الفصل الأول

منظومة العلم والتكنولوجيا - نظرة إطارية عامة

يختص هذا الفصل بإلقاء نظرة إطارية عامة على منظومة العلم والتكنولوجيا بمفهومها الحديث، حيث تشكل هذه المنظومة فى واقع الأمر وبما تحويه من منظومات فرعية يقع على رأسها منظومة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي، لب هذه الدراسة وموضوعها الأساسي. وبذلك يتحدد إطار فكري يمكن من محاولة تلمس الأوضاع القائمة وتدارس مدى اقترابها أو ابتعادها عن الوضع المنظومي، واستكشاف مظاهر وأعراض القصور، والتعرف على مواطن العلل ومكامنها وأسبابها الحقيقية.

المفهوم الحديث لمنظومة العلم والتكنولوجيا

يرى كثير من الباحثين فى السياسات العلمية والتكنولوجية ومنهم على سبيل المثال دي همبتين[1] فى الوثيقة التى نشرها اليونسكو عام ١٩٨١، أنه لسهولة فهم مكونات ووظائف العلم والتكنولوجيا فى دولة ما، فإنه يجري إعتبارها منظومة ينتمي بعض مكوناتها الى الحكومة وبعضها الآخر الى القطاع الخاص ويعمل بهذه المكونات أفراد ذوي تخصصات شتى ويؤدون وظائف معينة فى تخصصات العلم والتكنولوجيا المتعارف عليها.

---

[1] Y. de Hemptine, "Key questions for policy makers in science and technology, UNESCO / NS / ROU / 550, Paris, September 1981.

وتشكل منظومة العلم والتكنولوجيا ركنا أساسيا مع غيرها من المنظومات التى تقوم عليها التنمية الإقتصادية والإجتماعية الشاملة التى تستهدف الإرتقاء بالمجتمعات الحديثة إلى المستوى الحضاري المتقدم والمشاركة الفعالة فى صنع هذه الحضارة.

ومن الضروري أن تكون منظومة العلم والتكنولوجيا متوافقة المكونات والإرتباطات وقادرة على الإنجاز وتحقيق المخرجات المستهدفة والتوظيف الأمثل لكل المدخلات الممكنة.

ويمكن أن نشير هنا بصفة مبدئية الى عدد من الارتباطات المنظومية الذاتية الهامة فيما بين بعضها البعض. والتى نود أن نؤكد فى سياقها على أهمية ارتباطات العلوم الطبيعية والاجتماعية فى قلب أو داخل المنظومة، وكذلك على أهمية الارتباط بالمنظومات الفرعية للتعليم والثقافة العلمية، هذا بالطبع بالإضافة إلى منظومة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي كمكون رئيسي.

وقبل الحديث عن منظومة العلم والتكنولوجيا الإطارية الحديثة، يجدر بنا أولا أن نشرح ماهيه الأنشطة العلمية والتكنولوجية.

الأنشطة العلمية والتكنولوجية الأساسية

قام اليونسكو[٢] بتعريف هذه الأنشطة بأنها الأنشطة المنظمة التى تختص بتوليد وتقدم ونشر وتطبيق المعارف العلمية والتكنولوجية فى كل تخصصات العلم والتكنولوجيا التى تشمل:

* العلوم الطبيعية.
* الهندسة والتكنولوجيا.
* العلوم الطبية.
* العلوم الزراعية.
* العلوم الإجتماعية والإنسانية.

[٢] . Statistical Year Book, UNESCO, Chapter V-I (1986)

كما تقسم الأنشطة العلمية والتكنولوجية إلى ثلاث مجموعات هى:

* البحث العلمي والتطوير التجريبي (التكنولوجي).
* الخدمات العلمية والتكنولوجية.
* التعليم والتدريب على المستوى الثالث (الجامعي - العالي).

البحث العلمي والتطوير التجريبي (التكنولوجي).

ويعرف البحث العلمي والتطوير التجريبي بأنه أي نشاط منظم أو خلاق يتم بغرض زيادة المعارف الإنسانية بشتى أنواعها وإستخدام هذه المعارف لتصميم منتجات (سلع وخدمات) جديدة يفترض فيها أنها أكثر كفاءة وجدوى ويشمل البحث العلمي الفرعين التاليين:

البحوث الأساسية: وهى البحوث التجريبية أو النظرية التى تجري بدون هدف تطبيقي.

البحوث التطبيقية: وتشمل البحوث التى تتم فى مجالات مختلفة مثل الزراعة والطب والكيمياء الصناعية بهدف تحقيق أهداف عملية خاصة.

أما التطوير التجريبي: فيشمل الأعمال التى تؤدي إلى منتجات أو عمليات أو تصميمات جديدة.

منظومة العلم والتكنولوجيا الإطارية (مكوناتها - مخرجاتها - إرتباطاتها)

بشكل إطاري أعم يمكن تمثيل مكونات منظومة العلم والتكنولوجيا حسب النموذج المبسط الموضح فى الشكل رقم (١)[٣] من[٤]:

---

[٣] د. فينيس كامل جودة "منظومة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي فى محور التنمية الشاملة - كيف تكون؟ وماذا نحن فاعلون؟ الندوة العلمية بمناسبة اليوبيل الذهبي للأكاديمية المصرية للعلوم - إبريل ١٩٩٥.

[٤] M.M.El-Halwagi "Towards Improving the S&T Management in Egypt". Dec. 1995 (Ministry of Scientific Research).

* مجموعة من المؤسسات التى تعمل سويا فى إطار أهداف محددة وتنظيم إداري محكم واضح.
* وتترابط وتتفاعل بروابط أمامية وخلفية مع البيئات المحيطة المحلية والعالمية.
* لتحقيق المخرجات المستهدفة.
* بإستخدام المدخلات اللازمة.

وكما سبق ذكره أعلاه، فإن قدرة المنظومة تتأسس على قدرة وتوافق مكوناتها وعملياتها فى إطار إرتباط وثيق بالبيئات المحيطة – داخليا وخارجيا – والتوفيق مع ظروفها.... وتعتمد قدرتها على البقاء والتطوير على سرعة مواءمتها مع الظروف والمتغيرات التى تحيط بها سواء تمثلت فى شكل عوامل إقتصادية أو تكنولوجية أو إجتماعية أو بيئية.

وتقوم منظومة العلم والتكنولوجيا بوظائفها – والتى تتعدى مجرد إيجاد بعض الحلول لبعض المشاكل المتناثرة، إلى الدعم والمساندة المتكاملة لتحقيق الأهداف القومية المبتغاة – عن طريق عدد من العمليات الأساسية والتنظيمات لإدارة وتشغيل مؤسساتها، وتوجيهها نحو الغايات المطلوبة.

العمليات الوظيفية لمنظومة العلم والتكنولوجيا والمؤسسات التى تؤديها..

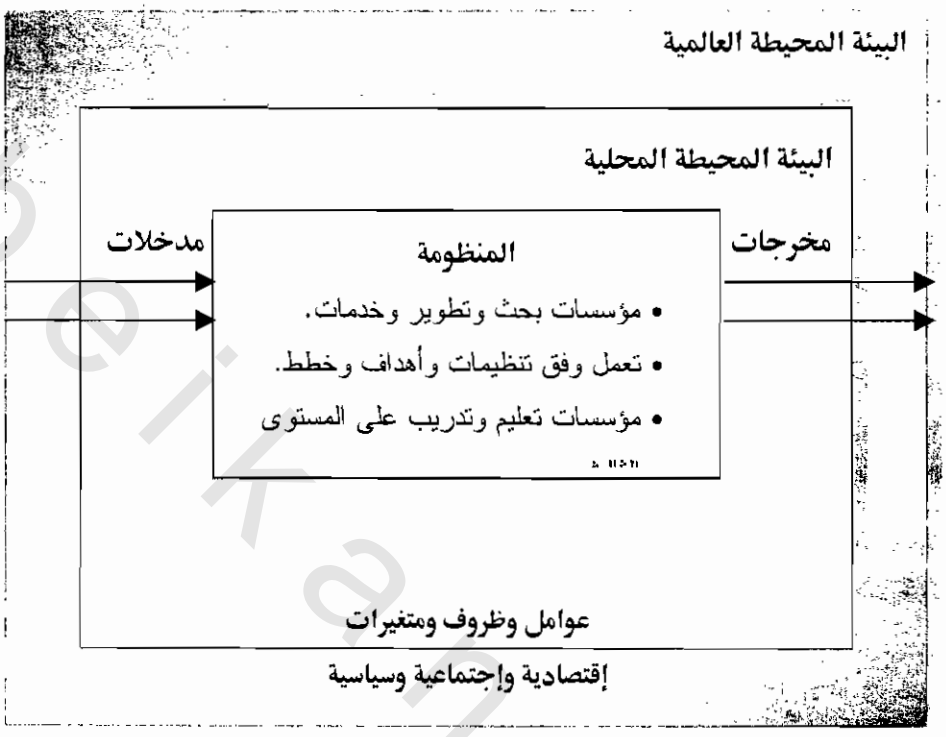
١. وضع السياسات والإستراتيجيات والخطط العلمية والتكنولوجية على مختلف المستويات بصورة متكاملة ومتوافقة مع إحتياجات خطط التنمية.

٢. تنظيم وتنسيق ودعم مكونات المنظومة فى إطار متكامل ومتوافق داخليا وخارجيا.

٣. توليد المعارف العلمية والتكنولوجية ونقلها ونشرها وتطبيقها، وتقديم الخدمات المرتبطة بذلك وبناء علاقات الإرتباط بين المنظومة والمستفيدين من خدماتها، ورعاية هذه العلاقات وتطويرها.

وتقوم بالجزء الأكبر من العمليات المذكورة فى (١)، (٢) تنظيمات إدارة علوية، كما تقوم بالعمليات فى (٣) المؤسسات التنفيذية المختصة.

شكل (١): مخطط منظومى إطارى لمنظومة العلم والتكنولوجيا ومفرداتها.



المؤسسات

- ❑ مراكز بحث وتطوير
- ❑ جامعات
- ❑ خدمات معلومات وإستشارات
- ❑ مؤسسات إنتاجية
- ❑ جمعيات ومنظمات غير حكومية
- ❑ آليات مساعدة أخرى

التنظيمات الإدارية

- ❑ علوية قومية (إستراتيجية)
- ❑ مؤسسية (تنفيذية)

العمليات الوظيفية

- ❑ سياسات وإستراتيجيات وخطط
- ❑ تنظيم وتنسيق ودعم مكونات المنظومة
- ❑ توليد ونقل وتطبيق المعارف والتكنولوجيات

المدخلات

- ❑ تمويل
- ❑ إحتياجات
- ❑ قوى بشرية
- ❑ تجهيزات
- ❑ معارف

المخرجات

- ❑ الرؤى والفكر
- ❑ حل مشاكل الإنتاج
- ❑ تحسين نوعية الحياة والصحة والبيئة
- ❑ عين على التطور العالمي ومتابعته والمشاركة فيه

obeikandl.com

وتشمل هذه المؤسسات الأخيرة: مراكز ومعاهد البحث العلمي والتطوير التكنولوجي والجودة وخدمات الحاسبات والمعلومات والقياسات والملكية الفكرية ومتنزهات العلوم والحضانات التكنولوجية، والجامعات وبيوت الخبرة والإستشارات والمشورة الهندسية والوحدات الإرشادية والخدمات الفنية، كما قد تشارك فى ذلك أيضا الشركات الإنتاجية والمنظمات المهنية والنقابية والجمعيات العلمية والتكنولوجية.

وتشكل المنظومة الفرعية للبحث العلمي والتطوير التكنولوجي جزءا رئيسيا فى بنيان منظومة العلم والتكنولوجيا...

ويرتبط نجاح المنظومة بمدى نجاحها فى الإرتباط المتبادل والتوافق ذاتيا ومع منظومة التنمية القومية والبيئة المحيطة محليا ودوليا، ومدى فعاليتها فى تحويل المدخلات إلى مخرجات ملموسة ومطلوبة. فهي لابد وأن تتكامل ذاتيا وترتبط بمحيطها إرتباطا وثيقا... فمنه تستمد الطلب على خدماتها والمعارف والمعدات والموارد والقوى البشرية والتمويل، كما يوجد كذلك فيه أسواقها وأيضا منافسوها.

المخرجات الأساسية لمنظومة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي

يتعاظم دور منظومة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي بتعاظم إسهاماتها القومية والدولية. ويمكن تلخيص أهم المخرجات الأساسية للمنظومة فى المحاور الخمسة التالية:

١. المشاركة بالرأي والفكر والرؤية فى قضايا المجتمع خاصة فيما يتصل بالعلم والتكنولوجيا.

٢. الإسهام فى حل مشكلات إنتاج السلع والخدمات... كما ونوعا وقيمة... ورفع الإنتاجية وتحسين الإقتصاديات. ويتم ذلك عن طريق الإستشارات والخدمات الإرشادية وخدمات المعلومات، والتدريب، والمشاركة فى إختيار ونقل التكنولوجيا، والتطوير والتحسين المستمر، وكذلك توليد التكنولوجيا بالجهود الذاتية، والدراسات الفنية والإقتصادية والبيئية والتصميمات الهندسية.

٣. تأهيل القوى البشرية المدربة والمتخصصة اللازمة للمنظومة ذاتها ولغيرها.

٤. الإسهام في جهود التنمية المتواصلة وتحسين نوعية حياة الإنسان والحفاظ على بيئته وصحته.

٥. متابعة التطور العلمي والتكنولوجي العالمي والمشاركة فيه عن طريق التنبؤ العلمي والتكنولوجي، والبحوث الأساسية، وطرق مجال العلوم الحديثة والتكنولوجيات المتطورة.

مؤشرات العلم والتكنولوجيا الدولية[٥]

.World Science and Technology Indicators

يوجد في الوقت الحاضر مجموعة من مؤشرات العلم والتكنولوجيا الدولية. وتستخدم هذه المؤشرات في المقارنات الدولية وعند إتخاذ القرارات ذات الصلة بالعلم والتكنولوجيا في الدول المختلفة.

وعلى الرغم من أوجه قصور هذه المؤشرات – كما سنبين فيما بعد – فإنها تعتبر عنصرا أساسيا لأي دراسات عالمية للعلم والتكنولوجيا، حيث يمكن بإستخدامها في إجراء عمليات التقويم المتعارف لنشاطات العلم والتكنولوجيا في البلاد والمجموعات الإقليمية ذات الأحجام الجغرافية ودرجات التطور الإقتصادي والإجتماعي المختلفة مع بعضها البعض.

على أنه يجب أن يؤخذ دائما في الحسبان عند إستخدام أي من هذه المؤشرات أنه يمثل وجها واحدا فقط من أوجه الحقيقة وأنه لذلك لا يمكن أن يكفي لتقييم منظومة العلم والتكنولوجيا المعقدة. ومن ثم فمن الضروري الحرص عند إستخدام هذه المؤشرات حتى يمكن تفادي التفسيرات الخاطئة.

وأهم هذه المؤشرات ما يلي:

١. مؤشر الإنفاق على البحث العلمي والتطوير التكنولوجي (R&D Expenditure).

---

(5) World Science Report, 1998, UNESCO Publishing, p.22 °

٢. إعداد الأفراد فى الأنشطة العلمية والتكنولوجية (S&T Personnel).

٣. البحوث المنشورة كمقياس للإنتاج العلمي.

٤. براءات الإختراع (Patents) كمقياس للقدرة التكنولوجية.

والمؤشران الأول والثانى يتعلقان بمدخلات النشاط بينما يستخدم المؤشران الرابع والخامس فى تقويم المخرجات ممثلة فى الإنتاج العلمى والتكنولوجى (S&T output Indicators).

أوجه قصور المؤشرات

من أهم أوجه قصور هذه المؤشرات:

- أنها محددة المجال، فهي لا تعبر عن أية نواحي إجتماعية، أو ثقافية، أو إقتصادية مثل مدى الإسهام فى التعليم العالي أو التأثير على التنافسية الصناعية، أو نقل ونشر التكنولوجيا أو التأثير على ظروف المعيشة أو الظروف البيئية.

  كما أنها لا تعبر عن ظواهر هجرة العلماء من بلادهم، أو تحرك الطلاب على النطاق العالمي، وتداول التكنولوجيا العالية وتكنولوجيات الإنتاج، وكذا شبكات البحث والتطوير للشركات متعدية الجنسية (Transnational Corporations).

- أنها منحازة للدول الصناعية الكبرى، إذ أن كلا من المؤشرين المستخدمين للنشر العلمي والتكنولوجي مصدران أكثر دلالة فى قياس الأنشطة العلمية والتكنولوجية فى البلاد المتقدمة صناعيا.

تعريف بالأفراد العاملين فى مؤسسات البحث العلمي والتطوير التكنولوجى (٢) (R&D Personnel)

يقسم الأفراد العاملون فى مؤسسات البحث العلمي والتطوير التكنولوجي تبعا للعمل الذى يقومون به ومؤهلاتهم إلى المجموعات الثلاثة الأتية:

*** العلماء والمهندسون (Scientists and Engineers)**

وهم الأفراد الذين يمارسون عملا مهنيا فى مجال البحث العلمي والتطوير التكنولوجي بما يشمل المديرين (ذوي المستوى الرفيع) الذين يخططون ويوجهون وينفذون أنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي وعادة ما يكون هؤلاء قد أتموا دراساتهم الجامعية وحاصلين على تدريب علمي وتكنولوجي رفيع المستوى.

*** الفنيون (Technicians)**

وتشمل هذه المجموعة الأفراد المشتغلين فى أنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي وأنهوا دراساتهم العليا أو المتوسطة، وتلقوا تدريبا مهنيا وفنيا ذي معيار خاص فى أي فرع من فروع العلم أو التكنولوجيا. (عادة ثلاث سنوات بعد المرحلة الثانوية)

*** العمالة المساعدة (Auxiliary Personnel)**

يشمل هؤلاء الأفراد المرتبطين بعلاقة مباشرة بتنفيذ أنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي مثل موظفي الحسابات والسكرتارية والإداريين سواء أكانوا مهرة أم متوسطي المهارة أو غير ذلك فى مختلف تلك المهن.

وتستخدم أعداد المشتغلين فى أنشطة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي من علماء ومهندسين وفنيين وفئات مساعدة وتوزيع هذه الأعداد تبعا لدرجاتهم العلمية وتوزيعهم على قطاعات الأداء المختلفة (التعليم العالي – قطاع الإنتاج – قطاع الخدمات) وكذا على التخصصات المختلفة والمناطق الجغرافية ونسبتهم لكل مليون من السكان كمؤشرات لمنظومة البحث العلمي والتطوير التكنولوجي الوطنية ومقارنتها بالمنظومات الوطنية الأخرى.

مؤشر البحوث المنشورة

يقاس الإنتاج العلمي فى العادة بالبحوث المنشورة أي عدد الأوراق المنشورة فى المجلات العلمية ويطلق على ذلك "ببلوجرافيا العلم" (Science Bibliography)

obeikandl.com

ورغم أن البحث المنشور ليست هى الناتج الوحيد للعلم حيث توجد نواتج أخرى كالتعليم العالي أو الخبرة الفنية المكتسبة، لذلك يعتبر هذا المؤشر معبرا عن وجه واحد من أوجه أنشطة البحث العلمي.

وعند حصر المقالات العلمية المنشورة تظهر صعوبتان:

- كيفية إختيار مجموعة من المجلات التى تمثل النشاط العلمي تمثيلا كافيا.
- إسلوب فهرسة وتسجيل المعلومات المتضمنة فى كل بحث منشور حتى يمكن إجراء الحصر المطلوب.

وقد إعتادت الإحصائيات العلمية العالمية إستخدام المعلومات الواردة فى المصدرين التاليين:

- دليل النشر العلمي (SCI) Science Citation Index
- قاعدة بيانات كومبوماث Compumath Data Base

وقد أنشئ كل منهما فى الثمانينات بواسطة المعهد العالمي للمعلومات العلمية(Institute for Scientific Information - ISI) تتميز بيانات SCI بأنها تغطي بإنتظام جميع المقالات المنشورة فى ٢٥٠٠ مجلة من المجلات الأكثر إقتباسا بما تحوي من مقالات.

على أنه من الضروري أن نذكر أن من أوجه قصور SCI أنها تغطي أساسا المجلات التى تنشر مقالاتها باللغة الإنجليزية.

مؤشر الأنشطة التكنولوجية وبراءات الإختراع

Technological Activities and Patents

يحدد هذا المؤشر النشاط التكنولوجي حيث يتخذ من عدد براءات الإختراع مقياسا للقدرة التكنولوجية عند آفاق المعرفة (Frontier of Knowledge) ويعتمد هذا المؤشر على البراءات التى يصدرها مكتب البراءات الأمريكي (US Patent Office) ومكاتب البراءات الأوروبية.

obeikandl.com