, 1917-1958.* Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration.

Heilbron, J. L. (2003). *The Oxford Companion to the History of Modern Science.* Oxford: Oxford University Press.

Henderson, R., Orsenigo, L., & Pisano, G. P. (1999). The pharmaceutical industry and the revolution in molecular biology: interactions among scientific, institutional, and organizational change. In D. Mowery & R. Nelson (Eds.), *Sources of industrial leadership: studies of seven industries* (pp.267-311). Cambridge University Press.

Hoeren, T. (2015a). *Economic growth and breakthrough innovations – The semiconductor chip industry and its IP law framework.* Unpublished background report for the World Intellectual Property Report 2015.

Hoeren, T. (2015b). *Copyright law and chip design – The overlap of industrial property and copyright law protection.* Unpublished manuscript.

Hummels, D. (2007). Transportation costs and international trade in the second era of globalization. *The Journal of Economic Perspectives*, 21 (3), 131- 154.

ICAO (1960). *Annual Report of the Council to the Assembly for 1960.* Montreal: International Civil Aviation Organization

ICAO (2006). *Economic Contribution of Civil Aviation (Circular 292).*

Jaczynska, E., Outterson, K., & Mestre-Ferrandiz, J. (2015). *Business Model Options for Antibiotics: Learning from Other Industries.* Research Report, publications on Business models and strategy, Big Innovation Centre, London, UK.

Jaffe, A. B., & Lerner, J. (2004). *Innovation and its discontents: How our broken patent system is endangering innovation and progress, and what to do about it.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Jayachandran, S., Lleras-Muney, A., & Smith, K. V. (2010). Modern Medicine and the Twentieth Century Decline in Mortality: Evidence on the Impact of Sulfa Drugs. *American Economic Journal: Applied Economics*, 118-146.

Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. (2000). Raising the speed limit: U.S. economic growth in the information age. *OECD Economics Department Working Papers*, No. 261.

Jorgenson, D. W. (2001). Information technology and the U.S. economy. *American Economic Review*, 91 (1), 1- 32.

Jorgenson, D. W., & Motohashi, K. (2005). Information technology and the Japanese economy. *NBER Working Papers*, No. 11801.

Kingston, W. (2000). Antibiotics, invention and innovation. *Research Policy*, 29 (6), 679- 710.

Kingston, W. (2001). Innovation needs patents reform. *Research Policy*, 30 (3), 403- 423.

Kingston, W. (2004). Streptomycin, Schatz v. Waksman, and the balance of credit for discovery. *Journal of the history of medicine and allied sciences*, 59(3): 441-462.

Klepper, S., & Simons, K. L. (1997). Technological extinctions of industrial firms: An inquiry into their nature and causes. *Industrial and Corporate Change*, 6 (2), 379- 460.

Klepper, S. (1996). Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle. *American Economic Review*, 86 (3), 562- 583.

Landau, R., Achilladelis B. & Scriabine, A. (1999) *Pharmaceutical innovation: revolutionizing human health*. Vol. 2. Chemical Heritage Foundation.

Langlois, R. N., & Steinmueller, W. E. (1999). The evolution of competitive advantage in the worldwide semiconductor industry, 1947-1996. In D.C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), *Sources of industrial leadership: Studies of seven industries* (pp. 19-78). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Le Fanu, J. (2011). *The rise and fall of modern medicine.* Hachette UK.

Lécuyer, C., & Brock, D. C. (2010). *Makers of the microchip: A documentary history of Fairchild Semiconductor.* Cambridge, Mass: MIT Press.

Lesch, J. E. (2007). *The first miracle drugs: how the sulfa drugs transformed medicine.* Oxford University Press, USA.

Levin, R. C. (1982). The semiconductor industry. In R. R. Nelson (Ed.), *Government and technical progress: A cross-industry analysis* (pp. 9-100). New York: Pergamon Press.

Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson R. R., & Winter S. (1987). Appropriating the returns from industrial research and development. *Brookings Papers on Economic Activity*, 18 (3), 783- 832.

Ludlow, T. (2014). Sign of the Times: Trends in Technology IP Licensing. *Intellectual Asset Management*, 66, 31-38.

Malerba, F. (1985). *The semiconductor business: The economics of rapid growth and decline.* London: F. Pinter.

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31 (2), 247- 264.

Mann, J. (2004). *Life Saving Drugs: The Elusive Magic Bullet.* Royal Society of Chemistry.

McKelvey, M., Orsenigo L., & Pammolli, F. (2004). Pharmaceuticals Analyzed through the Lens of a Sectoral Innovation System. In F. Malerba (Ed.), *Sectoral Systems of Innovation* (pp.). Cambridge University Press, Cambridge.

Merges, R. P., & Nelson, R. R. (1990). *On the complex economics of patent scope.* Columbia Law Review: 839-916.

Meyer, P. B. (2013). The Airplane as an Open-Source Invention. *Revue économique*, 64(1), 115-132.

Miller, R., & Sawers, D. (1968). *The Technical Development of Modern Aviation.* London: Routeledge & Kegan Paul PLC.

Mokyr, J. (2002). *The gifts of Athena: Historical origins of the knowledge economy.* Princeton University Press, 2002.

Morris, P. R. (1990). *A history of the world semiconductor industry.* London: P. Peregrinus on behalf of the Institution of Electrical Engineers.

Motohashi, K. (2008). Licensing or not licensing? An empirical analysis of the strategic use of patents by Japanese firms. *Research Policy*, 37 (9), 1548- 1555.

Mowery, D. C. (2015). “Breakthrough innovations” in aircraft and the IP system, 1900-1975. *WIPO Economic Research Working Paper*, no 25.

Mowery, D. C., & Sampat, B. N. (2001a). Patenting and licensing university inventions: lessons from the history of the research corporation. *Industrial and Corporate Change*, 10 (2), 317- 355.

Mowery, D. C., & Sampat, B. N. (2001b). University patents and patent policy debates in the USA, 1925–1980. *Industrial and Corporate Change*, 10 (3), 781- 814.

Mowery, D. C., Nelson, R. R., Sampat, B. N., & Ziedonis, A.A. (2004). *Ivory tower and industrial innovation: University-Industry Technology Transfer Before and After the Bayh-Dole Act.* Stanford Business Books, Palo Alto, USA.

Nakagawa, Y. (1985). *Semiconductor development in Japan.* Tokyo: Diamond Publishing.

Neushul, P. (1993). Science, government and the mass production of penicillin. *Journal of the history of medicine and allied sciences*, 48 (4): 371- 395.

Nordhaus, W. D. (2002). *The health of nations: the contribution of improved health to living standards.* No. w8818. National Bureau of Economic Research.

OECD (2004). *The economic impact of ICT: Measurement, evidence and implications.* Paris: OECD Publishing.

OECD (2015). *The future of productivity.* Paris: OECD Publishing.

Outterson, K., Balch-Samora, J., & Keller-Cuda, K. (2007). Will longer antimicrobial patents improve global public health? *The Lancet infectious diseases*, 7(8): 559-566.

Pilat, D., & Wölfl, A. (2004). ICT production and ICT use: What role in aggregate productivity growth?. In OECD, *The economic impact of ICT: measurement, evidence and implications* (pp. 85–104). Paris: OECD Publishing.

Podolsky, S. (2015). *The Antibiotic Era.* Johns Hopkins University Press.

PwC (2014). *China’s impact on the semiconductor industry.* New York: PricewaterhouseCoopers.

Ristuccia, C.A., & Solomou, S. (2014). Can General Purpose Technology Theory Explain Economic Growth? Electrical Power As a Case Study. *European Review of Economic History*, 18(3): 227-247.

Rosenberg, N. (1969). The direction of technological change: inducement mechanisms and focusing devices. *Economic Development and Cultural Change*, 1-24.

Ruttan, V. W. (2000). *Technology, growth, and development: An induced innovation perspective.* Oxford, UK: Oxford University Press.

Ruttan, V. W. (2006). *Is War Necessary For Economic Growth?* Oxford, UK: Oxford University Press.

Sampat, B. (2015). Intellectual Property Rights and Pharmaceuticals: The Case of Antibiotics. *WIPO Economic Research Working Papers*, no 26.

Shapiro, C. (2000). Navigating the patent thicket: Cross licenses, patent pools and standard setting. In A. Jaffe, J. Lerner, & S. Stern (Eds.), *Innovation Policy and the Economy Vol. 1* (pp. 119-150). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Sheehan, J. C. (1982) *The enchanted ring: the untold story of penicillin.* MIT Press (MA).

Shurkin, J. N. (2006). *Broken genius: The rise and fall of William Shockley, creator of the electronic age.* London: Macmillan.

So, A. D., Gupta N., Brahmachari, S.K., Chopra, I., Munos, B., Nathan, C., *et al* (2011). Towards new business models for R&D for novel antibiotics. *Drug Resistance Updates*, 14(2):88-94.

Staniland, M. (2003). *Government Birds: Air Transport and the State in Western Europe.* Oxford: Rowman & Littlefield Publishers.

Stiroh, K.J. (2002). Information technology and the U.S. productivity revival: What do the industry data say?. *American Economic Review*, 92, 1559–1576.

Taylor, C. T., Silberston, A., & Silberston Z. A. (1973). *The economic impact of the patent system: a study of the British experience.* Vol. 23. CUP Archive.

Temin, P. (1979). Technology, regulation, and market structure in the modern pharmaceutical industry. *The Bell Journal of Economics:* 429-446.

Temin, P. (1980). *Taking your medicine: drug regulation in the United States.* Harvard University Press.

Tilton, J.E. (1971). *International diffusion of technology: The case of semiconductors.* Washington, DC: Brookings.

Trischler, H. (1992). *Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900–1970: Politische Geschichte einer Wissenschaft.* Frankfurt, New York: Campus Verlag.

Van Ark, B., & Inklaar, R. (2005). *Catching up or getting stuck? Europe’s problems to exploit ICT’s productivity potential.* Paper presented at the International Symposium on Productivity, Competitiveness and Globalisation, Paris.

Van Ark, B. (2014). *Productivity and digitalisation in Europe: Paving the road to faster growth.* The Conference Board and the Centre for Innovation Economics.

Vogel, D. (1998). The globalization of pharmaceutical regulation. *Governance* 11(1): 1-22.

Von Hippel, E. (1982). Appropriability of innovation benefit as a predictor of the source of innovation. *Research Policy*, 11 (2), 95- 115.

Wainwright, M. (1990). *Miracle cure: The story of penicillin and the golden age of antibiotics.* Blackwell.

Welch H. (1954). *The manual of antibiotics, 1954-1955.* Medical Encyclopedia, Inc. New York, USA.

Wolfson, J. A. (1993). Patent flooding in the Japanese Patent Office: Methods for reducing patent flooding and obtaining effective patent protection. *George Washington Journal of International Law and Economics*, 27, 531- 563.

WSTS (2015). *WSTS Semiconductor Market Forecast Spring 2015.* Retrieved July 9, 2015, from: *www.wsts.org/PRESS/PRESS-ARCHIVE/WSTS-Semiconductor-Market-Forecast-Spring-2015*

Zhegu, M. (2007). *La coévolution des industries et des systèmes dínnovation: l’industrie aéronautique.* Université du Québec à Montréal, Montreal.

الفصل 3
الابتكارات ذات إمكانات التقدم

شهد عالم الابتكار تطوراً هائلاً منذ بدايات النمو القائم على الابتكار. وكما ورد في الفصل 1، لم يخصص الاقتصاد العالمي حتى الآن هذا القدر الكبير من الموارد العامة والخاصة لدفع حدود المعرفة العالمية. ولا شك في أن الابتكار بات أكثر تنوعاً جغرافياً مقارنة بالقرن الماضي، وأصبحت الاقتصادات الآسيوية – ولا سيما الصين – تنشأ كمصادر ابتكار جديدة.

ولم يتسم الابتكار قط بهذه التعددية. إذ تشهد المنتجات التي أطلقت منذ فترة طويلة مثل قطاع السيارات والنسيج تقدماً تكنولوجياً مطرداً. وإضافة إلى ذلك، طرأت مجالات ابتكار جديدة تفتح آفاقاً جديدة لتلبية احتياجات البشرية ومواجهة تحدياتها. وكان لتكنولوجيات المعلومات والاتصالات تأثير بالغ على مسار الابتكار، إذ يسَّر الاكتشافات العلمية والبحث والتطوير التجاري من خلال تسريع معالجة البيانات وتحفيز التفكير في مختلف المجالات التكنولوجية.

ولكن لم يصبح بالضرورة من الأسهل تحقيق تطورات ابتكارية وضمان نشرها في مختلف القطاعات الاقتصادية بحيث تولد فوائد طويلة الأمد من حيث النمو الاقتصادي. وما فتئت المشكلات التكنولوجية تزداد تعقيداً وقد تكون هناك حدود طبيعية على إمكانات تحسين الإنجازات السابقة كالسفر السريع وارتفاع متوسط العمر المتوقع والاتصالات عبر مسافات طويلة. وليس من الواضح إلى أي مدى ستتمكن نظم الابتكار المعززة الحالية من التغلب على هذه الصعوبات.

ويبحث هذا الفصل ثلاثة ابتكارات تبشِّر بإمكانات التقدم وهي الطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا والإنسالات. وعلى غرار الدراسات الإفرادية المختارة في الفصل 2، فإن اختيار مجالات الابتكار الثلاثة المذكورة اختيار اعتباطي إلى حد ما. ومع ذلك، فإن المناقشات المعاصرة للتكنولوجيات المحفزة للنمو في المستقبل تتناول كل مجالات الابتكار المذكورة.[1] وفضلاً عن ذلك، تمتلك كل هذه المجالات بعض الخصائص التكنولوجية ذات الأغراض العامة وخصوصاً أن هذه التكنولوجيات تنطوي على مجموعة واسعة من الاستخدامات ويمكن تطبيقها في طائفة واسعة من القطاعات.[2]

وترد الدراسات الإفرادية الثلاث في الأقسام 1.3 (الطباعة الثلاثية الأبعاد) و2.3 (النانوتكنولوجيا) و3.3 (الإنسالات). وتتبع المناقشة أسلوب عرض الدراسات الإفرادية في الفصل 2 أي أنها تبدأ ببحث أصل كل ابتكار وإسهامه في النمو ثم دراسة منظومته وأخيراً النظر في دور الملكية الفكرية. ويسعى القسم 4.3 إلى عرض الدروس المستفادة من البحوث الثلاثة.

وتجدر الإشارة إلى أن الطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا والإنسالات لا تزال في مراحل مبكرة من التطور وإن لم تكن جديدة تماماً. وخلافاً للفصل 2، لا يمكن للدراسات المقدَّمة في هذا الفصل أن تستند إلى التجارب السابقة ما يؤدي إلى أن تكون بعض المناقشات افتراضية. وفي الواقع، تحوم شكوك كبيرة حول سبل تشكيل هذه المجالات الثلاثة للنمو في المستقبل ولن يدعي هذا الفصل خلاف ذلك. وعليه، فمن الأهمية بمكان مراعاة هذا الغموض في قراءة هذه البحوث الثلاثة.

1. انظر مثلاً موكير (2014) وتقارير عالم البراءات بشأن التكنولوجيات الجديدة الواعدة الصادرة عن مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية والواردة على الرابط التالي: *www.gov.uk/government/collections/intellectual-property-research-patents*.
2. على النحو المذكور في مقدمة الفصل 2، لا يوجد تعريف موحد للتكنولوجيات ذات الأغراض العامة.

1.3 – الطباعة الثلاثية الأبعاد

"ستشمل المرحلة المقبلة من الطباعة الثلاثية الأبعاد طباعة أنواع جديدة تماماً من المواد. وسيتسنى، في نهاية المطاف، طباعة منتجات كاملة بدوائرها ومحركاتها وبطارياتها. ففي هذه المرحلة، لا توجد مستحيلات".

هود ليبسون،
مدير مختبر الآلات الابتكارية التابع لجامعة كورنيل

يقصد بالطباعة الثلاثية الأبعاد – المعروفة أيضاً باسم التصنيع التتابعي – مجموعة من تقنيات التصنيع المستخدمة في استحداث أجسام مجسمة عن طريقة تجميع طبقات متتابعة من المواد بمساعدة برمجيات متخصصة للتحكم في مسار التصنيع وتصميم الأجسام المنشودة.

ويرصد هذا القسم تطور الطباعة الثلاثية الأبعاد وإسهامها الاقتصادي. ثم يصف المنظومة التي أدت إلى نشأة هذا المجال الابتكاري مع إيلاء اهتمام خاص للعوامل الرئيسية التي أدت إلى تقدمها. وأخيراً، يركز هذا القسم على دور نظام الملكية الفكرية في تطوير الطباعة الثلاثية الأبعاد ويشير إلى بعض الصعوبات المحتملة التي قد يثيرها هذا المجال لنظام الملكية الفكرية.[3]

1.1.3 – تطور الطباعة الثلاثية الأبعاد وأهميتها الاقتصادية

يعود تاريخ الطباعة الثلاثية الأبعاد، بوجه عام، إلى القرن التاسع عشر وبخاصة التصوير المنحوت وعلم التضاريس.

ولكن لم تبدأ محاولات تصنيع أجسام ثلاثية الأبعاد باستخدام برمجيات متخصصة حتى أواخر الستينات. وأجريت إحدى هذه المحاولات في معهد باتيل التذكاري في كولومبوس، وأجرى وين كيلي سوينسون محاولة أخرى في بيركلي بكاليفورنيا. وبعد عقد من الزمان، أفاد العالم الياباني، هيديو كوداما، بالتوصل إلى أول تقنية طباعة مجسمة في معهد البحوث الصناعية لمقاطعة ناغويا.

وظهرت بعدئذ مسارات مختلفة للطباعة المجسمة (انظر الجدول 1.3). واستند كل من هذه المسارات إلى تقنية طباعة مختلفة واختلف كذلك نوع المواد الخام المستخدمة في الطباعة.

واستكمالاً لمسار الطباعة الثلاثية الأبعاد، كانت هناك حاجة إلى صيغة ملفات جديدة تصف الهندسة السطحية للأجسام الثلاثية الأبعاد. واستحدثت شركة 3D Systems – وهي أول شركة تطلق طابعة تجارية ثلاثية الأبعاد تقوم على الستيريوليثغرافيا – أول ملف من الصيغة المذكورة واسمه STL.[4] وتطورت هذه الصيغة لتصبح الصيغة الأساسية المستخدمة في هذا القطاع حتى وقت قريب.

وإذ تلقى هذا الابتكار قبولاً واسعاً في التصنيع التجاري، ظهرت شريحة سوقية مختلفة هي الطباعة الثلاثية الأبعاد الشخصية والمعروفة أيضاً باسم التصنيع الشخصي.

وفي منتصف الألفية الثانية، أطلق باحثون من جامعات مثل جامعة باث ومعهد ماساشوستس للتكنولوجيا وجامعة كورنيل وجامعة ستانفورد هذه الشريحة السوقية من خلال النظر في طرق إتاحة الطباعة المجسمة على نطاق واسع. وكان هدفهم هو استحداث طابعات ثلاثية الأبعاد صغيرة الحجم ويمكن استخدامها لأغراض عامة.[5]

واحد من هذه المشاريع، RepRap، وقد صممت لإنشاء طابعة الثلاثية الأبعاد مفتوحة المصدر التي من شأنها إعادة إنتاج نفسها. تطوره، جنبا إلى جنب مع دعم المنتجات والخدمات، وخفضت بشكل كبير من تكلفة طابعات الثلاثية الأبعاد الشخصية، مما يجعلها في متناول المستهلكين المهتمين.

وصُمم أحد هذه المشاريع، وهو مشروع RepRap، لاستحداث طابعة مجسمة ومفتوحة المصدر يمكنها أن تصنع نفسها. وأدى استحداثها، إضافة إلى المنتجات والخدمات المساعدة لها، إلى تقليص تكاليف الطابعات المجسمة الشخصية ما جعلها أكثر توفراً للمستهلكين المهتمين. وأنشأ مشروع RepRap منظومة مزدهرة من مصنعي الأجهزة ومطوري البرمجيات ومقدمي الخدمات الذين دعموا جميعاً السوق الاستهلاكي للطابعات المجسمة. وتستند العديد من الطابعات المجسمة الشخصية المتوفرة حالياً إلى البرمجية والعتاد المفتوحين المصدر لمشروع RepRap وما يتضمناه من تكنولوجيات.

ولكن لا يمكن لأي شخص أن يمتلك طابعة ثلاثية الأبعاد ولا يمكن لأي شخص أن يصنع طابعة كهذه؛ وعليه أطلق مشروع Fab Lab. وهو مشروع بدأ في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا في عام 2001 وقاده نيل غيرشنفيلد ويركز على بناء مختبرات تصنيع منخفضة التكلفة ومفتوحة المصدر. ويكمن المبدأ الأساسي في تشجيع المستخدمين على تصنيع ما يحتاجونه دون التفاوض على تراخيص للنفاذ إلى أنظمة طباعة مجسمة. وإن Fab Labs هي أساساً عبارة عن مختبرات مزودة بأدوات تصنيع من طراز صناعي وإلكترونيات تقوم على برمجيات مفتوحة المصدر وبرامج أخرى طورت في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا. ويمكن للمستخدمين أن يستخدموا هذه المختبرات لتصنيع وطباعة الأجسام التي يرغبون فيها أو يحتاجون إليها دون الاضطرار لشراء أنظمة طباعة مجسمة.

3. يستند هذا القسم إلى بيكتولد (2015).
4. يقصد بالمختصر STL الستيريوليثغرافيا ويعرف كذلك بلغة معيار التغطية الفسيفسائية.
5. ليبسون (2005).

الجدول 1.3: بعض مسارات الطباعة الثلاثية الأبعاد

العام*	التكنولوجيا	النوع	المخترعون الأصليون	الشركة
1984	الستيريوليثغرافيا	تقنية لبلمرة الحاويات ضوئياً – إذ يصلد بوليمر سائل بمصدر ضوئي هو إشعاع ليزر فوق بنفسجي. ويصلد هذا الليزر الأجزاء المكشوفة من البوليمر. ويكرّر هذا المسار طبقة تلو طبقة حتى ينتهي تصنيع الجسيم.	شارلز هول (عندما كان في شركة UPV)	شركة 3D Systems
1986	التلبيد الانتقائي بالليزر	تقنية صهر طبقة من المسحوق الخام – يسلط إشعاع ليزر على طبقة مسحوق خام موضوعة على منصة. ويلبد الليزر المادة لتأخذ الشكل المطلوب. ثم تنخفض المنصة ليلبد الليزر الطبقة التالية.	كارل ديكارد (مشروع دكتوراه في جامة تكساس أوستن)	جامعة تكساس بأوستين، التقنية مرخصة لشركة نوفا أوتوميشيون قبل أن يصبح اسمها DTM Corporation – واقتنتها شركة 3D Systems في عام 2001
1989	البناء بالترسيب المنصهر؛ المعروف أيضاً بأساليب البثق بالحرارة (انظر الإطار 3.2)	مسار بثق المواد – تُدخل المواد في البثق أو الفوهة على نحو انتقائي.	سكوت كرامب	ستراتاسيس
1989	الطباعة المجسمة (الطباعة الثلاثية الأبعاد)	مسار الطباعة بالمادة اللاصقة – توزع مادة لاصقة عبر نفاث طباعة حبري على مسحوق خام على غرار الأعمال المصنوعة بطابعة حبر عادية.	إيمانويل ساكس وفريقه	معهد MIT. مرخص لعدة شركات لتسويقه ولا سيما شركة Z Corporation التي اقتنتها شركة 3D Systems في عام 2012

*يشير إلى سنة إيداع البراءة الأولى.

المصدر: بيكتولد (2015).

زيادة الأهمية التجارية

منذ أن أصبحت الطباعة الثلاثية الأبعاد متاحة تجارياً، كان لها أثر على مسارات التصنيع في مختلف الصناعات والقطاعات. وطبِّقت أولاً في مسار تصنيع نماذج سريعاً. واستخدم المهندسون والمصممون الصناعيون هذه التقنية لتسريع تصاميمهم وتصنيعهم للنماذج المطلوبة ما ساعدهم على توفير الوقت والمال.

وإذ بدأت تظهر أساليب طباعة مجسمة جديدة باستخدام مواد خام جديدة، طُبقت هذه الأساليب في صناعة مكونات أو منتجات نهائية في عدة قطاعات صناعية منها الفضاء والطيران والسيارات والبناء والتصاميم الصناعية والمنتجات الطبية والدفاع. وطبِّقت هذه الأساليب أيضاً على منتجات استهلاكية منها الموضة والأحذية والجواهر والنظارات والأغذية.

وتتيح الطباعة الثلاثية الأبعاد لشركات هذه القطاعات أن تنتج عدداً صغيراً من السلع بتكلفة منخفضة. وبفضل هذه التكلفة المنخفضة، أصبحت هذه الأساليب جذابة للشركات التي تمتلك سلاسل إنتاج صغيرة.[6]

وفي العديد من هذه الحالات، تقلص الطباعة الثلاثية الأبعاد الوقت والتكلفة اللازمين للإنتاج في هذه الشركات. ويقدِّر تقرير استشاري أن الوفورات الناجمة عن استخدام الطباعة المجسمة لإنتاج قطع غيار للصيانة والتصليح والتشغيل في سوق الفضاء العالمي بلغت 3.4 مليار دولار أمريكي.[7]

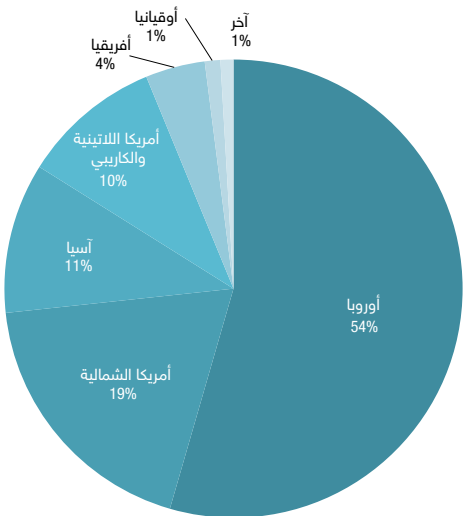
أما فيما يخص الشريحة السوقية للطباعة المجسمة الشخصية، فقد أدى استهلال مبادرات طباعة مجسمة مفتوحة المصدر وانتهاء مدة البراءات المتعلقة بهذه المبادرات إلى خفض تكلفة الطابعات بحيث أصبحت أكثر توافراً (انظر القسم الفرعي 3.1.3 بشأن دور البراءات).[8] ويسرت الطابعات المنخفضة التكلفة ومختبرات التصنيع للاستخدام الشخصي نشر التكنولوجيا في العديد من المجتمعات وساعدها على تلبية احتياجاتها المتنوعة.

فعلى سبيل المثال، مكَّنت مختبرات فاب في الهند وغانا وشمال النرويج ومنطقة بوسطن الكبرى في الولايات المتحدة المبتكرين المحليين من تصنيع أدوات لقياس مدى سلامة الحليب واختبار الآلات الزراعية، وبكرات لمساعدة أعمال التطريز المحلية، وبطاقات بيانات تتيح الرصد الخلوي للقطعان والخلايا الشمسية والمجوهرات من المعادن الخردة. ويوجد حالياً نحو 550 مختبراً من مختبرات فاب في العالم. وتقع هذه المختبرات أساساً في الولايات المتحدة وأوروبا ولكن يوجد 23 مختبراً في أفريقيا و58 في آسيا و54 في أمريكا اللاتينية والكاريبي (انظر الشكل 1.3).

6. بيكتولد وزملاؤه (2015).
7. باعتبار أن 50 بالمئة من الأجزاء مطبوعة بواسطة طابعات ثلاثية الأبعاد (معهد PWC & M، 2014).
8. انظر ليبسون وكورمان (2013)، ووست وكوك (2014)، وبيكتولد وزملاءه (2015)، وكامبيل وزملاءه (2012).

الشكل 1.3: توجد مختبرات فاب في جميع أنحاء العالم تقريباً

توزيع مختبرات فاب بحسب المنطقة – عام 2015



المصدر: مؤسسة فاب (2015)

الأثر الواعد

إن التأثير المحتمل للطباعة الثلاثية الأبعاد بالغ. فقد تؤدي أولاً دوراً متزايد الأهمية في تصنيع نماذج سريعة وكذلك في تصنيع المكونات والمنتجات النهائية.[9] فقد استُخدمت مثلاً في القطاع الطبي لإنتاج مقابس مخصصة لاستبدال مفاصل الورك وأجهزة مساعدة على السمع.[10] ومن خلال تجاوز الوسائل التقليدية للتصنيع، فقد يتسنى تخصيص منتجات على نطاق واسع وخفض تكاليف التخزين وتحسين تصميم المنتجات.

ثانياً، قد تؤدي إلى عالم من التصنيع اللامركزي. وإذ إن توليد معلومات عن الجسم منفصل عن إنتاجه في إطار الطباعة الثلاثية الأبعاد، فقد تختل قنوات الإنتاج التقليدية – أي قنوات التزويد والتوزيع.[11] فبوجه عام، يمكن استحداث الأجسام في مكان وإنتاجها في مكان أقرب إلى العميل أو حتى أن ينتجه العميل نفسه. وقد يؤدي ذلك بعدئذ إلى الابتكار في نماذج الأعمال حيث يمكن تحقيق الفعالية في استهداف الفئات السوقية المنشودة وإدماج العملاء في سلسلة القيمة.[12]

ثالثاً، يمكن للطباعة الثلاثية الأبعاد أن تؤثر تأثيراً بالغاً في المناطق الجغرافية البعيدة عن المصانع أو قنوات التوزيع. إذ تمكن الطباعة المجسمة هذه المناطق النائية من تصنيع وإنتاج قطع غيار أو منتجات يصعب الحصول عليها. ومن المناطق المحتملة الاقتصادات الأقل تقدماً التي قد تكون منقطعة عن قنوات التوزيع العادية. وقد تمكنها الطباعة المجسمة من الحصول على منتجات بتكلفة منخفضة من خلال تجاوز قنوات التصنيع والتوزيع التقليدية.[13] وعلى غرار ما ذكر بشأن مختبرات فاب، قد يمكن ذلك إيجاد حلول محلية مخصصة لمعالجة المشكلات المحلية، ما من شأنه أن يعود بفوائد كبيرة على هذه الاقتصادات. ومن المجتمعات النائية الأخرى التي قد تستفيد من الطباعة الثلاثية الأبعاد محطة الفضاء الدولية حيث يكون من الصعب للغاية الحصول على قطع غيار.

وأخيراً كلما ازدادت موثوقية الطابعات الثلاثية الأبعاد الشخصية وتحسن تصميمها وتسويقها، ازدادت قدرتها على استقطاب المستهلكين من خلال تقليص التكاليف والآثار البيئية للمنتجات المطبوعة.[14]

ونظراً إلى التغييرات التي ستثيرها الطباعة المجسمة في مسارات التصنيع وقنوات التوزيع، فمن المرجح أن يؤثر ازدياد استخدام هذا النوع من الطباعة في سوق الوظائف المحلية.[15] فعلى سبيل المثال، قد تغير توزيع الوظائف في القطاعات الصناعية التقليدية من خلال نقل الوظائف الشاغرة إلى أماكن حيث يوجد طلب على الطباعة المجسمة. ولكن لم يحاول أي خبير دراسة هذا الأثر حتى الآن.

وتختلف تقديرات نمو الطباعة المجسمة وأثرها اختلافاً كبيراً. إذ يقدر مراقبو القطاع أن يولد سوق الطباعة المجسمة إيرادات تبلغ 20 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2020.[16] ويقدر الأثر المالي للتكنولوجيا بمبلغ يتراوح بين 230 و550 مليار دولار أمريكي كل سنة بحلول عام 2025، وسيكون الجزء الأكبر من هذا الأثر على المستهلكين (100 إلى 300 مليار دولار أمريكي) والتصنيع المباشر (100 إلى 200 مليار دولار أمريكي) وتصنيع أدوات وحاويات (30 إلى 50 مليار دولار أمريكي).[17] ولكن تعدُّ بعض توقعات نمو السوق أكثر حذراً من غيرها (انظر الجدول 2.3).

9. انظر بيكتولد وزملاءه (2015).
10. انظر ليبسون وكورمان (2013) وبيكتولد وزملاءه (2015).
11. انظر ديساي وماغلويكا (2014) وليملي (2014).
12. غيلاسين (2014) وراينا وستريوكوفا (2014).
13. كينغ وزملاؤه (2014).
14. انظر ويتبرودت وزملاءه (2013) فيما يخص تكاليف دورة الحياة؛ وكريغير وبيس (2013)، وبيكتولد وزملاءه (2015) وليبسون وكورمان (2013) بشأن الآثار البيئية.
15. ليبسون وكورمان (2013).
16. وولرز وشركاؤه (2014).
17. معهد ماكينزي العالمي (2013).

الجدول 2.3: التقديرات السوقية للطباعة المجسمة تختلف اختلافاً كبيراً

السوق	معدل النمو/الحجم المقدَّر	المصدر
قطاع الطباعة المجسمة العالمي (التكنولوجيات والمنتجات والخدمات المتصلة به)	10.8 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2021	وولرز وشركاؤه، 2013
قطاع الطباعة المجسمة العالمي (التكنولوجيات والمنتجات والخدمات المتصلة به)	4 مليارات دولار أمريكي بحلول عام 2025	شركة Research and Markets, 2013
سوق مواد الطباعة المجسمة (ومنها البلاستيك والمعادن والخزف وغيرها)	معدل النمو السنوي المركب 19.9% حتى عام 2018[18]	شركة RnR Market Research, 2014
الطباعة المجسمة ذات الأغراض الطبية	965.5 مليون دولار أمريكي بحلول عام 2019، معدل النمو السنوي المركب 15.4%	شركة Transparency Market Research

المصدر: بيكتولد وزملاؤه (2015).

يرتهن تحقق تقديرات الأثر المستقبلي للطباعة الثلاثية الأبعاد بقدرة القطاع على التغلب على الصعوبات التقنية. إذ إن تكلفة الطابعات الثلاثية الأبعاد لا تزال مرتفعة وتتراوح بين 000 75 دولار أمريكي و370 90 دولاراً أمريكياً؛ وقد تبلغ تكلفة بعض النظم الصناعية أكثر من مليون دولار أمريكي.[19] وبينما شهدت أسعار الطابعات المجسمة الشخصية انخفاضاً ملحوظاً من 000 30 دولار أمريكي منذ بضع سنوات إلى 1000 دولار أمريكي اليوم، فلا تزال هذه الطابعات بعيدة عن متناول العديد.[20] وفضلاً عن ذلك، تعدُّ المواد الخام الملائمة أكثر كلفة بكثير من العديد من المواد الخام المستخدمة في مسارات التصنيع التقليدية. وتقدِّر إحدى الشركات الاستشارية المتخصصة أن مبلغ قدره 528.8 مليون دولار أمريكي قد أُنفق على مواد خام لطابعات ثلاثية الأبعاد في عام 2013.[21]

وإضافة إلى ذلك، تتسم الطباعة الثلاثية الأبعاد بالبطء وتتطلب العديد من الساعات أو الأيام من الطباعة للانتهاء من تصنيع شيء.

وأخيراً، فإن مدى نمو هذا السوق يعتمد على سهولة الاستخدام في المستقبل، واعتماد هذه التقنية خارج دائرة المتحمسين والقراصنة الإلكترونيين، وعلى العديد من العوامل التجارية الأخرى.

الإطار 1.3: تحقيق إمكانات الطباعة المجسمة يعتمد على تطوير المنتجات التكميلية

تكمن أحد العوامل الرئيسية المؤثرة في التطبيق الواسع النطاق للطباعة الثلاثية الأبعاد في تطوير المنتجات التكميلية أي المواد الخام وبرمجيات التصميم.

ولم يكن بوسع الطابعات المجسمة الأولى أن تطبع سوى المواد البلاستيكية ما يسَّر مهمة المصنعين التقليديين في عدم استخدام هذه التكنولوجيا نظراً إلى أن تطبيقها محدود.[22] أما الآن، فيمكن للطابعات الثلاثية الأبعاد أن تستخدم مواد خزفية وسبائك معدنية وزجاج وورق وبوليمرات، ويمكنها استخدام، إلى حد ما، خلايا حية ومواد غذائية.

ولم تكن برمجية التصميم المستخدمة لتوليد صور رقمية للطباعة كافية سوى لتطبيق نماذج سريعة في مجالي الهندسة والتصميم الصناعي واحتياجات التصنيع السريعة الخاصة ببعض القطاعات الصناعية. وعلى الرغم من بعض التحسينات، فإن الطباعة الثلاثية الأبعاد لا تزال بعيدة عن رقمنة صور معقدة للغاية مثل الجسم البشري وتحركه. وفضلاً عن ذلك، تتطلب طباعة منتجات متقدمة كإنسالات عاملة عملاً تاماً استحداث برمجية تصميم أكثر تعقيداً يمكنها أن تراعي عوامل مثل قدرة الكيان على العمل وتصميمه.[23]

ولذلك، ينبغي توظيف المزيد من الاستثمارات في هذه المنتجات التكميلية لتيسير نشر هذا الابتكار في القطاعات الصناعية والبلدان التي تختلف مستويات دخلها.

2.1.3 – المنظومة الابتكارية للطباعة الثلاثية الأبعاد

أسهمت العديد من العوام ل والجهات الفاعلة في تقدم الطباعة الثلاثية الأبعاد. وإن الجهات الفاعلة من القطاعات الخاصة والعامة، وتقدم المنتجات التكميلية التي تدخل في أنظمة الطباعة الثلاثية الأبعاد وزيادة طلب المستهلكين من قطاع الطباعة والقطاع الخاص تعدُّ بعضاً من العوامل التي ساعدت في تقدم هذا المجال.

18. يشار إلى معدل النمو السنوي المركب بالمختصر الإنكليزي CARG.
19. انظر معهد ماكينزي العالمي (2013) وولرز وشركاءه (2014).
20. معهد ماكينزي العالمي (2013).
21. وولرز وشركاؤه (2014).
22. ليبسون وكورمان (2013).
23. ليبسون وكورمان (2013).

وصف العالم الابتكاري للطباعة الثلاثية الأبعاد

تتركز غالبية اختراعات الطباعة المجسمة المحمية بموجب براءة في الولايات المتحدة وألمانيا واليابان ومؤخراً في الصين.

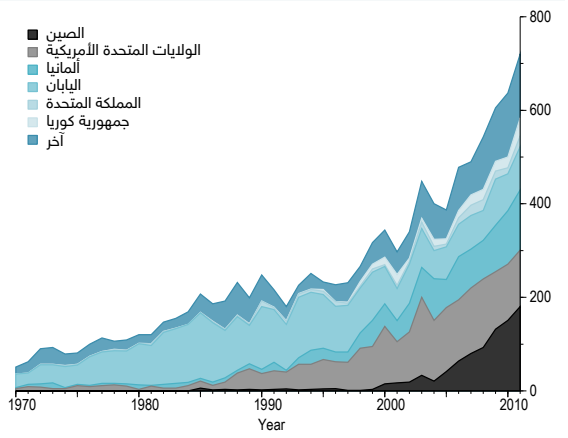
ويبين الشكل 2.3 تطور إيداعات البراءات على مدار الأعوام بحسب البلدان الستة الكبرى التي يقيم فيها مودعو الطلبات. وفي أوائل الثمانينيات، كان مودعو الطلبات اليابانيون مقبلين على إيداع الطلبات لاختراعاتهم في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد حتى تجاوزتهم الطلبات الأمريكية في الألفية الثانية. وبحلول عام 2010، أودع مقدمو الطلبات الصينيون طلبات أكثر تخص الطباعة الثلاثية الأبعاد بحيث أودعوا طلبات تساوي عدد طلبات المودعين اليابانيين والأمريكيين معاً.

وإضافة إلى ذلك، تندرج غالبية مودعي البراءات الخاصة بالطباعة الثلاثية الأبعاد في فئة الشركات (انظر الشكل 3.3). وليس ذلك مفاجئاً نظراً إلى أن العديد من المخترعين الأوائل في هذا المجال يميلون إلى إنشاء شركاتهم الخاصة. وباستثناء عدد محدود من الجهات الفاعلة الكبيرة، تنزع الشركات إلى أن تكون شركات صغيرة ومتوسطة.[24]

وتزداد مشاركة الجامعات في هذا المجال وإن كانت تشارك أقل من الشركات. وفي الواقع، انبثق عدد من أهم مسارات الطباعة الثلاثية الأبعاد من معهد ماساشوستس للتكنولوجيا ونظام جامعة تكساس ولا سيما جامعة تكساس بأوستن. وحتى يومنا هذا، تمتلك هاتان الجامعتان محافظ براءات هائلة في هذا المجال. ولكن ترخص براءات الجامعات هذه عادة للشركات الخاصة كي تسوقها. فعلى سبيل المثال، رخصت تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد بالحبر التي استحدثها معهد ماساشوستس للتكنولوجيا لعدة شركات لأغراض تطبيقاتها وتسويقها الخاصة.[25]

الشكل 2.3: تستأثر الصين وألمانيا واليابان والولايات المتحدة بنحو 80 بالمئة من جميع إيداعات البراءات في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد

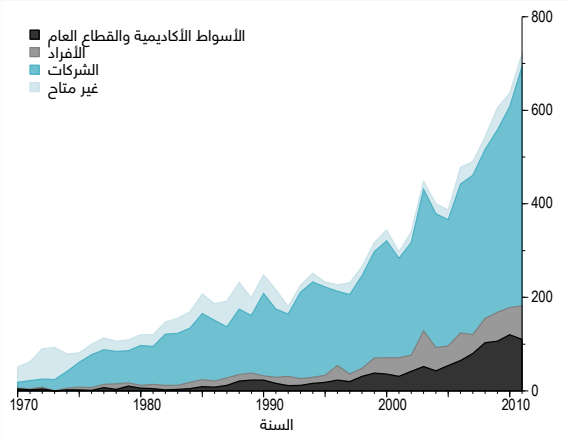
إيداعات البراءات الأولى بحسب بلد المنشأ، 1970-2011



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

الشكل 3.3: تودع الشركات غالبية براءات الطباعة الثلاثية الأبعاد ولكن توجد مشاركة متزايدة من القطاعين الأكاديمي والعام

إيداعات البراءات الأولى بحسب نوع مودع الطلب، 1970-2011



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

24. لجنة الخبراء للبحث والابتكار (2015).
25. وولرز وشركاؤه (2014).

الطباعة الصناعية الثلاثية الأبعاد

يتألف سوق الطباعة الصناعية الثلاثية الأبعاد أساساً من شركات صغيرة ومتوسطة الحجم ولكن يهيمن مصنعا أنظمة كبيران على القطاع وهما Stratasys و3D Systems القائمان في الولايات المتحدة. وتعدُّ الشركتان من بين أولى الشركات التي دخلت السوق – واستحدثت مسارات طباعة ثلاثية الأبعاد خاصة بها أي الستيريوليثغرافيا والبناء بالترسيب المنصهر على التوالي – وأصبحتا أكبر مودعتي طلبات براءات في القطاع كما يتضح من عدد البراءات المودعة المبيَّن في الجدول 3.3. وتشمل الجهات العالمية الهامة الأخرى شركة Beijing Tiertime الصينية وشركتي EOS وEnvisiontec الواقعتين في ألمانيا.[26]

الجدول 3.3: أكبر عشر شركات أودعت طلبات براءات منذ عام 1995

اسم الشركة	البلد	عدد إيداعات البراءات الأولى
3D Systems	الولايات المتحدة	200
Stratasys	الولايات المتحدة	200
Siemens	ألمانيا	145
General Electric	الولايات المتحدة	131
Mitsubishi Heavy Industries Ltd	اليابان	120
Hitachi	اليابان	117
MTU Aero Engines	ألمانيا	104
Toshiba	اليابان	103
EOS	ألمانيا	102
United Technologies	الولايات المتحدة	101

المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

تعدُّ الطباعة الثلاثية الأبعاد قطاعاً يتطلب بحثاً مكثفاً. وقد تطلب وضع مسار يعمل على النحو الواجب عدة دورات من التحسين مقارنة بمسارات الطباعة الثلاثية الأبعاد الأولى.[27] ويستمر اليوم هذا الاعتماد على أنشطة البحث والتطوير المكثفة. ومؤخراً، كشفت شركة استشارية متخصصة في الطباعة الثلاثية الأبعاد أن الشركات تنفق ما متوسطه 19.1 بالمئة من إيراداتها في عام 2013 على استثمارات البحث والتطوير.[28]

دعم التطوير من خلال مبادرات عامة وخاصة

يسرت مبادرات حكومية مختلفة تطور الطباعة الثلاثية الأبعاد. ففي العديد من الحالات، ساعدت هذه المبادرات على تعويض مساعي البحث والتطوير المحفوفة بالمخاطر في هذا المجال الابتكاري. وفي أواخر الثمانينيات، رخص معهد البحوث الصناعية لمحافظة أوساكا، وهو منظمة بحثية يابانية عامة، اختراعه الخاص بالطباعة الثلاثية الأبعاد لعدة شركات يابانية كي تطور هذا الاختراع وتصنعه. ولا تزال هذه الشركات، ومنها شركة ميتسوبيشي للصناعات الثقيلة وشركة NTT Data للاتصالات، جهات مشاركة كبرى في هذا القطاع حتى اليوم.

وفي الآونة الأخيرة، استُهلت مبادرات حكومية واسعة النطاق في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي والصين، على سبيل المثال لا الحصر. وفضلاً عن تمويل البحوث العامة من خلال مختلف المؤسسات العلمية الوطنية في العديد من البلدان، استُهدفت أيضاً مشاريع طباعة ثلاثية الأبعاد. فعلى سبيل المثال، كانت وزارة الدفاع الأمريكية والمختبرات الوطنية الأمريكية من الجهات الداعمة النشطة لبحوث الطباعة الثلاثية الأبعاد.[29] وتتعلق بعض هذه المشاريع بتطبيقات تخص الطاقة والقطاع الحربي وحتى الفضاء الخارجي.[30] وخصص الاتحاد الأوروبي ميزانية إجمالية قدرها 225 مليون يورو لتمويل بحوث الطباعة الثلاثية الأبعاد للفترة 2007-2013.

ووظفت الحكومة استثمارات استراتيجية كبيرة في تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد في الصين؛ وتكتسي هذه الاستثمارات أهمية أكبر في دفع عجلة تقدم الابتكار مقارنة بتقدم البحث والتطوير الذي تقوده الشركة.[31] ويتجلى الاستثمار الكبير الذي وظفته الحكومة الصينية في الطباعة الثلاثية الأبعاد في عدد طلبات البراءات التي أودعتها الجامعات الصينية؛ وتجاوزت هذه الإيداعات في بعض الحالات إيداعات الجامعات الأمريكية والأوروبية (انظر الجدول 4.3 والشكل 4.3).

26. مع ذلك، لا تظهر شركتا Beijing Tiertime وEnvisiontec في قائمة أكبر عشرة مودعي براءات في الجدول 3.3. ويشير ذلك إلى معايير البحث والانتقاء بناء على أحدث المعلومات المتاحة (انظر أيضاً الملاحظات التقنية).
27. برينز وزملاؤه (1997).
28. وولرز وشركاؤه (2014).
29. وولرز وشركاؤه (2014).
30. مولت وكالة المشروعات البحثية المتقدمة والطاقة (ARPA-E) التابعة لوزارة الطاقة الأمريكية مؤخراً مشروعاً لتوليد محرك يستهلك 30 كيلووات باستخدام تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد فقط (لانغنو، 6 أكتوبر 2014). وتبحث وكالة ناسا استخدام تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد لتصنيع قطع غيار في بعثات فضائية، وقاد مركز بحوث لانغلي التابع لوكالة ناسا فريق عمل مشترك بين الوكالات الحكومية الأمريكية ومعني بالطباعة الثلاثية الأبعاد منذ عام 2010 (وولرز وشركاؤه، 2014).
31. لجنة الخبراء للبحث والابتكار (2015).

الجدول 4.3: مودعو البراءات العشرة الأوائل من الجامعات والشركات منذ عام 1995

اسم الجامعة	البلد	عدد إيداعات البراءات الأولى
جمعية فرانهوفر	ألمانيا	89
الأكاديمية الصينية للعلوم	الصين	79
جامعة هوازونغ للعلوم والتكنولوجيا	الصين	46
معهد ماساشوستس للتكنولوجيا	الولايات المتحدة	37
جامعة تشيان جياوتونغ	الصين	34
جامعة جنوب كاليفورنيا	الولايات المتحدة	31
جامعة جنوب الصين للتكنولوجيا	الصين	27
معهد هاربين للتكنولوجيا	الصين	24
منظمة البحوث العلمية التطبيقية	هولندا	24
جامعة بيجين للتكنولوجيا	الصين	17

المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

تؤدي المبادرات الحكومية دوراً ثانياً وهو توفير روابط بين مختلف الجهات الفاعلة في المنظومة المعنية. وتجمع العديد من هذه المبادرات باحثين من الوسط الأكاديمي والقطاع الخاص مع مصنعين يعتزمون نشر الابتكار في المجالات الاقتصادية. فعلى سبيل المثال، أودعت الولايات المتحدة 50 مليون دولار أمريكي في شراكة بين القطاعين العام والخاص لإدخال تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد في الصناعات العامة.[32] وتجمع هذه الشراكة بين 50 شركة و28 جامعة ومختبراً بحثياً و16 منظمة أخرى. وأعلنت الحكومة الأسترالية مبادرة مشابهة مؤخراً من شأنها أن تجمع بين 14 شركة مصنعة و16 جامعة محلية و4 وكالات والوكالة الفدرالية الأسترالية للبحث العلمي ومعهد فراونهوفر لتكنولوجيا الليزر. وكانت إحدى الشركات المصنعة المشاركة في المبادرة شركة SLM Solutions GmbH وهو مصنع ألماني في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد.[33]

وإضافة إلى ذلك، يسعى قطاع الطباعة المجسمة إلى تيسير اعتماد هذا المجال الابتكاري في قطاعات أخرى. وتُبذل حالياً جهود لتوحيد المصطلحات والمسارات والواجهات وتكنولوجيات التصنيع في الولايات المتحدة وأوروبا. وتكمن إحدى هذه المبادرات في اللجنة الدولية F42 المعنية بتكنولوجيات الصناعة التتابعية في الولايات المتحدة والتابعة للجمعية الأمريكية للرابطة الدولية للاختبار والمواد (ASTM)، وتكمن مبادرة أخرى في مشروع الاتحاد الأوروبي المعنون "دعم جهود التوحيد في قطاع الصناعة التتابعية" (SASAM).

وقد اعتمدت جمعية ASTM الدولية أيضاً – وهي منظمة دولية لوضع المعايير الخاصة بالمواد والمنتجات والأنظمة والخدمات – صيغة ملف جديد لنقل معلومات بين برمجيات التصميم وأنظمة الطباعة الثلاثية الأبعاد. ويمكن للملف الجديد المستند إلى صيغة XML أن يبيِّن المعلومات بشأن لون الجسم وملمسه ومواده وبنيته التحتية وخصائصه الأخرى. وفي المقابل، فإن المعيار الافتراضي في هذا القطاع وهو STL يتيح توضيح معلومات عن السطح الشبكي للجسم.

الطباعة الشخصية الثلاثية الأبعاد

خلافاً لسوق الطباعة الصناعية الثلاثية الأبعاد، أنشئ سوق للطباعة الشخصية الثلاثية الأبعاد استناداً إلى بنية تحتية ترمي إلى ضمان أن يكون تصميم الابتكار وتركيبه مفتوحان للجميع من خلال الارتكاز على دينامية تعاونية وتبادلية بين المبتكرين والمستخدمين. وقد أدى ذلك إلى منظومة ابتكارية متميزة تتكون من المتحمسين مفتوحة المصدر، الشركات المصنعة للأجهزة، المبرمجين البرمجيات ومقدمي الخدمات وأساليب التمويل الرواية والمبتكرين المستخدم. وأدى ذلك إلى منظومة مستقلة للابتكار تتألف من متحمسين للمصدر المفتوح ومصنعي عتاد ومبرمجين ومزودي خدمات وأساليب تمويل جديدة ومبتكرين من المستخدمين.

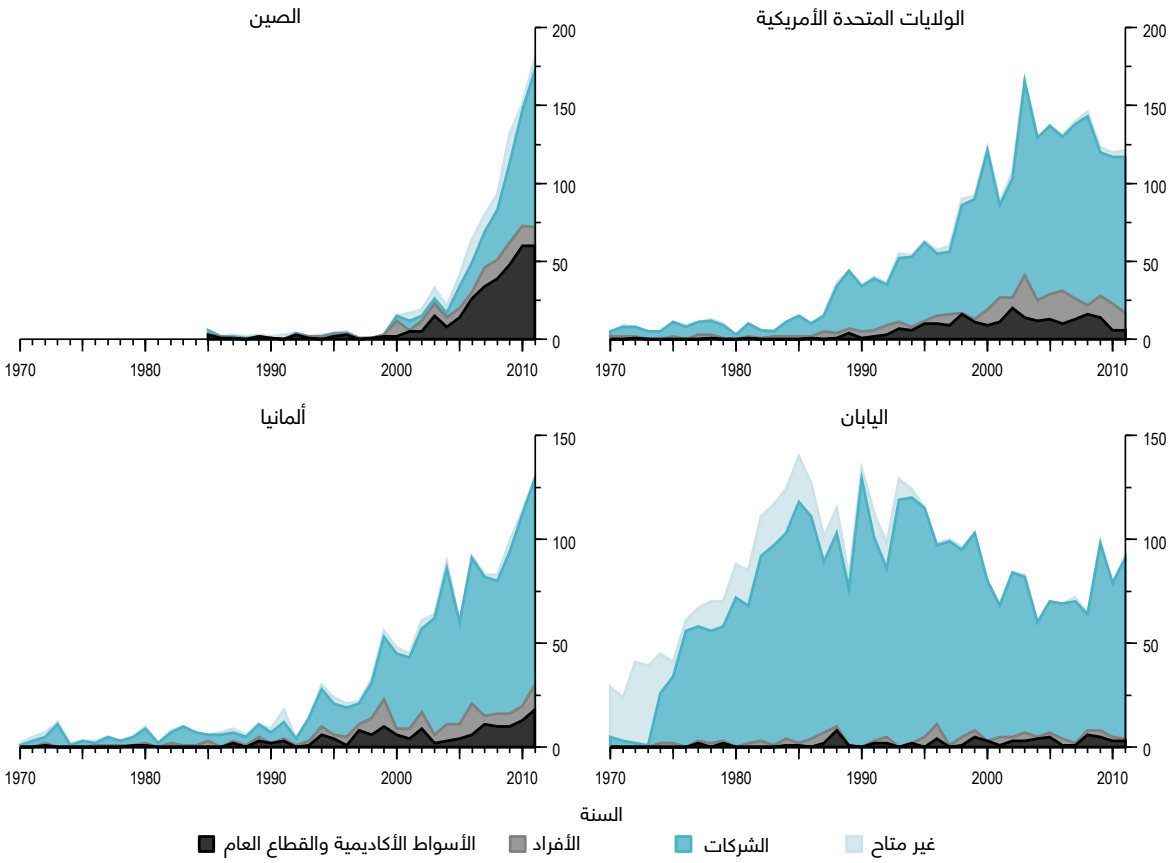
وفي إطار هذه المنظومة، يمكن للمستهلكين أو الشركات المنتجة لطابعات ثلاثية الأبعاد أن تحقق أوجه التقدم الابتكارية.[34] ويمكن للمستخدمين أن يبحثوا تطبيقات جديدة للطابعات الثلاثية الأبعاد ويمكن للمستخدمين القلة الأكثر اطلاعاً أن يعدلوا العتاد والبرمجيات القائمة ويحسنوها. ويعد دور المستخدم في الابتكار سمة غير مألوفة من سمات منظومة الابتكار. إذ تعتمد RepRap مثلاً على نحو 25 مساهماً أساسياً ومجتمع دعم كبير للمساعدة في دفع عجلة تقدم التكنولوجيا. ويشمل المساهمون وأعضاء المجتمع متحمسين ومعتمدين مبكرين للتكنولوجيات الناشئة وقراصنة وباحثين أكاديميين.[35] ويدفع غالبيتهم احتياجات شخصية ودوافع ذاتية وأهداف سمعية عوضاً عن مكاسب نقدية.[36]

وفضلاً عن ذلك، فإن عدم التمييز بين المنتجين والمستخدمين في مجال الطباعة المجسمة الشخصية فيما يخص منشأ الابتكار يعزز أهمية المجتمع وصلته بالمصنعين. ويكمن أحد الروابط الهامة في المنصات الشبكية. وفي الواقع، لولا تحقق التقدم في الابتكار الرقمي لما اتسم مجتمع الطباعة المجسمة الشخصية بطابع تعاوني.

32. إن مبادرة "أمريكا تصنع" المستهلة في إطار "الشبكة الوطنية لابتكارات التصنيع" اقتُرحت في عام 2012. انظر *http://americamakes.us*.
33. مركز البحث التعاوني للتصنيع الابتكاري (2015).
34. ليبسون وكورمان (2013)، وبيكتولد وزملاؤه (2015).
35. جونز وزملاؤه (2011)، ومالون وليبسون (2006).
36. جونغ وبروجين (2013).

الشكل 4.3: تودع الجامعات ومنظمات القطاع العام نسبة أعلى من طلبات البراءات الخاصة بالطباعة الثلاثية الأبعاد في الصين مقارنة بمودعي البراءات المقيمين في بلدان رائدة أخرى

النسب المئوية لإيداعات البراءات الأولى بحسب نوع مودع الطلب منذ عام 1970



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

ويسرت البنية التحتية للاتصالات الرقمية – مثل منصات الاتصال وأنظمة التحكم المفتوحة المصدر ومستودعات البرمجيات فضلاً عن الأسواق الشبكية – المنظومة التعاونية للابتكار الذي يقوم عليه مجتمع الطباعة الثلاثية الأبعاد والمفتوحة المصدر.[37]

وإضافة إلى ذلك، ينمو هذا المجتمع كلما اتصل الناس بالعالم الرقمي.

أهمية المنتجات والخدمات المكملة للسوق

دعماً للطبيعة المفتوحة المصدر للطابعات الثلاثية الأبعاد، طورت العديد من برمجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد. وجميع هذه البرمجيات مرخصة إما بموجب تراخيص مفتوحة المصدر أو تراخيص مسجلة الملكية وتخضع لحق المؤلف ولكن غالبيتها تكون مجانية. وفي العديد من الحالات، تدرج هذه البرمجيات المتخصصة في برمجيات طباعة ثلاثية الأبعاد مثل Repetier-Host. وتوفر برمجيات أخرى مثل Autodesk العديد من برمجيات التصميم المجانية للطباعة الثلاثية الأبعاد.

37. بيكتولد وزملاؤه (2015)، ووست وكوك (2014).

وإضافة إلى ذلك، ظهر مزودو خدمات متخصصون يوفرون الدعم لمجتمع الطباعة المجسمة الشخصية. ويمكن بعض هؤلاء المزودين المستخدمين من تبادل ملفات التصاميم الثلاثية الأبعاد من خلال منصات مثل Thingiverse. ويستخدم بعض آخر خدمات طباعة ثلاثية الأبعاد مركزية لطباعة كيانات ثلاثية الأبعاد وإرسالها إلى المستخدم على غرار شركة Shapeways. ففي عام 2012، أرسلت الشركة المذكورة مليون جزء مجسم مطبوع.[38] وفي عام 2014، كشفت الشركة عن 500 000 كيان مجسم و23 000 مالك متجر ومصمم منتجات من 133 بلداً مختلفاً.[39]

وجذب نجاح هذا السوق شركات قائمة في قطاعات متصلة بهذا السوق. وتقدِّم شركات مثل Office Depot وStaples وUPS حالياً خدمات طباعة ثلاثية الأبعاد على أساس تجريبي في عدد مختار من متاجرها.

وأخيراً ونظراً إلى أن المبتكرين امتنعوا عن استخدام حماية البراءات لتخصيص عائدات من غالبية أوجه التقدم التقنية في سوق الطباعة المجسمة الشخصية، كانت هناك حاجة إلى وضع آليات تمويل جديدة لدعم تنمية هذا المجال. واستفادت مشروعات متنوعة من الطباعة المجسمة الشخصية من منصات لحشد التمويل مثل كيك ستارتر. فقد حشدت M3D 3.4 مليون دولار أمريكي وFormlabs 2.9 مليون دولار أمريكي وWobbleWorks 2.3 مليون دولار أمريكي عبر منصة كيك ستارتر للمشروعات المتعلقة بالطباعة الثلاثية الأبعاد.[40] وقد أثبتت بعض المشروعات الممولة تمويلاً جماعياً شعبيتها على منصة كيك ستارتر بسبب الضجة الإعلامية المحيطة لتقنيات الطباعة الثلاثية الأبعاد بل أثبتت هذه المشروعات أيضاً قدرة هذا المجتمع على حشد تمويل بطرائق جديدة.

3.1.3 – الطباعة الثلاثية الأبعاد ونظام الملكية الفكرية

سيتعلق نظام متكامل للطباعة المجسمة بعدة حقوق ملكية فكرية منها ما يلي: حقوق البراءات الخاصة بالمكونات والمسارات ومواد الطباعة الخام المستخدمة في الطباعة المجسمة، وحماية حق المؤلف الخاصة بالتحكم في البرمجيات، وحماية تصاميم الكيانات الثلاثية الأبعاد، وحماية حق المؤلف للكيانات الثلاثية الأبعاد وحماية العلامة التجارية لمنتجات الطباعة الثلاثية الأبعاد.

وأثر الجمع بين كل من حقوق الملكية الفكرية هذه في تقدم مجال الطباعة المجسمة الابتكاري للصناعات والأفراد ومن المرجح أن يؤثر في الابتكارات المقبلة. ويؤثر ذلك في سرعة حصول المبتكرين على عائدات مما وظفونه من استثمارات بحث وتطوير فضلاً عن نشر الابتكار.

تمكين التطورات المبكرة

يبدو أن المخترعين الأوائل في مجال تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد اعتمدوا على نظام البراءات لإثبات جدة اختراعاتهم، ولترسيخ مكانتهم في السوق. وبدأ العديد منهم شركاتهم الخاصة استناداً إلى اختراعاتهم المحمية بموجب براءة ثم أطلقوها في الأسواق. وعليه، يبدو أن البراءات ساعدت المبتكرين على ضمان مكانتهم في السوق، وقد أدت دوراً هاماً في تطوير القطاع. وعلى الرغم من أن هذا القطاع قد شهد العديد من عمليات الاندماج والاستحواذ، فلا تزال بعض الشركات الرائدة الأولى قائمة حتى الآن.

وأدى الترخيص أيضاً دوراً هاماً في نشر تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد بين معاهد البحوث والمعاهد والشركات بل القارات. وسعت بعض التراخيص إلى ترويج بيع الاختراعات بينما سعى بعضها الآخر إلى تيسير استخدامها في مجالات صناعية أوسع نطاقاً.

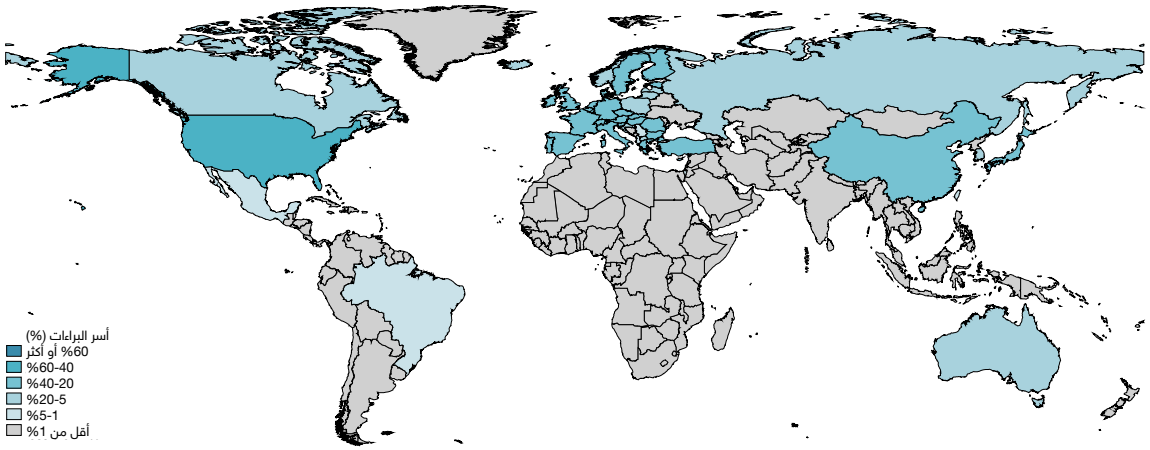
ومع ذلك، يصعب تحديد مدى أهمية البراءات في منع المنافسين من تقليد التكنولوجيا. إذ يصعب عكس أنظمة الطباعة الثلاثية الأبعاد – سواء صناعية أو شخصية – عكساً هندسياً.[41] وتنتج غالباً بعض الشركات المتخصصة المواد الخام التي تتحكم في مخزونها والتي تكون غالباً محددة الملكية ما يؤدي إلى ارتفاع تكلفة تقليد أي من هذه الطابعات.

وإضافة إلى ذلك، ثمة العديد من تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد المختلفة التي تستخدم مواد ومسارات متنوعة ظهرت بعد منح أول براءة على الطباعة المجسمة. ويختلف الطلب على كل نوع من أنواع تكنولوجيات الطباعة الثلاثية الأبعاد باختلاف الاحتياجات وأنواع التطبيقات. وعليه، فإن هذه التكنولوجيات لا تتنافس وقد لا تنتهك حقوق ملكية أي منها.

38. معهد ماكينزي العالمي (2013).
39. موزومدار (2014).
40. انظر *www.kickstarter.com*.
41. وولرز وشركاؤه (2014).

الشكل 5.3: يميل غالبية مودعو براءات الطباعة المجسمة إلى التماس الحماية في الولايات المتحدة

توزيع أسر البراءات في العالم التي التُمست لها الحماية في بلد بعينه منذ عام 1995 مودعو الطلبات الحماية في بلد بعينه منذ عام 1995



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

ومع ذلك، ثمة أدلة قوية تشير إلى أن شركات الطباعة المجسمة تنفذ اختراعاتها المملوكة في القطاع الصناعي. وتشمل هذه الشركات بعض الجهات الفاعلة الكبرى في السوق مثل 3D Systems وDuPont وEOS وEnvisiontec وStratasys.[42]

ويبين الشكل 5.3 الولايات المختلفة التي تلتمس فيها حماية براءات لاختراع محدد. إذ تتلقى الولايات المتحدة حصة كبيرة من إيداعات البراءات في مجال الطابعة المجسمة إذ أودعت فيها أكثر من 60 بالمئة من البراءات. وتستأثر الصين وباقي دول أوروبا بحصة كبيرة من إيداعات البراءات تبلغ نحو 40 إلى 60 بالمئة بينما يودع أقل من 20 بالمئة من البراءات في البلدان المتوسطة الدخل مثل الأرجنتين والبرازيل وماليزيا وجنوب أفريقيا. وتشير هذه النسب إلى أن الاختراعات المحمية ببراءة في مجال الطباعة المجسمة تنتقل إلى البلدان المتوسطة الدخل، وإن كان ذلك بدرجة أقل بكثير من البلدان الأربعة الأولى حيث نشأت براءات الطباعة المجسمة (الصين واليابان وألمانيا والولايات المتحدة).

كيف تتعلق الملكية الفكرية بسوق الطباعة المجسمة الشخصية حيث يدفع المبتكرون احتياجاتهم الشخصية ودوافعهم الذاتية وأهداف سمعة عوضاً عن مكاسب نقدية؟ الجواب القصير هو أن الملكية الفكرية لا تزال هامة.

أولاً، لولا التطورات الأولى في الشريحة السوقية للمصنعين لما تسنى تحقيق التقدم في الطباعة المجسمة الشخصية. إذ تعد العديد من التكنولوجيات المستخدمة في أسواق الطباعة المجسمة الشخصية تكنولوجيات تمتلكها شركات تعمل في الشريحة الصناعية. فعلى سبيل المثال، تقوم RepRap وغيرها من منصات الطباعة المجسمة المفتوحة المصدر على تقنية البناء بالترسيب المنصهر التي ابتكرها سكوت كرامب؛ وانتهت صلاحية البراءة الأصلية في عام 2009. ويستند مشروع آخر لطابعة مجسمة مفتوحة المصدر استهلته شركة Fab@Home إلى تقنية البناء بالترسيب المنصهر ومسار الستيريوليثغرافيا الذي ابتكره هول، وانتهت صلاحية البراءتين في عام 2004. وقد يكون انتهاء صلاحية هذه البراءات أحد أسباب ازدهار سوق الطباعة المجسمة الشخصية.

وثانياً وفي حين أن زيادة التنفيذ المفتوح المصدر لهذه المسارات تتزامن مع انتهاء البراءات الرئيسية المعنية، فإن إدخال تحسينات مقبلة على هذه الاختراعات لا يزال محمياً بموجب حقوق الملكية الفكرية المختلفة مثل البراءات و/أو الأسرار التجارية. وعلى سبيل المثال، فقد حافظت شركة MakerBot – التي تأسست كشركة مصنعة في مجال الطباعة المجسمة الشخصية المفتوحة المصدر في عام 2009 – على سر شبه جميع خصائص تصميمها وتصنيعها لطابعة Replicator 2.[43]

وثالثاً، فإن الأكواد المفتوحة المصدر التي يتبادلها المستخدمون تعتمد على حق المؤلف وتأثيره التناقلي المتفاقم لتيسير هذا التبادل من خلال الحفاظ على الطابع العلني للبرمجية.[44]

وأخيراً، يجوز حماية ملفات التصميم التي يضعها ويرفعها أفراد بموجب حق المؤلف، وحماية الشكل الخارجي للمطبوع بموجب تصميم صناعي الذي قد يختار الأفراد حمايته وإنفاذه.

42. انظر ين-تزو وهسين-نينغ (2014).
43. ويست وكوك (2014).
44. انظر نادان (2002) مثلاً.

الإطار 2.3: فرض قيود على استخدام مصطلح "النمذجة بالترسيب المنصهر" (FDM) في الولايات المتحدة

النمذجة بالترسيب المنصهر هي تقنية اخترعها سكوت كرامب في أواخر الثمانينيات. وفي عام 1989، مُنح كرامب براءة على هذا المسار من مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية (البراءة الأمريكية 5,121,329) وبدأ تسويقها من خلال شركة ستراتاسيس التي أنشأها بالاشتراك مع زوجته ليزا كرامب.

وبعد مرور 15 عاماً تقريباً، استهل أدريان بوبار مشروع RepRap المفتوح المصدر الذي سيؤدي إلى تصنيع طابعة مجسمة تطبع نفسها. وصُنعت هذه الطابعة استناداً إلى تقنية الطباعة المجسمة التي يمتلكها كرامب. واحتج البعض بأن بوبار اختار هذا المسار لأنه سهل البناء ويحقق أفكاره المثالية بشأن تصنيع طابعة مجسمة ومفتوحة المصدر تصنع نسخاً لنفسها. واحتج بعض آخر بأن توقيت هذا التصنيع تزامن مع انتهاء مدة صلاحية البراءة في عام 2009.[45]

أما اليوم، فتقوم غالبية منصات الطباعة المجسمة المفتوحة المصدر على الكود المصدري لمشروع RepRap ولا تزال تستخدم تقنية كرامب.

وعلى الرغم من انتهاء البراءة على هذه التقنية وتمكن مصنعي تلك الطابعات من دخول السوق دون التفاوض على ترخيص من شركة ستراتاسيس أو مواجهة مخاطر انتهاك أية حقوق، فلا يجوز لهم أن يشيروا إلى تقنية الطباعة باسم "النمذجة بالترسيب المنصهر". ويعزى ذلك إلى أن الشركة المذكورة حصلت على علامة تجارية لمصطلح "النمذجة بالترسيب المنصهر" في 28 يناير 1991 (العلامة التجارية الأمريكية رقم 74133656)، ما حد من استخدام المصنعون الآخرون لهذا المصطلح.[46] وإنما يستخدم المصنعون الآخرون مصطلحات مثل " البناء بالفتيل المنصهر"، و"الطباعة بنفث البلاستيك"، أو بوجه عام" البثق بالحرارة" لوصف هذا المسار تحديداً من مسارات الطباعة المجسمة.[47]

تصاعد التوتر بين قطاعي السوق

بدأ التمييز بين قطاعي السوق أي القطاع الصناعي والقطاع الشخصي للطباعة المجسمة يختفي تدريجياً إذ أصبح القطاع الشخصي أكثر جدوى تجارياً. فعلى سبيل المثال، بدأت الجهات الفاعلة في قطاع الطباعة المجسمة الصناعية في إيلاء المزيد من الاهتمام للسوق الشخصي. وفي معرض الإلكترونيات للمستهلكين الذي عُقد في يناير 2012، قدَّمت شركة 3D Systems نسختها من الطابعة المجسمة الشخصية واسمها the Cube (المكعب). وأصدرت شركة Stratasys بعدئذ في يونيو 2013 بياناً صحفياً أعلنت فيه اندماج الشركة مع MakerBot أحد الشركات الرئيسية المعنية بالطباعة المجسمة الشخصية.

وإضافة إلى ذلك، ثمة فوائد محتملة وغير مباشرة قد تعود على السوق الصناعية من جراء ازدهار القطاع الشخصي، والعكس صحيح.

ويتضح هذا التوتر عندما تتقاطع استراتيجيات الأعمال في قطاعي السوق لا سيما عندما يدخل العاملون في القطاع الصناعي السوق الشخصي وعليه تطرأ مسألة الأنظمة المفتوحة والأنظمة الربحية.

وقد أقيمت منظومة الطباعة المجسمة الشخصية بناء على فلسفة التبادل المفتوح بينما تعتمد الطباعة الصناعية على المعارف والتكنولوجيات المحددة الملكية لتحقيق التقدم في هذا المجال الابتكاري. وقد ينطوي أي تقدم جديد في هذا المجال على أكواد مفتوحة المصدر ستدرج بعدئذ في عتاد مغلق ومحدد الملكية.

وقد وردت بعض ردود الفعل السلبية من مجتمعات الطباعة المجسمة المفتوحة بشأن هذا التوتر. وأحد حلول المجتمع لأي محاولة للحصول على براءة لاختراع ما كان مفتوح المصدر هو المشاركة في مناقشة طلبات البراءات عن طريق مبادرة "من الأقران إلى البراءات" في مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية.[48] ولكن لا تزال سبل تأثير ذلك في التبادل في إطار منظومة الطباعة المجسمة الشخصية غير واضحة.

صعوبات نظام الملكية الفكرية في سوق الطباعة المجسمة الشخصية

يطرح سوق الطباعة المجسمة الشخصية صعوبات جديدة لنظام الملكية الفكرية ولا سيما بشأن سبل إنفاذ حقوق الملكية الفكرية القائمة. إذ يمكن لأي شخص لديه طابعة ثلاثية الأبعاد أن يطبع أي شيء على أن يمتلك الوصف الرقمي لهذا الشيء. وعليه، فإن النسخ المقلدة للتصاميم التي قد تكون محمية بموجب حق تصاميم صناعية أو حق مؤلف، يمكن استنساخها وبيعها دون الحصول على موافقة مالك الحق. وتتفاقم مشكلة الانتهاك هذه لحق ملكية فكرية قائم عندما يشارك عدة أفراد في إنتاج وبيع نسخ غير مشروعة بهدف الربحية. ومن ثم، تثير الطباعة المجسمة الشخصية قضايا انتهاك مستخدمي الطباعة الثلاثية الأبعاد لحقوق الملكية الفكرية القائمة على نطاق واسع.

وتستند هذه الصعوبة إلى التوتر بين ما هو قانوني وما هو قابل للإنفاذ عملياً.

45. انظر فريمان (2013).
46. مصطلح "النمذجة بالترسيب المنصهر" غير محمي بموجب علامة تجارية ولكن يمكن شركة Stratasys أن تعتمد على القانون العام الأمريكي لحق العلامة التجارية حيث يتصل المصطلح بالشركة ما يمنع الغير من استخدامه.
47. بانوات (2013).
48. موظفو العيادات (2013)، ساموبلز (2013). انظر شابيرو (2003) بشأن مبادرة مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التجارية.

فمن حيث المبدأ، عندما يطبع مستخدم كياناً ثلاثي الأبعاد محدد الملكية باستخدام طابعته الثلاثية الأبعاد، أو يرسل هذا الكيان إلى خدمة طباعة مجسمة، فقد ينتهك عدة حقوق ملكية فكرية. فقد ينتهك حق التصميم أو المؤلف الذي يحمي الشكل الأصلي للكيان. وإذا كان التصميم مميزاً بما يكفي لتحديد مصدر الكيان بحيث يصبح مؤهلاً للحصول على الحماية بموجب علامة تجارية، فقد تنتهك الطباعة الثلاثية الأبعاد وغير المرخصة أيضاً حق العلامة التجارية المذكور. ولكن يرتهن اعتبار النسخة المجسمة غير المرخصة لكيان محمي انتهاكاً للملكية الفكرية بحجم المطبوع والقواعد التي تنظم الاستثناءات والتقييدات على حقوق الملكية الفكرية في الولايات المختلفة.

ويمكن للانتهاكات المحتملة الواسعة النطاق أن تؤثر تأثيراً سلبياً بالغاً على قدرة أصحاب حقوق الملكية الفكرية في تحقيق عائدات على استثماراتهم. وقد تؤدي هذه الانتهاكات إلى تقليص مبيعات أصحاب الملكية الفكرية وقد تؤدي حتى إلى القضاء على علاماتهم التجارية.

ومع ذلك، ثمة العديد من المسائل العملية التي تصعب إنفاذ حقوق الملكية الفكرية في السوق الشخصي. ويكمن أولها فوجود العديد من المنتهكين المحتملين ويصعب تحديد المنتهكين الفعليين. أما ثانيها فهو أن المنتهكين هم غالباً من عملاء أصحاب حق الملكية الفكرية. وتؤدي هذه العوامل إلى مشكلة أخيرة هي أن الإنفاذ مكلف وسيسيئ إلى سمعة الشركات.

ومن سبل إنفاذ أصحاب حقوق الملكية الفكرية لحقوقهم هو استهداف الوسطاء الذين يقدمون خدمات طباعة مجسمة شخصية المعنية. ومع ذلك، فإن هؤلاء الوسطاء يؤدون وظيفة هامة كمنصة تيسر استخدام الطباعة الثلاثية الأبعاد، وعليه فإن استهدافهم سيؤثر سلباً على نمو هذه الصناعة. وفضلاً عن ذلك، فقد يؤدي ذلك إلى تقويض نمو الابتكار. ويؤدي الوسطاء العديد من الوظائف المفيدة لسوق الطباعة الثلاثية الأبعاد. إذ تمكن السوق الجديدة من تبادل المحتويات وتوزيعها، وتيسر توزيع التصنيع. وإن تحميل الوسطاء مسؤولية انتهاكات المستهلكين المحتملين قد يؤدي إلى كبح الابتكار في توزيع وتصنيع الطابعات المجسمة.

ويذكّر هذا الوضع بسيناريو مماثل يتعلق بصعود قطاع الصناعة الرقمية وانتهاك حق المؤلف. وقد تساعد الدروس المستخلصة من الابتكارات الرقمية الأخرى في توضيح السبل الممكنة لمعالجة انتهاكات الملكية الفكية. أولاً، قد تنظر الجهات العاملة في سوق الطباعة الثلاثية الأبعاد في تغيير استراتيجيات أعمالها. فقد تقرر مثلاً أن تحول تركيزها على التربح من سوق الطباعة الثلاثية الأبعاد إلى السوق الثانوي للمواد، ما من شأنه أن يحد من حجم الانتهاك من خلال تحديد أسعار مرتفعة تؤدي إلى درء منتهكي الملكية الفكرية المحتملين.

وثانياً، قد تنظر الجهات العاملة في استيعاب سلوك المستخدمين المنتهكين عوضاً عن مكافحته. فقد تؤدي بعض الابتكارات التي دفعها المستخدمون إلى إضفاء قيمة ملحوظة على الابتكار الأصلي. وإن التواصل مع مجتمعات المستخدمين هذه سيؤدي إلى تبادل الآراء النقدية بين الصناعة والمستهلكين ما سيسهم في استحداث منتجات أفضل وتعزيز ولاء المستهلكين للعلامة التجارية.[49]

وأخيراً، يمكن لأصحاب الملكية الفكرية أن يعتمدوا على تدابير تكنولوجية لحماية نماذج أعمالهم القائمة. فيمكنهم مثلاً أن يعتمدوا نهجاً مماثلاً لإدارة الحقوق الرقمية في قطاع الموسيقى عن طريق التحكم في سبل نفاذ واستخدام المستهلكين للمنتج المحدد الملكية.

ومع ذلك، ثمة فرق كبير بين سوق الطباعة المجسمة الشخصية والقطاع الرقمي. إذ إن حجم الانتهاكات المتعلقة بالطباعة المجسمة صغير مقارنة بالقطاع الرقمي، ما يبيِّن أن هذا السوق لا يزال يمر بمراحله الأولى.[50] وثمة العديد من القيود التي تواجه ازدهار الطباعة المجسمة الشخصية. إذ تتطلب هذه الطباعة النفاذ إلى طابعة ثلاثية الأبعاد ومواد خام وتتطلب التمتع بمهارات في البرمجة بغية استخدام وتعديل الملفات من صيغة CAD، وثمة عوامل تتطلب من المستخدم استثمارات كبيرة من حيث الوقت والمال (انظر القسم الفرعي 1.1.3 والإطار 1.3). وعلى النقيض، فإن الأدوات والاستثمارات اللازمة لتحميل مواد محمية بموجب حق المؤلف من الإنترنت واستنساخها أصغر حجماً. إذ إن غالبية المنازل مزودة بالعتاد والبرمجيات والمهارات اللازمة لتحميل واستنساخ محتوى محمي بموجب حق المؤلف.

49. انظر جونغ وبرويجن (2013).
50. انظر منديس وزملاءه (2015).

2.3 – النانوتكنولوجيا

"النانوتكنولوجيا هي التصنيع بالذرة".

ويليام بوويل،
أحد كبار خبراء النانوتكنولوجيا في مركز غودارد لرحلات الفضاء التابع لوكالة ناسا

النانوتكنولوجيا هي التكنولوجيا على مستوى النانومتر – أي حجم الذرات والجزيئات. والنانومتر هو واحد من مليار من المتر، أو طول نحو 3 إلى 20 ذرة. وجزيئات النانو ليست جديدة، ولكن تمكن العلماء في العقود الماضية فقط من تصوير ومراقبة الظواهر النانوية على النحو الصحيح. وقد توصل الباحثون إلى اكتشافات غير مسبوقة في مجال العلوم والهندسة الجزيئية مع تطبيقات تجارية واسعة النطاق.

وفي البداية، تجدر الإشارة إلى أن مصطلح "النانوتكنولوجيا" يشمل مجموعة واسعة من الابتكارات. وفي حين توجد بعض التعاريف الصريحة للنانوتكنولوجيا، فقد يصعب إدراج تكنولوجيا محددة في تعريف معين.[51] وتسعى المناقشة التالية إلى تلخيص الكتابات الكثيرة عن النانوتكنولوجيا، ويجب مراعاة غموض التعريف في قراءة هذه الدراسة.[52]

1.2.3 – تطور النانوتكنولوجيا وأهميتها الاقتصادية

على غرار معظم مجالات الابتكار، تعتمد النانوتكنولوجيا على التقدم العلمي السابق. فلولا الابتكارات النظرية في أوائل القرن العشرين والتي شملت الفهم الأساسي للتركيب الجزيئي وقوانين ميكانيكا الكم التي تنظم التفاعلات النانوية لكانت التطورات التكنولوجية في أواخر القرن العشرين مستحيلة. وإن التطورات الأساسية في الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والهندسة مهدت الطريق لمجموعة واسعة من التطبيقات الحالية.

وشملت أول منتجات النانوتكنولوجيا للمستهلكين الإضافات النانوية السلبية لتحسين خصائص المواد مثل مضارب التنس والنظارات والمواد الواقية من الشمس. ويضم مجال النانوتكنولوجيا أيضاً العديد من التطورات في مجال التكنولوجيا الحيوية والطب. ويعمل عالم الجزيئية البيولوجية على مستوى النانو: إذ يبلغ قطر الحمض النووي نانومترين تقريباً، ويبلغ حجم العديد من البروتينات حوالي 10 نانومترات. وسخَّر العلماء هذه الجزيئات الحيوية والمواد النانوية للتشخيص والعلاجات الطبيعية مثل توجيه الأدوية لعلاج السرطان.

وللإلمام بنطاق التكنولوجيا وإمكاناتها، فمن المفيد أن نلقي نظرة فاحصة على المسارات الثلاث التالية للابتكار في مجال النانوتكنولوجيا: الإلكترون والاستجهار بالمجس الماسح اللذان يعدان أداتا بحث أساسيتان لفهم وتصنيع أجهزة نانوية؛ والفلورين، وأنابيب الكربون النانوية والجرافين، وهي بعض المواد النانوية الواعدة؛ والإلكترونيات النانوية التجارية التي تتراوح بين الترانزستورات والذاكرة المغناطيسية.

أدوات البحث: الإلكترون والاستجهار بالمجس الماسح

إن القدرة على تصور البنية النانوية ذات أهمية بالغة لتطور النانوتكنولوجيا. ولا يمكن مشاهدة الخصائص النانوية بأقوى المجاهر البصرية لأنها أصغر من طول موجة الضوء. ومع ذلك، فإن الإلكترونات لها طول موجي أصغر بكثير من الضوء المرئي – وهو اكتشاف فاز بفضله الفيزيائي الفرنسي لويس دي برولي 1929 بجائزة نوبل – وعليه يمكن استخدامها لتصوير معالم أصغر من ذلك بكثير. ونشر ماكس نول وطالب الدكتوراه إرنست روسكا في الجامعة التقنية لبرلين صوراً لأول صور مستمدة من مجهر إلكتروني نافذ في عام 1932. وبدأ تصنيع مجاهر إلكترونية نافذة تجارية بعد سنوات قليلة، ما يسر جزئياً انتقال روسكا إلى شركة سيمنز في عام 1936. وظهرت تكنولوجيات جديدة تقوم على الاستجهار الإلكتروني في الثلاثينيات وهي المجهر الإلكتروني الماسح والمجهر الإلكتروني الماسح النافذ. ولكن لم يبدأ تصنيعها تجارياً سوى بعد مرور بعض العقود، وباعت شركة كامبريدج للأدوات أول مجهر إلكتروني ماسح في عام 1965 وباعت الشركة البريطانية VG للمجاهر أول مجهر إلكتروني ماسح نافذ في عام 1974. واليوم، يمكن لغالبية المجاهر الإلكترونية أن تولد مستوى دقة يقترب من 0.13 نانومتر للعينات الرقيقة.

51. على سبيل المثال، يعرف مكتب الولايات المتحدة لسياسات العلوم واللانانوتكنولوجياتكنولوجيا، بالمعنى العام، بأنها أي تكنولوجيا تنطوي على "فهم ومعاملة المادة في أبعاد تتراوح بين نانومتر و100 نانومتر حيث تتيح ظواهر فريدة من التوصل إلى تطبيقات جديدة".
52. يستند هذا القسم إلى أويليت (2015).

وتكمن تقنية مختلفة لتصوير الأسطح النانوية في الاستجهار بالمجس الماسح الذي ينطوي على قياس التفاعل بين سطح ومجس رقيق للغاية يمسحه، ما يولد صور ثلاثية الأبعاد لسطح. واستحدث غيرد بينينغ وهاينريش رورير اللذان كانا يعملان في شركة آي بي إم زيوريخ أول مجهر مسح نفقي في عام 1981. وفازا بجائزة نوبل للفيزياء في عام 1986 لهذا الاختراع المشترك إلى جانب إرنست روسكا لاختراعه أول مجهر إلكتروني. وفي عام 1985، اخترع بينينغ نوعاً مختلفاً من المجاهر بالمجس الماسح – وهو مجهر القوة الذرية – الذي اخترعه بالتعاون مع باحثين من جامعة ستانفورد وشركة آي بي إم. وبفضل هذا المجهر الجديد، أصبح من الممكن تصوير مواد غير موصلة للكهرباء. وتمتلك شركة آي بي إم البراءات الأساسية لمجهر المسح النفقي ومجهر القوة الذرية. وتعدُّ الأداتان الآن أداتين روتينيتين لفحص مواد نانوية بدقة ذرية.

المواد النانوية الواعدة: الفلورين وأنابيب الكربون النانوية والغرافين

بعض المواد النانوية الواعدة هي هياكل رتبت فيها ذرات الكربون على شكل سداسي، بما في ذلك الهياكل على هيئة كرة القدم المعروفة باسم الفلورين، والاسطوانات المعروفة باسم أنابيب الكربون النانوية والورق المعروف باسم الغرافين.

واكتشف روبيرت كورل وهارولد كروتو وريتشارد سمولي الفلورين في عام 1985 في جامعة رايس، وعليه حصلوا على جائزة نوبل للكيمياء في عام 1996. وفي عام 1990، اكتشف علماء فيزياء في معهد ماكس بلانك للفيزياء النووية وجامعة أريزونا طريقة لإنتاج الفلورين بكميات أكبر. وأدى هذا التقدم إلى نشاط كبير في طلبات البراءات المتعلقة بالفلورين التي أودعتها كيانات من باحثين أكاديميين وشركات شهدت فرصاً تجارية حقيقية. وقد استُخدمت الفلورين تجارياً لتعزيز المنتجات مثل مضارب تنس الريشة ومستحضرات التجميل، ولكن تتعلق تطبيقاتها الأكثر وعداً في مجال الإلكترونيات العضوية والعلوم الحيوية.

وأفاد باحثون تابعون لشركة NEC باليابان وباحثون في شركة IBM بكاليفورنيا بتشكيل أنابيب نانوية كربونية أحادية الجدار – وهي أسطوانات بجدران مصنوعة من طبقة ذرية واحدة من الكربون – في آن واحد في عام 1993.[53] وانطلقت منذئذ البحوث الخاصة بأنابيب الكربون النانوية؛ إذ كانت الأنابيب الناوية في المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم ثاني أكبر موضوع ممول في مجال النانوتكنولوجيا بين 2001 و2010. وعلى غرار الفولرين، تستخدم مجموعة من المنتجات التجارية أنابيب الكربون النانوية ومنها الإلكترونية ذات الأغشية الرقيقة. ولكن تبدو التطبيقات الواعدة – التطبيقات التي تستفيد من الخصائص الكهربائية للأنابيب النانوية الفردية – بعيدة عن المرحلة التجارية.[54]

أما الغرافين، وهي أحدث مادة نانوية قائمة على الكربون، فقد وصفت نظرياً في عام 1947 ولكن لم تُعزل فيزيائياً حتى عام 2004 عندما أثبت أندري غيم وكونستانتين نوفوسيلوف وزملاؤهما في جامعة مانشستر أن بإمكانهم استخدام شريط لاصق لاستخراج صحائف الغرافين الفردية من بلورات الغرافيت. وفي عام 2010، فاز غيم ونوفوسيلوف بجائزة نوبل لأعمال الغرافين. ودفع هذا الابتكار العلمي إلى إيداع عدد هائل من البراءات المتعلقة بالغرافين وإن لم تكن هناك سوى بضعة منتجات تجارية في ذلك الوقت. وينطوي الغرافين على تطبيقات محتملة تتراوح بين الإلكترونيات والاستشعار الحيوي ولكن يواجه تنفيذها عوائق كبيرة. فعلى سبيل المثال، يعدُّ دمج الغرافين في الخلايا والبطاريات الشمسية واعداً لتحسين تحويل الطاقة وتخزينها ولكن يتطلب هذا التقدم تحسينات في مسارات التصنيع والنقل الكبيرة الحجم.[55]

53. في حين أن اكتشاف أنابيب الكربون النانوية يعزى غالباً إلى الفيزيائي الأكاديمي الياباني سوميو ليجيما في عام 1991، فقد نشر العلماء السوفيتيين إل في رادوشكيفيتش وفي إم لوكيانوفيتش صورة من مجهر إلكتروني نافذ لأنبوب كربون نانوي قطره 50 نانومتراً في عام 1952، وأعيد اكتشاف الأنابيب النانوية عدة مرات منذئذ. انظر مونثيو وكوزنيتسوف (2006).
54. انظر دي فولدير وزملاءه (2013).
55. انظر بوناكورسو وزملاءه (2015).

الإلكترونيات النانوية التجارية

على الرغم من أن العديد من التطبيقات المحتملة للمواد النانوية القائمة على الكربون لا تزال افتراضية، فقد أثرت التطورات الأخرى في مجال النانوتكنولوجيا تأثيراً بالغاً في السوق. وقد أدت النانوتكنولوجيا إلى تحسينات كبيرة في مجال الإلكترونيات التجارية، بما في ذلك تحسين الترانزستورات والذاكرة المغناطيسية. فمنذ عام 2010 مثلاً، 60 بالمئة من السوق الأمريكي لأشباه الموصلات ينطوي على ميزات نانوية بقيمة سوقية تناهز 90 مليار دولار أمريكي.

ويشير التقلص المستمر في حجم الجهاز إلى استمرار "قانون مور" الذي يصف مضاعفة عدد الترانزستورات في كل رقاقة كل 18-24 شهراً (انظر القسم 3.2). ولتقليص حجم الأجهزة لدون 100 نانومتر، تعين على الباحثين التغلب على تحديات كبيرة. فقد استحدثوا مثلاً مواداً جديدة توفر العزل اللازم بين بوابات الترانزستورات والتيارات المتسربة، وتحسين تقنيات الطباعة الحجرية الضوئية للسماح بزخرفة 30 ميزة نانومترية الحجم. وتعتمد هذه التطورات على أوجه التقدم الأساسية في التصنيع والتوصيف النانوي، ويُعتقد أن استمرار توسيع نطاق التصنيع سيتطلب المزيد من أوجه التقدم الأساسية قد تشمل أنابيب الكربون النانوية أو الغرافين.[56]

المساهمة الاقتصادية النانوتكنولوجيا وإمكانات نموها

للنانوتكنولوجيا تأثير على مجموعة واسعة من المجالات التكنولوجية. ويرى بعض المراقبين أن التصنيع النانوي لديه القدرة على تحويل الاقتصادات تحويلاً جذرياً على غرار ابتكارات الكهرباء وأجهزة الكمبيوتر والإنترنت. وهناك تطبيقات محتملة عبر مجموعة واسعة من القطاعات، من تحسين المركبات التي تعمل بالبطاريات إلى علاجات طبية أكثر استهدافاً وتعزيز تمهيد الطرق بأنابيب نانوية للاستشعار عن بعد. فمن حيث المبدأ، تتمتع النانوتكنولوجيا بالقدرة على تحفيز النمو من خلال كل القنوات المحددة في القسم 2.1 نظراً إلى طبيعتها الواسعة.

وللنانوتكنولوجيا أيضاً إمكانية تعزيز الرفاه الاجتماعي من خلال معالجة تحديات الاستدامة العالمية. فعلى سبيل المثال، كان هناك تقدم كبير في إيجاد حلول لمعالجة المياه وتحليتها وإعادة استخدامها استناداً إلى النانوتكنولوجيا. وحسَّن الباحثون في مجال النانوتكنولوجيا سلامة الأغذية والأمن البيولوجي، وأنتجوا مكونات نانوية خفيفة الوزن ولكنها قوية لبناء مركبات فعالة من حيث استهلاك الوقود، واستحدثوا أساليب لفصل ثاني أكسيد الكربون عن الغازات الأخرى، وحسنوا فعالية الخلايا الشمسية البلاستيكية تحسيناً شديداً.

ويصعب قياس المساهمة الاقتصادية الحالية – ناهيك عن النمو الاقتصادي المقبل المحتمل – لجميع التطورات في مجال النانوتكنولوجيا إن لم يكن ذلك مستحيلاً. وبغض النظر عن قيود توافر البيانات، ليس من الواضح كيف يمكن تقدير قيمة اختراع في مجال النانوتكنولوجيا يعدُّ مكوناً صغيراً ولكنه أساسي في منتج مركب. فعلى سبيل المثال، يندرج حجم الميزات في أشباه الموصلات الحديثة عادة في نطاق النانو، وتبلغ قيمة أسواق أشباه الموصلات والإلكترونيات ما يزيد على 200 مليار دولار أمريكي وتريليون دولار أمريكي على التوالي.[57] ومع ذلك، ليس من الواضح الحصة المنسوبة إلى النانوتكنولوجيا في هاتين القيمتين.

وتكمن صعوبة أخرى في تحديد المنتجات والخدمات التي تندرج في إطار النانوتكنولوجيا كما ذُكر في بداية هذا القسم. ويبين الجدول 5.3 تقديرات مختلفة لحجم السوق المتعلق بالنانوتكنولوجيا ويوضح مدى تأثير التعاريف المختلفة في اختلاف التقديرات. ومع ذل، يتجلى من هذه الأرقام أن النانوتكنولوجيا قد أثرت في النشاط الاقتصادي.

56. انظر روكو وزملاءه (2010).

57. انظر بوناكورسو وزملاءه (2015).

الجدول 5.3: التقديرات المختلفة لمساهمة النانوتكنولوجيا الاقتصادية

التقدير	النطاق الجغرافي	تعريف النانوتكنولوجيا	المصدر
إيرادات قدرها 731 مليار دولار أمريكي في عام 2012	عالمي	منتجات محسنة بمزايا نانوية	Lux Research
حجم سوقي قدره 26 مليار دولار أمريكي في عام 2014	عالمي	تعريف ضيق لتطبيقات النانوتكنولوجيا	BCC Research
حجم سوقي قدره 100 مليار دولار أمريكي في عام 2011	عالمي	أدوية نانوية	BCC Research
قيمة سوقية للمنتجات النهائية قدرها 300 مليار دولار في عام 2010	عالمي	(غير واضح)	Roco (2001)

2.2.3 – منظومة الابتكار في مجال النانوتكنولوجيا

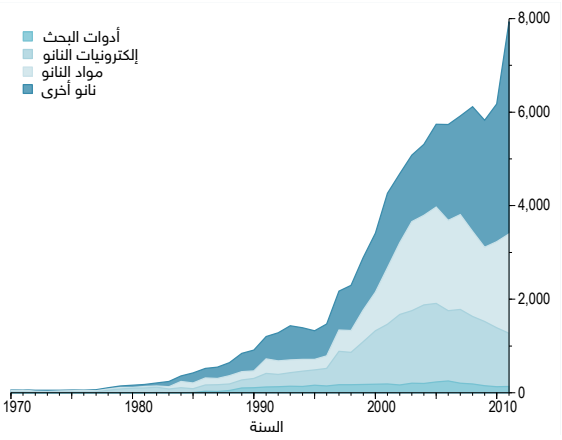
في أي منظومة تزدهر النانوتكنولوجيا؟ كخطوة أولى، يجدر النظر في عالم البراءات في مجال النانوتكنولوجيا. فعلى الرغم من أنه ليس مرآة مثالية لعالم الابتكار، توفر بيانات البراءات معلومات غنية عن بعض الجهات الفاعلة الرئيسية في مجال الابتكار – ولا سيما الجهات العاملة في مجال تطوير التكنولوجيات ذات الإمكانات التجارية. واستكمالاً لهذه الصورة، ستعرض الدراسة بعض برامج الدعم العام الرئيسية للبحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا، وتقدِّم معلومات عن الجهات الرئيسية في مجال البحث والتطوير، وتبحث سبل تدفق المعرفة عبر النانوتكنولوجيا إلى منظومة للابتكار.

عالم البراءات

استناداً إلى مسح البراءات الوارد في هذا التقرير، يبين الشكل 6.3 عدد إيداعات البراءات الأولى على الصعيد العالمي في مجال النانوتكنولوجيا من 1970 إلى 2011.[58] وتعدُّ إيداعات البراءات الأولى المقياس الإحصائي الأقرب إلى مفهوم الاختراعات الفريدة. ويبيِّن الشكل النمو السريع للحصول على براءات في مجال النانوتكنولوجيا؛ فمنذ عام 1995، سجل الحصول على براءات بما متوسطه 11.8 بالمئة كل عام. وتستأثر المجالات الثلاثة للابتكار في عالم النانوتكنولوجيا المناقشة في القسم الفرعي السابق بغالبية نشاط البراءات خلال هذه الفترة. ومن المثير للاهتمام أن طلبات البراءات في هذه المجالات بلغت ذروتها في عام 2004 وأن الطلبات الأخرى المتعلقة بالنانوتكنولوجيا قد شهدت نمواً سريعاً في طلبات البراءات.

الشكل 6.3: النمو السريع في طلبات البراءات الخاصة بالنانوتكنولوجيا وبخاصة منذ منتصف التسعينيات

إيداعات البراءات الأولى بحسب مجال النانوتكنولوجيا، 1970-2011



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

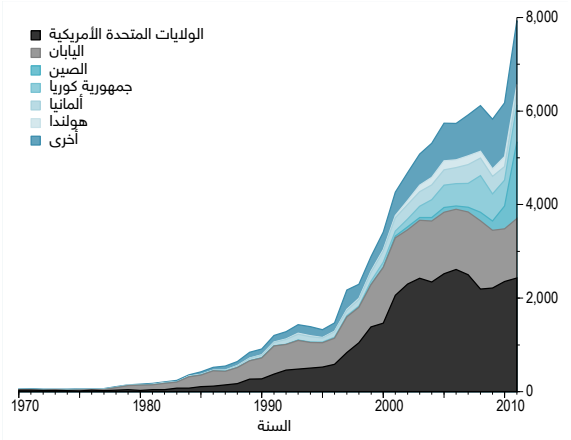
ويبين الشكل 7.3 إيداعات البراءات نفسها الواردة في الشكل 6.3، ولكنه يقدم توزيعاً حسب منشأ مقدم الطلب. ويظهر زيادة التنوع الجغرافي. وحتى أواخر التسعينيات، استأثر المقيمون في الولايات المتحدة واليابان بغالبية إيداعات البراءات المتعلقة بالنانوتكنولوجيا ولكن بدأت بلدان أخرى تزداد أهمية منذئذ. وتجدر الإشارة بوجه خاص إلى زيادة البراءات في جمهورية كوريا في أوائل الألفية الثانية، وفي الصين خلال الآونة الأخيرة. ومن المثير للاهتمام أن المبدعين في جمهورية كوريا أودعوا براءات للمواد النانوية والإلكترونيات النانوية بينما ركز مبدعو الصين على تطبيقات النانوتكنولوجيا الخارجة عن المجالات الثلاثة المناقشة في القسم الفرعي السابق.[59] ومنذ منتصف الألفية الثانية، تراجع نشاط البراءات في الولايات المتحدة واليابان في مجال النانوتكنولوجيا مقارنة ببلدان المنشأ الأخرى التي تجاوزتها من حيث الأعداد المطلقة.

58. تخص أحدث البيانات المتاحة عام 2011 نظراً إلى أن طلبات البراءات تُنشر بعد مهلة. انظر الملاحظات التقنية لهذا التقرير للاطلاع على وصف للمنهجية المستخدمة في رصد البراءات في مجال النانوتكنولوجيا.

59. 69 بالمئة من براءات النانوتكنولوجيا المودعة في الصين بين عامي 1995 و2011 تندرج في فئة "آخر" مقارنة بنسبة 37 بالمئة في اليابان و44 بالمئة في جمهورية كوريا و38 بالمئة في الولايات المتحدة.

الشكل 7.3: زيادة التنوع الجغرافي للابتكار في مجال النانوتكنولوجيا

إيداعات البراءات الأولى بحسب بلد المنشأ، 1970-2011



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

يقدم الشكل 8.3 لمحة عامة شاملة لنشاط البراءات في مجال النانوتكنولوجيا. وإضافة إلى البلدان المذكورة أعلاه، سجلت العديد من البلدان المتوسطة الدخل الأخرى – وخاصة البرازيل والهند والمكسيك وجنوب أفريقيا – مستوى معيناً من البراءات، حتى ولو كان العدد الإجمالي أقل بكثير من عدد البراءات في بلدان الإيداع الرئيسية.

وأخيراً، فمن المهم بحث أهمية إيداع البراءات الأكاديمية في مجال النانوتكنولوجيا. ويبين الشكل 9.3 إسهام مختلف أنواع مقدمي الطلبات في البراءات الإجمالية منذ عام 1970. ونظراً إلى الأصول العلمية للنانوتكنولوجيا، قد يُتوقع أن تزداد حصة الشركات من البراءات مع مرور الوقت. ومع ذلك، فإن العكس هو الصحيح في هذه الحالة. فقد ارتفعت حصة البراءات الأكاديمية من 8.6 بالمئة في عام 1980 إلى 16.1 بالمئة في عام 2000، ووصلت إلى 40.5 بالمئة في عام 2011 – وهي أعلى نسبة تسجيل براءات أكاديمية للابتكارات المبينة في هذا التقرير. وثمة اختلافات واضحة في بلدان المنشأ. وفي حين أن حصة البراءات الأكاديمية ارتفعت في معظم البلدان، فقد بلغ متوسطها 8.2 بالمئة في اليابان و19.3 بالمئة في ألمانيا و26.9 بالمئة في الولايات المتحدة و35.6 بالمئة في كوريا و73.0 بالمئة في الصين.[60] وفي الواقع، تفسر هيمنة مقدمي الطلبات الأكاديميين في إيداعات البراءات الصينية الزيادة الملحوظة في حصة البراءات الأكاديمية العالمية منذ منتصف الألفية الثانية (انظر الشكل 9.3). وقد يفسر ذلك أيضاً التركيز التكنولوجي المختلف للإيداعات الصينية كما ذُكر أعلاه.

60. تخص هذه الحصص كل إيداعات البراءات الأولى بين 1990 و2011.

برامج الدعم العامة

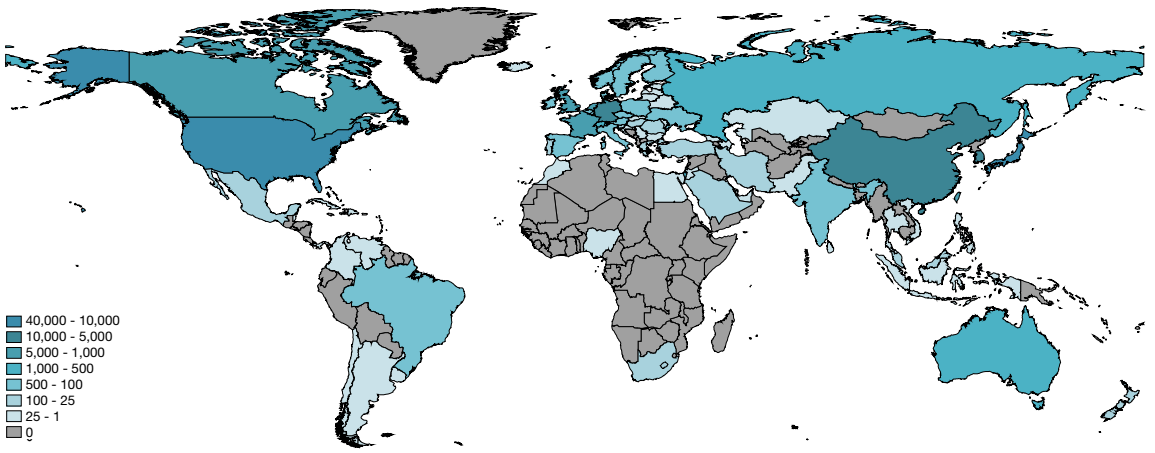
تدعم الحكومات الابتكار في مجال النانوتكنولوجيا من خلال مجموعة متنوعة من الآليات، بما في ذلك الإنفاق المباشر على البحث والتطوير باستخدام منح وعقود شراء وجوائز ابتكار وحوافز ضريبية للبحث والتطوير. وإن قياس أهمية هذه الآليات ليس بديهياً. ولا تضم مصادر البيانات المتاحة في كثير من الأحيان معلومات عن الحصة المحددة الخاصة بالنانوتكنولوجيا في برامج الدعم العامة، وخاصة بالنسبة للبرامج المحايدة تكنولوجياً مثل الامتيازات الضريبية للبحث والتطوير. وإن التعريفات المختلفة للنانوتكنولوجيا وحقيقة أن بعض البرامج تعمل على مستوى الدولة تزيد من تعقيد مهمة القياس. وبمراعاة هذه القيود، فإن البيانات المتاحة تشير إلى ما يلي:

- تكمن غالبية برامج الدعم العام الخاص بالنانوتكنولوجيا تحديداً في منح مباشرة، سواء للبحث الأساسي ولمرحلة التسويق المبكرة. ووضعت أكثر من 60 بلداً برامج وطنية للبحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا بين عامي 2001 و2004. وأول وأكبر هذه البرامج هي المبادرة الوطنية الأمريكية للنانوتكنولوجيا التي وفرت نحو 20 مليار دولار للدعم منذ عام 2000 عن طريق وكالات فدرالية مختلفة.[61]
- تشير التقديرات إلى أن الإنفاق الحكومي العالمي على البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا بلغ 7.9 مليار دولار أمريكي في عام 2012؛ وتتصدر الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي هذا الإنفاق بنحو 2.1 مليار دولار أمريكي لكل منهما.[62] وتليهما اليابان بمبلغ قدره 1.3 مليار دولار أمريكي فروسيا بمبلغ قدره 974 مليون دولار أمريكي فالصين وجمهورية كوريا بأقل من 500 مليون دولار أمريكي لكل منهما. وتشمل البلدان المتوسطة الدخل الأخرى التي شهدت إنفاقاً حكومياً ملحوظاً على النانوتكنولوجيا دولتي البرازيل والهند.
- يصعب تقدير الحوافز الضريبية للبحث والتطوير ولكنها لا تقل أهمية عما سبق نظراً إلى أن عشرات المليارات من الدولارات تنفَق كل عام على هذه الحوافز عالمياً – ولا شك في أن البحث والتطوير الخاص بالنانوتكنولوجيا سيستفيد منها.[63]
- جوائز الابتكار ليست أداة سياسية رئيسية في مجال النانوتكنولوجيا. ومع ذلك، هناك جوائز خاصة غير ربحية واقتراحات للحصول على جائزة فدرالية للنانوتكنولوجيا في الولايات المتحدة.[64]

61. انظر أويليت (2015).
62. في حالة الاتحاد الأوروبي، يشمل ذلك إنفاق كل من الحكومات الوطنية والمفوضية الأوروبية. انظر شركة لوكس للبحوث (2014).
63. انظر منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2011).
64. انظر هيميل وأويليت (2013).

الشكل 8.3: الخريطة الكاملة للابتكار في مجال النانوتكنولوجيا

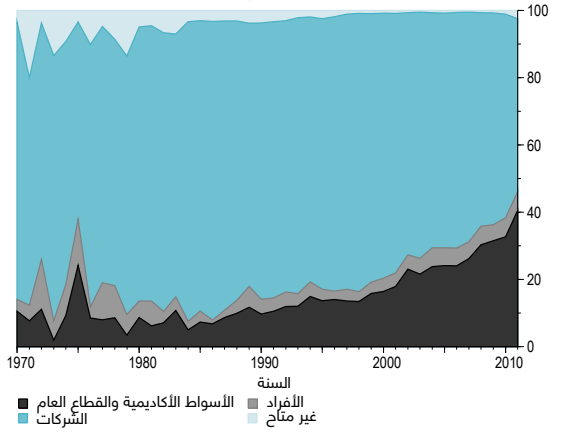
إيداعات البراءات الأولى بحسب بلد المنشأ منذ عام 1970



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

الشكل 9.3: البراءات الأكاديمية تزداد أهمية

حصة إيداعات البراءات الأولى بحسب نوع مقدم الطلب، 1970-2011



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

الجهات العاملة في البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا

تتألف منظومة الابتكار في مجال النانوتكنولوجيا من جهات فاعلة مختلفة منها مختبرات حكومية وجامعات وغيرها من مؤسسات البحوث غير الربحية وشركات كبيرة وشركات ناشئة صغيرة. وثمة أيضاً أصحاب رؤوس الأموال وغيرهم من الوسطاء الذين ظهروا لتيسير تدفق رأس المال والمعرفة بين تلك الجهات.

وكما هو موضع أعلاه، تعتبر الحكومات نفسها جهات فاعلة حاسمة في منظومة النانوتكنولوجيا. وتؤدي قدراً كبيراً من البث والتطوير عبر مختبرات وطية وجامعات تدعمها الدولة. وتعدُّ الجامعات الخاصة وغيرها من مؤسسات البحوث غير الربحية جهات رئيسية وتعمل عادة من خلال منح حكومية. ونظراً إلى أن العديد من البحوث الجامعية تُنشر، فإن أحد سبل تحديد منظمات البحوث الرائدة في مجال النانوتكنولوجيا هي النظر في إجمالي المطبوعات. ويبيِّن الجدول 6.3 ذلك بالاستناد إلى عدد المطبوعات في قاعدة بيانات Web of Science – وهي إحدى أكبر قواعد البيانات التي تضم مطبوعات علمية.[65] ولأغراض المقارنة، فإنه يعرض أيضاً عدداً من البراءات التي أودعتها تلك المنظمات لأول مرة. وإن المؤسسات التي لديها أكبر عدد من المنشورات عن النانوتكنولوجيا هي الأكاديميات الصينية والروسية للعلوم، والمركز الوطني الفرنسي للبحث العلمي في فرنسا، وثلاث جامعات يابانية. وتودع المؤسسات العلمية العشرون الأولى براءات لاختراعات في مجال النانوتكنولوجيا. ومع ذلك، فإن نواتج النشر والبراءات لا تبين تلازماً واضحاً – ما يبين الاختلافات في الاستراتيجيات المؤسسية وسياسات تسجيل البراءات.

65. تختلف المنهجيات المستخدمة لحصر المطبوعات والبراءات في مجال النانوتكنولوجيا (انظر شين وزملاءه (2013) والملاحظات التقنية). ومع ذلك، ينبغي للمقياسين أن يكونا قابلين للمقارنة.

الجدول 6.3: أبرز 20 منظمة بحث في مجال النانوتكنولوجيا منذ عام 1970

منظمة البحوث	البلد	عدد المنشورات العلمية	عدد إيداعات البراءات الأولى
الأكاديمية الصينية للعلوم	الصين	29,591	*705
الأكاديمية الروسية للعلوم	روسيا	12,543	*38
المركز الوطني للبحث العلمي	فرنسا	8,105	238
جامعة طوكيو	اليابان	6,932	72
جامعة أوساكا	اليابان	6,613	44
جامعة توهوكو	اليابان	6,266	63
جامعة كاليفورنيا، بيركلي	الولايات المتحدة	5,936	†1,055
المجلس الأعلى للبحث العلمي	إسبانيا	5,585	77
جامعة إيلينوي	الولايات المتحدة	5,580	187
معهد ماساشوستس للتكنولوجيا	الولايات المتحدة	5,567	612
جامعة سنغافورة الوطنية	سنغافورة	5,535	75
جامعة الصين للعلوم والتكنولوجيا	الصين	5,527	na
جامعة بيجين	الصين	5,294	247
المعهد الهندي للتكنولوجيا	الهند	5,123	14
جامعة كامبريدج	المملكة المتحدة	5,040	43
جامعة نانجينغ	الصين	5,035	95
جامعة زيجيانغ	الصين	4,836	191
جامعة سيول الوطنية	جمهورية كوريا	4,831	163
المجلس الوطني للبحوث	إيطاليا	4,679	17
جامعة كيوتو	اليابان	4,540	95

* يشير إلى النواتج من المنشورات والبراءات لكل المنظمات المنتمية إلى الأكاديمية المعنية

†تتعلق إيداعات البراءات الأولى بنظام جامعة كاليفورنيا ككل.

المصدر: شين وزملاؤه (2013) والويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

تشارك شركات من جميع الأحجام في البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا. وتشير أحد التقديرات إلى أن إنفاق الشركات العالمي على البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا بلغ 10 مليارات دولار في عام 2012. ويتجاوز هذا المبلغ تقدير الإنفاق الحكومي العالمي على البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا (انظر أعلاه)، مما يدل على الجدوى التجارية للنانوتكنولوجيا. والبلدان التي تعدُّ شركاتها الأكثر إنفاقاً على البحث والتطوير هي الولايات المتحدة واليابان وألمانيا، التي أنفقت شركاتها مجتمعة 7 مليارات دولار أمريكي في عام 2012.[66]

الجدول 7.3: أبرز 20 مقدم طلبات براءات منذ عام 1970

اسم مقدم الطلب	بلد المنشأ	عدد إيداعات البراءات الأولى
سامسونغ إلكترونيكس	جمهورية كوريا	2,578
نيبون ستيل وسوميتومو ميتال	اليابان	1,490
آي بي إم	الولايات المتحدة	1,360
توشيبا	اليابان	1,298
كانون	اليابان	1,162
هيتاشي	اليابان	1,100
جامعة كاليفورنيا	الولايات المتحدة	1,055
باناسونيك	اليابان	1,047
هوليت باكارد	الولايات المتحدة	880
تي دي كي	اليابان	839
دو بون	الولايات المتحدة	833
سوني	اليابان	833
فوجيفيلم	اليابان	815
تويوتا	اليابان	783
هانيويل	الولايات المتحدة	773
الأكاديمية الصينية للعلوم	الصين	705
جامعة تسينغوا	الصين	681
فوجيتسو	اليابان	673
معهد ماساشوستس للتكنولوجيا	الولايات المتحدة	612
وسترن ديجيتال	الولايات المتحدة	568

المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

ويرد في الجدول 7.3 أبرز 20 مقدم براءات في مجال النانوتكنولوجيا وغالبيتهم من الشركات. وتستأثر تلك الشركات بنسبة 22.8 بالمئة من جميع إيداعات البراءات الأولى المحددة في مسح البراءات في هذا التقرير. ويهيمن مقدمو الطلبات من شرق آسيا على هذه القائمة بعشر شركات يابانية وسامسونغ إلكترونيكس وجامعة تسينغوا والأكاديمية الصينية للعلوم؛ بينما ينتمي باقي أبرز مقدمي الطلبات العشرين إلى الولايات المتحدة. وفي حين أن جميع مقدمي الطلبات من الشركات في مجموعة الشركات العشرين الأولى هي شركات راسخة ومتعددة القوميات، فتشير أدلة في الولايات المتحدة إلى أن حصة البراءات التي تودعها الشركات الصغيرة قد ازدادت مع مرور الوقت.[67] وفضلاً عن ذلك، تهيمن الشركات المركزة على الإلكترونيات النانوية على قائمة مودعي طلبات البراءات في الجدول 7.3. أما فيما يخص التطبيقات التكنولوجية النانوية الأخرى، فقد يكون النافذين الجدد إلى السوق أكثر بكثير.

66. جميع تقديرات البحث والتطوير مستمدة من شركة لوكس للبحوث (2014).

67. انظر فرناندیز ریباس (2010).

الروابط وتدفقات المعرفة

ما هي الآليات التي تربط بين مختلف الجهات المعنية بالابتكار في مجال النانوتكنولوجيا، وكيف تتدفق المعرفة فيما بينها؟ إن اتفاقيات الترخيص الرسمية مهمة، ولكن قدراً كبيراً من النقل يحدث عبر قنوات غير رسمية. وخلصت دراسة واحدة عن قطاع النانوتكنولوجيا في الولايات المتحدة إلى أن "الآلية الأكثر انتشاراً لنقل التكنولوجيا هي المنشورات وعرض النتائج التقنية في المؤتمرات، وحلقات العمل، والدروس، والندوات الشبكية، وما إلى ذلك".[68] وتؤدي الجمعيات المهنية والأكاديمية دوراً هاماً في تيسير هذه التفاعلات.

ويتبع الابتكار في مجال النانوتكنولوجيا أحياناً تقدماً منتظماً من البحث الأكاديمي فتطوير الشركات فتسويق المنتج ولكن تشيع كذلك المسارات "غير الخطية". ويمكن لرؤوس الأموال الاستثمارية أن تكون جسراً بين الوسطين الأكاديمي والصناعي، ولكن لم يبلغ الاستثمار العالمي لرؤوس الأموال في النانوتكنولوجيا سوى 580 مليون دولار أمريكي في عام 2012 أي 3 بالمئة من التمويل الإجمالي البالغ 7.9 مليار دولار والوارد من الحكومات إضافة إلى 10 مليارات دولار من شركات.[69] فبعبارة أخرى، تؤدي الحكومات والشركات الغنية بالسيولة دوراً بالغ الأهمية في تيسير تطوير النانوتكنولوجيا.

وإن إحدى الطرق الهامة التي تيسر من خلالها الحكومات نقل التكنولوجيا هي تزويد مختلف الجهات العاملة ببنية تحتية نانوية. ويميل البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا إلى أن يتطلب رأسمالاً مرتفعاً، إذ يتطلب البحث قاعات نظيفة توضع فيها أدوات التصنيع والقياس الباهظة الثمن مثل المجاهر المتخصصة المذكورة في القسم الفرعي 1.2.3. فعلى سبيل المثال، مولت المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم 14 مرفقاً في جامعات أمريكية التي تؤلف شركة البنية الوطنية للنانوتكنولوجيا.[70] وقدم أعضاء الشبكة الدعم للتصنيع والتخصيص على المستوى النانوي لجميع المستخدمين المؤهلين، بما في ذلك الشركات.

وتستخدم الحكومات المنح المباشرة أيضاً للمساعدة في نقل التكنولوجيات من الأوساط الأكاديمية إلى القطاعات الصناعية، وتمويل الشركات التجارية الناشئة التي تسعى إلى تسويق النانوتكنولوجيا. وتوجد برامج من هذا النوع مثلاً في الولايات المتحدة وألمانيا وفرنسا والصين.[71] ويساعد هذا التمويل المباشر على التخفيف من خطر دخول السوق للمشاريع التجارية الجديدة وتحسين جدواها التجارية.

وكانت الشركات الكبيرة نشطة في المساعدة على تسويق المنتجات التكنولوجية النانوية بما في ذلك تمويل البحث الأكاديمي والتعاون مع شركات أصغر حجماً. وخلصت دراسة واحدة عن الابتكار التكنولوجي النانوي العالمي إلى أنه يوجه عام "تؤدي الشركات دوراً رئيسياً في المشاركة في إنتاج ونقل المعرفة في مجال النانوتكنولوجيا بوصفها همزة وصل مباشرة ومركزية بين شبكة التسجيل المشتركة للبراءات في القطاعات الصناعية والبحوث العامة".[72]

وتوجد مجموعات مختلفة من القنوات لتدفقات المعرفة بين البلدان، بما في ذلك لنشر النانوتكنولوجيا في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتشمل تطبيقات النانوتكنولوجيا ذات الأهمية الخاصة للاقتصادات الأفقر تخزين الطاقة، والتحسينات الإنتاجية الزراعية، ومعالجة المياه، والتكنولوجيات الصحية. ونحو 60 بلداً منخرطة في أنشطة البحث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا، ومجموعة متنوعة من البلدان قد استضافت مؤتمرات عن النانوتكنولوجيا وشاركت فيها. ويحدث الانتشار الدولي من خلال اتفاقات تعاون رسمية، مثل المركز الدولي للنانوتكنولوجيا والمواد المتقدمة الذي تشارك فيه الجامعات الأمريكية والمكسيكية. وتنتشر النانوتكنولوجيا أيضاً من خلال هجرة العمالة الماهرة. وعلى سبيل المثال، فإن الغالبية الساحقة لعلماء النانوتكنولوجيا في الولايات المتحدة هم من المولودين في الخارج، وهناك بلدان مثل الصين والهند تسعى إلى تنفيذ سياسات "عكس هجرة الأدمغة" لتحفيز عودة مواطنيها. ودور الاستثمار الأجنبي المباشر في تيسير نشر النانوتكنولوجيا أقل وضوحاً. وعلى سبيل المثال، وجدت دراسة واحدة أنه في حين كانت الصين مقصداً للاستثمار الأجنبي المباشر بوجه عام، فإن المحافظات التي تستقطب المزيد من الاستثمار الأجنبي المباشر لا تولد المزيد من البراءات المتعلقة بالنانوتكنولوجيا؛ وإنما يبدو أن تطوير النانوتكنولوجيا في الصين يدفعه الاستثمار في القطاع العام.[73]

68. انظر المجلس الوطني للبحوث (2013).
69. انظر شركة لوكس للبحوث
70. انظر *www.nnin.org/about-us* الذي سيستعاض عنه بالبنية الوطنية المنسقة للنانوتكنولوجيا.
71. انظر أويليت (2015).
72. انظر جونيه وزملاؤه (2012).
73. انظر هوانغ ووو (2012).

3.2.3 – النانوتكنولوجيا ونظام الملكية الفكرية

عرضت المناقشة السابقة سبل اعتماد مختلف الجهات العاملة في مجال النانوتكنولوجيا على نظام البراءات لحماية ثمار أنشطتهم الابتكارية. ويبحث هذا القسم الفرعي دور نظام الملكية الفكرية في مجال النانوتكنولوجيا. فينظر أولاً في مدى أهمية البراءات للحصول على عائدات على استثمارات البحث والتطوير وسبل حماية المبتكرين لبراءاتهم على الصعيد الدولي. ثم تقيِّم أهمية وظيفة الكشف للبراءات ويتساءل عما إذا كانت ملكية البراءات تبطئ الابتكار التراكمي، وتناقش القيود المحتملة على نطاق الأهلية للحصول على براءة. وأخيراً، يقدم آراء موجزة عن دور الأسرار التجارية في مجال الابتكار التكنولوجي النانوي.[74]

استراتيجيات تسجيل البراءات

كما هو موضح في الفصل 1، تختلف أهمية البراءات في توليد عائد على استثمارات البحث والتطوير باختلاف القطاعات. ففي بعض القطاعات – لا سيما قطاع المستحضرات الصيدلانية والمواد الكيميائية – تؤدي البراءات دوراً محورياً في إعطاء الشركات ميزة تنافسية. وفي حالات أخرى – لا سيما العديد من قطاعات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات – تكتسي الأولوية والعلامات التجارية وغيرهما من الآليات أهمية بالغة. وفي حين أن البراءات لا تزال تؤدي دوراً هاماً في توليد عائدات لهذه القطاعات – على الأقل بالنسبة لبعض التكنولوجيات الرئيسية – فإن الشركات تودع براءات جزئياً لضمان حريتها في العمل وترخيص تكنولوجيتها للغير.

ولا تتوفر أي أدلة لتسليط الضوء على دور البراءات في توليد عائدات على استثمارات البحث والتطوير تتعلق تحديداً بالنانوتكنولوجيا. ومع ذلك وبالنظر إلى الطبيعة الشاملة للابتكار التكنولوجي النانوي، فمن المرجح أنه لا يوجد أي نمط وأن دور البراءات يعتمد على قطاع التطبيق. وعلى سبيل المثال، قد تؤدي براءات النانوتكنولوجيا المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية والكيمياء دوراً أكبر في توليد عائدات مقارنة ببراءات الإلكترونيات النانوية.

وللاستخدام الاستراتيجي للبراءات أيضاً تأثير هام على مدى التماس المبدعين في مجال النانوتكنولوجيا للحماية بموجب براءة خارج أسواقهم المحلية. ويوضح الشكل 10.3 البلدان التي التمس فيها مقدمو طلبات البراءات الحماية بموجب براءة لاختراعاتهم. ويعرض حصة أسر براءات النانوتكنولوجيا في جميع أنحاء العالم والتي التمس لها مقدمو الطلبات الحماية. وتعدُّ الولايات المتحدة أكثر البلدان شيوعاً لإيداع البراءات حيث يلتمس مقدمو الطلبات الحماية لنسبة 85 بالمئة من الإيداعات الأولى العالمية. وتليها اليابان وألمانيا والمملكة المتحدة وفرنسا بحصص تتراوح بين 37 و52 بالمئة. وفي المتوسط، يردي إيداع براءات أول لاختراع في مجال النانوتكنولوجيا إلى نحو ثلاثة إيداعات براءات لاحقة تتعلق بالاختراع ذاته.[75] وباستثناء الصين وتركيا وعدة بلدان في شرق أوروبا، تبلغ حصة البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل أقل من 5 بالمئة.[76]

يمكن استخلاص عدة استنتاجات من مشهد البراءات العالمي. أولاً، على الرغم من أن العديد من تطبيقات النانوتكنولوجيا لها امتداد عالمي، يلتمس المبدعون أساساً حماية البراءات في عدد محدود من البلدان المرتفعة الدخل. فمن ناحية، يشير ذلك إلى أن الشركات لديها وسائل أخرى لتوليد عائدات على استثمارات البحث والتطوير، كما هو موضح أعلاه. ومن ناحية أخرى، فإنه يشير إلى أن المبدعين لا يرون أن هناك خطراً كبيراً بتقليد تكنولوجياتها في البلدان ذات القدرات التكنولوجية المحدودة. وثانياً ومن وجهة نظر معظم البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، فمن غير المرجح أن تصبح ملكية البراءات عائقاً رئيسياً لنشر التكنولوجيا.[77] وفي الوقت نفسه، فإن الاهتمام المحدود بتسجيل البراءات يشير إلى أنه قد يكون هناك عقبات أخرى أمام زيادة اعتماد التكنولوجيات النانوية في تلك البلدان.

74. العلامات التجارية هامة لحماية مزايا المبتكر الأول، وثمة تساؤلات عن جدوى تنظيم استخدام النعت "النانوي" بموجب قوانين العلامات التجارية الخاصة بالخداع. وفضلاً عن ذلك، قد تثير الصناعات الإبداعية على المستوى النانوي أسئلة عن قانون حق المؤلف. ولكن لن تناقش أشكال الملكية الفكرية هذه في هذا التقرير.

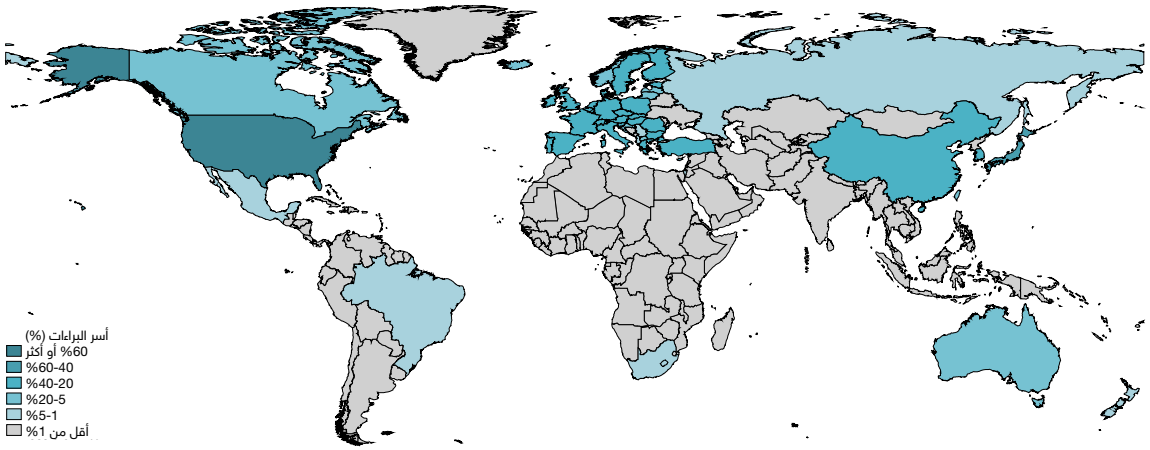
75. يشير هذا الرقم إلى براءات النانوتكنولوجيا المودعة منذ عام 1995.

76. النسب العالية للإيداع في تركيا وبلدان شرق أوروبا – وهي جميعها أعضاء في الاتفاقية الأوروبية للبراءات – يشير على الأرجح إلى طلبات البراءات في المكتب الأوروبي للبراءات؛ ويرجح ألا يسفر العديد منها عن تثبيت وطني في البلدان المعنية.

77. يجب الانتباه إلى نقطتين هنا. أما أولها فهي أنه في حين أن الحصص الإجمالية منخفضة، فقد يعزى ذلك إلى أن مقدمي الطلبات يلتمسون الحماية لأهم البراءات تجارياً في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وثانياً، لا تشمل قاعدة بيانات PATSTAT التي يقوم عليها الشكل 10.3 جميع البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل ما يقلل من حصة هذه البلدان من الإيداعات.

الشكل 10.3: مقدمو طلبات البراءات في مجال النانوتكنولوجيا يلتمسون أساساً الحماية في البلدان المرتفعة الدخل

حصة أسر البراءات في شتى أنحاء العالم حيث التمس مقدمو الطلبات الحماية في بلد محدد منذ عام 1995



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

الكشف عن طريق البراءات

على الرغم من أن الكشف هو سمة محورية من سمات نظام البراءات منذ إنشائه، فثمة أدلة محدودة على سبل إسهامه في نشر المعرفة مواصلة الابتكار. وفي الواقع، يشك بعض الأكاديميين في أن العلماء يقرأون البراءات التي ينظر إليها غالباً كوثائق قانونية حررها محامون. ومع ذلك، وجدت دراسة استقصائية عن النانوتكنولوجيا أن عدداً كبيراً منهم يجد معلومات تقنية مفيدة في البراءات.[78] ومن أصل 211 باحثاً مقيماً أساساً في الولايات المتحدة – أفاد 64 بالمئة منهم بأنهم قرأوا براءات، وقال 60 بالمئة أنهم يقرؤونها لأسباب علمية لا قانونية وأنهم وجدوا فيها معلومات تقنية مفيدة. وورد في الردود أنه يمكن للبراءات أن تبين "كيفية عمل جهاز بعينه" ويمكنها أن "توضح سياق الأفكار والبحوث وتوفر [...] بعض الآراء المعقولة فيما يخص" أبحاث أصحاب الردود؛ ويمكنها أن تحول دون "شروع [الباحثين] في طريق سُلك مسبقاً".

وفي حين تشير هذه الدراسة الاستقصائية إلى قيمة كشف البراءات، فإنها تبيِّن أيضاً أنه يمكن تحسين وظيفة الكشف للبراءات. فإن 36 بالمئة من المستطلعين لم يطلعوا قط على براءات، و40 بالمئة من المطلعين للحصول على معلومات تقنية لم يجدوا أي معلومة مفيدة. وتكمن الشكاوى الأربعة الرئيسية في أن البراءات مكتوبة بصيغة غامضة؛ وأنها غير موثوق بها لأنها لا تخضع لمراجعة نقدية خلافاً لمقالات المنشورات العلمية؛ وأنها تكرر المقالات الصحفية؛ وأنها قديمة. وفضلاً عن ذلك، رأى 62 بالمئة من قراء البراءات أن البراءات لا توفر كشفاً كافياً للباحثين في مجال النانوتكنولوجيا كي يتسنى له إعادة تصنيع الاختراع دون معلومات إضافية.

وبناء على ذلك، تضم هذه الدراسة عدة توصيات لتحسين وظيفة الكشف في براءات النانوتكنولوجيا: إذ يجب تطبيق متطلبات الكشف القائمة تطبيقاً أكثر صرامة؛ ويجب نشر البراءات أسرع مما سبق – وخاصة البراءات التي لا تتطلب سرية كبيرة. وينبغي تحسين الوصول إلى البراءات من خلال أدوات البحث والشرح؛ وينبغي استحداث حوافز للاستشهاد بالبراءات في المنشورات العلمية.

78. انظر أويليت (2015).

الابتكار المتراكم وتكدس البراءات

على غرار معظم النشاط الابتكاري، فإن الابتكار في مجال النانوتكنولوجيا تراكمي، أي تستند الاختراعات الجديدة إلى الاختراعات السابقة. ويثير ذلك مسألة إبطاء أو تأخير حقوق البراءات للابتكار التراكمي – وهو مصدر قلق أثير بشأن عدد من التكنولوجيات الأخرى.[79]

وورد في إحدى الدراسات القانونية عن تسجيل البراءات في مجال النانوتكنولوجيا أن هذا المجال يختلف عن الكثير من مجالات الاختراع الهامة الأخرى على مدى القرن الماضي إذ إن العديد من الاختراعات التأسيسية حصلت على براءة منذ بداياتها.[80] وأبدى معلقون آخرون شواغلهم إزاء احتمال تكدس البراءات في مجال النانوتكنولوجيا.[81] وإذا كانت البراءات مجزأة ومتداخلة بصورة مفرطة، فقد تعيق الابتكار لأن تكاليف معاملات المساومة ترتفع ويزداد خطر التعرض لآثار التعطيل. وتنسب دراسة حقوق البراءات المتداخلة إلى مكاتب البراءات التي تعاني من معالجة هذ التكنولوجيا الجديدة المتعددة التخصصات التي لا تندرج بوضوح في أنظمة تصنيف البراءات القائمة.[82] ولكن على الرغم من هذه الشواغل والنمو السريع لتسجيل البراءات منذ التسعينيات (انظر الشكل 6.3) لا توجد سوى أدلة قليلة على وجود مشكلات تكدس براءات فعلية حتى الآن. وقد يكون الأمر كذلك نظراً إلى أن سوق منتجات النانوتكنولوجيا لا تزال حديثة وعليه لم يكن هناك مجال لظهور تلك المشكلات، أو قد يدل ذلك على أن أسواق ترخيص التكنولوجيات النانوية كانت أكثر فعالية مما كان متوقعاً.[83]

وبالإضافة إلى ذلك، في حين كان هناك بعض التقاضي على براءات النانوتكنولوجيا في الولايات القضائية الرئيسية مثل الولايات المتحدة، لا يتجلى أي أمر عن التقاضي بشأن براءات النانوتكنولوجيا مقارنة بالقضايا الخاصة بالبراءات بوجه عام. وبالمثل تشير الأدلة إلى أن براءات النانوتكنولوجيا قد تواجه مشكلات مثل الفترات الطويلة قبل منح البراءات والعدد الكبير من التطبيقات التي يصعب البحث فيها، ولكن هذه مشكلات تؤثر في نظام البراءات ككل وليست مشكلات محددة وخاصة بتسجيل براءات النانوتكنولوجيا.[84]

نطاق البراءات

تطرح التكنولوجيات الجديدة غالباً تساؤلات عن نوع المطالبات الإبداعية التي ينبغي أن تكون مؤهلة للحماية بموجب براءة. ويشترط القانون الدولي عموماً إتاحة البراءات المتعلقة بأي "اختراع [...] في جميع مجالات التكنولوجيا".[85] ومع ذلك، فإنها تسمح ببعض الاستثناءات التي قد تنطبق على بعض الاختراعات التكنولوجية النانوية، بما في ذلك أساليب التشخيص الطبي والاختراعات التي قد تهدد الصحة أو البيئة. وإضافة إلى ذلك، أدخلت بعض البلدان حدوداً معينة قد تستبعد بعض تطورات النانوتكنولوجيا من أهلية الحصول على براءات.

والأهم من ذلك أن المحكمة العليا للولايات المتحدة قررت مؤخراً أن "نواتج الطبيعة" مثل الحمض النووي الجيني و"قوانين الطبيعة" كطريقة لمعايرة الجرعة المناسبة من دواء يمكن استبعادها من أهلية الحصول على براءة.[86] وتثير هذه القرارات تساؤلات عن صحة العديد من البراءات المتعلقة بالنانوتكنولوجيا في الولايات المتحدة.[87] وتوجد العديد من المواد النانوية في الطبيعة مثل الجسيمات النانوية الكربونية الناجمة عن لهيب الشمع العادي، أو الغرافين الناجم عن الكتابة بقلم رصاص. ولا يبدو أن هناك أي طعون بعد لبراءات النانوتكنولوجيا على ضوء قرار المحكمة العليا، ولكن قد يصبح ذلك مصدر قلق لأصحاب البراءات.

وأثار علماء آخرون تساؤلات عن الافتقار للجدة في بعض الاختراعات التكنولوجية النانوية فيما يتعلق بالتقنية الصناعية السابقة والافتقار للخطوة الإبداعية إذا غيرت الاختراعات حجم التكنولوجيات القائمة فقط.[88] ومع ذلك، لا يوجد أي دليل على أن هذه المخاوف قد تصبح عائقاً كبيراً أمام البراءات في الممارسات العملية.

79. انظر الويبو (2011) لمناقشة معمقة أكثر عن سبل تأثير البراءات في مسارات الابتكار التراكمي.
80. انظر ليملي (2005). قال ليملي إن الطائرات (بين 1903 و1917) والإذاعة (بين 1912 و1929) كانت آخر التكنولوجيات الناشئة التي حصلت أفكارها الأساسية على براءات.
81. انظر مثلاً سابيتي (2004) وباوا (2007) وسيلفستر وبومان (2011).
82. انظر باوا (2004).
83. انظر أويليت (2015).
84. انظر غانغولي وجاباد (2012).
85. انظر اتفاق الجوانب التجارية لحقوق الملكية الفكرية (تريبس).
86. انظر أويليت (2015).
87. انظر سمولي (2014).
88. انظر غانغولي وجاباد (2012) بشأن المسألة الأولى وبليكر وزملاءه (2004) بشأن المسألة الثانية.

الأسرار التجارية

نظراً إلى صعوبة تطبيق الهندسة العكسية على العديد من الاختراعات في مجال النانوتكنولوجيا، قد يفضل المبدعون الاحتفاظ بها سراً عوضاً عن تقديم طلب بالحصول على براءة. وتشير الدلائل إلى أنه من المرجح للابتكارات العملية النانوتكنولوجية أن تكون محمية بموجب الأسرار التجارية.[89] وفضلاً عن ذلك، من المرجح أن يعتمد منتجو المواد الخزفية النانوية والمعادن النانوية الهيكل والمواد المحفزة على الأسرار التجارية مقارنة بمنتجي المواد النانوية. وبناء على ذلك، فإن مجرد النظر في البراءات النانوتكنولوجية يعطي صورة ناقصة وربما متحيزة لعالم النانوتكنولوجيا.

وكما يتضح من الشكل 9.3، تجرى الكثير من البحوث في مجال النانوتكنولوجيا في الجامعات ولا تتمتع سوى بحوافز قليلة للحفاظ على سرية الاختراعات. ولكن تعدُّ الأسرار التجارية استراتيجية هامة للعديد من الشركات كي تولد عائدات على استثمارات البحث والتطوير. وإن قضايا الأسرار التجارية الملحوظة في الولايات المتحدة تشير إلى أن هذا الشكل من أشكال حماية الملكية الفكرية هام. فعلى سبيل المثال، رفعت نانوجين في عام 2000 دعوى قضائية على موظف سابق لسوء استخدامه أسراراً تجارية محتجة بأن طلبات البراءات التي أودعها بشأن رقاقات بيولوجية قائمة على النانوتكنولوجيا كشفت عن أسرار تجارية تمتلكها شركة نانوجين. ووصل مبلغ التسوية إلى نحو 11 مليون دولار أمريكي. وفي حالة أخرى، حصلت أجيلينت للتكنولوجيا على تعويضات قدرها 4.5 مليون دولار أمريكي بعد ملاحقة موظفين سابقين لسوء استخدام أسرار تجارية تتعلق بالفصل الاستشرابي الذي يستخدم جزيئات نانوية.[90]

وعلى غرار مجالات الابتكار الأخرى، يجب لسياسة الأسرار التجارية أن توازن بين الحوافز المقدمة إلى الشركات كي تستثمر في البحث والتطوير ونشر المعرفة التكنولوجية دون قيود مفرطة. وأحد الأسئلة الرئيسية في هذا الصدد هي مدى إمكانية نقل موظفي الشركات الابتكارية المعرفة للمنافسين. ووفقاً لما ورد في القسم الفرعي 2.2.3، قد يكون حراك العمال قناة هامة لنشر المعارف المخصصة المتعلقة بالابتكار التكنولوجي النانوي في شتى المجالات الاقتصادية. ومع ذلك، لا تعدُّ هذه المسألة مصدر قلق للنانوتكنولوجيا تحديداً. فوفقاً لما ورد في هذا القسم، تعدُّ منظومة الابتكار التكنولوجي النانوي نموذجاً مصغراً من المنظومة الكاملة للابتكار، ويبدو أن دور نظام الملكية الفكرية فيما يخص النانوتكنولوجيا مشابهاً لدوره بوجه عام.

89. انظر شركة لوكس للبحوث (2007).
90. انظر أويليت (2015) للمزيد من التفاصيل.

3.3 – الإنسالات

"كلنا إنسالات في قرارة أنفسنا. فهو علم محاكاة حياتنا والتساؤل عن سبل عملنا".

رود غروبين،
مدير مختبر الإنسالات الإدراكية، جامعة ماساشوستس أميرست

علم الإنسالات هو المجال التكنولوجي الذي يدفع تصنيع إنسالات للتطبيق في مجالات متنوعة مثل مصانع السيارات ومواقع البناء والمدارس والمستشفيات والمنازل الخاصة. وما انفكت الأذرعة الآلية الصناعية تُستخدم لأتمتة عملية تصنيع السيارات وغيرها ومن القطاعات الصناعية لأكثر من ثلاثة أو أربعة عقود. ولكن جُمعت مختلف المجالات البحثية القائمة والجديدة مثل الذكاء الاصطناعي والاستشعار في السنوات الماضية لإنتاج إنسالات "متقدمة" ومستقلة تتمتع باستخدام محتمل أوسع نطاقاً في الاقتصاد والمجتمع.[91]

1.3.3 – تطور الإنسالات وأهميتها الاقتصادية

تعرف موسوعة بريتانيكا الإنسالة بأنها "أي آلة تعمل تلقائياً ويستعاض بها عن الجهد البشري". ووفقا للاتحاد الدولي للإنسالية، فإن "الإنسالة آلية متحركة وقابلة للبرمجة في محور أو اثنين، وتتمتع بقدر من الاستقلال، وتتحرك في بيئتها الخاصة بغية أداء المهام المحددة".[92]

ويُستخدم غالباً مصطلح الاستقلالية للتشديد على الفرق بين الإنسالات والآلات الأخرى؛ وتمتلك الإنسالة القدرة على تفسير بيئتها وضبط إجراءاتها الرامية إلى تحقيق هدف. ومن حيث المسار التكنولوجي، تتطور الإنسالات من التشغيل الآلي المبرمج، إلى أنظمة مستقلة أكثر تعقيداً مروراً بالأنظمة شبه الاستقلالية. وإن الأنظمة المستقلة بالكامل قادرة على العمل واتخاذ "قرارات" لإنجاز مهام دون تدخل بشري.

تاريخ الإنسالات: أذرعة آلية لأتمتة العملية الصناعية

الإنسالات، في أبسط أشكالها، ليست جديدة. وبدأ تاريخ الإنسالات في اليونان القديمة بالآلات التلقائية، وهي أساساً آلات متحركة وغير الإلكترونية وتعرض أجساماً متحركة. وما انفكت الآلات التلقائية تتطور منذئذ ولكن ازدهر تطور الإنسالات في شكلها الحالي مع عملية التصنيع، لأداء مهام متكررة.

وفي تاريخ أحدث للإنسالات الصناعية، يتجلى عدد صغير من الاختراعات الرئيسية في مجالين أديا إلى أول إنتاج للإنسالات لأغراض الأتمتة الصناعية.[93] أولاً، أتاحت نظم التحكم للبشر أو الحواسيب التحكم في الإنسالات وتوجيهها عن بعد؛ وثانياً، أنظمة التحكم الميكانيكية مثل الأذرعة والسيقان الآلية لتحريك أجسام أو الإمساك بها.

وفيما يتعلق بنظم التحكم عن بعد، فإن اختراع قارب مزود بنظام تحكم عن بعد في عام 1898 وحصل على براءة وأُظهر في حديقة في نيويورك أثبت دوره المحوري في هذا المجال.[94]

أما بالنسبة لأنظمة التحكم الميكانيكية، فقد استُحدثت أول إنسالة صناعية في عام 1937 على شكل رافعة صغيرة. وواصل دابليو جي والتر تطوير الأذرعة والسيقان الآلية واستحدث أول إنسالة مستقلة في أواخر الأربعينيات.[95] ومع ذلك، لم تحدث طفرة التقدم في صناعة الإنسالات إلا عندما اخترع جورج ديفول وسجل براءة لأول ذراع آلي مبرمج وتلقائي العمل في منتصف الخمسينيات.[96] ثم أقام ديفول شراكة مع جوزيف إنغيلبيرغير، الذي يعتبره العديد من العلماء "أبو الإنسالية"، لإنشاء شركة تدعى يونيميشون التي أنتجت إنسالة في عام 1956 استناداً إلى براءات ديفول. وبدأ ذلك تسويق الإنسالات الصناعية.[97]

وضُبطت وحسنت الأذرعة الآلية منذ ذلك الحين. فقد طور معهد كيس للتكنولوجيا وجامعة كيس وسترن ريسرف بالولايات المتحدة مثلاً أول ذراع كهربائي ملتف وحاسوبي التحكم. وفي عام 1969، اخترع باحثون في جامعة ستانفورد ما يعرف باسم ذراع التحكم العالمي المبرمج الذي أتاح تحكماً أكثر تعقيداً للتجميع والأتمتة.[98] وكان فيكتور شاينمان أحد هؤلاء الباحثين، ولقد أنشأ شركة فيكارم لتصنيع الذراع ما أصبت أهميته الأساسية لتطور صناعة الإنسالات؛ وباع الشركة في نهاية المطاف إلى شركة يونيميشون في عام 1977.

91. يستند هذا القسم إلى كيسنير وزملائه (2015) وسيجفارت (2015).
92. انظر الاتحاد الدولي للإنسالية.
93. انظر الاتحاد الدولي للإنسالية (2012).
94. البراءة الأمريكية 613,809.
95. البراءة الأمريكية 2,679,940. ويلارد إل في بولارد وهارولد إيه روسيلوند العاملان في شركة ديفيلبيس أودعا براءة لأول بخاخ طلاء ميكانيكي ومبرمج في عام 1942.
96. البراءة الأمريكية 2,988,237. انظر كذلك نوف (1999).
97. انظر روشايم (1994).
98. شاينمان (2015).

وفي عام 1961، أطلقت خطوط تجميع جينيرال موتورز في الولايات المتحدة أول إنسالات تجارية استناداً إلى أعمال المخترعين والشركات المذكورين أعلاه.[99] وركّب أول إنسالة صناعية "يونيميت" في أوروبا بالسويد في عام 1967. وفي عام 1969، عرضت شركة ترالفا بالنرويج أول إنسالة تجارية للطلاء. وفي عام 1973، أطلقت شركتا ABB Robotics وKUKA Robotics أول إنسالات لها في الأسواق. وحسّنت منذئذ وظائف الأجزاء الإنسالية والميكانيكية ونظام التحكم فيها تدريجياً في قطاع الإنسالات.

وبعد عشر سنوات من إيداع شركة ديفول براءته، بدأت شركات يابانية في تطوير وإنتاج إنسالات خاصة بهم عملاً باتفاق ترخيص مبرم مع يونيميشون. وبحلول عام 1970، انتشرت صناعة الإنسالات في جميع مجالات صناعة السيارات في الولايات المتحدة واليابان. وبحلول أواخر الثمانينيات، كانت اليابان – التي قادتها أقسام الإنسالات في فانوك وماتسوشيتا للصناعات الكهربائية ومجموعة ميتسوبيشي وشركة هوندا موتور – البلد الرائد العالمي في مجال تصنيع واستخدام الإنسالات الصناعية.

وأدت اختراعات رئيسية موازية في مجال إنسالات التعبئة والتغليف – مثل إنسالة دلتا للتعبئة والتغليف التي استُحدثت في المعهد الفدرالي للتكنولوجيا في لوزان وأسفرت عن 28 براءة – إلى تحديث قطاع التعبئة والتغليف.

واستُحدثت إنسالة بحجم بشري في جامعة واسيدا في اليابان وأرست أساساً لمتابعة الابتكارات في الميدان، ما يسر وعزز التفاعل بين البشر والإنسالات الذي يكتسي أهمية بالنسبة إلى أسواق الإنسالات الموجهة نحو المستهلكين.

نحو أنظمة ذاتية مبنية على الذكاء الاصطناعي والاتصال

سعياً إلى تصنيع إنسالات أكثر كفاءة، عمل الباحثون منذئذ على زيادة استقلالية الإنسالات وتحسين التفاعل بين البشر والإنسالات. وتعدُّ مواد وابتكارات جديدة في مجالات متنوعة خارج مجال الإنسالية – مثل الذكاء الاصطناعي والميكاترونيكس والملاحة والاستشعار عن بعد والتعرف على الأجسام ومعالجة المعلومات – التطورات التكنولوجية الجوهرية التي تسهم في تقدم الإنسالات اليوم.[100] وأصبحت البحوث متعددة التخصصات أكثر مما سبق.

وسيصبح الابتكار في مجال البرمجيات والذكاء الاصطناعي بوجه خاص التكنولوجيات الرئيسية لإنسالات الجيل الجديد. وهذا أمر مهم لمساعدة الإنسالات على التعامل مع العقبات وتفاديها. وحقق التقدم الابتكاري في وضع خوازميات محورية لتخطيط مسار الإنسالات في منتصف الثمانينات.[101] وتزداد الأهمية المحورية للخوارزميات من حيث سبل اتخاذ الإنسالات قرارات أكثر تعقيداً مثل سبل محاكاة الإنسالات المنزلية والعملية للمشاعر. ويعمل الباحثون حالياً على برمجية تحاكي المخ البشري وتحسن المهارات اللغوية ومهارات اتخاذ القرارات.

واستناداً إلى تحسن الاتصال وأجهزة الاستشعار وقوة المعالجة، ازداد اعتماد الإنسالات على البيانات وارتباطها عبر شبكات أكثر ذكاء. وعلى هذا النحو، يتزايد تعلق الابتكار بالبرامج وإدماج العتاد وعليه تشغيل الإنسالات المتكاملة والأنظمة التشغيلية الذكية. وعلى مستوى التطبيق، فيعدُّ تطوير مركبات وطائرات بدون طيار كامتداد للإنسالات.

المساهمة الاقتصادية للإنسالات

للإنسالات تأثير واضح وكبير على سبل التصنيع. ومنذ بداية الأتمتة الصناعية في السبعينيات، ازداد الإقبال على الإنسالات في الصناعة التحويلية ازدياداً ملحوظاً. وقدرت قيمة سوق الإنسالات الصناعية بمبلغ قدره 29 مليار دولار أمريكي في عام 2014؛ ويشمل ذلك المبلغ تكلفة البرمجيات والأجهزة الثانوية وتصميم الأنظمة (انظر الجدول 8.3).

99. الاتحاد الدولي للإنساليات (2012).

100. كوماريسان وميازاكي (1999).
101. سميث وشيزمان (1986).

الجدول 8.3: تقديرات مختلفة لعائدات صناعة الإنسالات

التقدير	التعريف	المصدر
29 مليار دولار أمريكي (2014) 33 مليار دولار أمريكي (2017)	سوق عالمي للإنسالات الصناعية	الاتحاد الفدرالي للإنسالية (2014أ)
62-50 مليار يورو (2020)	سوق عالمي للإنسالات الصناعية	euRobotics (2014)
3.6 مليار دولار أمريكي	سوق المي لإنسالات الخدمة (منها 1.7 مليار دولار للاستخدام المنزلي)	الاتحاد الفدرالي للإنسالية (2014ب)

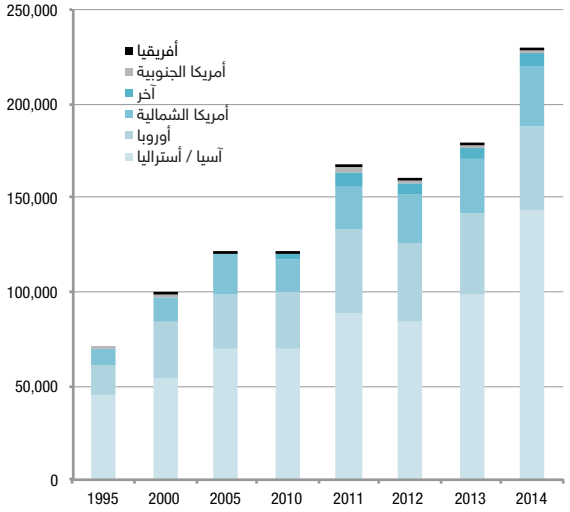
كما هو موضح في الشكل 11.3 (أعلى)، يزداد عدد الإنسالات المباعة بحيث بلغ نحو 230 000 وحدة بيعت في عام 2014، ارتفاعاً من نحو 70 000 وحدة في عام 1995؛ ويتوقع أن يزداد هذا العدد سريعاً على مدى السنوات القليلة المقبلة. وكانت اليابان والولايات المتحدة وأوروبا أكبر البلدان من حيث حجم السوق.

ومن المثير للاهتمام أن حصص مختلف مناطق العالم من حيث مبيعات الإنسالات عالمياً لم تختلف كثيراً، إذ تحتل آسيا الصدارة وتليها أوروبا وأمريكا الشمالية وتستأثر أمريكا الجنوبية وأفريقيا بحصص صغيرة. ولكن في آسيا، تجاوزت الصين اليابان بوصفها أكبر سوق للإنسالات بعدما كانت بلداً دون أية إنسالات في عام 1995. وتعدُّ جمهورية كوريا الآن ثاني أكبر مستخدم للإنسالات الصناعية في آسيا.[102]

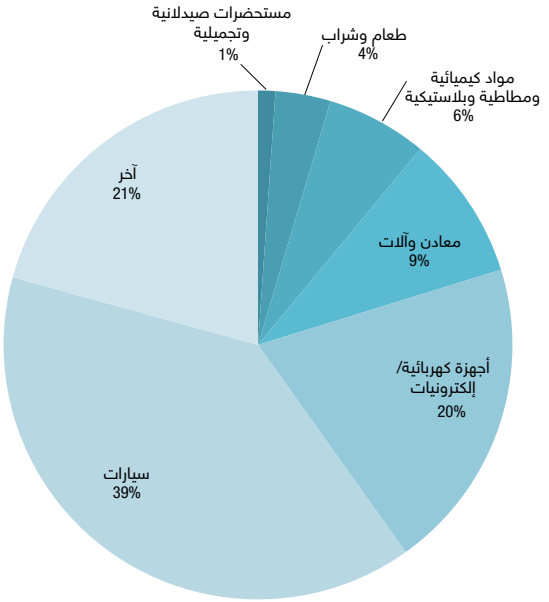
ومن حيث القطاعات، لا يزال قطاع صناعة السيارات المحرك الرئيسي للأتمتة، وتليه قطاعات الإلكترونيات (انظر الشكل 11.3، أسفل). وسيتيح الابتكار تصنيعاً صغير الحجم وأكثر مرونة.

الشكل 11.3: تزايد شحنات الإنسالات الصناعية في العالم بقيادة آسيا وقطاع السيارات

الشحنات بآلاف الوحدات، 1995 – 2014 (أعلى)



حصة القطاعات كنسبة مئوية من إجمالي الشحنات، 2014 (أسفل)



ملاحظة: تعتمد جميع المناطق على تعريف الاتحاد الفدرالي للإنسالية.

المصدر: قاعدة بيانات الإنسالات العالمية للاتحاد الفدرالي للإنسالية، 2014.

102. من حيث كثافة الإنسالات، اتسمت جمهورية كوريا بأكبر كثافة إنسالية في العالم بنسبة 437 وحدة لكل 000 10 شخص عامل في القطاع الصناعي، وتلتها اليابان (323) فألمانيا (282). وبالمقارنة تبلغ الكثافة الإنسالية في الصين 30 و9 في البرازيل و2 في الهند (الاتحاد الفدرالي للإنسالية، 2014أ).

يكمن ميدان جديد في علم الإنسالات في إنتاج إنسالات خدماتية واستخدامها في مجالات غير التصنيع. وتشمل هذه الفئة الإنسالات المصنوعة "لأغراض مهنية" في الزراعة والتعدين والنقل – بما في ذلك المجال الواسع للمركبات الجوية بدون طيار والمركبات الأرضية، واستكشاف الفضاء والبحر، والمراقبة بدون طيار – والصحة والتعليم وغيرها من المجالات.[103]

وبلغ العدد الإجمالي للإنسالات الخدماتية 3.6 مليار دولار أمريكي في عام 2014، ومن المتوقع أن يدفع ذلك نمو استخدام الإنسالات في الفترة المقبلة.[104] وإن أكبر الأسواق هي اليابان وجمهورية كوريا والولايات المتحدة وأوروبا. وإن القطاعات الرائدة في استخدام هذه الإنسالات هي الدفاع والخدمات اللوجستية والصحة. ويتوقع أ، تبلغ قيمة سوق الإنسالات الجراحية 20 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2021 ارتفاعاً من 3.2 مليار دولار أمريكي في عام 2014.[105]

وبالإضافة إلى ذلك، شهدت الإنسالات ذات التطبيقات الشخصية والمنزلية، وهي مجال جديد في علم الإنسالات، نمواً عالمياً قوياً بعدد قليل نسبياً من المنتجات المطلقة في الأسواق على نطاق واع مثل الإنسالات المعنية بتنظيف الأرضيات والجز والتعليم ومساعدة كبار السن.[106] وإذ سجلت المبيعات في عامي 2012 و2013 حجماً ضئيلاً أو شبه معدوماً، فقد ازدهرت مبيعات هذه الأنواع من الإنسالات ازدهاراً شديداً اعتباراً من عام 2014.

وقد شددت تقارير استشارية قليلة على المجموعة الواسعة من الوفورات المحققة من خلال الإنسالات المتقدمة في مجالات الرعاية الصحية، والتصنيع والخدمات، ووضع تقديرات عالية للفوائد على النمو الاقتصادي.[107] ومع ذلك، يصعب قياس مساهمة تعزيز إنتاجية الإنسالات تحديداً.

ويمكن للإنسالات أن تؤدي إلى زيادة إنتاجية العمل، وخفض تكاليف الإنتاج، وتحسين جودة المنتج. وفي قطاع الخدمات بوجه خاص، يمكن للإنسالات أيضاً أن تسهم في وضع نماذج تجارية جديدة تماماً. وتوفر الإنسالات الخدماتية المساعدة للمعوقين، وجز العشب؛ ولكنها تُستخدم أيضاً استخداماً متزايداً في قطاعات الخدمات مثل المطاعم والمستشفيات.

ومن حيث الرفاهية، تساعد الإنسالات البشر على تجنب الأعمال الشاقة أو الخطرة. ولديها القدرة أيضاً على الإسهام في حل تحديات اجتماعية مثل رعاية السكان المتقدمين في السن أو وضع وسائل مواصلات مراعية للبيئة.

103. انظر الاتحاد الفدرالي للإنساليات.
104. الاتحاد الفدرالي للإنساليات (2014ب)
105. شركة وينترغرين للبحوث (2015).
106. الاتحاد الفدرالي للإنسالية (2014ب).
107. يقدر معهد ماكينزي العالمي أن تطبيقات الإنسالات المتقدمة قد تولد نمواً اقتصادياً من 1.7 تريليون دولار أمريكي إلى 4.5 تريليون دولار أمريكي في السنة بحلول عام 2025، بما في ذلك أكثر من 2.6 تريليون دولار أمريكي مولدة من استخدامات الرعاية الصحية (معهد ماكينزي العالمي، 2013).

وترتبط المكاسب الاقتصادية للإنسالات جزئياً باستبدال – وعليه أتمتة – جزء من القوة العاملة الموظفة حالياً.[108] فمن جهة، تساعد زيادة إنتاجية العمل على أن تظل الشركات الصناعية تنافسية، ما يتفادى إعادة توطينها في الخارج وإتاحة وظائف عالية الأجور. ومن جهة أخرى، فإن استخدام الإنسالات سيؤدي لا محالة إلى القضاء على الوظائف المتدنية المهارات وكذلك بعض أنواع الوظائف العالية المهارات ما سيؤثر في الأتمتة. أما بالنسبة إلى التوازن، فإن تأثير الإنسالات غير مؤكد حالياً.

ومن حيث الفوائد الاقتصادية الشاملة، فتتعلق مسألة أخرى بانتشار الابتكار في مجال الإنسالات في البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل التي تتمتع بآثار ملحوظة. ولا تزال قاعدة الإنسالات خارج بعض الاقتصادات المرتفعة الدخل وبعض الاستثناءات كالصين محدودة في بلدان مثل البرازيل أو الهند وبخاصة في الاقتصادات الأقل تقدماً. ومع ذلك، يتوقع أن تحتاج الشركات المزاولة لأنشطة تصنيع وتجميع لصالح سلاسل توريد عالمية أو محلية إلى تحديث استخدامها للإنسالات حتى في بعض الاقتصادات المتوسطة الدخل أو حتى المنخفضة الدخل التي تتنافس حتى الآن على العمالة الرخيصة وحدها. وتنتشر الإنسالات أيضاً في البلدان المنخفضة الدخل لمعالجة مسائل الجودة في التصنيع المحلي.

2.3.3 – منظومة الابتكار الخاصة بعلم الإنسالات

تتميز منظومة الابتكار الخاصة بعلم الإنسالات في يومنا هذا ببعض السمات الأساسية إذ تنتقل من عصر الأتمتة الصناعية إلى استخدام علم الإنسالات في شتى مجالات الاقتصاد.

التركز في بلدان رئيسية وتكتلات إنسالية ضيقة تجمعها روابط قوية

يحقق الابتكار الإنسالي أساساً في بعض البلدان والتكتلات.[109] وتزدهر هذه التكتلات بفضل البحوث المشتركة بين القطاعين العام والخاص، بينما تسوق شركات نتاج هذا الابتكار.

108. ميترا مارتيك (2011)، وميلر وأتكينسون (2013)، وفري وأوزبورن (2013)، وبراينجولفسون وماكافي (2014).
109. غر ين (2013).

ويبيّن تحليل لقواعد بيانات الشركات المتخصصة في علم الإنسالات أنّ التكتلات الإنسالية موجودة بصورة أساسية في الولايات المتحدة وأوروبا، وتحديداً في ألمانيا، وفرنسا، وإلى حد ما في المملكة المتحدة، واليابان، وبصورة متزايدة أيضاً في جمهورية كوريا والصين.[110] واستناداً إلى إجمالي الناتج المحلي أو عدد السكان، تبرز كندا، والدانمرك، وفنلندا، وإيطاليا، وإسرائيل، وهولندا، والنرويج، والاتحاد الروسي، وإسبانيا، والمملكة المتحدة، والسويد، وسويسرا، كاقتصادات تتمتع فيها شركات متخصصة في علم الإنسالات بحضور قوي.

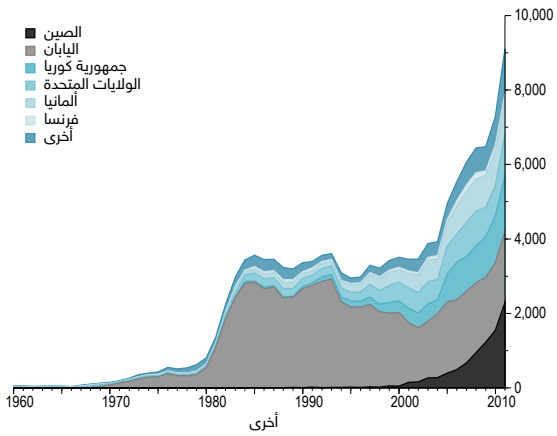
وهذه الصورة التي تبيّن النشاط الإبداعي المتركّز في بعض البلدان، والذي تتسع رقعته حالياً ليشمل بلدان آسيوية مبتكرة، تتجلى أيضاً من خلال البيانات الخاصة بمنح البراءات. ويبيّن الشكل 12.3 عدد إيداعات البراءات الأولى عالمياً في مجال تطوير الإنسالات بين عامي 1960 و2012. فيظهر أولاً أهمية المخترعين في الولايات المتحدة وأوروبا ثم اليابان، وظهور جمهورية كوريا في أواخر الألفية الثانية، والصين مؤخراً.[111] وبينما بلغت حصة الصين من البراءات الإجمالية في مجال تطوير الإنسالات في عام 2000 واحد بالمئة فقط، ارتفعت هذه النسبة إلى 25 بالمئة بحلول عام 2011. وبلغت حصة الجمهورية الكورية من ذلك 16 بالمئة في عام 2011. وتراجعت حصة اليابان من 56 بالمئة في عام 2000 إلى 21 بالمئة في عام 2011.

ومن بين هذه البلدان القليلة، تتركز التكتلات الإنسالية في مدن أو مناطق محددة – غالباً في أفضل الجامعات المتخصصة في هذا المجال. وعلى سبيل المثال، تُعتبر بوسطن وسيليكون فالي وبيتسبورغ في الولايات المتحدة بصورة عامة التكتلات الإنسالية الثلاث الرئيسية. وفي أوروبا، تبرز منطقة إيل دو فرانس في فرنسا (تحديداً في مجال تطوير الطائرات المدنية بدون طيار)، وميونيخ في ألمانيا، وأودنس في الدانمرك، وزيوريخ في سويسرا، وروبوتدالن في السويد، وغيرها. وفي آسيا، تعدُّ بتشون في كوريا، وأوساكا وناغويا في اليابان، ومقاطعة شانغهاي ولياونينغ في الصين التكتلات الإنسالية الرئيسية.

وتقع بعض الشركات التي تتفوق في مجال الابتكار الإنسالي خارج هذه التكتلات. وهي عادة شركات كبيرة تأسست في قطاع صناعة السيارات، أو بصورة متزايدة شركات الإنترنت المترسخة في مجالها الخاص. فهي تملك الإمكانات المالية والمهارات التي تتيح لها استخدام خبراء إنساليين واستخدام المعارف المستمدة من أماكن أخرى غالباً عن طريق شراء مؤسسات جديدة.

الشكل 12.3: النمو السريع لتسجيل البراءات في مجال الإنسالات، خصوصاً في أواخر الثمانينيات وابتداءً من عام 2005

إيداعات البراءات الأولى بحسب بلد المنشأ، 1960-2011



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

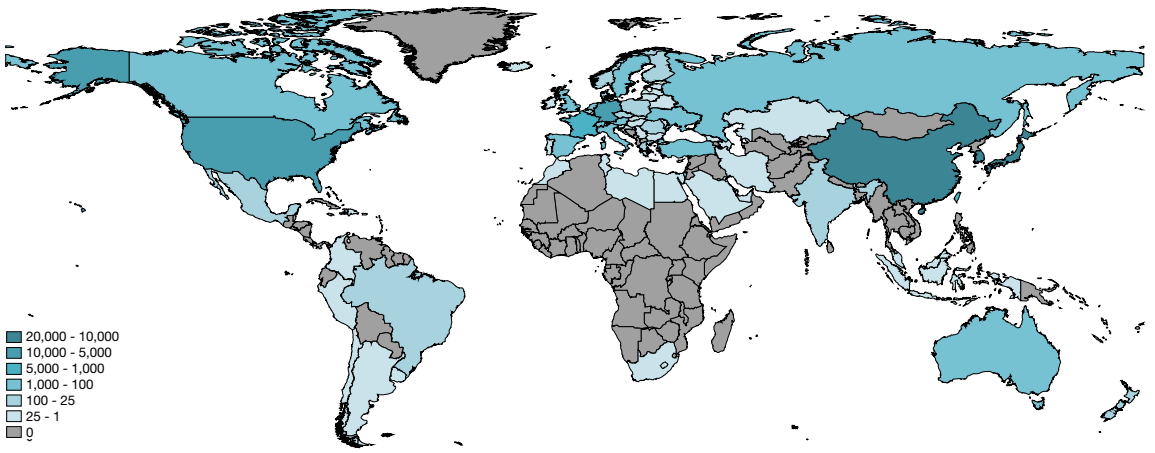
ويشير الشكل 13.3 إلى منشأ مودعي البراءات الأوائل خلال الفترة من 2000 إلى 2012. والبلدان التي سجلت أعلى عدد طلبات هي اليابان والصين وجمهورية كوريا والولايات المتحدة، إذ أودعت كل منها أكثر من 000 10 براءة، وتستحوذ مجتمعة على نسبة 75 بالمئة من إجمالي البراءات، وتليها ألمانيا بنحو 9000 براءة ثم فرنسا بأكثر من 1500 براءة. أما البلدان الأخرى مثل أستراليا والبرازيل وعدد من بلدان أوروبا الشرقية والاتحاد الروسي وجنوب أفريقيا، فتسجل نشاطاً جديداً في مجال إيداع البراءات وإن كان مستوى هذا النشاط منخفضاً.

وفيما يتعلق بالابتكار الإنسالي والشركات الناشئة، يتركز الجزء الأكبر من النشاط في البلدان المرتفعة الدخل باستثناء الصين مرة أخرى. إذ شهدت الصين طفرة قوية في البراءات المتعلقة بالإنسالات وتضم عدداً من المنشآت الأسرع نمواً في مجال الإنسالات مثل شركة DJI (شركة طيارات بدون طيار)، ومصنّعي إنسالات صناعية جديدة مثل شركتي Siasun وEstun اللتين تخفضان كلفة الإنسالات.

110. انظر توبي. www.therobotreport.com/map.
111. انظر أيضاً مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية (2014).

الشكل 13.3: تنوع جغرافي متزايد ولكن محدود في الابتكار الإنسالي

إيداعات البراءات الأولى بحسب بلد المنشأ، 2002-2012



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

منظومة ابتكار الإنسالات التشاركية العالية الفعالية والمرتكزة على تكثيف البحوث

تتألف منظومة الابتكار في مجال الإنسالات من شبكة متماسكة من الجهات الفاعلة المتعاونة فيما بينها، وتشمل أفراداً، ومؤسسات بحوث وجامعات، ومنشآت كبيرة وصغيرة الحجم تركز أنشطتها على التكنولوجيا. ويجمع علم الإنسالات الإنجازات المتنوعة في مجال العلوم والتكنولوجيا من أجل ابتكار تطبيقات جديدة؛ وقد نشأ علم الإنسالات منذ فترة طويلة ولكنه يستمر في تقديم اختراعات جديدة من مواد جديدة وقوة محركة ونظم تحكم ونظم استشعار ونظم سيبرانية.

وكما يبيّن القسم 1.3.3، أدى رواد الأعمال الأفراد وشركاتهم الناشئة دوراً حاسماً في إطلاق شرارة صناعة علم الإنسالات والمضي في تطويرها.

وتعتبر بعض مؤسسات البحوث المرموقة في القطاع العام جهات فاعلة أساسية في منظومة الابتكار في مجال علم الإنسالات. وتشمل أمثلة الجامعات الطليعية جامعة ماك غيل في كندا، وجامعة كارنيغي ميلون في الولايات المتحدة، وجامعة ETH في سويسرا، وجامعة إمبيريال كولدج في المملكة المتحدة، وجامعة سيدني في أستراليا، وجامعة أوساكا في اليابان، وجامعة شنغهاي جياو تونغ في الصين. أما مؤسسات البحث العامة مثل المعهد الكوري للعلوم والتكنولوجيا، وفراونهوفر في ألمانيا، ومعهد البحوث الصناعية التكنولوجية في تايوان (المقاطعة الصينية)، والأكاديمية الروسية للعلوم، فهي أيضاً ذات أهمية.

وتضطلع هذه المؤسسات العلمية تقليدياً بدور بارز في الابتكار، وذلك عموماً من خلال إجراء بحوث بعيدة الأمد لن تتحقق تطبيقاتها التجارية إلا في المستقبل البعيد. وفضلاً عن ذلك، ما انفكت هذه المؤسسات تضطلع بدور هام في مجال الإنسالات من خلال تجزئة الشركات وإنشاء فروع لها، وإيداع براءات (انظر القسم 3.3.3)، والتعاون الوثيق مع الشركات.[112] وتشمل أمثلة عمليات إنشاء شركات فرعية شركة Empire Robotics، المنبثقة عن جامعة كورنيل، وشركة Schaft المنبثقة عن جامعة طوكيو. ويجمع تعاون وثيق أيضاً بين المنشآت ومؤسسات البحث العامة مثل التعاون الذي يجمع شركة KUKA لتطوير الإنسالات الخفيفة الوزن والمعهد الألماني للإنساليات والميكاترونيات. وفضلاً عن ذلك، اكتست إتاحة شهادات رسمية في علوم تطوير الإنسالات بصورة متزايدة أهمية أساسية في تطوير المهارات ونشرها إذ توظّف المنشآت متخرجين جدد.

أما فيما يتعلق بالشركات الإبداعية في مجال الإنسالات، فيمكن تحديد ثلاثة أنواع منها يلي بيانها:

أولاً، هناك الشركات الناشئة الصغيرة الحجم أو الشركات المتخصصة في علم الإنسالات والتي يؤسسها غالباً مخترعون من الأفراد ينتسبون إلى المراكز الأكاديمية المتخصصة في علم الإنسالات أو التكتلات التي تعنى بعلم الإنسالات، والتي تحظى أحياناً بدعم حكومي كبير، سواء أكان بصورة مباشرة أم غير مباشرة. ومن الأمثلة على ذلك شركة Universal Robots المنبثقة عن تكتل يعنى بعلم الإنسالات في الدانمرك ويتصل بمعهد التكنولوجيا الدانمركي، والتي تحظى بالتمويل الأولي من الحكومة.

112. نوف (1999).

ورغم أن بعض أجزاء الصناعة تعدّ أكثر نضوجاً اليوم، فما زالت القدرات الكامنة للشركات الناشئة في مجال الإنسالات كبيرة. وفي مراحل الابتكار الجذري الأولى، تظهر الشركات الناشئة الصغيرة الحجم قدراً أكبر من المرونة والسرعة، وتفاعلاً وثيقاً مع الأوساط الأكاديمية. وتزداد منظومة الابتكار مهنية، مما يتيح ظهور شركات متخصصة في المجال. وتعدُّ الأطراف الثالثة من المطورين الخارجيين أكثر فأكثر جزءاً من منظومة الابتكار في مجال الإنسالات، نظراً إلى أن المنصات الإنسالية المرتكزة غالباً على برمجيات مفتوحة المصدر، هي نقطة الانطلاق لمزيد من التطوير. وبالإضافة إلى ذلك، يوفر عدد متزايد من الشركات خدمات ذات صلة بعلم الإنسالات، من قبيل نظم الحراك وإدارة الآلات. وفضلاً عن ذلك، يتيح بروز منشآت جديدة، تركز تركيزاً أكبر على المستهلك وآليات تمويل جديدة، تأسيس شركات ناشئة أولية صغيرة الحجم. فعلى سبيل المثال، تمكنت شركة Play-i، التي أصبح اسمها Wonder Workshop والتي تركز على استحداث ألعاب إنسالية تثقيفية، مؤخراً من حشد أموال عبر منصات التمويل الجماعي.

وثانياً، فإن الشركات الضخمة المتخصصة في مجال الإنسالات والتي تركز أنشطتها الأساسية على البحوث الصناعية في هذا المجال وفي الإنتاج حصراً، مثل شركة ABB (سويسرا) وKawasaki للصناعات الثقيلة وياسكاوا وفانوك (اليبان) وKUKA (ألمانيا) تنشط كلّها في مجال البحث والتطوير الخاص بالإنسالات. فالحجم مهم إذ يحتاج الابتكار في مجال المعدات الحاسوبية إلى رأس مال كبير؛ إذ إن البحث يستغرق أعواما ليصبح واقعاً. والعملاء المهمون في قطاع المركبات الآلية مثلاً، مستعدون حصراً للشراء من شركات ضخمة وموثوق بها ومتخصصة من أجل تفادي المخاطر المتعلقة بالسلامة. وتنبثق كذلك شركات كبيرة متخصصة في مجال الإنسالات عن التوجه الجديد لتطوير إنسالات خدماتية ومنزلية. ومن الأمثلة على ذلك شركة iRobot (الولايات المتحدة). فقد انبثقت أساساً عن معهد ماساشوستس للتكنولوجيا، وهي اليوم شركة ضخمة تنتج إنسالات للشركات والمنازل وللأمن، إلا أنها تحقق معظم دخلها من استحداث تطبيقات عسكرية.

وثالثاً، اكتسبت الشركات الضخمة التي لا تعنى بالصناعة في مجال الإنسالات مهارات ذات صلة بهذه الصناعة. فالشركات مثل BAE Systems (المملكة المتحدة) العاملة في مجال الدفاع والفضاء الجوي والأمن، لطالما كانت وتبقى جهات فاعلة هامة في الابتكار الإنسالي. وإضافة إلى ذلك، تحافظ الشركات العاملة في قطاع المركبات الآلية على أهميتها، وذلك إلى حد كبير بفضل استخدامها الخاص للإنسالات. ويكمن أحدث التطورات في انخراط شركات الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات والاتصال مثل شركة Samsung (جمهورية كوريا) وDyson (المملكة المتحدة) انخراطاً متزايداً في هذا المجال. وبينما يزداد تعويل تطوير الإنسالات على الاتصال وشبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصال، تنضم إلى المنافسة شركات الإنترنت أو المعنية بتكنولوجيا المعلومات مثل Amazon، وGoogle، وFacebook، فضلاً عن شركة Infosys الهندية لتوفير خدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصال، وAlibaba الصينية وFoxconn التايوانية (المقاطعة الصينية)، وتستحوذ غالباً على حصص أو تتملك الشركات المتخصصة في علم الإنسالات. وفضلاً عن ذلك، تبرز شركات عاملة في قطاع الصحة على نحو متزايد في البحوث المتعلقة بالإنسالات. فتشمل قائمة الرائدين في السوق في مجال الإنسالات الجراحية مثلاً شركات Intuitive Surgical، وStryker، وHansen Medical.

وعموماً، يبدو تبادل المعارف ضمن منظومة الإنسالات حالياً شاملاً وسلساً. ويفيد ذلك طبيعة الابتكار الإنسالي التي ترتكز بصورة كبيرة على العلوم، والدور الهام الذي تضطلع به مؤسسات العلوم والبحوث، وتضطلع به أيضاً على نحو لا يمكن إنكاره مجالات متقدمة في علم الإنسالات. كما تؤدي المنشورات والمؤتمرات العلمية، مثل الدورة الدولية المعنية بالإنسالات الصناعية، دوراً أساسياً في نقل المعارف. أما المسابقات والجوائز الممنوحة لمكافأة إيجاد الحلول لتحديات معينة في مجال الإنسالات، فتمكّن الباحثين من التعلّم وقياس تقدمهم، وتمكّنهم من سد الفجوة بين العرض والطلب في مجال الإنسالات. ويجمع تعاون وثيق بين أنواع الشركات الثلاثة المذكورة أعلاه.

وأخيراً، يرجح أن يزداد الابتكار غير المركزي والذي تتيحه البرمجيات في المستقبل مع انتشار الإنسالات على نحو أوسع، وتوحيد مقاييس منصات تطوير الإنسالات ونظمها بصورة أكبر. أما عملياً، فستتمكن مجموعة أوسع من الشركات والشركاء الخارجيين من توفير حلول مخصصة للمنصات البرمجية الإنسالية المحددة الملكية. وسيتيح ذلك تحكماً أكبر في الابتكار.

دور الحكومة الكبير في تنظيم الابتكار وتمويله

اضطلعت الحكومات ومؤسساتها بدور كبير في دعم الابتكار في مجال علم الإنسالات. فقد دعمت مجموعة السياسات المعيارية الحكومية والحيادية المتعلقة بالابتكار بصورة كبيرة الابتكار في مجال الإنسالات، وخصوصاً من خلال سياسات تتعلق بالإمداد وتكمن في تمويل البحث أو دعم البحث والتطوير في قطاع الأعمال.

وإضافة إلى تمويل البحث الهام التدابير المعيارية لدعم الابتكار، يجدر ذكر بعض تدابير الدعم المحددة:

إنشاء مؤسسات خاصة بالبحث أو شبكات بحوث: تشمل الأمثلة على ذلك المركز الوطني السويسري لمهارات البحث في مجال الإنسالات الذي دعم مختبرات البحث، ومعهد دعم صناعة الإنسالات الكوري المؤسس لتعزيز نقل التكنولوجيا.

تمويل البحث والتطوير، والمنح، والشراء العمومي: تموّل الحكومات، وغالباً الجهات العسكرية، الابتكار في مجال الإنسالات وتولد الطلب بواسطة المنح أو غالباً بواسطة الشراء العمومي السابق للتسويق. ففي الولايات المتحدة، يكمن المحفز الأهم في عقود البحث والتطوير، بما فيها العقود التي توفرها المعاهد الوطنية لشؤون الصحة أو وكالة مشاريع البحوث المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع.[113] ويعدُّ الشراء العمومي السابق للتسويق والمتعلق بالحلول الإنسالية لصالح قطاع الرعاية الصحية مثلاً، جزءاً من المنح الممنوحة في إطار برنامج آفاق الاتحاد الأوروبي لعام 2020.

تنظيم مسابقات وتحديات ومنح جوائز: أدت الحكومات دوراً في تنظيم مسابقات خاصة بالإنسالات. وأعلنت اليابان تنظيم ألعاب أولمبية خاصة بالإنسالات، وأجرت المملكة المتحدة في الفترة الأخيرة مسابقة للسيارات بدون سائق، بالإضافة إلى التحدي الذي تجريه وكالة مشاريع البحوث المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع والذي يعتبر مرجعاً في هذا المجال.

حوافز التعاون ونقل التكنولوجيا والتمويل والحضانة: من خلال المنح أو العقود، ستحتاج الحكومات غالباً إلى التعاون ونقل التكنولوجيا. فالمشروع الخاص بالإنسالات في إطار آفاق الاتحاد الأوروبي لعام 2020 يحفز تنفيذ مشاريع متعددة الاختصاصات يتعاون فيها القطاعان العام والخاص. وإضافة إلى ذلك، تهدف الأنشطة الحكومية إلى تيسير تكوين التكتلات وريادة الأعمال وإقامة شبكات صناعية. وتيسر الحكومات أيضاً تمويل الابتكار في مجال الإنسالات، مثل صندوق "Robolution Capital" للتمويل الأولي الخاص بالحكومة الفرنسية.

الأنظمة والمعايير: أخيراً، تؤثر اللوائح التي تضعها الحكومات على هيئة معايير وأنظمة خاصة بالاختبار والسلامة، في نشر تكنولوجيا تطوير الإنسالات.

وإضافة إلى ما ذكر، أعلنت عدة بلدان مرتفعة الدخل والصين خطط عمل خاصة بمجال الإنسالات في السنوات الماضية (انظر الجدول 9.3). وتعلن هذه الخطط في الإجمال استثمارات مالية محددة لدعم البحث والابتكار في مجال الإنسالات، بما في ذلك تحسين التعليم في هذا المجال ونقل التكنولوجيا.

الجدول 9.3: المبادرات الإنسالية الوطنية

المبادرة الإنسالية الوطنية والشراكة المتقدمة للتصنيع	الولايات المتحدة (2011)
خارطة الطريق الفرنسية للإنسالات	فرنسا (2014/2013)
مشروع الإنسالات – آفاق عام 2020	الاتحاد الأوروبي (2015)
الثورة الصناعية الجديدة بقيادة الإنسالات ("ثورة الإنسالات")	اليابان (2015)
تصنيع الإنسالات الصناعية من الجيل الجديد	جمهورية كوريا (2015)
خارطة الطريق الخاصة بالتكنولوجيا الإنسالية في إطار الخطة الخمسية الثالثة عشرة (2016-2020)	الصين (2015)

3.3.3 الإنسالات ونظام الملكية الفكرية

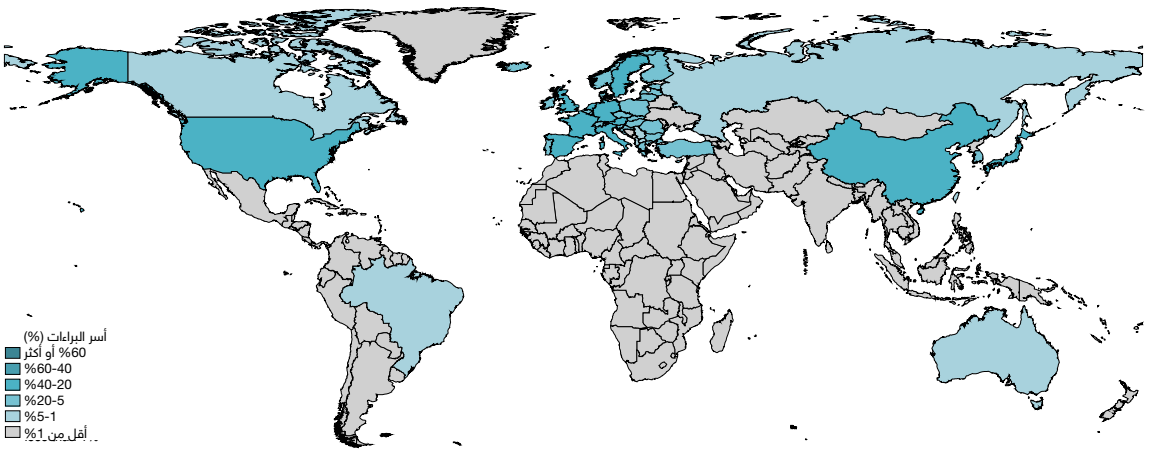
يتحول تركيز الابتكار في مجال الإنساليات من الأتمتة الصناعية إلى إنسالات أكثر تقدماً تشمل مجالات تكنولوجية متنوعة وجهات فاعلة وقطاعات اقتصادية. ونتيجة لذلك، فإن استراتيجيات الملكية الفكرية وغيرها المتعلقة بتوليد عائدات على استثمارات الابتكار لا تزال في مراحلها الأولى؛ وعليه فإن فهمنا لها غير كامل.

ومع ذلك، فإن بعض النتائج الأولية بشأن استراتيجيات العائدات تظهر على أساس الأدبيات والبيانات والأفكار المستمدة من العاملين في الصناعة والباحثين الإنساليين.

113. ميريليس (2006) وسبرينغر (2013) وسيجوارت (2015).

الشكل 14.3: تتركز البراءات المتعلقة بالإنسالات في بضعة بلدان مختارة فقط

حصة أسر البراءات في شتى أنحاء العالم حيث التمس مقدمو الطلبات الحماية في بلد محدد منذ عام 1995



المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

زيادة دور البراءات؛ وظيفتها القيمة والتحديات المحتملة

يؤدي شكلان من أشكال حماية الملكية الفكرية دوراً هاماً في مساعدة الشركات على تحقيق عائدات على استثماراتها في البحث والتطوير وهما البراءات وإلى حد أقل التصاميم الصناعية التي تحمي الملامح الخارجية للإنسالة.

وكان المخترعون الأصليون – وهم غالباً من الأكاديميين – يسجلون براءات اختراعاتهم الإنسالية الرئيسية ويؤسسون شركة لتصنيع هذا الاختراع أو يحولون بفعالية الملكية الفكرية إلى شركات مصنعة قائمة.

ونتيجة لذلك، شهدت براءات الإنسالات زيادة ملحوظة في أواخر الثمانينيات إذ ازدهرت أتمتة المصانع على نطاق واسع، والبحوث الإنسالية (انظر الشكل 12.3). وبعد استقرار معدل نشاط إيداع ابراءات بين الثمانينات وعام 2000، أعطى التحول إلى إنسالات أكثر تقدماً زخماً جديداً لنشاط إيداع البراءات الإنسالية استمر حتى اليوم.

ويبين الشكل 14.3 أن الاستئثار الفعلي بالبراءات المتعلقة بالإنسالات مركز جغرافياً. إذ تعد اليابان الجهة الرائدة بنحو 39 بالمئة من أسر الإنسالات العالمية التي توجد معادلات لها هناك وتليها الولايات المتحدة والصين بنحو 37 بالمئة وألمانيا بنسبة 29 بالمئة ثم بلدان أوروبية رئيسية أخرى وجمهورية كوريا. وفي المقابل، لا تمتلك سوى 1.4 بالمئة من أسر براءات الإنسالات معادلات لها في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل باستثناء الصين.

مازالت شركات السيارات والإلكترونيات أكبر الشركات المودعة للبراءات المتعلقة بالإنسالات (انظر الجدول 10.3)، ولكن بدأت أطراف فاعلة جديدة تنشأ في بلدان وقطاعات مختلفة كالتكنولوجيات الطبية. وتزداد محافظ هذه الشركات من البراءات المتعلقة بالإنسالات حجماً إذ تكوّن هذه الشركات محافظها بأنفسها أو تشتري شركات ذات مخزون من البراءات الممنوحة.

الجدول 10.3: أكبر 10 مودعي براءات تخص إنسالات منذ عام 1995

اسم الشركة	البلد	عدد إيداعات البراءات الأولى
تويوتا	اليابان	4,189
سامسونغ	جمهورية كوريا	3,085
هوندا	اليابان	2,231
نيسان	اليابان	1,910
بوش	ألمانيا	1,710
دينسو	اليابان	1,646
هيتاشي	اليابان	1,546
باناسونيك (ماستوشيتا)	اليابان	1,315
ياسكاوا	اليابان	1,124
سوني	اليابان	1,057

المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

وتجدر الإشارة أيضاً إلى المخزون الكبير والمتزايد للبراءات التي تملكها جامعات ومؤسسات البحث العامة. ويرد في الجدول 11.3 قائمة بأكبر أصحاب البراءات، وتهيمن الجامعات الصينية حالياً على هذه القائمة. وفي حين يشير خبراء القطاع إلى خطوة قوية نحو "المصادر المفتوحة" في الجيل الجديد لعلماء الإنسالات في الجامعات، فإن محافظ الملكية الفكرية للجامعات تزداد حجماً أيضاً ما قد ييسر تسويق التكنولوجيات الجديدة على النحو المبين في الأقسام السابقة ولكن قد يطرح ذلك أيضاً صعوبات جديدة للجامعات ومؤسسات البحث العامة في إدارة هذه المحافظ الكبيرة واستخدامها.

الجدول 11.3: أكبر 10 أصحاب براءات خاصة بالإنسالات من حيث الجامعات ومؤسسات البحث العامة منذ عام 1995

أكبر 10 أصحاب براءات في العالم			أكبر 10 أصحاب براءات في العالم (باستثناء الصين)		
جامعة شنغهاي جياو تونغ	811	الصين	معهد كوريا للعلوم والتكنولوجيا	290	جمهورية كوريا
الأكاديمية الصينية للعلوم	738	الصين	معهد بحوث الإلكترونيات والاتصالات السلكية واللاسلكية	289	جمهورية كوريا
جامعة زيجيانغ	300	الصين	المختبر الوطني للفضاء	220	اليابان
معهد كوريا للعلوم والتكنولوجيا	290	جمهورية كوريا	معهد كوريا المتقدم للعلوم والتكنولوجيا	188	جمهورية كوريا
معهد بحوث الإلكترونيات والاتصالات السلكية واللاسلكية	289	جمهورية كوريا	المركز الألماني للفضاء	141	ألمانيا
جامعة تسينغوا	258	الصين	جمعية فراونهوفر لتشجيع الأبحاث التطبيقية	91	ألمانيا
جامعة هاربين للهندسة	245	الصين	جامعة كوريا	85	جمهورية كوريا
المختبر الوطني للفضاء	220	اليابان	جامعة هانيانغ	84	جمهورية كوريا
معهد هاربين للتكنولوجيا	215	الصين	جامعة سيول الوطنية	77	جمهورية كوريا
معهد كوريا المتقدم للعلوم والتكنولوجيا	188	جمهورية كوريا	المعهد الوطني للعلوم والتكنولوجيا الصناعية المتقدمة	69	اليابان

ملاحظة: يودع المخترعون الأكاديميون البراءات باسمهم أو باسم شركاتهم في بعض البلدان. ولا ترد هذه المعلومات هنا.

المصدر: الويبو على أساس قاعدة بيانات PATSTAT (انظر الملاحظات التقنية).

ومن الصعب أن نفهم العوامل المختلفة التي تدفع الشركات العاملة في مجال صناعة الإنسالات لإيداع براءات نظراً إلى قاعدة الأدلة الحالية. ولا يوجد أي استقصاء واسع النطاق بشأن شركات الإنسالات أو أية أعمال قياس كمية أخرى توضح هذه العوامل. ويصعب كذلك تقديم رد نهائي بشأن آثار براءات الإنسالات على الابتكار اللاحق من خلال الكشف والترخيص والتعاون القائم على الملكية الفكرية.

ومع ذلك، فإن عدداً من النتائج تتجلى من وجهات نظر خبراء الصناعة من محامين وإنساليين.[114]

وعلى غرار القطاعات الأخرى المعنية بأحدث التكنولوجيات وتحسباً للمكاسب التجارية الكبيرة المتوقعة من صناعة الإنسالات، تسعى شركات الإنسالات إلى استخدام البراءات لاستبعاد الغير، وضمان حريتها في العمل، وترخيص التكنولوجيات وتبادل التراخيص، وتجنب التقاضي. وبالنسبة للشركات الصغيرة والمتخصصة في الإنسالات بوجه خاص، تعدُّ البراءات أداة لالتماس الاستثمار أو وسيلة لحماية أصول الملكية الفكرية الخاصة بها من الغير أي غالباً من الشركات الأكبر حجماً.

ومن حيث آثار نظام البراءات على الابتكار، يبدو نظام الابتكار الحالي خصب نسبياً.[115] فالتعاون – الذي يشمل التفاعل بين الجامعات والصناعات – متين وثمة بحوث مستفيضة لتنمية الوسطين المذكورين. ويبدو أن البراءات تساعد على تخصيص الشركات، ما يكتسي أهمية لتطور نظام الابتكار الإنسالي.

ويصعب أيضاً القول إن حماية البراءات تحول دون دخول السوق أو تقيد الابتكار الإنسالي بوجه أعم من خلال فرض قيود على التكنولوجيا. وتبين الأدلة المتاحة وجود حالات تقاضي قليلة أو معدومة في مجال الإنسالات. إذ كانت شركة واحدة، هي iRobot، طرفاً في غالبية حالات التقاضي على الملكية الفكرية المتصلة بالإنسالات على مدى السنوات العشر الماضية.[116]

ويصعب كذلك التحقق من أهمية براءات بعينها للابتكار الإنسالي. فلم تحدد حتى الآن أية براءات كمعيار أساسي؛ ولا يوجد أي تجمع معروف للبراءات في مجال الإنسالات. وثمة بعض التعاونات أو التبادلات الرسمية والمكشوفة التي تؤدي فيها الملكية الفكرية دوراً محورياً. ولم يتلقَ إلا اتفاق ترخيص رئيسي واحد في التاريخ الحديث للإنسالات اهتماماً كبيراً.[117] ومع ذلك، تشهد عمليات الاستحواذ على الشركات التي تنطوي على تحويل الملكية الفكرية زيادة كبيرة.[118]

114. كايسنر وزملاؤه (2015).
115. كايسنر وزملاؤه (2015).
116. كايسنر وزملاؤه (2015).
117. كايسنر وزملاؤه (2015).
118. كان الاتفاق الأبرز في التاريخ الحديث هو اتفاق التنمية المشتركة وتبادل التراخيص في يوليو 2011 بين شركة آي روبوت وإن تاتش للتكنولوجيا.

وفيما يتعلق بالكشف، تستخدم بعض شركات البراءات لمعرفة التطورات التقنية الجديدة، والحصول على نظرة ثاقبة في خطط المنافسين لتحسين أو تصنيع منتجات، وكذلك معرفة إذا اعتزم منافسون الحصول على حماية براءة يجب الطعن فيها.[119] وتستخدم الاستشهادات بالبراءات غالباً في مجال الإنسالية وخارجها كإشارة إلى وجود ابتكار تدريجي والاستناد إلى اختراعات سابقة. ولكن هذه الاستشهادات تكون التزاماً قانونياً فقط وبخاصة في إطار نظام البراءات الأمريكي، ما يصعب تقييم آثارها. ونتيجة لذلك، فإن القيمة الإجمالية للكشف عن البراءات في مجال الإنسالات لا تزال غير مقدرة إلى حد بعيد.

وستحل العديد من الأسئلة المطروحة أعلاه مع مرور الوقت. فيمكن القول إن الملكية الفكرية لا تستخدم استخداماً كاملاً في مجال الإنسالات المتقدمة وعليه لا تسخر إمكاناته الكاملة. ومقارنة بالابتكار الإنسالي الصناعي المعياري السابق، ينطوي نظام الابتكار الإنسالي الحالي المزيد من الجهات الفاعلة ومجالات تكنولوجية متنوعة وإيداعات براءات أكثر بكثير. وعليه، تتجلى استراتيجيات الملكية الفكرية الهجومية والدفاعية الأكثر كثافة والقائمة في مجالات تكنولوجية متطورة أخرى.[120]

والسؤال المحوري هو إذا كانت زيادة المخاطر والفرص التجارية في مختلف القطاعات ستؤدي إلى التقاضي المكلف، على غرار التكنولوجيات المتقدمة والمعقدة الأخرى. فثمة قضايا – وإن لم تكن كثيرة حتى الآن – رفعتها كيانات غير ممارسة في هذا المجال على شركات الإنسالات.[121] وتشير التقارير الصحفية، بوجه خاص، إلى إمكانية حدوث ظاهرة تصيد البراءات في مجال الإنسالات الجراحية والإنسالات الطبية على نطاق أوسع.[122]

وقد يزيد عنصران من احتمال المنازعات. أولاً، فإن الخبراء المستشارين في سياق إعداد هذا التقرير أبدوا شواغلهم إزاء المطالبات الواسعة جداً في حالة براءات الإنسالات وبخاصة فيما يتعلق بالبراءات الأقدم. وثانياً، فإن الأهلية للحصول على براءة لاختراعات متعلقة بالحاسوب وجدة هذه الاختراعات موضع نقاش في بعض البلدان. وينطبق ذلك بخاصة على الولايات المتحدة حيث عزز قرار المحكمة العليا المؤخر في قضية Alice Corp ضد CLS Bank نهجاً تقييداً بشأن أهلية البرمجيات في الحصول على براءات.[123] ونظراً إلى المكون البرمجي الكبير والمتنامي للابتكار الإنسالي، فقد تؤدي الشواغل إزاء أهلية حصول البرمجيات على براءة إلى صعوبات من حيث البراءات الحالية والمقبلة للبراءات.

منصات الإنسالات وتعايش الملكية الفكرية والمصدر المفتوح

كما هو موضح في القسم 2.3.3، تزداد منصات الإنسالات المستخدمة في الجامعات والأعمال التجارية أهمية في الابتكار الإنسالي. وهذه المنصات مفتوحة المصدر على نحو متزايد، وتعتمد غالباً على برمجيات مفتوحة المصدر مثل نظام تشغيل الإنسالة. وتدعو هذه المنصات الإنسالية المفتوحة المصدر الأطراف إلى استخدام و/أو تحسين المحتوى القائم دون التفاوض الرسمي على حقوق الملكية الفكرية أو تسجيلها. وإنما توزع البرمجيات أو التصاميم بموجب رخصة المشاع الإبداعي أو رخصة جنو العمومية، وهي رخصة برمجية مجانية. ويتيح ذلك وضع نماذج سريعة وتجارب مرنة.

119. كايسنر وزملاؤه (2015).
120. كايسنر وزملاؤه (2015).
121. انظر قضية Siemens AG مع Roy-G Biv. وانظر أيضاً شركة هوك للأنظمة التكنولوجية التي رفعت قضية على شركة فانوك للإنساليات، وقضية شركة سونيك ضد شركة آي روبوت.
122. سباراباني (2015).
123. ثايير وباتاشاريا (2014أ، 2014ب).

والفكرة بسيطة. تميز الجهات الفاعلة بين مستويين من مستويات الابتكار. فمن جهة يوجد التطوير التعاوني للبرمجيات والمنصات الإنسالية والابتكار الإنسالي. وقد يكون هذا الابتكار ملحوظاً ولكنه سابق لمرحلة التنافس إذ إن مجالات الاستخدام بسيطة إلى حد ما ولا تؤدي إلى التمييز بين المنتجات. وعليه، تعتمد الجهات الفاعلة نهوجاً تعاونية مفتوحة المصدر للحصول على منصات إنسالية مشتركة؛ إذ يمكنها ذلك من تقاسم الاستثمار المقدم الملحوظ وتفادي ازدواجية الجهود وتحسين النهوج القائمة.

أما من جهة أخرى، فتستثمر الشركات الابتكارية في جهودها الخاصة للبحث والتطوير، وتسعى إلى حماية اختراعاتهم بشدة عندما يتعلق الأمر بعناصر الابتكار الإنسالي التي تميز المنتجات النهائية.

ويؤدي هذا التطبيق التعاوني والتنافسي الموازي إلى تعايش نهوج التنافس والمصدر المفتوح في معالجة الملكية الفكرية.

وتدعم منظمات ومشاريع مختلفة وغير ربحية تطوير وتوزيع واعتماد برمجيات مفتوحة المصدر للاستخدام في البحوث الإنسالية وتطوير التعليم والمنتجات. وتعدُّ منصة iCub مثلاً منصة إنسالية معرفية مفتوحة المصدر يمولها الاتحاد الأوروبي واعتمدها عدد ملحوظ من المختبرات. أما Poppy فهي منصة مفتوحة المصدر استحدثتها منظمة "مخترعون من أجل العالم الرقمي" في مدينة بوردو (INRIA Bordeaux) لاختراع واستخدام وتبادل إنسالات مطبوعة وثلاثية الأبعاد وتفاعلية. وتشمل أمثلة أخرى مشروع Dronecode وتحدي تطبيقات الفضاء الدولي لوكالة ناسا.

وينطوي بعض ذلك على تحول متزايد نحو إشراك المستخدمين النهائيين أو العلماء الهواة في التفاعل مع تطبيقات الإنسالية القائمة وتحسينها. ووُضعت العديد من المنصات المنخفضة التكلفة والموجهة نحو المستخدم والمستحدثة لاستخدام في المنزل أو الصفوف الدراسية، مثل TurtleBot وLEGO Mindstorms، على أساس منصات مفتوحة المصدر.

ونهج المنصة المفتوحة المصدر هذا لا يقتصر على البرمجيات، وإنما يشمل أيضاً المخططات والرسومات الفنية ومنها التصاميم. وتهدف المنصة الإنسالية المفتوحة مثلاً إلى إتاحة التصاميم العتادية للإنسالات لمجتمع الإنسالات بموجب ترخيص مفتوح العتاد؛ وتتبادل أوجه التقدم في صفوف المجتمع المذكور.

وبوجه عام، سيكون من المثير للاهتمام مشاهدة مدى نجاح نظام الابتكار الإنسالي في الحفاظ على مزيجها السلس من النهوج المحددة الملكية فيما يخص جوانب الملكية الفكرية التي تنطوي على مخاطر تجارية أعلى فضلاً عن النهوج غير المحددة الملكية الرامية إلى ترويج جوانب أعمل من العلوم المعنية من خلال مسابقات وكذلك التعاون بين الإنساليين الشباب والهواة المهتمين بتطبيقات مفتوحة المصدر.

حماية الابتكارات الإنسالية من خلال التعقيد التكنولوجي والسرية التكنولوجية

لعل التعقيد التكنولوجي والسرية التكنولوجية للأنظمة الإنسالية أكثر أهمية من البراءات، إذ تُستخدم غالباً كأداة رئيسية لتوليد عائدات على الابتكار. وينطبق ذلك على العناصر الميكانيكية والعتادية المعيارية. وإن شركات الإنسالات، التي تصنع عدداً محدوداً من الإنسالات المكلفة للغاية والمستخدمة في تطبيقات تشمل التطبيقات، لا تخشى عادة أن يحصل المنافسون على هذه الإنسالات لعكسها هندسياً. ويصعب كذلك عكس الخوارزميات وغيرها من الميزات الإنسالية المتقدمة هندسياً.[124]

وثمة أسباب تاريخية أيضاً لاختيار شركات الإنسالات الاحتفاظ بمعلومات بوصفها أسراراً تجارية.[125] وفي الثمانينيات، حققت الإنسالات العديد من التطورات الهامة وأودعت شركات عدداً كبيراً من البراءات (الشكل 12.3). ولكن لم تسوق سوى بعض هذه الاختراعات سريعاً. ونتيجة لذلك، أنفقت الشركات مبالغ كبيرة للحصول على براءات انتهت صلاحيتها قبل تسويق منتجاتها. وتبيَّن من هذه التجربة أنه يمكن للبراءات أن تكون مكلفة وألا تؤدي إلى أي مكافأة وبخاصة بالنسبة إلى الابتكارات التي حُققت قبل إمكانية استخدامها في منتج جاهز للتسويق بعشرات السنين.

وتكتسي حماية الأسرار التجارية أهمية أيضاً عندما يكون حراك الموظفين عالياً. وكانت هناك بعض الحالات حيث ادعت شركات الإنسالات انتهاك أسرار تجارية وبخاصة في الحالات التي وافق فيها موظف على العمل لدى شركة منافسة.[126]

وأخيراً، يمكن للأسئلة المؤخرة بشأن أهلية البرمجيات للحصول على براءات في الولايات المتحدة وغيرها أن تؤدي إلى زيادة الحوافز لحماية الاختراعات في هذا المجال عبر السرية عوضاً عن البراءات.

124. ماكغورك وماندي (2014).
125. كايسنر وزملاؤه (2015).
126. مثالان من عام 2013 هما ISR Group ضد Manhattan Partners؛ وMako Surgical ضد Blue Belt Technologies. وانظر كايسنر وزملاءه (2013).

دور الأول في السوق والسمعة والعلامات التجارية القوية

اكتست الأولوية في السوق، وقوة خدمة ما بعد البيع، والسمعة، والعلامة التجارية أهمية حاسمة في الابتكارات الإنسالية الماضية؛ ولا تزال هذه العوامل هامة اليوم نظراً إلى أن الصناعات تبتعد عن المصانع وتتجه نحو تطبيقات تتميز باتصال مباشر مع المستهلكين.

وفي حالة الأتمتة الصناعية، كان طلب شركات صناعة السيارات على مشغلين قليلين وموثوق بقدرتهم على تصنيع عدد كبير من الإنسالات الموثوق بها وصيانتها على نحو ملائم. وهيمنت شركة يونيميشون في بداية الأمر على توريد الإنسالات الصناعية؛ ثم سادت شركات كبيرة مثل شركة فانوك.

وفي حين أن المشهد أكثر تنوعاً اليوم، فلا تزال الأولوية في السوق والتمتع بسمعة وعلامة تجارية قوية تكتسي أهمية حاسمة. وستعتمد جهات فاعلة مثل المستشفيات والمؤسسات التعليمية والجيش على شركات صناعة إنسالات متقدمة وعلامات تجارية موثوق بها. وفي مجال صانعي الإنسالات الطبية، توجد أمثلة من إنسالة DaVinci الجراحية، وإنسالات CorPath لجراحة الأوعية الدموية، ونظام Accuray Cyberknife للجراحة الإشعاعية. وحتى في المجالات المتعلقة بتطبيقات حربية أو تطبيقات مشابهة، فإن العلامات التجارية هامة وفقاً لما تبين من استخدام علامات تجارية مثل BigDog التابعة لشركة بوسطن ديناميكس. ولكن العلامات التجارية القوية هامة أيضاً عندما تباع الإنسالات مباشرة إلى المستخدمين النهائيين؛ إذ تعتمد "مكنسة رومبا الكهربائية" بشدة على قيمة علامتها التجارية.

وتسجل غالبية شركات الإنسالات أسماءها وأسماء إنسالاتها كأسماء تجارية، وأدى ذلك إلى زيادة عدد العلامات التجارية التي تتضمن مصطلح "إنسالة".[127] وإضافة إلى ذلك، يُستخدم المظهر التجاري – وهو أحد أشكال الملكية الفكرية لتحديد المصدر – في حماية المظهر الإجمالي للإنسالة.

حق المؤلف

تكتسي حماية حق المؤلف أهمية أيضاً في مجال الإنسالات فيما يخص العديد من الجوانب.

وخلافاً للآلات التقليدية، يمكن للإنسالة أن تتمتع بطابع مميز وشخصية مميزة، ويمكن حماية هذه السمات من خلال حق المؤلف و/أو العلامات التجارية و/أو التصاميم الصناعية. وعلى سبيل المثال، قد يكون تصميم معين لإنسالة أو مكون مؤهلاً للحصول على حماية حق المؤلف بينما يمكن حماية الموسيقى التي تستخدمها الإنسالة بموجب حق المؤلف.

وفضلاً عن ذلك، يُحمى الكود المصدري والبرمجية اللذان يشغلان الإنسالة بموجب حق المؤلف. وإن المثال النموذجي لالتماس شركات الإنسالات الحماية بموجب حق المؤلف يتعلق بكود برمجي يُعتقد أنه فريد وأصلي. ومن حيث الممارسة، تستخدم شركات الإنسالات عادة إنفاذ حق المؤلف لمنع الغير من نسخ كودها الحاسوبي أو النفاذ إليه.[128] وبغض النظر عن الخلافات بين الشركات وعلى الرغم من أن التشريعات الوطنية تنص غالباً على استثناءات للهندسة العكسية، فقد استُخدمت تشريعات حق المؤلف أيضاً عندما يفك عالم هاوٍ شفرة كود برمجية ويغيره.[129]

ماذا يحدث للاختراعات أو المصنفات الإبداعية التي تنتجها إنسالات؟

في المستقبل، يرجح أن تجد الإنسالات المبرمجة لأداء مهمة حلولاً جديدة لمشكلات وعليه أن تنتج منتجات أو نواتج مادية أو غير مادية يمكنها نظرياً أن تعدُّ ملكية فكرية مثل الاختراعات أو المصنفات الإبداعية أو العلامات التجارية الجديدة.

ويمكن لهذا العنصر من الابتكار الإنسالي أن يثير أسئلة هامة بشأن بنية وحدود نظام الملكية الفكرية الحالي. هل تعدُّ الأجسام أو شفرات البرمجيات أو غيرها من الأصول التي تنتجها إنسالات إنتاجاً مستقلة مؤهلة للحصول على حماية بموجب حق المؤلف أو براءة؟ إذا كان الرد بالإيجاب، فكيف يحقق ذلك؟ ومن يمتلك حقوق الملكية الفكرية هذه؟ ومن هو المنتج؟ أهو مستخدم الإنسالة؟ أم الإنسالة نفسها؟[130] وتنظر بعض البلدان مثل اليابان وجمهورية كوريا في توسيع نطاق الحقوق لتشمل الآلات.

وإن التقييم القانوني الكامل لهذه المسألة المتعلقة بتصنيع الإنسالات المستقلة يتجاوز نطاق هذا التقرير؛ ولا شك في أن مسألة صاحب حقوق الملكية الفكرية المتصلة باختراعات أنتجتها إنسالات ستكون موضع نقاش كبير في المستقبل.

127. كايسنر وزملاؤه (2015).

128. كايسنر وزملاؤه (2015).
129. في حالة كلب سوني الآلي، آيبو، فك مستخدمون الكود الأصلي للبرمجية وأدخلوا تغييرات عليه ووزعوا البرمجية الجديدة على مستهلكين آخرين ما مكن هؤلاء المستهلكين من "تعليم" الكلب جملة مهارات منها الرقص والتحدث. انظر موليغان وبيرزانوفسكي (2007).
130. ليرو (2012).

4.3 – الاستنتاجات

توفر الدراسات الإفرادية للطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا والإنساليات آراء متنوعة لطبيعة ومنظومة ثلاثة ابتكارات راهنة تنطوي على إمكانات الازدهار. وكما ذكر في الفصل 2، يتعلق عدد كبير من التوقعات بالتكنولوجيات المتوفرة تفادياً لاستخلاص استنتاجات عامة. وتجدر الإشارة كذلك إلى النقاط المشتركة وأوجه الاختلاف بين الحالات الثلاث، وهو الهدف المنشود من هذا القسم الأخير. فهو يتبع بنية الدراسات الإفرادية مركزاً في البداية على الإسهام في نمو الابتكارات، ثم على منظومة كل منها، وأخيراً على دور الملكية الفكرية.

الإسهام في النمو

خلفت الابتكارات الثلاثة التي تناولها هذا الفصل أثراً في النشاط الاقتصادي. فبدأت الإنسالات الصناعية تؤتمت بعض أنشطة التصنيع منذ فترة طويلة، وتندرج تطبيقات النانوتكنولوجيا في عدد كبير من الأجهزة الإلكترونية. فما حجم القدرات الكامنة لهذين الابتكارين التكنولوجيين، بالإضافة إلى الطباعة الثلاثية الأبعاد، من أجل تحقيق النمو في المستقبل؟

قد يبدو أن نطاق هذه الابتكارات في تحسين الإنتاجية في مجال التصنيع واسع. إلا أن الإسهام في النمو الاقتصادي النهائي قد يبدو ضئيلا نظراً إلى حجم قطاع التصنيع الصغير نسبياً في معظم الاقتصادات (انظر القسم 1.1). ويمكن أن يحقق نمو إضافي نابع من المنتجات الجديدة الناتجة عن هذه الابتكارات والتي يمكن تطبيقها في شتى مجالات الاقتصاد، لا سيما في قطاع الخدمات. وفضلاً عن ذلك واستناداً إلى ما توصلت إليه الدراسات الإفرادية، قد يسرع استخدام الطابعات الثلاثية الأبعاد والإنسالات الذكية إعادة تنظيم سلسلة الإمداد، ويحتمل أن تتحقق مكاسب من حيث الفعالية. ويستخلص من التجارب السابقة أن مختلف أنواع الابتكار التكميلي، ونماذج الأعمال الجديدة وتطوير المهارات الجديدة ستكون لازمة لتحقيق إمكانات النمو الكامنة. وإضافة إلى ذلك، يعتمد نشر هذه الابتكارات، من بين جملة محددات، على الديناميات التنافسية، والحصول على التمويل، ووضع المعايير والأنظمة التقنية.

ووفق ما ذكر في القسم 5.1، يساور بعض الخبراء الاقتصاديين قلق إزاء عدم توليد تكنولوجيات العصر الحاضر طلباً كبيراً على توظيف استثمارات جديدة، مما يتسبب على الأرجح بتدني معدل الفائدة السائد في عدد كبير من الاقتصادات المتقدمة. وأُعرب عن شواغل عموماً تتعلق بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ويصعب تقييم سبل معالجة الطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا والإنساليات لتلك المشكلة.[131] وقد يقال إن هذه التكنولوجيات الثلاث لا تتطلب بنى أساسية استثمارية ترتكز بصورة كبيرة على رأس المال، بالمقارنة مع التكنولوجيات ذات الأغراض العامة مثل سكك الحديد، أو السيارات، أو الكهرباء، أو الاتصالات. ولكن سيعتمد الكثير على شكل وقدرات ونطاق استخدام الابتكارات. وإن التكنولوجيات القوية الجديدة التي تطبق على نطاق واسع في شتى مجالات الاقتصاد قد يترتب عليها طلب كبير على الاستثمار، بما في ذلك الطلب على رأس المال غير المادي.

وتسود شكوك جمّة حول سبل انتشار التكنولوجيات الثلاث في الاقتصادات النامية. وطالما أنّ التكنولوجيات، من قبيل الطباعة الثلاثية الأبعاد والإنسالات، تتيح تحقيق وفورات من خلال تخفيض تكلفة القوة العاملة، فقد تتراجع حوافز اعتمادها في الاقتصادات التي تتمتع بقوة عاملة منخفضة التكاليف نسبياً. إلا أن هذا النوع من الحوافز يختلف باختلاف الصناعات والبلدان، ويعتمد على ما ستؤول إليه التكنولوجيات الجديدة المرتكزة بصورة كبيرة على رأس المال. وفضلاً عن ذلك، يرتقب أن تلبي بعض تطبيقات الابتكارات الثلاثة احتياجات خاصة في الاقتصادات النامية. فقد تكون للطابعات الثلاثية الأبعاد مثلاً استخدامات خاصة في المناطق النائية المفصولة عن قنوات التوزيع التقليدية. وتنطوي النانوتكنولوجيا كذلك على إمكانية تحسين سلامة الأغذية والأمن البيولوجي والاستدامة البيئية. وإذا حققت هذه الإمكانية، فيستشف من التجارب السابقة أنها ستكتسي أهمية بالنسبة إلى البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل من أجل تطوير الطاقة الاستيعابية بغية انتهاز أي فرصة تكنولوجية قد تنشأ عن ذلك.

131. انظر بالدوين وتولينغز (2015).

منظومات الابتكار

تجمع المنظومات التي تزدهر فيها الابتكارات الثلاثة، بصورة مثيرة للاهتمام، أوجه تشابه عديدة مع المنظومات التاريخية المعروضة في الفصل 2. وكان التمويل الحكومي أساسياً في دفع حدود المعارف العلمية قدماً، وتمهيد الطريق للشركات كي تبحث الفرص التجارية. كما اضطلعت الحكومات بدور هام في نقل التكنولوجيا الواعدة من مختبر البحوث إلى السوق، خصوصاً من خلال إيجاد الطلب في السوق. إلا أن هذا الدور يبدو أكثر أهمية بالنسبة إلى الإنسالات مقارنة بالطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا، ما يؤثر على نحو كبير في استخدام الإنسالات لأغراض الدفاع الوطني. وكانت قوى السوق التنافسية بدورها أساسية في توفير الحوافز من أجل البحث والتطوير في القطاع الخاص، وتكييف التكنولوجيات الجديدة مع الإنتاج الضخم وتطوير منتجات تلبي احتياجات مختلف المستهلكين. وبالإضافة إلى ذلك وعلى غرار الحالات المعروفة، شهدت منظومة الابتكارات الراهنة تخصصاً متزايداً مع مرور الوقت؛ ويعزى ذلك جزئياً إلى مواجهة التحديات التكنولوجية التي تزداد تعقيداً من جهة، وإلى التركيز على تطبيقات محددة من التكنولوجيا من جهة أخرى.

لكن ثمة أيضاً أوجه اختلاف هامة. فبدايةً، يبدو أن النظام العلمي والروابط الرسمية بين المؤسسات العلمية والشركات أكثر أهمية اليوم مما كانا عليه في الماضي. فحصة الجامعات من البراءات مثلاً تتراوح بين 15 و40 بالمئة بين التكنولوجيات الثلاث التي يتناولها هذا الفصل. وقد يبرز ذلك جزئياً الجهود المبذولة على مستوى السياسات من أجل تسخير نتائج البحوث العلمية لغرض التطوير التجاري. غير أن هذه الجهود المبذولة في إطار السياسات تقر بالدور الحاسم الذي يضطلع به البحث قبل التنفيذ في إتاحة التقدم التكنولوجي ما بعد التنفيذ.

وفضلاً عن ذلك، في حين يركز الجزء الأكبر من البحث والتطوير في القطاع الخاص على عدد ضئيل نسبياً من الاقتصادات، فقد اتسعت رقعة الاقتصادات المبتكرة في العقد الماضي لتشمل اقتصادات شرق آسيوية عديدة. ونظراً إلى حجم الاقتصاد، يجدر التنويه بصورة خاصة ببروز الصين مؤخراً كمصدر استثمار هام في مجال البحث والتطوير. وتشير الدراسات الإفرادية الثلاث المعروضة في هذا الفصل أن الهيئات الصينية تنشط في الابتكار في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد، والنانوتكنولوجيا، والإنسالات. ومن المثير للاهتمام أن البيانات بشأن إيداعات البراءات تشير إلى أن عالم الابتكار في الصين يختلف بصورة كبيرة عن الاقتصادات المركزة على البحث والتطوير: إذ تستحوذ الجامعات ومؤسسات البحث العامة على حصة أكبر من البراءات في الصين مقارنة بنظيراتها من الاقتصادات الأخرى، إذ تبلغ 80 بالمئة في مجال النانوتكنولوجيا كحد أقصى. وقد يعني ذلك قدرة محدودة على إجراء البحث والتطوير في الشركات الصينية أكثر من غيرها، مما ينطوي على معدل أدنى من التسويق للتكنولوجيا. وفي الوقت عينه واستناداً إلى ما التجارب السابقة، فمن شأن قاعدة علمية متينة أن تعزز على المدى البعيد بروز شركات وصناعات جديدة عندما تحقق إنجازات.

دور الملكية الفكرية

نظراً إلى دور نظم الملكية الفكرية، يبدو مجدداً أن هناك نقاط مشتركة وأوجه اختلاف مع الحالات السابقة المبينة في الفصل 2. فأولاً، اعتمد المبتكرون في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا والإنسالات، كسابقيهم، اعتماداً كبيراً على نظام البراءات لحماية نتاج أنشطتهم البحثية. وفي حين يتعين مراعاة غياب أي أدلة مضادة حقيقية، تفيد الدراسات الإفرادية الثلاث بأن نظام البراءات أدى دوراً مفيداً في تحقيق عائدات على استثمارات البحث والتطوير، ما عزز الابتكار اللاحق من خلال الكشف التكنولوجي وتيسير التخصص.

ومراعاة للعدد الكبير لإيداعات البراءات وللشواغل التي أعرب عنها بعض المراقبين بشأن تكدس البراءات، يبدو أن عدد النزاعات المحيطة بحقوق الملكية الفكرية منخفض نسبياً. وفي حالة الطباعة الثلاثية الأبعاد والإنسالات، ازدهرت المجتمعات المفتوحة المصدر إلى جانب نهوج محددة الملكية فيما يتعلق بإدارة المعارف. وبصورة عامة، يبدو أن نظام الملكية الفكرية لاءم ودعم آليات مختلفة لتبادل المعرفة. وفي الوقت عينه وعلى غرار نوادي المخترعين الأوائل في حالة الطائرات، يبدو أن المعايير الاجتماعية هامة في تنظيم تبادل المعارف في مختلف مجتمعات الابتكار اليوم.

ولكن من الأهمية بمكان مراعاة أن العديد من التكنولوجيات التي تناولها هذا الفصل ما زالت في مرحلة مبكرة نسبياً من التطوير ولم يشهد بعضها أي تسويق بعد. وما إن ترتفع مخاطر التسويق، تظهر التجارب السابقة أن نزاعات أكبر قد تنشأ فيما يتعلق بالملكية الفكرية. ويتمتع واضعو السياسات بالحكمة اللازمة لضمان التوازن المستمر في نظام الملكية الفكرية الذي يحفز توليد المعارف دون فرض قيود عل الابتكارات اللاحقة على نحو غير ملائم. وكما بينت الحالات السابقة، فقد تواجه المحاكم في مرحلة ما تساؤلات بعيدة المدى بشأن قابلية منح براءات عن التكنولوجيات الناشئة حديثاً. فهذه الأسئلة طُرحت مثلاً فيما يتعلق بقابلية منح براءات عن منتجات النانوتكنولوجيا تعدُّ من نواتج الطبيعة، أو قابلية منح براءات عن برمجيات خاصة بالإنسالات.

ويتعلق قاسم مشترك آخر مع الحالات السابقة بحال البراءات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. فرغم أن العلاقات التجارية الدولية وثيقة أكثر مما كانت عليه قبل قرن، سعى المبتكرون بشكل كبير في هذه الحالات الثلاث إلى حماية البراءات في البلدان المرتفعة الدخل حيث يحقق القدر الأكبر من الابتكار في مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد والنانوتكنولوجيا والإنسالات. ولم يتمتع سوى جزء صغير من طلبات البراءات الأولى في مجالات التكنولوجيا المعنية بمقابل في الاقتصادات المنخفضة والمتوسطة الدخل. وبالقيمة الاسمية، يعني توزيع البراءات هذا أيضاً أن نشر التكنولوجيا سيحدد أساساً بالاستناد إلى درجة الطاقة الاستيعابية للاقتصادات المتلقية.

وأخيراً، سلطت الدراسات الإفرادية الثلاث الضوء على اعتبارات جديدة عدة من شأنها رسم ملامح السياسة المتعلقة ببراءات الاختراع في المستقبل. وتضم هذه الاعتبارات ما يلي:

- بات حق المؤلف يتعلق بصورة متزايدة بالابتكار التكنولوجي. وتزامن ذلك مع إدراج البرمجيات في مجال المواضيع القابلة للحماية بموجب حق المؤلف. وبما أن البرمجيات أصبحت جزءاً من عدد كبير من التكنولوجيات الجديدة، ومنها الطابعات الثلاثية الأبعاد والإنسالات، فقد اتسع أيضاً نطاق دور حق المؤلف. وبالإضافة إلى ذلك، بوسع هذه الحقوق أن توفر الحماية لكل أنواع التعبير الرقمي، بما يشمل تصاميم الأجسام الثلاثية الأبعاد وتصميم رقاقات الحواسيب.[132] وليس واضحاً بعد إذا كان هذا التوجه يعني الانتقال إلى استخدام أشكال مختلفة من الملكية الفكرية أو إذا كان يطرح تحديات جذرية على مستوى السياسات.
- ينطوي نشوء الطباعة الثلاثية الأبعاد المنخفضة الكلفة على إمكانية إتاحة إعادة إنتاج أي كيان قد يحمى بموجب تصميم صناعي أو حقوق ملكية فكرية أخرى. فهل سيزيد هذا التطور من صعوبة إنفاذ تلك الحقوق، كما كان الحال مع الثورة الرقمية فيما يخص حماية حق المؤلف الشامل للكتب والموسيقى والأفلام، وغيرها من المصنفات الإبداعية؟ قد يبدو سيناريو مماثل مستبعداً حتى الآن، وثمة أوجه اختلاف كبيرة بين الطباعة الثلاثية الأبعاد ونسخ المحتويات الرقمية. غير أن الخبرة في مجال صناعة المحتوى الصناعي، وفق ما يرد في القسم 3.1.3، تنطوي على خلاصات قيمة بشأن سبل إدارة سيناريو مماثل على أفضل وجه.
- لطالما كانت الأسرار التجارية شكلاً هاماً من أشكال حماية الملكية الفكرية، ولو كانت غير واضحة وضوحاً كبيراً. وتوفر الدراسات الإفرادية الثلاث أدلة مبدئية، ولكن ثمة دواع تدفع لافتراض أن سياسة السرية التجارية أصبحت ذات أهمية أكبر. ويعزى ذلك أساساً إلى الحراك المتزايد للعاملين في مجال المعارف.[133] ورغم سهولة توافر المعارف المقننة، يبقى الناس على حذر من استخدام هذه المعارف استخداماً فعلياً. غير أن تنظيم سبل انتشار المعارف بين الناس يحدد ملامح نتائج الابتكار ونشر التكنولوجيا.

132. انظر القسم 3.3.2 الذي يتناول حق المؤلف في حماية تصميم الرقاقات.
133. فيما يتعلق بالأدلة المرتكزة على المخترعين المدرجين في مستندات البراءات، انظر ميغيليز وفينك (2013).

المراجع

Baldwin, R., & Teulings, C. (2015). Introduction. In C. Teulings & R. Baldwin (Eds.), *Secular Stagnation: Facts, Causes, and Cures*. London: CEPR.

Banwatt, P. (2013, July 14). 3D Printing Law: Trademarks -- Why "FDM" isn't for everybody. *http://lawitm.com/3d-printing-law-trademarks-why-fdm-isnt-for-everybody/*

Bawa, R. (2004). Nanotechnology Patenting in the US. *Nanotechnology Law and Business, 1*(1), 31-50.

Bawa, R. (2007). Nanotechnology Patent Proliferation and the Crisis at the U.S. Patent Office. *Albany Law Journal of Science and Technology, 17*(3), 699-735.

Bechthold, L., Fischer, V., Hainzlmaier, A., Hugenroth, D., Ivanova, L., Kroth, K., *et al*. (2015). *3D Printing: A Qualitative Assessment of Applications, Recent Trends and the Technology's Future Potential.*

Bechtold, S. (2015). 3D Printing and the Intellectual Property System. *WIPO Economic Research Working Paper No. 28.*

Bleeker, R. A., Troilo, L. M., & Ciminello, D. P. (2004). Patenting Nanotechnology. *Materials Today, 7*(2), 44-48.

Bonaccorso, F., Colombo, L., Yu, G., Stoller, M., Tozzini, V., Ferrari, A. C., *et al*. (2015). Graphene, related two-dimensional crystals, and hybrid systems for energy conversion and storage. *Science, 347*(6217).

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

Campbell, I., Bourell, D., & Gibson, I. (2012). Additive Manufacturing: *Rapid Prototyping Comes of Age, Rapid Prototyping Journal* (Vol. 18, pp. 255-258).

Chen, C., Roco, M. C., Son, J., Jiang, S., Larson, C. A., & Gao, Q. (2013). Global Nanotechnology Development from 1991 to 2012: Patents, Scientific Publications, and Effect of NSF Funding. *Journal of Nanoparticle Research, 15*(9), 1951.

Clinic Staff. (2013, January 25). Crowdsourcing Prior Art for 3D Printing. *http://blogs.law.harvard.edu/cyberlawclinic/2013/01/25/crowdsourcing-prior-art-for-3d-printing/*

De Volder, M. F. L., Tawfick, S. H., Baughman, R. H., & Hart, A. J. (2013). Carbon Nanotubes: Present and Future Commercial Applications. *Science, 339*(6119), 535-539.

Desai, D. R., & Magliocca, G. N. (2014). Patents, Meet Napster: 3D Printing and the Digitization of Things, *Georgetown Law Journal* (Vol. 102, pp. 1691-1720).

euRobotics (2014). *Strategic research agenda for robotics in Europe 2014-2020.* Retrieved August 10, 2015, from *www.eu-robotics.net/cms/upload/PPP/SRA2020_SPARC.pdf*

Expertenkommission Forschung und Innovation. (2015). *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015.* Unpublished manuscript.

Fernández-Ribas, A. (2010). International Patent Strategies of Small and Large Firms: An Empirical Study of Nanotechnology. *Review of Policy Research, 27*(4), 457-473.

Freeman, C. (2013, July 14). Why did RepRap pick FDM and not other 3D printing tecnique? *http://reprage.com/post/44316648000/why-did-reprap-pick-fdm-and-not-another-3d-printing/*

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford: Oxford University.

Ganguli, P., & Jabade, S. (2012). *Nanotechnology Intellectual Property Rights: Research, Design, and Commercialization.* Boca Raton: CRC Press.

Genet, C., Errabi, K., & Gauthier, C. (2012). Which Model of Technology Transfer for Nanotechnology? A Comparison with Biotech and Microelectronics. *Technovation, 32*(3-4), 205-215.

Ghilassene, F. (2014). *L'impression 3D: Impacts Economique et Enjeux Juridiques*: Institut National de la Propriété Industrielle.

Green, T. (2013). Rising Power and Influence of Robotics Clusters. *Robotics Business Review, February 22, 2013.*

Hemel, D. J., & Ouellette, L. L. (2013). Beyond the Patents-Prize Debate. *Texas Law Review, 92*, 303-382.

Huang, C., & Wu, Y. (2012). State-led Technological Development: A Case of China's Nanotechnology Development. *World Development, 40*(5), 970-982.

Innovative Manufacturing CRC (2015). New Industry-led centre to help transform Australian manufacturing [Press Release]. Retrieved from *www.imcrc.org/media-release---imcrc-funding-announcement-26-may-2015.html*.

IFR. Service Robots. Retrieved August 3, 2015, from International Federation of Robotics: *www.ifr.org/service-robots/*

IFR. (2012). *History of Industrial Robots: From the first installation until today.* Frankfurt am Main: International Federation of Robotics.

IFR. (2014a). *World Robotics 2014 Industrial Robots.* Frankfurt am Main: International Federation of Robotics.

IFR. (2014b). *World Robotics 2014 Service Robots.* Frankfurt am Main: International Federation of Robotics.

Jones, R., Haufe, P., Sells, E., Iravani, P., Olliver, V., Palmer, C., *et al*. (2011). RepRap: the Replicating Rapid Prototyper, *Robotica* (Vol. 29, pp. 177-191).

Jong, J. P. J., & Bruijn, E. d. (2013). Innovation Lessons from 3-D Printing, *MIT Sloan Management Review* (Vol. 54, pp. 43-52).

Keisner, A. C. (2013). Keeping Things Confidential: Robotics Trade Secrets 1.0. *Robotics Business Review, October 21, 2013.*

Keisner, A. C., Raffo, J., & Wunsch-Vincent, S. (2015). Breakthough technologies – robotics, innovation and intellectual property. *WIPO Economic Research Working Paper No. 30.*

King, D. L., Babasola, A., Rozario, J., & Pearce, J. M. (2014). Mobile Open-Source Solar-Powered 3-D Printers for Distributed Manufacturing in Off-Grid Communities. *Challenges in Sustainability, 2,* 18027.

Kreiger, M., & Pearce, J. M. (2013). Enrivonmental Life Cycle Analysis of Distributed Three-Dimensional Printing and Conventional Manufacturing of Polymer Products, *ACS Substaniable Chemistry & Engineering* (Vol. 1, pp. 1511-1519).

Kumaresan, N., & Miyazaki, K. (1999). An integrated network approach to systems of innovation—the case of robotics in Japan. *Research Policy, 28*(6), 563-585.

Langnau, L. (2014, Oct. 6). Will We 3D-Print Electric Motors? Make Parts Fast: A Design World Resource.

Lemley, M. A. (2005). Patenting Nanotechnology. *Stanford Law Review, 58*(2), 601-630.

Lemley, M. A. (2014). *IP in a World Without Scarcity*.Unpublished manuscript.

Leroux, C. (2012). *EU Robotics Coordination Action: A green paper on legal issues in robotics.* Paper presented at the International Workshop on Autonomics and Legal Implications.

Lipson, H. (2005, May). Homemade: The Future of Functional Rapid Prototyping. *IEEE Spectrum,* 24-31.

Lipson, H., & Kurman, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing.* Indianapolis: Wiley.

Lux Research Inc. (2007). *The Nanotech Report* (5th ed. Vol. 1-3).

Lux Research Inc. (2014). *Nanotechnology Update: Corporations Up Their Spending as Revenues for Nano-Enabled Products Increase.*

Malone, E., & Lipson, H. (2006, August). *Fab@Home: The Personal Desktop Fabricator Kit.* Paper presented at the 17th Solid Freeform Fabrication Symposium, Austin, Texas.

McGurk, M. R., & Mandy, J. (2014). Building a Strong Robotics IP Portfolio. Retrieved December 2014: *www.finnegan.com/resources/articles/articlesdetail.aspx?news=89c6e508-ddb1-46f4-895d-aa4521c64811*

McKinsey Global Institute. (2013). *Disruptive Technologies: Advances that will Transform Life, Business, and the Global Economy.*

Mendis, D., Secchi, D., & Reeves, P. (2015). A Legal and Empirical Study into the Intellectual Property Implications for 3D Printing: Executive Summary. *Research Commissioned by the Intellectual Property Office No. 2015/41.*

Metra Martech. (2011). *Positive Impact of Industrial Robots on Employment.* London: Metra Martech Limited.

Miguelez, E., & Fink, C. (2013). Measuring the International Mobility of Inventors: a New Dataset. *WIPO Economic Research Working Paper Series No. 8.*

Miller, B., & Atkinson, R. D. (2013). *Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them?* Washington, D.C.: The Information Technology and Innovation Foundation.

Mireles, M. S. (2006). States as Innovation System Laboratories: California, Patents, and Stem Cell Technology. *Cardozo Law Review, 1133*(374).

Mokyr, J. (2014). Secular Stagnation? Not in Your Life. In C. Teulings & R. Baldwin (Eds.), *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures.* London: CEPR Press.

Monthioux, M., & Kuznetsov, V. L. (2006). Who Should Be Given the Credit for the Discovery of Carbon Nanotubes? *Carbon, 44*(9), 1621-1623.

Mulligan, D. K., & Perzanowski, A. K. (2007). The Magnificence of the Disaster: Reconstructing the Sony BMG Rootkit Incident. *Berkeley Technology Law Journal, 22*(1157), 151.

Muzumdar, M. (2014, July 14). Shapeways in 2014: A year in 3D printing and what's next for 2015. *www.shapeways.com/blog/archives/19390-shapeways-in-2014-a-year-in-3d-printing-and-whats-next-for-2015.html*

Nadan, C. H. (2002). Open Source Licensing: Virus or Virtue? *Texas Intellectual Property Law Journal, 10*, 349-378.

National Research Council. (2013). *Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative.* Washington, D.C.: National Research Council.

Nof, S. Y. (1999). *Handbook of Industrial Robotics.* West Sussex Wiley.

OECD. (2011). The International Experience with R&D Tax Incentives, *Tax Reform Options: Incentives for Innovation*: United States Senate Committee on Finance.

Ouellette, L. L. (2015). Economic Growth and Breakthrough Innovations: A Case Study of Nanotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 29.*

Prinz, F. B., Atwood, C. L., Aubin, R. F., Beaman, J. J., Brown, R. L., Fussell, P. S., *et al*. (1997). *JTEC/WTEC Panel on Rapid Prototyping in Europe and Japan.*

PwC, & M Institute. (2014). *3D Printing and the New Shape of Industrial Manufacturing:* PricewaterhouseCooper.

Rayna, T., & Striukova, L. (2014). The Impact of 3D Printing Technologies on Business Model Innovation. In P. J. Benghozi, D. Krob, A. Lonjon & H. Panetto (Eds.), *Digital Enterprise Design & Management* (Vol. 261, pp. 119-132): Springer International Publishing.

Roco, M. C., Mirkin, C. A., & Hersam, M. C. (2010). *Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020: Retrospective and Outlook.* Boston: Springer.

Rosheim, M. E. (1994). *Robot Evolution: The Development of Anthrobotics:* John Wiley & Sons, Inc.

Sabety, T. (2004). Nanotechnology Innovation and the Patent Thicket: Which IP Policies Promote Growth? *Nanotechnology Law and Business, 1*(3), 262-283.

Samuels, J. (2013). EFF's Fight for Open 3D Printing Continues at Ask Patents. *www.eff.org/deeplinks/2013/03/effs-fight-open-3d-printing-continues-askpatentscom*

Scheinman, V. (2015). Robotics History Narratives. Interview retrieved from *http://roboticshistory.indiana.edu/content/vic-scheinman*

Shapiro, C. (2003). Antitrust analysis of patent settlements between rivals *The RAND Journal of Economics, 34*(2), 391-411.

Siegwart, R. (2015). Report for WIPO on intellectual property and robotics. *Unpublished background report for the World Intellectual Property Report 2015.*

Smalley, L. W. (2014). Will Nanotechnology Products be Impacted by the Federal Courts' 'Products of Nature' Exception to Subject-Matter Eligibility Under 35 U.S.C. 101? *John Marshall Review of Intellectual Property, 13*(2), 397-443.

Smith, R. C., & Cheeseman, P. (1986). On the Representation and Estimation of Spatial Uncertainty. *The International Journal of Robotics Research, 5*(4), 56-68.

Sparapani, T. (2015, June 19). Surgical robotics and the attack of the patent trolls. *Forbes.*

Springer, P. J. (2013). *Military Robots and Drones: A Reference Handbook.* Santa Barbara: ABC-CLIO

Sylvester, J. D., & Bowman, D. M. (2011). Navigating the Patent Landscapes for Nanotechnology: English Gardens or Tangled Grounds? In S. J. Hurst (Ed.), *Biomedical Nanotechnology: Methods and Protocols* (pp. 359-378). Totowa: Springer.

Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology, Office of Science and Technology Policy. (2015). *The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President's 2015 Budget,* available at: *www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NNI_FY15_Final.pdf*.

Thayer, L., & Bhattacharyya, A. (2014a). Patent Eligibility of Software in the Wake of the Alice Corp. v. CLS Bank Decision *Robotics Business Review, August 14, 2014*.

Thayer, L., & Bhattacharyya, A. (2014b). Will Supreme Court Rein in Software Patents? *Robotics Business Review, March 4, 2014.*

The Fab Foundation. (2015). Fab Labs World Map. Retrieved August 10, 2015: *www.fablabs.io/map*

Tobe, F. (2015). The Robot Report's Global Map. Retrieved August 10, 2015: *www.therobotreport.com/map*

UKIPO. (2014). *Eight Great Technologies - Robotics and Autonomous Systems: A patent overview.* London: UK Intellectual Property Office.

West, J., & Kuk, G. (2014). Proprietary Benefits from Open Communities: How MakerBot Leveraged Thingiverse in 3D Printing. SSRN.

Wintergreen Research Inc. (2015). *Surgical Robots Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2015 to 2021.* Dublin: Research and Markets.

WIPO. (2011). *World Intellectual Property Report 2011: The Changing Face of Innovation.* Geneva: World Intellectual Property Organization.

Wittbrodt, B. T., Glover, A. G., Laureto, J., Anzalone, G. C., Oppliger, D., Irwin, J. L., *et al*. (2013). Life-cycle Economic Analysis of Distributed Manufacturing with Open-source 3-D Printers, *Mechatronics* (Vol. 23, pp. 713-726).

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

Yen-Tzu, C., & Hsin-Ning, S. (2014, 27-31 July 2014). *Understanding patent portfolio and development strategy of 3D printing technology.* Paper presented at the Portland International Conference for Management of Engineering and Technology (PICMET), Kanazawa.

Acronyms

3D	Three dimensional
AFM	Atomic force microscope
AI	Artificial intelligence
ARPA-E	Advanced Research Project Agency-Energy
ASTM	American Society for Testing and Materials
AT&T	American Telephone & Telegraph
BEA	Bureau of Economic Analysis
CARG	Compounded annual rate of growth
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DNA	Deoxyribonucleic acid
EU	European Union
FDA	US Food and Drug Administration
FDI	Foreign direct investment
GDP	Gross domestic product
GPT	General purpose technology
IBM	The International Business Machines Corporation
IC	Integrated circuit
ICT	Information and communication technology
IDM	Integrated Device Manufacturer
IFR	International Federation of Robotics
IMF	International Monetary Fund
IP	Intellectual property
IPC	International Patent Classification
MAA	Manufacturer's Aircraft Association
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MITI	Ministry of International Trade and Industry
NACA	National Advisory Committee on Aeronautics
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEC	Nippon Electric Company
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PC	Personal computer
PRO	Public research organization
R&D	Research and development
ROS	Robot operation system
SCPA	Semiconductor Chip Protection Act
SEM	Scanning electron microscope
STEM	Scanning transmission electron microscope
STL	Standard tessellation language
STM	Scanning tunneling microscope
TEM	Transmission electron microscope
TFP	Total factor productivity
TNO	Netherlands Organisation for Applied Scientific Research
TRIPS	Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights
UK	United Kingdom
UKIPO	United Kingdom Intellectual Property Office
UN	United Nations
UN ECE	United Nations Economic Commission for Europe
US	United States of America
USD	United States dollar
USDA	US Department of Agriculture
USPTO	United States Patent and Trademark Office
VC	Venture capital
WIPO	World Intellectual Property Organization
XML	Extensible markup language

ملاحظات فنية

فئات الدخل القطري

يستند هذا التقرير إلى تصنيف البنك الدولي لفئات الدخل لسنة 2014 للإشارة إلى مجموعات بلدان معينة. ويقوم التصنيف على الدخل القومي الإجمالي للفرد ويصنف البلدان إلى أربع مجموعات هي: اقتصادات ذات دخل منخفض (045 1 دولارًا أمريكيا أو أقل)، اقتصادات ذات دخل أقل من المتوسط (من 046 1 دولارًا أمريكيا إلى 125 4 دولارًا أمريكيًا)؛ واقتصادات ذات دخل فوق المتوسط (من 126 4 دولارًا أمريكيا إلى 736 12 دولارًا أمريكيا)؛ واقتصادات ذات دخل مرتفع (736 12 دولاراً أمريكيا أو أكثر).

ويتوفر المزيد من المعلومات حول هذا التصنيف، على الرابط التالي: *http://data.worldbank.org/about/country-classifications*

رسم خرائط البراءات

تستند الدراسات الإفرادية في الفصلين 2 و3 إلى عمليات رسم خرائط البراءات التي أجريت خصيصًا لأغراض هذا التقرير. وقد وردت بيانات البراءات المستخدمة في رسم الخرائط من قاعدة بيانات إحصاءات الويبو وقاعدة بيانات المكتب الأوروبي للبراءات (PATSTAT، أبريل 2015). وتشمل العناصر المنهجية الرئيسية التي يقوم عليها نشاط رسم الخرائط ما يلي:

وحدة التحليل

تعد وحدة التحليل الأساسية هي الإيداع الأول للابتكار المعني.[134] ومن ثم فإن التاريخ المرجعي لحسابات البراءات هو تاريخ الإيداع الأول. وفيما يخص بعض السجلات التاريخية لم يتوفر تاريخ تقديم الطلب، على سبيل المثال وثائق مكتب الولايات المتحدة للبراءات والعلامات التي تسبق 1930. وفي هذه الحالات، استُخدم تاريخ أقرب إيداع لاحق أو تاريخ المنح الخاص بالإيداع الأول. حيث يُعزى أصل الابتكار إلى مودع الطلب الأول للإيداع الأول؛ وعندما لا تتوفر المعلومة تُطبق استراتيجية إسناد، وذلك على النحو المذكور أدناه.

ولم نحد عن هذا النهج سوى عند تحليل حصة أسر البراءات التي تطلب الحماية في كل مكتب براءات (انظر الأشكال 6.2 و5.3 و10.3 و14.3). ففي هذه الحالة، استُخدم تعريف أسر البراءات الممتدة ـ المعروفة بأسر براءات المركز الدولي لوثائق البراءات ـ عوضًا عن التعريف الذي يستند إلى الإيداعات الأولى. فضلاً عن ذلك، لم يؤخذ في الاعتبار في هذا التحليل سوى أسر البراءات التي تتضمن طلبًا ممنوحًا واحدًا على الأقل، ويعد التاريخ المرجعي هو تاريخ أقرب إيداع داخل نفس الأسرة الممتدة. ويعد الأساس المنطقي لاستخدام تعريف أسرة البراءات الممتدة واشتراط براءة ممنوحة واحدة على الأقل داخل الأسرة هو التخفيف من أي انتقاص ناجم عن هياكل الإيداع التالية المعقدة، مثل الطلبات المنبثقة أو المتابعات، وكذلك عن أسر البراءات الصغيرة ذات الجودة الأقل كالتي أودعت في بلد واحد فقط ورُفضت أو سُحبت قبل الفحص.

إسناد بلد المنشأ

حينما لم تتوفر معلومات حول بلد إقامة المودع الأول في الإيداع الأول، طُبق التسلسل التالي: "1" استخراج معلومات البلد من عنوان المودع؛ "2" استخراج معلومات البلد من اسم المودع (انظر أدناه)؛ "3" الاستعانة بالمعلومات الواردة من الشركات المتطابقة (على النحو المذكور أدناه)؛ "4" الاعتماد على بلد الإقامة الأكثر شيوعًا للمودع الأول داخل نفس أسرة البراءات (يستخدم تعريف أسرة البراءات الممتدة)؛ "5" الاعتماد على بلد الإقامة الأكثر شيوعًا للمبتكر الأول داخل نفس أسرة البراءات (مرة أخرى، يستخدم تعريف أسرة البراءات الممتدة)؛ "6" فيما يخص بعض السجلات التاريخية الباقية، يستخدم مكتب الملكية الفكرية للإيداع الأول بالنيابة عن المنشأ.

تنقيح أسماء المودعين وتعيين أنواع المودعين

صُنف المودعون إلى 3 فئات عريضة: (أ) الشركات، والتي تشمل غالبًا الشركات والمؤسسات، والشركات المملوكة للدولة أيضًا؛ (ب) *الجهات الأكاديمية والقطاع العام*، وتشمل الجامعات الحكومية والخاصة (وأمنائها ومجالس إدارتها) ومؤسسات البحوث العامة وغير ذلك من المؤسسات الحكومية كالوزارات ودوائر الدولة والكيانات المتصلة بها؛ (ج) الأفراد، وتشمل المودعين الأوائل الأفراد الذين قد يكونوا منتسبين أو غير منتسبين إلى شركات أو جهات أكاديمية أو غير ذلك من الكيانات. وثمة فئة أخرى وهي "د" غير متاح وتشمل جميع مودعي الطلبات الأوائل غير المصنفين.

ولتعيين فئات عريضة لأنواع المودعين الأوائل، اتخذت مجموعة من الخطوات المؤتمتة لكل من مجالات الابتكار الست التي تقوم عليها الدراسات الإفرادية وذلك لتنقيح أسماء مودعي الطلبات وتنسيقها. وفُحصت نتائج هذه العملية المؤتمتة يدويًا ـ خاصة فيما يتعلق بالمودعين الذين هم على رأس كل نوع ـ مما دعا إلى مراجعة الاستراتيجية وتعديل المعايير في تكرارات عديدة.

وكانت نقطة البداية هي المعلومات الأصلية بشأن اسم المودع الأول في الإيداع الأول. وحينما لم يتوفر هذا الاسم، أخذ في الاعتبار اسم المودع الأول الأكثر شيوعًا داخل نفس أسرة البراءات مع استخدام التعريف الممتد. وقد حُللت هذه القائمة بالأسماء المنقحة للمودعين الأوائل تلقائيًا في تكرارات عديدة من أجل: "1" تنسيق الأحرف؛ "2" حذف الرموز والمعلومات الزائدة عن الحاجة (مثل "الكلمات المستبعدة" والاختصارات)؛ "3" حذف الإشارات الجغرافية (المستخدمة لتحسين المعلومات المتعلقة ببلد إقامة المودع)؛ و"4" الحصول على أي معلومات قيمة حول أسماء المودعين التي تستوفي معايير اعتبارها إما "أ" شركات أو "ب" جهات أكاديمية وقطاع عام.

134. تشمل عمليات رسم الخرائط بيانات حول نماذج المنفعة حيثما وجدت.

وبعد ذلك أُجري بحث عن المقاطع المتشابهة ـ باستخدام أمر "matchit" في برنامج "Stata"[135] – من أجل الكشف عن طُرق الهجاء البديلة والأخطاء الإملائية في أسماء المودعين، ووُلّدت الأنواع وفقًا لذلك. فضلاً عن ذلك، سمحت نتائج توحيد الشركات (انظر أدناه) أيضًا باستعادة بعض أسماء مودعي الطلبات غير المصنفة كالشركات. وأخيرًا، نُسب من في فئة الأفراد فقط إلى السجلات غير المصنفة الباقية عندما ظهروا كمبتكرين في نفس البراءة أو أشير إليهم كأفراد في قاعدة بيانات إحصاءات الويبو فيما يتعلق بأسر البراءات التي تتضمن طلبًا مودعًا بناءً على معاهدة التعاون بشأن البراءات. وأشار تحليل السجلات غير المصنفة إلى أن أغلبها يتضمن أسماء مودعين مفقودة في قاعدة بيانات المكتب الأوروبي للبراءات (PATSTAT). ويرجع معظم هذه الأسماء المفقودة إلى وثائق براءات أصلية مكتوبة بحروف غير لاتينية ودون إيداعات براءات لاحقة.

توحيد مودعي الطلبات

توحّد التصنيفات الواردة فيما يتعلق بالابتكارات الثلاثة الحالية المقدمة في الفصل 3 إيداعات البراءات لمودعين أوائل مختلفين. وقد أُجري فحص وتوحيد يدويين فيما يخص مودعي الطلبات الأكثر شيوعًا في كل دراسة إفرادية ابتكارية. وُحّد مودعو الطلبات الذين يشتركون في المالك النهائي ليصيروا واحدًا. وفي حالة أعلى 30 شركة فيما يخص كل ابتكار، استخدمت ملفات الملكية الواردة في قاعدة بيانات الملكية الخاصة بمكتب فان دايك. ولم يؤخذ في الاعتبار في التوحيد سوى الشركات التابعة المملوكة بالأغلبية سواء بشكل مباشر أو غير مباشر.

استراتيجيات رسم الخرائط

استندت استراتيجية رسم خرائط البراءات لكل من الابتكارات الستة إلى الأدلة القائمة واقتراحات الخبراء. وقد اختُبرت كل استراتيجية وفقًا للمصادر البديلة الحالية متى أمكن.

وتستند عملية رسم خرائط الطباعة المجسمة إلى جهود بالغة الأهمية من مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية[136] حيث جُمع بين رموز التصنيف الدولي للبراءات وتصنيف البراءات المشتركة ـ على سبيل المثال B29C 67/005 وB22F ـ مع البحث عن المصطلحات النصية في العناوين والملخصات، على سبيل المثال *الصناعة التجميعية والبناء بالترسيب المنصهر والتلبيد الانتقائي بالليزر والستيريوليثغرافي*.

وتستند عملية رسم خرائط الطائرات إلى قوائم البراءات الحالية المجمعة من خلال عمل بالغ الأهمية أتمه كل من ماير (2010) وشورت (2015)، ووثائق عامة في مجموعة براءات رابطة مصنعي الطائرات وحافظة براءات كيرتس رايت.[137] وقد مكّنت هذه البراءات تحديد رمزي التصنيف الدولي للبراءات وتصنيف البراءات المشتركة الأكثر وجاهة وتقييمهما، وهما B64C وB64B.

أما عملية رسم خرائط المضادات الحيوية فاستندت إلى تركيبة جديدة من رموز التصنيف الدولي للبراءات وتصنيف البراءات المشتركة ـ على سبيل المثال A61K 31/18 وA61K 31/43 وA61K 31/7036 ـ مع قائمة واسعة من المصطلحات النصية التي نُقّب عنها في العناوين والملخصات، مثل عقار *السلفا والبنسلين والستربتومايسين* من بين مصطلحات عديدة أخرى. وقد جُمّعت قائمة المصطلحات من مؤشر منظمة الصحة العالمية WHO ATC/DDD 2015، ومؤشر ميرك (النسخة 15) والكتاب البرتقالي لإدارة الأغذية والأدوية من بين مصادر أخرى.

واستندت استراتيجية النانوتكنولوجيا إلى رمزي التصنيف الدولي للبراءات وتصنيف البراءات المشتركة: B82Y وY10S 977، بما في ذلك المستويات الأدنى منهما. حيث استغلت هذه المستويات الأدنى في التمييز بين أدوات البحث والإلكترونيات النانوية والمواد النانوية.

واستندت استراتيجية علم الروبوتات إلى عمل بالغ الأهمية أتمه مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية[138] حيث جُمع بين رموز التصنيف الدولي للبراءات وتصنيف البراءات المشتركة ـ على سبيل المثال B25J 9/16 وY10S 901/00 ـ مع البحث عن المصطلحات النصية في العناوين والملخصات، على سبيل المثال روبوت وعلم الروبوتات.

واستندت عملية رسم خرائط أشباه الموصلات إلى رمز التصنيف الدولي للبراءات وتصنيف البراءات المشتركة H01L، بما في ذلك جميع المستويات الأدنى.

135. متاح من خلال أرشيف عناصر البرمجيات الإحصائية (SSC) وعبر موقع الويبو الإلكتروني.

136. انظر مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية (2013) الطباعة المجسمة: استعراض البراءات. نيوبورت: مكتب المملكة المتحدة للملكية الفكرية.

137. ماير، ب.ب. (2010). بعض البيانات حول ابتكار الطائرة وصناعة الطائرات الجديدة. مخطوطة غير منشورة. مكتب الإنتاجية والتكنولوجيا، مكتب إحصاءات العمل الأمريكي، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة. قاعدة بيانات براءات الطيران الأمريكي 1799-1909 لشورت، س. سيمين. استرجعت في 25 أغسطس 2015 من *http://invention.psychology.msstate.edu/PatentDatabase.html*

138. انظر: UKIPO (2013) *Eight Great Technologies: Robotics and Autonomous Systems – A Patent Overview.* Newport: UK Intellectual Property Office.

200 سنة من الابتكار والنمو

أسهم سعي الإنسان إلى إيجاد حلول ابتكارية في حفز النمو البشري وتحويل العالم الذي نعيش فيه. فقد أدت الابتكارات المنجزة على مدى قرنين من الزمن إلى زيادة نمو دخل الفرد الواحد في الاقتصادات الرائدة بنسبة 15 ضعفا. ويستعرض **تقرير الويبو العالمي للملكية الفكرية 2015** ست تكنولوجيات تحويلية، ويستكشف الدور الذي تؤديه الملكية الفكرية في مجال الابتكار.

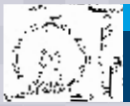
الناتج المحلي الإجمالي للفرد الواحد أبقيمة الدولار الأمريكي في عام (1990)

2000 دولار أمريكي

1806
1812
1818
1824
1830
1836
1842
1848
1854
1860
3000 دولار أمريكي
1866
1872
1878
1884
1890
1896
1902
5000 دولار أمريكي
1908
1914
1920
1926
1932
1938
7500 دولار أمريكي
1944
1950
10000 دولار أمريكي
1956
1959
1962
1965
1968
15000 دولار أمريكي
1971
1974
1977
1980
1983
20000 دولار أمريكي
1986
1989
1992
1995
25000 دولار أمريكي
1998
2001
2004
2007
30000 دولار أمريكي
2010

1836 القاطرة البخارية

أول براءة مرقمة تصدر في الولايات المتحدة الأمريكية بشأن محرك القاطرة البخاري



1856 المواد البلاستيكية

اختراع أول بلاستيك من صنع الإنسان، وحمايته ببراءة وبعلامة تجارية تحت تسمية باركيسين

صورة: Depositphotos.com

1866 الاستيلاد العلمي للنباتات

منشور مندل العلمي بشأن تهجين النباتات

1905

النجاح في استنباط أول قمح هجين عالي الإنتاج

صورة: Depositphotos.com

1879 السيارات

بنز يحمي ببراءة مركبة ذات محرك غازي

1908

بأعداد كبيرة T فورد ينتج سيارة فورد

1906 الطائرات

سانتوس دومون يطير بطائرته -14بيس

الأخوان رايت يحميان ببراءة الآلة الطائرة

صورة: ويرت - فيلمز (مكتب كونغرس فوتيات شيت 8 أمريكا)

1929 المستحضرات الصيدلانية

فلمنغ يكتشف البنسلين

1947

إنتاج البنسلين بكميات كبيرة

© IWM (TR 1468)

1950 شبه الموصلات

اكتساب مختبرات بيل براءة شبه الموصلات

1977

بيع أول حاسوب من حواسيب كومودور الدقيقة

صورة: غرانت هوميكس، وزارة الطاقة

1954 علم الروبوتات

أول روبوت صناعي

1996

ديب بلو يتغلب على بطل الشطرنج كاسباروف

صورة: كوكا روبوتر

1969 الإنترنت

نشر شبكة أربانت

1991

استحداث شبكة الويب العالمية في المنظمة الأوروبية للبحوث النووية

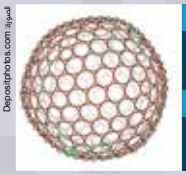
صورة: Depositphotos.com

1981 النانوتكنولوجيا

استحداث تقنية الفحص المجهري بالمسبار الماسح

2005

دراجة ذات هيكل مصنوع بالأنابيب النانوية تشارك في دورة فرنسا للدراجات



صورة: Depositphotos.com

1837 التلغراف الكهربائي

كوك وويتستون يحميان ببراءة التلغراف الخماسي الإبر

1858

إرسال أول برقية عبر المحيط الهادئ

صورة: ويكي

1856 صناعة الفولاذ

بيسمر يحمي ببراءة تحسينا أدخله على تصنيع الحديد والفولاذ

1876 الهاتف

بيل يحمي ببراءة تحسينا أدخله على تقنية الإرسال التلغرافي

1879 المصباح الكهربائي

إديسون يحمي ببراءة المصباح الكهربائي

1897 الراديو

ماركوني يحمي ببراءة إرسال إشارات كهربائية

صورة: مؤسسة سميثسونيان

1911 الطاقة النووية

ماركي كوري تفوز بجائزة نوبل للمرّة الثانية

1954

المحطة النووية APS-1 تنتج الكهرباء للاستعمال التجاري

صورة: مكتبة وأرشيف لندن

1925 التلفزيون

جنكينس يحمي ببراءة "إرسال الصور بالوسائل اللاسلكية"

1952 ابتكارات سلاسل الإمداد

حماية الشفرة العمودية ببراءة

1953 التصنيع في الوقت المناسب

تويوتا تطبق نظام كانبان لضمان إنتاج مقتصد

1957 الطاقة المستدامة

حماية الخلايا الشمسية ببراءة

صورة: Depositphotos.com

1973 الهاتف المحمول

أول مكالمة بهاتف محمول

1992

إرسال أول رسالة قصيرة

صورة: ويكي تشي

1987 الطباعة المجسَّمة

تسويق الطابعات المجسَّمة الصناعية

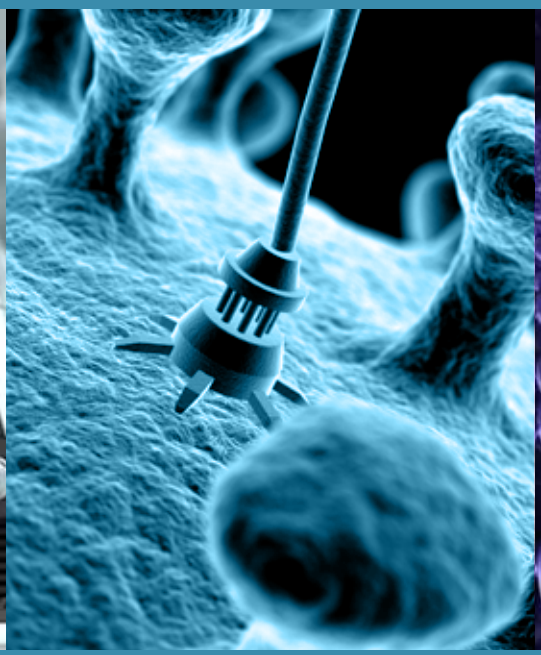
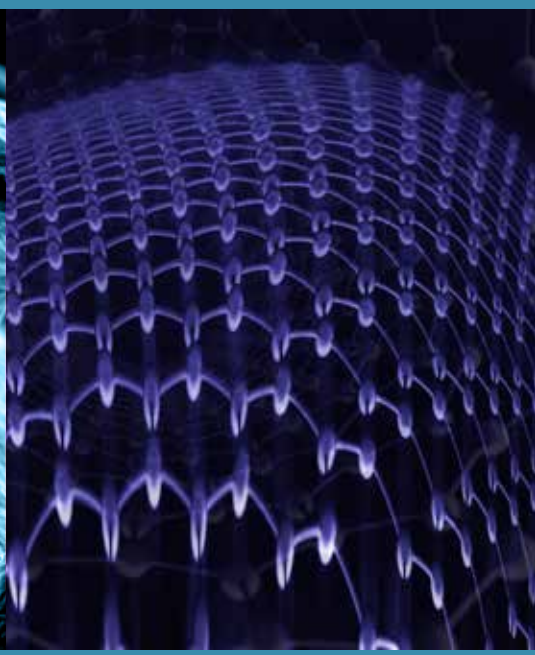
2009

تسويق طابعات مجسَّمة بأسعار ميسورة

صورة: الويبو

المصدر: التقرير العالمي للملكية الفكرية 2015
الشكل التوضيحي: أنفوغرافيكورد/الويبو

WIPO
المنظمة العالمية للملكية الفكرية

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/office

منشور الويبو رقم 944A
ISBN 978-92-805-2734-6