

8

البحوث والتطوير وبناء القدرة التكنولوجية الذاتية

تواجه البلدان النامية تحديات كبيرة في رفع مستوى الحياة لشعبها، واستثمار مواردها الطبيعية والبشرية، وتنمية ثروتها، واحتواء التغيرات الاقتصادية العالمية التي تحيط بها. ولا شك في أن العلوم والتكنولوجيا من المقومات الأساسية لأي محاولة جادة لمواجهة هذه التحديات. ولمعرفة الدور الذي تلعبه التكنولوجيا في عملية التنمية الاقتصادية لبلدان العالم، أجريت كثير من البحوث والدراسات المستفيضة لاقتصاديات عدد من البلدان وعلى فترة من الزمن تمتد منذ انتهاء الحرب العالمية الثانية وحتى السبعينات. وتشير نتائج هذه البحوث والدراسات إلى أن للعلوم والتكنولوجيا الدور الأكبر في النمو الاقتصادي للبلدان الصناعية المتقدمة، والبلدان الصناعية الجديدة.

وقد أدت هذه النتائج إلى إعادة النظر في مفهوم دالة الإنتاج التقليدية التي كانت تعتبر أن الإنتاج يعتمد على عاملي العمل ورأس المال، إذ أضيف عامل ثالث إلى هذه الدالة وهو عامل التكنولوجيا. بل ثبت أن نصيب عامل التكنولوجيا في التنمية كان أكبر من نصيب الأيدي العاملة ورأس المال. فقد أوضحت أبحاث سولو (Solo)، ودينسون (Denison)، وغيرهما، أن التكنولوجيا كانت سببا في 50-90% من النمو الاقتصادي في عدد من البلدان. وهكذا فإن وضع التطور التكنولوجي في قلب الحياة الاقتصادية للأمة هو المحرك الأساس للتنمية فيها.

ومن ناحية أخرى، لاحظ عدد من الباحثين تزايدا في الانتشار العالمي للتكنولوجيا في مراحلها المبكرة خلال عقدي السبعينات والثمانينات. ويعود سبب هذا الانتشار إلى عدد من العوامل: أولها، تسارع عملية التطور التكنولوجي بسبب اشتداد حدة المنافسة، وازدياد كثافة التكنولوجيا، وقصر فترة عملية التطوير، أي فترة تحويل المعرفة العلمية والهندسية إلى منتجات. والعامل الثاني هو تعدد مصادر التمويل، وسهولة الحصول على رأس المال بكلفة قليلة. والعامل الآخر هو تطور وسائل الاتصال وتكنولوجيا المعلومات، كالأقمار الصناعية، وشبكات المعلومات، والحاسبات الالكترونية. وهكذا فقد أصبحت قضية التكنولوجيا أكثر إلحاحا من ذي قبل بالنسبة لبلدان العالم، وخاصة البلدان النامية.

وقد كان الاقتناع سائدا، في عقدي الخمسينات والستينات، بأن حيازة التكنولوجيا يمكن أن تتم عن طريق استيرادها، أي النقل الأفقي للتكنولوجيا من البلدان الصناعية المتقدمة إلى البلدان النامية، فعمدت كثير من هذه البلدان النامية إلى سياسة استيراد التكنولوجيا بوسائل وأساليب متنوعة. ولكن أكدت تجارب العقدين الأخيرين أن هذه السياسة لم تؤدي إلى تحقيق النتائج المرجوة منها. فقد أثبتت، مثلا، الدراسات التي تمت لتقييم تجربة بناء القدرة التكنولوجية لكوريا الجنوبية للفترة 1960-1980، أن العامل الأول لعملية التطور التكنولوجي في ذلك البلد كان بسبب عودة الدارسين أو العاملين في الخارج إلى بلادهم. والعامل الأساس الثاني هو دور الحكومة الكورية في تخطيط وتنفيذ سياسات التنمية الصناعية.

أما القنوات الأخرى: كالأستثمار الخارجي المباشر، والترخيص، والشراء، فكانت مشاركتها قليلة مقارنة بالعاملين المذكورين. ويعني هذا أن السياسة الناجحة في هذا الشأن هي اعتماد استراتيجية تطوير القدرة التكنولوجية الذاتية (Indigenous Technological Capability (ITC)، إذ وجد أن هذه السياسة تؤدي أولا إلى استعمال التكنولوجيا المستوردة بكفاية وفعالية من حيث التشغيل والصيانة، وتؤدي ثانيا إلى إيجاد تكنولوجيا ملائمة، إذ أن التكنولوجيا المستوردة قد لا تكون ملائمة لطبيعة البلد وظروفه وبيئته. وتؤدي عملية تطوير القدرة الذاتية في النهاية إلى التخلص من التبعية للبلدان الأخرى. ومن الدول التي اعتمدت هذه

الاستراتيجية: كوريا الجنوبية، وتايوان، والبرازيل، ثم الهند، والصين، وماليزيا، وتايلاند، واندونيسيا مؤخرا. وقد حققت جميع هذه الدول تقدما تكنولوجيا ملموسا، ومعدلات عالية في التنمية. فما تحتاجه البلدان النامية إذن هنا هو: الوصول والإطلاع على التكنولوجيا الجديدة، واستيعابها، وتطويرها، والعمل على إيجاد موقع متقدم في المنافسة التكنولوجية، والقدرة على تطوير تكنولوجيا جديدة.

أهمية البحوث والتطوير

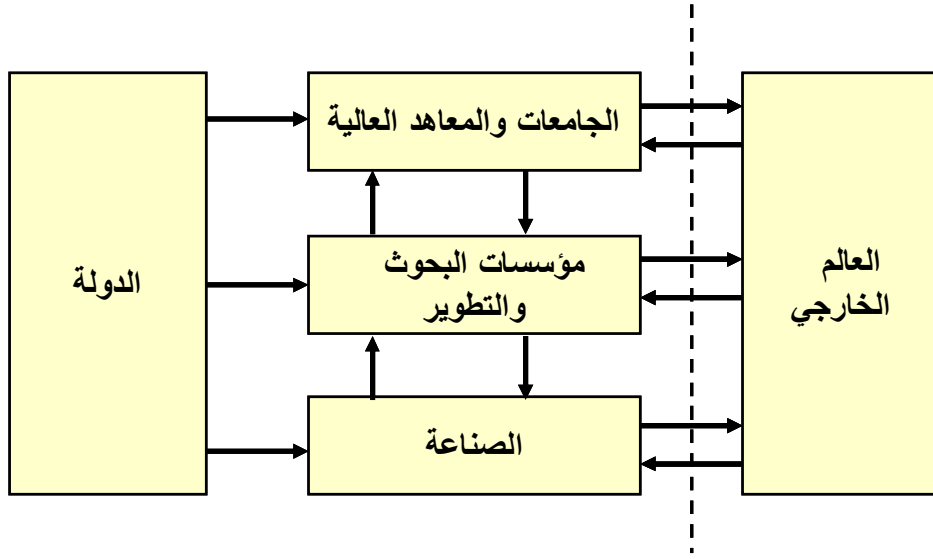
تقوم عملية بناء القدرة التكنولوجية الذاتية على أركان ثلاثة:

- إيجاد وتطوير الهيكل الضروري لهذه العملية
- وتوفير الموارد اللازمة لها
- واعتماد الوسائل المناسبة لتحقيقها

ويجب أن تشارك في هذه العملية جهات ثلاث أيضا:

- قطاع التعليم وخاصة التعليم العالي والتعليم المهني
- والقطاع الصناعي
- والحكومة

ويوضح النموذج التالي العلاقة بين هذه الجهات المشاركة في بناء القدرة التكنولوجية الذاتية:



نموذج تطوير القدرة التكنولوجية الذاتية

يلاحظ في هذا النموذج خطوط النقل الرأسية للتكنولوجيا من الجامعات والمعاهد العلمية إلى مؤسسات البحوث والتطوير، ثم إلى الصناعة. وكذلك خطوط النقل الأفقي من البلدان الأخرى عبر الحدود. كما يوضح النموذج دور الدولة في جميع المستويات.

أما مؤسسات البحوث والتطوير فتكون في قلب هذه العملية. أي أن القدرة التكنولوجية الذاتية ترتبط ارتباطا كبيرا بعمليات البحوث والتطوير (R&D) Research and Development في الحقيقة لا يمكن

إيجاد قاعدة تكنولوجية قوية من دون القيام بعملية البحوث والتطوير، تخطيطاً، وتمويلاً، وإدارة، وتوجيهها. ويكفي للاستدلال على أهمية البحوث والتطوير الإشارة إلى المبالغ الكبيرة التي تخصصها البلدان الصناعية المتقدمة لتمويلها، إذ يتراوح متوسط الإنفاق السنوي في هذه البلدان بين 2.5-3% من الدخل القومي لها. فقد بلغ مجموع ما أنفقته دول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OECD) في سنة 1985 على البحوث والتطوير 228 بليون دولار. وبلغ معدل الزيادة السنوية في هذا الإنفاق 6% في الفترة 1981-1985، أي أكثر من ضعف معدل النمو في الناتج القومي الإجمالي البالغ 2.6%.

وتعتمد كثير من الدول إلى زيادة ميزانية البحوث والتطوير بمعدلات سنوية قد تزيد على 0.1% من الدخل القومي لها، كما يبينه الجدول التالي:

مقدار الإنفاق على البحوث والتطوير
كنسبة مئوية من الدخل القومي الإجمالي

البلد	1979	1985
كندا	1.0	1.5
فرنسا	1.8	2.5
فنلندة	1.0	1.6
اليونان	--	0.5
اليابان	2.1	2.5
تركيا	0.3	1.0 (1990)
يوغسلافيا	1.2	1.5

هيكل الإنفاق على البحوث والتطوير

تصنف نفقات البحوث والتطوير عادة إلى ثلاثة أصناف، أو قطاعات رئيسة هي: أبحاث الدفاع والفضاء، والأبحاث الأساسية، والقطاع الاقتصادي. ويبين الجدول التالي حصة كل قطاع، كنسبة مئوية من الدخل القومي، من مجموع الإنفاق لكل دولة من الدول الصناعية الكبرى الخمس لسنة 1964:

الأنفاق على قطاعات البحوث والتطوير
كنسبة مئوية من الدخل القومي الإجمالي

البلد	قطاع الدفاع والفضاء	قطاع البحوث الأساسية	القطاع الاقتصادي
الولايات المتحدة	2.1	0.35	0.95
بريطانيا	0.9	0.2	1.2
فرنسا	0.7	0.2	0.7
المنيا الغربية	0.2	0.3	0.9
اليابان	--	0.4	1.0

يلاحظ في هذا الجدول أن جزءاً كبيراً، يتراوح بين النصف إلى الثلثين من ميزانية البحوث والتطوير، تنفقه الدول الصناعية المتقدمة على أبحاث الذرة والفضاء والدفاع Atomic, Space and Defence (ASD). أما قطاع البحوث الأساسية فيشمل عمليات البحوث والتطوير المتعلقة بالصحة، والبيئة، والخدمات الاجتماعية الأخرى بما فيها البحوث الأساسية. والقطاع الثالث (الاقتصادي) موجه للأغراض التجارية والربح المادي. أما توزيع الإنفاق على القطاعات الصناعية المختلفة لهذه الدول فيوضحه الجدول التالي (لسنة 1975)، كنسبة مئوية من مجموع الأنفاق:

البلد	بحوث الفضاء والطيران والالكترونيات		الأجهزة والمكائن والنقل			الصناعات المعدنية		الصناعات الكيماوية الأخرى		الصناعات الخدمات
	بحوث الفضاء والطيران	بحوث الكهروإلكترونيات	النقل	المكائن	الأجهزة	الصناعات المعدنية	الصناعات الكيماوية الأخرى	الصناعات الخدمات	الصناعات الخدمات	
الولايات المتحدة	23.6	30.3	10.1	8.9	7.1	3.2	17.7	3.2	2.9	
بريطانيا	21.8	23.7	7.8	7.1	12.7	3.5	24.4	2.7	7.8	
ألمانيا الغربية	8.7	27.3	10.6	12.7	4.8	2.8	28.5	0.9	7.9	
فرنسا	18.8	29.5	10.2	4.8	9.0	3.8	23.6	2.1	5.6	
اليابان	0.5	23.8	16.6	9.0	8.5	8.6	25.8	6.8	3.3	
المعدل العام	14.7	26.9	11.1	8.5	8.5	4.4	24	3.1	5.5	

مصادر التمويل للبحوث والتطوير

هناك ثلاثة مصادر رئيسة لتمويل البحوث والتطوير هي: القطاع العام أو الدولة، والقطاع الصناعي الخاص، والمؤسسات العلمية والخيرية ومراكز البحوث المستقلة. فنجد في بريطانيا مثلاً أن 52% من مجموع نفقات البحوث والتطوير هي من قبل الحكومة، و43% من قبل القطاع الخاص، و6% من قبل المؤسسات الأخرى. ويوضح الجدول التالي نصيب كل من القطاعين العام والخاص في تمويل مشاريع البحوث والتطوير للبلدان الصناعية الخمسة المذكورة، للفترة 1963-1973، كنسبة مئوية من الدخل القومي:

البلد	مجموع الإنفاق % من الدخل القومي	حصة القطاع الخاص	حصة القطاع الحكومي
الولايات المتحدة	2.9	1.1	1.8
بريطانيا	2.32	1.04	1.28
ألمانيا الغربية	1.71	0.99	0.72
فرنسا	1.89	0.71	1.18
اليابان	1.34	1.03	0.31

البحوث والتطوير في العالم الثالث

يوضح الجدول التالي حصص العالم الصناعي الغربي، ومجموعة الدول الاشتراكية، وحصة العالم الثالث، من نفقات البحوث والتطوير لسنة 1967، مع نسبة الإنفاق من الدخل القومي لكل مجموعة:

المجموعة	الحصة من الإنفاق العالمي	نسبة الإنفاق من الدخل القومي
مجموعة الدول الرأسمالية	66.2%	3%
مجموعة الدول الاشتراكية	32.25	4%
مجموعة الدول النامية	1.6%	0.3%

وقد ارتفع معدل الإنفاق على البحوث والتطوير في البلدان النامية من 0.32% إلى 0.45% في عقد الثمانينات، ولكنه انخفض في مجموعة الدول المعروفة بـ (مينا) Middle East and North Africa (MENA)، والتي تضم البلدان العربية إضافة إلى باكستان وأفغانستان وإيران، من 0.31% إلى 0.27% في الفترة نفسها.

وإذا أخذنا متوسط دخل الفرد بنظر الاعتبار فسنجد أن متوسط الإنفاق على البحوث والتطوير لكل فرد من الدول الفقيرة يقرب من الصفر مقارنة بمتوسط الإنفاق للفرد في الدول الصناعية المتقدمة، ففي حين يبلغ هذا المتوسط نحو 600 دولار في السنة لكل فرد في البلدان المتقدمة، نجد أنه أقل من دولار واحد في السنة

لفرد في البلدان الفقيرة. وقد بلغت نفقات البحوث والتطوير في العالم 350 بليون دولار (1990)، كان نصيب العالم النامي منها 5 بلايين فقط، مما يشير إلى التذني الشديد في هذا الإنفاق.

مؤشرات القدرة التكنولوجية

يعتبر مستوى الإنفاق على البحوث والتطوير احد المؤشرات الأساسية للقدرة التكنولوجية للدول. وهناك مؤشر هام آخر لهذه القدرة: وهو عدد العلماء والمهندسين والفنيين العاملين في البحوث والتطوير. وقد كان عدد العلماء والمهندسين العاملين في البحوث والتطوير في العالم، لسنة 1980، كما جاء في التقرير الإحصائي لليونسكو (1992)، كالتالي:

عدد العلماء والمهندسين العاملين في البحوث
والتطوير لكل مليون نسمة من السكان

المجموعة	1980	1985	1990
الدول المتقدمة	3038	3267	3694
الدول الفقيرة	144	158	189
البلدان العربية	330	336	363
الاتحاد السوفيتي	5172	5385	5892
العالم كله	894	920	1000

ولاشك أن هناك ارتباط بين معدل الإنفاق على البحوث والتطوير، وبين عدد العلماء والفنيين العاملين فيها، ذلك أن نحو ثلاثة أرباع ميزانية البحوث والتطوير تذهب عادة كمرتبات وأجور لهؤلاء العلماء والفنيين. ولعل احد أسباب هجرة الأدمغة من البلدان النامية إلى العالم الصناعي المتقدم هو تدني المرتبات والأجور لهم، أو عدم وجود فرص عمل مناسبة لهم في بلدانهم الأصلية.

أنواع البحوث

تصنف البحوث العلمية إلى صنفين أساسيين: البحوث الأساسية Basic Research ، والبحوث التطبيقية Applied Research. تهدف البحوث الأساسية إلى اكتشاف القوانين الطبيعية، والى توسيع المعرفة بصورة عامة، ولكن من دون غرض عاجل. أما البحوث التطبيقية، فتهدف إلى تطبيق هذه القوانين والمكتشفات لحل مشكلات قائمة، أو للتغلب على صعوبات معينة.

وهكذا فإن صنفى البحوث هذين مختلفان من حيث الأهداف والمقاصد، ومن حيث الطرق والأساليب. كما أنهما يتطلبان قابليات مختلفة، ووسائل متباينة. فالذين يعملون في مجال العلوم الأساسية يعتمدون المنطق بصفة أساسية، ولديهم قدرة على التخيل والصبر، ولا يخضعون لعامل الوقت، فجهودهم مفتوحة مستمرة قد لا تكون لها نتائج سريعة. أما العاملون في مجال العلوم التطبيقية، فهم الذين يمتازون بالخبرة، والموضوعية في الأحكام، والحدس، أكثر من اهتمامهم بالمنطق. وتعتمد البحوث الأساسية على المنهج العلمي التجريبي بشكل رئيس، وهو ما ندعوه بالطريقة العلمية. وتتخلص الطريقة العلمية بالخطوات التالية:

1. إدراك وجود مشكلة قابلة للدراسة والتمحيص، واحتمال وجود حل لها.
2. الملاحظة الدقيقة، وجمع المعلومات الكمية ما أمكن ذلك.
3. وضع فرضية Hypothesis استنادا إلى المعلومات المتوفرة، لتفسير المشكلة.
4. التحقق من صحة الفرضية بطريقة تجريبية، أو نصف تجريبية Empirical
5. الاستنتاج والوصول إلى الحقيقة، أو القانون.

وتهدف البحوث التطبيقية إلى استثمار نتائج البحوث الأساسية، والمعرفة العلمية، وتطبيقها في مجالات تخدم الإنسان، وتوفر له الوسائل التي تساعده على تحسين حياته، والتحكم في بيئته، في مجالات الإنتاج، أو البحوث، أو التطوير.

أما التطوير فهو تحويل الأفكار الجديدة والابتكارات إلى منتجات Products، أو عمليات Processes يمكن استعمالها، أي يمكن تسويقها تجارياً. وان مقياس نجاح التطوير هو قبول الزبائن للمنتج الجديد او للعملية الجديدة.

ومن الضروري تحقيق توازن دقيق بين قطاعات البحوث الأساسية، والبحاث التطبيقية، والخدمات المساندة الأخرى لتحقيق أفضل النتائج. ففي بريطانيا مثلاً، كان تمويل مشاريع البحوث والتطوير بين سنتي 1927-1964 موزعاً كالتالي:

23%	البحوث الأساسية
47%	البحوث التطبيقية
18%	العلاقات الفنية
12%	المعلومات والمكتبات

وغني عن القول أن نصيب كل من هذه القطاعات لبلد ما يعتمد على عوامل كثيرة تحددها احتياجات البلد، واستراتيجية التنمية، وسياسات التطوير الصناعي والتكنولوجي فيه.

عوامل نجاح البحوث

يجب توفر خمسة عوامل لتحقيق النجاح في البحوث الأساسية والتطبيقية، وهي:

1. تحديد أهداف البحث
2. توفر الطاقة البشرية التي تقوم بالبحث.
3. توفر التمويل اللازم للبحث.
4. تنظيم البحث والتخطيط له.
5. توفر الحيوية والنشاط للقيام بالبحث.

فتوفر الموارد البشرية والمالية لا يكفي لنجاح البحوث، إذ لابد من توفر عوامل أخرى هي تحديد أهداف البحوث، وتنظيمها وتخطيطها، وتوفير الحيوية والنشاط والرغبة للقيام بها.

ومن متطلبات كفاية البحوث وفعاليتها: توفر الوسائل والسبل للإطلاع على إنجازات البلدان الأخرى في مجالات العلوم والتكنولوجيا، ومتابعة ما ينشر من أبحاث، وبراءات اختراع، لتوفير الوقت، وتجنب الازدواجية، أي القيام بأبحاث قام بها آخرون. فهناك كمية كبيرة من المعلومات تضاف يومياً إلى مخزون المعرفة البشرية في جميع المجالات. وتوفر وسائل الاتصالات الحديثة، وتكنولوجيا المعلومات، وسائل فعالة لمتابعة هذا التطور اليومي في العلوم والتكنولوجيا والصناعة. ففي سنة 1981 كان هناك في ألمانيا وحدها نحو 20 مليون وثيقة براءة اختراع من جميع أنحاء العالم، ويزداد عدد هذه الوثائق بمعدل نصف مليون وثيقة في كل سنة. وتوجد في دائرة براءات الاختراع والعلامات التجارية الأمريكية نحو 23 مليون وثيقة معلومات عن العلوم، والتكنولوجيا، والاختراع، والابتكار، مصنفة تحت 100000 (مائة ألف) صنف.

وربما كانت إحدى الخطوات الأساسية في التخطيط لتطوير القدرة التكنولوجية في البلدان النامية، هي إنشاء مراكز وطنية للمعلومات تقوم بتوفير الخدمات في مجال المعلومات لتمكين مؤسسات البحوث والتطوير، والمؤسسات الصناعية من الإطلاع على ما هو موجود في التكنولوجيا، والأبحاث، والتطبيقات، والابتكار، والاختراع لدى البلدان الأخرى.

مؤسسات البحوث والتطوير

تختلف أهداف البحوث في الجامعات والمعاهد العلمية عنها في الشركات الصناعية والتجارية. فهدف الشركات والمؤسسات الصناعية هو تحقيق عوائد تجارية وإرباح. أما الجامعات فهي أقل اهتماماً بهذا الهدف. ويمكن ترتيب المؤسسات المتنوعة بالنسبة لهذه الأهداف التجارية كالتالي (من الأقل اهتماماً إلى الأكثر):

- الجامعات
- الجامعات التطبيقية
- مراكز الأبحاث الحكومية
- مؤسسات البحوث والتطوير المشتركة بين الصناعة والمعاهد التعليمية
- مؤسسات البحوث والتطوير التي تقوم بها، أو تمويلها الشركات الصناعية

وتبلغ مشاركة القطاع الصناعي في عمليات البحوث والتطوير، في البلدان الصناعية المتقدمة، نحو 65%، والتعليم العالي 15-20%، والمختبرات الحكومية 12-20%. ونظراً لافتقار البلدان النامية إلى المؤسسات والهياكل الإنتاجية، وضعف القطاع الصناعي، فإن العبء الأكبر في تشجيع عمليات البحوث والتطوير والتخطيط لها، وتحمل نفقاتها، يقع على عاتق الدولة

إدارة مشاريع البحوث والتطوير

تشمل إدارة مشاريع البحوث والتطوير: تخطيط، وتنظيم، وتشغيل، ومراقبة عملية البحث والتطوير. ولهذا النوع من الإدارة بعدان أساسيان: بعد خارجي يتعلق بأهداف عملية البحوث والتطوير، ووظيفتها، وأهميتها، ودورها في تحقيق خطط التنمية، أو نجاح المؤسسة التابعة لها.

أما البعد الداخلي فيشمل اقتراح الأفكار الجديدة، وتقويمها، واختيار البدائل المناسبة، ثم وضعها موضع التنفيذ، ومراقبة البرنامج. ويشمل كذلك تأمين الكوادر الفنية، وتأهيلها، وتحفيزها، وإدامة العلاقات الفنية والإنسانية فيما بينها. ويمكن تلخيص مهمات إدارة مشاريع البحوث والتطوير بما يلي:

- إيجاد الأفكار الجديدة
- التأكد من علاقة هذه الأفكار بأهداف المؤسسة، أو الدولة
- تقييم المشاريع والتأكد من جدواها
- اختيار المشاريع المناسبة
- تحديد الموارد اللازمة لكل مشروع
- تنفيذ المشاريع ومراقبتها
- تحفيز العاملين في المشاريع
- تقويم المشاريع المنجزة وتحليل النتائج

وخلاصة القول، إن نجاح التنمية في البلدان النامية يعتمد إلى حد كبير على إيجاد وتطوير القدرة التكنولوجية الذاتية لها. وأن هذه القدرة التكنولوجية تعتمد بشكل أساسي على عمليات البحوث والتطوير، التي يجب أن تشارك فيها المؤسسات التعليمية مع القطاع الصناعي إضافة إلى الدولة. وأن الإنفاق السخي على عمليات البحوث والتطوير هو استثمار مريح في المدى المتوسط والبعيد، كما أنه يؤدي إلى استيعاب مزيد من العلماء والمهندسين والفنيين.

وتحتاج البلدان النامية إلى عدد من الإجراءات والأطر المناسبة لصياغة سياسات واضحة للعلوم والتكنولوجيا، ووضع استراتيجية متكاملة لتطوير القدرة التكنولوجية الذاتية، وزيادة نفقات البحوث

والتطوير، والعناية بالنقل الرأسي للتكنولوجيا، وتفعيل القطاع الصناعي، وإنشاء مراكز وطنية للمعلومات العلمية والفنية، وتشجيع الاختراع والابتكار وحمايتهما.