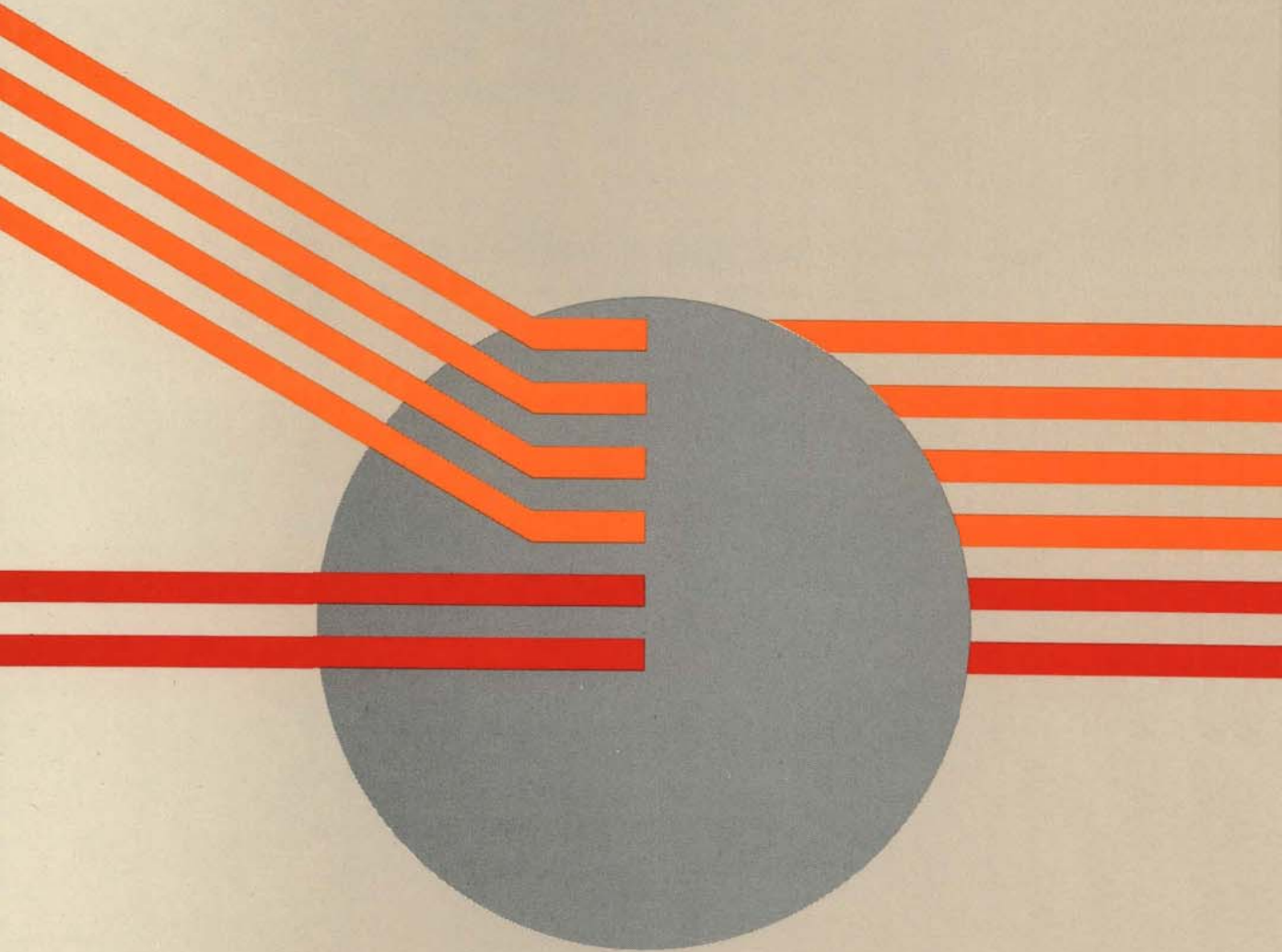


بحوث الطاقة

اتجاهات وقضايا
للبلدان النامية



المركز الدولي لبحوث التنمية مؤسسة عامة أقامها البرلمان الكندي في عام ١٩٧٠ لدعم البحث المصمم لتكييف العلم والتقنية لحاجات البلاد النامية . وقد تركّز نشاط المركز على خمسة مجالات هي : الزراعة ، الغذاء وعلوم التغذية ، علوم الصحة علم المعلومات ، العلوم الاجتماعية ، والاتصالات . واذ يمول البرلمان الكندي المركز الدولي لبحوث التنمية (IDRC) فان هيئة حكام دولية تقوم بوضع سياساته . مقر المركز في أوتاوا (كندا) ، وله مكاتب اقليمية في افريقيا وآسيا ، وأمريكا اللاتينية ، والشرق الاوسط .



جامعة الامم المتحدة هي احدى أجهزة الأمم المتحدة ، تم تأسيسها من قبل الجمعية العمومية عام ١٩٧٢ لتكون مجتمعا دوليا للعلماء المنشغلين بالبحث ، والتدريب المتقدم ، ونشر المعرفة الخاصة بالمشاكل العالمية للبقاء الانساني والتنمية والعيش الأفضل . وتتركز نشاطاتها بشكل رئيس على السلام وحسم الصراعات، والتنمية في عالم متغير، والعلم والتقنية الخاصين برفاهية الانسان . تعمل الجامعة عبر شبكة عالمية من مراكز البحث والتدريب بعد التخرج، ويجرى تخطيط عملها وتنسيقه في مقر الجامعة بمدينة طوكيو (اليابان) .



بحوث الطاقة

اتجاهات وقضايا
للبلدان النامية

مجموعة بحوث الطاقة

يشكل هذا الكتاب جزءاً من مشروع موله المركز الدولي لبحوث التنمية، أوتاوا (كندا)، وجامعة الأمم المتحدة، طوكيو (اليابان) • وتعتبر الآراء الواردة فيه عن وجهات نظر مؤلفيه ولا تقدم بالضرورة وجهات نظر المؤسسات الممولتين له • وذكر الأسماء المالكة لتلك الآراء المالكة لايشكل تصديقاً للمنتج بل أوردت فقط للعلم •

المركز الدولي لبحوث التنمية وجامعة الامم المتحدة ١٩٨٦
العنوان البريدي : صندوق بريد ٨٥٠٠ اوتاوا، كندا
اعيد طبعه ثانية عام ١٩٨٩

، اوتاوا، كندا ، مجموعة بحوث الطاقة
جامعة الامم المتحدة ، طوكيو ، اليابان

بحوث الطاقة : اتجاهات وقضايا للبلدان النامية
اوتاوا ، اونتاريو ، ، ١٩٨٩ ، ١٩٨٦ ،
صفحة : مصور

/ بحث / ، / مصادر الطاقة / ، / الطلب على الطاقة / ،
/ الثروات الطاقية / ، / حفظ الطاقة / ، / الدول النامية / ،
/ وقود / ، / تقنية / ، / مصادر الطاقة المتجددة / ،
/ الآثار البيئية / ، / تنظيم البحث / .

٦ — ٤٧٩ — ٨٨٩٣٦ — :

: ٦٢٠ / ٩ / ٠٠١ / ٥

توجد طبعة من التقرير بالمايكروفيش
توجد طبعتان فرنسية وانكليزية لهذا التقرير

مجموعۃ بحوث الطاقة

فیدریکو اویانو

خوزیه فرناندو ایسازا

آشوق دیسای

آمولیا ریڈی

کارلوس شواریز

خوزیه غولدنبرغ

جبریل فول

علی کتانی

هو تاک کیم

موهان موناسینگ

المـوجـز

=====

يسمحُ التقرير النهائي لمجموعة بحوث الطاقة البحث الطاقويّ ويقترح أولويات تخمى البلاد النامية . وقد أُرسِيّ التقرير على أُسَاسٍ منطلقات ثلاثة هي : أن البحث الطاقويّ يجب أن ينتمي الى البحث حول كامل الاقتصاد والمجتمع ، وأنه يجب دراسة مصادر الطاقة في إطار الطلب عليها ، وأن أمر الحفاظ على الطاقة يحمل نفى أهمية إنتاجها .

يبدأ التقرير بفحص بيئة البحث في البلاد النامية والدور الذى تلعبه : الحكومات ، ومعاهد البحث ، والمنتجين ، ووكالات التمويل الدولية . وقد جرى تلخيص مداخل متعددة لادارة الطلب على الطاقة والابقاء عليها ، إضافة الى ايفاح تلك المداخل بأمثلة للفرص التي تتيحها انماط معينة وشائعة من الاجهزة .

وتتمضي المجموعة في إبراز أولويات البحث حول مصادر الطاقة المختلفة - السائلة ، والغازية ، والصلبة - اضافة الى الطاقة الحرارية والقوة المحركة ، والكهرباء . ومن بين العديد من الآثار البيئية لانتاج واستخدام الطاقة ، يسلط التقرير ضوءاً على ثلاث قضايا بيئية تنتمي للطاقة وهي : انحسار الغابات والتصحر ، وأثر البيت الاخضر ، والمطر الحامضي . وتتضمن الفصول الثلاثة الاخيرة من التقرير وجيزَ خلاصاته العامه .

محتوى التقرير

تقديم

شكر

١	الفصل الأول : المقدمة
٢	منطلقات أساسية
٤	مدى التغطية
٦	بنية التقرير
٨	الفصل الثاني: طريقة عمل المجموعة
١٠	نقاط الانطلاق
١٣	فرضيات ناظمة
١٧	الشكوك الكبرى
٢٠	الفصل الثالث: البحث ومناخه
٢٢	الحكومات
٣٣	المنتجون
٤٥	مؤسسات البحث
٥١	وكالات التمويل الدولية
٥٨	الفصل الرابع: تحليل وإدارة الطلب
٦٢	الطلب الكلي
٧٠	الطلب عند المستوى المجهري
٧٣	السياسات المرساة على الطلب
٨١	الزراعة
٩٢	الصناعة
٩٦	النقل

١٠٥	القطاع المنزلي
١١٦	الفصل الخامس: الحفاظ على الطاقة
١١٨	المحركات
١٢١	محركات الاحتراق الداخلي
١٢٣	محركات الاحتراق الخارجي
١٢٤	محركات دورة بريتون
١٢٦	المراحل
١٣٠	مواقد الوقود الصلب
١٣٤	الفصل السادس: مصادر الوقود السائلة
١٣٧	النفط
١٤٦	الكحوليات
١٥١	الفصل السابع: مصادر الوقود الغازية
١٥٣	الغاز الطبيعي
١٥٦	الغاز الحيوي
١٥٨	غاز المنتج
١٦١	الهيدروجين
١٦٦	الفصل الثامن: مصادر الوقود الصلبة
١٦٩	الفحم الحجري
١٧٦	الفحم
١٧٩	الكتلة الحيوية
١٨٤	الفصل التاسع: المصادر الحرارية الأخرى
١٨٥	الطاقة الحرارية الجوفية
١٨٦	الطاقة الحرارية الشمسية
١٩١	الفصل العاشر: الكهرباء
١٩٢	تنظيم وإدارة وسياسة قطاع الكهرباء
١٩٥	التخطيط الأفضل للاستثمار ، التسعير ، العمليات

١٩٨	الأنظمة الفولطاضوية الشمسية
١٩٩	الأنظمة الفولطاضوية الراهنة
٢٠٠	الكهرباء الحرارية الشمسية
٢٠١	توليد الكهرباء بواسطة الرياح
٢٠٤	الفصل الحادى عشر: مصادر الطاقة المحركة
٢٠٥	طاقة الرياح
٢٠٨	الطاقة البشرية
٢١١	الفصل الثانى عشر: الآثار البيئية للطاقة
٢١٤	انحسار الغابات والتصحر
٢١٧	أثر البيت الأخضر
٢١٩	التوقعات العالمية
٢٢٥	المطر الحامضى
٢٣١	الفصل الثالث عشر: متطلبات أساسية للبحث
٢٣٢	المستخدم العليم
٢٣٣	الادخار البعيد المدى للمعرفة
٢٣٤	المدير العليم
٢٣٤	التمويل
٢٣٦	الفصل الرابع عشر : استخدامات الطاقة
٢٣٧	العلاقات البنوية
٢٣٨	الاستبدال البينى للوقود
٢٣٩	الحفاظ على الطاقة
٢٤٠	الفصل الخامس عشر: مصادر الطاقة
٢٤١	المصادر الحساسة للسوق
٢٤٢	المصادر الحساسة للكلفة
٢٤٤	مراجع

(ز)

الملحق الأول : اعضاء مجموعة بحوث الطاقة ٢٥٧

الملحق الثاني: اوراق البحث الاستعراضية المحققة للمجموعة ٢٦١

الملحق الثالث: حكام مجموعة بحوث الطاقة حول التقرير النهائي،
٢٦٤ واوراق البحث المحققة للمجموعة

دليل المؤلفين ٢٦٧

دليل المواضيع ٢٧١

تقديم

أجرى المركز الدولي لبحوث التنمية (IDRC) في عام ١٩٨١ دراسة تمهيدية لمشاكل الطاقة في البلاد النامية ولاستجابة الوكالات الممولة لتلك المشاكل . وهدف هذا المجهود ، من جملة ماهدف اليه ، استطلاع اتجاهات جديدة لبحوث الطاقة يمكن للمركز أن يدعمها . وقد بينت الدراسة أنه رغم انشغال العديد من البلاد النامية والوكالات الممولة ببحوث الطاقة بشكل نشط، فإن الكثير من تلك البحوث كان سطحيا في تصويره وضعيفا في تنسيقه . أضف الى ذلك ، أن البحوث غالبا ماكانت محدودة الانتمااء لحاجات البلاد النامية .

وتحديدا، فإن احد الانطباعات المستخلصة من دراسة المركز هو ان تلك البحوث قد ارتكزت على " معدات الصناعة " وليس على الفوائد الاجتماعية والاقتصادية للتقنية المعنية . ورغم انه كانت ثمة أعمال حول تخطيط الطاقة ، الا أنها كانت في غالب الاحيان ثمرة مساعدة تقنية دون مشاركة محلية . ويتجلى الانطباع الآخر في كون نسبة كبيرة من العون الاجنبي في مجال بحوث الطاقة قد استخدم في البلاد المتقدمة وبقى حتى حين استخدامه في البلاد النامية رهن الخبرة المستوردة . واخيرا، كان انطباعنا بأن التوظيف العالي ، والغرض العام من تمويلات العـون في مجال بحوث الطاقة بقيا مجهولين . ونتيجة لذلك، كان تنسيق جهود الوكالات الممولة ضعيفا، وكانت خيارات البحث غير معمقة . ونجم عن ذلك تغاير كبير في نوعية نتائج البحوث ، واحتمال مرتفع لتحقيق أن الكثير من البحوث التي انجزت ، كانت محدودة الأهمية بالنسبة لحاجات الطاقة في البلاد النامية . وعلى ضوء تلك الانطباعات، رأى المركز فائدة كامنـة في اجراء تخطيط مستقل ومسؤول يستعرض من خلاله أقصى مايمكن من استراتيجيات البحث الطاقّي ، التي لها علاقة مباشرة بالبلاد الناميـة، واقترح اتجاهات مفيدة لبحوث الطاقة في البلاد النامية .

ووفر مؤتمر الأمم المتحدة حول مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة ، الذى انعقد في نيروبي في شهر آب ، عام ١٩٨١ ، المزيد من الدفع لتنفيذ هذا الترتيب . وفي ذلك المؤتمر، أكد معالي بيير ايليوت ترودو ، رئيس وزراء كندا وقتئذ ، على أهمية البحث لتوفير حلول لمشاكل الطاقة في البلاد النامية . وأعلن السيد ترودو أيضا توفير عشرة ملايين دولار كندى اضافية للمركز الدولي لبحوث التنمية وذلك لتوسيع دعمه لبحوث الطاقة . ويشكل هذا التقرير نتيجة مشروع موله المركز ببعض تلك الموارد الاضافية .

وفي نيسان عام ١٩٨٢ ، قام المركز الدولي لبحوث التنمية باستضافة اجتماع للوكالات الممولة والمعنية ببحوث الطاقة، ترأسه ايفان هيد وانريكي اغليسياس . وأكد الاجتماع الانطباعات الخاصة باجراءات تمويل بحوث الطاقة المفكك ، والموجهة نحو " المعدات الصناعية " ، وناقش الاجراءات البديلة لتحسين جدواه . ومن أهم ماتضمنته تلك الاجراءات فكرة لجنة استشارية تقنية . ومجموعة رفيعة المستوى للتعليق على اتجاه البحث الطاقى . وحيث عزز هذا الاجتماع قناة المركز الدولي لبحوث التنمية السابقة ، قرر المركز طلب نصح مجموعة من اختصاصي الطاقة من البلاد النامية حول اولويات البحث الطاقى .

وخلال ذلك ، عملت جامعة الأمم المتحدة (UNU) في مجال تقنيات الطاقة المتجددة ، وعقدت مؤتمرا حول بدائل الطاقة في كانون الثاني /يناير ١٩٧٩ . وقد قاد هذا العمل الى تطوير جهد بحثي حول مفهوم أنظمة الطاقة الريفية المتكاملة الذى ينطوى على جوانب اجتماعية واقتصادية وثقافية وبيئية وصحية وتقنية أيضا ، وحول تخطيط الطاقة وبرامج سياسة البحث التي تؤكد على تحليل جانب الطلب وارضاء حاجات الانسان الأساسية . ونتيجة لهذا العمل ، ولدورها الفعال في مؤتمر نيروبي، أكدت جامعة الأمم المتحدة من ضرورة ايجاد تقويم موشوق به وموضوعي للبحث الطاقى وتقنيته الخاصة بالعالم الثالث . وارضاء لهذه الحاجة ، خططت جامعة الأمم المتحدة أمر اقامة مجموعة للبحث الطاقى والتقويم التقني .

وبعد سلسلة من المناقشات حول الموضوع، انضمت جامعة الأمم المتحدة الى المركز الدولي لبحوث التنمية في تشكيل " مجموعة بحوث الطاقة " كخطوة اولى للبحث عن اولويات المواضيع التي يجب معالجتها لاحقا من خلال دراسات تقويم خاصة . ونتيجة لتلك المتطلبات، تم انشاء التزام طموح وشامل بتغطية السياسات والتقنيات في مجال الطاقة بمجمله .

وقد قامت المجموعة باعداد هذا التقرير وفاء منها لذلك
 الالتزام • ويشكل التقرير اكثر من بيان للاولويات التي توقعتها جامعة
 الامم المتحدة والمركز الدولي لبحوث التنمية اصلا : لذا فهو يشكل عرضا
 مسؤولا لحال المعرفة في مجال بحوث الطاقة وتطبيقاتها • ويحلل التقرير
 أسباب نجاح او فشل استراتيجيات البحوث المختلفة ويميز من بينها التي
 تستحق المتابعة • وقد ساهمت المجموعة مساهمة رئيسة في تكوين
 " المستخدم العليم " الذى تتطلع الى ظهوره

ومع انخفاض أسعار النفط خلال الثمانينات، هبط اهتمام
 الوكالات الممولة ، كذلك استثمارها في مجال البحث الطاقى. لكن المجموعة
 بينت أن عملية التنمية تنطوى على مراحل طاقية : بمعنى أن للبلاد
 النامية مشاكل خاصة بالطاقة قبل أزمة الطاقة بأمد طويل ، وستبقى معاشية
 لها بعد ذلك لمدة طويلة • لذا يتعدى دور التقرير الفائدة الآنية • كما
 أن مدخل المجموعة في اعداد التقرير يشكل نموذجا يحتذى في مجالات
 المعرفة الاخرى بشكل مفيد •

ويسعد المركز الدولي لبحوث التنمية وجامعة الامم المتحدة
 أن يصدرا تقرير المجموعة لصالح كل مستخدمى البحث الطاقى في البلاد
 النامية ، وحكوماتها ، ووكالات التمويل ، والباحثين ، وكل من
 يرغب في الاسهام بشكل فعال وعملي في جهود البلاد النامية لتوفير
 حاجاتها الطاقية •

سوبجاتموكو، عميد
 جامعة الامم المتحدة

ايغان هيد، رئيس
 المركز الدولي لبحوث التنمية

شـ كـ ر

نحن بالغوا الامتنان لـ: بام داجينز،
 مساعدة المشروع لدى سكرتارية المجموعة . فحضور الاجتماعات في أكثر
 النقاط بُعدا في العالم ليس بالعمل الهين ، كما تجعله الطرق
 البيروقراطية أكثر ارهاقا ، ومع ذلك فقد ذهبت بام الى حدود بعيدة
 من البذل الذي سهّل آية ادارتنا الشاقة وأعطاهها اللمسة الانسانية .
 ويتذكرها كل عضو منا عبر عنايتها المفرطة ولطفها . فقد أدارت سكرتارية
 مجموعة بحوث الطاقة بدقة الساعة ، ونظمت علاقتها مع قسم العلوم
 الاجتماعية ، ومكتب المراقب العام ، وأمين المالية ، ومكتب الأمين العام
 والمستشار العام في المركز الدولي لبحوث التنمية (IDRC) ، الذين
 كانت مساعدتهم مشكورة . وقد ساعدت بام من قبل جـودى
 لويس ، التي نقدر لها حراستها للعمل وظرفها .

ومن ثم ، فاننا نشكر آن سمبسون وواردى لبيان ، مساعدى
 البحث الرائعين اللذين أقاما مكتبة مفيدة جدا خلال وقت قصير
 بمساعدة روسيا زباكوفسكا . كما تلقوا عونا كبيرا من قبل قسم علوم الاعلام
 لدى المركز الدولي لبحوث التنمية .

وقام رالف تورى ، مساعد المتسق ، بكل كفاءة بالادارة ،
 خصوصا فيما يخص التحكيم وتنقيح الاوراق . ونحن ممتنون جدا لمؤلفي
 الاوراق الذين تعاقدنا معهم (الملحق ٢) وللحكام (الملحق ٣) الذين
 فاق عونهم اللامحدود كل مطالب الحرفة .

ومشروع مجموعة بحوث الطاقة مدين كثيرا في تصويره لاندرو
 بينيت ، وموريس ليفي ، وطوني تيليت . ودون شك ، يعكس نجاحه
 رؤيتهم ونظرتهم البعيدة . وقد مهد آميتاف راث ، ووالتر شيرار كراخين
 عن المركز الدولي لبحوث التنمية وجامعة الامم المتحدة على التوالي ، علاقتنا
 مع الممولين .

ونود التعبير عن امتناننا الخاص لأولئك الذين ساعدونا

في صياغة هذا التقرير، علما بأنه لن تعرف مساهمة أي منهم فيه، وهم أندرو بارت ، وراميش بهاتيا، وبهارات بهوشان، وسوزي بوغاش، وجون تشيشر ، وبتر الكان، وجيلينا غراشا، وستفين غراهام، وخوزي روبرتو موريرا ، واديلسون دي اوليفيرا، وجون ساري .

وأخيرا ، نشمن كثيرا سفرائنا المتقنين: بهارتا بهوشان وادريان بيانكي، وآدم كاهان ، وسيلاس لواكابامبا، وجوزي ادی تورييز ، ومستشارينا اللذين عملوا عن كذب معنا وهم نيخيل ديساي وطوني بريور . ولاريب في اننا عاجزون عن الاقرار بمدى شكرنا تفصيلا للآخرين ، فقد كنا على اتصال مع مالايقل عن ٩٠٠ شخصا خلال حياة المشروع : حيث تلقينا من الجميع الكثير من العون والرغبة الطيبة . وسنكون سعداء اذا لبي هذا التقرير بعضا من توقعاتهم .

وبالنسبة لصيغة التقرير العربية هذه، فاننا نملك سعادة باللغة في صدورنا ، ان أن هذه الصيغة ستسهل ايصال آرائنا الى احد اكبر اقاليم العالم النامي واكثرها تفاعلا مع قضايا الطاقة ، الا وهو الوطن العربي . وفي هذا الصدد، نحن مدينون بالشكر للجهود الكبيرة التي بذلتها مجموعة المغناطيسية النووية والطاقة (ساوثمبتون ودمشق) على وضع التقرير هذا باللغة العربية وذلك وفقا لأكثر التعابير التقنية شيوعا . ولاريب في أن امتنانا خاصا نقدمه ازاء هذا العمل للاستاذ الدكتور عدنان مصطفى ، الذي أشرف على عمل المجموعة وحرر في النهاية مجمل التقرير .

المقدمة

اجتمعت مجموعة بحوث الطاقة بدعوة من المركز الدولي لبحوث التنمية وجامعة الامم المتحدة لاستطلاع بحوث الطاقة واقتراح اولويات البحث الطاقى في البلاد النامية، وهذا التقرير هو نتيجة هذا الالتزام. بُنِيَ هذا التقرير على الاسس الثلاثة التالية : (١) على البحث الطاقى الانتماء للبحث الاقتصادى والاجتماعى الشامل ، و (٢) يجب أن يدرس البحث الطاقى من خلال الطلب على الطاقة ، و (٣) يعادل حفظ الطاقة في الأهمية انتاجها . وقد ارتكز التقرير بشكل رئيس على المعلومات المنشورة ، ولم يُعْطَ تفاصيل هندسية وتقنية، كما استبعد المجالات التي تجعل فيها سرية المعلومات او نقص المعرفة أمر الحكم على البحث عسيراً .

- اجتمعت مجموعة بحوث الطاقة في آب / اغسطس من عام ١٩٨٣ لاداء (شروط الاتفاق) التالية :
- (١) - اجراء مسح شامل لبحوث وتقنية الطاقة الخاصين بالبلدان النامية .
 - (٢) - مسح الامكانيات القائمة والمحتملة في البلدان النامية الخاصة بتسيير وتمويل ونشر واستخدام بحوث الطاقة وتنميتها .
 - (٣) - مسح بحوث الطاقة وتقنياتها في البلدان النامية ومناسبتها لهذه البلدان ، والاسس التي يتم الوصول اليها ، وطرق استخدامها لنفع أكبر من قبل البلدان النامية .
 - (٤) - نشر وجهات نظر المجموعة واعضاءها ، ودعوة الرأى الخبير واثارة النقاش حول المسائل الطاقية التي تواجه البلاد النامية ، ونتائج البحث ذات العلاقة .

(٥) - اقتراح اولويات تخص تسيير واستعمال البحث الطاقّي على ضوء نتائج عملها الخاص بالموارد لصانعي القرار والباحثين والجهات المعنية الاخرى .

(٦) - اقتراح الوسائل التي يمكن من خلالها تحديد وتحسين توظيف المصادر المتاحة للبحث الطاقّي على الصعيدين الوطني والدولي .

والمسح البحثي الذي تعاقبت عليه المجموعة وفق شروط الاتفاق (١)، (٢)، و(٣) اشتمل على ١٠٣ بحثا استعراضيا (الملحق ٢) وبالرغم من عودته الى العديد من تلك البحوث، فان التقرير لايعتبر موجزا لها ولا استعراضا لبحثها . وتشكل البحوث العامة المقرة والتي نشرت على حده، خلفية هذا التقرير، وهي تمثل مسحا قيّما للبحث الطاقّي الذي يهم الباحثين والعاملين في مجال الطاقة .

ولم يكن ممكنا، من خلال موارد المجموعة، الوفاء بالشروط (٤) من الاتفاق والقاضي بنشر وجهات نظرنا او استجواب النقاش . غير أننا نؤمن بأهمية الحوار، خاصة لاختبار وجهات نظرنا، ونرحب به اذا عرض تقريرنا هذا أو اوراقنا الاستعراضية الى نقاش اكثر حيوية حول مشاكل الطاقة الهامة في البلدان النامية .

واذا كان هذا التقرير يغطي شرطي الاتفاق (٥) و (٦) فمن البديهي أن شموليته حددت بالوقت والامكانات المالية المتاحة لنا، رغم سخاء تمويلات البحث التي وفرها لنا المركز الدولي لبحوث التنمية وجامعة الامم المتحدة ، خاصة وأن مجال بحث الطاقة واسع جدا والبلدان النامية كثيرة التباين ، مما جعل من الخيال ، بل المغامرة ، اجراء تحديد شامل ودقيق لامكانية البحث الطاقّي واولوياته لكل البلدان النامية ، ولو كان تمويلنا أكبر بكثير . والذي حاولناه هنا هو ابراز التوجهات المفيدة ، وليس تقديم خطة عمل متكاملة .

منطلقات أساسية

يبين الملحق (١) تكوين المجموعة ، ويصف الفصل الثاني مفصلا مدخل عملها لاداء مهمتها . ومن الطبيعي ، بالنسبة لمجموعة كمجموعتنا ، أن لايتفق جميع أفرادها على كل ماورد في هذا التقرير . ومع

ذلك فلم يبدِ أحد منا أى اعتراض على الجوانب الرئيسة او على مقترحات هذا التقرير . أما التحفظات الصغيرة ، والتفسيرات الخاصة ، والارتياحات التي لبعضنا حول بعض الاقتراحات المحددة ، فلم نعبأ بالتعبير عنها لشعورنا بواجب الحفاظ على وضوح وبساطة هذا التقرير لقراءنا ، كما أننا لم نتردد البتة بتبني هذا التقرير .

وتلخيصا لفلسفة هذا التقرير ، فقد حاولت المجموعة نشر مدخل متكامل لمشاكل الطاقة . ويقوم الباحثون ، كلما تقدم موضوع من مواضيع الطاقة ، بتجزأته الى مشاكل اكثر تحديدا وعمقا . وتشكل دراسات الطاقة اليوم ، مزيجا لعلوم عديدة ، يقدم كل نظام علمي منها مفاهيمه وطرقه الذاتية . غير أنه عند هذه المرحلة ، يبدو من المهم أن تقوم البلدان النامية بتحديد مشاكلها الطاقية على أسس شمولية ، كما يتوجب عليها تطوير مفاهيم جديدة وصياغة قوانين نظرية وطرائق تخصصها . لهذا ، نحبذ اجراء استطلاع منهجي ومنظم للعلاقات البينية الخفية القائمة بين الطاقة والمتغيرات الاخرى ، وهو توجه مُقَصِّل اوضحناه مثلا عبر تعمقنا في العلاقات بين الطاقة والاقتصاد ، والتخطيط الطاقى الوطني والأسعار ، وتأثير الانماط الموقعية على استهلاك الطاقة .

ومن ثم ، تُفَنِّدُ المجموعة دراسة مصادر الطاقة وتقنياتها في اطار الطلب عليها . ويتطلب تحقيق ذلك ثلاثة مرتكزات : اولها ، يجب معالجة الطلب على الطاقة كمتغير سياسة فعال ، وكصدر مؤثر في حلول مشاكل الطاقة بنفس المستوى للامداد الطاقى والتقنية . ومن الممكن معالجة الطلب كمتحول خارجي يتحدد بأنماط العطاء والمداخل والأسعار . ومن الممكن ايضا ، التساؤل حول مصدر الطاقة الذى يمكن ان يواجه هذا الطلب المنظور (انظر مثلا Wilson 1977; Greene & Gallagher 1980) . وقد يبدأ هذا النمط من الصياغة بفقد أهميته حتى في البلدان الأغنى حين تصبح كلف الطاقة الحقيقية مهمة ، وهو امر أقل ملاءمة للبلدان النامية حيث غالبا ما يكون امداد الطاقة مقيدا أكثر بسعة الاستثمار المحدودة او مُرْهَصاً بميزان المدفوعات . لذا يجب افتراض أن الطلب على الطاقة بالنسبة لهذه البلدان متحولا وليس ثابتا ، وعلينا أن نسأل عن نمط التنمية الذى يسمح بارتفاع اعظم في " معايير الحياة " المتفقة مع القيود الفعلية على الطاقة ، او فعلا مع اى قيد على الموارد ، وماهي العوامل التي تحدد الطلب على الطاقة ، والى اى مدى يمكن التأثير عليها ؟ ومتطلبات من تستحق الافضلية الاولى؟ ومن ثم فانه يمكن تنظيم وادارة الطلب على الطاقة ، كما

أن امكانيات ومحددات ادارة الطلب على الطاقة تشكل الموضوع الرئيس للبحث في البلدان النامية .

ثانيا ، يجب دراسة مصادر الطاقة وتقنياتها في اطار استخدامها ، كما أنه في نفس الوقت ، يجب دراسة مصادر وتقنيات الطاقة البديلة التي يمكن أن تخدم نفس الحاجة . وبتعبير آخر ، ثمة امكانيات لاستبدال الوقود في معظم استخدامات الطاقة ، وهي تحدد طبيعة تنافس الطاقة في هذه الاستخدامات ، ومن ثم فلا بد أن يلعب منظور التنافس دوره الحاسم في البحث عن مصدر محدد للطاقة .

واخيرا ، فان الطاقة الموفرة تضاف على الامداد تماما كما تضاف الطاقة المنتجة . ومع أن البحث في أساليب توفير الطاقة تقدر بسرعة أقل ، لكن مع امكانيات اكبر من البحث في انتاج الطاقة ، ولها كذلك صلة اوثق بالبلدان النامية . ورغم أن البلدان النامية تستخدم كميات قليلة من الطاقة ، وتنتج كميات أقل من الاشكال الطاقية الكبيرة ، فان مخزونها من المراجعـل مثلا يصل الى الآلاف ، ومن المحركات الى الملايين . ويمكن أن تحقق تحسينات صغيرة في كفاءة هذه الأجهزة فرقا كبيرا بالنسبة لاستهلاك الطاقة في البلدان النامية . وغالبا مايكون الاستخدام الأكثر لمصادر الطاقة الراهنة أقل كلفة من التوسع في امداد الطاقة . ولهذا فان حفظ الطاقة يستحق افضلية عليا .

ولسوء الحظ ، لم يتقدم مجمل البحث حول العديد من هذه الأجهزة الى الحد الذى نستطيع عنده أن نحدد بثقة اتجاهات البحث الواعدة فيه . وليس هذا هو المجال الوحيد الذى وجدت فيه المجموعة نفسها تنقب في اعماق المجهول ، فثمة العديد من المجالات التي كان فيها تقويمنا تجريبيا وناقصا . ولهذا لانعتبر التقرير حُكْمًا قطعيًا بل تجربة تعليمية نقدمها كمساهمة في مسيرة الحوار الذى يرشد القرارات الوطنية والدولية . ونتوقع أن نستفيد من هذا الحوار كما استفدنا من كتابة هذا التقرير .

مدى التغطية

ان معظم المعلومات التي استخدمناها منشور : فمسح المعلومات غير المنشورة أصعب بكثير . وقد كانت تغطيتنا للمواد المنشورة

باللغة الانكليزية شاملة، وغطت مسوحاتنا الاقليمية أدبيات صينية، واندونيسية وكورية، وبرتغالية، واسبانية. كما حاولنا تغطية أدبيات بالفرنسية والألمانية، ويمثل غياب أدبيات الطاقة الروسية شجرة كبيرة في مسوحاتنا، غير أن اتجاهات البحث المهمة تنعكس عاجلا ام آجلا في أدبيات لغات كل البلدان الصناعية ان لم نقل كل البلدان. لكن ثمة تخصصات بحث وانماط وطنية ونظريات شاعت في اقطار دون غيرها. ويمكن ايضاح أهميتها الكامنة في نظرية الأصل غير الحيوى للفحوم الهيدروجينية. فيمكن اقتفاء ماضي هذه النظرية الى سبعينات القرن الماضي في روسيا، وبقيت مؤثرة في الاتحاد السوفيتي. أما في الغرب، فلم تؤخذ بجدية قط، الى أن تلقت دعما غير متوقع من معطيات جمعتها المسابر الفضائية.

ولا يغطي التقرير بأى تفصيل التقنيات الانتاجية والهندسية لصناعات الطاقة الرئيسة - النفط، والغاز، والكهرباء (الحرارية والمائية والنووية) . وقد فكرت المجموعة اول الأمر بتغطية تلك التفاصيل، لكنها وجدت أن الأدبيات المنشورة تشكل دليلا ناقصا لتلك المجالات، اضافة الى أنها استبعدت البلدان النامية من اهتمامها. ومعالجة مناسبة لهذه التقنيات كانت تتطلب تعاونا مؤسسيا لصناعات الطاقة والهندسة، وتوظيفاً لمستشارين مكلفين، ومن ثم تكون تجربة مختلفة عما جهزت المجموعة للقيام به. ولا يعكس هذا الاقصاء مدى أهمية الصناعات، بل يعكس عدم كفاية امكانيات المجموعة. على اى حال، فقد تناولت المجموعة في البحث أهم المسائل الاستراتيجية التي يحتمل أن يصادفها صانعوا القرار بالنسبة لهذه الصناعات.

ولا تشكل المراجع المذكورة في هذا التقرير مسحا للأدبيات، ولا تهدف الى اعطاء البحث حقه سواء في العالم أجمع او في البلدان النامية فقط، بل تمثل تلك المراجع اقل دعم ممكن نحتاجه لظهور وجهة نظرنا. وحاولنا، من بين خياراتنا للمراجع، اختيار أحدثها واسهلها تناولاً.

ولقد فرضنا على انفسنا حدودا فرضها الوقت والمجال. فبينما حاولنا ربط أهم مشاكل البحث للبلدان النامية التي لها أكبر علاقة بها، ابتعدنا عن الدخول في التفاصيل الاقليمية والوطنية. وقد حاولنا التعمق بشكل كاف في التقنيات بغية الوصول الى حكم عام على استخداماتها النهائية، وملاءمتها لتلك الاستخدامات، وفضليتها النسبية وأهميتها، واتجاهات البحث

الواعدة • ولم يكن ممكنا التعمق في التعقيدات التقنية، مع رغبتنا في ذلك ، بسبب مدى مهمتنا المحدود • وقد صعب حتى الوصول الى حكم عام، حيث المعلومات عن التقنيات كانت سرية او ذات ملكية خاصة ، او حيث لم يتقدم البحث بعد لتوفير أساس حكمنا عليه • وقد احجمنا عن ابداء أى حكم في العديد من هذه الأحوال •

بنية التقرير

يقع هذا التقرير في خمسة عشر فصلا • فبعد هذا الفصل ، نورد في الفصل الثاني مدخل بحث المجموعة : فرضياتها ، والاجراءات المتفق عليها ، وطرق معالجة القضايا الجدلية • ويقدم الفصل الثالث تحليل المجموعة لضعف البحث في البلدان النامية ، وما يتطلب عمله للرفع بمستوى هذا البحث • ويتطرق هذا الفصل ايضا الى العلاقة بين السياسة المتبعة والبحث •

ثم يأتي فصلان حول الطلب على الطاقة ، التي يشكل تحليلها ، حسب وجهة نظر المجموعة ، نقطة انطلاق البحث الطاقوي • ويعالج الفصل الرابع موضوع تحليل الطلب على مستوى النظام الاقتصادي والاجتماعي والقطاعات المستخدمة للطاقة • ويهتم الفصل الخامس بالبحث في مجال حفظ الطاقة ، ويهتم بصفة خاصة بالبحث في مجال كفاءة الأجهزة المستخدمة •

وتخص الفصول التالية ، مصادر الطاقة وتقنياتها الرئيسة • وقد جرت محاولة لتصنيف مصادر الطاقة وفقا لامكانية استبدال الوقود • غير أن تصنيفنا كان عاما ، لأن مسألة الاستبدال هذه تبقى نسبية وتتغير من استخدام لآخر • وتتطرق الفصول (٦) و (٧) و (٨) الى الوقود السائل والغازي والجامد على التوالي ، التي تمتد طاقة عبر الاحتراق • ويتطرق الفصل التاسع الى مصدرين حراريين آخرين للطاقة وهما الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الحرارية الشمسية • أما الكهرباء فقد غطاها الفصل العاشر ، بينما غطى الفصل الحادي عشر ، مصدرين حركيين للطاقة هما طاقة الرياح وطاقة الانسان العضلية •

وتمتد القضايا البيئية الى ما بعد موضوع الطاقة ، وقد كان من المستحيل المضي في عمق القضايا المرتبطة بالطاقة ضمن وقت وامكانيات المجموعة المحدودة • ومع ذلك فقد جرى في الفصل الثاني عشر

تغطية ثلاث مسائل بيئية رئيسة متعلقة بالطاقة وهي: انحسار الغابات والتصحر، وارتفاع حرارة الأرض ، والمطر الحامضي .

أما النتائج التفصيلية لبحث المجموعة فقد كانت عديدة وتنوع ايجازها، وتفايرت أهميتها وارتباطها بالمشاكل الراهنة من بلد نام لآخر واوردنا خلاصاتها لدى بداية فصل من فصول هذا التقرير . ومع ذلك فقد لخصنا استنتاجاتنا العامة، وليدة هذا الجهد المشترك ،في ثلاثة فصول ختامية موجزة : وهي تخص المتطلبات المسبقة للبحث في الفصل الثالث عشر، وحول استخدامات الطاقة في الفصل الرابع عشر، ومصادر الطاقة في الفصل الخامس عشر .

الفصل الثاني

طريقة عمل المجموعة

تتكون مجموعة بحوث الطاقة (ERG) من أحد عشر اخصائيا في الطاقة من البلدان النامية . حاولنا من خلالها ضم الاجتهاديين الاجتماعي - السياسي والمحترف على البحث مضمون هذا التقرير . و قد تركز اهتمام المجموعة على بناء القدرة البحثية التي بدونها يبقى ارساء افصليات البحث دون جدوى . وحاولت المجموعة تمييز دروب بحث واعدة من خلال دور الطاقة في التنمية ، فغطت كل اشكال الطاقة واستخداماتها .

وقد بدأت المجموعة بالفرضيات الناطمة التالية: يفترض أن يكون نمو انتاج واستهلاك الطاقة أساسيا لارتفاع " معايير الحياة" في البلدان النامية، غير أن ذلك لا يغني عن ضرورة وجود سياسات موجهة لتخفيف الفقر وتحسين توزيع الدخل . وهذا الشعور بالعدل ، يمتد الى المحيط الدولي . فلا بد من زيادة امكانية البلدان النامية في صنع قرارها المستقل ، الأمر الذي يتطلب اعطاء السمة العالمية لعدد من الوظائف والفعاليات التي تفتقدها الدول النامية ، وتعتمد فيها على البلدان الصناعية . وعلى النشاطات الاقتصادية اجتياز اختبار السلامة البيئية ، وأن تدار بكفاءة ، ولو أن الكفاءة يجب أن تحدد في الاطار المحلي .

يمثل التقرير موقف اجماع المجموعة . غير أن المجموعة تعترف بأن هناك قضايا عديدة يمكن ، بسبب حال المعرفة الراهنة لها ، الالتزام فيها باجتهادات بديلة اخرى لاتقل وجاهة عن اجتهاداتها .

لقد جاء أعضاء مجموعة بحوث الطاقة من خلفيات واسعة المدى : اذ يمكن تصنيف بعضهم علماء ومحترفين واداريين وسياسيين ، ومعظمهم بين ذلك كله . ومع انتماسنا ، في اوقات عديدة ، في التعليم والبحث العلمي والسياسة والصحافة والادارة ، غير اننا موحدين في عنصرين اثنين هما : اننا نحن ابناء بلدان نامية ، ونعمل فيها ، ثم اننا بذلنا اهتماما جادا في جانب من جوانب الطاقة — حيث ذهب توجهنا الجاد الى أكثر من تشكيل اجتهاد جاد او صنع بيان . وقام معظمنا اما بدراسة او تعليم او ادارة الطاقة . وهاتين السمتين اللتين نشترك بهما أدتا الى صياغة وعينا لما يمكن ويتوجب علينا ادائه .

ينوف عمر الاهتمام الجدى العام بالطاقة على عقد من الزمان ، كتب خلالهما الكثير حول مايجب على البلدان النامية ادائه وماحقق — اجلها (مثلا : **United Nations 1981; World Bank 1981, World Bank 1983a; World Bank & FAO 1981, Bhagavan & Carlman 1982; Mwandosya et al. 1983; Commission of European Communities 1984 ; Goldemberg et al 1985).**

لذا فقد سألت المجموعة نفسها : ماذا تبقى عليها أن تضيفه ، اذا كان ثمة ما يضاف ؟ الى ذلك القدر من الدراسات والاقتراحات السابقة ؟ .

وازاء ذلك ، توجب على المجموعة اتباع النموذجين التاليين : اولهما ، اجراء استعراض مهني صرف للاحتياجات البحثية الضرورية لتغطية ثغرات المعرفة التقنية ، (انظر كمثال ممتاز حول بحوث " احتراق الوقود " **Smoot and Hill 1983**) . وفي الحقيقة ، لم يكن هذا المدخل قابلا للتطبيق على موضوعنا الذى لاتحده حدود واضحة ولا يملك مجموعة رائدة معروفة ، ولا يحظى باجماع واسع بين الممارسين الرئيسيين . والنموذج الثاني ، هو على شكل تعليق اجتماعي — سياسي . ولقد كان هذا النموذج ضروريا لعدم توفر اسلوب مقبول لتحديد أفضلويات البحث من اجل التنمية دون المعايير الاجتماعية والسياسية . لكن نوعية تكوين المجموعة وظروف تشكيلها اوجبا ضم الحكم المهني الى الحكم الاجتماعي — السياسي معا . لذا ، توجب على المجموعة ابتكار مدخلها الخاص الذى يستدعي بعض الايضاح .

نقاط الانطلاق

تشخيص البحث

بادئ ذي بدء ، تجنبت المجموعة أخذ شروط اتفاق عملها حرفيا ، وتقييد نفسها بأرساء أولويات البحث الطاقية . وكوننا من مبادهي وممارسي البحث في البلدان النامية ، ادركنا أنه مالم يجر تحسين في فعالية مؤسسات البحث في البلدان النامية ، ومالم تتكامل في اطار عمليات الانتاج وصنع السياسة ، فان فشلنا الذاتي سيبدأ من ارسائنا أولويات البحث . ومع أن رؤيتنا للبحث يمكن ان لا تكون نهائية ، اضطررنا الى ارساء بدايات التشخيص الموضحة في الفصل الثاني .

مسارات البحث

الغاية من ارساء أولويات البحث هي قيادة المصادر - الباحثين ، والتمويلات ، والاجهزة - نحو مواقع مرغوبة او واعدة . ونظرا لأن البحث يكون غالبا مغامرة في المجهول ، فانه قد يخطئ بأساليب عديدة . فمشاكل البحث يمكن استيعابها في صور نماذج شائعة بين مجتمعات الباحثين ، وهي نماذج لاتؤدي دوما الى حلول مرضية . والبحث هو جزئيا ظاهرة اجتماعية ، وتمارس مجتمعات البحث على الاغلب سلوك التعبئة الجماهيرية النفسية - او سلوك عصبة الصيد - : فالرواد الذين يعالجون مشاكل جديدة ، او يحاولون تطبيق منهجيات ووسائل جديدة ، سرعان ماتتبعهم حشود المقلدين . وكثيرا مانجد " مفعول الحشد الجماهيري " في تأثير المثل الفكرية للبلدان المتقدمة على البحث في البلاد النامية مثلا . ويتعزز هذا المفعول في هذا الحال بالعوائد المادية والاجتماعية الكبيرة على البحث المنشور والمعترف به في البلدان الصناعية (Cooper 1973) . والانفاق على البحث يشكل استثمارا يخضع لنفس القوى التي تسبب الهدر في الاستثمار ، كاحتمالات الربح والتبذير . وتبقى مصادر التبذير هذه قائمة حتى لو ارسيت أولويات البحث على نحو صحيح .

ومن ثم ، فقد شعرت مجموعتنا الباحثة ، أنه يتوجب علينا ان لانشير فقط الى مجالات البحث الفضلى فحسب ، بل نحو الاتجاهات

والمداخل الواعدة • وخشية الوقوع في خطر نسيان مخاطرات مثل هذه المسؤولية ، ذكرنا أنفسنا بالعرض الذي أبداه فيرنر فون سيمس حول وضع صناعة البحث الكهربائي • فمؤسس شركة الأجهزة الكهربائية المشهورة - سيمس وهالسكه - كان بذاته مخترعا قديرا • وقد توصل ، بـ بعد استعراضه كل تجارب العالم الغربي (ومن بينها القارب المزود بطاقة مدخرة كهربائية الذي جربه جاكوبي في نهر النيفا - روسيا) الى عدم امكانية استعمال المدخرات الكهربائية كأساس لاستخدام الكهرباء على نطاق واسع ، وركز عمله على تطوير " الآلات الكهربائية " او المولدات الكهربائية • وقد ظهرت راحة رأيه عبر الدور الهامشي للمدخرات بعد ١٠٠ سنة من البحث • ولكنه توصل ايضا ، الى أن الانارة بالاسلاك المعدنية او الفحمية ليست عملية ، لأن " النور المتولد منها ضعيف ويتطلب الكثير من الكهرباء والعمل حتى ليصعب دعوته ضوءا كهربائيا " (Siemens 1880) ، لذا فانه ركّز على تطوير الشموع الكهربائية التي أثار بها البرلمان الألماني • وفي ٢١ تشرين أول / أكتوبر ١٨٧٩ تقريبا - عندما كان سيمس يكتب هذه الكلمات - تمكن أديسون من وضع قنديل فحمي داخل حبة زجاجية مفرغة من الهواء ليكشف عن اختراع جعل أنوار الشوارع الكهربائية تطفئ للأبد •

وهكذا قمنا بوضع تقديراتنا لاتجاهات البحث الواعدة بكل حذر وتواضع ، دون ان ندعي الكمال • وحاولنا أن لانشر بعيدا خلف خبرتنا وأن لانضيق في التخمينات • وهذا يعني ، أننا كنا غير قادرين على التمييز في كل المجالات على نحو متكافئ • ومع ذلك تجاسرنا على ابداء آراء نعتقد بأنها ستجعل البحث أكثر فعالية •

رأي مواكب

قررت المجموعة استقاء اولويات البحث الطاقّي من موقع الطاقة في مسيرة التنمية وليس من أية مميزات ذاتية للطاقة • لذا قررنا أن نأخذ بالحسبان بعض البحوث التي لا يغطيها محللوا الطاقة عادة - مثل ، البحث حول طاقة العضلات البشرية ، والاجهزة المستخدمة للطاقة • وقررنا التركيز أيضا على طلب الطاقة ، واستخدام الطاقة كمؤشرات رئيسة •

ومع كونهم جميعا أكاديميين ومحترفين ، فقد حاول أعضاء المجموعة التسامي عن المواقف الغنية ، بغية بلوغ موقف اجماع واسع

واكمال معرفتنا التقنية بوعي للخيارات الاجتماعية والاقتصادية التي تواجه المجتمعات النامية ، مع ادراك للاهتمامات المتضاربة التي تقيد تلك الخيارات . وحاولنا الاتفاق على الفرضيات النظرية التي يجب أن تحكم آراءنا الاجتماعية والاقتصادية العامة . وقد جرى وصف تلك الفرضيات في جزء لاحق من هذا الفصل بعنوان " فرضيات ناظمة " .

كُلُّ أشكال واستخدامات الطاقة

حاولت المجموعة ، وفق مهمتها ، تغطية كل أشكال الطاقة اضافة الى كل استخداماتها . وقد أغلنا بعض أشكال الطاقة التي لا يَحتمل أن تكون مهمة في المدى المتوسط والبعيد (مثل تحويل طاقة المحيطات الحرارية) . وتركنا جانبا عددا من استخدامات الطاقة او أجهزتها استخدامها (مثل العنفات والمحركات النفاثة) نتيجة ضيق الوقت، كذلك لأن البحث والتنمية يقتصران أحيانا على عدد من المنتجين ومن الصعب ملاحظتهما من الخارج .

وعلى نقض العديد من العلماء ، ومن بينهم أعضاء مجموعتنا وكتاب بحوثنا الاستعراضية ، لم نتخذ أى موقف من مسألة المصادر المتجددة ازاء المصادر الناضبة . فاستخدام المصادر الناضبة ، يتضمن تقاسمها بين الأجيال المتعاقبة . وهذا يستتبع تقديرا لقيمة تلك المصادر حيث لاتساعدنا ، في تجنب هذا التقدير ، أية قاعدة تفضيل بسيطة . فمبدأ " الفندقية " (مبدأ هوتلينغ) ، القائل : بأنه بعد استبعاد كلف الاستخلاص والانتاج ، يجب أن يزداد السعر الصافي للمصدر الطاقوي الناضب بمعدل مساو لمعدل الفائدة ، يبقى هذا المبدأ منطقيا فقط ضمن قيود محددة ولا يكون مفيدا جدا في الاحوال العملية . على أى حال ، ليس ثمة طريقة سهلة لمقارنة المنفعة بين الأجيال البشرية المتعاقبة . (أنظر : **Umana 1984**) . ومع ذلك، يجب على الذين يحددون حصص الأجيال اجراء الخيارات الاخلاقية اللازمة . وتستهلك أكثر المصادر الناضبة اليوم من قبل البلدان الصناعية . وبادرك تنظيم الأسواق الصناعية ، فان استهلاك البلدان النامية المنخفض للوقود الحفري الآن ، فان ذلك لن يؤدى بأى حال من الاحوال الى وفرة من هذا الوقود للأجيال المقبلة في تلك البلدان . وهكذا ، فالخيار ليس بيد البلدان النامية ، ولابيدها الحكم الاخلاقي الذى يفرضه مثل هذا الخيار .

غير أن هذا لا يعني أن البلدان النامية لن تعاني من عواقب
نضوب المصادر الطاقية . لذا، اذا بذلت جهود لضبط معدل انضاب هذه
المصادر، يكون من فائدة البلدان النامية الاسهام فيها . أضف الى ذلك،
أن البلدان التي تستغل أية مصادر ناضبة (ومن بينها الوقود الحفري)
لاستخدامها الذاتي أو للتصدير، يتوجب عليها تقدير سرعة انضابها لهذا المصدر .
فلهذه الدول اذا مشكلة بحثية ذات خيار زمني في أمر استغلال المصدر،
وهل سيعامل كمفاعة تقسم بين الأجيال ، او كادارة ميزان المدفوعات، أو
تحليله بأى اسلوب آخر يختارونه ؟ ، فالمسألة حاسمة بالنسبة للبلدان
المصدرة للمصادر الناضبة .

فرضيات ناظمة

يستدعي أمر تحديد اولويات البحث الطاقّي اعتماد مدخل
استغلاليّ ، واستعراضا للاهداف العملية المباشرة وليس واعدّ وفتننة
البحث . وفي نفس الوقت، استحال على المجموعة اتخاذ وجهة نظر الزبون
الضيقة ، ذلك لأن أهم الزبائن - الحكومات ، ووكالات التمويل، والمنتجين،
الخ . . . - عديدون من جهة ، ولأن اهدافهم كانت خاضعة للنقاش من
جهة أخرى . ولهذا فان احسن ما أمكن للمجموعة فعله هو أن تعمل
بجملة من الاهداف التي يمكن للبلدان النامية الاشتراك فيها عامة . ومن
بين تلك المُثُل المناقشة أدناه، يمكن أن يبدو بعضها جديرا بالثناء
كالامومة العالمية ، بينما يبدو بعضها الآخر جدليا كالنمو صفر . ولاريب
في أن بعض الاجتهادات الواردة في هذا التقرير، ستثير جدلا كبيراً .
ونحن نرحب بالجدل طريقاً شائكا نحو الحقيقة . انما كي يكون الجدل
مثمراً ، يجب أن يبدأ من نفس الفرضيات . ورأينا التعبير عن آرائنا
اولاً لتعزيز اتجاهنا نحو رأى جماعي للمجموعة ، ومن ثم توجيه النقاش
في اتجاهات بناءة اكثر .

وعبر العصور التي سبقت الصناعة الحديثة ، كان الرفاه
الذي عاشه الناس ، والعمل الذي بذلوه للعيش ، معتمدا على ارتباطهم
بالأرض . ومن الواضح ان فائض الغذاء عن استهلاك منتجيه ، كان ضروريا
في كل الأزمنة لبقاء التمرکزات الحضرية للناس التي لا تنتج غذاءها . وحين
تحققت سويات عليا من الخصوبة ، او تسنت وفرة من الاسماك والطيور
والفواكه، عاش الناس حياة جيدة ، او حازوا متسعا من الرفاه . أما في

ظروف أقسى، فقد كان على الناس أن يعملوا أكثر لمواجهة أعباء الحياة الضيقة .

وفي الأقاليم التي توفر لديها فائض يفوق متطلبات بقاء السكان الذين ينتجون الغذاء، فإن جزءاً من هؤلاء السكان قاموا بممارسة وظائف أخرى كالتجارة والحكم والدين والحرب : ومنهم من حقق بذلك نجاحاً واثراً . ومن ثم، تم بناء آليات خاصة في المجتمعات ما قبل الصناعية أدت إلى اختلال في التوازن الاقتصادي .

وقد قاد ابتكار تقنيات آلية حديثة إلى زيادات كبيرة في إنتاجية عمل الإنسان . وحققت هذه التقنيات كثافة من الثروة والدخول تفوق تصور العالم ما قبل الصناعي ، كما رفعت مداخيل الطبقات العاملة من خلال إعادة استثمار تلك الثروة في نشاطات تتطلب عملاً . واليوم تنظم عملية هذا النمو الاقتصادي الجزء الأكبر من سكان البلدان التي تعتبر صناعية .

ولم تتناول عمليات نمو الانتاجية والمداخيل إلا قسماً صغيراً على الأغلب) من سكان بقية العالم ، الأمر الذي قاد إلى حدوث فروق كبيرة في الثراء ونمط الحياة بين الذين انتفعوا من موجة الانتاجية الشاملة والذين خابوا فيها . وباتت لدى الصنف الأخير سويات الفقر واليأس سائدة ، مما يشكل وصمة عار أزا سويات نجاح جيرانهم على تفاوت بعدهم وقربهم .

وان أُريدَ رفعاً لمعايير الحياة في البلدان النامية، فإن ثمة حاجة ماسة لاجراء توسع مميز في انتاج السلع والخدمات . وكما أسلفنا، تشكل الطاقة انتاجاً بسيطاً، ولا يكون للاهتمام بها معنى إلا في اطار الحاجة الى المزيد من الانتاج والاستهلاك . ومن ثم ، فالنمو في البلدان النامية يبقى شرطاً ضرورياً لتحسين اوضاع الناس اليوم .

غير أننا نعتقد ايضاً بأن ثمة آليات قائمة في البلدان النامية كانت وراء التوزع غير العادل لمنافع النمو . والتباينات المنبثقة عن تركيز الملكية تسود في كلى البلدان النامية والصناعية . الا أن القوى التي تزيد الاجور وتخفف التمييز الطبقي فهي ليست قوية في البلدان النامية كما هو الحال في بعض البلدان الصناعية . وثمة قوى مميزة مثيرة لعدم المساواة في البلدان النامية ايضاً . فملكية الصناعة والاعمال تتركز ضمن

مجموعات ضيقة وصغيرة في تلك البلدان . وتمسك مجموعات صغيرة بالسلطة السياسية فحولتها الى سلطة اقتصادية . وليس ثمة عدل في بلوغ التعليم وثمة تغيرات في نوعية التعليم المتاحة للفقير والغني . ويقتصر النمو على القطاعات التجارية من الاقتصاد ، ولايمس القطاعات الزراعية والعاملة في الصيد والتكسب اليومي . وتبقى الأرض سبيلا للشراء ، وليست ملكيتها مفتوحة لقطاعات كبيرة من ابناء الريف . وفي المناطق الحضرية ، يتضافر السكـن السيء وفقدان الضمان مع البطالة لحرمان الفقير من ادخار الممتلكات . وتتكشف نتائج هذه القوى في تغشي الفقر واليأس والفساد السياسي حتى في بعض البلدان النامية الأكثر دينامية ونجاحا . ونعتقد بأن مآسي النمو هذه يمكن في كثير من الاحيان تجنبها ، ويمكن علاج ملامحها القصى بما لدى البلدان النامية من موارد الآن .

ولانعتقد بأن ازالة الفقر والتمييز الطبقي او خفضهما على نحو مميز يمكن ان يتم بعمل في مجال الطاقة فقط . فمعظم الأعمال يحمل مُرْكَبَة تقنية ومن ضمنها العمل لازالة الفقر والتمييز الطبقي، وكل التقنيات يملك مُرْكَبَة طاقية . لذا ، فان مقومات العمل لتوزيع الدخل وتوفير الحاجات الأساسية هامة وتتطلب استطلاعا واعتبارا لدى صياغة السياسات الطاقية . أضف الى ذلك أن العمل في مجال الطاقة ينمكـن أن يحسن الانتاجية ويوفر وسائل تحسين توزيع الدخل ونوعية الحياة . والأهم من ذلك ، أن تغاقر الفقر وعدم المساواة يشكلان مصدر عدم استقرار وتشتت في المجتمعات بما يجعل نموها السريع المتسق امرا مستحيلا . وهذا هو الداعي الى جعل تخفيف الفقر مركبة أساسية لسياسة الانماء التي تشكل الطاقة جزءا منها .

وقد قاد ظهور الصناعة العصرية الى دخول عدد كبير من المنتجات ، والنشاطات ، والوظائف الجديدة ، حيث العديد منها مقتصر على البلدان الصناعية . وقد وفر هذا التخصص للدول الصناعية ، مع تركيز الانتاج الصناعي فيها ، نفوذا كبيرا على ثروات البلدان النامية - نفوذ لا تقتصر ممارسته على الحكومات، بل تملكه الشركات متعددة الجنسية ذات المواقع القيادية في البلدان الصناعية . فهل من المعقول توقع قيام هذه الحكومات والشركات بممارسة قوتها على البلدان النامية بأى تحفظ او عدل وليكن مثالا في التجارة والتمويل وتطوير التقنية ؟ . على أى حال ، اننا نفضل قيام نظام اقتصادى أكثر عدلا في هذا الصدد دون ريب .

غير أننا نقر بأن العالم مقسم بصورة دول - أممية ، ومهما كان مستوى العون الدولي، فإن تنمية دولة - الأمة يعتمد الى حد كبير على جهود أبنائها داخل حدودها . ولهذا يصبح من أساسيات انماء البلدان السعي الى توطين بعض النشاطات والامكانيات، والاعتماد على النفس في بعض الجوانب الأساسية . ويعطي تحديد جوانب هذا التوطين ورسم الخط الفاصل بين الاعتماد على الذات والاكتفاء الذاتي مجال لاختلاف الرأي . غير أنه يوجد اتفاق اكبر حول وجود صنف من النشاطات الأساسية . ولعلنا نجد في مقدرة الحكومة على اتخاذ قرارات مستقلة بشأن سياسة الطاقة الوطنية ، خير مثال . ومن هنا تنبع الحاجة الى المقدرة على البحث اللازمة لصنع قرارات عليمه ، والى الامكانية الانتاجية اللازمة للابقاء على البحث واستغلاله . وهكذا، يبقى الاعتماد على الذات مطلباً مسبقاً لدعم الاستقلال الوطني اقتصادياً وتقنياً .

ولا يمكن النظر الى مسائل السياسة الكبرى، بما في ذلك سياسة الطاقة ، دون ادراك العوامل الخارجية . فاستخدام الوقود الحفري من قبل البعض يؤدى الآخرين بأشكال عديدة ، كالمطمر الحامضي والتلوث . ونعتقد بأن سوء الاستعمال واختلال المساواة الناتجين عن النشاطات الاقتصادية ، لابد وأن تحتسب عند تقديم المنافع الصرفة لائ مشروع ، وأن تجتاز تلك النشاطات اختبار السلامة البيئية بنجاح .

ولانتشأ العوامل الخارجية بين المعاصرين من الناس فحسب وانما بين الأجيال المتعاقبة . فكميات الوقود الحفري المتاحة اليوم على هذا الكوكب محدودة تماما ، وأى مستخدم لوقود منها مثلاً سيخفف امكانية الامداد الكامنة للأجيال القادمة (Georgescu-Roegen 1976) .

وان كنا لم نستنتج من هذا ضرورة التحول السريع من المصادر الناضبة الى المتجددة، غير أننا نؤكد على ضرورة أخذ الأجيال القادمة بالحسبان .

ونشارك في تفضيل الكفاءة : بمعنى أنه اذا كان ممكناً اجراء نشاط ما بأقل مدخل مصدرى فيجب الاستفادة من هذه الامكانية . ويمكن أن يكون هذا التحفيز سادجاً او غير دقيق وذلك لغياب معيار فريد للكفاءة . والقياس بدلالة عامل واحد - انتاجية العمل مثلاً - يمكن أن يكون مُضللاً نتيجة لوجود عدد من المداخل ووجود عدد غير محدود من أساليب موازنة مثل تلك المداخل بغية الحصول على قياس للكفاءة . فموازنة تلك

المداخل من خلال أسعارها هو تقليد ملائم، ولكن الأسعار ليست جامدة • خاصة وأن العديد من البلدان النامية يعتمد على استيراد الطاقة ويواجه فرصاً غير متكافئة في تشجيع التصدير • ويمكن للتغيرات القائمة في ظل كلف المستوردات أن ترغب في البحث عن البدائل المستوردة وعن استثمارها ومن بينها الطاقة — في بعض الدول النامية ، حتى عندما لاتدعمها الكلف الدولية على أساس معدلات التبادل الراهنة • ويجب التحلي بعبد النظر وتنبؤ نقاط التحول المستقبلية الناتجة عن مثل تلك القرارات • فيمكن للبلد الذي يتوقع أن يسوء ميزان مدفوعاته مثلاً اتخاذ اجراء مبكر لتطوير تقنيات طاقة بديلة حتى قبل أن تصبح اقتصادية على أساس معدل التبادل السائد • عموماً ، لابد لمفهوم الكفاءة العملي أن يأخذ بالحسبان مداخل مضاغة ، ويجب أن يتماشى مع الظروف المحلية والاهداف الوطنية •

الشكوك الكبرى

تم بلوغ الاجماع الذى أرسى عليه هذا التقرير عبر معالجة تكرارية • اذ تم اخراج جملة من التعابير المحددة لموقف محدد اولا في اطار عدد من المبادئ والتغطية المحققة من قبل كامل المجموعة • ثم جرى تعديلها وتوسيعها وتنقيحها على ضوء ردود فعل الأعضاء على ثلاث مسودات متتالية • وهذا التفاعل لم يبرز أى تعارض أساسى بين أعضاء المجموعة ، بل تبين على أساس عدد من الاوضاع المستقبلية او الفرضية : أن لاعضاء المجموعة اجتهادات بديلة بمستويات من الثقة متساوية ، كانت من بينها بعض المسائل الرئيسة في النقاش الطاقى • ونورد فيمايلي أربعاً أمثلة على ذلك :

— السعر المستقبلي للنفط

خلال ال ١٢ عاما الماضية ، تم بحث عدد من التقنيات وتطويرها او تحديثها بتوقع استمرار ارتفاع أسعار النفط • ولو استمر فعلاً ذلك الارتفاع ، لأصبح عدد من المصادر والتقنيات البديلة منافساً عند سويات مختلفة لأسعار النفط • فكلما تسارع ارتفاع النفط كلما بَكَثَتْ تلك المصادر والتقنيات في منافستها وبكر تبرير بحث وتطوير تحسينها • ومن جهة أخرى ، لو بقيت أسعار النفط دون المستوى الذى تصبح فيه البدائل عملية لمستقبل بعيد ، فان الاستثمار في البحث عن البدائل يصبح سابقاً لوانه ان لم يكن ضائعاً • ويشترك الباحثون اليوم بقناعات قوية حول النهج

المستقبلي لأسعار النفط • ولا يُستغَرَبُ أن يتماشى ذلك مع قنوات الباحثين في ضرورة البحث عن البدائل • ومع ذلك، لو نظرنا في المسألة بامعان لوجدنا أن آلية تحديد سعر النفط معقدة ومبهمـة (Singer 1983 , 1985) • وحتى لو كانت واضحة ، فإن عدة متحولات يشك جدا في مستقبل تحولها ، كمعدلات التقدم التقني ، ومعدلات الكشف النفطي ، تدخل تلك الآلية (Adelman et al. 1983) وفي هذه الظروف ، يمكن الحفاظ بنفس التقرير على تنوع من القنوات البديلة حول أسعار النفط المستقبلية •

— مستقبل معدل الدفـان

من المقلق جدا احتمال صعود تراكيز ثاني اوكسيد الفحم الذي يمكن أن يوءى الى تغيير جذرى في المناخات الاقليمية والى غمر مساحات واسعة من الشواطئ نتيجة ذوبان الطبقة الجليدية القطبية • ويؤثر مستوى الشعور بهذا الخطر تأثيرا كبيرا في القنوات حول استعمال مصادر طاقية " جيدة " كالهيدروجين والطاقة النووية • لكن مستوى الشك حول مستقبل الاصدار الفحمي عال ويزداد مع ارتفاع مستقبل التوقعات • وفي جملة مـن التوقعات الناتجة عن قيم معقولة لعدد محدود من المتحولات، فقد وجد أن الانحراف العيارى لاصدارات الفحم المتوقعة يساوى تقريبا الانحراف الوسطي لعام ٢٠٢٥ • وسيرتفع بقدر يتراوح بين ٣٠ و ٦٠ بالمئة عن وسطى عام ٢٠٧٥ (Edmonds and Reilly 1985b) • وهكذا تنتشر القيم المقبولة على طيف واسع جدا • ونظرا لأن بعض المتحولات المستقلة يمكن تغييرها حسب السياسة المتبعة، والتي تتأثر بدورها بنظرة صانعي السياسة في مشكلة أخطار الدفـان العالمي ، فانه يصعب التنبؤ بمستويات اصدار الفحم • وحتى لو كان ذلك التنبؤ ممكنا، فالعلاقة بين اصدار الفحم والمناخ الأرضي لازالت نفسها موضع نقاش ، كما ذكرنا في القسم الثاني من الفصل الثاني عشر • وهنا أيضا يمكن اجراء عدد من الأحكام المختلفة بنفس مستوى الثقة •

— النمو العالمي ودوراته

يمكن القول عموما بأنه كلما أسرع نمو الطلب العام في بقية العالم كلما هان على البلدان النامية تصدير وحيازة المصادر اللازمة لتوفير مستوداتها ، ومن بينها المستوردات الطاقية • وقد شهد ربع القرن الذى أعقب الحرب العالمية الثانية نموا سريعا نسبيا في الطلب العالمي،

كذلك في مستوردات النفط من قبل البلدان النامية المستوردة للنفط . ولكن طلبها هذا قد قصرته الارتفاعات المتعاقبة في اسعار النفط ، كذلك بالنمو الأبطأ في البلدان الصناعية بعد عام ١٩٧٣ . ومستقبلا ، كلما تـعـثـر اقتصاد العالم كلما استشرت مشاكل ميزان مدفوعات البلدان النامية ، وأصبح لديها المبرر لاستثمار بدائل المستورد ، حتى عندما لا تكون ثمة منافسة في السوق الدولية . ومن ثم تعتمد جاذبية بدائل النفط في البلدان النامية على أسعار النفط العالمية كما أسلفنا ، وعلى نمو العالم أيضا . ومع الاعتقاد بأن نمو العالم يتم عبر دورات ، فمحركات هذه الدورات لم يجر بعد فهمها لتكون موضع ثقة (Freeman et al. 1982) .

— الدعم المباشر ازاء الدعم غير المباشر

ثمة مبدأ معقول في السياسة الاقتصادية يقول بأنه ممن المفضل اعطاء الدعم الذى يقصد به تحسين توزيع الدخل على شكل دخل عام ينفق على عدد من السلع وذلك بدلا عن الدعم المفروض على استهلاك سلعة معينة . ولاشك في الصعوبة الكبرى الملازمة لتطبيق هذا المبدأ في البلدان المختلفة . فظروف كل بلد تخصه بالذات ، ولا بد من الاجتهاد حول جدوى تطبيق هذا المبدأ . وهنا كذلك ، لاتعطي التجربة المتاحة اليوم أرضية كافية لبلوغ توازن بين الأفضل والممكن ، ويمكن الامسـاك بعدد من الاجتهادات البديلة التي تحمل نفس مستوى الثقة .

وهذه بعض القضايا التي يمكن لأعضاء المجموعة أن ترى من خلالها صحة وجهات نظر مختلفة . وحول هذه القضايا وغيرها ، تبقى أرضية هذا التقرير غير المتحيزة ، مرساة على قبول الاختلافات المعقولة ، التي لاتتعارض ووجهات نظر خاصة يمكن أن يحملها أى عضو من اعضاء المجموعة .

الفصل الثالث

البحث ومناخه

يتوجب على البحث أن يكون مفيدا اضافة الى موثوقيته ، ومدى تحقق ذلك يعتمد على التفاعل النشط بين موعديه ومديره ومستخدميه . وما الحكومات الاموءسات لحل الصراعات ، فمهما كانت فلسفتها ، وآيا كان دورها المركزى الطاقى ، ومهما كان عيار استثماراتها وكلف استيرادها او عوائد مصدراتها من الطاقة ، فان الطاقة ترغم حكومات البلدان النامية على التصرف في اطارها . وعلى السياسات الطاقية النظر بعيدا في المستقبلات المجدية والاختيار من بينها وانتقاء أدوات تحقيق الأهداف الوطنية . ويمكن للبحث تحسين القرارات في كل خطوة . وكى يساعد البحث السياسة على نحو فعال ، يجب مبدئيا تحقيقه بواسطة مؤسسات محترفة وموهوبة حقا ، قادرة على اعطاء نصح مستقل . ولا بد أن تكون الحكومة مشتر للمعرفة منها بدلا من أن تكون مالكة للبحث . وبمقدرة العديد من مؤسسات الدول النامية الوصول الى ملاحظات تقنية متقدمة ، وهي في سبيل ذلك بحاجة الى تشجيع ، ولا بد من توجيه المساعدة الحكومية لبناء هذه المقدرة ، وليس للبحث والتطوير بحد ذاته ، كذلك لانشاء بنى سوق منافسة قادرة على اثاره رغبة المؤسسات في الابتكار بدلا عن ابتكارات خاصة . ويجب أن تبقى المؤسسات البحثية العاملة لصالح الشركات الصغيرة على اتصال وثيق مع المنتجين وعليها الابتكار الى الحد الأدنى من مخاطر وضع هذه الابتكارات في الاطار التجارى .

وبغية تعزيز كفاءتها ، تحتاج مؤسسات البحث الى ادخار الخبرة ، ونشر المهارات الذكية ، وضمان الاستخدام الكفوء لممتلكاتها

الفكرية ، والتقريب بين الأنظمة المختلفة كي تتعاون في حمل عبء المشاكل .
ويجب توجيه تمويل هذه المؤسسات نحو بناء ممتلكات فكرية ومادية فـ في
مجالات محددة للبحث ، ويجب تصميم المشاريع لاستغلال تلك الممتلكات .
ويلعب مدراء مؤسسات البحث دورا حاسما في تنسيق الباحثين والمشاكل
والبرامج والمشاريع . ويبقى التدريب والمداولات ضرورية لجودة البحث .

وتلعب وكالات التمويل الدولية دورا يتراوح بين السلبيّة
والاعتدال في بناء امكانية البحث ضمن البلدان النامية . ويمول البحث المحدد
الموقع والكبير العيار من قبل وكالات التمويل الكبيرة ، بينما يمول البحث
الصغير العيار ، الذي لايرتبط عادة بالانتاج او التسويق ، من قبل
وكالات التمويل الصغيرة . وهذه الوكالات ليست مسؤولة عن غياب
الترابط بين السياسة والانتاج والاستخدام من جهة ، والبحث من جهة
أخرى ، فهي سمة من سمات الدول النامية : وهذا الانقسام ناجم عن
هيمنة الشركات متعددة الجنسية على انتاج اجهزة الطاقة الكثيفة التمويل ،
وعن ضعف الشركات في البلدان النامية ، وعن سلبية سياسات الطاقة
لحكوماتها . غير أن وكالات التمويل الدولية هي ايضا تقوى هذا الانقسام
وتفعل القليل لعلاج ضعف مؤسسات البحث في البلدان النامية .

يتركز هذا الفصل على بحوث الطاقة . والكثير مما قيل هنا
سيكون له تطبيق أوسع دون ريب .

للبحث العلمي سمتان حاسمتان انما صعبتا التحديد وهما
المنفعة والنوعية . فيجب على البحث أن يخدم منفعة عملية بطريقة مباشرة
او غير مباشرة ، اذا اريد اخضاعه لآى تقويم اجتماعي او اقتصادى ، ولكن
هذا ليس كافيا بحد ذاته . فالبحث الذى يقود الى نتائج خاطئة يمكن
أن يؤذى ، وكلما كبرت أهمية تطبيقاته ، كلما زادت فداحة أذاه ، لهذا
يجب أن يكون البحث نافعا وموثوقا .

والبحث العلمي مدخل وسيط يمكن استخدامه في صياغة
السياسة ، او الانتاج ، او الاستهلاك . ويجب على البحث خفض الأخطار
المواكبة للقرارات في هذه الفعاليات ، او توسيع الخيارات ، او خفض الكلف ،
او تحسين نوعية السلع والخدمات . ولايمكن الحكم على جدوى البحث
الا من خلال نتيجة او أكثر من هذه النتائج .

غير أن هذه النتائج تقع خارج دائرة البحث • ومن ثم ، فمنافع البحث تظهر للمستخدمين النهائيين ، أى صانعي السياسة او المنتجين او الوكالات الممولة • ويجب أن يكون هؤلاء مهرة في استخدام البحث وترجمته الى قرارات عملية ، وتتطلب تلك المهارات بعض التدريب في المجالات المساهمة في البحث • وسوف نسهب في بيان أهمية "المستخدم العليم" في انتاج بحث جيد في مختلف الصناعات ، خصوصا النفط والكهرباء ، ولكن جوهر الأمر هنا هو اكثر شمولاً : فكلما اتسع تدريب مستخدمي البحث، كلما تعاظمت الاستعمالات التي سيقدرّون على الوصول اليها من ذلك البحث • فمثلا يمكن أن يبدو التوتر السطحيّ لغير المختص موضوعا مبهما لافئدة عملية فيه ، ولكن له في الحقيقة تطبيقات على الأقل حتى في مجال الطاقة ، وهما منع الهبوط في أنابيب مرجل المنشأة الكهربائية ، والاقتصاد بالماء الساخن عند الغسل والتنظيف •

ويتساوى مدير البحث العليم في الاهمية مع المستخدم العليم • فهو بحاجة لأن يكون عليما لعدة أسباب : فالمعرفة ليست منظمة على أساس المنفعة وانما على أساس النظريات والأدوات • ومن ثم ، تتطلب أية مشكلة عملية قرارا حول مجال المعرفة الذي يجب تطبيقه عليها ، كما يجب غالبا تجزئتها الى مشاكل فرعية يمكن لباحثين مفردين او بمجموعات صغيرة معالجتها • وبالمقابل ، يجب ادماج النتائج المتحصلة داخل حلول عملية • وتستدعي عملية تقويم المشاكل وادماج النتائج خبرة خاصة من مدير البحث •

وقد حاولنا في الاقسام التالية التعبير عن مضامين هذه المبادئ عبر المؤسسات الرئيسية التي تستخدم البحث وتنتجه •

الحكومات

تجرى الحكومات أو تُعَهَدُ قدرا كبيرا من البحث الموجه لصنع السياسة • بينما تتم بحوثٌ أكثر لاثمولها الحكومات وذلك من قبل باحثين يودون التأثير في السياسة البحثية • وما الحكومات أصلا ، سوى مؤسسات لحل الصراعات وتنظيم التنافس في المجال السياسي مع اختلاف في الحكمة والقوة من دولة لأخرى ، ويمتد الدور الذي تلعبه في حسم الخلافات من حد ترك الحبل على الغارب الى التدخل الشامل • غير أن المشاكل المرتبطة بالطاقة قد ارغمت الحكومات تقريبا مهما كانت اتجاهاتها

العقائدية على العمل في العديد من المجالات ومن بينها مالي :

— ميزان المدفوعات

ان ادارة احتياطات القطع الأجنبي هي دوما بيد الحكومات .
وقد ارغم ارتفاع سعر النفط عددا من حكومات البلدان النامية على تبني عدد من السياسات التصحيحية مثل تنهيج المستوردات ، وتبديلها ، وتشجيع التصدير ، وتنويع معدل التبادل ، والاقتراض والاقتراض الدوليين . ومع أن أسعار النفط قد هدأت ، فما زال عدد من حكومات البلدان النامية يواجه مشاكل حادة في المدفوعات اما بسبب مستوردات النفط او بسبب الديون الناتجة عن شراء معدات الطاقة . وقد تفاقم مشاكل البلدان النامية نتيجة هبوط الأسعار الفعلية للمنتجات الأولية وارتفاع معدلات الفائدة الحقيقية اضافة الى قيود الاستيراد التي فرضتها بعض البلدان الصناعية . وحيث أن صادرات الطاقة او مستورداتها تهدد توازن مدفوعات البلد النامي فيتوجب على البلد اتخاذ سياسات تصحيح فعالة .

— ادارة المصدر الوطني

ويتوجب على الحكومات تحديد من يستغل مصادر الطاقة الناضبة او المحدودة ، واسعارها ، وسرعة استثمارها ، وطريقة اخضاعها للضريبة او الدعم ، وتمويلها في حال عجز ، ومعالجة مسألة الاجارات الاقتصادية .

— قصور وتعثر التصور

تتطلب بعض انماط الانتاج الطاقية (كتطوير مناجم الفحم ، واستكشاف وانتاج النفط ، وبناء المنشآت الكهربائية) وكذلك تغيير أنماط الاستهلاك التي تحتاج الى استبدال التجهيزات ، تتطلب جميعا أعواما لانجازها ، كما يجب تخطيطها مسبقا . ويولد الحجم الأصغر لأنماط استثمار الطاقة الكبيرة مشاكل تزامن العرض والطلب . وحتى في حال الملكية الخاصة ، فان الاستثمار يتأثر بتوقعات العوائد الرائدة التي تتأثر بشكل عميق بالسياسات الحكومية . ومن ثم يمكن لقرارات الحكومة المبنيّة على نظرة مسبقة أن تضبط الاستثمارات المالية زمنيا وجعلها أقل تكلفة .

— حاجات أساسية

لابد للسلع الأساسية والطاقة بخاصة من أن تخضع للمشاركة في حال العجز ، او في حال حدوث ارتفاع الأسعار الناجمة عن تفشي المشاق .

— الاحتكارات

تعتمد الاحتكارات الطبيعية وغيرها الى التحكم بغية كبح ارتفاع الاسعار والهدر ، وهي بمافي ذلك الحكومية ، شائعة في قطاع الطاقة . أضف الى ذلك ، أن عددا من الأقطار ، الصغيرة بخاصة، تواجه المزودين غير المنافسين لدى استيراد النفط والمشتريين لدى تصدير المصادر .

— صراعات المصالح

تؤثر المشاريع الكبيرة ، كالسدود والمناجم ونقل الكهرباء ، في مصالح العديد من الناس ، مما يوجب على الحكومات القيام بدور الوسيط بين المجموعات الاقتصادية والاجتماعية المعنية . ومع أن المبدأ العام للتعويض بين الرابحين والخاسرين مفهوم تماما ، فإن قدر التعويض وآلياته الناظمة لعمليات جمعه وتوزيعه يمكن أن تسمح بالعديد من التغيرات في الأنماط .

سياسة الطاقة

ان الدور السائد والبالغ الأهمية الذى تلعبه الطاقة فـي الاقتصاد الوطنى يدل على أن قضايا الطاقة ، وسياسة التطوير الطاقية ، تشكل مجالات هامة للدرس لدى الحكومات والباحثين والمجتمع التنموى .

فلابد من تحسين تحليل سياسة الطاقة وتخطيطها وإدارتها لضمان مبادرات سياسة الطاقة وبرامجها ومشاريعها المنفذة لها أعظم قدر من الفائدة والفعالية .

وحيث أن معظم البلدان النامية يوجه على الأقل ثلث استثمارات قطاعه العام نحو الطاقة ، كما ينفق في السنين الأخيرة عدد من مستوردي النفط مبالغ لا يقل عن ٥٠ بالمئة او مايزيد من عوائد صادراتها على المستوردات النفطية ، فالحاجة قائمة الى تحسين كفاءة امداد الطاقة واستغلالها ، حتى لو كانت هذه التحسينات صغيرة .

ويعني تخطيط الطاقة عامة ، سلسلة من الخطوات والنُهُج التي تمكن من دراسة التنوع الواسع من التفاعلات الداخلة في انتاج واستخدام الطاقة واستيعابها في اطار تحليلي واضح . وتتراوح تقنيات التخطيط بين الطرق اليدوية البسيطة والنماذج المتقدمة للحواسب الالكترونية . وقد أرغمت تعقيدات مشاكل الطاقة على زيادة الاعتماد على المدخل الثاني . ويشكل تحليل السياسة الطاقية تحديا منهجيا لأثر سياسات الطاقة المحددة او الصفقات السياسية على مختلف مستويات المجتمع والاقتصاد . وتنطوى ادارة الطاقة بمافي ذلك ادارة العرض والطلب ، على استخدام جملة من

السياسات وأدوات التسييس لتحقيق الأهداف الطاقة والاقتصادية المرغوبة .
 ويجب أن يقف على رأس أهداف بحوث الطاقة في البلدان
 النامية أمر الرفع من نوعية تخطيط الطاقة وتحليل السياسة ، والادارة .
 وبصفة خاصة ، يجب أن تركز هذه الدراسات على تحسين كفاءة تنفيذ
 سياسة الطاقة . وكي نحسن فهم دور البحث الطاقى نبداً بتحديد بعض
 الاهداف الواسعة لسياسة الطاقة كما تبدو من منظورها الوطني .

ويتجلى المنطق العام وراء مستويات التخطيط المختلفة وصنع
 السياسة في الاطار الوطني للبلدان النامية في الحاجة الى ضمان استخدام
 افضل للمصادر النادرة من أجل صنع تقدم النمو الاقتصادى - الاجتماعى
 وتحسين " نوعية حياة " المواطنين . ومن ثم ، يكون تخطيط
 الطاقة جزءاً أساسياً من التخطيط الوطنى للاقتصاد ، ويجب تنفيذها معا
 بتلازم وثيق (Munasinghe 1980) . ومع ذلك ، فثاناً كلمة
 التخطيط ، بتطبيقها على الاقتصاد الوطنى او على القطاع الطاقى بخاصة ،
 لا يقتضى بالضرورة تطبيق اطار صلب على الاقتصاديين الكامل ، والمركزي
 التخطيط . والتخطيط ، سواء كان مقصوداً او غير ذلك ، يأخذ مكانه فى
 كل اقتصاد ، حتى فى ذلك الذى تحكمه قوى السوق على نحو مطلق . وفى
 التخطيط الطاقى وتحليل السياسة ، يتركز التعمق بشكل رئيس على التحليل
 التفصيلى والدقيق لقطاع الطاقة ، وعلى تفاعلاته مع بقية قطاعات الاقتصاد ،
 وعلى التفاعلات داخل قطاعات الطاقة المختلفة بالذات .

ولابد من تطوير تحليل سياسة الطاقة وتخطيطها لمواجهة
 الأهداف الوطنية العديدة المتعلقة والمتصادمة غالباً قدر الامكان . وتتضمن
 هذه الأهداف الامور التالية : تحديد حاجات الاقتصاد الطاقةية المفصلة
 وتلبيتها لأهداف النمو والتطور ، اختيار المزيج من مصادر الطاقة لتلبية
 المتطلبات المستقبلية بأدنى الكلف ، تحجيم البطالة ، ترشيد مصادر
 الطاقة ، وازالة الاستهلاك الهادر ، تنويع الامداد وخفض الاعتماد على
 المصادر الأجنبية ، مواجهة متطلبات الأمن والدفاع الوطنية ، توفير الحاجات
 الطاقةية الأساسية للفقراء ، توفير القطع الأجنبى ، تحديد اجراءات الطلب
 او الامداد المحددة لابتداء الاولية الممكنة لانماء مناطق جغرافية خاصة
 او قطاعات معينة من الاقتصاد الوطنى ، جمع عوائد كافية من مبيعات
 الطاقة لتمويل نماء قطاع الطاقة ، الحفاظ على استمرار الأسعار ،
 الحفاظ على البيئة ، وهلم جرا . . .

وهكذا ، فان دور الحكومات في الطاقة والمجالات التي تَمُتُ اليها بصلة يبقى كبيرا ، فان كانت سياساتها غنية بالحسابات المنطقية الاقتصادية الشمولية ، فان العوائد بصورة توظيف مصدرى متقدم ومخاطرة منخفضة ستكون عالية (Munasinghe 1984a) . ويحتاج اتخاذ القرار الكبير الصائب الى اطار تسييس صالح . والنسبة للطاقة ، سيتضمن توقعها او رؤية للمستقبل وخطة او موجزا للمشاكل مع اقتراح حلولها ، والادوات الواجب استخدامها لتنفيذ تلك الحلول .

توقعات

يشكل مديد عائد الاستثمارات الطاقية وتغيراتها البنيوية في الاستهلاك السبب الرئيس لصنع التوقعات . ولابد ان تتطلع التوقعات هذه نهاية فترة العائد الأقصى على الأقل ان لم يكن أبعد من ذلك . فتوقعات بين ١٥ و ٢٠ سنة تبدو مألوفة بالنسبة للكهرباء ويمكن قبول فترات أطول بالنسبة للفحم الحجري .

ويمكن وضع توقعات اولية باستقراء الاتجاهات السابقة : وذلك يقلل من المتطلبات المعلوماتية ، ولاتكون توقعاته دوما أقل دقة من التوقعات المبنية على طرق أكثر تقدما . غير أن غرض التوقعات ليس مجرد اعطاء جملة من التقديرات المستقبلية ، بل ايضا الوصول الى فهم أفضل للطرق المتبعة . ومن ثم ، ينصح باستخدام نماذج للتوقع التي تأخذ بعين الاعتبار القطاعات المستخدمة للطاقة ، كذلك القيود الرئيسية الاقتصادية الشاملة . ولا يبرز بالفعل ، توقع مستويات الطاقة الا في اطار مستقبل الاقتصاد ككل .

ومما يستحق الذكر ما هو معروف عن أن الاستقراء يتطلب تقويما خارجيا ، وأنه لا يوصل الى تقويم أفضل بفضل مضامينه . ويبقى اجراء حكم حول المستقبل عملا يرتكز على الخيال مهما دعمته المعلومات الفعلية . فالمعلومات تربط الماضي بالحاضر ، وتعتبر قراءة الاتجاهات الكامنة في التاريخ جزءا فقط من المهارة المطلوبة لصنع توقعات جيدة . أضف الى ذلك أن الشغرات بين الماضي والمستقبل يجب ان تتوقع وتدرج في التوقعات . ولاعطاء مثال على الشجرة التي اسيء فهمها ، ان العديد من البلدان النامية المستوردة للنفط واجهت ارتفاع أسعار النفط في عام ١٩٧٤/٧٣ بالاقتراض على المدى القريب وزيادة التصدير وتبديل المستوردات على المدى البعيد .

وقد نجحت هذه الاستراتيجية بشكل ملحوظ ، فاعيد تطبيقها عندما ارتفعت أسعار النفط ثانية عام ١٩٨١/٧٩ ، غير أن الظروف كانت مختلفـة هذه المرة ، اذ كانت نسب استيراد النفط لدى البلدان النامية في عام ١٩٧٩ أعلى من نسب عام ١٩٧٣ ، مما أضعف من امكانيات الزيادة من تعويضات الاستيراد ، وحدّ من فرص زيادة نمو التصدير . ونتيجة لذلك ، لم يعد ممكن دفع الديون الجديدة ، فواجه العديد من البلدان النامية مشاكل في الديون لا تحتمل (Campbell 1983) .

ولقد كانت الثغرات الناتجة عن أسعار النفط خارج نفوذ تحكم البلدان النامية التي تأثرت بها ، علما بأن ثمة ثغرات يمكن التحكم فيها . وبلغت النماذج ، يوجد تميز بين المتحولات الخارجية والمصطنعة . فان دلت المتغيرات الخارجية على مستقبلات عسيرة الحدوث وغير مقبولة ، توجب ادخال الثغرات في المتغيرات الصناعية لبلوغ نتائج مستقبلية أكثر واقعية ، ويشكل هذا روح التخطيط . غير أن سرعة التغيير تعتمد على قدر الانقطاعات المدخلة والتي تشكل غالبا محور نقاش بين المخططين . ويشكل النقاش أساس توقعات الطاقة الشاملة الراهنة . ويواجه العالم مستقبلا غير مقبول على شكل هبوط في امداد النفط وارتفاع سويات ثاني اوكسيد الفحم في الجو . وقد تطلع بعض منظري المستقبل الى تغيرات صغرى في انماط الحياة الراهنة وعلاقات القوى لجعل المستقبل مقبولا . بينما أشار آخرون الى المزيد من التغيرات الأساسية (Goldemberg et al. 1985) . وستقود توقعات السويات الوطنية كذلك الى فتح حوارات حول المستقبلات المرغوبة ، وهذا النقاش ضرورى لظهور خيارات قوية ومقبولة على نطاق واسع .

خ ط ط

ان الغرض من التوقعات هو فرز المستقبلات المعقولة عن اللامعقولة : وغرض الخطط هو انتقاء مستقبل أفضل من بين المستقبلات القابلة للتحقيق ، واخراج الخطوات اللازمة لتحقيقها . وللتخطيط تاريخ طويل حافل بالمضامين الموروثة . ودفعنا لائ سوء تفاهم قد ينشأ عن مثل ذلك الارتباط ، علينا ايضاح مانعنيه بالخطط ، ليس الخطط الخمسية ، فمن أجل ادارة الطاقة يحتاج كل بلد الى عدد من الخطط المترابطة ولا مآد زمنية مختلفة قد تمتد الى فترات أطول من ذلك بكثير . كما لانعني بذلك

الاتجاه المحورى لكل النشاطات الاقتصادية . ومن بين البلدان النامية ، يتوفر لبعضها درجة مهمة من التوجه المركزى والتي حقق ادائها في مجال الاقتصاد او الطاقة عملا مقبولا . غير أن مثل ذلك الاتجاه لم يكن أساسيا . والأساسي هو التدخل الانتقائي للدولة بالنسبة للنشاطات التي يتوجب على الحكومات أن تقوم بها تجنباً لآية ثغرات رئيسة ناشئة عن سوء إدارة الطاقة : وهذه الثغرات مهمة جدا في التاريخ المعاصر ، وهي تتطلب الاهتمام اللازم .

وقد قادت التجربة الأخيرة المكتسبة عن محاولة وضع نموذج متكامل لتخطيط الطاقة وتحليل السياسة الوطنية الى اطار تحليلي متراكب يبرز ثلاث سويات من التحليل متميزة على الأقل ، ومن ضمنها الاقتصاد الشامل للطاقة ، وقطاع الطاقة ، والقطاع الطاقى الجزئي ، اضافة الى التفاعلات فيما بينها . ويعطي هذا المدخل كذلك تركيزا أفضل على السياسة . وقد حققت مؤخرا وفرة الحواسيب الالكترونية الصغيرة للمحللين في البلدان النامية أجهزة رخيصة نسبيا وقوية ومرنة لتطوير وتطبيق بعض هذه الأفكار (Munasinghe et al. 1985) . وعلى المستوى الأعلى

والأعم للتراكب المدخلي للنماذج ، لابد من التذكير بوضوح بأن قطاع الطاقة جزء من النظام الاجتماعي - الاقتصادي الشامل . لهذا ، فإن التخطيط الطاقى يتطلب تحليلا للروابط القائمة بين قطاع الطاقة وبقية النظام . وتعامل السوية الثانية قطاع الطاقة ككيان منفصل يتكون من قطيعات خاصة للكهرباء والمنتجات النفطية والكتلة الحيوية ، وهلم جرا . ويسمح ذلك باجراء تحليل تفصيلي لاستخدامات نهائية محددة مع التركيز على التفاعل بين القطيعات الطاقية ، وعلى احتمالات الاستبدال ، وحسم أية صراعات ناجمة عن السياسة الطاقية . أما المستوى الثالث ، والاكثر تفصيلا في هذا التراكب ، فيختص بتخطيط ضمن كل قطيع بحد ذاته . ومثال ذلك أن قطيع الكهرباء يحدد طلبه الذاتي المستقبلي وبرامج الاستثمار بعيدة المدى .

أدوات سياسة الطاقة

يجب أن يولى التخطيط الى استراتيجية للطاقة مرنة ومتجددة وقادرة على تلبية الأهداف الوطنية الآتية الذكر . ويمكن تنفيذ مثل هذه الاستراتيجية الوطنية عبر جملة من سياسات وبرامج إدارة امداد الطاقة والطلب عليها (Munasinghe 1983) .

وتحقيقاً للأهداف الوطنية المرغوبة ، تتضمن أدوات السياسة المتاحة لحكومات العالم الثالث لادارة فضلى للطاقة : ضوابط آلية ، طرق تقنية ، استثمارات مباشرة او سياسات تؤثر على الاستثمار ، تعليم وتشجيع تسعير وضرائب ، ودعم مالي ، وحوافز مالية أخرى . ونظرا للعلاقات الموجودة بين هذه الأدوات ، يجب تنسيق استخدامها تحقيقاً للأثر الأفضل .

— الضوابط الفيزيائية

تعتبر الضوابط الفيزيائية من أكثر الادوات فائدة على المدى القريب عندما يوجد عجز غير متوقع للطاقة . وتدخل في هذا الصنف من الضوابط جميع طرق الحد من الاستهلاك عبر الأدوات الآلية ، مثل حجب الحمل الكهربائي ، مناوبة قطع التيار في قطاع الكهرباء ، مناوبة او خفض امداد الوقود ، او حظر استخدام السيارات خلال فترات محددة . غير أنه يمكن استخدام الضوابط الفيزيائية كأدوات لسياسة بعيدة المدى .

— الوسائل التقنية

تستخدم الوسائل التقنية عادة لادارة امداد الطاقة ، وتتضمن تحديداً أحياناً وسيلة لانتاج شكل محدد من الطاقة ، واختيار الكلفة الدنيا ، او المزيج الأرخص للوقود ، والبحث والتطوير لمصادر الوقود البديلة ، مثل الفحم الحجري والغاز الطبيعي والنفط المستخرج من الحجر النفطي ، واحلال الكحول محل البنزين ، وهلم جرا . ويمكن استخدام التقنية للتأثير على طلب الطاقة مثلاً بتشجيع استعمال أجهزة أكثر كفاءة في الحفاظ على الطاقة كالسيارات المقتصدة في استهلاكها للوقود ، ومواقد أفضل للحطب ، وبالبحث عن أجهزة التسخين الشمسية وتشجيع استخدامها ، الخ

— سياسات الاستثمار

تملك سياسات الاستثمار أثراً رئيساً على نمطي الامداد والاستهلاك الطاقى على المدى البعيد . ومن بين هذه السياسات توسع شبكات توزيع الغاز الطبيعي ، وبناء منشآت جديدة لتوليد الكهرباء تقوم على وقود أكثر توفراً كالقحم الحجري ، وتطوير شبكات النقل الحضري العام . وتجدر الملاحظة أنه يمكن تنفيذ العديد من السياسات من قبل قطاعات أخرى غير الطاقة ، ومثال ذلك الاستثمارات في وسائل النقل او التركيب الشامل او كهربية مضخات الري من الآبار العميقة . ومن الضروري ، أن يقوم تعاون وثيق بين ادارة الطاقة والسلطات المتخصصة لهذه العلاقات .

– التعليم والتشجيع

يمكن لسياسة التعليم والتشجيع أن تساعد على تحسين وضع امداد الطاقة عبر جهود تجعل المواطنين مدركين لطرق تقويم الكلفة وخفض استهلاك الطاقة ولتبعات استخدام الطاقة على أجهزة أو آلات معينة، ولامكانيات استبدال الطاقة برأس المال (مثلا باستعمال عازل أفضل) .

– الضرائب والدعم

تشكل الضرائب والدعم وسائل سياسة مفيدة يمكن أن تؤثر بشكل حاسم في انماط استهلاك الطاقة على المدى البعيد . فالبلدان التي فرضت ضرائب مرتفعة على وقود السيارات مثلا ، توصلت عادة الى نتائج مهمة ، منها خفض استخدام السيارات، وجملة من الآليات الأكثر كفاءة، وهكذا . كما شجع الدعم امر الاستثمار في الحفاظ على الطاقة .

سياسة البحث

إذا تم صنع اطار سياسي يضم العناصر الثلاثة المذكورة أعلاه، وهي التوقعات والخطط والادوات ، فان تلك السياسة ستولد متطلبات بحث هامة . وسياسة البحث ليست بغريبة على البلدان النامية ، فهي وان سادت بشكل مبكر في بعضها ، فقد شعرت معظم هذه البلدان بالحاجة اليها نتيجة مشاكل الطاقة الكبيرة التي سادت في السبعينات . بينما اضطرت دول أخرى الى تقديم خطط لوكالات التمويل الدولية تبريرا لطلب تمويل مشاريعها الاستثمارية . كما نظرت وكالات تمويل البحث الدولية بعين العطف في بحوث السياسة كاسلوب رخيص الكلفة نسبيا في التعامل مع صانعي السياسات . وهكذا، لم يهمل بحث السياسة . غير أن ثمة حاجة الى تحسين نوعيته، مما يستدعي ضرورة اجراء تغييرات تنظيمية .

وان تم جلاء اطار للسياسة، فان ذلك سيكون بالغ الأثر

على البحث ، والبحث عن السياسة . ومع هذا، فقد وجد باحثوا الاوراق الاستعراضية ، أن العلاقة بين الاولويات الوطنية ونشاطات مراكز البحوث ضعيفة ان لم تكن غائبة (Bhushan 1984; Torres 1984) .

ويمول معظم البحث العلمي في البلدان النامية من قبل الدولة . وعندما تريد الحكومة مداخل جديدة للسياسة، فهي غالبا ماتقوم بذلك عَجَلَة فلا نحصل على تلك المداخل من مؤسسات البحث المستقلة بالسرعة التي تريدها . (ان أن مدى انتاج البحث يكون اطول مما هو عليه في صياغة السياسة ، كما أن التوازن بين السرعة والنوعية يكون غالبا مختلفا

بين الباحثين وصانعي السياسة) • ويرغب العديد من الحكومات في التأثير على آراء مؤسسات البحث ، لهذا اتجهت الى عدم تحبذ وجود مراكز بحث مستقلة ، وسعت الى اقامة مؤسسات بحث أسيرة ، او مستأجرة للمستشارين • وكلى الطرفين يستجيب بسرعة أكبر للطلبات العاجلة ، غير أن ذلك يكون على حساب نوعية بحوثها •

وكلما استُعْجِلَ في طلب النتائج ، كلما ضاق الوقت الضروري لبحث جديد ، وعظم الاعتماد على المعرفة المتداولة • ولسوء الحظ ، لا المستشارين ولا أجهزة البحث الرسمية مؤهلة لادخار المعرفة بعمق فكلهما يسعى الى التحرك سريعا بين مناطق متباعدة عندما يُطْلَبُ منها جمع المعلومات المتاحة ، ولايدخر المعرفة في المكتبات وقواعد المعطيات او الناس بطريقة منهجية ، وتكون النتيجة تكرار العمل والنقل • وفي البحث الاقتصادي - الاجتماعي ، يعني التكرار اجترار الحكمة التقليدية •

والمطلب الأول لبحث السياسة الكفء في البلدان النامية هو وجود مؤسسات بحث محترفة ومستقلة ، قادرة على أن تكون كرثة للمعرفة • أما القول بأن مؤسسات البحث المستقلة الراهنة لاتلبي حاجات السياسة ، فهو صحيح ، ويعود ذلك الى فشل ادارى وسياسي يمكن تصحيحه • ومن أهم الاجراءات المطلوبة لتحقيق هذا التصحيح مايلي :

اولا ، يجب أن لايجرى التمويل الحكومي بشكل رئيس فسي قناة مؤسسات البحث الأسيرة ، ويجب أن لايعطى بدون قيد أو شرط كل اشكال الانفاق داخل مؤسسات البحث الممولة • بل يجب أن يذهب الى تمويل البنية التحتية لمؤسسات البحث ، خاصة لتلك الأجزاء الحاسمة منها في نوعية البحث ، كالمكتبة والتجهيز والوسائل التجريبية ، ووسائل الحسابات والتدريب البشرى • اما تمويل الافراد فيجب ان يتجه الى دعم الاخصائيين المتاحين القادرين على اجراء بحث السياسة كخيار أفضل: فمثل اولئك الاخصائيين ومشاريعهم يجب أن يربطوا على نحو مرض بالمؤسسات البحثية المحظية • اصف الى ذلك ، أن الرواتب وشروط أخرى يجب تنظيمها لتشجيع التدفق الداخلي النشط بين صانعي السياسة والباحثين العاملين على صنع السياسة ، وبقية الباحثين •

ثانيا ، من المهم أن تصبح الحكومة مشتر للخبرة البحثية • والاشخاص المسؤولين عن الشراء والحكم على البحث في الحكومة يجب تدريبهم وتزويدهم بالخبرة • وفي الحقيقة ، يجب أن يكونوا أندادا للأشخاص الذين

يجرون الأبحاث لصالحهم ، كما يجب تبادل مناصبهم مع هؤلاء الباحثين من وقت لآخر . وغالبا ماتستجر الحكومة الناس المجريين من الشركات ومراكز البحوث ، ولكن التدفق العكسي مساو لذلك في الأهمية اذا أُريدَ لصانعي السياسة أن يكونوا محكمين اكفاء للبحث . وصنع السياسة هو عمل مسؤول وغالبا ما يكون فنيا . ويحاول العديد من البلدان النامية ضمان تزويده بافراد من نوعية عالية ، وذلك من خلال تكوين أطر ادارية تُرعى بشكل خاص ، او عبر استئجار مستشارين خارجين رفيعي السوية . ولايضمن هذا وجود نسبة مثقفة عالية في الحكومة فحسب بل ويضمن أيضا تزويد الثقافة مع المعرفة المبحوث عنها خارجيا من وقت لآخر .

ثالثا ، يوفر البحث الاجتماعي - الاقتصادي أرضية مثمرة لبحث السياسة حتى لو لم يكن هذا مرتبط مباشرة او متعاطفا مع سياسة الحكومة . ان كلف جمع المعلومات الاجتماعية - الاقتصادية يمكن ان تكون باهظة ، ومالم تقم الحكومة بدعمها فان البحث المتكامل ، على السوية الجهرية ، سوف يعاني لامحالة ، كما هو الحال اليوم في البلدان النامية . ويمكن للحكومة استيعاب البحث الاجتماعي - الاقتصادي عبر جمع ونشر الاحصائيات والمعلومات الاخرى ، وتمويل جمع ونشر تلك المعلومات من قبل مؤسسات البحث .

وهنا ، لابد من النظر في مسألة العلاقة بين بحث السياسة والمعارضة . فالبحث الذي يشكل مدخلا مباشرا للسياسة هو فقط جزء من البحث الاقتصادي - الاجتماعي ، كما ينشأ البحث أيضا نتيجة نشاطات البحث الروتينية ، ومن ضمنه يبرز نقد السياسة . ففي المجتمعات التي لها آليات تغيير سلمية لدى صانعي القرار او السياسات، يعمل النقد على اختبار قوة تلك السياسات ويوسع مدى الخيارات البديلة المتاحة للسياسة . وعندما لا يكون التغيير مؤسسيا ، فان النقد يعتبر حتما تهديدا للسلطة التي تبادر بدورها عندئذ لكبحه . ولأننا نفضل التغيير المنهجي والسلمي في مجتمعاتنا ، ولايسعنا القول الا بأننا لانتعاطف مع الانظمة السريعة العطب اللاديموقراطية . وامكانية تقدم المعرفة واستخدامها في السياسة هي ليست موجودة لدى الحكومات التي لاتتحمل النقد الذاتي .

حرية المناورة

يمكن القول عموما ، أنه كلما كبر البلد كلما قلّ اعتماده على

العالم الخارجي ، وزادت حرية مناورته في صنع القرار . أضف الى ذلك أن المنافع الاقتصادية للبحث تعتمد على قدر تطبيقاته . وهذا هو السبب الرئيس الذى يجعل البحث يتركز في البلدان الكبرى . غير معظم البلدان النامية صغير ، فان اراد بلد منها حيازة قدر أكبر من حرية تكوين القرار ، توجب عليها تحقيق رباط اوثق بالبحث الذى تجرته جيرانه ، والى تنسيق سياساته معها . وكى تحصل على قدرة أكبر لاجراء البحث واستغلاله فانه يتوجب على البلدان النامية المساهمة في الكلف والوسائل والمنافع البحثية . وكما يبدو ، فان معظم البلدان النامية متركز في افريقيا وأمريكا اللاتينية ومعظم مجاورهم بلدان نامية أخرى وينطوى التعاون الاقليمي على قيام تعاون جنوب - جنوب .

المنتجون

المنتجون هم ممارسي التقنية ومخزنيها الرئيسيين . غير أنه ليس كل منتجي البضائع والخدمات من منتجي التقنية الجديدة او المحسنة . وغالبا ما تركز الأبحاث التقنية المكثفة في مراكز البحث والمؤسسات التعليمية . وترتكز الابتكارات التقنية ضمن الصناعات حيث تتوفر نفس الأساليب القادرة على صنع مدى واسع من المنتجات مثل الهندسة والكهرباء والالكترونيات والتقنية الحيوية .

ويشكل غياب تلك الصناعات المبتكرة ، أو صغرها النسبي، في البلدان النامية سببا من أسباب دورها الهامشي نسبيا في الابتكارات الصناعية . ولا جدال في أن ثمة أكثر من سبب ، وبرأينا تتوفر أسباب علاجية لهذه الظاهرة . لهذا سنناقش فيمايلي احتمالات العمل في ثلاثة مجالات وهي : البحث والتطوير (R & D) ، الامكانية التقنية، والبنية التحتية التقنية .

البحث والتطوير

أصبح من المألوف لـوَم المنتجين في البلدان النامية في اعتمادهم التقنية المستوردة بدلا من قيامهم بتطوير تقنياتهم الخاصة ، (Cooper 1973; Stewart 1977) . ففي مجال الطاقة ، واجهنا بعض اللحظات المشهودة للابتكار ولید البحث والتطوير، مثل.

السيارات المزودة بطاقة الكحول ، وصهر الحديد بالفحم الحطبي في البرازيل
(**Torres 1984**) • على أى حال ، يبقى ثمة مجال للتحسن
في مدى أهمية البحث والتطوير في البلدان النامية •

ومن المعلوم أن للبحث والتطوير مركبتان : المركبة الاولى
وتنطوى على طرق تجريب ذات عيار صغير ، او نماذج تجريبية تقنية تنتج
منفردة او كمجموعات وذلك بغرض تحجيم الكلف وخفض مخاطر التطوير كبير
العيار • وتتجلى المركبة الثانية في التطور باتجاه احتواء نتائج البحث
واخراجها في جهاز انتاج عملي • والبحث التطبيقي مفهوم تاما وشائع في البلدان
النامية ، حتى يمكن أن يقال بأن فيها منه الكثير بينما يتوفر القليل من
التطوير • ويتكشف هذا الأمر عبر انهيار ال (٣٦٥) مشروع بحث في مجال
مصادر الطاقة المتجددة في أمريكا اللاتينية التي عدها بنك امريكا الداخلي
للتنمية ، ومعهد تكامل امريكا اللاتينية في عام ١٩٨١ • ف ٧ بالمئة
من هذه المشاريع وجه نحو " التطوير الجماعي " او التصنيع التجارى ، و ٢٨
بالمئة فقط منها كان كبيرا ويمكن ان تكون له تأثيرات معوضة في مجال
الطاقة • ومن ثم ، فان العديد منها جرى في مجالات يبدو فيها ثمة
تفكير غير مناسب في تحويل نتاج البحث الى التصنيع التجارى •

ومعظم ، ان لم يكن كل ، المشاريع المبينة في الجدول
(١) يجرى تنفيذه من قبل المنتجين • (أحد أسباب عدم التوازن بين
البحث التطبيقي والتصنيع التجارى في البلدان النامية يكمن في التمويلات
المتاحة على نحو سخي أمام مؤسسات البحث اللامتنية للمنتجين ، حيث
العديد من تلك المؤسسات هي مؤسسات حكومية • وبينما يمنح المنتجون
حوافز ضريبية للانفاق على البحث والتطوير ، فنادرا مايمول البحث والتطوير
فيها مباشرة من قبل الدولة • وأسباب ذلك عديدة ، منها مايقال مثالا
بأن البحث والتطوير الخاص بالمنتجين سيساهم في ارباحهم ، لذا يجب
أن يمولوه ، ومنها أن نتائج البحث والتطوير سوف لا تتوفر للعموم لأنها
ملكية خاصة للمنتجين ، الخ •••

ووضع السياسات في اقتصاديات الدول التي لها سوق متقدمة
يختلف عن هذا : فالعديد من التمويلات العامة توظف بشكل فعال في
البحث والتطوير ضمن المؤسسات الخاصة • وسبب ذلك ، أن المنفعة
التنافسية المجتناة من قبل المؤسسات الخاصة ، تعتبر منفعة وطنية
ازاء التنافس الدولي • أضف الى ذلك ، أنه بإمكان الحكومات التأثير

على اتجاه البحث اذا ما مولته مباشرة ، ولن يحدث ذلك عندما تمولها بطريقة غير مباشرة عبر الحوافز الضريبية . وقد تميزت حكومات فرنسا واليابان والولايات المتحدة الامريكية بفعاليتها في التأثير على مسيرة التنمية التقنية لبعض صناعاتها الطاقية .

وهكذا ، فان استخدام التمويل العام لرصد سلسلة كاملة من البحث والتطوير في الشركات المنتجة ، يشكل أداة مهمة يمكن للبلدان النامية استخدامها بشكل هادف لتوليد تقنيات جديدة تناسب ظروفها الخاصة . ويمكن أن لاتفلح هذه الاستراتيجية حيث توجد الشركات متعددة الجنسية: فربما أغلقت حاجات البحث الوطنية وعملت على تركيز اعمال البحث والتطوير في الأقطار الأم التي ولّدتها . لذا فان ظهور الشركات الوطنية المنتجة يشكل شرطا أساسيا لارساء استراتيجية البحث والتطوير .

والتطوير لايشكل قضية تمويل فقط، بل يتطلب مهارات ادارية خاصة . ويتضمن اقامة منشآت كبيرة في حال الصناعات التحويلية ، وبناء وسائل انتاج جماعية في حال الصناعات الانتاجية . وتحتاج المنشآت في كل الأحوال تقريبا الى تلقيمات خارجية كبيرة ، وهنا تنطوي مهمة مدير التطوير على تنسيق تلك التلقيمات على نحو يمكن من اقامة منشآت رخيصة تنتج انتاجا رفيع النوعية . ويتطلب هذا التنسيق توفيقا للخبرة التقنية والتجارية - خبرة المشتري العليم . لذا نتبين استحالة فصل التطوير عن المشتري .

وهكذا ، فتعميق التطوير في البلدان النامية يتطلب تحولا عن مشاريع البحث والتطوير باتجاه بناء امكانيات المنتجين لتحقيق البحث والتطوير ، او التطوير والتصنيع التجارى ونشر السلع المنتجة على أساس بحوث الآخرين (Munasighe 1984b) .

الامكانية التقنية

البحث والتطوير نظام احصائي أقيم من اجل البحث عن مصادر ابتكار . وسواء سعى المنتج للابتكار أم لم يسع ، فان ذلك لايعتمد على حيازته قسما متخصصا للبحث والتطوير ، او على قدر انفاقه عليه . المهم هو مدى مراقبته لبيئة عمله واستجابته لها بالمعنى التقني . وكلما تسارع معدل التغير التقني ، اكتسبت وظيفة مراقبته أهمية أكبر . وتؤدي تغيرات العلم والتقنية والسوق الى حدوث تغيرات سريعة في البيئة الخارجية

الجدول (١) التوزيع النسبي (%)^(أ) ٣٦٥ مشروعا بحثيا
حول مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في
امريكا اللاتينية ، ١٩٨١

الارجنتين	البرازيل	كولومبيا	كوستاريكا	المكسيك	اوروغواي	الوسطي
<u>نمط البحث</u>						
٢٢	١٤	٢٧	٢٣	٢٥	٤٥	٢٦
٦٦	٨١	٦١	٧٣	٦٨	٥٥	٦٧
١٢	٥	١٢	٤	٧	٠	٧
<u>نمط التقنية</u>						
بسيط، صغير						
٥٥	٢١	٥٨	٣٥	٤٦	٤١	٤١
معقد، وسط						
٣٢	٤٤	٤	٢٧	٢٧	٤	٣١
معقد، عيار كبير						
١٢	٣٥	٣٨	٣٨	٢٧	٥٥	٢٨

المصدر: بنك امريكا الداخلي للتنمية (IDB) ومعهد تكامل امريكا اللاتينية (١٩٨١)
(أ) - المجموع يمكن ان لا يصل الى ١٠٠ بسبب تدويرها

للشركة . والشركة التي تراقب التغيرات ولا تتوقعها ، تُعرضُ عليها هــذـه فتصبح ضحية الصدمات غير المتوقعة . لكن الشركات التي تدرس تلك التغيرات ، يمكنها ملاءمة تقنياتها وفقا للظروف المتبدلة ، فتحول المخاطر الى فرص . وكل مؤسسة من مؤسسات البحث والتطوير تشكل مصدرا لصنع واستعمال الاستجابات التقنية للصدات الخارجية ، وان لم تكن المصدر الوحيد (Freeman 1982) .

وتبدو منافع رصد البيئة وترجمتها الى انتاج وعمليات صناعية جديدة جلية حتى لو كانت الشركة معتمدة بشكل كبير على المصدر الخارجي لتقنياتها . وهكذا ، فالملاحظة التقنية المتقدمة تقع في اطار العديد من الشركات في البلدان النامية ، وتتطلب تشجيعا مباشرا او غير مباشر - مثلا ، من خلال مراكز الرصد الصناعية التعاونية ، المستشارين ، المكتبات ، الخ . . . ويتجلى أحد مظاهر هذه الملاحظة المدربة في التعلم من السوق . اذ يشكل التفاعل التقني بين البائعين والمشتريين مصدرا رئيسا للابتكار في البلدان الصناعية ، وهو سمة مهمة للتطوير التقني في صناعات النفط والفحم الحجري والكهرباء مثلا . ومن ثم ، فمن المفيد بناء امكانية للتعلم من التجربة ، وليس فقط في مجال صناعات انتاج الأجهزة ، وانما بين منتجي النفط ومؤسسات مناجم الفحم الحجري ، ومنشآت الطاقة الكهربائية في البلدان النامية .

الظروف الخارجية

في القسمين السابقين ، بينّا مفصلا أن البحث والتطوير والامكانية التقنية انما يشكلان مظهرين للتصحيح التقني في البيئة الاقتصادية . ويبقى تطوير الامكانية التقنية مفتوحا لأكبر نسبة من المنتجين ، وذلك خدمة لهم او لصالح الذين يجرى لهم البحث والتطوير ، كما أن مصادر الافكار الخارجية فتكون هامة جدا في مسيرة التطوير - بل اكثر أهمية من مساهمتهم الفعلية الخاصة (Pavitt 1984) . غير أن الصلة بين الابتكار والمعلومات التي قادت اليه فلا تكون مباشرة ولا متوقعة ، انما تؤمنُ المعلومات الرئيسة غالبا عبر بحث آخر لاعلاقة له بالاول ، (Munasinghe 1984b) . وهكذا ، يمكن للبحث من خارج قطاع العمل أن يسهم قويا في الابتكار (كما سنرى في القسم اللاحق) ، غير أن التفاعل المستمر يبقـى ضروريا بين التقنيين في الصناعة والعاملين في

البحث العلمي • ويتحقق استمرار هذا التفاعل عبر علاقات مسبقة توطدت بين الأستاذ والطالب ، او من خلال زمالة جامعية بينهما ، كما تكون أكثر تواصلًا ان تمت بصورة شفوية • وقد تبين أن توفر العلميين خارج اطار الشركات للاستشارة ومساهماتهم المباشرة قد ساهمت معا في الابتكار (Price and Bass 1969) .

وتتسم الابتكارات الرئيسة بقلتها ، وفيما بينها تتكشف تحسينات تقنية يجرى استغلالها لفترات طويلة • ومن ذلك نتبين كيفية رفع مردود منشآت الكهرباء الحرارية الذي تم عبر زيادات متتابة لحرارة وضغط البخار ورفع امكانية خط السحب في مناجم الفحم الحجري ، وتحسين مردود الخلايا الفولطاضوية • وفي هذا النمط من التغيير الجزئي المتقدم ، تكون المحاكاة والمثال هامين ، وتكون المحاكاة أكثر تقبلا اذا توفر لدى المنتج منافسين متقدمين تقنيا جديرين بالمنافسة • ولم تحسم بعد المناقشة الطويلة ، حول أثر بنية السوق والتغيير التقني (Kamien and Schwartz 1982) • غير أن المهم في الأمر ، ليسالبنية الدقيقة للسوق ، وانما فرصة المنتجين في التعامل مع منافسين متقدمين تقنيا •

وباستعراضنا البلدان النامية ، لانجد نمودجا من الملكية متفوقا على آخر ، ان يتوفر تنوع كبير في أنماط الملكية ، وتبدو التغيرات في الأداء بين هذه النماذج على نفس مستوى التغيرات داخل النموذج الواحد • لكن الملكية تؤثر دون شك على المقدرة التقنية عبر استقلالسية الادارة ، وتقدمها التقني ، وانفتاحها على المعلومات الخارجية ، ومرونة التنظيم اللازمة لتحقيق تغيرات تنظيمية سريعة داخل الشركة •

صغار المنتجين

في الوقت الذي يغطي به العرض أعلاه حال المنتجين الصناعيين الكبار القادرين على توظيف قدر لا يستهان به من العمال التقنيين المهرة اضافة الى رصد مصادر تقنية لحسابهم الخاص ، فإن البحث بالنسبة للعديد من المنتجين الصغار يكون غالبا محفوقا بالأخطار ، ولاتكون نتيجته مؤكدة : وان يأتي بعض المشاريع بمنافع فائقة ، فان البعض الآخر يقود الى خسائر • ويمكن للمنتج الصغير القيام ببضعة مشاريع بحثية ، لكنها أكثر تأثرا بالخسائر غير المتوقعة الناجمة عن البحث (Casimir 1983) .

ومن الشائع في العديد من القطاعات التنموية للبلدان النامية تضاعف المنتجين الصغار ،الذين لصغر حجمهم لايمكنهم التفكير البتة في أمر البحث . ومن الخطأ افتراض أن الابتكارات تأتي فقط من البحث أو من المنتجين الكبار ، وان أجرى البحث للمنتجين الصغار فمن المهم أن يستعملوا نتائج البحث . ففي قطاع القطاعة مثلا ، ثمة ثلاث مجموعات من البحث على الأقل موجهة لصالح المنتج الصغير في مجال الفحم الحطبي ، والمواد الحطبية ، والاشخاب . وعلينا التساؤل حول شروط نجاح تحسين التقنية لصالح العديد من المنتجين الصغار ذوى الامكانيية التقنية المنخفضة .

اولا ، تنتمي بضعة ابتكارات لمرحلة واحدة من عملية الانتاج . وتتطلب ابتكارات الانتاج عموما تغيرا في عملية الانتاج ، كما يتطلب اى تغير في جزء من عملية الانتاج اجراء تغيرات مواكبة في اجزائها الاخرى . وفي الشركة الكبرى ، التي تدول كامل سلسلة الابتكار ، تحقق هذه التعديلات البنيوية عبر التفاعل بين الأقسام المختلفة للشركة ، مثل قسم البحث والتطوير ، والقسم الهندسي ، وقسم التنشيط ، واقسام أخرى . وفي الحقيقة ، تتوقف مقدرة الشركة على الابتكار بشكل حاسم على درجة التنسيق بين تلك الأقسام التي تولد الأفكار ، وتلك التي تحتضنها في الانتاج . وعندما يكون المنتجون صغارا ، تنفصل بالضرورة هاتين الوظيفتين : فالافكار يجب أن تأتي من مؤسسات البحث الخارجي ، ويجب أن تستعمل من قبل المنتجين . وهذا يجعل التنسيق بين الأمرين أكثر صعوبة . ومن الضروري أن يظل الباحثون منذ البداية على صلة ببعض المنتجين كي يحصلوا على رد فعل من يمكن منهم استعمال ابحاثهم . وغالبا مايقود غياب العلاقة الوثيقة بين الطرفين الى نقل مبكر للابتكارات قبل أن تكون جاهزة للتطوير التجارى ، ومن ثم يحصل الفشل .

ثانيا ، ان تدويل سلسلة كاملة من الابتكارات في المؤسسة يضمن لها قطف ثمار منافع الابتكار طالما يتسلل المقلدون الى سوقها : فثمة علاقة مباشرة تربط بين الاستثمار في الابتكار وبين المنافع المتولدة عنه . وتنفك تلك السلسلة لدى المنتجين الصغار ، حيث تتحمل مؤسسة البحث مصاريف الابتكار بينما يقطف المنتجون ثمار البحث . ويمكن لمؤسسة البحث أن تحصل على جزء من عوائد الابتكار عن طريق رسوم الاختراع . غير أن حجم العوائد يعتمد على طول المدة التي يتمكن فيها المنتجون الذين

تلقوا الابتكار ليستخدموه بمفردهم • فغالبا ماتنقل الابتكارات من قبل المنتجين الصغار بسرعة تجعل قصر استعمالها على القلة أمرا صعبا • وحتى لو كان ذلك ممكنا ، فالانتشار السريع لكل المنتجين ، والحيازة المتكافئة من قبلهم تُعَدُّ من المصلحة العامة • فالمصلحة العامة ، وصعوبة الحصول على منافع الابتكار ، كلاهما يجعل الدعم الحكومي للبحث والتطوير في المؤسسات الصغيرة أمرا ضروريا •

ثالثا، يشكل ادخال الابتكارات عملا مخاطرا ، ويكون تحمل المنتجين الصغار للمخاطرة محدودا ، بينما تكون كلفة فشلهم أكبر بسبب محدودية رأس المال لديهم والتنافس الصعب الذى تواجهه • ومن ثم يجب أن تتوافق عملية نقل الابتكارات الى المنتجين الصغار مع آلية درء المخاطر الملازمة لها او تخفيضها • والابتكارات المقدمة لصغار المنتجين ، يجب تحسينها وتنقيتها الى أقصى مدى ممكن بحيث تفوق مايقدم للمنتجين الكبار • وحتى في هذه الحالة يحتاج صغار المنتجين للمساعدة عبر آليات الوقاية من المخاطرة او المشاركة فيها •

أخيرا ، طالما يتطلب تقديم الابتكار رأس مال أو خبرة تقنية فستفاوت بلوغها بين صغار المنتجين وفقا لتوفر هذين العاملين • وغالبا ، مايمكن المنتجون الأقوياء ، الذين لهم قوة تقنية أكبر في استعمال الابتكارات أكثر من غيرهم • وهكذا تتوزع منافع الابتكارات بشكل غير متساو في—و— ذلك الى زيادة فوارق توزيع المصادر بين صغار المنتجين •

وهكذا ، يواجه البحث الخاص بالمنتجين مشاكل مميزة • ويشعر بهذه الفوارق صانعو السياسة في عدد من البلدان النامية — وحتى في البلدان الصناعية — وهم يحاولون حلها بأساليب مختلفة • وسيكون — الفائدة العملية اجراء عرض مقارن لتجارهم هذه •

صانعو الأجهزة

لاريب في أن السوق الدولية لمنشأة الطاقة التقليدية هي سوق احتكارية متطرفة لاتأبه البتة للتنافس • فمن بين صادرات الأجهزة الكهربائية العالمية ، ٧٠ بالمئة يأتي من ١٤ شركة ضمن ٥ بلدان صناعية وهي : جمهورية ألمانيا الاتحادية ، فرنسا ، اليابان ، المملكة المتحدة ، والولايات المتحدة الأمريكية • وتبني الشركات هذه دوائر نفوذ لها ضمن البلدان

النامية وذلك عبر شركاتها الفرعية فيها ، ويكون التنافس داخل كل سوق أقل مما هو عليه الحال عالميا (Surrey and Chesshire 1984) . وفي ظروف كهذه ، تبدو حاجة البلد الصناعي لدفع مصدرات شركاتها الوطنية أقل مما لو كانت الأسواق متنافسة ، علما بأن هذه الشركات تبقى مكتفية بالتمويل الحق لمشاريعها وذلك من قبل المؤسسات متعددة الأَطراف حوالها . وكما يوحي الجدول (٢) ، يبدو أن العون الوطني متعدد الأَطراف يستخدم على نطاق واسع لتمويل مشتريات الاجهزة الكهربائية من البلد المانع للعون .

وتكون كثافة السوق أكبر بالنسبة لمنشآت الطاقة النووية . فمن أصل ١٩٤ مفاعلا بني في بلدان اقتصاديات السوق حتى عام ١٩٨٤ ، تم امداد ١٣٢ منها من قبل اربع شركات فقط : اثنتان في الولايات المتحدة الامريكية ، واحدة في فرنسا ، واخرى من كندا ، وجميع هذه البلدان يملك برامج وطنية كبيرة للطاقة النووية (Desai 1984) . أما السوق الأوروبية الشرقية ، فيقوم على امدادها الاتحاد السوفيتي ، وهو بحد ذاته مالك لامكانية نووية كبرى أيضا (Chung 1985) . ويكون تأثير الحكومات المضيفة على تصدير الأجهزة والتقنية ، في حال المنشآت النووية ، اكبر بكثير من حال منشآت الكهرباء التقليدية ، وذلك بسبب الخوف من عواقب الانتشار النووي الاقوي (أى انتشار السلاح النووي) . وقد قادت صعوبة الحصول على التقنية عددا من البلدان النامية ، ومن بينها الأرجنتين والهند ، الى تطوير امكانياتها الخاصة ببناء منشآت الطاقة النووية .

وتعتبر أسواق تجهيزات النفط والغاز أكثر تنافسا ، غير أن الشركات الامريكية تسود معظم انماط أجهزة النفط . وفي السنوات الأخيرة قاد تطوير النفط في بحر الشمال وجنوب شرقي آسيا والصين الى ظهور مصنعي اجهزة نفطية في فرنسا واليابان والمملكة المتحدة ، يملكون دعما قدم اليهم عبر قروض رسمية وغير رسمية ابدتها حكومات بلدانها وذلك تسهيلا لدخولها الأسواق العالمية .

وفي تعدين الفحم الحجري ، تغاوت الظروف المحلية على نحو كبير ، وبات تبني الآليات المحلية وتعليم المستخدم لها يحتلان أهمية رئيسية . وترتبط الآليات المنتجة بالظروف المحلية ، لذا تكون أسواقها وطنية تماما . ومع ذلك ، فاليابان ذات الانتاج الصغير من الفحم الحجري ،

الجدول (٢) القروض وارصدة التصدير للبلدان النامية من اجل استثمارات الطاقة : (أ) ١٩٧٥ - ١٩٨١ (مليون دولار امريكي)

المجموع	أخر	الكهرباء	النفط والغاز	اليورانيوم	الفحم الحجري
١٧١٨٠	٥٢٨	١٤٥١١	١٧٤٨	١٧	٣٧٦
١٠٣٩١	٤٥١	٨٤٩١	١٣٥٧	—	٩٢
٢٣٤	—	٢٣٤	—	—	—
١٩٥٠	—	١٧٧٩	١٢٠	—	٥١
٣٧١٣	٧٧	٣١٤١	٢٦٢	—	٢٣٣
٨٩٢	—	٨٦٦	٩	١٧	—
٣٥٣٦٤	٥٩١	٢٤٥٤٨	٩٦٨٧	٤٥	٤٩٣
٥١٨	—	٤٩٠	٢٨	—	—
٤٧٤	—	٢٠٦	١٨٤	٤١	٤٣
٣٥٩١	—	٢٩٩٥	٤٧٣	—	١٢٣
٧٨٨٣	١٥	٣٢٠١	٤٦٥٣	٤	١٠
٤٧١٠	—	٤٤١٥	١١٣	—	١٨٢
٤٢٢	—	٣٦٩	٥٣	—	—
٢٨٩٣	٥٢٨	١٢٧٩	١٠٥٢	—	٢٤
٦	—	٦	—	—	—
٦٠٨	٤	٦٠١	٣	—	—
٤٦٨	—	١٤٠	٣٢٨	—	—
٧٤٠	—	٧٢٠	٢٠	—	—
٥٣٦٦	—	٤٨٠٦	٥٢٤	—	٣٦
٧٦٨٥	٣٤	٥٣٢٠	٢٢٥٦	—	٧٥
٥٢٥٤٤	١١١٩	٣٩٠٥٩	١١٤٣٥	٦٢	٨٦٩

المصدر : التقارير السنوية لبنوك: التنمية الافريقي ، الاسيوى ، والامريكي الداخلي ، دوريسين (١٩٨٣) ، والبنك الدولي (١٩٨٠ أ و ب)

الجدول (٢ ب)

تطوير الطاقة	النقطة	النفاز	الفحم الحجري	الطاقة النووية	الكهرمائي	نقل وتوزيع الطاقة	الحطب والفحم	الكحول	الحرارة الجوفية	التعاون التقني	الغاز الحيوي	الطاقة الشمسية	غير محددة	المجموع
المانيا ، جمهورية اتحادية	٦٥	٦	١٧٠	—	١٠	٣٦٢	—	—	—	١١	—	—	٢١٧	١١٠
إيطاليا	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	٨٢	١٠٥
اليابان	٢٠١	١٧٨	١١٦٦	٦	٣٨٧	٦٦٦	—	١١	١١	٣٦١	—	—	٣٨٧	٧٣٦
هولندا	٦	٥	١	—	٦	٤٨	١١	—	—	٥٥	—	—	١٩	١٤٨
نيوزيلند	٤	—	—	—	—	—	—	—	٣	٦	—	—	٣	١٨
النرويج	٣	١	—	—	١٣	٢	—	—	—	٦	—	—	٥	٦٠
السويد	—	٢	—	—	٦١	٥	١	—	—	٦	—	—	٥١	١٠٠
سويسرا	٢	—	—	—	٨	—	—	—	—	١	—	—	١	١٢
المملكة المتحدة	١٦٥	٤١	٢٧١	—	٩٧	٢٧	٥	—	٢١	١١٨	—	—	٧١	٧٧٥
المجموعة الأوروبية	٥٨	١٥	١١٤	١٨	١٩٠	٣٠٠	—	—	٩	٦	—	١	٥٤	٧٥٥
ارصدة التصدير	—	٣٥٥٥	١٢٢١	١١٣	٣١٢	١٦٨٦	٨٥٠	٢٤	٦٣	—	—	—	٢٨٢١	١٨٤٣٧
المجموع	٢٦٧	٣٦٦٦	٣٣٣٣	٢٢٢٢	٢٢٣٣	٦٦٥٦	٦٦٦٩	١٤٨	٣٢٩	٣٢٠	٨٠٧	٨	٧٨٦٧	٤٠٣٣٦

- المصادر : أخذت من الجداول ٥ و ٦ و ٧ من منشور منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية الأوروبية (١٩٨٤)
- (أ) - تضم الطاقات الجديدة والمتجددة ، وزيادة على ما ذكر (الطاقة الكهرمائية ، الحطب ، الكحول ، والطاقة الحرارية الجوفية) الغاز الحيوي ، الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح ، الخث ، الحجر النفطي ، الرمال القارية ، وطاقة جر الحيوانات ، غير أنه جرى ذكر كميات صغيرة فقط من الأصناف الأخيرة التي ورد ذكرها في (نظام بيان الارصدة) الذي بنى على أساسه هذا الجدول . وقد وردت تلك الكميات تحت صنف (مصادر غير معينة) .
- (ب) - لم يذكر في (نظام بيان الارصدة) سوى تقديرات جزئية عن التعاون التقني ، لذا جرى تقديرها من منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (١٩٨٤) ، ولم يكن ممكنا توضعها في قطاعات فرعية . وكلف التعاون التقني جرى درجها في كلف المشروع في حال المؤسسات متعددة الجنسية .
- (ج) - تتضمن كذلك قروض التطوير غير التعاقدية : فرنسا (١٧٠ مليون دولار) ، اليابان (١٥١٤ مليون دولار) ، المملكة المتحدة (١٥٠ مليون دولار) .
- (د) - تتضمن بنك الاستثمار الأوروبي (٤١٣ مليون دولار)
- (هـ) - تتضمن فقط القروض المضمونة رسميا والخمسية الأجل .

قد طورت صناعة تجهيز منجمي قوية بغرض التصدير • وتشكل جمهورية ألمانيا الاتحادية ، واليابان ، والمملكة المتحدة دولا مصدرة رئيسية ، وتحظى صادراتها بدعم حكوماتها الوطنية والبنوك المحلية •

وهكذا يستمد صانعو الأجهزة الطاقة قوتهم التنافسية من السيطرة على نوع من انواع التقنية • ويعتمدون على التصدير بنسب متفاوتة حيث يشكل التصدير للبلدان النامية غالبا نسبة صغيرة من مجمل صادراتها • وتنقسم الأسواق العالمية على الاغلب بصورة مناطق نفوذ • وتساعد المصدرين في الاسواق التي لهم فيها اولوية في المنافسة ، دولهم عن طريق قروض رسمية وغير رسمية •

وفي هذه الظروف ، يمكن لبعض البلدان النامية الكبرى انشاء انتاج محلي من الأجهزة بقلل باب الاستيراد ، ولكن شركاتها الوطنية تبقى تابعة تقنيا لصغر اسواقها المحلية • ويبقى مدى دخولها الأسواق الدولية محدودا بسبب تبعيتها التقنية ، وسيادة الروابط القائمة بين صانعي الاجهزة ووكالات تمويلها الوطنية • ويمكن لصانعي الأجهزة في هذه البلدان النامية التي لها انتاج كبير من الطاقة ، اجراء تغيير في هذا الوضع ، الامر الذي يمكنها من دخول الأسواق العالمية • ولكن ذلك يتطلب منها احدث تطوير في امكانياتها التقنية ، وهذا يتطلب قيام بلدانهم بمنحهم قروض دولية مميزة • وفي اطار المعايير المستخدمة ودور الحكومات الهام ، يبقى التعاون بين البلدان النامية المتجاورة مفيدا على نحو كبير في هذا المجال •

مؤسسات البحث

بيّنا سابقا أن امكانية المنتجين التقنية تكمن في صنع استجابات تقنية لبيئتهم الاجتماعية - الاقتصادية • وتشكل مؤسسات البحث والتدريب مكامن للمعرفة المدخرة وموئل المهارات اللازمة للتقدم التقني • والصعاب التي يتوجب عليهم مواجهتها ، تنشأ عن ظروف بلدانها ومجتمعاتها ، لذا فان الحلول التي يأملوا في بلوغها يجب أن تنبثق عن معرفتها المدخرة وتجربتها • ويتوجب عليها البقاء في اتصال وثيق مع حكوماتها ، ومع صناعة بلدانها لاستغلال بحوثها • كما يتوجب عليها أن تخدم عددا من الوظائف ، منها مايلي :

— ادخار المعرفة : تعتمد نوعية البحث بشكل وثيق على تجربة الباحثين

المكتسبة • وتختزن التجربة من خلال المثابرة الوطيدة على البحث الدقيق الذى يتطلب وسائل جيدة • وتستخدم الحكومات والمنتجين مدخلا قصير المدى ، ذى وجهة استغلالية نسبيا ، لحيازة المعرفة ، وهو مدخل ضعيف التلاؤم وعملية ادخار المعرفة • أما مؤسسات البحث ، وهى مكان خبرة ، فيمكن الاعتماد عليها من قبل المستخدمين الآخرين • وان أُريد لها القيام ككتلة تطوير حرجة ، فان ذلك يتطلب منها حيازة تركيز أصغرى من المعرفة •

— نشر المهارات الفكرية : ان قُدِّرَ العمل الذى يمكن أن يقوم به الباحث خلال حياته محدود • وبغية صنع تقدم المعرفة ، لابد للباحثين من ان يعملوا معا ، وأن يحسنوا مهاراتهم ، وينقلوها الى أجيال الباحثين المتعاقبة ، ويعلموا غير الباحثين ، كما يتوجب على مؤسسات البحث والتدريب توفير آلية فعالة لنقل المهارات الفكرية •

— الاستخدام الكفء للشروات الفكرية : ان المعرفة الكامنة في المؤسسات البحثية عامة ومتاحة للجميع ، ويجب أن يكون موقع هذه المؤسسات مخططا لاوسع واكمل استغلال للممتلكاتها : المكتبات ، وقاعات المحاضرة ، والتجهيزات ، الخ ...

— تلاحم الأنظمة المختلفة : تظهر الروى الثاقبة عادة من خلال تلاحم الانظمة العلمية المختلفة • ويتطلب العديد من المشاكل العلمية تضافرا لمختلف حقول المعرفة • فيجب على مؤسسات البحث واسعة الأساس بحيث تعمل كمواقع لصنع التقاء الأنظمة العلمية المتبادعة •

تمويل البحث

ان ما يميز مؤسسات البحث عن وسائل البحث الحكومية والتجارية هو اتساع المعرفة وعمقها الكبير اللذين تجندهما لحل أية مشكلة • ويجب أن يكون الاتساع والعمق مبنيان على وسائل بحث متفوقة : مكبات ، مخابر ، وسائل حسابية ، الخ ... ، وتلك هي بالضبط وسائلها التي يبنى على اساسها تمويل البحث • وتسعى وكالات التمويل الوطنية والدولية لشراء البحث بكلفته الهامشية ، أى كلفة الباحثين بشكل خاص • وتكون النتيجة وجود سويات من الموظفين لاتساندها البنية التحتية ، مما يؤثر سلبيا في نوعية البحث • ويسعى تمويل المشروع الى توجيه الباحثين نحو سلسلة من المشاريع البحثية المتفرقة قصيرة المدى

وتحول دون تعمقهم في البحث .

ويقود المدخل الاستغلالي للبحث الى وجود مؤسسات ضيقة التخصص خارج اطار الحاجة . وبينما تسعى المؤسسات لتكرار نفسها بشكل تلقائي ، فان مجالات اختيار الأفضل في البحث تبقى متغيرة . فـلـو أعطيت تمويلات لمجالات بحث جديدة ضمن المؤسسات العتيقة، التي لاتملك تخصصا عصريا ، فان تلك التمويلات ستتعرض حتما الى توزيعها على اهتمامات قديمة . ومن هنا ينشأ التوجه لإنشاء مؤسسات جديدة للقيام بمهام بحث جديدة . غير أن الانظمة العلمية لاتتبع الاولويات الاجتماعية ، ولكنها قادرة على ملائمة كفاءتها والظروف الراهنة . وتمضي المواضيع المتنامية في التشعب الى حد يصبح فيه كل جزء قابلا للبحث من قبل عدد صغير من الباحثين الذين يتم تراسلهم من خلال مراقبة بعضهم البعض والتعلم المشترك (Menard 1971) . وبالتالي، يقود تكاثر المؤسسات المغلقة التخصص وفق المعايير الاستغلالية الى وجود بحث ضعيف وانتاجية منخفضة .

والحاجة الى توظيف استثمار بعيد المدى في المعرفة من جهة وجعل البحث العلمي يلبي حاجات المجتمع المتغيرة من جهة أخرى يشكلان هدفين توأم يصعب ضمهما معا . وقد جرى عبر العالم تجريب حلول عديدة في هذا الصدد لم يكن واحدا منها مثاليا . وغالبا ماتم منح وعود شفهيّة لتمويل البرنامج . وفي البلدان الديمقراطية ، يتوجب على مؤسسات التمويل اجابة حكوماتها والمواطنين حول فائدة نشاطاتها، ويتوجب عليها الاجتهاد لاطهار نتائجها خلال فترات زمنية معقولة . وهي تفضل تمويل المشاريع لأنها تتمكن من رصد وضبط المشاريع قصيرة الأجل بسهولة أكثر من البرامج . وان ارغمت على تمويل البرامج، فيحتاج هذا التمويل أن يتزامن وطريقة تقويم ما .

تشير الاعتبارات الآتية الذكر برأينا الى نظام تمويل ينطوى على

العناصر التالية :

— النمو التلاحمي : تتميز المؤسسات متعددة الأنظمة والكبيرة بوسائلها المشتركة ، والاحتمالات الكبرى لتفاعل الباحثين فيما بينهم ، الأمر الذي يقود الى اتساع اكبر في البحث . وفي نفس الوقت، لابد للمؤسسات من أن تتطور استجابة لتوجهات الطلب المتغيرة . ولايمكن حل هذه المسألة بالاكتثار من مؤسسات البحث الصغيرة الجديدة وانما بجعل العتيقة

- منها تنمو عبر تلاحم البرامج المصممة لتلبية الطلب الجديد .
- تمويل البرامج كاستثمار : يجب اعطاء المؤسسات تمويلات طويلة الأجل لتغطية جميع متطلباتها المادية والبشرية الضرورية للمجالات الجديدة المطلوبة . وفي حال توفر الدعم المناسب للبرامج الجديدة ، فان ذلك يجب أن يتم على شكل وسائل مادية ملائمة لاداء بحث جيد .
- مشاريع تعود ربحا على الاستثمار : لايجب اتخاذ المشاريع كسلوب لتمويل البحث ، بل كطريقة لتوظيف الاستثمار على صورة تمويلات لبرامج . وعند النظر في برامج جديدة ، يجب تقويم المشاريع التي تجتذبها ، ويجب أن يبنى الاختيار بين البرامج وتمويلها على أساس حجم المشاريع التي يتوقع أن تولدها .
- الاتجاه اللامركزي للبرامج : ان استقلالية البرامج واستمرار توجهها في غاية الأهمية لنجاحها . ويجب ادارة مؤسسات البحث كبرامج تعاونية . وفي نفس الوقت تبقى الادارة النشطة للبرامج أساسية لدفعها قدما نحو الوفاء الأكفأ بالتزامات المشاريع .
- التخطيط المركزي وتوزيع المصادر : ان التوزيع القصير الأجل للباحثين والمصادر المتحركة الاخرى تابع لمتطلبات المشروع . وان أريد استغلال الباحثين بشكل تام ، وتوجب صهر صناعاتهم في مصدر بشري مجرب ماهر ، فانه يتوجب انتقاء برامج متتالية تؤدي الى حيازتهم للخبرة في المجالات المفيدة . أضف الى ذلك ، أن البحث يتطلب زمنا طويلا بينما يريد مستخدموه النتائج سريعا . ويمكن رأب هذه الفجوة بين المطلوب والممكن جزئيا بالتوقع : وذلك عبر البدء ببرامج البحث قبل حدوث الطلب المتوقع عليها . وتشكل الرؤية المستقبلية وادارة المصادر التي تتطلبها عملية بناء الخبرة والمعرفة ، مهام الادارة الرئيسة .

توجيه البحث

برأينا ، يجب أن تكون وحدة ادارة البحث برنامجا يُمولُ لفترة طويلة — من ٥ الى ١٠ سنوات — ويتابعُ او يوسعُ وفقا للمشاريع التي يجتذبها او يتخلّى عنها . ويجب أن يكون أداة تحويل الاستثمار المقدم اليه بصورة عطاء المشروع . وان أريد له اداء هذا العمل ، فلا بد وأن يحوز البرنامج استقلاله الذي يمكنه من انفاق ميزانيته ، وتوظيف افراده ، والبحث عن المشاريع وتنفيذها . لذا ، نرى أن تكون معظم السلطة والوظائف الادارية بيد مدراء البرنامج الذين هم بحاجة للاستقلالية

• والتحكم في البرنامج •

وتتسم مهام مدراء البرنامج بمسؤولية كبرى : فهم مسؤولون عن تقسيم المهام لواجبات بحثية يقوم بمعالجتها الباحثون فرادى وجماعات، ومن جهة أخرى تنسيق انتاجهم ووضعهم في صيغة مفيدة للزبون . لذا، يحتاج مدراء المشاريع الى الخبرة التقنية والادارية ، وتلك هي خبرة نادرة في كل مكان ويجب احتضانها بكل عناية •

وان عملت ادارة البرنامج بصورة جيدة ، فان الادارة العامة لمؤسسات البحث ستعفى من معظم المهام الادارية اليومية ، فتصبح مهمتها الأساسية ادارة المصادر المشتركة ، كالتموليات المراد توزيعها بين البرامج التي ترد من منح خارجية او عوائد داخلية للمشاريع ، كل ذلك اضافة الى المهمة تنفيذ المخطط الموافق عليه •

البحث والتدريب

يتميز البحث والتدريب عن بعضهما بأساليب عديدة أهمها :

— يهدف البحث الى اخراج عطاءات ذات نوعية عالية لمستخدمي البحث ، أما التدريب فيهدف الى تحسين مقدرة الطالب العملية • وللبحث أثر تدريبي كما يمكن أن يملك التدريب مركبة بحثية • فان استخدم البحث للتدريب فحسب ، فان خطرا قد ينجم نتيجة ضعف في نتائجه او في تربيده، ومن جهة أخرى ، لو استخدم الطلاب في البحث ، فربما استخدموا في ابحاث ذات مركبة تدريبية ضئيلة •

— وتتباين ازمته التدريب والبحث كثيرا : فلضمان تقدم الطلبة يقسم التدريب عامة الى فترات منتظمة قصيرة • أما زمن البحث فيحمل مرونة أكثر ، ويكون اطول عادة •

— ويتركز التعليم على الطالب والعلم الواحد، أما البحث فينطلق من تشكيل فرق وتنسيق عمل الافراد فيها ، ومع ذلك فان هذا لايشكل فرقا مطلقا • وكما تتحقق الفائدة من التعليم ، فيجب أن تكون المسائل صغيرة كفاية تمكن الطالب من معالجتها خلال فترة قصيرة • في حال أنه ليس ثمة قيود مماثلة يمكن ارساؤها على المهام البحثية الفعلية • ففي البحث يُفَصَّلُ حجم الفريق على قدر المشكلة البحثية المراد حلها •

لذا يتأثر سلبيا كل من البحث والتدريب اذا حصل تكاملهما

بشكل اوثق من اللازم . كما أن الفصل بينهما يكون مستهجنا نظراً لأن الواحد منهما متمم للآخر ، ويتطلبان وسائل مادية متماثلة . ويقود البحث الى اعادة تقويم بنية التعليم في اتجاهات اكثر جدوى ، وبالمقابل يمكن أن يقود التعليمُ الباحثَ الى مسألة يختبر بها رأيه . ومن ثم ، فمن المستحسن ان يجرى البحث والتعليم في اطار مؤسسات متآخية تتقاسم الوسائل وتتبادل الافراد .

اتصالات البحث ومعلوماته

ينتظر من البحث اغناء المعرفة ، ويمكنه ايضا اعادة كشف المعرفة . ويعتمد مدى اضافة البحث للمعرفة على قدر دراية الباحثين بالاوضاع الراهنة للمعرفة . وبينما يتركز أحد أغراض التعليم والتدريب على اعطاء كل الباحثين قدرا مبدئيا اصغريا من المعرفة، فان درجة المعرفة تتفاوت بشكل واسع بين الباحثين في نفس المجال ، كما أن حرية الوصول الى المكتبات الشاملة والزملاء المجربين تتفاوت بين مؤسسات البحث ، ويعاني الباحثون ضمن البلدان النامية الكثير في هذا الصدد . ويسهم الوضع المتدني للاتصال في البلدان النامية في صعوبة بلوغ المنشود .

غير أن التقدم التقني في علم المعلومات (المعلوماتية) قد

وفر مؤخرا امكانية لخفض هذا التمايز (Munasinghe et al. 1985) . وتستخدم اليوم في المكتبات تقنيات جديدة تعتمد الحواسيب الالكترونية في حفظ واسترجاع المعلومات ، والأنظمة المتاحة اليوم هي اما صغيرة ومحدودة، أو كبيرة مجارية لمظاهر العصر ومكلفة . ويمكن سبب عدم ظهور أنظمة أرخص وأكثر تعبيرا في كون المكتبات الرئيسة في البلدان الصناعية قديمة وكبيرة ، وكلف تحويل أنظمة تصنيفها عالية وتفرض أنظمة التصنيف اليدوية المستخدمة فيها اعباء خاصة عند استبدالها بأنظمة الكترونية بديلة . ولا توجد مثل هذه القيود على المكتبات الشائعة اليوم في البلدان النامية التي هي أجد وأصغر . ومن مصلحة هذه المكتبات تشجيع أنظمة التصنيف المبنية على الحواسيب الالكترونية ذات الطلاقة والفائدة للباحثين .

وتسهم نفس الوسائل المعلوماتية والتقنيات المبنية على الحواسيب الالكترونية في جعل نقل المعلومات أسهل وأرخص . وحقق استخدام الأقمار

الصنعية خفض الكلف الرأسمالية لشبكة الاتصال على نحو كبير، والمعلومات المنقولة كذلك، يمكن أن تكون مسموعة أو مرئية أو بشكل رموز (مكتوبة مثلا) • وتوفير هذه الاتصالات الرخيصة المريحة للبلدان النامية سيؤدي الى تحديث شبكات اتصالها الراهنة واقامة وسائل ارتباط • وغني عن البيان ايضاح المنافع العديدة التي قد تنشأ نتيجة التطبيق الافضلي للحواسيب الالكترونية والاتصالات على البحوث الطاقية، حيث تتجلى تلك المنافع من خلال تحسين نوع تلك البحوث وفي منع تكرارها •

وتلافي التكرار بحد ذاته يحمل أهمية كبرى لمستخدمي البحث وللوكالات الممولة منها للباحثين، فالادراك الأفضل لحال المعرفة يمكن أن يحد من تبذير الانفاق على البحث المعاد • ومن ثم، يتوجب على مستخدمي البحث والوكالات الممولة له رعاية الانفاق على المكتبات، والاتصالات وشبكات البحث كوسائل لزيادة فعالية انفاقها الكلي على البحث العلمي •

وكالات التمويل الدولية

ثمة تناقض يبدو في انفراد وكالات التمويل الدولية، كمجموعة وحيدة، بمعلومات احصائية شاملة عن نشاطاتها، ويمكن ان تلقي هذه المعلومات ضوءا كاشفا على فعاليتها •

الاستثمار

تُموّلُ الوكالات نوعين من النشاطات: الاستثمار والبحث • وقد وصل مجمل القروض الميسرة وغيرها للاستثمار في مجال الطاقة المقدمة من بلدان اقتصاديات السوق المتقدمة للبلدان النامية بين عامي ١٩٧٥ و ١٩٨١ الى ٩٢ بليون دولار امريكي، منها ١٧ بليون دولار قروض متعددة الأطراف، وحوالي ١٠ بليون دولار قروض ثنائية ميسرة، وحوالي ٣٠ بليون دولار قروض البنوك التجارية، وال ٣٥ بليون دولار المتبقية تسهيلات موردين غير ميسرة (تقدير البنك الدولي عام ١٩٨٣) • وباستثناء التجهيزات المصنعة في البلدان النامية الكبيرة، والبرازيل والصين والهند والمكسيك وجمهورية كوريا الجنوبية خاصة، تستورد الدول النامية تقريبا كل الأجهزة كبيرة العيار والمحمولة التي تحتاج اليها، ويمول كل ما يستورد تقريبا الى حد كبير من قبل القروض وأرصدة التصدير • وهكذا

مولت القروض بشتى أنواعها نسبة عالية من استثمار الطاقة في العديد من البلدان النامية .

ومع أن ثمة تقديرات قد وردت من مصدرين تحمل تفصيلا أكثر ، وجرى تلخيصها في الجدول (٢) ، إلا أنها تبدو ناقصة . فمن أجل الفترة ١٩٧٥ — ١٩٨١ لانجد تفصيلا للقروض الثنائية الرسمية . ومن أجل الفترة ١٩٨٠ — ١٩٨٢ ، تتضمن ارقام التصدير ، قيسم الارصدة المضمونة رسميا لمدة تنوف عن ٥ سنوات فقط : وقدرت الارصدة المضمونة رسميا لمدة تقل عن ال ٥ سنوات ، أن تكون حوالي نصف تلك التي تنوف مدتها على ال ٥ سنوات ، والارصدة بدون ضمانة رسمية جرى استبعادها بسبب عدم توفر ارقامها .

وتتجلى السمة المشيرة لهذه الارقام في أن معظم القروض متعددة الأطراف يذهب الى انتاج النفط (مقابل الحفاظ على النفط مثلا) ، وتذهب نسبة عالية منها الى الكهرباء . ومن أجل الكهرباء ، تكون حصصة تلك القروض أعلى مما هي عليه في الصناعات الاخرى . وتملك صناعات الكهرباء سمات خاصة تجعلها جذابة لوكالات التمويل . فمشاريعها تنتظم أنيقة ، وكلفها الرأسمالية سهلة التنبؤ ، كما أن تقنياتها منظومة ويصعب حدوث سوء في ادارتها (وان كان لا يستحيل ذلك) . وفي معظم البلدان النامية تنامي الطلب على الطاقة الكهربائية سريعا ، لهذا فمن المستبعد أن تعاني منشأة الطاقة الكهربائية من اى عجز في الطلب . وأخيرا ، تتصل المنشآت الكهربائية بشكل بسيط بالشبكات الكهربائية ، ولاتحتاج الطاقة الكهربائية الى جهود تسويق خاصة طالما تنامي الطلب عليها . وهكذا فان هذه السمات تجعل قروض صناعة الكهرباء مغرية لوكالات التمويل ، ولييس للمؤسسات متعددة الأطراف فقط . وتفضل البلدان النامية الاقتراض من المؤسسات متعددة الجنسيات بسبب الفوائد الأخفض نسبيا التي تقدمها للمقترض وللفترة طويلة . ونظرا لأنها المقرض المفضل فان هذه المؤسسات تقطف زهوة قروض الطاقة الكهربائية .

ومن جهة أخرى ، بسبب شروط اقراضها المفضلة ، فإن المؤسسات متعددة الجنسيات ليست محبوبة من قبل الوكالات الممولة ، سواء كانت وكالات وطنية رسمية او بنوكا خاصة ، ويقود ضغط هؤلاء المنافسين الى اخراج المؤسسات متعددة الأطراف من الاسواق التي تهمهم .

والاقراض الدولي للاستثمار في مجال الطاقة غير التقليدية صغير جدا ومقتصر بشكل رئيس على الفحم الحطبي والكحول والحرارة الجوفية، وهي جميعا صناعات كبيرة العيار نسبيا، حيث يأتي معظم التمويل من المؤسسات متعددة الأطراف •

البحث

ان المعلومات الخاصة بتمويل البحث ليست مفصلة تقريبا على النحو المبين بالنسبة للاستثمار • والمعطيات الوحيدة التي تعطينا معلومات مقارنة من النوع الذى نحتاجه بالنسبة لحزمة من المشاريع في العديد من البلدان الاعضاء في بنك التنمية الآسيوى (الجدول ٣) • وقد قسمنا الوكالات الى خمسة أنماط : البنوك الدولية، واسرة الامم المتحدة ، والمؤسسات الفرعية متعددة الأطراف، والوكالات الوطنية للبلدان الصناعية الكبيرة المصنعة للمنشآت الكهربائية ، والوكالات الوطنية الأصغر العاملة في صناعة تمويل البحث بذاتها •

وموضوع البحث الوحيد المؤلف لدى جميع الوكالات هو موضوع الدراسات الاقتصادية - الجهرية • والتعمق في الدراسات الجهرية يملك منطقا يقول : بأنها أساسية لوضع الاقتراحات الجهرية الخاصة بالاستثمار والبحث في المستقبل المنظور • كما يقول هذا المنطق بأن الوكالات الممولة ترغب في الحصول على صورة شاملة للاقتصاد اضافة الى التدفقات الجهرية وذلك قبل أن تقرر مايجب تمويله على المستوى المجهرى • غير أن الرؤية الجهرية تعكس العلاقة الرمزية بين وكالات التمويل والحكومات • وتفضل مؤسسات التمويل عامة العمل عن كثب مع الحكومات واستخدام سلطنة تلك الحكومات في اداء الاشياء • وتبحث الحكومات عن الوكالات الدولية من أجل المال والوظائف والسفر الخارجي لاقراها • والبحث الذى يمكن تحقيقه ضمن اطار الحكومات او مؤسسات الدولة ينتمي حتما الى السياسة • لهذا، تتطابق اهتمامات الحكومات ووكالات التمويل حول البحث الخاص بصنع السياسة •

وضمن اطار منظمة الامم المتحدة، ثمة وكالات متخصصة وهيئات اقتصادية اقليمية • وتسعى الوكالات المتخصصة الى التركيز على المواضيع الواقعة ضمن اطار تخصصها : فتركز منظمة العمل الدولية على الطاقة البشرية والتدريب، في حال أن منظمة الغذاء والزراعة تهتم بالزراعة

والحطب والغابات ، وهكذا . وقد قادت ندرة التمويلات لدى منظومة الامم المتحدة خلال السبعينات والثمانينات الى حدوث تنافس كبير بين الوكالات للحصول على العون الخارجي ، والذي من بين اشياء اخرى ، أُخذ شكل دخول مجالات كانت مألوفة لدى الوكالات الممولة ، وكانت الطاقة احدى هذه المجالات في السبعينات .

ولأن الحكومات الوطنية تنتظم بصورة وزارات متخصصة ، كالامم المتحدة ، يتجه تمويلها لاستثمار الطاقة والبحث فيها الى الاعتماد على نفوذ وقوة مساومة الوزراء ووزاراتهم . والفرق الوحيد ، هو أن الاقتصاد الطاقى يصدم الحكومات بصورة طلبات من القطاعين المنتج والمستهلك ، وتبقى المسافة بين الحكومات والامم المتحدة اكبر بكثير .

ويطرح وكالات الامم المتحدة جانبا ، تقسم وكالات تمويل البحث ناتها الى مجموعتين : الوكالات التابعة للبلدان المنتجة لمنشآت الطاقة ، والوكالات الاخرى . والفرق في انماط تمويل بحث هاتين المجموعتين كبير . فنسبة عالية من مشاريع المجموعة الاولى تنتمي الى مجالات تتوقع فيها تمويل الاستثمار ، حيث تحتل الكهرباء موقعا اكثر اهمية ، يليها النفط والغاز والفحم الحجري . ومن بين تمويل المتجددات ، تم تفضيل التقنيات كبيرة العيار المطورة او المحتمل تطويرها كالطاقة الحرارية الجوفية والكحول .

ومن جهة أخرى ، فان وكالات تمويل البحث المستقلة فتسلط بؤرة اهتمامها على التقنيات صغيرة العيار والفريدة : كالكتلة الحيوية ، والحطب ، والغاز الحيوى ، والطاقة الشمسية . وثمة تقنيات اخرى لها بضعة منتجين في اطار البلدان النامية تعتمد هذه الجهات الى تمويلها . ومن ثم ، فالبحث يبقى عرضة لعدم التطبيق والفعالية .

والسؤال الذى يتوجب طرحه الآن هو : لماذا لا تتحرك وكالات التمويل المستقلة الى داخل حقل الطاقة الكبيرة ؟ . والجواب يقع في قسمين : اولاً ، توجد في مجال الطاقة الكبيرة حلقة محكمة من صناع الاجهزة في البلدان الصناعية والى المنتجين في البلدان النامية . وتدخل حكومات البلدان النامية هذه السلسلة كمالكي شركات تشتري الاجهزة او ككفلاء لديونها ، بينما تدخلها وكالات التمويل الاستثمارى كمقرضين . فهي تمويل فقط البحث الضرورى الذى يمكنها من صنع قراراتها التمويلية . ولأن هذا البحث محدد الموقع ، فانه يُظهِرُ على أنه بحث في البلدان النامية . لكنه في الحقيقة مشروع محدد وليس مبدعا ، ويتم غالبا من قبل

الجدول (٣) • تحليل مشاريع البحث الطاقية الممولة خارجيا في آسيا^(١) (عدد المشاريع)

البنوك	اسرة الامم المتحدة	فرعيات متعددة الجنسيات	الوكالات الدولية		المجموع
			بلدان كبيرة	بلدان صغيرة	
الطاقة	٢٣	٣٨	٤	١١	٨٧
معدات، تقويم وتخطيط	١٤	١٣	١	٦	٢٧
الطلب والاسعار	١	٢	٠	٠	٣
الطاقة الريفية	٠	٢	٠	١	٤
المصادر، التجهيز، والتقنية	١	٢	٠	٢	٨
الابقاء على الطاقة	٢	٣	٢	٠	٨
الافراد والتدريب	٥	١٤	١	١	٢٣
دراسات اجتماعية - اقتصادية	٠	٢	٠	١	٤
الصناعة	٠	٣	٠	١	٤
النقل	٢	٧	٠	٠	٩
النفط	١١	٢	١	٠	١٤
الاستكشاف	٤	٠	١	٠	٥
التكرير	٢	٠	٠	٠	٢
عامّة	٥	٢	٠	٠	٧
الكهرباء	٣٧	١٦	٣	٣٨	١٠٤
التوليد	٤	٢	١	١	١١
كهربائي صغير	٣	٣	٢	١	١٣
توزيع	٤	٠	٠	١	٥
كهربة الريف	٣	٢	٠	١	١٠
طاقة نووية	٠	١	٠	٠	١
امور اخرى (التدريب ضمنا)	٢٣	٨	٠	٥	٦٤
الغاز الطبيعي	٧	١	٠	٤	١٦
الفحم الحجري، اللينيت، الخث	٥	٩	٠	٦	٢٤
الطاقة المتجددة	١	٥	١	٣	١٨
طاقة الكتلة الحيوية	٢	٤	١	١	١١
الوقود الحطبي	٤	١٤	٣	٦	٢٢
الحطب	٤	١٣	٠	٦	٢٨
الفحم	٠	١	١	٠	٢
موارد الحطب	٠	٠	٢	٠	٢
الغاز الحيوي	٠	١	٣	١	٥
غسل المنتج	٠	٠	١	١	٢
الايثانول	٠	١	٠	٢	٣

يتبع

الجدول (٣) تابع

البنوك	اسرة الامم المتحدة	فرعيات متعددة الجنسيات	الوكالات الدولية		المجموع
			بلدان كبيرة	بلدان صغيرة	
الزيت النباتي	٠	٠	٢	٠	٢
الشمسي	١	٣	٧	١	١٤
الفولطاضوي	٠	٣	١	٠	٤
اخرى	١	٣	٤	١	١٠
الرياح	٠	٢	٠	٦	٨
الحرارة الجوفية	٣	١	٠	٤	١١
طاقة المحيطات الحرارية	٠	٠	٠	١	١
التخزين	٠	١	٠	٠	١
المجموع	٩٦	١٠٨	٢٦	٥٥	٣٦٦

المصدر : احتساب من بنك التنمية الاسوي (١٩٨٤)

- أ - عدا الصين ومنغوليا وجمهورية كوريا الديمقراطية الشعبية
- ب - تضم متعددة الاطراف : صندوق الكومونويلث للتعاون التقني ، الاجتماع الاقليمي
لرؤساء حكومات الكومونويلث ، المجموعة الاوروبية ، منظمة اوبك ، وهيئة جنسوب
الباسيفيك .
- ج - عرفت الاقطار الكبرى بأنها التي تملك قاعدة صناعة منشآت كهربائية (أي ، كندا
اليابان ، المملكة المتحدة ، والولايات المتحدة الامريكية) .

مستشارين خارجيين • وليس لدى وكالات تمويل البحث المستقلة وظيفة في سلسلة الاستثمارات • ثانياً ، ان وكالات التمويل المستقلة اصغر بكثير من وكالات التمويل الاستثمارية ، ولا تغطي تمويلات معظمها سوى كلفة بضعة دراسات للجدوى ، او مسوحات ما قبل الاستثمار ، او تقارير مفصلة للمشاريع • وهكذا يتشطر مجال البحث الطاقّي بين وكالات تمويل البحث الكبيرة والصغيرة • ويمول البحث المحدد الموقع والكبير العيار الـمُـلـاـزـم لمشاريع الاستثمار من قبل وكالات تمويل الاستثمار الكبيرة ، بينما يمول البحث ذي العيار الصغير ، الذي لاصلة له بالانتاج او التسويق ، من قبل الوكالات التمويلية الصغيرة • وهي ليست مسؤولة عن غياب الرابطة بين السياسة والانتاج والاستخدام من جهة والبحث من جهة أخرى • وتلك هي سمات البلدان النامية : وهي أن ثمة انقطاعات تنشأ نتيجة لسيادة الشركات الكبرى متعددة الجنسية في مجال انتاج الاجهزة الطاقية الكثيفة القيمة المالية ، وضعف الشركات المحلية في البلدان النامية ، والسياسات الطاقية المنفعلة لحكومات البلد النامي • ولاريب في أن وكالات التمويل الدولية تُقوّى هذا التهاوى ، وتفعل القليل لمعالجة ضعف مؤسسات البحث في البلدان النامية •

تحليل وإدارة الطلب

ينمو الطلب على الطاقة عبر مسيرة التنمية، لأنه ينطوى على توسع في الانتاج والاستهلاك ، ولأن البنية التنموية تصبح ذات كثافة طاقة أكبر ، لذا فمن المهم دراسة العوامل التي تحدد الطلب .

وتتسم احصائيات الطاقة في معظم البلدان النامية بتشتتها وضعف تنظيمها مما لا يسمح الا بتحليل عام وغير دقيق . وضمن حدود المعطيات يجب متابعة البحث العلمي على المدى القريب ، كما يجب بذل جهود لتحسين قاعدة المعلومات وذلك بهدف ابداء المزيد من تقويم علاقات أكثر تأكيداً وتفصيلاً . وتعتبر موازين الطاقة احدى الصيغ التي يمكن وفقها تنظيم احصائيات الطاقة، ولكنها لا تعطي أية نتائج تحليلية بحد ذاتها .

وتلخص مرونة دخل استهلاك الطاقة علاقة من العلاقات، لكنها لا تنفص عن العوامل التي تقررها او تغيرها . ويصح الامر بالنسبة للتوابع اللوغاريتمية التي تبحث عن قياس استبدالية مداخل الطاقة المختلفة . وتصور نماذج مداخل ومخارج الطاقة العلاقة بين الاستهلاك والانتاج من جهة واستخدام الطاقة من جهة أخرى وذلك على نحو تفصيلي اضافة الى أنها تسمح بدراسة عدد كبير من الاوضاع الفرضية . واذ تستبعد مؤثرات أخرى ، فانها تقيس التدفقات بدلالة القيمة وتمزج المتغيرات بالكم والسعر . وتسعى النماذج الهندسية ، والتقنية - الاقتصادية ، الى فك ارتباط هذين المتغيرين وذلك من خلال التعامل بالمقادير الفيزيائية . ومع ذلك ، فلا يمكن تصوير سلوك المنتجين والمستهلكين على نحو سهل بالتعابير الفيزيائية . فهذا السلوك تابع لقيمة النقد وهي مبدئياً قيمة هشة . وهكذا فليس ثمة طريقة تامة لدراسة الطلب على الطاقة .

ولاريب في أن هشاشة وتعقيد السلوك الانساني لايسمح—ان بقيام علاقات طلب عامة مترنة ، وتوثران على نحو مماثل في المزيد —من العلاقات الخاصة • وبالنسبة للعلاقات الخاصة ، يبدو من الأسهل التعامل بعدد من المؤثرات معا ، انما يبدو صعبا الكشف عن آثارها —الذاتية • ويتسم أفق نمطي دراسات الطلب المجهرى بأهمية خاصة: أى أن النمط الاول يضع الطلب على الطاقة في اطار قرارات الاستهلاك المنزلي العام ، بينما ينظر الثاني الى جمع الحطب كجزء من توزيع العمل داخل الاسر الريفية •

ويمكن استخدام نماذج الطلب على الطاقة لدراسة ومعالجة كثافة الطاقة الكلية بواسطة اجراءات السياسة وفي مقدمتها الدعم والضرائب • ويتطلب تصميم الدعم والضرائب عبقرية ، ويشكل ذلك تحديا أمام البحث ، ذلك لأن ثمة عدالة اجتماعية تكمن في اجراءات الدعم والضرائب • وللدعم والضرائب آثار استبدال قوية غير مرغوبة على أنواع الوقود في غالب الأحيان ، ويتطلب من الباحثين وضع اجراءات أكثر اعتدالا وأفضل تهديفا •

ويشيع في صناعات الطاقة ، كبيرة العيار ، تسعير الكلفة الوسطى المبني على الكلف التاريخية • ويشوه هذا التسعير سويات الربح وأنماط الاستثمار والتنافس بين مصادر الطاقة • لهذا فثمة حاجة الى اجراء بحث خاص لتحسين الضوابط السعرية ولاستخدام البنى السوقية لتنهيج الاسعار واستيعاب التغير التقني •

والفائض الزراعي ضرورى لدعم السكان خارج اطار قطاع الزراعة • ولكن انتاجية العمل الزراعي منخفضة الى حد لايسمح بتوليد فائض فسي العديد من بلدان افريقيا والبعنى في آسيا • ويتطلب رفع انتاجية العمل الزراعي اولوية كبرى في اطار تنمية هذه البلدان ، وربما تطلب ذلك استبدال العمل البشرى بمداخل طاقة آلية او مساعدة العمل البشرى بذلك • ودراسات العلاقة بين العطاء الزراعي والعطاءات الطاقية الكلية ليست مجدية ، ويبدو من الضروري اجراء ابتكار في المفهوم وابتعاد عن العموميات • كما تتطلب الدراسة توسعا بحيث تشمل الأنظمة الزراعية المحيطة مثل زراعة القمح الخشن في المناطق الجافة وزراعة الجذور الدائمة • ويمكن لدراسات الممكنة أن تفيد في التمييز بين عمليات الذروة وغيرها • ويحمل البحث حول تحسين كفاءة التقنيات الميكانيكية وغيرها اهتماما خاصا : مثل الدراسات الخاصة بزراعة الحراثة الدنيا في البلدان النامية • ويمكن رفع كفاءة الطاقة باستخدام

المداخل الزراعية كثيفة الطاقة بمهارة أكبر : مثل الأسمدة ، المياه، المبيدات .
وتربية نباتات لهذا الغرض هو أحد أساليب زيادة كفاءة هذه المداخل .

وقد بذل الكثير من البحث على موضوع الحفاظ على الطاقة
في الصناعة لدى البلدان النامية ، وتم تمييز الصناعات كثيفة الطاقة . ويمكن
للدول النامية رفع كفاءة طاقتها الصناعية كذلك بتمييز صناعتها التي تستهلك
كميات أكبر من الطاقة وتطبيق المعرفة المكتسبة عليها .

ويشكل النقل صلة الوصل بين سياسة الطاقة وسياسة التجارة
وسياسة البيئة . ويتوجب على البحث ارساء أساس تناسق تلك السياسات
الثلاث . وتحدد أنماط التوضع السكاني متطلبات النقل ، حيث لا تتوفر
مرونة كبيرة في علاقتها . أضف الى ذلك ، انه تصعب زيادة امكانية النقل
على الطرق والسكك الحديدية في المناطق المطورة . لذا يصح من الأفضل
تخطيط موطن تنامي النشاطات وتتابع الاجيال لعقود زمنية مقبلة وذلك
لخفض طوارئ متطلبات النقل . ويعتمد أفضل أنماط الموقع على اعتبارين
متعاكسين : ان الابقاء على المدن صغيرة يمكن أن يخفض حركة سير
الضواحي ، ومن جهة أخرى يمكن أن يقود تركيز النشاطات الاقتصادية في
بضعة أماكن الى جعل الاستثمار في بنية النقل التحتية أكثر اقتصادية .
وتقدم ادارة النقل ، قصيرة المدى ، مشاكل بحثية تخمى عقلنة حركة النقل
المحدودة وفي مسألة تنسيق استخدام أسعار الوقود والآليات والطرق
والضرائب عليها . ويبدو البحث واعدا في مجال خيارات كثافة النقل
واقتصاديات حجم الآلية ومنافسة السكك الحديدية . ولأن السكك الحديدية
كثيفة رأس المال ، فهي توفر موضوعا هاما للبحث يتركز في تحسين استغلالها ،
وخصوصا البحث في برمجة حركة السير والاتصالات ، وفي بنية معـدل
الحركة ونوعية الخدمة .

يمكن تصنيف مستهلكي الطاقة المنزلية كجامعي طاقة ، منتجين ،
ومشتريين لها . وتتباين أنماط سلوكهم ، كما تتباين طرق دراسة تلك
الأنماط . ويمكن لنظرية الطلب التي طورت في البلدان الصناعية أن تلائم
المشتريين ، لكن ثمة حاجة لتطوير مفاهيم دراسة جامعي الطاقة والمنتجين
المتعيشين . ويعتبر توزيع العمل البشري بالنسبة لبدائل الاستخدام
أمرا أساسيا في سلوك جامعي ومنتجي الطاقة . ويجب أن تكون حدود
الأنظمة المستخدمة في دراستهما واسعة لتغطية تعاملهما مع المدن المجاورة

ولالقاء الضوء على تباين المناطق والطبقات • فالبحث حول جمع الوقود الحطبي يجب ربطه بملاحظة فاحصة للبيئة ، والبحث عن استخدامه مع منتج : مثلا : مع نوعية وتركيب الطعام المطبوخ به •

والنمو في انتاج البضائع والخدمات، الذي يشكل جزءاً أساسياً من التنمية ، يتطلب زيادات في استهلاك الطاقة كي يبقى مطرداً • أضف الى ذلك ، أن ثمة عدد من التغيرات البنيوية تكمن في التنمية وتسعى الى رفع كثافة طاقة الدخل الوطني •

— مع نجاح الناس في حياتهم تزداد الطاقة التي يستخدمونها في الانارة والتجهيزات المنزلية • وقد بدأت سويات الدخل المنخفض بحياة بعض هذه التجهيزات (مثل المـراوح الكهربائية ، أجهزة الراديو ٠٠٠٠) ويتوفر بعضها لسدى سويات الدخل الأعلى • وهكذا ، حتى لو لم يرتفع استهلاك الطاقة المنزلي من خلال الطبخ ، فان الاستهلاك في اغراض أخرى سيتابع ارتفاعه مع الدخل ، وسيكون الطلب الجديد الناجم عن ذلك متركزاً على الكهرباء • والكهرباء أيضاً، تشكل مصدراً رئيساً للطاقة المحركة في الصناعة • ونظراً لأن ٦٠ الى ٧٠ بالمئة من طاقة الوقود كانت تهدر في تحويل الطاقة ، فان التحول في مزيج الطاقة النهائي نحو الكهرباء الحرارية لابد وان ينطوى على نمو أسرع في الطلب على الوقود الاولي •

— يواجه العديد من البلدان النامية حاجة الى تكثيف الزراعة لانتاج الغذاء وسد أفواه السكان المتزايدة ومواجهة محددات وفرة الأرض الزراعية • ولاريب في أن جميع وسائل التكثيف الزراعي الرئيسة : الماء ، الاسمدة ، المبيدات، الآليات، تستهلك جميعاً طاقة •

— ويتطلب الارتفاع المطرد في المعايير الحياتية العامة ارتفاعاً في انتاجية العمال ، ويتضمن العديد من الأساليب المعروفة المستخدمة لرفع الانتاجية استخداماً طاقياً اكبر لكل عامل •

— وكلما ارتفع دخل البلدان النامية ، زاد اتجاه تحرك بنية طلبها ونمط انتاجها نحو الصناعة ، وهنا يتطلب النمو الصناعي ارتفاعاً في استهلاك الطاقة •

— يوءى الارتفاع في سوية الحياة استهلاكاً أكبر للبضائع ، ومن

ثم المزيد من النقل • أضيف الى ذلك فان التحضر والتصنيع يزيدان في اتساع الشقة بين المنتج والمستهلك ، وبين العامل وموقع عمله • وهكذا ، ترتفع متطلبات النقل بنسبة أكبر من ارتفاع الانتاج •

ولهذا فان الطاقة تشكل مدخلا حيويا قادرا على تقييد التنمية ، ويمكن خفض أثرها المقيد بواسطة التغيرات البنوية التي تخفض كثافة طاقة الانتاج الكلي ، وباستبدال الوقود للاستعاضة عن الطاقة النادرة بأشكال أخرى أكثر توفرا ، وبالحفاظ على الطاقة لزيادة كفاءة الطاقة الكلية • ومن بين هذه الامور سنعمد الى معالجة أمر الحفاظ على الطاقة في الفصل التالي • أما هنا فسنعالج تحليل الطلب على الطاقة ، بادئين به على السوية الكلية العامة ، ثم على مستوى المستهلكين : الزراعة ، الصناعة ، النقل ، والقطاع المنزلي •

الطلب الكلي

عند تحليل الطلب على الطاقة ، يتوجب على الباحثين الاختيار بين طرق ذات متطلبات متدنية للمعطيات والحسابات — وهي طرق تعطي نتائج سريعة لكنها محدودة — وطرق أكثر قوة قادرة على اعطاء نتائج متسقة وأكثر تفصيلا — وهي طرق تتطلب استثمارا في جمع المعطيات والحسابات — وهي حساسة لنوعية المعطيات والنماذج الحسابية • وبين الطرق الاولى ، توجد دراسات للعلاقة بين الطاقة والدخل المحلي العام (GDP) ، ودراسات الطلب الاقتصادية المجهرية • ومن بين الطرق الثانية ، نجد النماذج الاقتصادية الجهرية ذات قاعدة المدخل — المخرج والنماذج التقنية — الاقتصادية الموجهة نحو تحليل الاستخدام النهائي • ولا يتركز الخيار بين طرق سريعة وقدرة ، وطرق بطيئة ونظيفة فحسب ، اذ يمكن للدراسات المجهرية الاقتصادية استغلال المعطيات المتاحة بشكل اكمل او تستخدم المعطيات المتحصلة عن مسوحات خاصة فصلت خصيصا للمشكلة موضوع البحث ، بينما النماذج الاقتصادية — الجهرية البالغة الكبر فكيّرا ماتستخدم معطيات متغيرة النوعية والموثوقية ضُمت معا لغرض التمام • ويمكن للدراسات الاقتصادية — المجهرية أيضا توطين تنوع أكبر من الصيغ التابعة فتمهد بذلك السبيل لاجراء تفحص عن كُتب للعلاقات الأساسية ، بينما اقتصرت النماذج الكبيرة متعددة المعادلات حتى اليوم على الصيغ التابعة

والعلاقات البسيطة • وكلى نموذجي الدراسة ، يحتمل تأثرهما بالزيادات الأخيرة في قوة الحسابات الالكترونية وفي تصغير الحواسيب الالكترونية • ويمكن أن يكون الأثر بالغاً لدى البلدان النامية وذلك على ضوء حقيقة ظهور الحواسيب الالكترونية الدقيقة منخفضة الكلفة • ومن ثم يؤمل لدراساتي الطلب الجهرية والمجهرية أن تتقدما في الاعوام المقبلة •

وتعمل وفرة المعطيات في المدى القريب على الحد من اختيار الطرق ، بينما يجب على المدى البعيد بذل جهد لازالة هذا المعوق وذلك من خلال جمع المزيد من المعلومات لاستخدامها في نماذج اكثر تقدماً • وثمة صيغة ممكنة لجمع معلومات مفصلة حول تدفقات الطاقة تتجسد في اطار موازين الطاقة •

موازين الطاقة

في حال عدم تكامل معطيات الطاقة الوطنية، يمكن جدولتها بصورة ميزان طاقي • ويتم في ميزان الطاقة فرز الطاقة الى مركباتها ، ولكل مركب ، تجرى مساواة الاستهلاك مع مجموع الانتاج والتجارة الدولية والتغير في المخزون • ويفرز الاستهلاك الى استخداماته المختلفة وذلك للتمييز بين الطاقة المستخدمة للتحويل الطاقي والطاقة المقدمة للاستخدام النهائي •

هذا وقد تم نشر موازين طاقة بلدان منظمة التعاون الاقتصادي الاوروبية (OECD) من قبل منظمتها بدءاً من الخمسينات • وفي السبعينات ، قامت وكالة الطاقة الدولية (IEA) - التي تنتمي الى (OECD) - بتشجيع الاهتمام بموازين الطاقة في البلدان النامية • وقامت في ملتقى عام ١٩٧٨ بعرض موازين الطاقة التي تعاقبت عليها ، حيث جرى مناقشتها ، وتم مؤخراً تحديثها حتى عام ١٩٨٢ ، (International Energy Agency 1979a,b, 1984) •

وقامت منظمة الطاقة لدول امريكا اللاتينية (OLADE)، التي تأسست عام ١٩٧٣ ، ايضاً بابداء اهتمام عميق مماثل في امر موازين الطاقة لبلدان امريكا اللاتينية • ونتيجة لذلك، تم تصنيف موازين الطاقة لجميع بلدان أمريكا اللاتينية الاعضاء في (OLADE) عدا بربادوس وكوبا والباراغواي • وتتوفر لعدد من الاقطار موازين طاقية سنوية منذ عام ١٩٧٠ • الا أن نوعية الاحصائيات قد تحسنت فيها مع الزمن • أمّا

درجة التفصيل المتاحة فتختلف من بلد لآخر (انظر مثلاً :

El Salvador 1980; Organizacion Latinoamericana de

• (Energia 1981; Chile 1982; I.E.E. 1982, 1983

وقامت شبكة من باحثي الطاقة ، الذين يعملون تحت مظلة المجموعــة الأوروبية ، بتطوير هيكل صفحة ميزان الطاقة المتكامل ، اى وضع جملة من موازين الطاقة المترابطة بينها لتغطي كامل نظام الطاقــة بدءاً من المصادر وانتهاء بالاستهلاك المفيد للطاقة (**Commission of European Communities 1984**) وتم أيضاً توسيع موازين الطاقة المنتجة بقيادة منظمة (**OLADE**) حيث ادخلت فيها تقديرات الطاقة المفيدة .

ويشكل ميزان الطاقة بصفة اولية عرضاً جدولياً لاحصائيات انتاج الطاقة واستهلاكها . ولدى البدء باعداد الميزان يتوجب الاجابة على اسئلة تخص التفصيل والتوافق للذين سيكونان نقطة الانطلاق المفيدة لدراسة الطاقة الوطنية . ولايحتوى ميزان الطاقة بحد ذاته على أية معلومات تتعلق بمحددات استهلاك الطاقة النهائية ، ولهذا لايعتبر كافياً لممارسة التنبؤات والتخطيط وصنع النماذج . غير أن سلسلة زمنية لموازين الطاقة قد تعطي سلاسل زمنية للاستهلاك وفق القطاعات التي يمكن أن تستخدم معها لتوقع او تخطيط انتاج الطاقة الوطني وتحويله واستهلاكه (**Moscoso and Barbalho 1983**) ويمكن ملائمة التقنيات المطبقة على كل قطاع مع وفرة المعطيات والآليات السببية المتضمنة ، مثلاً من الممكن استخدام نماذج مختلفة جداً من اجل الزراعة والصناعة والنقل والقطاع المنزلي . وهكذا ، فان موازين الطاقة ، في حال بنائها بمنهجية متسقة وعلى مدى عدد من السنين ، توفر اطاراً مرناً لدراسات الطاقــة الوطنية . غير أنه لو تم تطوير نماذج قطاعية ، فيحتمل أن لاتكون التقديرات التي تعطيها متسقة فيما بينها ، وعندها لابد من تقديم آلية للتأكد من اتساقها المتبادل .

علاقة الطاقة بالدخل المحلي العام

بشكل عام ، يمكن افتراض أن استهلاك الطاقة تابع للدخل المحلي العام ، حيث يقيس الأخير قيمة انتاج البضائع النهائية والخدمات في الاقتصاد . وقد تم عبر السنين وفي العديد من البلدان تحقيق عدد

كبير من دراسات علاقة الطاقة بالدخل المحلي العام • وتتفاوت النتائج على نحو كبير ، وتعطي مرونة تتوزع على مدى واسع فوق ودون الواحد • فالمرونة في السبعينات كانت عموماً أدنى مرونة السنين التي خلت (Siddayao 1985; Leach et al. 1986) وأظهرت عملياً أن مرونة دخل استهلاك الطاقة تكون أعلى من أجل البلدان ذات الدخل المنخفض عما عليه من أجل بلدان الدخل المرتفع • وتشكل هذه النتيجة أساس توقع ارتفاع حصة البلدان النامية من استهلاك الطاقة العالمي ، (Martin and Pinto 1979) وقبل الوصول الى هذه النتيجة او غيرها من مرونة الدخل المحلي العام لاستهلاك الطاقة ، يبدو ضرورياً التساؤل عما تعنيه هذه المرونة وكيف يتم تحديدها •

- وفي المسيرة التي لا تتضمن تغيراً تقنياً او استبدالاً بين المداخل ، فإن استهلاك الطاقة يكون متناسباً مع الانتاج ، وتساوى مرونة انتاجها للواحد تماماً • وان وجدت تلك المرونة مختلفة عن الواحد ، فإن ذلك يعود الى الاسباب الاربعة الممكنة التالية :
- يمكن أن تقود التحسينات التقنية الى هبوط في كثافة الطاقة ، وهذا هو السبب الرئيس وراء انخفاض مرونة الطاقة في البلدان الصناعية دون الواحد • وسيؤدي استبدال التقنيات بأخرى كثيفة الطاقة الى مواجهة هذا التوجه •
 - يمكن أن تؤدي التغييرات في بنية الدخل المحلي العام الى تحول نحو القطاعات كثيفة الطاقة تقريباً • والنمو السريع نسبياً للصناعة والنقل في البلدان النامية مثلاً هو الذي يفعل في مرونة الدخل المحلي العام لاستهلاك الطاقة •
 - يمكن للتغييرات في تكوين استهلاك الطاقة أن تغير وسطى كفاءة استخدام الطاقة • ففي البلدان النامية ، تحل الطاقة التجارية عملياً محل الطاقة غير التجارية ، وهو أمر يستبعد دوماً من الاحصائيات ، ومن ثم يبدو ثمة ارتفاع احصائي صرف في استهلاك الطاقة وفي مرونة الدخل المحلي العام لاستهلاك الطاقة عبر الزمان • ويقود مثلاً استهلاك الوقود الحطبي الى هبوط مميز في مرونة الدخل المحلي العام عبر البلد (Strout 1983) وحتى لو تم ذلك الإدخال ، فإن استبدال الكاز (الكيروسين) والفاز والكهرباء به سيرفع جدلاً كفاءة الطاقة ويخفض مرونة الانتاج •

— يمكن أن تقود التغيرات في نمط الحياة الى تغير (مباشر
او غير مباشر) في كثافة استهلاك الطاقة . ولو أن هذا
هذا الاثر سينعكس في المرونة ، فانه ينبثق عن الاستهلاك
وليس الانتاج .

ونظرا لتضافر آثار هذه الظواهر الأربع في علاقات الطاقة
والدخل المحلي العام، فمن الصعب القول بما تعنيه المرونات . وقد
برهنت المرونات المحصلة للدخل المحلي العام عن عدم استقرارها وموثوقيتها
في أى غرض تنبؤى : خصوصا عند حصول عوائق بنيوية رئيسة ، كما
حدث اثناء أزمت النفط .

الاستبدال بين المداخل

يفترض استخدام مرونات الطاقة — الدخل المحلي العام وجود
علاقات مستقرة بين الدخل المحلي العام واستهلاك الطاقة . ومع ذلك فثمة
احتمالات للاستبدال بين مختلف أشكال الطاقة وبين الطاقة ومداخل أخرى .
وليس خافيا أن امر الاستبدال بين المداخل يمكن أخذه بالحسبان في توابع
الانتاج . وثمة عدد من توابع الانتاج يجرى استخدامه ، ومن بينها ذلك
الذى طبق بشكل كثيف في مجال الطاقة وهو التابع اللوغاريتمي الذى اخرجه
كريستنسن وزملاؤه عام ١٩٧٣ . وقد طبق على عدد من البلدان الصناعية
فولد ذلك مدى واسعا من التقديرات لمرونات السعر ومرونات الاستبدال
(Hudson and Jorgenson 1974; Berndt and Wood 1975, 1979; Griffin and Gregory 1976; Ozatalay et al.

. 1980 , Pindyck 1979) . ويمكن

الفرق الرئيس بين نتائجها ، في أن بعضها يخلص الى أن الطاقة ورأس
المال (أى المنشأة والتجهيز) بديلان ، بينما يجد بعضها الآخر أنهما
متمانان . لذا فهي تجرى توقعات مختلفة بالنسبة لآثر الارتفاع في أسعار
الطاقة : تتنبأ المجموعة الاولى استثمارا أعظم في البضائع الرأسمالية بينما
تتوقع المجموعة الاخرى عكس ذلك . وقد تقصى غيبونز (١٩٨٤) مؤخرا
تفسيرا للاختلاف في نتائج تبايرات نوعية البضائع الرأسمالية .

وقد أرست النماذج اللوغاريتمية تطبيقات محدودة جدا فـي
البلدان النامية) (Uri 1981 ; Apte 1983) . وليس

ثمة صعوبة في تطبيقها على المستوى الصناعي حيث تملك البلدان النامية معطيات وفيرة نسبيا ، غير أنه على ضوء صعوبة تفسير مرونات الاستبدال التي تحملها هذه النماذج ، فثمة ارتيابات حول فائدتها العملية .

تحليل المدخل - المخرج

يصور جدول المدخل - المخرج تدفقات المداخل والمخارج عبر الاقتصاد كله ، تماما كما يصور ميزان الطاقة تدفقات الطاقة في الاقتصاد . وفي الحقيقة يعتبر ميزان الطاقة مؤلفا من أعمدة في جدول المدخل - المخرج تخص مصادر الطاقة مع وجود التمييزين التاليين : ان الوحدات المستخدمة في ميزان الطاقة هي اما وحدات فيزيائية او وحدات طاقة ، بينما تكون تلك الوحدات على صورة قيم في جدول المدخل - المخرج ، ويعطي ميزان الطاقة أرقاما لقطاعات الطاقة اكثر تخصصا مما يعطيه جدول المدخل - المخرج .

ونظرا لأن جدول المدخل - المخرج يظهر مبيعات قطاع او صناعة لآخرى ، فانه يدعى " ماتريس المبادلات " . فلو قسمت مداخل كل صناعة وفقا لمخرجها ، يمكن الحصول على ماتريس المدخل - المخرج ، وتدعى أيضا بماتريس التقنية ، ويشكل هذا الماتريس التقني اداة صالحة لكثير من التطبيقات .

— يمكن استخدام الماتريس التقني لحساب الآثار المباشرة وغير المباشرة للتغير في المخرج .
— ويظهر الصلة بين المخارج والبضائع النهائية (أى البضائع المستهلكة او المستثمرة) والبضائع الوسيطة (أى البضائع المستخدمة لانتاج بضائع أخرى) . كما يمكن استخدامه لاطهار تأثير تغيير انتاج صناعة ما على جميع الصناعات الاخرى .

— ويمكن تمثيل التغير في التقنية كتغير في أمثال المدخل - المخرج ، ويمكن اظهار نتائجه على كامل الاقتصاد من خلال تعديل الماتريس التقني . وبذلك يمكن استخدامه لتقدير أثر تقنيات الحفاظ على الطاقة او من اجل الاستبدال البيئي للوقود على الاقتصاد .

— ويضمن الماتريس التقني اتساقا متبادلا بين مخارج الصناعات

المختلفة •

— وأخيرا ، حيث يمثل ماتريس التقنية جزءا من نماذج البرمجة الخطية ، فيمكن استخدامه لحسابات الاقتصاد الفضلى عموما وتحليل آثار المعوقات بخاصة ، كالحاجة الى ميزان تجارى أو عقلنة الامدادات المحدودة •

ونتيجة لهذه المنافع، يشكل تحليل المدخل — المخرج أساس النماذج المستخدمة في اقتصاديات السوق المتقدمة للتنبؤ الجهرى • والموازن التي يمكن اعتبارها متغيرا في جداول المدخل — المخرج ، تبين أنها تشكل أساس التخطيط في الاتحاد السوفييتي وفي اقتصاديات التخطيط المركزى •

ولقد بادعت مجموعة بحوث الطاقة بجامعة ايسلينغوى (Bullard and Herendeen 1975) بتطبيق تحليل المدخل — المخرج على مشاكل الطاقة وظهر قدر صغير من عمل منهجيتها المتخصص (Bullard et al. 1978; Casler and Wilbur 1984) في عام ١٩٧٨ • وتركز التطبيق الرئيس لتحليل المدخل — المخرج على الطاقة وحسابات كثافتها المباشرة وغير المباشرة ، اضافة الى كثافة الطاقة السلعية الضمنية او غيرها (Costanza and Herendeen 1984) •

أما تطبيق تحليل المدخل — المخرج للبلدان النامية ، فقد جاء بشكل رئيس من مركزين : مخبر الطاقة بمعهد ماساتشوستس للتقنية ومخبر بروك هيفين الوطني • وطبقت نماذج المدخل — المخرج ، التي طورها بليتز ومساعديه للتخطيط التنموى (Blitzer et al. 1975 Taylor 1979) على مصر (Choucri 1984) والاردن (Blitzer 1984) والمكسيك (Blitzer and Eckhaus 1983) • وفي ماتريسات التقنية التي اخرجتها مجموعة بروك هيفين ، تم درس قطاع الطاقة باسهاب ، وقيست تدفقات الطاقة بوحداث الطاقة ، وقيس استهلاك الطاقة بدلالة الطاقة المفيدة (أى الطاقة النهائية المستخدمة مضروبة بكفاءة الاستغلال) • وطبق هذا المدخل على مصر والبيرو والبرتغال وجمهورية كوريبا (Mubayi and Meier 1981) •

ولقد كانت الحسابات ذات العيار الكبير التي تتطلبها نماذج المدخل — المخرج المفصلة أحد الاسباب في عدم شيوع تطبيقاتها في البلدان النامية (Subba Rao et al. 1981; Behrens 1984) و

Vanin and Graca 1982) • غير أن هبوط أثمان الحواسيب
الالكترونية وصغر أحجامها قد جعلاً من هذه التقنيات عملية في البلدان
النامية (Munasinghe et al. 1985) •

مداخل هندسية

تتميز المداخل الاقتصادية لمشاكل الطاقة بالاولوية التي توليها
لآثار الدخل على المخرج والأسعار • غير أن هذه الاقتصادية الأساسية
تصور السلوك الانساني ، في حال أنه سلوك سريع التبدل • أضف الى
ذلك ، أنه يجب التعبير عنها بدلالة القيمة ، مما يجعل التمييز بين
التغيرات في القدر والسعر مستحيلاً • ونتيجة عدم الرضى بهذه الامور
غير المستقرة ، تم التوصل الى ابتكار نماذج تعتمد على الثوابت التقنية •

وفي النماذج التقنية ، يفكك الاستهلاك الطاقى النهائي (**F**)

$$F = u A / e \quad \text{الى :}$$

حيث (**A**) مستوى الفعالية ، (**u**) الطاقة المفيدة المطلوبة لكل
وحدة نشاط، و (**e**) كفاءة استغلال الطاقة • وتتركز فائدة هذا
التفكيك في عدم تباين (**u**) بتغير شكل الطاقة ، ويتوقع أن يكون
استبدال الوقود مساوياً للواحد عندما تحدد مداخل الوقود حسب الطاقة
المفيدة •

ويمكن أن تكون سوية الفعالية هي سوية انتاج السلعة
أو الخدمة أو " الحاجة " في حال المستهلك • وهكذا ، تسعى النماذج
الى استبدال الطلب الطاقى المحدد سلوكياً بمطلب محدد ناظم للطاقة •
ولعل أبرز نماذج (**MEDEE**) (Chateau and Lapillonne 1978) ،
التي طبقت من بين أمور أخرى على المجموعة الأوروبية (**EEC**) ،
والبرازيل (Prado 1981) ، والاكوادور
(Instituto de Energia 1984) ، والبرتغال
(Neto et al. 1980) وكوبيك (Quebec 1984) •

وتبدو جلية صلة القرابة بين نماذج الـ (**MEDEE**) بالمدخل
الناظمة الاخرى لمشاكل الطاقة : مثلاً مع " المداخل الهيئـة للطاقة "
التي تؤكد على التحول بعيداً عن الوقود الحفري ومدخل الحفاظ على
الطاقة التي تبين أن احتمالات الحفاظ على الطاقة لاتنتمي الى الكلفة

(مثلا : Goldemberg et al. 1985) • وتحدد التقنية ما هو ممكن ، كما تحدد المتحولات الاجتماعية والاقتصادية أى الممكنات هذه قابل للتحقق • والاعتقاد بأن العالم يجب أن يتغير بشكل أكثر عمقا ، يتوأكب بشكل طبيعي مع المدخل التقني : أما التأكد من أن المعدل الذى يمكن أن تتغير وفقه بالعوامل السلوكية والمؤسسية ، فيترافق والمداخل الاجتماعية والاقتصادية • وكلى المدخلين ضروريا ان لا يمكن لأى واحد منهما تغيير العالم بمفرده • وتم تمييز ذلك مثلا في النموذج (MEDEE-3) ، الذى ينطوى على تابع لسلوك المستهلك • ويرتبط التقدم في صنع النماذج الجهرية للطاقة بصورة ضعيفة مع عملية اكتشاف الثوابت الفيزيائية ، وعلى نحو وثيق مع تحسن مواصفات التوابع السلوكية •

الطلب عند المستوى المجهرى

لإجدال في أن نظرية الطلب الاقتصادية التقليدية قد نضجت وتطورت قليلا خلال السنوات الأخيرة (Goldemberg 1967) ، وتبين فيها أن الدخل والسعر هما المحددين الرئيسيين لطلب المستهلك ، حيث يمكن أن يضاف اليهما متحولات تخص كل حال : مثل حجم الاسرة وتكوينها حيث يكون الطلب شخصا وليس عائلي الأساس ، او السعر وامداد البدائل ذات الأهمية المميزة • وتنتمي محددات الطلب الصناعي لأهداف الصناعة الاقتصادية ، اضافة الى المسيرة المحددة التي يتم وفقها استخدام المداخل • ويمكن دراستها في اطار نموذج عام للإنتاج الصناعي يدعى بالتابع الإنتاج ، او عبر نماذج تصنيع محددة • وقد ظهرت مؤخرا آثار نوعية انتاج الطاقة على الطلب كمجال واعد للبحث ، خصوصا في ظل مظاهر العجز الحادة للطاقة في البلدان النامية (Munasinghe and Schrymm 1983) • وسنعالج فيمايلي نماذج طلب المستهلك •

وبينما توطدت نظرية الطلب ، فان تقدير توابع الطلب يظهر

مشاكل حادة (Deaton 1978; Deaton and Muellbauer 1980) و (Wold 1982) تقع في الاصناف الأربعة التالية : أولا ، ان المقادير المشتراة والمباعة هي التي تلاحظ في الحقيقة ، ويصعب فهم التأثيرات المنبثقة منها عن البائعين وتلك التي تأتي من المنتجين • ثانيا ، تقيد تقنية الانكفاء المتاحة لتقدير الصيغ التابعة التي يمكن اتخاذها بين الطلب ومحدداته • وان تطلب قياس أثر ما مثل المرونة ، فان الصيغة

التابعة تزداد تعقيدا • ويمكن استخدام تقنيات بيانية لتحري صيغ العلاقات التابعة ، ولكنها ليست دوما فعالة عند وجود عدد كبير من المتحولات •
ثالثا ، عند وجود عدد كبير من المتحولات الرئيسة تبرز مشكلة فرز الآثار النسبية لها على نحو صعب ان لم يكن ذلك الفرز مستحيلا • وأخيرا ، تتطلب العلاقات متعددة المتغيرات قدرا كبيرا من المعطيات ، وتقنيات انكفاء كثيفة الحسابات الالكترونية نسبيا ، والاخيرة كانت قبل دخول الحواسيب الالكترونية الدقيقة تنحصر بيد العاملين في عدد صغير من المؤسسات المالكة للحواسيب الالكترونية الكبيرة فقط •

ونتيجة لذلك ، تستخدم نسبة عالية من دراسات الطلب على الطاقة في البلدان النامية طرقا مزدوجة تتضمن جدولة ورسوما بيانية ثنائية البعد (Desai 1985; Howes 1985; Leach 1985) • ويحقق تطبيق الطرق المزدوجة هذه على المسوحات الحقلية الى انتاجية عالية •
وان اعطى مسح معلومات عددا (n) من السمات ، أمكن الحصول على $(n-1)/2$ جدولا مزدوجا منها ، ويمكن لتغايرات مجالات التردد أن تزيد في اتساع مداها • وسيظهر بعضا منها بعض العلاقات على الأقل • وهكذا ، تمثل التقنيات المزدوجة طريقة خالية من الفشل نسبيا في الحصول على نتائج • ولنفس السبب لا تكون هذه التقنيات دقيقة جدا وشمة احتمال بعدم فلاح التقنيات المزدوجة في الكشف عن علاقة متعددة المتغيرات او تعطي انطبعا مضللا عنها •

وهكذا ، فكلى التقنيات المضاعفة والمزدوجة تعطيان تقريبات ذات نوعية متغايرة ، وبذل الاحصائيون والاقتصاديون جهدا كبيرا في تنقية تقنيات التقدير خلال ال ٦٠ عاما خلت • وهي ان لم تَقْدُ الى مستو عال من الموثوقية ، فان الصعوبة تكمن الى حد كبير في تعقيد وتبدل الظواهر الاجتماعية — الاقتصادية ، كما تكمن في التقنيات ذاتها • ومع ذلك ، فاننا نرغب بالاشارة الى اتجاهين واعدن للبحث بالنسبة لتحليل مشاكل الطاقة في البلدان النامية •

الاول هو البحث في مسألة توزيع المستهلك • فلا يمكن أن يتابع المستهلكون الانفاق فوق دخولهم لفترات طويلة ، ان أن حدودا ميزانية لانفاقهم الكلي • أضف الى ذلك ، أن استهلاك مختلف السلع يظهر علاقات محددة مع الدخل • فاذا كانت السلعة ضرورية مثلا ، فان المستهلكين الفقراء يقومون بانفاق نسبة عالية من دخلهم عليها أكثر مما يفعل

الاغنياء ، والعكس بالعكس بالنسبة للكماليات ، كما لوحظ من قبل اينغل في عام ١٨٥٧ (Houthakker 1957) . وقد شكلت هاتين الملاحظتين التوأم ، أساس نظرية توزيع المستهلك في الميزانية (Pollak and Wales 1978) . وعند تطبيق هذه النظرية في البلدان النامية لابد من تضمين آثار تغير الاسعار (Weisskopf 1971) و (Sener 1977) . وقد قدرت آثار الدخل والسعر على أصناف السلع ، بما في ذلك الوقود والنور ، في الفلبين وجمهورية كوريا وتايوان والصين وتايلند (Lluch et al. 1977) . وحقت دراسة معطيات هندية الآثار المتميزة لحجم الاسرة (Ray 1980) . ويوضح هذا القدر من الأدبيات ، النهج الذى يمكن من خلاله اعتبار الاستهلاك المنزلي نتيجة لقرار ميزانية التوزيع ، ويستدعي المزيد من التطبيقات على البلدان النامية اجراء تعديلات في النموذج . وبشكل خاص ، لا يمكن لحد الميزانية في البلدان النامية أن يتخذ دوما كحد نقدي، انما يمكن اعتباره حدا يرتبط بزمان العمل او مجال المزرعة ، كما سنرى في قسم ” النقل ” لاحقا . ويمكن أن تتغير سمة الحدود عند سويات الدخل المختلفة . والذى يتوجب تأكيده هنا ، هو الحاجة الى وضع الاستهلاك المنزلي في اطار قرارات الاستهلاك الكلية للنشاط المنزلي .

وينتمي الاتجاه الثاني الى الاسرة كوحدة اتخاذ قرار . ومن الملاحظ عموما أن المزارع الاسرية تستخدم يدا عاملة لكل هكتار أكثر من المزارع التي تستخدم تلك اليد العاملة (انظر مثلاً : Deolalikar and Vijverberg 1983) . وقد لوحظ أيضا أن المرأة داخل الاسرة والاطفال يشكلون سواد جامعي الحطوب (Reddy 1982; Cecelski 1984) . ويتضح وجوب قواعد اجتماعية واقتصادية لتوزيع العمل والاستهلاك بين مختلف اعضاء الاسرة ، وهي قواعد تختلف عن تلك التي تسود ضمن مؤسسة تجارية مثلاً . وتعتمد هذه القواعد ايضا على سوية الدخل ، فتوزيع العمل في الأسر الفقيرة يختلف عن مثيله لدى الاسر الغنية . اما حَبْكُ هذه الملاحظات السائدة والمتباعدة ضمن نظرية واحدة فقد اجتذب شتى الباحثين في مختلف الأنظمة العلمية ، بما في ذلك على الاقتصاد (Simon 1957;) و (Pollak and Wachter 1975; Becker 1981; Pollack 1985) و علم الاجتماع (Demos and Boocock 1978) وعلوم الاجناس (Pryor 1977) والتاريخ (Laslett 1972) .

ومع ذلك ، لم تظهر بعدُ أية صورة موحدة من هذه المداخل المختلفة . على أى حال ، يمكن تمييز جمع حطب الوقود كمظهر من مظاهر توزيع العمل داخل الاسرة ، ويحتمل أن تتقدم دراسته عبر تحليل المداخل النظرية المختلفة للأسرة .

السياسات المرساة على الطلب

يمكن مبدئياً أن تستخدم العلاقة بين استخدام الطاقة والطلب النهائي عليها لخفض كثافة الاتفاق الوطني العام وذلك بتحويل الاتفاق من المركبات كثيفة الطاقة الى الأقل كثافة في الطلب النهائي . ويمكن تحقيق ذلك بمايلي :

- التأثير على مركبات الطلب النهائي ذاتها ، مثلاً بواسطة الضرائب ودعم البضائع النهائية (كالبضائع الاستهلاكية والبضائع الرأسمالية) .
- التأثير على محددات الطلب النهائي ، كالدخول من خلال الضرائب والدعم مثلاً .
- التأثير على توزيع الطلب الاقليمي النهائي ومن ثم خفض مداخل النقل ، مثلاً بواسطة تحديد الموقع .

الضرائب المباشرة وغير المباشرة

يمكن تبسيط المناقشة هنا بقصرها على الضرائب متخذين الدعم بصورة ضريبة سلبية .

في ظل فرضيات معقولة لافضليات المستهلكين ، يمكن بيان أن فرض الضريبة التناسبية على دخولهم هو أنسب لهم من فرض ضرائب على السلع التي يشترونها ، اذا كان العائد من كليهما واحداً . وتتضافر هذه القاعدة المعروفة في التمويل العام مع امكانية ربط الضريبة وصعود الدخل ، في التأكيد على أفضلية الضرائب المباشرة على غير المباشرة ، (Newbery and Stern 1985) .

على أى حال ، يعتمد عملياً في جميع البلدان على الضرائب السلعية ، وربما تعتمد عليها البلدان النامية بشكل اكبر مما تفعل البلدان الصناعية . ويعتمد هذا التفضيل على سهولة فرضها ادارياً ، اذ أنه من

الناحية الادارية ، كلما قل عدد دافعي الضرائب كلما سهل جمعها ، والمنتجون والتجار والمصنعون الذين تفرض عليهم الضرائب هم أقل عددا من عموم السكان ويشكلون هدفا ضريبيا أكثر كثافة . ويمكن الاتفاق على القاعدة الضريبية للضرائب المباشرة بادخال عتبة عالية للاعفاء الضريبي ، لكنه اذا اغيشت نسبة كبيرة من السكان من الضريبة فستصبح مشاكل تحديد دافعي الضرائب الجدد خطيرة ، وسيصبح منع التملص من دفع الضريبة من قبل أشخاص غير معروفين صعبا . أضف الى ذلك أن الدخل يشكل قاعدة ضريبية أقل دقة من حجم البضائع المنتجة او المتاجر بها .

ويمكن اعطاء المزيد من الأسباب المبدئية للمدخل الضرائبيّ المبني على السلعة . يمكن مثلا القول بأن الفقر يقود الى حرمان غير مرغوب فيه ، لكن الحرمان من بعض البضائع مثل الطعام والثياب والمأوى يكون اكثر خطرا من الحرمان العام : وهذا هو أساس مدخل الحاجات الضرورية . وبالمقابل ، يمكن القول أيضا بأن الحرمان من بعض البضائع مثل المشروبات الكحولية ، لا يكون خطيرا لآى أحد ، وان نقص استهلاك الكماليات لا يشكل خطرا على الغني . وهذا القول يمكن أن يشكل أساس الضرائب على الكماليات والدعم للضروريات . غير أنه لا يمكن قصر مثل هذه الضرائب والدعم السلعي على طبقة دخل محددة ، فهي تؤثر على جميع المشترين غنيهم وفقيرهم .

ويحمل دعم الضروريات الرئيسة سلبية أخرى تنبثق من عدم أخذه بالحسبان حقيقة أنه كلما استهلك الشخص او الاسرة قدرا أكبر منها كلما اصبحت الكميات الاضافية منها أقل ضرورة . ومن الناحية المبدئية يجب أن يتجه دعم ضرورة رئيسة لفائدة المستهلك الفقير ، ويجب أن ينطبق على قدر أصغرى من الكمية المشتراة . ويمكن الوصول الى تقدير أفضل لمثل هذا الدعم من خلال التموين الذى يضمن قدرا أدنى محدد للجميع بسعر مدعوم . ويمكن ازالة القيد الذى تفرضه على اختيار المستهلك بجعل اوراق التموين صالحة للبيع وبذلك يسمح للفقراء الذين لا يحتاجونها بتحويلها الى دخل يمكن التصرف به بحرية . غير أنه وان كان ذلك أسهل ادارة من الدعم المبني على الدخل الشخصي ، فانه يتطلب آلية ادارية قادرة على بلوغ عمق كل اسرة . أضف الى ذلك ، أن " عقلنة " البضائع المدعومة تخلق صراعا في السوق ، ويتوجب على الادارة أن تكون قوية كفاية بحيث تقدر على منع تسرب الامدادات المدعومة الى السوق غير المدعومة . وهكذا ، فان ادارة الدعم الكفوءة تتطلب سوية من الاستقامة والخبرة

داخل الحكومة وهو أمر غير متوفر في البلدان النامية .

وفي جميع البلدان ، يفوق عدد المستهلكين كثيرا عن عدد المنتجين ، ويشكل ارضاء المستهلكين امرا مساعدا للحكومات سواء كانت ديموقراطية او ديكتاتورية . ومن ثم ، فهي تضبط الأسعار ، وهو أمر ينطوى على دعم المستهلك على حساب المنتج ، او أنها تدعم البضائع الاستهلاكية . وتأتي عوائد الدعم عادة من الضرائب على البضائع، اذ من الأسهل فرض الضرائب على عدد صغير من المنتجين (او المستوردين) من فرضها على عدد كبير من المستهلكين . وهكذا ، فان الضرائب غير المباشرة والدعم غير المباشر والدعم المواكب عبر ضبط الأسعار ، تصبح الناطم في البلدان النامية ، وان اجدى نفع الدعم لدى الفقراء ، اصبح من الصعب تخفيضه او ازالته . وهكذا ، تدخل صلافة في بنية السعر تجعل عديمة الفائدة في توزيع المصدر .

وان أريد تجنب هذا الخطر، يبدو ضروريا التحول عن الضرائب غير المباشرة الى الضرائب المباشرة والى اجراءات الدعم متن أجل تنظيم توزيع الدخل . وفي الحقيقة ، الناس هم الذين يصيبهم الفقر وليست السلع ، لذا يجب تخفيف الفقر على الناس من خلال تخفيف الضرائب . ونتفق بأن شمة صعوبات خاصة هنا : فمن السهل اخفاء الدخل ومن الصعب تقديره ، وعدد الفقراء الكبير لا بد وأنه يحول دون الوصول اليهم مباشرة ، وتخلق الضرائب والدعم آثارا محفزة لتخفيف اعبائها . غير أنه لا بد من الوصول الى حلول عملية . أما الأغنياء فهم قلة ، ولهم سمات يسهل تحديدها ، البيوت والسيارات ومقومات استهلاكية وتعليم أطفال . . . الخ . والدليل الشامل لهذه السمات يمكن أن تقل دفته عن التقدير المباشر للدخل . والفقراء كثر ، وقطاعات تعيشة منهم : مثل الآباء الوحيدين والارامل واليتامي ، لايشكلون غالبية ويسهل التعرف عليهم . وتسجيل العمل ليس روتينيا اداريا صعبا ، فعندما يسجل كل من لديه عمل فان عملية الدعم السنوى تصبح سهلة طالما بقي هذا الامر بسيطا . وليست هذه الاقتراحات بالضرورة جيدة او قابلة للتطبيق ، ولكنها ليست فوق متناول عبقرية الباحثين القادرين على ابتكار أفضل منها وايجاد طرق عملية لازالة الفقر عبر الضرائب غير المباشرة والدعم .

ضرائب مصادر الطاقة

لقد شاعت في البلدان النامية سياسات فعالة لأسعار مصادر الطاقة ، وبخاصة مشتقات النفط والكهرباء . ومع انها لا تنطبق من خلال منظور ادارة الطلب، فان آثارها جلية على الطلب ، اضافة الى أنها غالباً ماتكون غير تلقائية وغير مرغوب فيها . وبشكل عام، تقوم الحكومات بالتأثير على الأسعار من خلال الضرائب والدعم . وليست الضوابط المباشرة بخفية ، خصوصاً عندما تكون صناعات الطاقة ملوكاً للقطاع العام .

وتبدأ مصادر الطاقة المختلفة : مشتقات النفط، والغاز، والكهرباء ، والفحم الحجري، والحطب ، بنى سوق مختلفة ، لهذا فهي تمنح ظروفًا مختلفة للدعم والضرائب .

وتباع مشتقات النفط عادة من قبل عدد صغير من الشركات التي وسعت من نشاطات توزيعها الى المستهلك، وعلى الأقل من أجل وقود النقل . ونظراً لأن مشتقات النفط تمثل ناتجاً مشتركاً للمصافي النفطية فانه يستحيل توزيع كلف انتاجها بشكل دقيق . ولهذا، فثمة مرونة كبيرة تسمح تسعير تلك المشتقات . والقيد الوحيد المرسى على أسعارها النسبية هو أن نمط الطلب السائد يجب أن لا يختلف كثيراً عن نمط امـدادات تلك المصافي . غير أنه يمكن تغيير انماط انتاج المصفاة الى حد ما باجراء تغييرات صغيرة ومقبولة في مواصفات المنتج ، ومن الممكن ايضاً، ولو أنه مكلف ، تغيير الانماط بشكل اكبر عبر احداث طرق تصنيع مكملة كالتكسير الحرارى وغيره . ويمكن موازنة أنماط العرض والطلب باستيراد وتصدير المشتقات المكررة ، وفي دعمها او فرض ضرائب عليها .

ويتجلى الاسلوب الذى تستخدم به حرية المناورة هذه عموماً، في صورة ضرائب على وقود السيارات (الغازولين) نظراً لاستخدامه من قبل ملاك السيارات الأغنياء، وبشكل دعم لأسعار الكاز (الكيروسين) وذلك على أساس أنه يستخدم من قبل الفقراء في الانارة . ولاريب في أن هذين المصدرين يتبادلان آثارهما . فحين تكون الضرائب على محركات وقود السيارات عالية ، يقل استخدام وتطوير محركات السيارات . ويمكن تحجيم محركات السيارات (الغازولينية) على نحو اكبر من محركات الديزل حيث تستخدم على نطاق اوسع في التطبيقات ذات العيار الأصغر مثل مضخات

الرى وذلك اذا كان سعر وقود السيارات أقرب مايكون لسعر زيت الديزل .
وقد جرى تشجيع استخدام سيارات عبر تخفيض الضرائب على زيت الديزل ،
ومع توطيد تقدمها ، فان اطراد الضريبة على وقود السيارات يتضاءل . وشمة
قاعدة ضريبية أفضل تطبق على غير وقود السيارات ، مثل فرض ضريبة
على السيارة ذاتها ، ويكون تحويل الضريبة من وقود السيارات الى السيارات
نفسها هادفا لاغنياء بشكل أفضل يصعب تجنبه .

ويقود دعم الكاز (الكيروسين) لاستخدامه في اغراض أقل
أهمية مثل الطبخ من قبل غير الفقراء . كما يقود الى غش زيت الديزل
بمزجه بالكاز الى حدود ٢٠ بالمئة دون احداث أية آثار جانبية ملحوظة .
ويحول الدعم أيضا ظهور بدائل للكاز ، مثل الكهرباء التي توفر نوعية انارة
أفضل . وبشكل مغاير لوقود السيارات (الغازولين) ، يبدو مستحيلا
جعل دعم الكاز (الكيروسين) اكثر تحديدا بتحويله الى أجهزة
المستخدمين ، ولأن عدد مصابيح الكاز كبير جدا ، وعندها يمكن التساؤل
عما اذا كانت الانارة بحد ذاتها تشكل أساسا مناسباً لدعم الفقير . فان كانت
الاجابة بالموافقة ، فيمكن جعل أثره اكثر تحديدا للفقير وذلك من خلال
كوتات ترشيد عملية تمنح الفقراء وسيلة دامة لهم . ومع ذلك ، سيقود دعم
الكاز الى استبداله لاشكال اخرى من الانارة ، ويمكن ازالة هذا الاثر
الاستبدالي باعطاء دعم غير متحيز بين مصادر الانارة (Reddy 1978) .

والسؤال الذى يثار هو اذا كان من الواجب فرض الضريبة على
كل المشتقات النفطية لتشجيع استبدالها بالمصادر المتجددة
(Lovins 1977) . وتكمن نقطة التحيز ضد المصادر غير المتجددة
في العدالة بين الأجيال : فكلما استهلك المزيد من النفط اليوم ، كلما قلت
وفرته للأجيال القادمة . والاثـر المباشر للضريبة لا يبدو في نقل أى شيء
من جيل لآخر لاحق ، وانما في نقل القوة الشرائية من مشتري النفط
الى الحكومة في نفس الجيل . ونظرا لأن الضرائب تخفض الطلب على النفط
بتحويله الى أشكال اخرى من الطاقة ، فهي التي ستقلل النفط عمليا الى
الأجيال اللاحقة . ومن الأفضل ، حيثما يبدو الأمر ضروريا وملائما ، تنظيم
الاستبدال الداخلي للوقود مباشرة وتفصيل الضرائب والدعم على هذا الأساس ،
وذلك بدلا من فرض ضرائب المصادر غير المتجددة . أضف الى ذلك ، أن خفض
استهلاك النفط من قبل بلد نام في جيل ما لن يفعل البتة ازاء جعل المزيد
منه متاحا لجيل لاحق (عدا النفط داخل حدوده الذاتية — ولكن هذا

منطق توريد النفط بغية تخفيض استهلاكه داخليا) . ولهذا فان الضريبة —
التفاضلية تبقى غير مبررة على هذا الأساس . فلفكرة دعم المصادر المتجددة
او الوقود المستورد مبرر أقوى في الظروف الوطنية الخاصة .

وعلى نقيض مشتقات النفط ، لاتكون الضرائب على مصادر الطاقة
الآخري شائعة ولا منهجية . فالضرائب على الفحم الحجري والكهرباء ليست
سريعة ، فغرضها مقتصر عموما على جنى الربح . والضرائب على الحطب
او الفحم الحطبي معرفة لكنها ليست شائعة . وحيث أن حرق الحطب
والفحم الحجري يولد دخانا وتلوثا كبيرين ، ففي ذلك فرصة تبرير ضريبي
ضائعة . ويمكن اخضاع الوقود الداخل الى المناطق الحضرية الى الضريبة
عند باب المدينة بسهولة ، ويمكن استخدام ضريبة تفاضلية على الحطب
والفحم الحجري لتشجيع استعمال الفحم الحطبي والفحم الحجري اللين .

التسعير

تخضع صناعات انتاج الطاقة الرئيسة والفحم الحجري والنفط
والكهرباء لملكية الدولة الكلية او الجزئية في العديد من البلدان النامية .
وحتى لو لم يكن الحال كذلك ، فبنية أسواق هذه الدول تضطر حكوماتها
غالبا الى التدخل في صياغة السعر . وهكذا فان السعر يشكل الأداة الأكثر
فعالية في ادارة الطلب ضمن البلدان النامية (Munasinghe 1983) . ويبقى
استخدام هذه الأداة عديم الجدوى ان بني التسعير الوسطي على أساس
الكلف التاريخية .

ويعطي تسعير الكلفة الوسطى، من بين أشياء أخرى ، حوافز
او مشبطات خاطئة للمنتجين . فمتى توقف السعر عن أن يكون مؤشرا
لمتطلبات الاستثمار ، يجب ادخال منظمات الاستثمار الى الساحة . ومن الشائع
أنه عند تناقص العوائد او عندما يكون ثمة فائض في الطلب، فان الكلف الوسطية
هذه تكون دون الكلف الهامشية ، والاسعار المبنية على الكلف الوسطية هذه
تكون بالغة الانخفاض ولاتبرر الاستثمار الذي يمكن أن يقود الى نمو الامكانية
جنباً الى جنب مع الطلب . وبغية حث المؤسسات على توفير استثمار كاف
في وقته ، تقوم الحكومات بتقديم حوافز استثمار متنوعة : مثل معـدلات
فائدة مستقرة ومنخفضة ، ابداء منح سخية للاستثمار والاهتلاك ، وتوفير دعم
مواكب للانتاج العالي الكلفة . ويشوّه كل حافز من هذه الحوافز نمط الاستثمار
لصالح الصناعات المميزة بهذه الحوافز ، ولصالح التقنيات والمشاريع الكثيفة

الطاقة من بين هذه الصناعات .

ويقود التسعير المبني على الكلف التاريخية الى حدوث عدم توازن بين اهتلاك الاحتياطات وتمويلات الاستثمار المطلوبة للاحلال . وعندما تكون أسعار التجهيزات في ارتفاع ، تصبح اجراءات الاهتلاك عاجزة أمام متطلبات الاحلال ، وعندها يحتاج الاستثمار الى حوافز من النوع المذكور آنفاً . وفي الحال المعاكس ، وهو أقل شيوعاً ، يفوق الاهتلاك متطلبات الاحلال .

ومن بين مصادر الطاقة كبيرة العيار ، يجذب التسعير المنتظم جغرافياً تلك المصادر التي تحمل كلف نقل منخفضة . ومن ثم ، فان ممارسات التسعير يحتمل أن تكون قد اسهمت في جعل النفط يخرق أسواق الفحم الحجري . وبالمقابل ، لو عكست الأسعار كلف النقل ، لأصبحت أسواق الطاقة أقل قابلية للاحتكار ولاستطاع قدر أكبر من مصادر الطاقة أن يمسك بقطاعات السوق .

ويؤدي خسف السعر وكلف الطاقة المنتجة على نحو واسع من قبل المؤسسات المركزية الكبيرة الى خفض تنافسية أشكال الطاقة الصغيرة واللامركزية والمتجددة ، وتمنعها من حيافة الاسواق التي يمكن أن تدخلها ضمن شروط تنافسية أفضل . وكما ناقشنا في القسم الخاص بالطلب الكلي فان تخفيض أسعار سلع معينة ليعتبر اسلوباً مفضلاً لمساعدة المستهلك او تشجيع المساواة . ومن الضرورة بمكان التخلص من تسعير الكلفة الوسطى واعادة التفكير بتنظيم الأسعار التي تفرضها الاحتكارات الطبيعية او المصنوعة سياسياً .

وتكون قاعدة الاقتصادى في هذه الظروف هي التسعير على المدى الطويل وبالكلفة الهامشية ، والاخيرة هذه تتغير مع المخرج . غير أنها تصبح على المدى الطويل كلفاً متحولة . ومن ثم ، فان الفرق بين الكلف الوسطية والكلف الهامشية بعيدة المدى يكمن أساساً في الحقيقة القائلة : بأن الكلف الوسطية تفهم عادة على أنها كلف حدثت بينما الكلف الهامشية تشكل كلفاً محتملة الحدوث . لذا تقتضي الضرورة بالنظر الى الكلفة نظرة مستقبلية بدلا عن الرجعة الى ماضيها . ويحتمل أن يكون الفرق هامشياً في حال المداخل المشتراة بشكل متكرر ، كالمواد الخام ، ولكن هذا الفرق يصبح كبيراً بالنسبة للبضائع الدائمة كالأليات . وينطوى التسعير وفقاً للكلفة الهامشية بالنسبة للشركات متعددة الانتاج على حقيقة أن أسعار منتجاتها

يجب أن تكون مساوية على الأقل للكلف المنتمة لكل منها ، بمعنى أنه لا يجب ان يتم اجراء اى دعم مواكب بيني للمنتجات . واخيرا ، بشكل مماثل لقيام شركات الكهرباء ببيع انتاجها وفق الكلف الهامشية ، فانها يجب أن تكون مستعدة لدفع كلف هامشية لما تريد شراؤه .

وهكذا ، رغم أن تسعيرا وفق الكلف الهامشية محضا ربما بدا مفهوما من قبل الاقتصاديين النخبة ومقتصرا على النخبة منهم ، فانه يوفر قيمة عيارية للتسعير ويملك عددا من المضامين العملية مثل :

- يجب أن تعكس أسعار المنتجات كلفا يمكن تحديدها ، و يتوجب على الاسعار أن تتغير من مكان لآخر لتعكس كلف النقل .
- على المؤسسات ان تكون مستعدة لدفع كلف طارئة لما تشتريه .
- يجب أن تبني تقديرات الاهتلاك على اساس كلف الاحلال وليس على اساس الكلف الراهنة .

ولامتلك هذه القواعد تعقيدا أكثر من تسعير الكلفة الوسطى ، ويمكن تشريعها وفرضها من قبل المراجعين الماليين . ولكنها ليست القواعد الوحيدة الممكنة ، ولا يمكن التأكد من آثارها في الواقع . ومن ثم ، فان ثمة حاجة الى بحث جديد يتركز كليا على أسس تنظيم السعر وتطبيقاته في صناعة الطاقة .

بُنية السوق

تُعْضي القواعد التي ناقشناها اعلاه الى تعضيد الأسعار الدنيا وحماية منتجي الطاقة الصغار ، في حال أن اهتمام الحكومات يتركز عادة في تثبيت الأسعار القصوى لحماية المستهلك . ويبدو تسعير الكلفة الوسطى شائعا بين المنظمين لانه يشكل تسعيرا للكلفة الصغرى . غير أن ثمة طرق عديدة لزيادة الاسعار دون زيادة الارباح ، ولايستبعد حشو الكلف لزيادة الأسعار دون زيادة الأرباح . ويجب البحث عن علاج تضخم الأسعار في المنافسة وليس في تنظيم الأسعار . وليس ضروريا أن تكون المنافسة قائمة دوما ، ويكفي وجود احتمال للمنافسة للابقاء على انخفاض الأسعار (Baumol et al. 1982; Spence 1983) . ويجب البحث عن ابقاء الأسعار منخفضة في بنية السوق ، وليس في تعديل الأسعار . كما يجب توسيع البحث عن بنى السوق التي تضمن التنافس لتشمل صناعات الطاقة

أيضا •

وتتركز قاعدة التنافس في جعل دخول المنافسة حرا ، وأن لا يظهر أى تحبيز لمؤسسة على أخرى • وغالبا ما يتم تجاوز هذا الشرط في البلدان النامية • ونظرا لأنهم المستحيل فرضيا فصل التجارة عن السياسة في أى بلد من البلدان ، وبخاصة في البلدان النامية ، حيث يقيّم السياسيون مؤسسات ، او يحتلون أخرى لاثراء ذواتهم ، الامر الذى يجعل هذا الفصل مستحيلا من الناحية العملية • وتقام مؤسسات الدولة غالبا لمنع دخول المؤسسات الأجنبية او للتعامل معها على أسس أكثر عدلا ، غير أنه متى اقيمت هذه المؤسسات ، فسرعان ماتحصل على مواقع امتياز لها وتمنع نمو المتنافسين • وهكذا ، بغض النظر عن الملكية ، فان الامر يتطلب علاقة بطول الذراع بين الحكومة والتجارة لتوفير تنافس عادل •

الزراعة

ينظر الى الزراعة كنشاط منتج لكتلة حيوية مفيدة • والكتلة الحيوية التي تنتجها الزراعة يمكن توزيعها على تنوع واسع من الاستخدامات — الغذاء ، العلف ، الوقود ، السماد ، ومواد الصناعة الأولية • ويكون مخرج الزراعة بالغ التنوع ، بحيث يمكن امداد معظم حاجات سكان الريف محليا • والعديد من الأنظمة الزراعية في البلدان النامية مكثف لدرجة كبيرة ذاتيا (ولو أن هذه البلدان ليست مكثفة على الأغلب زراعيًا) • وتصغر التدفقات التجارية لهذه الأنظمة مع المناطق الاخرى ، ونتيجة لذلك ، تعلق كلف البنى التحتية ، كالطرق وامدادات الكهرباء اللازمة لدعم مثل هذه التدفقات • ومع تغاير كلف البنى التحتية وتكون نسبيا أسهل ادارة في الأقطار ذات الدخل المرتفع وفي المناطق كثيفة السكان ، فانها تبقى قيودا رئيسا على معدل النمو الزراعي • والبلد الذى يستثمر في البنية التحتية الزراعية يسعى الى روية عوائد منخفضة بدلالة الانتاج والتجارة • أما البلد الذى يستثمر في البنية التحتية الحضرية ، فيمكنه اقامة انتاج صناعي ويصعد امكاناته التجارية ، انما يمكن أن يواجه مشاكل صراعية بين المناطق الحضرية والريفية ويعاني من هجرة الريف — المدينة •

وتبدى أنظمة الزراعة في البلدان النامية سمتين عامتين هما :
وجود نسبة عالية من السكان في الزراعة ، وقيمة منخفضة لانتاج العامل الفرد ،

الذى يرسى بدوره حدا على معايير الحياة الريفية • وفي البلدان النامية التي تحصل معظم غذائها من الحبوب والجزور ، سيوفر ربع طن في السنة لكل شخص غذاء كافي من الناحية الكمية (وليس النوعية) ، ويؤمن طن واحد لكل عامل زراعي الغذاء الكافي تقريبا لأربعة اشخاص او لعائلة مكونة من زوجين وثلاثة أطفال • عمليا ، يعمل السكان الزراعيون في البلدان ذات الانتاج الأقل من طن واحد لكل عامل زراعي في الانتاج البقائي (اى الذى يقيهم أحياء) ، ولجميع البلدان التي لها سويات مرتفعة من التحضر والتصنيع انتاج يفوق الطن الواحد لكل عامل زراعي •

ونورد في الجدول (٤) البلدان التي تملك انتاجا غذائيا اقل من طن واحد لكل عامل زراعي في العام • ولهذا الجدول عدة نقائص : فلكي نضيف الجزور والدرنيات للقمح ، قسمنا انتاج الجزور على ثلاثة واستخرجنا تقريبا مكافؤها الجاف • وتوفر لدينا ارقام كل العمال الزراعيين ، وليس العمال المنشغلين في انتاج الغذاء فقط • ولجعل الرقمين قابلين للمقارنة حاولنا تقويم الغذاء المتوقع انتاجه لو تم وضع الارض الزراعية باكملها في خدمة انتاج المحاصيل الزراعية : وقسمنا انتاج الغذاء على مساحة المناطق المزروعة بالمحاصيل الغذائية وضرناها بالمساحة الشاملة لكل المحاصيل • ونظرا لأننا لم نتمكن من اجراء تقويم مباشر للأخير ، فقد استخدمنا بديلين غير تامين : المساحة الخاضعة للمحاصيل الزراعية الرئيسة ، ومساحة الأرض الصالحة للزراعة • وكلى التقديرين يشكلان تقويمين ناقصين للمنطقة الحاملة لكل المحاصيل ، ومن ثم الانتاجية الزراعية الوطنية ، منخفضا اكثر من اللازم ، ولكن هذا النقص في التقدير ليس كبيرا جدا • وتكمن الخطورة في افتراض أن المنطقة الحاملة للمحاصيل الاخرى قادرة على انتاج نفس المخرج من الغذاء اذا خصصت لانتاج المحاصيل الغذائية • غير أننا نعتقد ، لغرضنا التقريبي العام هنا ، بأننا حصلنا على أرقام معقولة •

على اى حال ، ان الصورة التي يظهرها الجدول (٤) ليست معقولة جدا • عدا بلد واحد هو هايتي في امريكا اللاتينية وأربع بلدان هي : بنغلاديش ، بوتان ، نيبال ، وفيتنام ، في آسيا ، تقع جميع البلدان ذات الانتاجية المنخفضة في افريقيا ، وتنتشر على كامل القارة • ولخمسة بلدان أفريقية اخرى هي : تشاد ، جزر القمر ، ساحل العاج ، وزائير ، تقر الانتاجية بين ١ و ١ ، ١ طنا •

وربما لايحكي الجدول (٤) كامل القصة : فارقام الانتاجية

في أعلى الجدول تنخفض بشكل لاتسمح للاسـر أن تعيش على انتاج الغذاء الزراعي وحده . ومن الواضح أن العمال الزراعيين في تلك البلدان يقومون بنشاطات اخرى ايضا ، ولابد لهم من وفرة مصادر اخرى للغذاء ، مثل الانتاج الحيواني .

على أى حال ، تبدو أرقام انتاجية العديد من البلدان الافريقية وبعض الآسيوية مسرفة في الانخفاض ، فلدى سويات منخفضة كذلك لا يبدو ثمة أمل كبير في اعادة البنى الاقتصادية لهذه البلدان . ولاجدال في أن رفع الانتاجية الزراعية يجب أن يأتي في قمة اولويات تنمية هذه البلدان ، وفي قمة اولويات البحث أيضا .

غير أن الزراعة يجب أن لاتتوقف عن كونها مجالا اولويا اذا فاقت الانتاجية على طن واحد في العام . ويملك عدد من البلدان كثيفة السكان المصنعة ، مثل الصين ومصر والهند ، انتاجيات تتراوح بين ١ و ٢ طن ، وحتى من أجل هذه البلدان يبقى دفع سوية الانتاج صعبا أمرا هاما . وتجعل معايير الحياة المنخفضة من سكان الريف عرضة للآثار الحضرية عندما يكون الطلب الحضرى على العمالة في ازدياد . وليست الهجرة للمناطق الحضرية سيئة بحد ذاتها ، فهي السبب الرئيس لارتفاع الانتاجية ومعايير الحياة ، وكانت السمة المميزة لنماء كل البلدان الصناعية . انما عندما يكون نماء العمالة الحضرية في اطار الخدمات وليس في انتاج البضائع ، فان بعض البلدان يعاني من هبوط انتاجه الزراعي دون حدوث ارتفاع معوض في انتاج آخر ، وبالتالي تعاني من حصول اعتماد متزايد على استيراد الغذاء . ويتقاسم المهاجرون الريفيون العاملين جزئيا في العمالة الحضرية . وهكذا يجعل ارتفاع الانتاج الزراعي المتزايد لكل عامل من النماء اكثر تناولا .

وأية زيادة كذلك ، ستؤثر في الطلب على العمالة : فالارتفاع في الانتاجية سيخفض متطلبات العمل وسيقود الى بطالة متنامية مالم يجر حدوث ارتفاع في العطاء الكلي . وسيؤدى الارتفاع في الانتاجية بشكل طبيعي الى ارتفاع الدخل الحقيقي ، ويزيد الطلب الكلي على البضائع والخدمات ، ويرفع العطاء والوظائف . على أى حال ، فان آثار ارتفاع الانتاجية السلبية والايجابية على العمالة لايلغي بعضها بعضا ولاتحدث دوما في مكان واحد . ومن ثم ، يتطلب الأمر بحثا عن مضامين نماء الانتاجية وتحريكها واخذها بالحسبان في اى برنامج تنموى .

أضف الى ذلك ، يمكن أن يكون للنماء في العطاء والانتاجية تبعات خطيرة على توزيع الدخل ، فالزراعة هي صناعة كثيفة الأرض ، وعدا البلدان الاشتراكية ، لاتملك الأرض بشكل متساو أو عام . وعندما تكون ملكية الأرض غير متساوية والعمالة المأجورة سائدة ، فان منافع زيادة الانتاجية تذهب الى الملاك مالم ترتفع الاجور بشكل ملازم او يطبق شكل آخر من اعادة التوزيع (كالارض مثلا) . وهكذا يمكن أن يقود النماء الزراعي الى تدهور خطر في توزيع الدخل . ومن ثم ، يجب دوما دراسة توزيع برامج التنمية وأخذها بالحسبان .

وفي الازمنة الأخيرة، ترافق نماء الانتاجية الزراعية في عدد من البلدان النامية مع زيادة سريعة في استهلاك الطاقة التجارية وبخاصة النفط . وهذا الاعتماد على النفط، جعل النظام الزراعي عرضة للهزات الخارجية كبقية أجزاء الاقتصاد الاخرى ، وجعل الزراعة جزءا من مشكلة السياسة الكلية الخاصة بالتعامل مع مثل هذه الهزات .

أنماط مداخل الطاقة

في عدد من الدراسات المبكرة ، جرى تجميع المداخل الطاقية للزراعة ، وفي بعضها أخضع العطاء الزراعي بذاته للتعميم بدلالة الطاقة (انظر مثلا : Makhijani and Poole 1975; Leach 1976) ، و (Pimentel 1980) . وقد أظهرت هذه الدراسات العامة جدا قد بينت أن انظمة انتاج الغذاء التي حققت انتاجية عالية للعمالة البشرية أظهرت ايضا مداخل عالية من انماط الطاقة الاخرى للمخرج . ويمكن لتحليل متأن أن يقود الى المزيد من النتائج الاكثر تحديدا (انظر مثلا Smil et al. 1983) . غير أن الصياغات المبدئية الجديدة والنماذج ستتساعد في جعل تحليل استخدام الطاقة في الزراعة مثمرا .

وربما تكون نقطة البدء في هذه الصياغة تفصيل اجزاء العمليات الزراعية ومداخل الطاقة المتضمنة . وقد أخرج ريدي في عام ١٩٨٥ (Reddy 1985) طريقة لتفصيل العمليات والمداخل وتطبيقها على زراعة الارز . وبالإشارة الى الانظمة الزراعية عموما ، علينا أولا التمييز بين مداخل الطاقة المباشرة وغير المباشرة ، وأكثر الطاقات غير المباشرة أهمية تلك هي الطاقة المستخدمة في الزراعة والاسمدة والمبيدات . ويمكن تقسيم مداخل الطاقة المباشرة الى مداخل متحركة وثابتة . ويحدد

نمط المدخل احتمالات الاستبدال البينية للوقود مع المداخل • ويحدد مجمل النهج ، اضافة الى احتمالات الاستبدال لكل عملية منه ، الخيارات التقنية المتاحة •

مداخل غير مقاسة

تعتمد الزراعة على مداخل أساسية من الطاقة الشمسية وثنائي اوكسيد الفحم والازوت والماء من البيئة • ولا يمكن قياس هذه المداخل الا في ظروف تجريبية محكمة الضبط، ولهذا فان معظم الدراسات الزراعية لانتقيسها وتعمل بنماذج جزئية •

ومنذ أمد بعيد تم تمييز مداخل غير مقاسة ولا يمكن التحكم بها ، وبغية التعامل معها تم اخراج تقنيات احصائية لتحليل العوامل • وللتبسيط يمكن عزل تأثير مثل هذه العوامل ودراستها بشكل منفصل اذا كانت المتحولات فيها منعكسة في عينات مختلفة ، ومن ثم يمكن استخدام التغيرات بين النماذج لدراسة أثر العوامل التي تقع خارج التحكم ، كما يمكن للتغيرات أن تظهر أثر العوامل الداخلة ضمن التحكم •

والدرس العام المكتسب يتلخص في أنه من المفيد في الدراسات الزراعية مواجهة مدى واسع من التغيرات ومطابقة ملاحظاتها لظواهر أثير المتحولات غير المتحكم بها كالطقس والتربة • وثمة تطابق بين الدراسات الجهرية والمجهريه كثيرا ماتتجاوزه تلك الدراسات • وهذا ينطبق فعلا على دراسات استخدام الطاقة في الزراعة : ولو أن الدراسات على قرية بفردها أو على اى كيان أصغر ، يمكن أن تكون أسهل بالنسبة للباحث أو لمجموعة عمل صغيرة من ناحية التعامل والحصول على التمويل ، ويمكن أن يكون لعدد من الدراسات المتتالية ومقارنتها في ظروف متغيرة فائدة أكبر (Dumont 1957) •

وفي البحث الزراعي يبدو ثمة محور تغير مفقودا ، هو انظمة انتاج الغذاء الثلاثة الرئيسة في العالم : زراعة الحبوب الموسمية في القارة الآسيوية - الأوروبية ، وزراعة الدرنات الدائمة في المناطق الممطرة من أفريقيا وجنوب غربي آسيا والمحيط الهادى ، وزراعة القمح الخشن الموسمية في افريقيا الجافة • وقد تطور نظام آسيا - أوروبا عبر ملايين السنين وتم تبنيه على مدى واسع من البيئات ، ونوعت تقنياته نتيجة للمكننة

في البلدان الصناعية • ومن جهة أخرى ، بقي النظامان الآخران راكدين — تقنيا وإنتاجيا ، وهما في انحسار ازاء المنافسة التي تبديها منتجات النظام الأول • ويشكل الهبوط في الانتاج الزراعي لاجزاء من افريقيا ، والصعود في مستوردات الغذاء الى افريقيا وبعض بلدان الباسفيك ، انعكاسات لهذا الاختناق التقني • وتشكل احتمالات تبني وتحسين أنظمة الزراعة المحيطة منطقة بحث ذات أهمية كبرى لعدد من البلدان النامية •

المداخل المتحركة

ان المداخل المتحركة هي التي يتطلبها اعداد التربة ، والحراثة ، والتعشيب ، ونشر السماد الطبيعي والاسمدة والمبيدات ، والحصاد ونقل الانتاج • والعمالة البشرية أساسية في هذه العمليات لاداء التوجيه وصنع القرار ، لكنه يمكن استبدالها في المهام الفيزيائية بالاجهزة المحركة بالحيوانات او الآليات ومن ثم زيادة انتاجيتها •

وعندما يتم تحديد الفصل الزراعي بمراعاة ظروف الطقس ومن خلال توالي المحاصيل الزراعية ، يمكن حينئذ رفع الانتاجية الزراعية عبر تقصير مدة تحضير التربة والحصاد • ومن ثم ، فهذه العمليات تأخذ معظم الطاقة الاساسية المدخلة ، ويؤدي تسريع هذه العمليات الى ارتفاع العوائد •

ويقود استخدام الحيوانات في الحراثة الى تسريع اعداد التربة ، وهذا هو الاستخدام الرئيس للحيوانات في معظم الأنظمة الزراعية • ومع أن اول حصادة في الولايات المتحدة قامت بجرها الخيول ، فان الأجهزة المحركة بالحيوانات في الحصاد تكاد تكون مجهولة في البلدان النامية • فالحيوانات تستخدم بشكل رئيس في مرحلة ما قبل الحصاد (ومن اجل الدرس في بعض المناطق) ويصل استخدامها ذروته موسميا •

وللبيد البشرية العاملة المستخدمة قمتا طلب : في الحراثة وفي الحصاد • ومن ثم ، فانه من أجل هذين المدخلين جرى تطوير الاجهزة الميكانيكية في البلاد الصناعية لرفع الانتاجية البشرية وذلك على شكل جرارات وحصادات مركبة على التوالي • وقد ادخلت الجرارات ، وبشكل أقل الحصادات ، في بعض مناطق البلدان النامية ، وبخاصة في البرازيل والصين والهند وتركيا •

وتتفاوت آثار المكننة على استخدام العمالة البشرية حسب استعمالها خلال عمليات الذروة او دونها . فهي تخفض متطلبات العامل الساعية في كل العمليات ، ولكنها لاتعفي العمال اذا قدمت دون فترة الذروة . ومع ذلك ، فانها لو ادخلت خلال عمليات الذروة فستقوم باغفاء العمال خلال كامل العام الزراعي . ويتعبير آخر، تؤدي المكننة في غير وقت عمليات الذروة الى بطالة موسمية ، بينما تؤدي المكننة في عمليات الذروة الى بطالة دائمة . وهكذا تثير الجرات والحصادات مخاوف البطالة التي لانجد مثيلا لها مع أشكال المكننة الاخرى . ويمكن لمكننة عمليات الذروة أن ترفع انتاجية كل عامل في حال أن مكننة العمليات الاخرى لاتحقق ذلك ، انما بغية الوصول الى تلك الزيادة في الانتاجية عمليا، يجب امتصاص الفائض في الوظائف الناشئة عن زيادة الانتاج او في أي مكان آخر .

وكما أشرنا آنفا، سيقود ارتفاع الانتاجية الى رفع الدخل الحقيقي ، والعطاء الزراعي، والعمالة ، وسيؤدي الى الغاء آثار ازاحة العمالة بالمكننة . ومن ثم ، فان آثار المكننة المباشرة ، وهي ازاحة العمالة دوما، ستكون مختلفة عن الآثار المحصلة الكلية . ولهذا لايدو مستغربا أن القدر الكبير من البحث لا يكون شاملا (انظر

Hayami and Ruttan 1971;Poleman and Freebairn 1973

International Labour Organisation 1974;Binswanger

1979 ; Berry and Cline 1978) ورغم عمق نجاح هذا

البحث ، فانه لازال بحاجة الى عمل جديد مبني على فهم واضح لآثار المكننة المباشرة وغير المباشرة .

وتُقَيِّدُ الطوبوغرافيا، ومميزات التربة ، وامداد الماء من احتمالات المكننة الزراعية . مثلا : الأرض المستوية ذات التربة الناعمة او السهلة الحراثة تكون سهلة الحراثة ميكانيكيا . وتقود فروقات الأرض الى عدم تساوي انتشار المكننة ، ويستدعي تبني نظم تقنية تلائم ظروف البلدان النامية المحلية اجراء تطبيقات واسعة من البحث .

هذا وقد جرى درس التعالق القائم بين تصميم الأجهزة وشروط الفلاحة والأداء فادى الى تحقيق تحسينات في تصميم الجرار والحصادات والادوات الزراعية . ومع ارتفاع أسعار النفط، اضيفت كفاءة الأجهزة الطاقة للوسطاء قيد الدراسة (**Taylor 1977**) . أما العمل البحثي الخاص بحيوانات الجرّ والادوات الخاصة بها فقد بقي ضئيلا

ومغمورا (Ramaswamy 1979; Ward et al. 1980) •

وأخيرا ، تعتبر الفلاحة بحد ذاتها مدخلا زراعيا يمكن ايصاله الى قمة الافضلية • ومع ارتفاع أسعار النفط ، اجتذبت احتمالات خفض مداخل الفلاحة اهتماما كبيرا في الانظمة الزراعية الآلية (Wittmus et al. 1975) • وتبقى شمة احتمالات ماثلة لجعل عطاء الفلاحة أعظما في انظمة البلدان النامية الزراعية انما يستدعي ذلك استطلاعا بحثيا •

مداخل مستقرة

بعد الحصاد تصبح النشاطات الزراعية مستقرة ، وتدعى مداخلها من الطاقة مداخل مستقرة • والنشاطات كثيفة الطاقة فيها هي ثلاثة عمليات عمليات بعد الحصاد : التجفيف ، والدرس ، والطحن •

ومن بين هذه ، الدرس والطحن عمليتان ميكانيكيتان تماثلان ضخ المياه ، ويمكن أن تستخدم نفس أشكال الطاقة • وقد كان حجم البحث عليها أصغر بكثير من الذي بذل على الري • ولكن كل تقنيات وأشكال الطاقة الخاصة بالضح تنطبق عليها • وسناقش أمر الضخ على نحو أكمل خلال القسم التالي • وشمة مناقشة للمجففات الشمسية في الفصل التاسع •

مداخل غير مباشرة

تتكون مداخل الطاقة غير المباشرة في الزراعة من الطاقة المستخدمة لانتاج البضائع والخدمات • والمداخل الرئيسة منها هي الماء والاسمدة والمبيدات • ويتجلى أحد أساليب خفض مداخل الطاقة غير المباشرة في زيادة استجابة العطاء الزراعي للماء والمداخل الاخرى • ويكون الفرق بين الاستجابات الفعلية وبين تلك المحققة عبر التجارب المصممة ، كبيرا جدا بحيث يمكن تحقيق استجابات مميزة عيانا من خلال تغيير طرق التطبيق وتوقيتها (انظر مثلا Rogers 1983) •

وقد اجتذب استخدام الطاقة في الري قدرا كبيرا من البحث

(Meta System Inc. 1980; Bhatia 1984a,b) •

وشمة عدد كبير من البدائل التقنية في ري الضخ يستخدم فيها وقود صلب وسائل وغازی ، اضافة الى الكهرباء والطاقة الشمسية وطاقة الرياح • ويتبع

بعض هذه الطاقات ، مثل الطاقة الشمسية والرياح ، للظروف البيئية المحيطة . ولكل تقنية عيار متميز من التغيرات والكلف الرأسمالية الخاصة بعيارها . وأخيرا ، يختلف عمق وحجم امداد الماء من مكان لآخر ، كذلك تختلف الأسعار . وفي هذه الاحوال ، يشكل مسح التقنيات المناسبة لكل توفيق من الظروف عملا معقدا بل مستحيلا . وتنهج التحليلات عديدة الكلفة والفائدة مسارات مختلفة في الدرب المعقد من الحقائق ، لكنها لا تكفي لترتيبها بأسلوب عملي . وربما يكون من الأنسب ترك كل قطاع من قطاعات السوق يرسم معالمه من خلال تنافسه والآخرين وذلك بدلا عن محاولة تحديده لكل تقنية مستقبلا . وان توجب ذلك ، فان تشوهات السوق الناجمة عن التسعير الاقتصادي العاجز ، مثل التسعير الوسطي لكلفة الكهرباء ، يجب العمل على ازالتها . ومن ثم ، فان دراسات التسعير المسيسة تشكل مطلبا مسبقا لظهور بني سوق فضلى في الري .

وشمة جملة أخرى من القضايا التي لا يمكن مواجهتها في دراسات الري على مستوى المزرعة . : كالعيار الافضلي والتوزيع المكاني لاجهزة الري . عموما ، يكون الري الطبيعي (بالثقالة) اخص وأقل كثافة طاقية من الري بالضخ ، انما على عيار اكبر بكثير . ولا يكون كقوة عادة نظرا لضعف ملائمة امداد الماء مع الطلب عليه . أضف الى ذلك ، أن معظم أجهزة الري بالضخ يخضع الى اقتصاديات العيار ، بعضها أكثر من بعض ، ولكن شمة حدود لحجم الجميع . وتفقد هذه العوامل الثلاثة الى توزيعات مكانية فضلى للاجهزة ، وهو أمر لم يتحقق بعد تقريبا في عالم الواقع ، انما يمكن تقريبه على نحو أفضل من خلال ممارسات تسعير صحيحة . ومن ثم ، يؤثر تسعير الماء وقواعد توزيعه على كفاءة الطاقة بقدر تأثير تسعير الطاقة ذاته ، وهذا مجال لم يحظ بعد باى بحث يذكر .

السياسة

لقد اعطينا أعلاه تصنيفا لمداخل الطاقة في الزراعة . ولاغراض السياسة ، يبدو ضروريا ضمها معا في صورة بدائل تقنية ، واثارة خيارات تقنية بينها على المستوى العام (لوصف وتطبيق تحقق ذلك أنظر : Reddy 1985) . وتنتمي هذه الخيارات غالبا لمصادر الطاقة ، فقرار المكننة يتضمن استبدال الطاقة البشرية والحيوانية بالميكانيكية . بينما تنطوى مبدئيا على استبدال بين الوقود على مستوى المزرعة ، لهذا فانها تتطلب

صياغة سياسة عندما يستتبع ذلك آثار اقتصادية للعمالة الكلية ، لميزان المدفوعات ، ولاستخدام مصدر الطاقة .

ويمكن صياغة سياسة زيادة كفاءة استخدام الطاقة في الزراعة . وفي هذا الصدد تتجلى ثلاثة مجالات واعدة هي :
اولا ، تقود الزيادة في عطاءات الأرض الى رفع انتاجية كل مداخل الطاقة المنتمية للمنطقة المعدة للزراعة : مداخل الفلاحة ، توزيع الاسمدة والمبيدات والرى .

ثانيا ، الزيادة في انتاجية المداخل الطاقية غير المباشرة ، خصوصا الماء والاسمدة . وثمة بون شاسع بين كفاءة الرى الوسطى والفضلى عمليا (Bos and Nugteren 1974) . فالرى بقناة كفاءة القياس في المناطق الحارة ينطوى على بخر كبير وخسارات عبر الترشيح حتى قبل أن يصل الماء الى المزرعة . وفي المزرعة نفسها يكون لتقنية الرى أثر كبير على كفاءتها . ويشجع تسعير مياه الرى بأقل من كلفتها في العديد من البلدان النامية على هدرها . وبين الاسمدة ، فقد قاد تطوير الاسمدة المركزة التي تتحلل بالماء (اليوريا بشكل خاص) الى زيادة تناول الازوت ، والى ٥٠ بالمئة او أكثر . غير أن تناول الفوسفور من قبل المحصول الأول يكون عادة دون ال ١٠ بالمئة ، والبوتاسيوم بين ٢٠ و ٣٠ بالمئة . ورغم أن الاستخلاص يكون اعلى بسبب احتباس الفوسفور والبوتاسيوم في التربة ، فثمة امكانية لتحسين امتصاص الأرض للاسمدة (منظمة الأغذية والزراعة العالمية - فاو ، ١٩٧٨) . وهنا أيضا ، يشجع دعم الاسمدة الواسع هدرها .

وأخيرا ، تعتمد الزيادات في كفاءة استخدام مداخل الطاقة غير المباشرة ، وبخاصة الماء والاسمدة والمبيدات ، على المزرعات التي يمكن استخدامها بكفاءة وعلى كيمياء التربة . وهكذا ، فإن البحث على الموضوعات الثلاثة : مداخل الطاقة ، المزرعات ، والتربة ، يجب تنسيقه على نحو وثيق . ويبدو البحث التقني - الحيوى الهادف الى رفع العطاءات وزيادة كثافة استغلال الأرض ، واعدة بشكل مميز كوسيلة للحفاظ على الطاقة .

الصناعة

تتسم الصناعة بكونها متعددة الجوانب على نحو يفوق القطاعات الأخرى ، وذلك بالنسبة لمدى مصادر الطاقة ، والطرق والأجهزة التي تستخدم فيها . ففي النقل مثلا ، قادت الحاجة الى جعل الآليات خفيفة وسريعة وآمنة الى سيادة محركات الانفجار الداخلية ، كما تركز البحث عليها . ومن جهة أخرى ، حد حجم الاسرة من حجم اجهزة استخدام الطاقة المحلية . ولا يعوق استخدام الطاقة في الصناعة باعتبارات الحجم او امكانية النقل . لهذا يكون مدى خيارات الحفاظ على الطاقة وامكانية استبدال الوقود بينيا أكبر في الصناعة .

ويبدل المنتجون في البلدان الصناعية ، والشركات الكبرى بخاصة ، قدرا كبيرا من البحث على تقنياتها وطرقها ، ومن بينها الخيارات المنتمية للطاقة . ويكون بعض نتائج هذا البحث ملكا مؤسسيا ، وينطوى بعضه الآخر داخل الاجهزة التي تنتجها ، وتعطي المعلومات الخاصة بها للمشتريين الرئيسيين . وبعض المعلومات منشور اليوم في المجلات الصناعية وفي وقائع المؤتمرات . وتكون المعلومات المنشورة كثيرة بحد ذاتها ، خصوصا تلك التي تخص الصناعات كثيفة الطاقة مثل الاسمنت والفولاذ ، وقد كان تقويمها ضمن وقت ومصادر المجموعة أمرا مستحيلا .

ومن ثم ، قصرت المجموعة نفسها على استعراض ثلاثية أنواع من البحث : الاول ، ثمة بحث يفترض عدم وجود معرفة صناعية محددة او يوجد القليل منها ، وأنها تتعامل مع معايير عامة لادارة الطلب الذي ناقشناه في بداية هذا الفصل . الثاني ، ثمة بحث حول أنماط مستخدم الطاقة وأجهزة التخزين الذي يحمل برأينا أملا كبيرا للبلدان النامية . ويمتد اطار كلى النمطين الى ابعد من الصناعة ، لذا فقد تناولناهما بالبحث في الفصل التالي . وأخيرا ، ثمة بحث على الصناعات كثيفة الطاقة ، وهي محور حديثنا هنا .

الصناعات كثيفة الطاقة

بأخذ متطلبات الطاقة المباشرة وغير المباشرة بالحسبان ، ميزت في الولايات المتحدة الامريكية المواد كثيفة الطاقة على أساس أمثال المدخل ،

وقد درجنا في الجدول (٥) ، ١٧ مادة من أكثر المواد كثافة طاقية • وتُعرَّفُ المواد كثيفة الطاقة بأنها السلع المتجانسة نسبيا والتي تتطلب عملية انتاجها قدرا كبيرا من الطاقة الأولية (Strout 1985) • واستهلاك العالم الطاقى من هذه المواد يمكن حسابه بافتراض أن امثال طاقة الولايات المتحدة الامريكية تطبق عبر العالم كله ، وبناءً على هذا الفرض فإن استهلاك هذه المواد من الطاقة يصل الى ٢٧ بالمئة من استهلاك الطاقة العالمية التجارية العالمي ، وبنسبة تفوق بكثير من استهلاك الطاقة الصناعية العالمية • وهكذا ، ستؤدي جهود الحفاظ على الطاقة في الصناعات المنتجة للمواد كثيفة الطاقة ، او تحويل نمط الطلب على هذه المواد ، الى مساهمة سريعة ومميزة في كامل كثافة طاقة الانتاج • وسيؤدي تدوير المواد كثيفة الطاقة بشكل مماثل الى خفض كثافة الطاقة الكلية •

وسينصب فعلا مثل هذه الخطوات على عدد من البلدان النامية ، لأن استهلاك الفرد لعشر من المواد كثيفة الطاقة في البلدان الصناعية خلال عامي ١٩٧٩ و ١٩٨٠ كان في حدود ١ الى ٢ طن في السنة ، بينما بلغ ١٠٠ كيلوغرام او أقل في البلدان ذات الدخل دون الآلف دولار للفرد • وتنخفض مرونة دخل المواد كثيفة الطاقة في آخر الأمر، لكن هذا الاثر يحدث فقط لدى السويات ذات الدخل المرتفع ، ويستتبع انتاج المواد كثيفة الطاقة على مدى كاف بهدف رفع استهلاك الطاقة للفرد في البلدان النامية الى السويات الراهنة في البلدان النامية ، يستتبع زيادة في استهلاك الطاقة العالمي ، علما بأن توفير المواد كثيفة الطاقة ، والطاقة ايضا ، يشكل جزءا اساسيا من استراتيجية النماء في البلدان النامية •

وحتى لو افترض أن البضائع الصناعية كثيفة الطاقة في البلدان الصناعية هي كذلك في البلدان النامية ، فان وزنها النسبي سيتغير من بلد لآخر • ولهذا يجب وضع قائمة بالصناعات التي ستتركز عليها اجراءات الحفاظ على الطاقة والاحلال ولكل بلد نام على حده • وبغض النظر عن المواد كثيفة الطاقة ، يمكن أن تتضمن تلك القائمة صناعات اخرى ربما لا تكون كثيفة الطاقة انما تستهلك نسبيا كبيرة من الطاقة المستخدمة في البلد على نطاق واسع : مثل الغذاء والمشروب ، او المنسوجات في العديد من البلدان النامية •

ولا يمكن أيضا افتراض أن كثافة الطاقة لصناعة ما لا تتغير بين البلدان النامية والصناعية • فالتقنية تتغير من بلد لآخر ومن منشأة لآخر

36 $\frac{1}{2}$ 177

ومن الضروري اخراج استراتيجيات حفاظ على الطاقة واحلال تناسب الصناعة المحلية . هذا وقد تم تحقيق قدر كبير من البحث حول استخدام الطاقة في الصناعات الأكثر كثافة طاقة مثل الفولاذ والاسمنت والاسمدة (انظر Metals Society 1981;Mudahar and Hignett 1982 و UNIDO 1985) . وقد تبين للمجموعة أن البحث حول صناعات بذاتها يفوق حجمه امكانات مسحها له ، ومن الأفضل أن يقوم كل بلد او صناعة بتحقيق ذلك وفقا لاهتمامها .

السياسة

ينطلق المدخل العام لسياسة ذات عيار وطني او لقطاع جزئي فيه ، من البدء بمراجعات طاقة لصناعات بعينها ، وتحديد الاجراءات التي ستقود الى اكثر عمليات الحفاظ على الطاقة تميزا ، وبلوغ سياسات لتشجيعها . ويمكن تصنيف هذه الاجراءات في ثلاثة أنماط (Tunnah 1985) :

— اجراءات منزلية ان القياس الفعلي لتدفقات الطاقة في منشأة صناعية ، كالتي تتضمنها مراجعة الطاقة ، يقترح أساليب زيادة كفاءة الطاقة التي لا تتطلب استثمارا ، مثلا عبر تنظيم معدل دخول الهواء في الافران ، وتعديل درجة الحرارة في التفاعلات الكيميائية ، وتنظيم معدلات الحمل في العمليات المستمرة .

— اجراءات تتطلب استثمارات صغيرة مع أن الاستثمار في الاجهزة المتقدمة تقنيا يكون في اطار الصناعات كثيفة الطاقة القادرة على توفير طاقة لا يستهان بها ، فان الاستثمار في الاجهزة الصغيرة الخاصة باستخدام وتحويل الطاقة ، كالمحركات والمراجل ، يمكن أن يكون لها أثر مكافئ على استهلاك الطاقة ، فالعادة أن يجرى استخدام تلك الأجهزة بأعداد كبيرة . والاجهزة التي يمكنها استخدام حرارة ضائعة تملك أيضا امكانية توفير طاقة كبيرة . وترى المجموعة ، أن كلوى النموذجين يحملان أملا كبيرا في البلدان النامية ، لهذا اجرت مناقشتها تفصيلا في الفصل الخامس . واخيرا ، يتطلب العزل الأفضل ومنع هدر الطاقة مقادير صغيرة من الاستثمار في كل مؤسسة ، ولكن لهما تأثير كبير على الانتاج العام ، وتبدو فرص توفير طاقة كهذه مهمة . وبالمقارنة مع الاستثمار الكبير المنفق على حفظ الطاقة ، والذي توجد من اجله اجراءات تشجيع ضريبية ومالية مهمة ، فان اجراءات تشجيع الاستثمار

الصغير في مجالات حفظ الطاقة المختلفة لم تتطور بعد . وهذا مجال بحثي مفيد جدا في البلدان النامية .

— اجراءات تتطلب استثمارات كبيرة لقد طورت تقنية الصناعات الرئيسية المستخدمة للطاقة في اتجاه توفير الطاقة وذلك عند ارتفاع أسعار الطاقة . وأصبحت المنشآت الأكثر حداثة ذات كفاءة طاقية عالية كما هو الحال في صناعات الفولاذ والالومنيوم والاسمنت . وهكذا فإن استبدال المنشآت القديمة بالجديد منها يقود الى وفر مميز في الطاقة . وبشكل أعم ، يمكن أن يحقق إقامة منشآت جديدة تأثيرا كبيرا على استهلاك البلد الطاقى ، ويتطلب الامر هنا الى منظورا وطنيا ، لأن اثر قرار الاستثمار على استهلاك الطاقة سيستمر لعشرات السنين . والاجراءات المالية الخاصة بتشجيع كفاءة الطاقة ، كالارصدة الضريبية ، وعلاوات الاستثمار ، والاهتلاك المعجل ، يمكن أن تكون فعالة حيث يوجد تنافس ، وسترسى افاق المؤسسة الاقتصادية على ارباح تلك الاجراءات . وان كان ثمة تميز للاحتكارات او المؤسسات العامة في البنية الصناعية ، فتبدو ثمة ضرورة لاتخاذ المزيد من الضوابط المباشرة تشجيعا لكفاءة الطاقة .

وهكذا يبدو ثمة قدر كبير من المعرفة حول استخدام الطاقة والحفاظ عليها ، وتقوم الصناعة بانتاج المزيد من هذه المعرفة في هذا الصدد . وليس المطلوب في البلدان النامية زيادة البحث بحد ذاته ، وانما جمع المعلومات ونشرها وتطبيقها في منشآت محددة .

النقل

لاريب في أن سيادة المحركات النفطية ذات الاحتراق الداخلي قد جعل من النقل قلب المسألة الاستراتيجية الخاصة باعتماد البلدان النامية على النفط . والبلدان التي بدأت نموها في القرن التاسع عشر، حققت بناء شبكات من السكك الحديدية ، ولكن العديد من بلدان أمريكا اللاتينية وآسيا ، التي حققت قفزتها التنموية خلال عصر النفط، تعتمد بشكل شامل على نقل الطرق والنفط . لهذا حاولنا في الجدول (٦) تمييز البلاد ذات النقل عالي الكثافة . وقد كان من المتوقع أن تقوم أسعار المنتجات بتوفير نفسها وكلف النقل ، وأن كثافة النقل لن تتغير كثيرا،

الجدول (٦) - كثافة النقل للإنتاج المحلي العام، ١٩٨١

البلد	(١) استهلاك الطاقة في النقل (الف م.ط.ن) (أ)	(٢) الإنتاج المحلي العام (مليون دولار)	كثافة النقل للإنتاج المحلي العام (م ط.ن / مليون دولار) (٢ ÷ ١)
كوستاريكا	٤٦٧	٢٦٣٠	١٧٧,٦
تونس	١٢٤٧	٧١٠٠	١٧٥,٦
الارجنتين (ب)	١٠٥٤١	٦٤٤٥٠	١٦٣,٦
الاكوادور	٢١٨٦	١٣٤٣٠	١٦٢,٨
كينيا	١٠٢١	٦٩٦٠	١٤٦,٧
سري لانكا	٥٩٧	٤١٢٠	١٤٤,٩
ترينيداد وتوباغو	١٠٠١	٦٩٧٠	١٤٣,٦
فنزويلا	٩٢٢٨	٦٧٨٠٠	١٣٦,١
بناما (ج)	٤٧٤	٣٤٩٠	١٣٥,٥
الهند (د)	١٩٧٣٠	١٥٠٧٦٠	١٣٠,٩
كولومبيا	٤٢٥٥	٣٢٩٧٠	١٢٩,١
مصر (ب)	٣٣٧٥	٢٦٤٠٠	١٢٧,٨
جاميكا	٣٧٢	٢٩٦٠	١٢٥,٧
باكستان	٣٠١٧	٢٥١٦٠	١١٩,٩
زامبيا	٣٩٨	٣٤٣٠	١١٦,٠
بورما	٦٦٩	٥٧٧٠	١١٥,٩
ثايلند	٤٢٥٠	٣٦٨١٠	١١٥,٥
المكسيك	٢٥٢٦٠	٢٣٨٩٦٠	١٠٥,٧
البرازيل (ب)	٢٥٣١٨	٢٤٨٤٧٠	١٠١,٩
زائير	٥٤٠	٥٣٨٠	١٠٠,٤
المغرب	١٤٠٦	١٤٧٨٠	٩٥,١
البيرو	٢١٥٤	٢٣٢٦٠	٩٢,٦
زيمبابوي	٥٣٧	٦٠١٠	٨٩,٤
اندونيسيا	٧٢٥١	٨٤٩٦٠	٨٥,٠
بوليفيا	٦٦١	٧٩٠٠	٨٣,٧
كوريا ، الجنوبية	٥٤٩٥	٦٥٧٥٠	٨٣,٦
تشيلي	٢٥٢٣	٣٢٨٦٠	٧٦,٨
الاوروغواي	٦٦٩	٩٧٩٠	٦٨,٣
ساحل العاج	٥٨١	٨٦٧٠	٦٧,٠
الجزائر	٢٦١١	٤١٨٣٠	٦٢,٤
الفلبين	٢٣٢١	٣٨٩٠٠	٥٩,٧
غواتيمالا	٤٥٩	٨٦٦٠	٥٣,٠
العربية السعودية (ب)	٧٦٠٢	١٥٣٥٩٠	٤٩,٥
ليبيا	١٢٦٩	٢٧٤٠٠	٤٦,٣
نيجيريا	٢٩٨٥	٧٠٨٠٠	٤٢,٢
ماليزيا	١٠٤١	٢٤٧٧٠	٤٢,٠
بنغلاديش	٤٣١	١١٩١٠	٣٦,٢

المصدر : من أجل استهلاك الطاقة: الوكالة الدولية للطاقة (١٩٨٤)
 من أجل الإنتاج المحلي العام : البنك الدولي (١٩٨٢ ، ١٩٨٣ ، ١٩٨٤)
 (أ) - م.ط.ن = مكافئ طن نفط = ١٠ غايغا حريرة = ٤١,٨٤ غايغا جول
 (ب) - أرقام ١٩٨٢
 (ج) - أرقام ١٩٨٠

ولكن الواقع قد أظهر تغيرات جسيمة • ولاريب في أن مرد ذلك للفروق في الأسعار النسبية ، وتظهر الارقام التي اعطاها موافينزاده وغيلتير (١٩٨٤) فروقا أصغر لدى مضاهاتها • وقد جرى اقتراح عوامل أخرى هي التغيرات في حجم البلد ، وبنية الانتاج ، ونامط التوزيع ، ودرجة استعمال المحركات ، ومعدل تبادل القطع • وبدت تلك التغيرات مثيرة حقا وتشكل منطلقا للتحري عن أسبابها وفي خيارات السياسة •

ويشكل النقل في البلاد النامية الصلة بين سياسة الطاقة وسياسة التجارة وسياسة البيئة • وبذلك يوفر النقل قاعدة لصياغة سياسة متكاملة • غير أن البحث الراهن يشكل قاعدة ضعيفة لصياغة مثل تلك السياسة • فحجم البحث صغير نسبيا ، ولكثير منه علاقة بنهج النقل وتقنياته بدلا عن استخداماته • ويعود فقر البحث هنا الى فقر المعلومات: فدرجة تفصيل المعلومات ليست كبيرة حتى في البلدان الصناعية •

ويمكن تقسيم البحث حول النقل الى بحث حول تخطيط النقل وآخر حول ادارة النقل • وتصب ادارة انظمة النقل القائمة بسبب الحقائق الثلاث التالية :

- تمثل طرق النقل احتكارات طبيعية • وطالما كان الطريق لا يستغل تماما فانه من الهدر بناء طريق بديلة • وحينما يصل مرحلة الاستعمال التام ، تتكاثر على طوله التوضعات البشرية الامر الذي يجعل من توسيعه او بناء طريق موازية له امرا باهظ الكلفة ، ومن المستحسن عندها عقلنة استغلال الطريق •
- تتبع متطلبات النقل انماط الاستقرار ونشاط التوطن البشري • ويصعب تغيير أيا من مقدرة الطريق او انماط التوطن ، وان يضاهاي احدهما الآخر فمن الصعوبة بمكان فعل اى شيء ازاء ذلك •
- تنفق استثمارات كبيرة في اجهزة وسائط النقل • وان تطلبت كثافات المرور تغييرا في نهج النقل ، فان اجهزة الوسائط الجديدة ، تستدعي ازالة كبرى للوسائط القديمة وبذل تمويل جديد •

ولهذه الأسباب يبدو من المفيد بذل استثمار في بحث تخطيط النقل ، وذلك لدرء مشاكل ادارة النقل او تأخيرها (Thomson 1983) •

ويشتمل تخطيط النقل على تخطيط أنماط التوطن الوطنية وتخصص المناطق وتخطيط المدن وتصميمها وعلى نموذج الخيار بين المدن ومداخلها (Meier 1974) • ولهذه الأمور الثلاثة مضامين طاقة •

يمكن الغرض من تخطيط أنماط التوطن الوطني في تصغير تدفق النقل ، ومن ثم مداخله الطاقية • وقد تنامت المدن غير المخططة في البلاد النامية كثيرا حتى ضاقت معها خيارات مصادر الطاقة • مثلاً يتطلب امداد حطب الوقود أو الفحم الى المدن الكبيرة مقادير كبيرة واتساع في ازالة الغابات او الاعتماد على الوقود السائل • ويجب توقع العلاقة بين المدن ومناطقها المحيطة على المدى البعيد وأخذها بعين الاعتبار لدى تخطيط الحجم الحضري وتوزعه • وتكون متطلبات السكك الحديدية الاستثمارية () (من بينها السكك واجهزة مدها) أعلى بكثير من الاستثمار في نقل الطرق ، ولكن امكانية السكك الحديدية تكون اعلى دون ريب • ومن ثم ، فان السكك الحديدية تصبح مجدية اقتصاديا فوق كثافة نقل معينة فقط • وعلى نقيض نقل الطرق ، تملك السكك الحديدية خيارا أكبر في تقنيات الجر والوقود • ويتجلى أحد أساليب توفير النفط في الجر الكهربائي • وفي وضع معين ، يكون احتمال الاستبدال بين الطرق والجر بالسكك الحديدية محدودا بحجوم حركة السير • وعلى المدى البعيد ، يمكن لتخطيط التوطن، العمل على تركيز تدفقات السير بين القليل من العقد وجعلها كبيرة كفاية كي تبرر وجود السكك الحديدية (Inter-American Development Bank 1982 ; و (Alston 1984 ; Moavenzadeh and Geltner 1984) •

وتتميز اختناقات النقل فيما بين المناطق الحضرية بقلتها، وان حصلت فانها لاتسمح الا بخيارات محددة فقط • وتكون الاختناقات داخل حركة السير الحضرية أكثر شيوعا • وتعتمد امكانية الطريق على اتساعه وسرعة السير الوسطية عليه • ويمشي الناس في البلاد النامية أكثر كما يستعملون نقلًا خاصًا أقل • ويتم نقل الكثير من البضائع والناس بواسطة الجرين البشري والحيواني • وكلّ وسائل النقل هذه بطيئة ويشغل الكثير من امكانية الطريق ، وفي نفس الوقت ، يبقى أمر استبدالها بنقل ميكانيكي مكلفا ويمكن أن تكون له آثار سلبية على العمالة (Thomas 1981) • وتستخدم في البلدان النامية أشكال مختلفة من النقل الميكانيكي الرخيص الذي يخفض من امكانية الطريق بأشكال

عديدة : بسرعتها البطيئة ، والقيادة الخطرة ، والاعطال المتكاثرة ، الخ . .
(**Ocampo 1982**) . ونتيجة لذلك يعاني العديد من مدن
البلاد النامية من بطء حركة السير ، ومن انخفاض امكانية الطريق ، ومن
ازدحام الطرق ، بينما تعاني المدن الاخرى من طرق السير البطيء على
حساب السكان منخفضي الدخل .

وتختص البلاد النامية بهذه المشاكل التي تنشأ عن سماتها
الاقتصادية وواقع النقل فيها . وتتطلب هذه المسائل معالجة خاصة عند
التخطيط . ولقد قاد استخدام السيارة الشخصية الى تحقيق بحث كبير
حول التصميم الحضري في البلدان الصناعية (**Buchanan et al.1980**) .
وقد استغلت نتائج هذه الابحاث في مدن جديدة ، جعلت منها موطن عيش
سهل بشكل يفوق العيش في المدن الكبرى القديمة . وفي نفس الوقت ، فان
المدن الكبرى ، التي لم تتمكن من رؤية او حل المشاكل المتكاثرة (مثل
حركة ارتحال الاغنياء الى الضواحي ، ونزوح السكان عن مراكز المدن وتفقيرها ،
وارتفاع حركة السيارات) عانت من انهيار اجتماعي وبيئي مفاجع . وتختلف
مشاكل المناطق الحضرية في البلدان النامية ، ولكنها تقود الى نفس
النتائج الوخيمة ، اذا لم تعالج في وقتها .

ولدى مرحلة التخطيط ، لابد من ابراز مضامين سمات حركة
السير الخاصة في البلاد النامية . مثلاً ، اذا كان المشي نهجا شائعاً
للانتقال يجب توفير المزيد من السبل للمشاة ، والفشل في فعل
ذلك يؤدي الى انفلات المشاة داخل الطرق الرئيسية . ومن المفيد
الابقاء على أماكن العمل ضمن نطاق مشي العمال من منازلهم . وهكذا ،
رغم أن تقنيات تخطيط المدن في البلاد النامية ستكون نفس مثيلاتها في
البلاد الصناعية ، فان المعطيات التي ستدخل في الخطط تكون مختلفة
وتتغير الخطط أيضاً .

على أى حال ، لا يمكن حل كل المشاكل بالتخطيط . ففي
المدن القائمة ، حيث تكون انماط التوزيع وتدفقات السير محددة ، يتوجب
ادارة السير في اطار امكانية الطريق . ويتوفر هنا حلان : اولا ، تستخدم
التقنيات المختلفة لفرز السير وتقييد مخارج الطرق لعقلنة امكانية الطريق
(**OECD 1973**) . غير أنه توجد أساليب أقل قسراً لادارة
السير . فلدى الحكومات على الأقل ، ثلاث قواعد ضريبية خاصة بالسير
هي : الوقود ، الآليات ، والطرق . ومن بين هذه القواعد ، ضريبة

الطريق التي تستخدم لتمويل الطرق الرئيسية ، لم يجر استغلالها الا قليلا (Yuce1 1974) • على اى حال ، يبدو من المهم النظر في تسعير الضرائب الثلاث وربطها معا بحاجات ادارة الطريق •

ثانيا ، من الممكن زيادة امكانية السير المتاحة عبر تحقيق الاستبدال بين النُهج القائمة : فالسكك الحديدية الخاصة بالضواحي (على سطح الأرض أو تحتها) والطرق السريعة الرئيسية هما من أكثر النهج استعمالا اليوم • فعندما تدخل هذه النهج المدن تكون باهظة الكلفة ، ذلك لأن الأنظمة المصممة للسير السريع والكفوء تتطلب كلفا رأسمالية عالية ، فالارض في المدن غالية الثمن ، لهذا يتوجب على الانظمة الجديدة ان تقام ضمن نطاق تغيير أدنى للانماط السائدة للعمل والحياة • وتبرر كلف هذه النهج المرتفعة قيام بحث جاد في اقتصادياتها وتصميمها •

ومع أن كلف هذه النهج عالية ، فانه يندر تبرير الاستثمار فيها على أسس مادية بحتة ، ولهذا فهي تتطلب على الدوام دعما عاما • ويمكن تبرير الدعم الموجه اليها على أسس التوزيع وحيث يكون معظم قاطني الضواحي من الفقراء • غير أن دعم النقل السريع لا يكون في الواقع دعما للفقير ، انما لدعم نقل الضواحي البعيدة • كما أن توفير مثل وسائل النقل هذه يسعى الى خلق طلب خاص عليها وذلك من خلال تشجيع استقرار الناس في مواقع محيطة بالمدن التي تخدمها • وان جرى توجه للاهتمام بالتخطيط المكر لانماط التوطن المحلية او الاقليمية ، فان ذلك سيقود الى توفير استثمار عال في انظمة النقل السريع عبر المدن المتنامية ، وستعظم قيم هذه الانظمة بشكل كبير لاحقا •

السياسة

يمكن صياغة سياسات الطاقة الخاصة بالنقل لدى سويات ثلاث: سياسات لخفض كثافة النقل للنشاطات الاقتصادية والاجتماعية ، وسياسات تحويل حركة السير نحو أشكال نقل كهوأة طاقيا ، وسياسات لزيادة كفاءة طاقة الآليات ، وذلك عن طريق زيادة حجمها اضافة الى التحول من الطرق نحو النقل بالسكك الحديدية •

كثافة النقل

كما بينا أعلاه ، توجد فروق كثيرة في كثافة النقل للدخل المحلي العام عبر البلدان النامية ، وهو امر يستدعي خفضا مواكبا لها في العديد من البلاد . غير أنه لا توفر الكفاية من المعرفة بالمحددات التي توفر أساسا صلبا لصنع السياسة . ويمكن افتراض أن كثافة النقل تتحدد من بين أشياء أخرى ، بأنماط التوطن ، أما كيف تؤثر تلك الانماط في كثافة النقل فيبقى امرا مجهولا . وفي هذا الصدد، يتوجب على عملية صياغة السياسة ارتقاب بحث حاسم .

اقتصاديات حجم الآلية

لقد ولد ارتفاع أسعار النفط خلال السنين الأخيرة اهتماما كبيرا في كفاءة طاقة النقل ، وذلك من خلال استخدام الآليات الكبيرة . ففي نقل الركاب الحضري (في المدن) ، باتت الآليات الكبيرة أكثر كفاءة في استخدام الوقود . ومن جهة أخرى ، باتت الحافلات العامة أيضا أكثر توفرًا للفقير . غير أن الدول النامية ، اثناء ارتفاع دخلها، تبدي تحولا عن النقل العام الى النقل الخاص ، ومن الحافلات الى السيارات الخاصة يماثل الذي حدث في البلاد الصناعية . ويصرف مثل هذه التحولات عدا كبيرا من الركاب القادرين على الدفع عن النقل العام ، مما يسهم في تدهور وضعه المالي . وفي المدن التي افلح فيها النقل العام وتقدم، كان مرده على الاغلب الازعاج المتزايد لقيادة السيارات الخاصة في هذه المدن . وربما كان السبب أحيانا سهولة النقل العام ورفاهيته ودقة توقيته . وهكذا على المدى البعيد ، فان الانقسام النهجي بين النقلين الخاص والعام بات متأثرا على نحو قليل بالسعر وعلى نحو أكبر بنوعية الخدمة . وتفسح هذه الحقيقة المجال واسعا لسياسات نقل الركاب بعيدة المدى كي تتقدم أكثر من التي سبق تطبيقها .

ورغم أن الآليات الكبيرة يمكن أن تكون أكثر كفاءة طاقية، فان مدن البلاد النامية تتسم غالبا باستخدامها للحافلات الصغيرة ووسائل أخرى صغيرة في النقل العام (Ocampo 1982) . ومن الواضح أن كلف النقل لاتشكل محورا هاما في حجم الآليات ، بل تدخل في الصورة عوامل أخرى ، كالمطالبات الرأسمالية ، وسمات تدفق السيـر، وسهولة القيادة . وتتأثر كفاءة الطاقة أيضا بعوامل لاتنتمي الى الحجم

كحال الطرق ، وسوية الاحتقان فيها ، وسرعة المرور • وهكذا ، يتوجب على السياسات الموجهة نحو تحسين كفاءة الطاقة ، أن لا تقتصر على الحجم بل يجب أن تأخذ جميع المؤثرات الرئيسة بعين الاعتبار •

التحول نحو نقل السكك الحديدية

يُحَبِّذُ خيار تحويل السير من الطرق الى السكك الحديدية لسببين : اولهما ، ان ذلك يزيد من كفاءة استخدام الطاقة ، وثانيهما ، أنه يسمح بالتحول عن الوقود النفطي الى مصادر وقود أخرى ، والكهرباء خاصة • غير أن مسألة الانقسام النهجي بين نقلي الطرق والسكك الحديدية تبقى معقدة جدا • والواقع أن السكك الحديدية تتطلب طاقة أقل لكل وحدة نقل • ويمكن السبب أصلا في كون الاحتكاك بين السكة والمركبة أقل من الاحتكاك بين العجلات المطاطية والطريق • ويعني انخفاض الاحتكاك أن مركبة سكة الحديد تتطلب مسافة اطول لتتوقف (او تتسارع) من تلك الالية التي تتحرك بنفس السرعة على الطرق • وان توجب على مركبة سكة حديد الانتقال في ظروف محتقنة للسير ووسط حركة مرور أخرى كما تفعل مركبات الترام ، فستقلُ ميزتها بالنسبة لكفاءة الطاقة • ولهذا ، فان فلاح السكك الحديدية عموما بدا عندما تخصص بالسرع العالية ، وفي النقل عبر مسافات بعيدة نسبية ، وعلى سكك حديد مصنوعة دوما • أضف الى ذلك ، أن نقل السكك الحديدية هو اكثر كثافة رأسمالية ، وكى ينافس نقل الطرق ، لابد له من سير عالي الكثافة • وهكذا ، فان التوزع المكاني لكثافة السير هو الذى يرسى اطر التنافس بين نقل الطرق والنقل بالسكة الحديدية •

ومن الناحية العملية ، يتأثر تقسيم المرور بين الطريق وسكة الحديد باختلاف عيارهما الأصغرى • فيمكن تعريض الطرق وتطويرها مع نمو المرور ، والاستثمار في مركبات الطرق الضرورية ، للحفاظ على خدمتها الدنيا ، هو أقل بكثير مما يتوجبه الحفاظ على القُطُر الحديدية • وهكذا يلبي الطلب على النقل بوسائل الطرق لدى كثافات المرور المنخفضة ، ويستمر كذلك حتى تزداد كثافة المرور • وعندما يصل الأخير الى نقطة يبرر فيها نقل السكك الحديدية ، يكون نظام الطرق قد توطن ولايصح استبدالها اقتصاديا • وقد بنيت جميع أنظمة سكك الحديد العالمية الرئيسة في وقت لم يكن فيه لنقل الطرق الآلي وجود او كان في مراحله الطفولية • ويعد أن نما نقل الطرق ونضج ، جرى بناء خطوط السكك الحديدية حيثما

جعلت كثافة المرور الاولى من السكك الحديدية الخيار الأرخص (كنقــــل
الفلزات الثقيلة من المناجم الى الاقران او المرافي) ، او حيث نمت كثافة
المرور الى حد لايمكن معه لنقل الطرق تغطيته في اطار المكان المحدود
(كمرور المدن التبادلي) .

ويفسر ذلك أنه اذا تركت وسائل النقل لتلبي حاجات السير
المتزايدة ، بات نقل الطرق يجني حصة أكبر من التي يحوزها نقل السكك
الحديدية وبشكل يفوق ماهو مبرر اقتصاديا . ولتطوير نظام سكك حديدية
عملي ، لابد من تنبؤ وتخطيط تدفقات السير الرئيسة في البلاد لعقود
مقبلة وبشكل مسبق ، كما يلزم بذل استثمارات خاصة بالسكك الحديدية
وفي اوانها وذلك لمواجهة الطلب المتنامي ، ولاريب في أن التوقعات المسبقة
هذه تتطلب بحثا . وحتى في حال تنفيذ توقيت الاستثمار في امكانية
السكك الحديدية، فان استغلالها ، ومن ثم عملها بنجاح يعتمد بشكل عام
على ثلاثة عوامل :

— برمجة حركة السير والاتصالات على سكك الحديد نظرا لأن
المرور على السكك الحديدية يتحرك على شكل حمولات عربات ، فثمة خطر
ينجم عن وجود العربات في مكان غير الذي يجب أن توجد فيه عند
أى وقت من الاوقات . ويتطلب تحريك هذه العربات الى حيث تتوفر
الحاجة اليها استخداما لامكانية سكة الحديد ، الأمر الذي يخلق اختناقا
لدى نقاط التحويل . ومن ثم ، فان برمجة تحريك البضائع واستغلال
السكة الحديدية يخلق مشاكل ادارية معقدة .

— بنية تعرفه النقل بما أن السكك الحديدية هي منشآت عامة،
تخضع التعرفه فيها للتعاليم وانظمة الدولة . وتستخدم ضوابط التعرفه
لدعم مختلف المنتجات عامة . غير أنه عندما يتوجب على السكك الحديدية
التنافس مع نقل الطرق فانها تسعى الى تجنب المرور على معدل الكلفة
ومن ثم يتم دعم الارباح المتحصلة عن المرور منخفض الكلفة ، وهذا هو
السبب الرئيس الذي يجعل السكك الحديدية ترتكب خسائرها . ومن
الأهمية بمكان ، جعل بنى تعرفه السكك الحديدية ترتبط بكلفها الفعلية .
وان جرى استخدام تلك السكك مع دعم للشحن والنقل فان ذلك الدعم
سيأتي علنا من التمويلات العامة للدولة .

— نوعية الخدمة ترتبط الفائدة التي يوفرها نقل الطرق بنوعية
الخدمة والسرعة والراحة التي يوفرها . ولايكي أن تقدم السكك الحديدية

اجورا منخفضة للركاب والبضائع ، بل يجب عليها توفير نوعية مماثلة للخدمة التي يوفرها نقل الطرق • ولاداء ذلك ، لابد وأن تكون السكك الحديدية قادرة وراغبة في تيسير نقلها مع وسائل نقل الطرق المشاركة لها في نقل البضائع من موضع لآخر • ومن الناحية العملية ، تتطلب السكك الحديدية أن تدار كمؤسسة مشتركة بين الطريق والسكة وتقدم عملاً متكاملًا •

القطاع المنزلي

في المجتمعات الصناعية ، يكون المستهلك دوماً مشترياً منفقاً دخله المالي على بضائع الاستهلاك • أما في البلدان النامية ، فلا ينصوّى العديد من المستهلكين في إطار هذه الفئة : فبعضهم يستهلك بضائع من انتاجهم الذاتي ، بينما يقوم البعض الآخر بجمعها من الأرض المشاع ، فليس ثمة نظام عام للتحليل هنا يمكن تطبيقه عليهم جميعاً ، ويبدو ضرورياً التمييز بينهم في البحث الطاقى والبحوث الأخرى • كما يبدو ضرورياً أيضاً مكاملة تحليل الأنماط الثلاثة للحصول على فكرة عن الطلب المحلي الكلي •

المجمعون - المستهلكون

يجمع الوقود بأشكاله المختلفة عدد كبير من مستهلكيه في البلدان النامية • وهم لا يجمعون الوقود فحسب ، بل يجمعون أيضاً الماء والطعام غالباً • وحيثما يجرى جمع مثل هذه المواد المتاحة طبيعياً ، فإن الاستهلاك سيأتي على هذا الامداد الطبيعى ، او على امكانية الحمل (Sahlins 1972; Odum and Odum 1976; Harris 1977) وحتى قبل بلوغ امكانية الحمل ، ستزداد المسافة الوسطية بين قاعدة اقامة المستهلك ومصادر الامداد ، كما سيزداد الوقت المبذول في الجمع • وغالباً ما تأخذ النساء في القطاع المنزلي على عاتقها بذل وقتها لجمع الحطب والنشاطات البقاية الأخرى (Reddy 1982; Tinker 1984) • وقد تم جمع العديد من الأرقام ، اضافة الى تفاصيل واقعية دقيقة حول أزمّة جمع الحطب الوسطية • ومنها تم التوصل الى أنه من الأفضل لهؤلاء المجمعين - المستهلكين التحول الى منتجين - مستهلكين وبدأوا زراعة أخشابهم • ومع أن هذا التحليل صائب ويقود الى قيام سياسة مشجعة

فانه في عالم الواقع جاء صعب التطبيق •

وكما نذكر، يوضح هذا الحقل من البحث الأخطار الناجمة عن البحث المجهرى المتتابع : ذلك لأن حدود النظام ضيقة جدا • كما وجد في عدد من الدراسات ، أن جزءاً كبيراً من الطلب على حطب الوقود يأتي من المدن • أضف الى ذلك ، أن نسبة عالية من استهلاك الطاقة الريفية تكون بصورة سقَط نباتي وأغصان تجمع هينا من الاشجار ، بينما ينصب الاستهلاك الحضري بشكل رئيس على الجذوع الخشبية المأخوذة من الأشجار المقطوعة (Reddy 1982; Reddy and Reddy 1983) •

وإذا كان الأمر كذلك ، فان مسؤولية نضوب الأشجار لاتقع على المجمع — المستهلك وانما على المجمع — البائع : والنظام الذى يجب تحريره ليس القرية وانما البنية الحضرية — الريفية • ويستخدم أهل المدن دوماً أنواعاً أخرى من الوقود ، لذا فان الحدود يجب أن ترسم ليس حول حطب الوقود وانما حول مصادر الوقود الأخرى • أضف الى ذلك، أن نسبة معتبرة من الطلب على الحطب يكون من أجل خشب السكن والانشاءات •

لذا يجب توسيع حدود النظام ثانية لتستوعب مواد الانشاءات • واخيراً فان الندرة النسبية لحطب الوقود تتغير من مكان لآخر ، وقد قادت الى حدوث درجات وانماط عدة لانتقال الطاقة • ومن ثم ، فان البحث يجب أن يواكب التغيرات الاقليمية • وان وُسعَ البحث وفق هذه النهج، فان اطار وعيار مشاريع البحث سوف يكبر ، ولكن العِبر المستقاة عن ذلك ستكون أغنى ، وسيزداد عدد البدائل في السياسة التي ستنتج عنها : مثلاً، البدائل بالنسبة للوقود ، ومواد الانشاءات ، وتقنيات انتاجهما • وستكون كلف ومتطلبات التنسيق أكبر ايضاً ، ولكنه اعتماداً على احد حواراتنا فسي هذا التقرير ، يجب أن يجرى تبني التنظيم وفقاً لحاجات البحث وليس العكس •

وان قاد البحث الواسع الى النتيجة القائلة بأن المجمعون — المستهلكون يرهصون امكانية حمل الأرض ، وأنه لايمكن التخفيف من الضغط بتوظيف عامل ثالث مثل مواد الانشاءات ، فانه يتوجب على هؤلاء الناس اما بلوغ الاحباط او تغيير التقنيات ، فيعمدوا الى انماء الاخشاب او الطبخ بوقود أعظم كفاءة • غير أنه يستبعد أن يقود افتراض كـل البدائل في المجالات التي تهما هي بدائل فريدة او فضلى •

المنتجون - المستهلكون

يطلق على صنف المنتجين - المستهلكين أسم منتجي البقاء • وهذا الصنف مثل صنف المجمع المستهلك لا يبيع ولا يشتري • ومادام حاله كذلك ، تبقى احتمالات التأثير في سلوكه محدودة • وعلى الطرفين لا يمكن تطبيق تحليل الطلب وفق النمط المطبق في البلاد الصناعية على صنف المشترين - المستهلكين • ولاتتوفر صياغات نظرية أكثر ملاءمة في هذا الصدد ، ولهذا يجرى جمع قدر كبير من المعطيات ويوصف دون تحقيق تراكم في المعرفة (انظر مثلا: Sen 1981; Bliss and Stern 1978) •

وثمة محاولات تجرى لصياغة سياسات تؤثر في المنتجين - المستهلكين (والمجمعين - المستهلكين) ، مثل تشجيع التحريج والغاز الحيوى ، ولكنها بدت حتى اليوم بطيئة في اعطاء نتائج • ويعود ذلك برأينا الى عدم وجود الكفاية من الوعي النظرى لسلوك هؤلاء المستهلكين ولتوجهاتهم في الحياة والعمل ولتوظيف مصادره •

وانطلاقا من حقيقة أن مصدر هؤلاء المستهلكين الرئيس هو العمل ، فانه لسوء الحظ ، قام الاقتصاديون وعلماء الاجناس والفيزيولوجيون باتباع مفاهيم مختلفة للعمالة او العمل ، لذا لم يثمر أى مفهوم منها (انظر القسم الخاص بالطاقة البشرية في الفصل الحادى عشر) • بينما تم في نفس الوقت بذل جهد تجريبي دون تحقيق اى تقدم في الوعي • وسوف تتكشف ابداعات نظرية في هذا المجال وذلك قبل أن تتوفر فرصة لتفسير معطيات البحث التجريبي •

المشترون - المستهلكون

ينتشر صنف المشتري - المستهلك في البلاد الصناعية ، ولهذا الصنف بالذات تم ابتكار نمط تحليل الطلب المعروف (الذى سبق واشرنا اليه في القسم الخاص بالطلب المجهري من هذا الفصل) • ويمكن تطبيق هذا النمط من التحليل ايضا على صنف المشتري - المستهلك في البلاد النامية رغم أن الشروط الاولى ، والعلاقات الضمنية ، تكون مختلفة على الأغلب • ويمكن أن يكون مفيدا بشكل خاص لتحليل أثر التغيرات فى الأسعار والضرائب ، او الدعم ، المطبقة على المستهلكين لدى سويات دخل مختلفة ، ومن ثم على توزيع الدخل الكلي •

على أى حال ، لو كان المستهلكون جزئيا مجمعين ، وجزئيا منتجين ، وجزئيا مشترين ، كما يحدث غالبا في حال الوقود المستهلك ريفيا ، فان الأمر يصبح أكثر تعقيدا ، ولانزال الصياغات النظرية لمثل هذه الأحوال المختلطة تتطلب تطويرا .

الطبخ

لقد اجتذب هذا المجال من الاستهلاك المنزلي القدر الأكبر من البحث . ونتج عن ذلك تضاربات رقمية لم توصل الى كثير من النتائج المميزة . وعمدت معظم الدراسات الى قياس الاستهلاك الكلي لوقود الطبخ فاضاعت بذلك جانبين يمكن أن يكونا بالغى الاهمية ، وهما : اولا ، يتضمن الطبخ دوما طعاما وشرابا ، ولا بد من وجود علاقة تجمع بين كمية الغذاء المطبوخ والوقود المستخدم فيه (Reddy 1982) . وان كان استهلاك الغذاء ، كما تظهر مسوحات الغذاء ، يتغير بالنسبة للغنى بقدر ٥ ، ١ الى ٣ مرات استهلاكه من قبل الفقير في البلاد النامية ، فسيكون له الاثر الكبير على استهلاك الوقود . ومع أنه لم تلحظ ثمة فروق ظاهرة في استهلاك الوقود (Leach 1985) فثمة احتمالات لوجود تغيرات في كفاءة الطاقة . ثانيا ، ثمة دليل محدود ولو أنه قوي يقول بأن المنازل الأكبر تستهلك وقودا اقل بالنسبة للفرد (Bialy 1979) و (Natarajan 1985) . فالطبخ عملية انتقال حرارى ، ومن المنطقي أن يكون الطبخ بمقادير كبيرة اكثر كفاءة في استخدام الوقود . ومن الممكن أيضا ، أن يكون الهدر أقل ، وبالتالي أن توجد اقتصاديات عيار ففى استهلاك الغذاء لدى الاسر الكبيرة .

وقد وقف معظم البحث الطاقى عند عتبة المنزل وفشل ففى دخوله فكانت النتيجة بقاء المحددات المباشرة لاستهلاك الطاقة خارج اهتمام البحث ، وبقي البحث مقتصرًا على المتحولات الخارجية كالدخل والسعر . ولا يمكن ان يقود البحث السطحي الا الى نتائج سطحية . والحال هذا ينطبق على بحث استهلاك الغذاء ، الذى فشل ايضا في اجتياز عتبة الباب واعطى ارقاما كثيرة دون ان تقود الى المزيد من الادراك .

الانارة

الانارة موضوع استهلاكي يملك مرونة دخل للطلب عالية لدى
سويات الدخل المنخفضة . فالمنازل الأفقر والتي لاتملك مقدرة الحصول على
الكاز والكهرباء تعيش دون انارة . اما الذين لديهم المقدرة ، فتتغير نوعية
الانارة مع الدخل . ويوجد العديد من اصناف مصابيح الكاز التي تملك
استهلاكاً متغيراً من الوقود في الساعة ومع سطوع الانارة . أما انشـواع
المصابيح الكهربائية فاقـل عدداً ولكن سطوع ونوعية الانارة الكهربائية يتغيران
مع الدخل . واكثر الانارة الكهربائية المتاحة كفاءة يملك كفاءة طاقة تصل
الى أربعة أضعاف تلك الأقل كفاءة ، ولاتستخدم المصابيح كفاءة الطاقة
على نطاق واسع بسبب علو كلفتها الأولية . وبقدر استعمالها، فهناك مجال
لآلية دعم ضريبي لزيادة كفاءة الطاقة في الانارة ، كما أنها تحتاج الى تصميم
من خلال بحث خاص بالبلد والموقع المنار . وبغض النظر عن الكلفة، فان
تبني المصابيح كفاءة الطاقة يتأثر بالفروقات المتوقعة في النوعية . ولاريب
في أن البحث قادر على ابداء توازن افضل بين مدى الاجهزة المتاحة
وافضلـيات المستخدم لها .

الأجهزة الكهربائية

الكهرباء أساسية لمعظم الاجهزة المنزلية شائعة الاستخدام .
وحيث تتوفر الكهرباء ، يتوفر مدى واسع من التجهيزات الكهربائيــــــــــــــــة ذات
التغيرات الواضحة في رأس المال وفي كلفة التشغيل .

وانطلاقاً من كلفها الأساسية، فان الاجهزة الكهربائية المختلفة
تملك منحنيات دخول سوق مرتبطة بسوية الدخل . ويبدأ بشراء الرخيص
منها ، كالمكاوي والسخانات وأجهزة الراديو والمراوح لدى سويات الدخل
المنخفضة ، بينما يتم اقتناء الأجهزة الأكثر كلفة ، مثل أجهزة التكييف،
من قبل سويات الدخل الأعلى (Brooks 1984) . ويجب تحليل
الطلب على الأجهزة الاستهلاكية الدائمة عبر نماذج تعديل المخزون . وليست
نماذج السعر - الدخل البسيطة مناسبة له . والطلب على الطاقة الخاص
بتشغيل الأجهزة هو طلب مشتق يتبع مدخل الأجهزة الطاقية الساعــــــــي
ولكثافة استغلالها ، ولعددتها قيد الاستخدام . ويتطلب تحليل هذا الطلب
نماذج موافقة متقدمة ومسوحات ميدانية للحصول على معطياتها .

ويشكل الطلب الكهربائي الخاص بأجهزة تكييف الهواء جزءاً هاماً من الطلب الكلي ، ويسبب مشاكل ندرة استهلاك خطيرة في بعض البلاد الافريقية . ويمكن أن يكون الطلب المنبثق عن اجهزة التبريد ، كالمراوح ، والمبردات ، وأجهزة التكييف ، والبرادات ، مهما في دول استوائية اخرى . ولاشك في أن ندرة الاستهلاك اليومية تشكل في الصيف مشاكل لعدد منها . ويمكن البحث عن حلول لهذه المشاكل في عدة اتجاهات كملاءمة المنازل للطقس ، وتسيير الكهرباء خارج فترات الطلب المرتفع ، واجراء تحسينات في كفاءة الأجهزة الطاقةية . على اى حال ، لم يجلب البحث في هذا المجال سوى القليل من البحث .

الطلب المنزلي الريفي

والجزء الوحيد من الطلب الريفي على الطاقة ، الذى اجتذب الكثير من البحث ، هو الطلب على وقود الطبخ والتدفئة (Howes 1985) . والطلب متحول سلوكي ، لذا لابد من أن تحكمه نظرية السلوك البشرى . ونظرية الطلب المستخدمة والموضوعة على أساس المستهلك الذى يكون كاملاً دخله مالياً ، لاتكون مناسبة كي تطبق على المنازل الريفية في البلاد النامية . فجزء من دخل تلك المنازل يكون بصور وجزء من دخل تلك المنازل يكون بشكل سلع مجموعة ، يشكل الوقود جزءاً هاماً فيها . ولأن البضائع المجموعة مجانية (ولو أنها ليست متاحة بالضرورة) فان كلف المصادر لاتدخل في حسابات المنازل هنا ، بينما تدخل في تلك الحسابات كلف العمل . وترتبط كلف العمل المتوقعة بالمقادير المجموعة وبالمسافة التي تحمل فيها وذلك بصورة غير متناسبة : أى لاتكون مشقة جمع المقادير والمسافات حساسة لدى حد ما وحساسة جداً خلف موضع معين . وليس من الممكن تثمين العمل المبذول للجمع وفقاً للاجور القائمة ، لأن بديل أجر العمل اليدوى لا يكون متاحاً دوماً . وستؤثر فرص العمل غير المتكافئة بين الرجال والنساء في البدائل المفسوحة أمامهم ، وتخص هذه الدور الاكبرنسبياً للنساء في عمليات الجمع . وحيث تتاح أجور عمل بديلة ، وترتفع المداخل المالية في المناطق الريفية ، كما هو الحال في مصر وكوريا الجنوبية ، ينقطع سكان الريف تلقائياً عن جمع الوقود . وهكذا يبدو ضروريا العمل على استكشاف العلاقة بين الوقود المجموع (والبضائع المجموعة الاخرى) وكلفها العمالية .

وقد جرى تقدير كلف العمالة بدلالة زمن العمل • أما من أجل السبب الآنف الذكر ، فيمكن أن لا تتناسب كلف العمالة المتوقعة مع زمن العمل • وكانت التقديرات المرتفعة لزمن العمالة المبذول في جمع الوقود مسؤولة على الأقل جزئيا عن جهد البحث في مجال احراج حطب الوقود وفي مجال المواعد المحسنة • غير أن القيمة التي يضعها الناس على هذه الابتكارات تعتمد على كلف العمالة المتوقعة وليس على زمن العمالة • ويسترعي أمر توفير الوقت اهتمام الناس الذين هم بحاجة للوقت ، أما من أجل الذين يملكون زمن عمالة فائض ، او استخداماته لأموال رخيصة فقط ، فالسؤال الذى يثار هنا هو : اين هي الاستخدامات القيمة التي يمكن توفيرها لزمن العمالة ؟ •

وعلى ضوء البحث حول حراج حطب الوقود ومواعد الحطب، يمكن للمرء أن يطرح سؤالا آخر هو : اين هو الاستخدام المناسب لهذا البحث ؟ • وجواب ذلك هو : حيث تكون النشاطات تجارية، اى يكون بيع حطب الوقود سائدا في النشاط الريفي ، وحيث تستخدم مواعد الحطب لطبخ الطعام التجارى ، ومتى برهنت هذه الانشطة عن وجودها فـي الاستخدام التجارى ، عندها يصبح انتشارها سهلا •

وعدا الوقود المجموع ، تقوم الاسر الريفية بحرق الوقود المتولد عن المزرعة بصورة رواسب محصول وفضلات حيوانية • وثمة مراجع خاصة بمحاصيل الوقود المنتجة كذلك (مثل : Pathak et al. 1980) ، ولكن معظمها يخص رواسب المحصول المجتناة لاغراض غير غرض الوقود • ويتوقع لرواسب بعض محاصيل الغذاء أن تعطي طاقة كافية لطبخ القسم المأكول منها بكفاءة منخفضة تتراوح بين ١٠ الى ٢٠ بالمئة (Desai 1985) • ومن الشائع ايضا أن تقوم الاسر الزراعية بشراء او جمع الوقود الحطبي ذا نوعية أفضل •

وفيما يخص الاسر الزراعية أيضا ، تبقى النماذج السلوكية التي تستند اليها دراسات استهلاك الوقود غير جلية • ويتفاوت المزارعون فـي تجارتهم ، أما المزارعين غير التجار او المتعيشين، فيستخدمون الزراعة لتحويل عملهم الى سلع وخدمات ، تماما كجامعي الوقود ، والنموذج الذى ينطبق عليهما سيكون نموذج توزيع تدفقات العمالة • ومن جهة أخرى، يدير المزارعون المسوقون مؤسساتهم ، لذا يمكن ان تلائمهم نظريات المؤسسات او المزرعة • ويقع معظم مزارعي البلدان النامية بين هذين الصنفين وتنجم

عن ذلك مشاكل مبدئية لم يجز حلها بعد .

ويحصل المجمع والمنتج على كتلة حيوية وقودية من الخضرة ، وحظيت تجاربهما العملية بالاهتمام الاكاديمي . وهذا الاهتمام ، الذي سنعمد الى مناقشته في القسم الاول من الفصل الثاني عشر ، قد تأسس على نماذج بدائية غوية . وهذا لايعني بالضرورة عدم ملائمتها ، ولكن ظروف تردى البيئة تتطلب تحديدا أدق ، كما تتطلب علاقتها بالطلب على الوقود ابداء ملاحظة مباشرة اكثر . وهكذا ، فان دراسات استهلاك الوقود تتطلب مكاملة مع تلك الدراسات الخاصة بالبيئة .

أضف الى ذلك ، أنه اذا كانت ممارسات حرق الكتلة الحيوية تقود الى تشويه بيئي ، فانها ستعكس في مداخل ابر لزمن العمالة في جمع الوقود بالنسبة للمجمعين ، وبصورة عطاءات متفجرة في حال المنتجين . ويجب أن تصمم دراسات البحث لتحتوي هذه الآثار: بمعنى أنه يجب أن تمتد على مدى كاف من الوقت أو أن تواكب التغيرات المكانية لتستوعب فترات الانتقال الطاقية .

واخيرا ، لم يجز بعد فهم كاف لوضع الكهبة الريفية وأثرها على التنمية الريفية ، وللتحضر ، والانتاجية ، والاضاع المعيشية ، ولابد من ابداء المزيد من البحث عليها (Munasinghe 1986) .

وهكذا ، فان نماذج البحث التي يأتي بها الدارسون لاستهلاك الوقود الريفي من خلال انظمة الاقتصاد ، وعلم الاجناس ، وعلم الزراعة ، تتطلب جميعا تكاملا واختبارا ، وذلك اذا أريد من خلالها الكشف عن المزيد من النظريات ذات المعنى .

الطلب المنزلي الحضرى

يسهل تحليل استهلاك الطاقة في المنازل الحضرية بعدة أساليب : اولا ، القطاع المنزلي الحضرى هو مشتر للطاقة . وبما أن هذه المنازل تتركز مكانيا ويصعب عليها الحصول على وقود الطبخ من قاعة محلية للكتلة الحيوية ، لذا تقوم بشرائها من الخارج . ثانيا ، تتسم تلك المنازل باستهلاكها المميز للطاقة في الانارة والاجهزة . وفي كلى النهجين ، يكون القطاع المنزلي الحضرى قريبا من امثاله في البلاد الصناعية . وبناء على هذا التشابه ، فانه يمكن تطبيق النماذج المنتجة في البلاد الصناعية

لتحليل طلب البلاد النامية المحلي على الطاقة وذلك دون اية محاذير تذكر .
 ويتطلب تركيز طلب الوقود الحضري نقل قدر كبير من الوقود
 من الخارج . ويعني ذلك نقل النفط او الفحم الحجري من البلاد التي
 تنتجها او تستطيع استيرادها . وبالنسبة للعديد من البلاد المدقعة
 في الفقر ، البعيدة ، او ذات العجز في قطعها الاجنبي ، فان طلبها
 على مصادر الطاقة انما يعني حطب الوقود والفحم . ويقود استهلاك المصدرين
 الى توسيع دوائر المناطق العارية من الخضرة حول المدن . وحيث يجري
 احلال الفضلات الزراعية والحيوانية محل الحطب ، الذي بدأ بالاضمحلال ،
 فان كثافة الطاقة المنخفضة لهذه البدائل ومن ثم كلف نقلها العالية ، تجعل
 منها غير منافسة مع الحطب في المدن ، وحتى في حال بيع الأخير بأسعار
 مرتفعة . وحيثما بدت منافسة ، فان مواعد الحطب الرخيصة ، بالمقارنة
 مع المواعد العاملة على الكاز او الغاز ، تبقى قادرة على جر المستهلكين
 الفقراء لاستهلاك الحطب (Reddy and Reddy 1983 ; و
 (Alam et al. 1985) .

ولقد قادت أسعار حطب الوقود المرتفعة الى اقامة مزارع لها
 في بعض المناطق . وشمة مدن في مناطق جافة خاصة من افريقيا ، حققت
 زراعة الاشجار التجارية فيها تقدما صغيرا بغض النظر عن كلف حطب
 الوقود المرتفعة . ومع أن الاسباب غير واضحة ، فان شمة عاملان موضحان :
 اولاً ، ان افريقيا الجافة هي منطقة ذات استيراد مرتفع للغذاء او ذات عجز
 غذائي ، بل كلاهما معا . نظريا ، يقوم المزارع التجاري ، الذي يمد
 المدينة ، بزراعة الغذاء او الوقود او اى محصول يدر ربحا اكبر . والسبب
 الذى لايجعل هذا الخيار في المزرعة يوءى الى رفع امدادات الوقود للمدينة
 ربما يعود الى أن المدن قد كبرت فوق طاقة قواعد امدادها الزراعية . وكما
 بينا سابقا في قسم السياسات المرساة على الطلب ، فان لافريقيا الجافة
 والاستوائية أدنى السويات في الانتاجية الزراعية للعامل الواحد في العالم ،
 ولايديم زراعتها الا أقل عدد من الناس خارج المزرعة . وقد انخفضت
 امكانياتها أكثر في الخمسينات والستينات ، وذلك نتيجة التحول الى المحاصيل
 التجارية عندما كان الطلب عليها مرتفعا في البلاد الصناعية . وتنامت المدن
 حول الصناعات التصديرية ، وقد سددت المصدرات قيم الغذاء المستورد وغيره .
 وعندما قاد تباطؤ نمو البلاد الصناعية الى ضعف الطلب على المصدرات، بات
 من الضروري متابعة النمو لتقليل الاعتماد على التصدير ، وتأسيس سوق

داخلية واقامة قاعدة مصدريه • وهكذا ، فان الازمة تبقى ازمة اقتصادية عامة ، وليست مجرد أزمة وقود • ثانيا ، تنمو الاشجار في المناطق الاستوائية الجافة بصعوبة ، وتتضمن الخسارة الطبيعية لهذه المناطق اعشابا سنوية وشجيرات • ومتى حدث تدمير لمخزون الاشجار الموروثة ، فان تعويضه يصبح امرا شاقا ومكلفا • ويشترك بعض بلدان غربي افريقيا وشمال افريقيا في هذه المشكلة مع افريقيا الجافة ، ولكنها حظيت بالنفط ، الذي اصبح مصدر وقودها المحلي الرئيس •

وهكذا ، بالنسبة للاستهلاك المنزليين الحضري والريفي ، يمكن ان تقود صياغة ضيقة الافق بالنسبة لاستهلاك الوقود الى نتائج خاطئة ، ومن المفيد وضع استخدام الوقود في اطار مصدري واقتصادي اوسع •

السياسة

ميزنا أعلاه بين ثلاثة أنماط من المستهلكين المحليين - أولئك الذين يجمعون الوقود ، وأولئك الذين ينتجونه ، والمشتريين له • وقد أشرنا الى أن الذين يجمعون الوقود لا يقومون بالضرورة بجمع سلع عيش أخرى • ومن منظور السياسة ، يبدو معقولا أكثر التمييز بين الناس على أساس كونهم يجمعون او ينتجوا او يشتروا الغذاء - أى التمييز بين الناس الرعاة والناس المستقرين في الريف ، والمستهلكين في المدن •

ومن الناحية الفرضية ، يبدو مستحيلا تخطيط سياسات فعالة للرعاة • فالاجراءات الوحيدة التي يسهل تطبيقها ، تلك التي تحد وتنظم وتؤثر في هجرتهم • أما اجراءات توطيتهم في قرى دائمة ، او ابقاء الناس خارج الأجرار المحمية مثلا فتلك من بين الاجراءات الشائعة اليوم • ومثل تلك الاجراءات لم يتخذ للتعامل مباشرة مع مسائل الطاقة ، وربما لامت اليها عموما • غير أنه يمكن أن تشكل القيود على حركة حطب الوقود ، وربما على كل انواع الحطب ، مظهرا هاما من مظاهر سياسة ضبط زوال الغابات •

من السهل تحقيق صياغة لسياسات السكان المستقرين - او الزراعيين • فقد كانت الضرائب الزراعية أحد دعائم التمويل العام في العديد من البلدان النامية • وحتى في الاقتصاديات الزراعية التي لم تتجه الى المال ، من الممكن فرض ضرائب او توفير دعم • غير أن الضرائب

والدعم المفروضين على الانتاج او الاستهلاك الوقودى او لتعزيز التبادل الاحلالي في الوقود ضمن المناطق الريفية ، فهما غير شائعين ، وذلك بغض النظر عن الدعم المقدم لكهربية الريف .

ومن جهة أخرى ، فان الاجراءات الضريبية المتخذة للتأثير على الطلب الحضرى للوقود شائعة جدا . وهي في هذا المعنى لاتركز على القطاع المنزلي تحديدا وانما على الوقود الذى يشترونه او على الأجهزة المستخدمة للطاقة . ، لهذا فانه لاكثر من سبب قمنا بمناقشة تلك الاجراءات في الفصل التالي من هذا التقرير .

الفصل الخامس

الحفاظ على الطاقة

ثمة مداخل ثلاثة تميز أمر الحفاظ على الطاقة وهي: تحسين الطريقة، الاستثمار في الحفاظ على الطاقة، وتحسين كفاءة الأجهزة المستخدمة للطاقة . ويناسب الأخير منها بشكل خاص البلدان النامية . ومع انه يمكن تحسين تصاميم الاجهزة قيد الانتاج اليوم ، فان الأهم هو دراسة الاجهزة المستخدمة ، وتحسين عملها بغية رفع كفاءة استخدام الطاقة . أما فرص توفر انماط معينة من الأجهزة فموضحة في هذا الفصل .

وبتطبيق وسائل تحريك هيدروليكية ومتغيرة التردد ، يمكن اجراء تحسين كبير في كفاءة طاقة المحركات . وكي تكون اقتصادية، فان تقنية الدفع الهيدروليكي يجب تطبيقها على كامل المنشآت ومواكبتها باعادة تصميم الآلات . ويجب رفد الدفع متغير التردد بالكترونيات دقيقة كي يكون فعالا .

وقد أدى حجم وأهمية صناعات الآليات في البلاد الصناعية الى قيام بحث مكثف على محركات الاحتراق الداخلي ، وثمة عدد كبير من التصاميم المبتكرة يجرى اخراجها وتطويرها . ويزداد استعمال الآليات ذات الدوالبين في البلاد النامية ، كما أن عددا من هذه البلدان أنتج قدرا كبيرا كفاية منها ، الامر الذي يبرر البحث في تحسين محركات هذه الآليات .

والبحث على محركات دورة بريتون قد تركز على استخدام الآلية في البلدان الصناعية . والبلاد النامية التي تصنع العنفات الغازية يمكنها اجراء توسع اكبر في تحرى هذه الآليات ، فالبحث فيها واعد لاريب .

ويبدو أن البحث حول المراحل التقليدية قد تركز على تحسين معدلها الحرارى ، وذلك باشارك اجهزة رصد على خط الانتاج اضافة الى اجهزة تحليل . ومن المراحل ذات القاعدة السائلية يبدو أن المراحل الدوارة توفرنا منظورا افضل . والعدد الكبير من منشآت المراحل تجعلها مناسبة للدراسات التحليلية ووضع برامج الاحلال .

وقد عانى انتشار مواقع الطبخ العاملة بالوقود الصلب نتيجة عجز الوقود الصلب بحد ذاته ، ولأنه جرت مبالغة في بيان عدم كفاءة المواقع التقليدية في البلدان النامية ، كما جرى اهمال الحاجة لدراسة الاسواق المؤملة الخاصة بالمواقع المحسنة . وتبدو ضرورة لقيام بحث يحدد مجالات الكلف المرتفعة المتوقعة ، ويبين القيمة المرساة على كاهل المستهلكين نتيجة لتحسين المواقع المختلفة ، ومن بينها كفاءة الوقود المحسنة .

ناقشنا فيما سبق المعالجة الشائعة للحفاظ على الطاقة ضمن سياسات السوية الصناعية . غير أن امكانات الحفاظ على الطاقة لا تقتصر على الصناعة ، ومن المفيد استطلاع مداخل اكثر شمولية في هذا الصدد ، حيث نميز ثلاثة منها :

— تحسين الطريقة يمكن أن تؤدى الدراسة العملية الخاصة بطرق استخدام الطاقة الى تحقيق ابقاء مميز على الطاقة ، وتكثُر الدراسات الصناعية من هذا النوع (Moles 1984) . ومن جهة أخرى، فإن الدراسات الاساسية حول طرق استخدام الطاقة التي تطبق على مدى واسع من الصناعات ، تبدو قليلة . وربما يكون البحث حول مشاكل الاحتراق اكثر انتشارا نتيجة لاستخدام الطريقة في عمليات صناعية متنوعة (Smoot and Hill 1983) ، ولكنه حتى في هذا المجال المستطلع كثيفا ، تبقى الثغرة بين النظرية والتطبيق واسعة (Weinberg 1975) . أما تعزيز وتطبيق البحث حول الطريقة فيطلب أمرين : اولا ، وجود امكانية بحث أساسي قوية في اطار معاهد البحث المستقلة ، وثانيا ، توفر روابط وثيقة بين تلك المؤسسات والصناعة . ومن الممكن ان تعتمد الحكومة الى تشجيع كليهما عبر الحوافز المالية وغيرها .

— الاستثمار في الحفاظ على الطاقة يتراوح هذا الاستثمار بين الاستثمار الصغير على العزل واسترجاع الحرارة الضائعة ، والاستثمار

في المنشآت الرئيسة الجديدة المستخدمة لتقنيات الحفاظ على الطاقة • وتقنيات الحفاظ على الطاقة المحدودة الشائعة اليوم بشكل جيد ولاستدعي بحثا كثيرا عليها • ويجب تشجيع استخدامها عبر عمل حكومي يستطلع فرص استعمالها في مختلف الصناعات ، وعن طريق دعم المواد والاجهزة الموفرة للطاقة • ولكن الحفاظ على الطاقة في المنشآت الجديدة ، فيشكل جزءا من الابتكار الصناعي ، ويتطلب بناء امكانية بحث صناعية •

— تحسين كفاءة الاجهزة المستخدمة للطاقة يعتبر هذا الامر مدخلا جديد نسبيا وواعد في البلدان النامية • ان لم يزل تصنيع أجهزة انتاج الطاقة متركزا بشكل قوى في البلدان الصناعية • ويصح الامر هذا ايضا بالنسبة لأجهزة استخراج الفحم الحجري ، واجهزة انتاج النفط ، ومنشآت الطاقة الكهربائية • ويمكن أن يصح ايضا بالنسبة لتجهيزات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح • وسيستمر هذا النمط من التخصص لأمد غير قليل على الأغلب • ولاشك في أن العديد من أنماط اجهزة المستخدم يجرى تداوله باعداد كبيرة في البلاد النامية ، والقليل منها — مثل المولدات والمحركات والمدخرات — يتم انتاجه في البلدان النامية الأكبر • ومن ثم ، فان استراتيجية التركيز على اجهزة المستخدم ، يمكن أن تقود الى حفاظ مميز على الطاقة ، ولكنها ستتعامل بشكل متفاوت مع الأجهزة الجديدة والمستخدم • ويمكن استطلاع الأجهزة القائمة لتحديد الأساليب الرئيسة للحفاظ على الطاقة ، سواء على صعيد تحسين ممارسات التشغيل والصيانة التراجعية • ، مثل استبدال شمعات الاحتراق وتوفير عزل أفضل • ومتى تم تمييز الاجراءات الرئيسة للحفاظ على الطاقة ، امكن تعزيزها بوسائل محفزة ، عبر وسائل الاعلام ونشر المعرفة والالزام كوضع معايير دنيا للاداء ، ويكون مجال الوسيلة الاخيرة بالنسبة للاجهزة الجديدة أكبر • أضف الى ذلك ، أنه يمكن تعزيز البحث الخاص بتصميم أجهزة جديدة ذات كفاءة طاقية أكبر • واتجاهات هذا البحث الأخير مهمة من وجهة نظر صانعي السياسة ، وسوف يشار اليها لاحقا بالنسبة لبعض الانماط الهامة من الأجهزة •

المحركات

تشكل المحركات الأجهزة الرئيسة لتحويل الكهرباء الى طاقة محرك ، وتستخدم على نطاق واسع لهذا الغرض في جميع القطاعات

عدا نقل الطرق والنقل البحري ، حيث تجعل محمولية الوقود السائل ومحتواه الطاقى المرتفع تجعلان من محركات الاحتراق الداخلي المحرك الرئيس السائد في هذين الصنفين الأخيرين من النقل . وفي الاستخدامات الثابتة ، تعمل الكلفة المنخفضة وكفاءة الطاقة العالية والمدى الواسع لأحجام المحركات على منح هذه المحركات أفضلية على محركات الاحتراق الداخلي . ولقد قدرت في عام ١٩٨٤ مساهمة المحركات في حدود الـ ٦٢ بالمئة من كل الكهرباء المستهلكة و ٣٥ بالمئة من مجمل الطاقة الأولية في الولايات المتحدة الأمريكية (Baldwin 1986) . ورغم عدم توفر أرقام مماثلة عن البلدان النامية ، فإن استهلاك الكهرباء في المحركات سيكون على الأثر بنفس المستوى في البلاد التي تستخدم به صناعاتها نسباً كبيرة من الكهرباء . أضف الى ذلك أن الكهرباء تستخدم على نطاق واسع في ضخ المياه للرى في العديد من البلاد الآسيوية .

وتنبثق الكفاءة الطاقية للعمليات المستخدمة للمحركات عن عاملين : مردود المحرك الذاتي ، ونسبة العمل المنجز من قبل المحرك المستخدم فعلاً . ورغم نضج تقنية المحركات ، فإن ادخال التصميم المبني على الحواسيب الالكترونية في السبعينات قد سهل تحديد تبعات الكفاءة الناجمة عن تغيرات التصميم بدلا عن الاستعانة بالنماذج التجريبية ، وبذلك تم تسريع التحسينات التقنية . كما ساهمت بعض الابتكارات ، مثل النواقل النحاسية ذات القطر الكبير والمواد المغناطيسية الجديدة ، في زيادة الكفاءة (Baldwin 1986) . ومع ذلك فإن القدر الأعظم للوفر الذى يمكن تحقيقه لو تم استبدال المحركات القائمة بنماذج كهوئة الطاقة سيكون في حدود الـ ٢،٤ ٪ في عام ١٩٧٧ ضمن الولايات المتحدة الأمريكية (U.S. Department of Energy 1980) . وربما يكون الفرق بين كفاءة المحركات المقتناة وأفضل النماذج العملية أكبر في البلدان النامية ، ويحتاج ذلك الى استطلاع في الموقع . على أى حال ، ان الملاحظة العامة القائلة في البلدان الصناعية بأن الخسارة الطاقية تكون اكبر بكثير بين المحرك والعمل المنجز عما هي عليه بين المحركات ذاتها ، تبقى صحيحة كذلك في البلدان النامية .

وتنجم خسارة الطاقة في عمل المحركات عن كون سرعة المحرك تتحدد بعدد أقطابه وتردد الكهرباء المطبق عليه . وفي الاستخدامات التي تتطلب سرعا متغيرة ، يجرى استخدام منظمات السرعة مثل مبدلات السرعة

على صعيد المنشأة بأكملها فقط ، ومن أجل مشآت تناسبها بالذات (مثل منشآت صنع العدد) • على أى حال ، فإن فرص تطبيق النظم الهيدروليكية باتت تستحق البحث في البلدان النامية • ولاريب في أن الأثر الكبير للدوافع متغيرة التردد واسع ، ولكن التطوير يتطلب تطبيق الالكترونيات الدقيقة • وبالنسبة لبلد يطمح الى تحقيق قوة في الالكترونيات الدقيقة ، سيكون تصميم وتطوير الدوافع متغيرة السرعة خطوة هامة نحو الحفاظ على الطاقة •

محركات الاحتراق الداخلي

مبدئيا ، المحرك الانفجاري هو آلة تقوم بتحويل أيأ من أشكال الطاقة المختلفة الى طاقة ميكانيكية وحركة • والمحركات التي تحول الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية وحركة تدعى بالمحركات الحرارية • وتقع المحركات الحرارية في صنفين : محركات الاحتراق الداخلي (م.أ.د) ، ومحركات الاحتراق الخارجي (م.أ.خ) ، وذلك وفقا لكون مصدر توليد الحرارة داخليا او من خارج المحرك • فان كان المصدر خارج الآلة ، توجب عندها استخدام مبادلات حرارية بين المصدر والمستودع الحرارى •

ويبدو أن نشاط البحث والتطوير في ال (م.أ.د) موجها اليوم بشكل مبدئي نحو المجالات الثلاثة التالية : تحجيم الاصدار الملوث ، تعظيم كفاءة المحرك ، وتصعيد مرونة استجابة المحرك لأنماط الوقود وممارسة ضبط أكبر على عملية الاحتراق (Maly 1983) • وتكمن السمة المميزة لافضليات البحث في مرحلة مابعد ازمة الطاقة في أنها تسعى الى افضلية شمولية وذلك على نقيض البحث القديم على ال (م.أ.د) الذى كان موجها نحو تحسين نظم فرعية بذاتها كضبط اقلاع المحرك ، والتحميل العنفي ، والتحكم الآني ، الخ •

ولاجدال في أن اكثر مجالات البحث أملا في اطار ال (م.أ.د) هو بحث الاحتراق المبرمج • ولتحسين كفاءة الاحتراق الكلية ، يتوجب توجيه الجهد نحو فك ارتباط الظروف الفضلى للاقلاع عن تلك التي تخص انتشار اللهب ، ويمكن تحقيق ذلك ببرمجة الاحتراق الداخلي بحيث يتم تحقيق تدفق واضطراب فضلي داخل اسطوانة الانفجار • وتوجد طريقتان لفعل ذلك تعتمدان تحكما كهربائيا صرفا او اثاره مرحلية • وقد قادت محاولات ضبط الاحتراق الى تطوير التصميم التالية ل (م.أ.د) :

— محركات الديزل ، مجزأة الحجرات، والمهواة طبيعيا وتصلح
للالآت ذات الأداء الخفيف (معظم محركات هذا النمط من الآليات
هي من هذا النوع اليوم) .

— محركات اوتو ، مجزأة الحجرات، وذات الحمل المطبق (وجدت
هذه المحركات تطبيقات محدودة فقط)

— محركات اوتو ذات الحمل الدوار المنتظم كان للمحركات المبكرة من
هذا النوع مشاكل خطيرة ناجمة عن ضعف احكام حُجَر الانفجار ، وعن
اصدار الفحوم الهيدروجينية المرتفع ، وعن الاحباط المتتابع للمحرك في
شروط العمل الدنيا، الأمر الذي ولد دفعا ضعيفا ، وانخفاض فـي
اقتصاد الوقود . وقد زودت سيارات مازدا بهذه المحركات .

— التحميل العنفي لمحركات الكاز والديزل اظهر التحميل العنفي في
محركات الديزل نتائج افضل بالنسبة لاقتصاد الوقود مما هو الحال عليه
في محركات وقود السيارات (الغازولين) ، ولكنه في كلى الحالين ، يوفر
فوائد تتجلى من خلال اصدار ادنى للفحم والفحوم الهيدروجينية مما تصدره
المحركات المهواة طبيعيا . غير أن اصدار أكاسيد الآزوت يكون أكبر
(Dowdy 1983) .

أما المحركات المتقدمة التي لم يجر استغلالها في أية الية
انتاج بعد ، فلم تزل عند مراحل البحث ومن اهمها :

— محركات اوتو، مفتوحة الحجرة ، وذات الحمل المطبق تتركز برامج
البحث في هذا المجال ضمن مجالين هما : نظام الاحتراق المنظم لشركة
تكساكو ، الذى لايهدف فقط لاستخدام مزيج غث للوقود والهواء ، وانما
ليملك المقدرة على استخدام تنوع غير حساس نسبيا لخواص الوقود، ومحرك
الاحتراق المبرمج لشركة فورد، الذى يسمح بعطاء قدرة اعلى ، انما
يجعل المحرك حساسا اكثر لخواص الوقود (مثلا درجة الاوكتين) . وثمة
مدخل للبحث والتطوير آخر هنا يعرف بطريقة ميتسوبيشي ، ولكن
المعلومات عنه قليلة .

— محركات اوتو، ذات الحجرة المفتوحة الدوارة ، والحمل المطبق وتحاول
التغلب على مساوىء مقابلاتها المحركات ذات الحمل غير المطبق وذلك من
خلال زيادة اقتصاد الوقود وخفض اصدار الفحوم الهيدروجينية .

— محركات الديزل مفتوحة الحجرة وتحاول تحسين الاحتراق

الداخلي عبر اجراء مزج معزز للوقود والهواء وتصنف على قدر الدوران الذى تنتجه ضمن حجرة الانفجار (Cole et al. 1983) .

— محركات ديزل الكظومة وتحاول خفض ضياع الحرارة عبر كتلة المحرك ، حيث تسترجع هذه الحرارة من الغازات المتولدة عن الاحتراق ، ومن خلال التكوين العنقى او دورة رانكين او كليهما معا . ورغم أن هذه التصاميم تجعل تكوين المحرك معقدا ، فانها تؤدى الى خفض بقدر ٢٥٪ من استهلاك الوقود تقريبا وذلك عما تحققه محركات الديزل التقليدية ذات الحمل العنفي . ويجرى اليوم تمويل البحث في محركات الديزل الكظومة من قبل قيادة البحث والتطوير الخاصة بالمدركات في جيـش الولايات المتحدة الامريكية (Dowdy 1983) .

ويستمر البحث حول محركات الاحتراق الداخلي (م.١٠د) في تركيزه على صناعات الآليات في البلدان الصناعية ، وقد أصبح تحسين المحرك عنصرا هاما في ظهور المنافع المميزة لسوق الآليات الدولي خلال السنوات الاخيرة . ويبدو مجال هذا البحث واعدا في البلاد النامية وفي اطوار صناعات آلياتها . وفي نفس الوقت ، يتشعب نمط ملكية الآليات الشخصية في بعض البلاد النامية ، وتتزايد أهمية الآليات ذات الدولابين . ولا ريب في أن النجاح في تحقيق تحسينات للمحركات الاخيرة ، واخراج الخفيف منها وتطوير نماذج مقتصدة للطاقة ، سيكون موضع بحث مناسب في البلدان النامية .

محركات الاحتراق الخارجي

تتجلى الفائدة الرئيسة لمحركات الاحتراق الخارجي (م.١٠خ) في كونها تستخدم تنوعا اوسع من الوقود بالمقارنة مع محركات الاحتراق الداخلي (م.١٠د) ، وذلك بسبب كون حجرة الانفجار مفصولة عن أجزاء المحرك المتحركة . وتقع محركات الـ (م.١٠خ) في صنفين : محركات دورة رانكين ، ومحركات ستيرلينغ . ويمكن لمحركات دورة رانكين أن تعمل على أى سائل يجرى تغيرا في طوره لدى درجات حرارة مناسبة . ويمكن تقسيم هذا الصنف في محركات بخارية ومحركات دورة رانكين العضوية . وتستخدم الأخيرة سائلا عضويا (يكون الفريون عادة) كبديل عن الماء في دورة رانكين .

وتكون درجة حرارة العمل العظمى لمحركات دورة رانكين المستخدمة لغاز الفريون حوالي ١٥٠ درجة مئوية وذلك وفقا لنقطة غليان الفريون المنخفضة . ودرجة الحرارة المنخفضة هذه ، تخفض الكفاءة العظمى التي يمكن التوصل اليها (مردود كارنو) ، ومن أجل محركات دورة رانكين العضوية فان أفضل مردود يمكن بلوغه هو ١٠٪ (Hurst 1984) . وبينما يكون المردود الأعظمي المتاح في دورة رانكين محدودا بدرجة حرارة المصدر والمستودع الحرارى ، فان التحرك صُعدا بهذا المردود يعتمد مبدئيا على تحقيق افضل اقتصاد ممكن في الوقود .

أما مبدأ عمل محركات ستيرلينغ فيتلخص في أن ضغط الهواء او الغاز يزداد لدى تسخينه ويتناقص عند تبريده ، وتحتوى اسطوانة محرك ستيرلينغ على قدر من الغاز . وفي المحركات الرائدة ، كان الهواء هو هذا الغاز ، ولكن المحركات الحديثة تستخدم عادة الهيدروجين او الهيليوم . ويجرى تسخين الغاز وتبريده بشكل متناوب ، وفي كل دورة يجرى استخلاص العمل من الغاز عبر حركة المكبس .

مبدئيا ، يوجد اتجاهين رئيسيين للبحث في محركات ستيرلينغ هما : محركات ستيرلينغ ذات المكبس الحر ، ومحركات ستيرلينغ الخاصة بالسيارات (Beale 1981; Dowdy 1983) . وتتميز محركات ستيرلينغ ذات المكبس الحر بسهولة صناعتها ميكانيكيا ولا تتطلب احكامات خاصة تحول دون تسرب الغاز العامل منها . ويمكن استخدامها كمضخات المياه ، والات التبريد ، وكنوبات لتوليد الكهرباء . غير أن هذه المحركات بقيت اليوم وحدات عرض وادوات بحث .

ويبقى محرك فيليبس رانكين السداسي مفضلا في التطبيقات المتحركة . ومع ذلك ، فان هذا المحرك ذى الضغط المرتفع ، تحوطه مشاكل الاحكام ومنع تسرب الغاز التي يجب حلها لتجنب تسرب الغاز وتلوث الزيت ضمن مبادلاتها الحرارية .

محركات دورة برينتون

مع أن المحرك البخارى جاء الاول في مسيرة تطور المحركات ، فان كئلته وعدم كفاءته كانا الدافع للبحث عن مبادئ محركات أخرى . وقد جرب أحد هذه المبادئ في السبعينات من القرن الماضي من خلال محرك

دورة بريتون الذى استخدم هواء مضغوطا عوضا عن البخار لتوفير الطاقة المحركة . والتطور المتواكب لمحركات اوتو وديزل (وهما م١٠د) المتسمة بعطاء طاقي لوحدة وزن المحرك أكبر من محرك بريتون ، قد جعل منهما خيارا واضحا كمحركات رئيسة للآليات . وبعد نصف قرن من الزمان ، تطورت عبره معادن افضل وتولدت معرفة اكبر للتحريك الهوائي ، مكنت محركات دورة بريتون من تحقيق عودتها بصورة جديدة . فبدلا عن المكابس، استخدمت هذه المحركات ضواغط وتمددات دوارة (اى عنفات) ، رفعت من عطاء طاقة وحدة الوزن فيها الى درجة مميزة جعلت منها اليوم المحركات الرئيسية السائدة في آلات النقل الجوى كبيرة العيار .

والعنفات الغازية هي محركات تعمل وفق دورة بريتون ، أى بضغط سائل عمل بدءا من الضغط المحيط وانتهاء بضغط مرتفعة ، وازافة الحرارة لسائل العمل لدى ضغط مرتفع ثابت ، وتمدد لسائل العمل ثانية الى الضغط المحيط مع استخلاص للعمل المجدى . ومحركات دورة بريتون كمحركات ستيرلينغ ، فهي محركات احتراق داخلي مستمر ، ويمكن أن تكون (م١٠د) او (م١٠خ) ، ولو أن النمط الأخير من محركات دورة بريتون لم يجرب بعد على اى مدى مميز بالمقارنة مع النمط الاول .

وتعتبر العنفات الغازية أكثر محركات دورة بريتون تطورا . ومن بين التطبيقات التحريكية ، تم تطوير نمطين رئيسيين من العنفات الغازية هما : العنفة الغازية ذات الذراع الواحد ، والعنفة الغازية ذات العنفة الحرة . وفي الوقت الذى تتطلب به العنفة الاولى تحويلا متغيرا ومستمرًا ، فان الثانية يمكنها استخدام تحويل تحريكي . وبأخذ مدخل الحرارة المرتفعة في العنفات الغازية بعين الاعتبار ، فان اكثر نشاطات البحث والتطوير الجارية عليها تتركز حول المواد - والمواد السيراميكية منها بشكل خاص التي ستشكل محاور العنفة الدوارة وعناصر بنيتها الاخرى (Dowdy 1983) .

وفي الوقت الراهن ، تعتبر محركات دورة بريتون ذات الاحتراق الخارجى ، او ذات الانفجار غير المباشر ، في مراحل تطويرها المبكرة . وتتجلى ميزة عنفات الانفجار غير المباشر في كون المحرك أقل حساسية لنوعية الوقود ، مما يسمح باستخدام عدد من انواع الوقود منخفضة النوعية (Rosa n.d.) . ويبقى البحث حول محركات دورة بريتون في البلاد الصناعية متركزا على استخدامها في المركبات ، ولكن البحث على نطاق واسع يمكن ان يعطي نتائج متميزة ، خصوصا من اجل الاقطار النامية

التي تصنع العنفات الغازية •

المراجع

تستهلك المراحل قدرا كبيرا من الطاقة في الصناعة وتوليد الكهرباء • وفي القطاع الصناعي ، تتحدد حصة المراحل من استهلاك الطاقة بأهمية القطاعات الأساسية المنتجة للبخار ، الكيماويات ، والهندسة ، والغذاء ، والورق • فمن أجل بلدان الـ (**OECD**) مثلا ، يقدر استهلاك المراحل وسطيا بحوالى ٤٠٪ من مجمل استهلاكها الصناعي الكلي للطاقة (**IEA 1982a**) • ولهذا تشكل المراحل منطقة من أكبر مناطق العمل على حفظ الطاقة في بلدان العالم الصناعية والنامية على حد سواء • وفي المستقبل العاجل ، يحتمل أن يكون لاحتلال الفحم الحجري محل النفط في المراحل مجال اهتمام خاص في البلدان التي يتوفر لديها الفحم الحجري رخيصا •

المراحل التقليدية

ثمة ثلاثة أصناف من المراحل التقليدية هي: المراحل القطاعية ومراحل الأنابيب النارية أو المراحل المنغلقة ، ومراحل الأنابيب المائية • وتستخدم المراحل القطاعية في التدفئة المركزية المنزلية ، بينما يستخدم الاخيرين في الصناعة •

ونظرا لأن القوة المطلوبة لمقاومة الانفجار المحيطي في مراحل الصنفين الاخيرين تتناسب مباشرة مع جداء الضغط بقطر الانبوب ، فثمة قيود حادة تفرض على الضغط الذى يمكن توليده في هذه المراحل • ويتراوح الضغط عادة بين ١،٧ و ٣،١ ميغاباسكال ، انما بالنسبة للمراحل الكبيرة ذات معدلات تبخر فوق الـ ١٨ طن/ساعة فيجرى استعمال مراحل الأنابيب المائية •

ومراحل الأنابيب النارية او الأنابيب المائية فيمكن أن تكون عادية الصنع او تتطوى في مجموعة مرجلية • وفي سوق المراحل الصناعية ، تشكل المجموعة المرجلية أكبر قطاع منفرد ، وتمثل ٧٥٪ من قيمة الطلب الكلية • ويكون معدل تبخرها بين ١٤ الى ٤٥ طن / ساعة ، وتستخدم النفط او الغاز كوقود (**Dryden 1982**) •

وفي كلى مراحل الأنابيب النارية والأنابيب المائية، يفرض الفحم الحجري والنفط مشاكل فرط تحكم الهواء في احتراق الوقود • وفي حال الفحم الحجري المسحوق بشكل حبيبات، فإن المتطلبات المتضاربة التالية ستحد من إمكانية تحجيم فرط الهواء في عملية حرقه : أولا ، الحاجة الى ابقاء حرارة الاحتراق دون درجة انصهار الرماد ، ثانيا ، الحاجة الى تجنب تراكم الفحم الحجري المترسب جزئيا على جدران الأنابيب ، حيث يسبب هذا الترسيب تآكلا ينجم عن الاحتراق في جيوب منخفضة الضغط، وثالثا ، الحاجة الى تجنب تكاثف الغازات المنطلقة والتآكل الحامضي لممرات الغاز • وفي حال النفط ، تؤدي قلة الاوكسجين الى مشاكل تعثر الاصدار ، كما أن الكثير منه يقود الى معدلات تآكل غير مقبولة • وفي حال زيوت الوقود، فالحال يكون كما هو مع الفحم الحجري ، فثمة حد أدنى لحرارة الغاز المنطلق الذى يرسى سقفا على المردود •

ولمراحل الأنابيب النارية والأنابيب المائية التقليدية مشاكل مع الفحم الحجري منخفض النوعية • ومع ذلك ، يمكن تصميم المراحل لنوعيات معينة من الفحم الحجري المتوقع استخدامه ، وتولد الفحم الحجري منخفضة النوعية مشاكل تشغيل مردها: تنوعها الكبير بالنسبة للرطوبة والكبريت وتركيز الصوديوم في الرماد التي تخلق مشاكل الحفاظ على إمكانية الوحدة ، والرماد الناشئ عن الاحتراق في المراحل والذي يحجب السطوح الناقلة للحرارة، وصعوبة التحكم في ثاني اوكسيد الكبريت والأكاسيد الآزوتية (Goblirsch and Talty 1980) • ولايوجد سوى القليل

في تصميم او تشغيل المراحل التقليدية ممايساعد على ضبط ثاني اوكسيد الكبريت ، وهو أمر يجب معالجته اما قبل او بعد الحرق • ويمكن التأثير بشكل واضح في اصدارات أكاسيد الآزوت عبر تصميم المرحل وضبط ظروف تشغيله ، انما تبقى عملية توليد أكاسيد الآزوت خلال احتراق الفحم الحجري مسألة لم تستطع الا قليلا •

ومع هذه المحددات ، يبقى الهدف الرئيس للبحث في مجال المراحل التقليدية، هو تحسين المعدل الحرارى وبخاصة في المراحل المستخدمة في محطات توليد الكهرباء • وسيكون النهجان المحتملان في هذا الصدد : تقديم أنظمة رقابة أداء على خط الانتاج في العديد من المنشآت لتحديد العناصر التالفة وخسارة الكفاءة ، واستخدام ادوات تشخيص على طول خط الانتاج لكشف العيوب وبرمجة التوقيات ، وطلب قطع التبديل ، وتوفير

العمالة بشكل أفضل (Yeager 1984) .

مراحل الأرضية السائلية

صممت مراحل الأرضية السائلية للتغلب على المشاكل المرافقة للمراحل التقليدية . ففي هذه المراحل ، يحرق الوقود على وسادة من الهواء الاعصاري . ويؤدي ذلك الى تحسين كفاءة الاحتراق ، وان اضيف الحجر الكلسي او الدولومايتي لمزيج الوقود انتزع الكبريت منه . وتكون درجة حرارة الاحتراق أخفض نسبيا في مراحل الأرضية السائلية . ومع أن البحث حول احتراق الأرضية السائلية قد بدأ في عام ١٩٤٤ ، فانه ظل حتى بواكير السبعينات يجري في ظل اهتمام متداع بالفحم الحجري . وقد قطع بعد أزمة النفط خطوة للأمام (Patterson and Griffin 1978) .

وتتميز مراحل الأرضية السائلية بأربع سمات على المراحل التقليدية هي : يمكن حرق أنواع مختلفة من الوقود ضمن نفس وحيدة الاحتراق ، ويتطلب ازالة كبريت الغاز المتحرر قليلا من الجهد التقني، وتكون اصدارات أكاسيد الآزوت ادنى نتيجة كون الاحتراق يحدث عند درجات حرارة منخفضة ، كما أن التحرر النشط للحرارة وامثال انتقال الحرارة يمكن أن يخفضا من حجم المرجل ووزنه وكلفته (Uni. of Oklahoma 1975) و (Poersch and Zabeschek 1980; Howard 1979) فتكون الحويلة اماكن بناء مراحل الأرضية السائلية في المعمل بصورة وحدات يتم جمعها وتعليبها وشحنها الى المواقع لترتب حسب الشكل المطلوب . وسيؤدي ذلك الى تقصير أزمته وكلفة الانشاء في منشآت الطاقة الجديدة . غير أنه لم تطور بعد خطوط انتاج نظامية لمراحل الأرضية السائلية .

وتقع مراحل الأرضية السائلية في صنفين : مراحل الضغط الجوي والمراحل المضغوطة . ويتضمن الصنف الأخير عتقة غازية ودورة عتقة بخارية ، ترافقها زيادة في كفاءة المجموعة الاجمالية بقدر ٥% تقريبا (Muller et al. 1982) .

وانطلاقا من : كفاءة الاحتراق الضعيفة والاصدارات الجسيمية المرتفعة الناجمة عن قصر مدة بقاء الوقود في الأرضية ، والخلط الجانبي الضعيف ، والتنقية العالية لجسيمات الفحم الماص الدقيقة والأرضية ، اضافة الى صعوبات نزع الرماد والمحترقات ، توطد البحث والتطوير

حول المراحل ذات الأرضية السائلية الدوارة • وفي هذه المراحل ، يمكن استخدام الوقود السائل بدون مذرر (Tata E.R.Institute 1983) • وتملك هذه المراحل فرصة تجارية كبرى في المستقبل افضل من التي تحوزها مراحل الأرضية السائلية التقليدية •

التعديل التراجعي للمراحل القائمة

من بين المشاكل الرئيسة التي تواجه تعديل المراحل القائمة لتعمل بالفحم الحجري او الكتلة الحيوية تبرز مسألة انخفاض امكانية المنشأة • كما أنه لايمكن تعديل المراحل القائمة التي تستخدم النفط والغاز بسهولة لتعمل بالفحم الحجري او الكتلة الحيوية وذلك بسبب ضرورة استعمال حُجْر احتراق كبيرة جديدة للاحتراق المباشر • غير أنه يمكن حرق خليطة الفحم والنفط بقليل من التعديل في الأجهزة القائمة (Meta Systems Inc1982) • ويكون التحويل الى حرق الفحم الحجري أهون من التحويل لحرق الكتلة الحيوية • ويكون البديل في الحالة الأخيرة هو استعمال غاز التسخين المنخفض او المتوسط الناتج عن مولدات الغاز •

وعند تعديل المراحل العاملة بالنفط والغاز لتعمل بالفحم الحجري ، او عند تقديم مراحل جديدة تعمل بالفحم الحجري ، فإن اقتصادية العاملين تتأثر بالموقع • ولعل أكثر الاحوال ملائمة هو اجراء التعديل على أرض خضراء لا توجد فيها اية قيود تفرض من قبل التصميم الجديد التي يمكن أن يبيدها على الموقع الراهن • والحالة التالية في الافضلية يمكن أن تكون لدى موقع قائم لمرجل نفطي او غازي ينتظر احلالا نتيجة لبلوغه نهاية حياته • واخيرا توجد أحوال تفضل فيها الاقتصاديات نـزـع مرجل نفطي او غازي من الخدمة بشكل مبكر واستبداله بالفحم الحجري (IEA 1982a) •

غير أنه لايمكن تحقيق تعديل كهو الا اذا تم بناء سجل وطني للمراحل القائمة ، ونظمت قوائم بمواصفاتها ، مثل عدد المراحل والمنشآت ، ومواصفات ضغط البخار المطلوب ، وامكانية توزيع المراحل ، وتوزع اعمارها ، واستغلالها ، ومن ثم متطلباتها الوقودية • وعلى أساس هذه المعلومات فقط يمكن اجراء حساب اقتصاديات التعديل الى الفحم الحجري في كل بلد او اقليم يراد فيه تحقيق ذلك التعديل • ولهذا فان وجود سجل لمخزون المراحل الوطنية يشكل خطوة أولى نحو اجراء

أى بحث في هذا المجال .

مواقد الوقود الصلب

توحي حقيقة انخفاض كفاءة مواقد الوقود الصلبة الملاحظة تجريبيا بإمكانية الحفاظ على الوقود من خلال رفع كفاءة هذه المواقد . كما أن الهبوط في اوضاع الحطب وفي استخدام رواسب المحاصيل والحيوانات كوقود في البلاد النامية ، يقترح المبادرة الى الحفاظ على الوقود . وقد أجريت تجارب عديدة على تصاميم مواقد رخيصة وكهوءة تحول هذه الرغبة الى طلب (De Lepeleire et al. 1981) .

ومع أن بعض نماذج المواقد حاز نجاحا محليا كبيرا ، فإن انتشارها بدا محدودا بالمقارنة مع الباحثين المنهمكين في تطويرها ، ومع عدد النماذج المبتكرة ، ومع الارهاص المرسى على النتائج العملية لمشاريع بحث مواقد الطبخ . وفي هذا الصدد ، قدمت ثلاثة تفسيرات هي :

— لقد ارسيت التصاميم الجديدة على " المبادهة بدلا عن التحليل الهندسي التوقعي المدعم بالمعطيات الموثوقة " ، ومن ثم فإن هذه التصاميم لاتعمل بشكل مميز او مطرد أفضل من المواقد التقليدية (Prasad 1983) . ويتعبير آخر ، تبدو الحاجة ماسة الى علم افضل يقود الى اخراج تصاميم محسنة وافضلية للمواقد .

— يتبع استهلاك الوقود عمل الموقد ولكن بصورة أقل من تبعيته لوفرة وكلفة الوقود (Foley and Moss 1983) . ويوجد مجال رحب لتحقيق وفر حتى في استهلاك المواقد التقليدية اذا استدعى وضع امداد الوقود ذلك . ولاريب في أن كفاءة الموقد التقليدى تخضع لمهارة الطباخ الى حد ما ، ويكون مدى تغايرها كبيرا جدا بحيث يتوجب على المواقد المحسنة أن تفوق كفاءة تلك المتاحة تقليديا ، وعلى نحو دائم ومميز ان اريد لها أن تحوز قبولا عاما .

— تكمن نواقص المواقد في تصنيعها النهائي وليس عند تصميم النموذج التجريبي . فالنماذج المصنعة ، لاتكون نظامية ، سريعة العطب ، قصيرة الحياة ، ومكلفة ، ويكفي سبب

واحد او اكثر من هذه الاسباب كي يجعل منها غير قادرة
على منافسة الموائد التقليدية (Manibog 1984) •

ومع أن هذه العوامل قد أسهمت وفق احتمال ما في ضعف
نجاح مشاريع الموائد في أماكن عديدة ، فانه ليس ممكنا تقويم ظهورها النسبي
او أهميتها • وفي الحقيقة ، ان اكثر عيوب البحث على الموائد تكشفا لاينطوى
على تقويم واختبار حقيقي ، وبدون تحقق أيا منهما يبقى الحكم على البحث
السابق وصفاً وغير دقيق •

ومن ثم ، فان دراسة التقويمات المحققة اليوم يظهر لنا مدى
المبالغة في تعميم نقائص وعدم كفاءة الموائد التقليدية • فالعجز في وقود
الكتلة الحيوية — وبدقة اكثر ، كلفها العالية المنظورة والمعبر عنها بدلالة
العمالة او الجمع ، وكلف الانتاج ، وكلف الفرص او السعر — انما هي
امور محلية حتما ، وليس لدينا معطيات موثوقة تبين كيفية انتشارها في
البلدان النامية • وينجم عدم كفاءة الموائد التقليدية عن عدم ملائمة سمات
الوقود الصلب مع متطلبات الطبخ ، ومن جهة أخرى عن تعظيم العوامل
من قبل الطباخين خارج اطار كفاءة الوقود •

والطبخ في أبسط صوره ، يمكن النظر اليه كسلسلة — من
عمليات انتقال الحرارة مع متطلبات متغيرة للمدخل الحرارى • ويعود سبب
ارتفاع كفاءة الطبخ بالغاز او الكاز الى أن كلاهما يسمحان بضبط دقيق
للمخرج الحرارى ، وهذا هو سبب تفضيل هذين الوقودين من قبل الطباخين
في كل مكان •

والاسلوب الذى يتم وفقه ضبط المخرج الحرارى في مواقد
الوقود السائل يتجسد في ضبط امداد الوقود — بواسطة صمام في الموقد
الغازى ، وبتنظيم طول الفتيل في موقد الكاز • ويقوم الصمام وحامـل
الفتيل بفصل منطقة الاحتراق عن خزان الوقود • ولايمكن تحقيق هذا
الفصل في حال الوقود الصلب ، اذ أن منطقة الاحتراق تشكل جزءاً من
الوقود ، وكل وقود له نمط زمني السمة في امداد الحرارة • مثلاً ، ففي
الوقود المشبع بالرطوبة ، يجرى اولا تبخير الماء ، وفي هذا الوضع يكون
امداد الحرارة منخفضاً • ومع خروج الماء من الوقود يزداد امداد الحرارة •
والوقود الذى تكون نسبة مساحته الى حجمه كبيرة كما هو الحال في القش ،
وقرص الزيل ، او الورق ، فانه يحترق ويبدأ بامداد الحرارة سريعاً ،
أما اذا كان ذو نسبة منخفضة كالقمح الحبرى القاسي، فانه يحترق ببطء •

ويتعلم الطباخون ، او يبتكرون ، أساليب مصادر الوقود—الصلبة تبدى الحرارة المطلوبة وفقا لنمط الطلب . فهم مثلا : اولا ، يقومون بخلط الوقود بطيء الاحتراق مع الوقود سريع الاحتراق ، فيبدأون ايقاد النار بوقود سريع الاحتراق كالقش ، ويستخدمون جذوعا شخينة عندما يرغبون في تهدئة النار . ثانيا ، يسحب الطباخون الوقود من منطقة الاحتراق ، وفي هذا الصدد ، تكون الاغصان والجذوع سهلة السحب او الدفع للداخل . ثالثا ، يخدمون النار عندما لا يحتاجون اليها او لخفض الامداد الحرارى . وأخيرا ، يستخدمون أجهزة طبخ مختلفة — مسخن مائي سريع الاشتعال مع مدخنة من اجل ماء الحمام ، وموقد حديدى صغير يحرق الفحم للاشغال الصغيرة والسريعة كغلي الشاى ، وموقد ترابي ثقيل لمهام الطبخ الطويلة ، . . . الخ . وتوفر هذه الأجهزة الوقت ، ويستخدم الطباخ من بينها مايتوافق ودخله—وامداده الوقودى . وعندما لايسمح الوقود المتاح باستعمال مدى واسع من تغيرات مخرج الحرارة ، تجرى ملائمة نمط الطبخ مع الوقود المتاح . ففي منطقة لا يوجد فيها الا وقود سريع الاحتراق كالقش وزبل الحيوان مثلا ، يقوم الطباخ بطهي اطعمة سريعة النضوج . وفي المنازل التي يشع فيها الوقود يقل استخدام الحمامات الساخنة ، وهلم جرا .

وهكذا ، فعدم كفاءة استخدام الوقود في الطبخ تنشأ عن حقيقة أن نمط اطلاق الحرارة من مختلف انواع الوقود الصلب، لا يمكن التحكم بها بشكل تام وتنسق مع نمط الطلب على الحرارة . وتتغير درجة التباين من عملية طبخ لآخرى ، وكذلك تفعل كفاءة الوقود . أضف الى ذلك ، أن الطباخ يتبنى بعض ممارسات عملية كسحب الوقود من النار او تجميع النار ، تعمل جميعا على تحسين تعالق الانماط الزمنية لامداد الحرارة مع الطلب عليها ، وبفعل ذلك تنخفض كفاءة الوقود . وحيث يندر الوقود ، يقل قيام الطباخ بهذه الممارسات المريحة ، انما المبددة للوقود ، ويعتمد الى تبني عمليات طبخ تتناسب وندرة الوقود . وهكذا ، تعكس كفاءة الوقود جزئيا الاستجابة السلوكية للطباخ ازاء ندرة او وفرة الوقود . غير أن هذه الاستجابة قد تكون أبطأ من المعدل الذى تتطور وفقه ندرة الوقود في المنطقة ، وفي هذا الوضع تتكشف المحنة الحقيقية .

وان صح هذا التفسير، فمن الضرورى اولا تحديد المناطق في البلدان النامية ذات الوقود مرتفع الكلفة (تقترح القيم المعطاة في الجدول ١١ حقيقة كون امداد الكتلة الحيوية القابلة للاحتراق لكل فرد تكون منخفضة

في حزام يمتد بين افريقيا الغربية وشرقي آسيا) . وضمن المناطق نادرة الوقود ، تعاني المدن من كلف الوقود المرتفعة . ويشكل تحديد هذه المناطق العاجزة وقوديا ، خطوة اولى باتجاه ايجاد اسواق كبيرة للمواقد المحسنة . وضمن تلك المناطق ، يبدو بعض أصناف المستهلكين أكثر تحسسا لندرة الوقود . فيحتمل أن تكون مؤسسات الطبخ التجارية مثلا أكثر وعيا لآثر كلف الوقود على وجودها ، ولو أن الوقود يمكن أن يشكل حصة أصغر في كلفها من حصته في الكلفة المنزلية .

وحتى بعد ذلك ، لا يصح دوما افتراض أن كفاءة الوقود هي مسألة تخص اهتمام الطباخين . بل ينصح بالبحث عن أى السمات المفضلة لديهم في الموقد . ويعتبر بعض هذه السمات ، كضبط الاطلاق الحرارى ، والتوفير الزمني، سمتان عالميتان في هذا الشأن . ويميل بعضها الآخر الى ان تكون تلك السمات خاصة بالموقع . فعدم وجود الدخان مثلا أمر له اهميته في الاماكن المغلقة والمجالات المحدودة ، كما لا يكون اشعاع الحرارة مرضيا في الاجواء الحارة . والموقد الذى يلبي حاجة عدد من المستهلكين تكون لديه فرصة أفضل للقبول من ذلك الموقد الذى يبدى أداءا حسنا في مجال واحد فقط .

واخيرا ، يتجلى مفتاح التحكم باطلاق الحرارة وكفاءة الوقود في ضبط نسبة الوقود - الهواء . ويلعب تعديل هذه النسبة دورا حرجيا في التشغيل الكفوء للافران الصناعية . ولقد تم تطوير المواقد كفوءة الوقود في البلاد الصناعية منذ قرن مضى ، وكانت معالمها الاساسية متجسدة في صندوق نار مغلق ومدخل هوائي يمكن التحكم به . ومع أنه ليس تصميم الافران الحديثة ولا المواقد القديمة يناسبان لاجراج مواقد الطبخ في البلدان النامية ، فالتقدم في هذا المجال يتوقع أن يأتي من معالجة نسبة الوقود - الهواء .

مصادر الوقود السائلة

تنشأ المشاكل المرتبطة بالطاقة في البلدان النامية من اعتماد عملية التنمية فيها على امداد من الطاقة الناضبة . ولقد كانت هذه المشاكل كبيرة قبل أزمة النفط ، وستبقى كذلك بعد هبوط أسعار النفط . غير أن البلدان النامية كمجموعة تعتمد بشكل كبير على النفط ، كما يعتمد معظمها على سوق النفط العالمية . لهذا ، فان مستقبيلات النفط العالمية والطاقة تحتل أهمية كبرى لديها . ومع أن هذه المستقبيلات غير جلية أصلا ، فان خفض ارتياباتها عبر البحث يبقى مهما .

ويعود الارتياح جزئيا الى مصادر النفط النهائية ، والتي تم تحدى أساسها من قبل نظرية المنشأ غير الحيوى للنفط والغاز . وسواء كانت هذه النظرية صائبة ام خاطئة ، فان كثافة ونوعية الاستكشاف السابقتين لهذه المصادر في البلاد النامية كانتا منخفضتين ، وثمة مجال لتحقيق المزيد من الاستكشاف . وهنا تتطلب اتفاقيات الاستكشاف بين البلاد النامية وشركات النفط ، توفيقا معقدا للخبرتين الاقتصادية والقانونية ، ويجب صياغتها وفقا للظروف المحلية . وقد كانت فعالية الاستكشاف في البلدان النامية منخفضة حتى بعد أزمة النفط ، وتركز جليا في البلاد ذات التوقع المؤكد ، وقامت بتنفيذها شركات النفط الوطنية . وهكذا ، ربما بقيت البلدان النامية متخلفة استكشافيا ، وذلك نتيجة لأن شركات النفط الدولية متعددة الجنسية قد اعتبرت توقعات هذه البلدان النفطية صغيرة جدا او تحمل مخاطرة . ويستدعي هذا الوضع بحثا موسسيا للبنى الجيولوجية البديلة ووضعها قيد الاستكشاف .

وتحمل أسواق النفط الدولية وأسعاره نفس ارتياح . فبينما لا يكون هذا الارتياح قابلا للتحجيم ، فانه يبقى من المهم للبلد أن يقوم

بتحسين ادراكه لسلوك عمل السوق النفطية وأسعار النفط .

وبما أن النفط قد بدأ بالنضوب ، فإن الميثانول المأخوذ من الغاز سيكون الخلف الرئيسي له اما كوقود للآليات او كمدخل لوقود السيارات الغازي . وستقوم البلدان الصناعية بالبحث في امر وضعه على الصعيد التجارى . وسوف لا يكون صنع الميثانول من الحطب مجديا الا في حال ندرة القطع الأجنبي ورخص الحطب .

هذا وقد تم وضع الايثانول على الصعيد التجارى في البرازيل وزيمبابوى ، وثمة قلة من البلدان النامية تملك نفس التوقعات المفضلة . ومع أن انتاج الايثانول بات عملا وطيدا ، فيمكن تحسين اقتصادياته من خلال البحث الموجه نحو خفض كلف لقائم الصناعة ، وزيادة امكانية الاستغلال ، وتحسين كفاءة التخمر .

لقد أثارت الزيادة السريعة في أسعار النفط عام ١٩٧٣/١٩٧٤ مخاوف عالمية حول نضوب النفط خلال عدة عقود ، وحول انقطاع امداداته بشكل غير متوقع في اى زمان . وقادت تلك المخاوف الى البحث عن أساليب للحفاظ على النفط واستبداله ، اضافة الى تفجر بحثي حول نفس المقصد . وبالمقابل ، ادى هبوط أسعار النفط عام ١٩٨٢ الى هبوط في البحث الطاقى وانحسار في التمويلات المتاحة له . وتجلى ذلك بشكل أسرع في البلاد النامية لتأثرها الخطير بتعثر الاقتصاد العالمي .

وترى المجموعة ، أن المشاكل المنتمة الى الطاقة في البلدان النامية كانت حادة قبل أزمة النفط ، واستمرت على هذا الوضع حتى بعد الهبوط الأخير في أسعار النفط ، ذلك لأن هذه المشاكل لاتنبثق ببساطة عن الاعتماد على النفط فحسب ، وانما من اعتماد عملية التنمية على الطاقة غير المتجددة . والتميز بين البلدان النامية والصناعية انما ينبثق عن المضامين الطاقية للنمو في كل منها ، فحيث بلغت البلدان الصناعية سويات عليا من الدخل ، واستهلاك الطاقة ، والامكانية التقنية ، فهي قادرة على الإبقاء على معدلات نموها في حدود المعدلات التي حققتها خلال العقود القليلة الماضية ، اصف الى أنها تبقى قادرة على تقييد نمو استهلاكها الطاقى وفق معدل منخفض يمكن التدبير من خلاله . وستواجه البلدان النامية مهمة صعبة ان سعت الى فعل ذلك ، فمعدلات نموها ومعدل الزيادة

في انتاجيتها يجب أن تبقى عالية ، ويستتبع نموها تحول نحو فعاليات ذات كثافة طاقة أكبر • ولهذه الأسباب ، يبدو ضروريا انشاء امكانية تقنية خاصة بالبلاد النامية تعمل على معالجة مشاكلها المرتبطة بالطاقة •

والبلدان النامية كمجموعة ، تعتمد على النفط بشكل كبير • فباستبعاد الصين والهند ، وهما بلدين منتجين للفحم الحجري ، فإن ٦١ ٪ من الطاقة التجارية التي استهلكتها بقية البلدان النامية جاءت من النفط (World Bank 1983a) • والبلدان المعتمدة على النفط بحاجة الى سياسة نفطية ، كما يجب تبني فرضيات للسياسات التي تتطلب بحثا •

ويجب صياغة سياسات النفط الوطنية في اطار الطاقة العالمي • وتغزو ارتيانات مستقبلات الطاقة العالمية المتوقع منها في اطار المعرفة الراهنة ، وهي تحديدا :

— لقد نوقش احتمال الدفان العالمي في " أثر البيت الاخضر " ضمن الفصل الثاني عشر • وان ترسخ احتمال هذا الأثر بتحديد أكبر ، ووجد أن خفض استهلاك العالم من مصادر وقود الفحم الهيدروجينية هو السبيل الوحيد لوقف فعله الضار ، فيتوجب على العالم التحول الى مصادر وقود بديلة خلال بضعة عقود ، ولاجدال في أن المصدر الكهروووي والهيدروجين يشكلان المصدرين الوحيدين اللذين يمكن انتاجهما بمقادير تلبي حتى الطلب الراهن في البلاد الصناعية •

— ويعرف الكثير اليوم حول مخاطر الطاقة النووية ، ولو أن ما نعرفه يمكن أن يتأثر كثيرا بالحوادث المستقبلية او بدونها • وان بدت تلك المخاطر غير مقبولة عالميا ، فإن المصادر الرئيسة التي يمكن ان يتجه العالم اليها هي الطاقة الشمسية والهيدروجين (Rockris and Veziroglu 1985) • ويحتمل أن تكون كلف الاستثمار الخاصة باستغلال هذه المصادر عالية الى الحد الذي تصبح فيه استراتيجية متطرفة للحفاظ على الطاقة جذابة حقا (Goldemberg et al. 1985) •

— وان تبين أن الدفان العالمي هو أقل احتمالا او اكثر تحملا واعتبرت الطاقة النووية بالغة الخطر ، فيبدو عندها منطقيا

متابعة الاعتماد على مصادر الوقود الحفرية الى أن تصبح باهظة الكلفة ، او أن اثرها على البيئة يصبح غير محتملاً . وحتى أن قبل أن يتكشف ذلك ، فإن الاثر الواضح للمطر الحامضي وصلته بحرق الوقود الحفرى على المدى الواسع ، بات يبرر استراتيجية الحفاظ على البيئة في الاقاليم التي يتركز الحرق فيها على الأقل .

وتتوزع وجهات نظر أعضاء المجموعة على مدى طيف من الاحتمالات المبينة اعلاه ، غير انهم يتفقون جميعا على أنه في ظل المعرفة الراهنة تتوفر وجهات نظر متنوعة حول مايمكن أن يحمله المستقبل لنا . ولقد بات تخفيض تلك الارتياحات موضع اهتمام العالم كله ، ولابد من نصح البلدان النامية أن لاتبقى متفرجة ، بل تبادر بالاسهام في البحث الموجه نحو تلك الارتياحات . وبانتظار حدوث ذلك ، يبقى افتراض البلدان النامية بأن النفط سيحتفظ بأهميته خلال العقود المقبلة غير مبررا البتة .

النفط

لاجدال في أهمية النفط بالنسبة للبلدان النامية ، انما يصعب تقويم درجة هذه الأهمية . ونورد في الجدول (٧) بلدانا نامية أثقل عليها حمل مستورداتها الطاقية . وربما ثار جدال حول كيفية قياس هذا العبء . ولعله من الابلط هنا ربط مستوردات الطاقة بالمصدرات التجارية . غير أنه في بعض البلدان ، برزت دخول خفية مهمة خلال السنوات الاخيرة الماضية منها مثلا : مداخل السياحة في بعضها ، وعوائد المغتربين في بعضها الآخر . كما تكشف مصاريف مستورة - مدفوعات فوائد القروض بخاصة - ادت الى خلق مصاعب حتى في حال وجود ميزان مدفوعات مقبول . ومن ثم ، قمنا بربط مستوردات النفط مع مصدرات التجارة اضافة الى جميع الدخول الرئيسة على الحساب الجارى .

وقد واجه بعض مصدى النفط مشكلة معاكسة هي الاعتماد المفرط على النفط . فالارتفاع في قيمة مصدرات النفط قاد الى : اغناء قيمة النقد المحلي ، وهبوط للصناعة الوطنية ، وتنام لاختصاص قاعد فعااليات البلد . ويصبح الخطر أكبر عندما تكون نسبة الاحتياطي الى الانتاج صغيرة لدرجة يتوقع معها نزوب النفط في وقت قريب . وفي هذه الظروف

الجدول (٧) - مستوردات الطاقة كمسبة المصدرات ومداخيل القطع الاجنبي
(مليون دولار امريكي) ، ١٩٨١ (١)

البلد	مستوردات الطاقة (١)	مصدرات تجارية (٢)	مداخيل قطع (٣)	مداخيل قطع (ب) (٣/١)	مستوردات الطاقة % من : (٢/١)
البرازيل	١٢٠٤٩٠٤	٢٢٢٧٦٠٠	١٠٢٤٠٠٠	١١٦٠٥	٥١٠٨
غواتيمالا	٧٤٩٠٢	١٢٩٩٠٠	٩٧٤٠٩	٨١٠٥	٦١٠١
ساحل العاج	٤٥٣٠١	٢٧٣٤٠٠	٨١٩٠٦	٦٦٠٣	١٩٠٩
تركيا	٣٩٠٣٠٥	٤٧٠٣٠٠	٥٩٣٧٠٠	٦٥٠٧	٨٣٠٠
كينيا	٧٢٠٠٧	١٠٧٢٠٠	١١٦١٠١	٦٢٠١	٦٧٠٢
ترينيداد وتوباغو	١١٩٢٠٠	٢٥٣١٠٠	٢٠٣٠٠٧	٥٨٠٧	٤٧٠١
الهند	٦٥٣١٠٨	٨٤٣٧٠٠	١١٤٥٠٠٠	٥٧٠٠	٧٧٠٤
المغرب	١١٢١٠٠	٢٢٨٣٠٠	٢٠٠١٠٠	٥٦٠٠	٤٩٠١
نيكاراغوا	٢١٦٠٩	٥٠٠٠٠	٤٠٨٠٣	٥٣٠١	٤٣٠٤
جامايكا	٤٩٦٠٧	٩٧٤٠٠	٩٥٩٠٩	٥١٠٧	٥١٠٠
اوروغواي	٥٣٤٠٦	١٢٢٩٠٧	١١٣٠٠٧	٤٧٠٣	٤٣٠٥
نابلسند	٢٩٧٤٠٧	٦٩٠٢٠٠	٦٣٦٢٠٠	٤٦٠٨	٤٣٠١
الفلبين	٢٥٧٤٠٩	٥٧٢٢٠٠	٥٦٥٣٠٠	٤٥٠٥	٤٥٠٠
الدومينيكا	٤٧٥٠٢	١١٨٨٠٠	١٠٤٥٠٨	٤٥٠٤	٤٠٠٠
ليبيريا	١٢٧٠٤	٥٢٩٠٠	٢٩١٠٠	٤٣٠٨	٢٤٠١
اثيوبيا	١٦٤٠٦	٣٧٤٠٠	٣٧٩٠٧	٤٣٠٣	٤٤٠٠
كوريا الجنوبية	٧٨٦٤٠٠	٢٠٦٧١٠٠	٩٦٥٣٠٠	٤٠٠٠	٣٨٠٠
سيرى لانكا	٤٦٦٠٢	١٠٦٢٠٥	١٢٥٠٠٨	٣٧٠٣	٤٣٠٩
تازانيا	٢٨٣٠٠	٦٨٨٠٣	٧٦٠٠٠	٣٧٠٢	٤١٠١
السلفادور	٢١٣٠٨	٧٦٨٠٠	٦٤٨٠٠	٣٣٠٠	٢٦٠٨
باكستان	١٤٩٧٠٦	٢٧٣٠٠٠	٤٧٣٧٠٠	٣١٠٦	٥٤٠٩
كوستا ريكا	٢٠٣٠٣	١٠٠٣٠٠	٦٨١٠٩	٢٩٠٨	٢٠٠٣
السودان	٢٨٩٠٥	٧٩٢٠٧	١٠٠٢٠٤	٢٨٠٩	٣٦٠٥
كولومبيا	٧٩٧٠٥	٣٢١٩٠٠	٢٨٦٨٠٠	٢٧٠٨	٢٤٠٨
التشيلي (ج)	٩٦٣٠٦	٤٧٠٥٠٠	٣٤٩٨٠٠	٢٧٠٥	٢٠٠٥
الاردن	٧٣٩٠٣	٧٣٣٠٢	٢٧٧٦٠١	٢٦٠٦	١٠٠٠٨
تونس	٦٨٤٠٨	٢١٠٢٠٠	٢٦٨٥٠٠	٢٥٠٥	٣٢٠٦

المصدر : احتسب من البنك الدولي (١٩٨٢ ، ١٩٨٣ ، ١٩٨٤) وصندوق النقد الدولي (١٩٨٤)

(أ) - فقط من اجل البلدان التي تكون نسبة مستوردات الطاقة الى مداخيل القطر الاجنبي اكبر من ٢٥٪

(ب) - احتسبت مداخيل القطر الاجنبي بتجميع المصدرات التجارية مع السلع والخدمات الاخرى (حسابات صرفة) والتحويلات غير المطلوبة (الخاصة والرسمية)

(ج) - ارقام ١٩٨٠

يصعب تقويم بنية الاقتصاد بالسرعة الكافية لضمان أنه ليس ثمة هبوط في دخل الفرد عندما ينضب النفط • ولتحديد مثل هذه البلدان ، نظهر اعتماد التصدير على النفط ونسبة الاحتياطي الى الانتاج للبلدان التي تعتمد بشكل مكثف على صادرات النفط) (الجدول ٨) •

ولم تنشر أرقام بعد عام ١٩٨١ ، ولكن الهبوط في اسعار النفط قد غير الصورة جوهريا • فتدنت نسبة مستوردات النفط الى الصادرات في بعض البلدان في الجدول (٨) ، وفي نفس الوقت ، غرق بعضها في الديون ، في حال أن ظروف التجارة في دول اخرى قد تردت بتخفيض معدل التبادل وهبوط أسعار المصدرات • على أى حال ، فان البلدان في الجدولين (٧) و (٨) هي التي يوءى اعتمادها على النفط الى مشاكل بعيدة المدى تستدعي حولا بعيدة الأجل •

ويمكن بحث حلول المشاكل الناجمة على الاعتماد على النفط عند سويات مختلفة من التعميم • ويمكن لجميع البلدان معالجة هذه المشاكل عبر سياسة اقتصادية جهرية • كما يمكنها البحث عن حلول عبر ادارة الطلب على الطاقة والحفاظ عليها (الفصلين ٤ و ٥) • ويمكنها ايضا استطلاع صحة اقتصادية انتاج بدائل للنفط ، وقد ناقشنا هذا الأمر في الفصل التالي • وأخيرا ، يمكن لهذه البلدان البحث عن النفط ضمن حدودها الوطنية ونتاجها • أما البلدان التي تنتج النفط او تستورده فيمكنها تكريره •

احتياطيات النفط العالمية

تبين أكثر التقديرات دقة ومسؤولية أن احتياطيات النفط العالمية كبيرة كفاية اليوم كي يمتد بها الآجل لعدة عقود من الزمان • وبشكل صريح ، ميز أكثر الكتاب حرصا أن هذه التقديرات " غير موضوعية " وتخضع لمجال واسع من الخطأ : ففي الوقت الذي قدر ماسترز (١٩٨٣) وسطي الاحتياطيات المتبقية لمؤتمر الطاقة العالمي (١٩٨٣) ب ١٨٢ غايغاطن ، وأنها وفق احتمال ٩٥٪ تساوى الى ١٤٩ غايغاطن ، وأنها تساوى ٣٠٦ غايغاطن باحتمال ٥٪ • وثمة اعتقاد بأن التقديرات العالمية انما تتطلب كشوفا حقلية مثل التي في العربية السعودية • ويرى الكتاب أن ذلك امر يستبعد حدوثه • غير أن التقديرات تبقى حساسة للاكتشافات الجديدة ، خصوصا تلك التي تقدم حقولا جبارة او عملاقة ، فالخبراء ينطلقون من

الحقول المعروفة كنقطة بدء ويتقدمون نحو الاحتياطيات غير المؤكدة .

وكمطلق أساسي ، يفترض جيولوجيو النفط التقليديون ان معظم الفحم الهيدروجينية قد تشكل تقريبا من الكتلة الحيوية والحيوانات البحرية التي انطمرت في الأرض . وقد قام غولد مؤخرًا (١٩٨٥) بإيقاظ وجهة نظر معاكسة سبق أن أتى بها مندليف (١٨٧٧) ، والقائلة بأن معظم الفحم الهيدروجينية يملك منشأ غير حيوي (أي تكويني) . ووفقا لغولد ، تولد غاز الميثان عميقا في الأرض وهاجر صعودا نحو سطحها . فمنه ما يتحول الى ثاني اوكسيد الفحم وينفلت في الهواء ، ولكن قدرا كبيرا منه قد تم اصطياده تحت سطح الأرض ، وتحول بعض منه الى نفط . والمؤشرات الحيوية التي تسم تشكيل النفط والغاز ليست خاصة بهما ، بل توجد في الصخور غير الحاملة للنفط أيضا . ويوجد غولد تأييدا لنظريته عبر الحقيقة القائلة بأن الميثان ذو المنشأ غير الحيوي (اي التكويني) شائع في اجواء المريخ وزحل ويورانوس ونبتون ، كما أن المواد شبه القارية يمكن العثور عليها في الاسترويدات . فان كانت نظرية غولد صائبة ، فان كميات اكبر بكثير مما هو معروف من الغاز وربما النفط تنتظر كشفا زيادة عما يتوقعه الجيولوجيون .

أضف الى ذلك ، فان الفحم الهيدروجينية التي لم تكشف بعد، لن تكون كما يتوقعها الجيولوجيون التقليديون ، وانما قرب الحدود الطبقة الكبرى ، بل اعرق منها . ونظرا لأنه لم يجر البحث عن النفط هناك ، فان قدر الدليل الداعم لنظرية غولد يبدو صغيرا ، ولابد من حيازة الكثير من الادلة قبل أن يجرى استخدامها في الكشف عن النفط . على أي حال ، ان مضامين دليل نظرية غولد تحمل بشرى وللبلدان النامية بخاصة ، ومن مصلحة تلك البلدان أن تعزز البحث المختبر لصحة نظرية غولد .

وحتى لو كانت النظرية خاطئة ، فثمة مناطق كبيرة من البلدان النامية تحمل النفط بشكل كبير وفقا للجيولوجيا التقليدية . ولايعتمد احتمال ايجاد النفط هناك على الاحتياطيات العالمية المتبقية بقدر مايعتمد على كثافة الاستكشاف السابقة ونوعيته ، وهما منخفضتين في عدد من البلدان النامية (Halbouty 1983;Parra 1983) . وحيث توجد مثل هذه المناطق ، فان الضرورة تقضي باجراء الاستكشاف بغض النظر عن تشاؤم العالم حول الاحتياطيات المتبقية .

الاستكشاف والتطوير

نسبيا، شب الاستكشاف والتطوير تقنيا عن الطوق في الستينات من هذا العصر • وبتقديم الحفر الشاطيء والحفر العميق، اللذين زاد تنافسهما بشكل كبير لدى ارتفاع أسعار النفط، تحولت تقنيات الاستكشاف والانتاج الى تقنيات رائدة سريعة التطور • وعلى هذا التسارع في التغيير التقني طرأ تغير في السوق التقنية • ففي الماضي، حققت الشركات النفطية ومتعددة الجنسية منها بخاصة، تحكما اكبر في التقنية عن تحكم الجهات الاخرى خارج صناعة النفط • وخلال السنين الخمس عشرة الماضية، سعت سوق تقنية النفط الى الانقسام والتوزع في عدة أسواق تقنية متخصصة، ساد في كل منها بضع شركات (Surrey and Chesshire 1984) •

ولم تعد الشركات متعددة الجنسية المنتجة للنفط هي المالكة الرئيسة للتقنية او المحكمة فيها، غير أنها لم تزل تملك خبرة ميدانية هامة في تفسير الظروف الجيولوجية لأى موقع والتعامل معها، ولديها الأهلية لتجميع التقنيات من الشركات المتخصصة التي يتطلبها الاستكشاف او مشاريع التطوير •

وفي الستينات، قامت الشركات النفطية الكبرى بتزويد النفط لاقتصاديات السوق من عدد من الحقول الغنية • ونتيجة للكلفة المنخفضة لانتاج تلك الحقول، كان من الصعب على الوافدين الجدد التنافس مع تلك الشركات، ولهذا اصبحت السوق النفطية احتكارية ومستقرة • غير أنه جرى تأميم امتيازات الشركات النفطية في شمال افريقيا وغربي آسيا عند بداية السبعينات، وحولت شركات النفط الكبرى من مالكة للنفط الى مسووقة له • لهذا باتت تهتم باكتشاف مناطق جديدة • وأدى استيلاء البلدان المنتجة للنفط على ارباح هذه الشركات الى تخفيض قوة تنافسها، مما سهل دخول شركات جديدة الى ساح صناعة النفط • وهكذا نشأت خلال السبعينات سوق لاتفاقيات الاستكشاف والتطوير • وكانت القاعدة في هذه الاتفاقيات أن يوجر البلدُ قطعاً من أرضه للاستكشاف • وبات جذب عطاء وصياغة عقود هذه الاتفاقيات يشكلان عملاً تخصصياً ماهراً • وقد توفرت الخبرة اللازمة لهذه العمليات لدى المستشارين المختصين وخلال برامج المساعدة التي توفرها وكالات الامم المتحدة • وكان هذا الأمر موضع اهتمام دراسات جيدة (Hossain 1979; Van Meurs 1981) • وتتطلب عقود

الاستكشاف توفيقات قانونية واقتصادية معقدة ، وللعقود النفطية قاسم مشترك مع عقود المصادر الاخرى . وتبقى الحاجة الى البحث قائمة في هذا المجال وذلك لتطبيق المبادئ على الأوضاع الجديدة ونظم الخبرة في تلك العقود .

على أى حال ، ليس واضحاً بعدُ فقط أن البلاد النامية بحاجة فقط لابتكار شروط مناسبة لتطوير العقود النفطية ، فالشركات النفطية تفرض توفيقاً من العوائد الاقتصادية المرتفعة ومخاطرة سياسية منخفضة لا يمكن ان توفرها سوى قلة من البلدان النامية (Parra 1983) . ومن بين التوسعات الرئيسة في انتاج النفط منذ عام ١٩٧٣ ، حدث في البلاد الصناعية : توسع في بحر الشمال وخليج برّدو ، وآخر في المكسيك بجوار الولايات المتحدة الامريكية . ونظرا لكبر اسواقها المحلية وصغر كشوفها ، فليس من السهل أن تصبح البلدان النامية مصدرة للنفط او أن تجتذب الشركات النفطية .

وتظهر أحصائيات مأخوذة عن قاعدة المعلومات الخاصة بالشركتين الاستشاريتين (IED) و (EDRPA) حقائق مفيدة (الجدول ٩) . ومنها أنه بين عامي ١٩٧٣ و ١٩٨١ ، بقيت الامتيازات في البلاد النامية المنتجة للنفط ثابتة تقريبا ، بينما هبطت على نحو مؤثر في البلدان غير المنتجة . وتضاعف المسح الاهتزازي في البلدان المنتجة بينما هبط في البلدان غير المنتجة . ومن بين الـ ٦٧٨ بئرا استكشافيا التي حفرت في البلاد النامية ، لم يحفر سوى ٤٠ بئرا منها في البلدان النامية غير المنتجة . وهكذا ، تركز نشاط الاستكشاف بشكل كبير في البلدان التي تأكدت الآمال فيها ونتج عنها انتاج نفطي . ومعظم النشاط الاستكشافي في البلاد المنتجة لم يتم بواسطة شركات النفط متعددة الجنسية ، فملايقل عن ٧٠٪ منه تحقق بواسطة الشركات النفطية الوطنية في الأرجنتين والبرازيل والهند (Foster 1985) .

وربما يعود هذا التخلف الاستكشافي في البلاد النامية الى غياب النمط الصحيح من العقود النفطية . وبشكل عام ، حيثما كانت آمال الكشف عن النفط كبيرة ، كانت شركات النفط الدولية مستعدة لتقبل كل المخاطر لقاء حصة من النفط المكتشف . غير أنه ربما لا تكون توقعات كافية ، وربما لا يكون البلد المستورد للنفط مستعدا لتصدير جزء من نفطه المكتشف ، وربما يكون البلد في موقع جغرافي غير ملائم للوصول الى السوق النفطية ، او تتوقع الشركات النفطية مخاطر سياسية . ويجب أن تتغايّر

الجدول ٠ (٩) مؤشرات فعالية الاستكشاف في البلدان النامية المستوردة للنفط
الاعوام المنتقة ، ١٩٧٣ - ١٩٨٣

المنتجة	غير المنتجة	المجموع		
١٩٧٣	١،٥٨	٥،٩٢	٧،٥٠	المناطق العقدية رهن حق
١٩٨٠	١،٥٧	٢،٥٥	٤،١٢	الاستكشاف (مليون كم ^٢)
١٩٨١	١،٥٣	٢،٨٧	٤،٤٠	
١٩٧٣	١٢٥،١	٨٦،٦	٢١١،٧	العمل الاهتزازي
١٩٨٠	٢٣٧،٩	٦٠،٤	٢٩٨،٣	(١٠٠٠ خط - كم)
١٩٨٣	٦٣٨ (أ)	٤٠	٦٧٨ (أ)	ابار استكشافية محفورة (عدد)

المصدر : احتسبت من فوستر (١٩٨٥)

(أ) - تستثنى المعطيات الهند من حسابها وهي غير تامة من اجل بلدان أخرى

شروط التعويض لتعكس هذه الظروف • وثمة تنوع كبير من العقود النفطية سائد اليوم • غير أن البحث حول ربط الاوضاع والعقود الفضلى في البلدان النامية يمكن أن يرفع وتيرة الاستكشاف لدى هذه البلدان •

ومن الممكن أيضا ، أن يكون غياب الشركات التي تتعهد وتبيع الخدمات النفطية ، وراء بقاء الآمال النفطية الصغيرة دون استغلال في البلاد النامية • وفي برنامج عمل كراكاس (Dorado 1985) قدم اطار عمل لسد هذه الثغرة المؤسسية • وقد جاء روس (١٩٨٤) بآراء بناءة ضمن ورقته التي حررها للمجموعة في هذا الصدد ، ونعتبر هذا الأمر مجالا واعدًا للبحث والعمل •

أسواق النفط وأسعاره

ترافق ارتفاع أسعار النفط في بواكير السبعينات مباشرة مع تقديرات منخفضة لنسبة الاحتياطي الى الانتاج • والانخفاض في انتاج النفط لدى السبعينات ، جرى توقعه من قبل هابرت (١٩٦٢) قبل عشرين سنوات وذلك على أساس النظرية القائلة بأن انتاج الفلزات يتبع منحني امدادها ، وتقرّر هذه النظرية بأن كلف الانتاج الحدية يجب أن ترتفع باطراد عقب انتاج الذروة ، وستتبع الاسعار هذا الارتفاع • وكما أظهرت الاحداث اللاحقة ، تبقى العوامل المؤثرة في الاسعار أعقد في الحقيقة بكثير •

اولا ، لاجدال في أن العقيدة القائلة بأن انتاج النفط يتحدد وفقا للامداد ، وأن الطلب يتعدل وفقه تلقائيا ، لم تعد صحيحة • فلقد تأكد بأن الطلب يبقى رهن مرونة السعر ، وبينما يحسب حساب كبيير لحساسية السعر عبر عملية التبادل بين الوقود ، وهي عملية لاعكوسة ، فان زيادة كفاءة الاستغلال تبقى عنصرا هاما ، وتلك الزيادة ايضا لاعكوسة أيضا • ومن هنا تأتي معقولة وجهة نظر اوديل (١٩٨٤) القائلة عند بقاء أسعار النفط مرتفعة ، يتم التوقف عن استخدام النفط قبل نضوبه •

ثانيا ، لم تُبنَ أسعار النفط البتة على أساس الكلف الهامشية ، فمنذ عام ١٩٧٣ أصبح لمنظمة الاقطار المصدرة للبترول (اوبك) تأثير على الأسعار لايمت للكلفة بصلة • ويعزى مؤخرا هبوط أسعار النفط الى ارتفاع حصة البلدان خارج الاوبك في سوق النفط الدولية ، الأمر الذي

أحبط نفوذ الاوبيك في السوق ، كما قاد العربية السعودية الى هجر سياستها الرامية الى تقييد انتاجها بغية دفع السعر سعدا . وفي جانب الطلب، يوجد مشترين كبار أبدوا القليل من التأثير على صعيد الواقع .

أخيرا ، حتى لو حددت أسعار النفط بالكلف الهامشية ، فهي لن تبدى ارتفاعا مطردا ، مالم تجر معرفة كل الاحتياطات ويتم استغلال الارخص منها اولا . وهذا الأمر بعيد جدا عن الحقيقة ، فمن الممكن العثور على احتياطات منخفضة الكلفة وذلك كما حصل في المكسيك خلال العقد الماضي . آصف الى ذلك، أنه من المدرك ضمنا لدى استغلال الاحتياطات النفطية ، أن الضرورة تقضي بالعثور على احتياطات جديدة بدون كلفة اضافية تذكر ، وذلك عبر سنين من وضع الحقل في الانتاج . فالانتاج يبدأ عندما يؤكد الاستكشاف وجود احتياطات أساسية اصغرية ، وتقود المعلومات المجتناة بصورة مستمرة عبر الانتاج الى اظهار حتمي لواقع الاحتياطات الكلية القابلة للاستخلاص ، وتكون هذه عادة أعلى من الاحتياطات المقدرة في البدء . وحتى لو عرفت جميع الاحتياطات مع كلف استغلالها ، فسوف تبقى بعض البلدان تستغل احتياطاتها المكلفة لأسباب أمنية او لتغطية ميزان مدفوعاتها . وهكذا ، فان بنية سوق النفط الدولية معقدة ومتبدلة . ومن المهم ، بالنسبة لأي بلد نام مستورد او مصدر للنفط أن يشكل فكرة عن كيفية سلوك الأسعار ، ولهذا الغرض ، يتوجب على هذا البلد ادراك منهج سلوك سوق النفط الدولية وتطوير فهمه لهذا السلوك .

الكحوليات

من بين بدائل المشتقات النفطية يبدو ثمة صنفان من الكحوليات هما : الميثانول والايثانول أكثرها احتمالا لهذا الأمر . ونظرا لأن الكثافة الطاقية لهذين البديلين هي أدنى بكثير من الوقود النفطي : أي ١٩،٩ غايغاجول /طن للميثانول و ٢٦،٨ غايغاجول /طن للايثانول مقابل ٤٤،٠ غايغاجول /طن لوقود السيارات (الغازولين) و ٤٣،٠ غايغاجول /طن لزيت الديزل ، فانه يتطلب مقادير اكبر من الميثانول والايثانول لعبور نفس المسافة . كما أن نفس حجم وعاء تخزين الوقود منهما سيؤدي الى قطع مسافة أقصر . غير أن عددها الاوكتاني يدل على امكان استخدامهما كوقود مباشر في المحركات وينسب انضغاط أعلى ، ويمكن بلوغ كفاءة وقود أعلى

ما تظهره محتوياتها الطاقية ، لهذا يتوقع أن يحقق الايثانول الصرف ٢٠٪ زيادة في الكفاءة عما يبيده محتواه الطاقى ضمن محرك عالي الضغط (World Bank 1980b) • وينحل كلى الوقودين في الماء بسرعة ومن الصعب فرزهما عنه • وفي الوقت الذى يمكن به تحمل قدر بسيط من الماء عند استخدامهما بمفردهما ، فيجب أن يكونا خاليين من الماء لدى مزجهما بوقود السيارات •

ورغم هذه المحددات ، يبدو الميثانول والايثانول مرشحين جديين للاستخدام كوقود للآليات بدلا عن النفط عندما يصبح الأخير باهظ الثمن • وتنشئ الجدية عن حقيقة كونهما سائلين ، مما يجعل تداولهما ونقلهما أرخص من الوقودين الصلب والغازى • وقد سادت المشتقات النفطية نقل الطرق رغم أن الغاز الطبيعى كان أرخص بالنسبة لوحدة الطاقة فـي أمريكا الشمالية • ويعود بعض سبب ذلك الى أن نظام الامداد قد بني على الوقود السائل ويغذى قدرا كبيرا من الآليات المتحركة بالنفط • وقد كان من الصعب على الغاز اختراق السوق لكلف دخوله العالية • فلو أصبح النفط أعلى سعرا ، اضحى من السهل على الكحوليات السيطرة على جـزء من السوق بالنسبة للوقود الغازى •

والميثانول اليوم قيد الاستخدام في صناعة اضافات وقود السيارات عالية الاوكتان • فكل من الميثانول والايثانول يعملان على تحسين المعدل الاوكتاني لوقود السيارات وذلك ان اضيفا اليه بكميات قليلة (حوالى ٥ - ١٥ ٪) ، ويفضلا عن الاضافات الرصاصية او بدائل عمليات التكرير لهذا الغرض • وهذا افضل استخدام للكحوليات في وقود الآليات، وهو مبرر اقتصاديا اليوم وفي ظروف شاملة • ان يمكن استخدامهما بنسب عالية (١٥ - ٢٠ ٪) كتوسع في وقود السيارات دون تعديل فى المحركات • والمهم في هذا الاستخدام هو ان تكون كلف الميثانول والايثانول أخفض من كلفة وقود السيارات ، ويمكن لعجز القطع الأجنبي تبرير سعرها الظل في الظروف المحلية • وان وجدت أرخص او مبررة اقتصاديا ، فان مبرر تصميم محركات خاصة بها دون مزج ، يصبح واقعا طالما أن الطلب يملك حجما كبيرا كفاية •

الميثانول

استخدم الميثانول طويلا كمُحِل ووسيط لحمض الخل وكيماويات

أخرى ، ولم يزل يستعمل كمخدر كيميائي • وينتج الميثانول بشكل رئيس من النافثا أو الغاز الطبيعي • وإنتاجه من الغاز الطبيعي يجعله المرشح الأول لاستبدال وقود السيارات • وإن احتاجت البلاد النامية بديلا ، فإن ذلك يتطلب مقادير كبيرة منه ، والميثانول البديل المستخرج من الكتلة الحيوية لا يمكن إنتاجه بحجوم كبيرة كفاية بدون تخصيص مناطق واسعة من الأراضي الزراعية لإنتاجه (Smil 1983) • ويمكن لمثل هذه

البدائل أن تجتذب البلدان ذات الأراضي الزراعية الكبيرة للفرد ، ويمكنها أن تبرر أكثر عند ارتفاع كفاءة الوقود السائل • أما من أجل البلدان الصناعية كمجموعة ، يبقى الميثانول المستخرج من الغاز الطبيعي أكثر أهمية •

وقد ازداد الاهتمام بالميثانول مع إخراج طريقة شركة موبيل أول لصنع وقود السيارات من الميثانول • والطريقة بسيطة نسبيا وتحمل كلف طاقة منخفضة • وقد استخدمت في منشأة نيوزيلندية لصنع ١٤٥٠٠ برميل يوميا من وقود السيارات على أساس الغاز الطبيعي • وأجريت تجارب بطريقة أكثر كفاءة هي طريقة الأرضية المحمولة في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية (World bank 1982a) •

وطريقة تحويل الغاز الطبيعي السائدة اليوم هي طريقة عالية الضغط والحرارة ، وتملك كلفا رأسمالية عالية ، كما أن اقتصاديات العيار فيها مميزة بطاقة إنتاج تتراوح بين ٢٠٠٠ و ٢٥٠٠ طن / يوم أو ٦ ، ٠ و ٧٥ ، ٠ مليون طن / عام (Humphreys 1977) • وبذلك ، يتوجب على البلد المنتج للميثانول استهلاك من ٢ إلى ٤ مليون طن في العام من وقود السيارات قبل أن يفكر في إنتاج الميثانول للمزج • وإن توجب استخدام الميثانول دون تمديد في محركات ذات تصميم خاص ، فيتوجب على البلد استيراد السيارات المتحركة بالميثانول ، ومن ثم انتظار توفرها تجاريا في مكان ما - أو يقوم هو بتصنيعها وتجارتها •

وفي كلى النهجين ، يمكن للبلد ذو الطلب المحلي الكبير على وقود السيارات فقط ، المبادرة بإحلال الميثانول محل الوقود النفطي • وهذا يقصّر الاحتمالات على ست من البلدان النامية الكبيرة (أو توفيق من البلدان الصغيرة) •

ويمكن إنتاج الميثانول عبر تحويل الخشب إلى غاز ، وقد تم إنتاجه فعلا بهذه الطريقة حتى قدوم اللقائم الرخيصة من الفحوم الهيدروجينية ، كما تم تطوير هذه التقنية (Egnous and Ellegård 1985) و

(Reed 1981) • ومن الممكن أيضاً أن يقود التحليل الانزيمي إلى تحسين أداء الخشب كلقيم للايثانول ، الذى يعتبر وقوداً أفضل للسيارات ، (Ostrovski et al. 1985 ; Saida et al. 1985) • ومع ذلك ، فإن جمع الخشب من مناطق كبيرة كفاية لتلقيم منشأة ميثانولية يعتبر مكلفاً ، وللخشب بدائل تصنيع قيمة كخشب انشاء ، وفي صناعة الورق • وهكذا ، مع أن التجريب في الميثانول الخشبي مستمر ، فمن غير المحتمل قيامه بالتنافس دولياً مع الميثانول الذى الأساس الغازى • ويبدو من الضرورى القيام بأبحاث تركز على الموقع لاختيار الطريقة المناسبة وذلك قبل بذل اية استثمارات رئيسة في البحث حول انتاج الميثانول من الخشب ، ولن تكون هذه الخيارات عملية الا حيث يكون سعر الظل للقطع الأجنبي عالياً •

الايثانول

ثمة قلة من البلدان النامية تملك الغاز الطبيعي دون النفط ، والأقل منها يكون ميزان مدفوعاتها صعباً كي تنظر في أمر الميثانول كبديل لوقود السيارات • وماعدا هذه القلة ، فإن للايثانول امكانات أفضل من الميثانول • وتتوفر اليوم طريقة معروفة لتصنيعه من الكتلة الحيوية ، وهي طريقة تخمير تهبط فيها اقتصاديات العيار لسويات أدنى من طريقة انتاج الميثانول • وليس ثمة اقتصاديات عيار بينة فوق سوية ال ٢٤٠ ٠٠٠ لىتر في اليوم (٢٠٠ طن / يوم تقريباً) ، وذلك هو أمر طبيعي ففى منشآت التقطير البرازيلية • وقد قامت هذه الطريقة على أساس طريقة صنع مشروب الروم ، التي استخدمت لدى العديد من البلدان النامية وجرى فهمها جيداً (Rolz et al. 1983) • وبينما تقتصر صناعتي الايثانول والروم على البلدان المنتجة لقصب السكر ، فإن تخمير اللقائم الأخرى يجرى اتباعه في العديد من البلدان ، والمحاصيل الغنية بالسكر تناسب تماماً تصنيع الايثانول — بشكل رئيس : الذرة ، الشوندر السكرى ، والكاسافا — ويمكن انماءها في شروط زراعية مختلفة • وفي البلدان الفقيرة بالاراضي الزراعية يجب أن تتنافس اللقائم الخاصة بالايثانول مع محاصيل أخرى • وعندما تكون هذه المحاصيل غذائية ، ويكون للبلد اهتمام مرتفع بالامن الغذائي ، يبدو مستهجناً تخصيص الأرض لانتاج لقائم ايثانوليّة او لانتاج محاصيل غير غذائية ، بما في ذلك خشب الوقود ، وخشب

الصناعة ، والورق • وفي هذه الاوضاع يرتبط انتاج المحاصيل غير الغذائية بزيادة انتاجية الكتلة الحيوية الكلية للأرض •

وتبدو اقتصاديات الايثانول كقود للآليات محبذة جدا ففي البرازيل ، حيث تم مبدئيا انتاجه تجاريا بدعم ، وهو أمر مماثل أيضا لما يجري في زيمبابوي (Wenman 1985 ; Kahane 1983) و (Goldemberg et al. 1984) وفي أي مكان آخر تقل الظروف المشجعة (Koide et al. 1982) ، ومع ذلك ، فانه تتوفر قاعدة لانتاج الميثانول في البرازيل ، كما ينتج ايضا في أقطار اخرى لصنع المشروبات والكيماويات • ومن ثم ، فثمة مجال واسع للتجريب الصناعي ، وهنا تبدو اتجاهات واعدة في هذا الاتجاه • وفيمايلي أبرز تلك الاتجاهات:

— خفض كلف اللقائم بما أن اللقيم هو عنصر الكلفة الرئيس ، فان تخفيض هذه الكلفة سيقود الى تحسين اقتصاديات الكحول بشكل مميز • وتشكل كلفة اللقيم العامل الرئيس ايضا فيها ، ويمكن خفضها برفع عطاء قصب السكر ، وعلى هذا الأمر تركز البحث في البرازيل •

— زيادة امكانية استغلال المنشأة قصب السكر محصول موسمي قادر على تلقيح منشأة لسته شهور في أحسن الأحوال ، وكلما امتد الموسم كلما قل جني السكر وتعاطم خطر الوباء والنار • وقد اقترحت أساليب لتحسين كفاءة الاستغلال ، منها قصصة وتجفيف قصب السكر لاستعماله على مدى العام وذلك كما هو الحال في طريقة ال (EX-FERM) ، (Jenkins et al. 1982) • ويتجلى الاسلوب الآخر في تركيز وتخزين عصير قصب السكر • اما الاسلوب الثالث فيتركز في توفيق استعمال قصب السكر والشوندر كلقيمين لصناعة الكحول (Instituto de Pesquisas Tecnologicas 1981) •

— تحسينات الطرق الصناعية يشكل التقدم في كيمياء التخمر منطلقا للعثور على خمائر أفضل تنطوي على تثبيتا خلويا (Tokuyama 1984) ومفاعلات مغلقة القاعدة (de Cabrera et al. 1982) •

الفصل السابع

مصادر الوقود الغازية

تجعل كثافة الطاقة المنخفضة لمصادر الوقود الغازية نقلها وتحزينها مكلفا . وعندما تنتج من الكتلة الحيوية ، يقتصر استغلالها على نطاق صغير في الاسواق المحلية . ويتطلب الغاز الطبيعي استثمارا كبيرا ومع ذلك ، فلتبرير ذلك الاستثمار لابد من ايجاد سوق كبيرة مسبقا ، اضافة الى ارساء شبكة توزيع له .

وتعتبر آمال الكشف عن الغاز الطبيعي أفضل من التي تحيط بالنفط ، ومن هنا ينبثق تحول البلدان النامية لاستكشاف الغاز . ومتى وجد الغاز ، فان استغلاله يتطلب توفيقا من بحوث واسعة في عدد من المجالات قبل أن يوضع الاستثمار فيه موضع التنفيذ ، أى : البحث في ادارة المكامن ، السوق ، التقنية ، التمويل ، والترتيبات العقدية . وفي البدء لابد من العثور على أسواق مكثفة كبيرة للغاز ، ومتى وجد فإنه يمكن توسيع استخدامه للآليات والمنازل . ولتحقيق استخدامه في الآليات يستحسن تحويله الى وقود سائل مثل الميثانول أو وقود السيارات .

ومع أنه جرى انشاء الملايين من منشآت الغاز الحيوى، ولوحظ سوء عمل العديد منها ، فان الدراسات المنهجية التحليلية لعملها لم تنزل بعدُ قليلة . وقد ارتبط تطور الغاز الطبيعي على نحو وثيق مع الحيوانات التي تربي في الاصطبلات ، ويتوجب فهم صلة الغاز بالانظمة الزراعية فهما أفضل اذا ما أُريد للغاز الحيوى الانتشار . وتبدو توجهات البحث على تقنية الغاز الطبيعي واعدة ، أى بحوث تثبيت الخلية ، والطرق ذات المرحلتين .

ولقد انتج غاز المُنتج من الفحم الحجري في المنشآت الكبيرة خلال القرن التاسع عشر ، واستمر بقاء هذه الطريقة حتى الستينيات

من هذا القرن في بعض البلدان الصناعية • غير أن اهتماما جديدا قد تركّز في البلدان النامية على مولدات الغاز الحيوى الصغيرة ، وهي مولدات تفرض مشاكل مختلفة • ويعتبر غاز المنتج حساسا للتنافس ، وتعتمد كلفته على كلفة الخشب او الفحم المستخدمين لانتاجه الى حد كبير • وسيقود البحث حول كلفتي الخشب والفحم الى تحسين منظور الغاز المنتج • ويتميز البحث في تصميم مولدات الغاز بتشعبه ، ويتطلب نشره وتطبيقه على الظروف المحلية • وحين يتم وضع مولدات الغاز في الاطار التجارى ، فان بحثا تشخيصيا لعيوبها سيقود الى تحسين تصميمها وتنظيم صناعتها وذلك من خلال تحجيم تلك العيوب الى اصغر حجم ممكن • ويتركز أحد الأهداف الرئيسة للبحث حول تصميم المولدات في خفض الحاجة الى المهارات المطلوبة لتشغيل تلك المولدات •

ويمكن انتاج الهيدروجين عبر الاصلاح البخارى للغاز الطبيعى او النفط ، كذلك بتحليل الماء كهربائيا • ومهما كانت طريقة انتاجه، فانه يصعب على الهيدروجين التنافس مع الوقود الحفرى طالما بقي الاخير رخيصا • غير أنه لو جرى منع استخدام الوقود الحفرى لأسباب بيئية ، فسيصبح الهيدروجين منافسا في بعض الأسواق • ويوجد سوقان واعدان هما: تخزين الطاقة في منشآت التوليد الكهربائية لمواجهة حمل الذروة والآليات بعيدة المدى على الطرق وفي البحر • غير أن هذه الاستخدامات لازالت بعيدة المنال على الأقل حتى يحفز المطر الحامضي والدخان العالمي انذارا يفوق ماهو قائم حاليا • وحتى ذلك الحين ، يمكن ان يكون الهيدروجين ذو أهمية للبلدان ذات المواقع الكهربائية ، وذات موازين المدفوعات العسيرة ، والتي تملك احتياطات فقيرة من النفط والفحم الحجرى •

تمتلك مصادر الوقود الغازية كثافة طاقة منخفضة لكل وحدة حجم • ويمكن زيادة تلك الكثافة بضغطها او تبريدها ويتم ذلك بثمن • ومن ثم ، فان كلف تخزينها وتداولها ونقلها تكون عالية بالنسبة لقيمتها • ومن المجدى اقتصاديا استهلاكها حيث تنتج ، وبالقرب من مكان انتاجها وتتعرّز ميزة هذه الاسواق المحلية ذات العيارات الصغيرة ، عندما تنتج الغازات من الكتلة الحيوية ، كالخشب ورواسب الحيوانات التي تمتلك كلف نقل عالية بالنسبة لقيمة الوحدة، ومثل هذه الغازات تناسب تطبيقات صغيرة لامركزية بشكل خاص • غير أن العيار الكبير يصعب كثيرا تجنبه لدى انتاج الغاز الطبيعى بسبب الاستثمار المطلوب ، وعندها يصبح ضروريا تطويع

سوق كبيرة كفاية له ، ولبذل استثمار مناسب في نقله وفي شبكة توزيعه .

الغاز الطبيعي

تعرضنا في الفصل السابق للنظرية القائلة بأن الفحم الهيدروجينية تتشكل عميقاً في الأرض وتهاجر نحو السطح من خلال تكسرات القشرة الأرضية . وسيكون لهذه النظرية أثر أكبر على رؤيتنا لاحتياطي الغاز الطبيعي مما لدينا عن النفط ، وفي هذه الحالة سيكون معظم الفحم الهيدروجينية على شكل ميثان ، وهو مصدر تملك احتياطياته قدراً يفوق بكثير ما تقترحه التقديرات الراهنة . وستؤثر هذه النظرية أيضاً في توقعاتنا حول موقع هذه الاحتياطيات : فهي ستقع عند أعماق أكبر من توضعات الغاز التي جرى استطلاعها بشكل واسع حتى الآن . فلو وجدت مثلاً تلك التوقعات الغازية الكبيرة في أعماق الأرض ، ستكون كلف استغلالها أكبر ، ولكنها ستستمر امدادات الغاز لفترة أطول مستقبلاً . ويمكن مفتاح تأكيد وجود مثل تلك المصادر المحتملة في علمي الجيوفيزياء والجيوكيمياء . وسواء أسهمت البلدان النامية في البحث المنشود أم لا ، فمن مصلحةها الأكيدة مراقبة تقدم هذا البحث .

لانتفق نظرية الغاز الأرضي العميق مع جيولوجيا النفط التقليدية التي تعزو نشأة النفط والغاز لنباتات وحيوانات مجهرية مدفونة (North 1982) . غير أن جيولوجيا النفط تقبل باحتمال تشكل الغاز في الصخور الاندفاعية . كما عرف أيضاً أن شروط تشكيل الغاز تكون أوسع : ففي الوقت الذي تغدر به المادة العضوية على تشكيل الغاز عندما تدفن مدة طويلة كفاية ولدى أعماق كافية ، فإن المقدرة على تشكيل النفط تتغير بين مختلف أنماط المواد العضوية (Tissot and Welte 1984) . وهكذا ، يمكن العثور على الغاز بكميات أكبر وعبر تنوع أكبر من التشكيلات الجيولوجية مما يحدث مع النفط . ومن ثم ، فإن البلدان النامية تملك فرصة أفضل للعثور على الغاز مما لديها على النفط وسطياً – ولو أن الفرص ستتغير مع التشكيلات الجيولوجية بالطبع .

ومتى تم العثور على المصادر ، يجب اتخاذ قرار يحدد كيف ومتى وبأى معدل يجب وقفه استغلال هذه المصادر . وغالباً ما يتطلب هذا القرار قدراً كبيراً من المعلومات والتحليل ، ذلك نظراً لأن اقتصاديات

الغاز تكون عموماً أقل مناسبة وتحمل ارتياباً أكثر من وضعها في حال النفط . ومرد ذلك ، أن معظم البلدان النامية قام ببناء شبكة توزيع نفطية ، ومع أنها ليست شاملة فهي تزود السوق الرئيسة . ومتى اكتشف الغاز ، فلا بد من إقامة شبكة لتوزيعه ، وهذا يتطلب كثافة رأسمالية أكبر من التي يتطلبها توزيع النفط ، ذلك لأن تخزين الغاز وتداوله ووسائل نقله تكون أكثر كلفة من جهة ، ولأن كثافة الغاز/الطاقة منخفضة من جهة أخرى . وان تم مد شبكة الغاز ، توجب تحديد سوق كافية له لدى نهاية تلك الشبكة تكون قادرة على استعمال نتاجها . ويمكن توسيع السوق بإيصال الشبكة لمستهلكين جدد ، ولخفض كلف النقل الرأسمالية يجب البدء بعدد صغير من مستخدمي الغاز الكبار . ومتى تم ارساء الشبكة ، ارتبط امداد الغاز بالمشتريين له لفترة طويلة ، وان كان الاستثمار في انتاج الغاز لغرض ابداء عطاء معقول في ذلك الوقت ، فان الأساس الذي سيقوم تحديد السعر عليه يجب تحديده مسبقاً . وأخيراً ، ثمة بدائل عديدة للغاز في العديد من الاستخدامات ، وتكون اقتصادياته حساسة لأسعارها النسبية . ومن ثم ، تتضافر المتطلبات الرأسمالية العالية ، والكثافة الرأسمالية ، والعدد الصغير من المشتريين ، ووجود البدائل ، معا في جعل التخطيط المسبق هام جداً في صناعة الغاز ، وتقود الخطط الى توليد دواعي البحث . هذا وتقع متطلبات البحث في خمسة مجالات مترابطة هي :

— ادارة المكنم واستغلاله وهذا يتضمن توفيراً لسياسة المصدر الوطنية مع الجوانب التقنية لادارة المكنم .

— السوق ويحتاج الى توفر معلومات تخص المشتريين الهامين الكبار ، والمقادير التي يمكن ان يشتروها ، والسعر الذي يقدرون على دفعه . ويعتمد السعر بدوره على أسعار البدائل المتاحة للمشتريين . وسوف لا يقلل الارتياح في هذه العوامل من ضرورة الوصول الى أفضل التقديرات الممكنة (Julius 1985) .

— عيار الانتاج وكلفه كالكهرباء ، يتطلب الغاز تخطيطاً تقنياً مفصلاً . ويتطلب ذلك تعقيداً أكبر بسبب الارتياحات التي تبديها الجيولوجيا والاسواق .

— الاستثمار والتمويل تتطلب الصفقة المالية اخراجاً محكماً نظراً للاستثمارات الكبيرة المتضمنة . وان تعتمد وفرة التمويل على عائد الاستثمار وعلى موثوقيته ، فان تحليل السوق يشكل مدخلاً

هاما في القرارات التمويلية (De Vallée 1985) •

- الترتيبات الاقتصادية - القانونية - وحيث
ينتظم الباعة والمشتريين والممولين في علاقات بعيدة الأجل من أجل
المشاريع الغازية ، تكون صياغة الاتفاقات بينهم معقدة وتتطلب تنسيقا
وهنا تكمن فرص عقبرية (Colitti 1985) •

وهكذا ، قبل اتخاذ المبادرة بالاستثمار ، فان استغلال الغاز
يتطلب تحليلا لمداخل بحثية هامة • والكثير من تلك المداخل أساسية
لتبرير جدوى مشاريع الغاز ، لذا فان نوعية تلك المداخل تفعل فعلها
في اداء ذلك التبرير ، والذي يشكل بحد ذاته عملا مخاطر عموما وحساس
امام المنافسة • ومتى تم البدء بانتاج الغاز واستخدامه ، يكون من السهل
عندها نشره لاستخدامات ومستهلكين جدد ، ومن ثم فان نوعية البحث تبقى
هامة جدا لدى فترة الاستغلال الاولى التي يجد العديد من البلدان النامية
انفسهم فيها •

وتشكل عملية احلال الغاز محل النفط في الاستخدامات الآلية
والمنزلية مسألة بالغة الأهمية في البلدان التي تملك الغاز ويصعب عليها
امر استيراد النفط ، اضافة الى أنه ليس من السهل تطبيق الغاز في مثل
هذه الاحوال • فالبرويان والبوتان ، اللذين يملكان نقطتي غليان مرتفعتين ،
يعبان في قوارير كي تستخدم على نطاق صغير كوقود للسيارات والطبخ •
غير أن نسبتها في الغاز الطبيعي منخفضة ، بينما يشكل الميثان المكون
الجزء الأهم فيه ، انما يملك نقطة غليان منخفضة لا يمكن معها تسيلته
اقتصاديا الا على نطاق ناقلات بحرية كبيرة الحجم تنقله لمسافات بعيدة •

وفي حال عجز تسيل الميثان ، يفضل ضغطه • وعند
اخضاعه ل ١٦،٥٥ ميغا باسكال (وهذا يتطلب حاويات قوية وثقيلة) ،
فانه سيقوم بامداد الآلية المستخدم فيها بثلاث المدى الذي يعطيه النفط •
ويتطلب استخدام الغاز المضغوط في النقل مزيدا من محطات التعبئة ، ومن
ثم شبكة كثيفة من خطوط النقل • وهكذا ، يتطلب استخدام الغاز في
المنازل والآليات استثمارا ضخما في التوزيع الامر الذي يزيد من كلفة الغاز •
ونادرا ما يمكن تبرير استغلال الغاز في مناطق جديدة اذا كان استخدامه
الرئيس سيرتكز على هذين الاستخدامين ، خصوصا في البلدان النامية حيث
يحد الدخل المنخفض من الطلب عليه • غير أنه عندما يتم توطيد انتاج
وتوزيع الغاز يصبح التوسع في استخدامه في الآليات ومنازل المدن اقتصاديا •

ويصبح الاستثمار في التوزيع أقل اذا حوّل الى وقود سائل
أى الى ميثانول او وقود السيارات من الميثانول ، كما ناقشنا ذلك في الفصل
السابق . وهذا النهج يبدو واعدا اكثر بالنسبة للبلدان النامية الراغبة فى
استخدام الغاز للآليات .

الغاز الحيوى

تشكل عملية تصنيع الغاز الحيوى طريقة متعددة الجوانب يتم
فيها تحويل الكتلة الحيوية منخفضة النوعية الى وقود منخفض المحتوى الحرارى .
وقد كانت هذه الطريقة موضع تجريب جاد في البلدان النامية
(Brown and Tata 1984) . وتشكل هذه العملية ايضا احدي
تقنيات الطاقة المتجددة الشائعة اليوم في البلدان النامية (عدا تقنيات
الوقود الحيوى والكهرمائي) . ورغم أن عدد منشآت الغاز الحيوى في العالم
يمكن عدها بالملايين ، فلم يجر سوى بحث محدود حول كيفية عملها .
وتتوفر ملاحظات متفرقة حول نسبة المنشآت العاطلة ، وملاحظات أكثر
حول تسرب الغاز ، وانطباع عام مع تغير كبير حول انتاجية منشآت الغاز .
ويمكن أن يقود الفحص الاحصائي للمنشآت القائمة الى معلومات أكثر وثوقا
حول نواقص عملها ، الامر الذى قد يؤدى الى تحسينات ادارتها .

ولم يتم تبنى تصنيع الغاز الحيوى على نطاق شامل الا فى
الصين والهند . وفى كلى البلدين ، توجد تراكيز جغرافية فى مناطق يتوفر
فيها عدد كبير من الحيوانات موضع التربية الزربية — الخنازير فى الصين
والماشية فى الهند . ومع وجود توطن كبير للمواشى فى اجزاء اخرى من
الهند وشمال أفريقيا ، وغربى آسيا ، فانه غير كاف لتصنيع الغاز الحيوى ،
ولكنه بتحقيق تربية زربية لهذه التوطنات يمكن تنفيذ عملية التصنيع . على
أى حال ، ان استحالة التصنيع تعود جزئيا الى كثافة العمل الكبيرة
المطلوبة لجمع الروث من الحيوانات الرعوية . غير أن الأهم من ذلك هو
ان الحيوانات الرعوية تصرف طاقة كبيرة جدا فى رعيها لدرجة أن انتاجها
من الروث بنفس كمية العلف هي اقل بكثير مما تنتجه الحيوانات الزربية .
وبهذا الوضع ، يبدو أن انتشار تصنيع الغاز الحيوى يبقى بانتظار تغيير
ممارسات اكلان الحيوانات . وتتطلب الصلة بين تصنيع الغاز الحيوى والانظمة
الزراعية الى بحث يوضح معالمها .

وتقترح الصلة بين الغاز الحيوى والعمل الزريبي أن يتم انتاج الغاز بشكل ثانوى في مؤسسات انتاج الالبان . وقد تم اقامة منشآت للغاز الحيوى في مؤسسات انتاج الالبان في البلدان الصناعية والهند ، والقيد الذى يَسِمُ هذه المنشآت يكمن في مستوى الطلب على الغاز الحيوى . اما احتمالات توليد الغاز الحيوى في مؤسسات الالبان ضمن البلدان النامية فتتطلب تحريا ، خصوصا حول امكانية استغلال اقتصاديات العيار لمصانع الغاز الحيوى .

واضافة الى كلف جمع الروث ، تبقى الكلف الرئيسة لتصنيع الغاز الحيوى مركزة في الكلف الرأسمالية للهاضم ، وقد توجه البحث الى خفضها في اتجاهين : بتخفيض كلف الانشاء والتصنيع (Stuckey 1983) وذلك من خلال توفير التصميم الأفضل (Subramanian et al. 1980) ، وتسريع انتاج الفضلات وزيادة عطاء الغاز (Advisory Committee on Tech. Inn. 1977) . وقد شاعت محاولات تخفيض كلف التصنيع في البلدان النامية ، حيث تضمن اغلبها تغييرا في التصميم او المواد . أما في البلدان الصناعية ، فان انتاج الغاز الحيوى يأتي ثانويا ، ويستخدم تصنيع الغاز الحيوى عموما لتخفيض حيوية الفضلات الزراعية والصناعية وتصريفها بشكل أقل أذى . ومن ثم ، تركز الاهتمام في تلك البلدان على تعظيم عطاء الفضلات وتسريع التفاعلات (Klass 1982) .

وثمة بحث جرى مؤخرا ، قاد الى صنع تقدم مميز في تحديد المكونات الحيوية المستخدمة في تصنيع الغاز الحيوى ، وبيان دورها ، وشروط نموها ، وفي تعميق فهم العملية الجارية في تصنيع الغاز الحيوى . وقد اقترح هذا البحث سبيلين يمكن من خلالهما زيادة انتاج الغاز الحيوى :

— تقنيات التثبيت الخلوى ، التى تمكن من ملاحظة وتسريع نشاط العضويات المجهرية ، وانماء المجهرات الحيوية خارجا ، وادخالها الى الهاضم .

— لا تتطلب عملية التحليل الهدرجي الاولى شروطا في عملية التفسخ العضوى الداخلى ، ويمكن اجراءها في الظروف الخارجية المحيطة . ويشير هذا النهج الى طريقة من مرحلتين : يتم في الاولى تحقيق عملية التحميض في مفاعل مستقل ، ومن ثم تنقل المواد الناتجة الى مفاعل ثان لاجراء التحليل العضوى الداخلى . هذا وقد اجريت تجارب تصنيع كذلك على لقيم تخمير يحوى قليلا من المواد الصلبة ، وتبقى أمر

تأكيد رسوخ الطريقة هذه بأنماط القائم السائدة في البلدان النامية، وبخاصة تلك التي تحمل محتويات صلبة أكثر . كما يتوجب التأكد من أن طريقة المرحلتين ستقود الى رفع الانتاجية بشكل كاف يبرر الاستثمار في مفاعل آخر .

وهكذا ، تبدو عملية تصنيع الغاز الحيوى المغلقة تقنية واعدة في اتجاهين : في اتجاه تثبيت الخلية ، وفي صنع الغاز ذى المرحلتين .

غاز المُنْتِج

غاز المُنْتِج هو مزيج منخفض المحتوى الحرارى مكون من اول اوكسيد الفحم والميثان وغازات اخرى غير قابلة للاحتراق (الآزوت، وثاني اوكسيد الفحم بشكل رئيس) ، وعندما ينتج من الكتلة الحيوية فانه يحتوى ايضا على قدر مميز من الهيدروجين . وينتج مباشرة حيثما يجرى حرق لوقود فحמי مع قدر غير كاف من الاوكسجين . وقد تقصى كاوب وغـوس (١٩٨٤) تاريخ معرفة غاز المنتج الى عام ١٦٦٩ وظهور أول رخصة لتصنيعه لسنة ١٧٨٨ . وحينها تم انتاجه على نطاق واسع من الفحم الحجرى واستخدم في اناة الشوارع والاناة المنزلية وفي الطبخ ضمن البلدان الصناعية خلال القرن التاسع عشر . وفي اواخر هذا القرن ، تم تسجيل العديد من الاختراعات لتصميم وحدات صغيرة من غاز المنتج من أجل الاستخدامات المتحركة والمنفردة . وتم اختراع محرك اوتو مبدئيا كي يستخدم غاز المنتج لاغراض طاقة التحويل الميكانيكية . وانتشرت تطبيقات غاز المنتج للبلدان النامية ، وبخاصة لمستعمرات بريطانيا وفرنسا . ومنذ سبعينيات القرن الماضي وماتلاها ، خسر غاز المنتج سوقا أخرى . ففي مجال الانارة ، استبدل بالكهرباء ، وفي المحركات الصغيرة بالنفط ، وفي المجال المنزلي ، فشل غاز المنتج في حيازة أسواق جديدة وذلك عندما أصبح الكاز متاحا بشكل رخيص . ولكن استخدامه استمر محليا في البلدان الغنية بالفحم الحجرى ، حيث تم ارساء شبكة أنابيب لتوزيعه . وفي هذا الاستخدام أيضا ، قام الغاز الطبيعى بأخذ مكانه في الولايات المتحدة الامريكية منذ الثلاثينات ، وفي اوروبا الغربية خلال الستينات . ولايستخدم اليوم على نطاق كبير الا في افران فحم الكوك ، وافران منشآت الفولاذ .

وقد اجتذبت استبدالية غاز المنتج لمصادر الوقود الاخرى ، مع بساطة تقنية انتاجه ، الاهتمام به حيثما أصبحت مصادر الوقود الاخرى

نادرة او عالية الثمن . وخلال الحرب العالمية الثانية ، قامت الأفطار التي أصابها حظر الحلفاء — خصوصا فرنسا والمانيا واليابان والسويد — بتحويل لآليات الطرق لتعمل بشكل واسع على غاز المنتج (NRC 1983b) . وفي أعقاب زيادة أسعار

النفط عام ١٩٧٣ ، قفز عدد كبير من المنتجين الصغار الى السطح في البرازيل واندوا مصنعات الغاز الحارقة للفحم الحجري كي تمد بدورها الآليات والمضخات والمولدات ، الخ ، وذلك بعد عام ١٩٧٨ . وفي الفلبين ، قامت مؤسسة حكومية ببيع محولات غاز المنتج لاستخدامها في المضخات والآليات (Scharmer et al. 1984) .

وتبين التجربة أن غاز المنتج حساس أمام التنافس ، فالاستثمار في البحث حول ذلك يتطلب تحديدا للأسواق الواعدة والمضمونة نسبيا .

على أى حال ، لا يمكن أن يكون غاز المنتج أرخص من لقائه (عدا المنتج إجباريا كنتاج ثانوى كما هو الحال في افران الكوك والافران الهوائية العاصفة) ، لذا لا يمكنه منافستها حيث تستخدم مباشرة . والوضعين اللذين لا يمكن لغاز المنتج أن يستخدم فيهما هما التطبيقات المباشرة المؤدية الى تلويث المنتج (مثلا ، في السيراميك وصنع الزجاج) وفي محركات الاحتراق الداخلي . وفي هذين الاستخدامين ، تعتمد تنافسية غاز المنتج وبشكل جزئي على الكلف المنبثقة عن الوقود اللقيم ، مثل الفحم الحجري والليغنات ، او الخشب ، او الفحم ، او الكتلة الحيوية .

وسيبقى غاز المنتج منضويا في اطار البلدان الغنية بالفحم الحجري ، و سينال اعتباره عند بلوغ النفط حال الندرة او يصبح باهظ الثمن . وبعد ارتفاع اسعار النفط في عام ١٩٧٣ ، توجه البحث والتطوير في كل من المانيا الاتحادية والولايات المتحدة الامريكية نحو امكانية استخدام غاز المنتج كلقيم للميثانول ، وبديل لوقود السيارات (Scharmer et al. 1984) . وقد كان الفحم الحجري

والليغنات مصادر الوقود الاولى ، ولكن البحث عن اسواق جديدة لغاز المنتج في البلدان النامية ، أدى الى تجريب مصادر طاقة اخرى ، مثل الحطب ، والخث ، وثفل قصب السكر (Baudequin et al. 1984) و (Bellin et al. 1985) . وفي هذا الاستخدام ، يتنافس غاز المنتج مع الغاز الطبيعي ، وتنافس الميثانول مع مصادر الوقود السائلة الناتجة عن الفحم الحجري والغاز . وعلى ضوء تطلعات امداد الغاز

الطبيعي العالمية المناسبة بعيدة المدى ، لا يستحق هذا الخط من البحث الا في البلدان الغنية بالفحم الحجري التي تتوقع مشاكل حادة متلاحقة في ميزان مدفوعاتها . أما منتجات الغاز الصغيرة او النقالة العاملة على الكتلة الحيوية التي كانت موضع بحث في البلدان النامية ومن أجلها فقد بقيت ذات أهمية محدودة .

وتختلف مصادر الوقود الحيوية عن بعضها بسبب تغير كلفتها المحلية الكبير . فهي منخفضة بشكل خاص حيث تكون الكتلة الحيوية نتاجا ثانويا ، في مطاحن الارز مثلا ، وفي مناشر الخشب ، وفي عصارات ومصانع السكر ، وهنا يمكن ايجاد سوق لاستخدام الكتلة الحيوية في انتاج الطاقة التحويلية الميكانيكية ، وسواء آكان ذلك منافسا ام لا ، فان هذا الاستخدام تابع لوفرة الكهرباء وكلفتها . وفي حالات اخرى ، تعتمد امكانية تنافسه على وجود وقود موحد ورخيص ، كالخشب او الفحم . ومع أن الخشب هو وقود رئيس في العديد من البلدان النامية، وأن الفحم هام في بعضها ، فيجب أن يتوفرا بكلف منخفضة وبكميات كبيرة قبل أن يصير غاز المنتج اقتصاديا . لهذا ، فان البحث حول الكتلة الحيوية في هذه البلدان ، يجب أن يحظى بالافضلية وبخاصة حول انتاج الخشب .

وتتغير كلف التجهيزات بشكل كبير، ومادامت صغيرة العيار هندسيا ، فانها ستكون كثيفة العمالة، ويمكن أن تكون أدنى كلفة فـي البلدان النامية . وأحد أسباب انتشار غاز المنتج في البرازيل هو وجود الامكانية الهندسية التي قادت الى انتشار المصنعين . وحيثما وجدت تلك الامكانية ، فان الكلفة ستعتمد على حجم الانتاج وعلى نماذج التوزيع . ففي البلدان التي يثبث الانتاج الوطني وجوده، فسوف تساعد نظم الانتاج على خفض الكلفة وجعله اكثر موثوقية . وفي تلك المرحلة ، لابد من الاشارة الى ضرورة اجراء بحث حول منتجات الغاز قيد الاستخدام ، كذلك حول تصميم منتج الغاز . ولقد كان حجم البحث الذي اجري في البلدان الصناعية حول التصاميم ، ايام كان غاز المنتج سائداً ، (Kaup and Goss 1984) كما اجريت ابحاث كثيرة خلال

السنوات الاثنى عشرة الماضية (Mahin 1984) . وسيتوفر قدر كبير من المصادر في حال الافادة من التجربة المجتناة من هذه البحوث . فالبحث حول التصاميم يتطلب تطبيقا هندسيا وتبنايا مناسباً للاستخدامات المحلية ، وللوقود والعيارات ، اكثر من بلوغ ابتكارات جديدة . وبعد نظم

انتشار التصاميم ، فان المُنتَجُ يجـبـب أن يحظى بهذا النظم بشكل شامل . ويجب نظم اجهزة الانتاج لتقليل عيوب الانتاج ، وتشكل هذه العملية موضوع بحث آخر .

ولاتكون كلف عمالة تشغيل مولد الغاز عالية بالضرورة ، ففي وضع الآليات المشغلة بيد أصحابها ، تكون هذه الكلف نظرية فقط . غير أن مولدات الغاز يمكن أن يسوء عملها بعدة طرق : فبعضها معقد ، والبعض الآخر خطر (Foley and Barnard 1982) . ويمكن للتصميم الجيد أن يخفض من حساسيتها للمشاكل . وحتى في مولدات الغاز ذات التصميم الافضل ، يُتطلبُ من المشغل أن يقوم بصيانتها من وقت لآخر ، وقصر عملها على الامر الذي صممت من اجله . ويمكن أن يحقق تدريب المشغلين فرقا كبيرا ، فحتى لو كانت العمالة رخيصة ، فان المهارة والحرص لا يكونا كذلك . ومن ثم ، فان امر غياب المهارة يبقى أمرا بحثيا رئيسا في موضوع التصاميم .

الهيدروجين

تعود معرفة الهيدروجين الى باراسيلوس ، الذي حصل عليه من تفاعل الحديد مع حمض الكبريت ، ووطد امكانية حرقه (Aureille 1984) . وفي عالمنا الحديث ، يشكل الهيدروجين وسيطا كيميائيا يستخدم في صنع الامونيا لانتاج الاسمدة الآزوتية ، وفي هدرجة النفط ، وفي تصنيع الميثانول .

وقد اجتذب الهيدروجين اهتماما واسعا بعد ارتفاع أسعار النفط عند بواكير السبعينات ، لعدة أسباب هي : اولا ، امكان استخدامه مباشرة كوقود في المحركات ، ومن ثم فهو قادر على استبدال المنتجات النفطية في الآليات دون تقديم اية تجهيزات معقدة مسبقة . ثانيا ، يمكن انتاجه من الماء ، وهو مصدره الرئيس الاساسي ، وبذلك يمكن تدويره دون حدود . واخيرا ، لايؤدى حرقه الى اى تلويث ، ويجنب البيئة اية آثار ملوثة كالتي تصدر عن حرق مصادر الوقود الحفري . ويولد حرق الهيدروجين في الهواء اكاسيد آزوتية ، وليست كبريتية ، كما لايولد ثاني اوكسيد الفحم ، وهي جميعا ذات آثار مقلقة حول حرارة عالمنا الارضي .

وكون الهيدروجين ينتجُ بكميات كبيرة للاستخدامات الكيميائية ،

يجعل منه متاحا للتجارب • وتميزه على الوقود الحفري ، من زاوية بيئية ، تجعله ايضا هاما لصناعة الطاقة الكهربائية ، كما أن امكانية استخدامه كوقود محركات تجعله موضوع اهتمام صناعة النقل التي تواجه ارتفاعا مطردا في تكاليف الانتاج • أضف الى ذلك ، أن الهيدروجين قد استخدم كفاعل في منشآت مدخرات الطاقة الكهربائية القلوية المحمولة على سفن الفضاء الامريكية والفرنسية (Doniat and Rouget 1984; Srinivasan 1984) • ومن ثم ، فإن امكانيات المستخدمين الكبار للهيدروجين ذوى المقدرة العاليه للبحث والتطوير ، قد جعلت طاقة الهيدروجين احدى مجالات البحث الطاقى الاكثر انتشارا خلال العقد الماضي • وقد أثارت الاهتمام في البرازيل والصين والهند ضمن البلدان النامية (Campos 1984 ; Li et al. 1984) و (Nema et al. 1984; Mattos 1985) •

على أى حال ، يبدو شمة اتفاق واسع بين دارسي مسألــة عدم تنافسية الهيدروجين مع مصادر الوقود البديلة خلال عقود قليلة مقبلة • ولعل أرخص طريقة لانتاج الهيدروجين اليوم هي طريقة الاصلاح البخارى للفحوم الهيدروجينية ، واكثر تلك المصادر شيوعا هو الغاز الطبيعى (الميثان والبروبان) ، وغازات المصافي النفطية ، والناقتا ، ولارب في أن الهيدروجين المنتج بهذه الطريقة سيكون اكثر كلفة من الفحوم الهيدروجينية المصنع منها • ومن ثم ، فهو غير قادر اليوم على التنافس مع مصادر الوقود النفطية السائلة • وعندما تصبح هذه المصادر باهظة الثمن ، فإن الهيدروجين المنتج بالاصلاح البخارى لن يتمكن البتة من التنافس مع الغاز الطبيعى ، الذى يمكن استخدامه بنفس سهولة الهيدروجين في المحركات ، وهو أرخص نقلا ، لأن للميثان - مكونه الرئيس - طاقة تعادل ثلاثة اضعاف طاقة الهيدروجين - الغازى لكل وحدة حجم (Gelin and Petit 1980; Fein 1982;) و (1985) • وحتى اليوم ، يمتاز الهيدروجين على الكهراء في الولايات المتحدة الامريكية برخصه ، ولكنه غير قادر على حيازة أى سوق من اسواق الكهراء بسبب الكفاءة الأخفض لدى المستخدم النهائى والصعوبة الكبرى في نقله (Gaines and Wolsky 1984) •

وهكذا ، فانه ليس من المحتمل أن يبرز الهيدروجين كوقود منافس طالما بقي النفط او الغاز الشكل السائد للطاقة - عدا ربما فـي الاسواق الصغيرة مثل صنع الفولاد • وعندما تزيد كلف النفط والغاز ، يحتمل أن تستبدل بالفحم الحجرى ، الذى يمكن أن يصنع منه عدد من مصادر

الوقود السائلة والغازية (ومن بينها الهيدروجين) • ومن بين تلك المصادر يكون النفط الصنعي والميثانول أكثر ملائمة كوقود للنقل ، فكونهما سائليْن يملكان كثافة طاقة عالية ، سيكونا جدلا أرخص في الخزن والنقل ، وتشير حسابات الكلفة الى أنهما سيكونا أرخص كذلك •

ومن ثم ، لا يمكن للهيدروجين أن يبرز كوقود منافس حتى ترتفع كلفة استخلاص الفحم الحجري بشكل كبير ، وانطلاقا من واقع احتياطات الفحم الحجري الكبرى في العالم ، فان ذلك لن يحدث قبل قرون • غير أنه يمكن تحسين تنافسية الهيدروجين كثيرا اذا ما أدت علائم فساد البيئة في البلدان الصناعية الى تقييد استهلاك الوقود الحفري • وكما سنرى في الفصل الثاني عشر ، هناك اختلاف كبير حول امكانية حدوث ذلك وموعده ، وثمة تغاير في وجهات النظر حول القدر المحتمل لتشوّه البيئة • ومع ذلك ، فانه لو تحرك الرأى العام ضد مصادر الوقود الحفريّة بالقوة التي حدثت ازاء الطاقة النووية خلال السبعينات في البلدان الصناعية فان منظور الهيدروجين كوقود بديل سوف يتحسن عند حدوث ذلك •

ومتى حدث هذا التحسن ، فلن ينتج الهيدروجين من الوقود الحفري ، حتى لو كانت كلف الانتاج منخفضة ، ذلك لأن انتاج الهيدروجين من هذا المصدر سيكون مرفوضا بيئيا ، كما هو الحال بالنسبة للاستخدامات الحرقية للوقود الحفري • ولهذا وجب انتاجه من الماء ، غير أن كل الطرق المستخدمة لذلك تتطلب مقادير كبيرة من الطاقة (Ohta et al. 1985) و (Bockris et al. 1985) • ومن ثم ، كي يكون الهيدروجين منافسا ، نحتاج الى مصدر طاقي متوفر ورخيص • وفي هذا الصدد تم اقتراح ثلاثة منها : الطاقة النووية ، والكهرباء الفائضة عن الذروة، والطاقة الشمسية •

نظريا ، يمكن انتاج الطاقة النووية بشكل وفير ، خصوصا اذا سوقت المفاعلات النووية المتولدة تجاريا • وازافة الى انتاجها الكهربائي ، فان هذه المفاعلات تنتج حرارة كبيرة ضائعة يمكن استخدامها لزيادة كفاءة التحليل الكهربائي • وان جرى انتاج الطاقة الكهربائية بالفحم الحجري ، لاسباب بيئية دون التوليد الكهرونووي ، فان الطاقة الكهربائية ستكون المصدر الرئيس لانتاج الهيدروجين دون ريب •

وان جرى استخدام الطاقة النووية او الكهربائية لانتاج الهيدروجين ، فان التساؤل حول استخداماته يصبح أمرا هاما • وفي هذا

الصدد تم اقتراح استخدامين هما :

— الهيدروجين حامل للطاقة ويمكن انتاجه خارج وقست

الذروة • ويمكن انتاجه كذلك في المناطق التي يبدو فيها ثمة طلب زائد على الكهرباء • والكهرباء المولدة بالهيدروجين ستكون حتما أعلى من الكهرباء التي ولدت الهيدروجين بالاصل ، وذلك بسبب خسائر التحويل وكلف الانتاج ، وسواء أبقى هذا الانتاج اقتصاديا ام لا فانه سيعتمد على الفرق بين كلفة الكهرباء لدى الذروة او خارجها • ومع أن البحث التقني — الاقتصادي حول هذه المسألة لم يزل ضئيلا ، فانه يشير الى مايلي : لاشك في أن بناء امكانية زائدة في التوليد الكهربائي والمكمنّي ستكون اخص من انتاج الهيدروجين ، ويصبح للهيدروجين معنى اقتصادي حين يستخدم مباشرة ، وان كانت امكانية التوليد الزائدة اكثر غلاء او حين تلغى ، فسوف يصبح تخزين الهيدروجين اخص من تقنيات التخزين البديلة ، بل يكون افضل تخزين طاقي على المدى البعيد ذلك الذي يتم من موسم لآخر مثلا (اما التخزين قصير المدى وفي اطار يوم او اسبوع ، فيكون اخص عبر المدخرات او التخزين بالضخ) ، (Carpetis 1984; Fein 1985) • ومع ذلك ، فثمة عدد من البدائل والوسطاء يدخل في تلك الحسابات ، ومن الضروري اجراء بحث مكثّي للامر لدى اختبار جدوى تخزين الهيدروجين •

ويمكن أن يكون نقل الهيدروجين اخص من نقل الكهرباء التي توازيه ، ولكن اقتصادياته ستعتمد الى حد بعيد على المسافة التي سينقل عبرها ، وعلى استخدام الهيدروجين مباشرة لدى وصوله • وستحدد كلفة البدائل الوقودية لدى سوق المستخدم له ايضا تنافسية نقل الهيدروجين والكهرباء • وهنا ، كما هو الحال في التخزين ، تقود التحريكات المكانية الخاصة الى تحديد جدوى نقل الهيدروجين • ولاجدال فـ في أن البلدان التي يجب أن تجرى مثل هذه التحريات ستكون البلاد المالكة لمصادر الطاقة الكهرومائية الوفيرة في المواقع النائية مثل البرازيل وكندا والصين •

— الهيدروجين وقود نقل وان اصبحت الكهرباء

والهيدروجين المنتج بها مصادر طاقة رئيسة ، فمن المحتمل أن يقوم الهيدروجين باكتساح جزء من السوق الخاصة بطاقة النقل ، ولو كان أعلى من الكهرباء بدلالة الطاقة المسوقة • ومرد ذلك ، أنه اذا دام

النقل بالمركبات الخاصة على وفرته الحالية في البلدان الصناعية ، وفي العديد من البلدان النامية ، حتى عصر الكهرباء — الهيدروجين ، فان الكهرباء لن تنقل لها بخطوط النقل السائدة اليوم في القاطرات الكهربائية، بل يجب خزنها في مدخرات على ظهر المركبات . الا أن المدخرات ثقيلة وتؤدي الى هدر الطاقة . ويمكن تقليل هذا الهدر ، وليس ازالته ، عبر الشحن المتواتر للمركبات . وسوف لايؤدي هذا الى أية مشاكل تذكر في مدينة ذات شبكة كهربائية متطورة ، ان يكفي ايجاد عدد كبير من المقابس الكهربائية في مواقف السيارات . غير أن شحن المدخرات يأخذ وقتا طويلا ، لذلك يبدو شمة حد أعلى لامكانية تحرك الآليات بكل شحنة . وفي الاستخدامات التي لا تقبل فيها تلك الحدود، سيكون الهيدروجين هو الوقود المقبول الوحيد . ومن بين الآليات التي لا تقبل فيها تلك الحدود ، الحافلات والشاحنات المتحركة بين المدن، والسفن والطائرات . ومن ثم ، فان سوق النقل (عدا نقل السكك الحديدية) ستقسم بين آليات صغيرة نسبيا وقصيرة المدى يتم تزويدها بالكهرباء ، واليات كبيرة ذات مدى طويل وتزود بالهيدروجين .

ويشكل البحث في مجال طاقة الهيدروجين نشاطا مميزا ومثيرا، ولا يمكننا في هذه المرحلة تضيق مسارات البحث كي نصل الى رؤى واحدة . وكما بينا سابقا ، اذا كان على الهيدروجين انتظار عقود عديدة كي يكتسب اسواق مهمة ، فليس شمة داع للاسراع في بحوث الهيدروجين ، وان كانت تلك البحوث هامة بالنسبة لبعض البلدان التي تملك مواقع كهرومائية ، والفقيرة بمصادر الوقود الحفري ، وذات متاعب في موازين مدفوعاتها . غير أن جاذبية الهيدروجين تبقى مرتبطة على نحو وثيق بالجوانب السلبية لمصادر الوقود الحفري . وان قاد أثر البيت الأخضر ، والمطر الحامضي ، الى رؤى واضحة لخطارهما ، فسوف يتحسن بالمقابل وضع الهيدروجين كمصدر واعد ونظيف دون ريب .

مصادر الوقود الصلبة

تعمل محركات الاحتراق الداخلي ، التي تحرك معظم الآليات في العالم ، على مشتقات النفط الخفيفة ، والطلب على هذه المشتقات من قبل النقل يحدد بشكل كبير أمر انتاج النفط . ومشتقات النفط الباقية الأثقل ، ويمثلها زيت الوقود بشكل رئيس ، هي التي تتنافس مع الفحم الحجري . لذا فان الطلب على الفحم الحجري في الدول الصناعية يبقى محدودا بالانتاج النفطي ، وبشكل غير مباشر باستخدام المشتقات النفطية في النقل . ولقد حدث ارتفاع سعر النفط من الطلب على النقل ووسع سوق الفحم الحجري . غير أن هذا بدوره لم يزل حساسا للنفط وسيبقى كذلك في المستقبل المنظور .

ويأتي معظم انتاج الفحم الحجري في البلاد النامية من الصين والهند ، وسوف تغيد بلدان نامية أخرى من استكشاف مكثف له . وحيث يتم انتاج الفحم الحجري ، تتجم تحسينات له عبر تكييف التقنية وفقا للظروف المحلية . ومن ثم يحتاج منتجو الفحم الحجري أن يكونوا مشترين عليمين اولا بالاجهزة ، ثم بالابتكارات الملائمة المطلوبة .

وتعتبر صناعات الفحم الحجري تحت الأرض صناعات كثيفة العمالة في كل من الصين والهند . وقد أثار تحويل تلك الصناعات الى التقنية الآلية مشاكل خاصة بالموقع تستدعي تعلم مستخدميها ، ووجود تفاعل مع مصنعي الآلات ، اضافة الى التعلم من تجارب المستخدمين الآخرين . وتتطلب التقنية الجديدة بنية ادارية جديدة ، وتحولا يمكن ان يقوم البحث كثيرا بتحقيقه . ويوفر نقل الطينة الفحمية ، وتحضير الفحم الحجري للاستخدام ، مشاكل بحثية محددة تماما .

وقد جرى استخدام الفحم على نطاق واسع في المناطق الحضرية من البلدان النامية . ولا يمكن متابعة هذا الاستخدام على المدى البعيد الا اذا انتج الخشب في الغابات المزروعة ، مما يجعله قادرا على التنافس مع الاستخدامات الزراعية الاخرى . وان أريد لهذه المزارع أن تفلح في تنافسها وتنتج خشبا رخيصا لصنع الفحم ، فيجب أن ترتفع انتاجية الأرض . ومن ثم ، يحتاج الانتاج التجارى المطرد للفحم أن يبحث أمر رفع انتاجية الأرض على جبهة انتاجية عريضة . ولعل أحسن افران صنع الفحم هو القباب المبنية على شكل خلايا النحل ، وتتطلب توسيع انتشارها وتحسينها تقنيا .

وفي المناطق الحضرية التي تستخدم الخشب بدلا عن الفحم، يمكن تجاوز عجز الامداد عن طريق رفع انتاجية الأرض أيضا ، ومن ثم تطوير الغابات قرب المدن . غير أنه يمكن تجاوز ذلك العجز بتنويع القاعدة الوقودية وباكتشاف انواع جديدة من الأشجار والشجيرات التي تمد بالوقود وتطویرها .

حتى بداية هذا القرن ، كانت مصادر الوقود الصلبة تشكل المصدر الرئيس للطاقة . كما كانت الكتلة الحيوية هي المصدر الرئيس فيها حتى دخول الثورة الصناعية. ومن ثم ، نما الطلب على الطاقة كثيرا وتركز جغرافيا حتى عجزت الكتلة الحيوية عن تلبيته ، الامر الذى دعا الفحم الحجري ليحتل مكانها في الاستخدام . وفي القرن العشرين ، تولى النفط امداد الطاقة بدلا عن المصادر الصلبة ، وذلك لثلاثة أسباب: الاول ، على نقيض الفحم الحجري الذى يستخرج من المناجم ، يستخرج النفط بواسطة الضغط الكامن تحت الطبقة السطحية . ومن ثم، وضمن الظروف المبدئية المناسبة التي وجد النفط على أساسها ، بات النفط رخيصا . والثاني، يملك النفط كثافة طاقة أعلى من التي للفحم الحجري ، وبمعيار الوزن ، تشكل كثافة النفط الطاقية ١,٥ مرة كثافة الفحم الحجري . وبتعبير الحجم، يملك النفط نسبة أفضل ، لهذا بقيت كلف نقل النفط أخفض . واخيرا، ناسب النفط كثيرا حاجة محركات الاحتراق الداخلي . ونتيجة لذلك، فقد أصبح الوسيلة الرئيسة للقوة المحركة ، وفي الآليات بخاصة . ويمكن فقط الحصول على جزء من مكررات النفط القابلة للاستخدام في المحركات، ويمكن زيادة هذه النسبة فقط بطرق عالية كثافة رأس المال . وهكذا، فالمنتجات

التي لا يمكن استخدامها في المحركات — وهي الزيوت الوقودية الراسبة— تستخدم مباشرة كوقود وباتت تنافس مصادر الوقود الصلبة .

ومع ارتفاع أسعار النفط، تركز الابتكار في البلاد الصناعية على خفض طلب المحركات الرئيسية على النفط . مما قاد الى خفض نمو الطلب على وقود السيارات وزيت الديزل ، وادى ايضا الى نمو الطلب على الفحم الحجري كوقود للتسخين . ومن المحتمل أن يستمر هذا الاتجاه عبر العالم . وسيحدد الطلب على وقود المحركات امداد زيت الوقود، الذى يجرى تسعيره على نحو يوفر له سوقا . وسيحدد سعر زيت الوقود سعر الفحم الحجري الأعلى ، وعلى أساس هذا السعر يتحدد أيضا انتاج الفحم الحجري .

اما توقعات البلدان النامية الراغبة بدخول سوق الفحم الحجري الدولية فستبقى محكومة بهذه الآلية الدولية (Wilson 1977;) و (Greene and Gallagher 1980; Long 1982; Gordon 1984) . والاقطار التي تستخدم فحمها الحجري محليا ، يمكنها تسعيره فوق السويات الدولية ، اذا كانت تترج تحت ضغط ميزان مدفوعاتها، وبذلك يمكن زيادة استخدامها الداخلي للفحم الحجري . (وينطبق هذا الامر على البلدان ذات الامكانيات الجيدة في مجال انتاج حطب الوقود) .

غير أنه يستبعد أن تجد مصادر الوقود الصلبة استخداما مهما كوقود للمحركات حتى في تلك البلاد . فلا يمكن استخدامها كذلك الا بتحويلها الى غاز المنتج . وبالنسبة لتوقعات توليد غاز المنتج من الكتلة الحيوية— فقد سبق أن ابدينا رأينا حوله في الفصل السابع . ويواجه تصنيع الغاز من الفحم الحجري على نطاق صغير مشاكل مماثلة ومن جهة أخرى، تنافس غاز المنتج مع الكهرباء في الاستخدامات صغيرة العيار . ولكنه متى سادت وسائل الشبكة الكهربائية في مكانها ، تكون الكهرباء عادة أرخص حتى من طاقة زيت الديزل . وهكذا فان تقديراتنا لتوقعات غاز المنتج صغير العيار لا يتغير فيما لو اتخذ الفحم الحجري وقودا بديلا للكتلة الحيوية .

وعلى العيار الكبير، يملك غاز المنتج المولد بالفحم الحجري سوقين موملتين هما : السوق المنزلية والاستخدام التجارى ، وتوليد الطاقة الكهربائية . فيمكنه ايجاد استخدام منزلي او تجارى في المناطق الحضرية قرب حقول الفحم الحجري . غير أن معظم هذه الأسواق يخدمها الكوك اللين (في شمالي الصين وفي شرقي الهند مثلا) . وحيث يتم

تحميص الكوك المتاح ، فلن يتمكن غاز المنتج من التنافس معه . وفي توليد الكهرباء ، لاتواجه العنفات البخارية قيد الاستخدام اليوم تنافسا ممكنا من قبل غاز المنتج . وهكذا ، بينما تبقى تقنية غاز المنتج المعتمدة على الفحم الحجري سائدة بشكل جيد ويمكن تحسينها ، فان تطبيقاتها على اختيار الاسواق التي يمكن ايجادها له .

وربما يستثنى غاز المنتج المولد بحرق الفحم الحجري ضمن جوف الممكن . ومن الناحية المبدئية ، تملك هذه التقنية منظورا هائلا . فملايين الاطنان من الفحم الحجري التي تم اكتشافها في سياق البحث عن النفط ، تكمن عميقا في الأرض ويصعب تعدينها من تلك الاعماق بأسعار تنافس المعروفة اليوم ، وسيبقى استخراجها عسيرا ان لم يكن مستحيلا ، حتى لو ارتفعت أسعار الطاقة .

ويبقى انتاج الغاز بالحرق الأرضي المكمني الوسيلة الوحيدة الممكنة لهذه التوضعات في المستقبل القريب . وثمة تجريب مكثف يجري اليوم حول هذا الأمر في البلدان الصناعية . ومع ذلك ، فان نتائجه غير مؤكدة (Schilling et al. 1981) ولم نتمكن من اجراء تقييم معتمد لها .

وثمة تقنية تركناها خارج اطار التقييم هي تقنية التحريـك الكهربيسي (MHD) ومبدئيا ، يمكن لتقنية الـ (MHD) زيادة كفاءة توليد الكهرباء بشكل مميز . وعلى نقض انتاج الغاز بالحرق المكمني الأرضي ، فان تقنية الـ (MHD) هي تقنية تأكد عملها اليوم . ومع ذلك ، فان منشآت الـ (MHD) العاملة اليوم — وهي منشآت صغيرة — تقع جميعا في الاتحاد السوفييتي ، والذي قدرنا على استكشافه بصورة غير مباشرة ، لايمكننا تقييمه بشكل واثق .

الفحم الحجري

ان اكثر من ٨٥٪ من انتاج الفحم الحجري واحتياطياته ومصادره في العالم النامي متركز في الصين والهند (الجدول ١٠) . ومع ذلك ، فثمة اعتقاد بأن هذا الوضع يدل على ضعف في استكشاف الفحم الحجري لدى البلدان النامية الاخرى ولايعبر عن عجز المصادر فيها (Subba Rao 1981) . وقد بدأ الفحم الحجري بالتراجع

الجدول (١٠) . بيان السكان ، و انتاج الفحم الحجري ، ومصادره في البلاد النامية

الاحتياطيات						
البلد	السكان ١٩٧٨ (مليون)	انتاج الفحم الحجري ١٩٨٠ (مليون طن)	الفحم الحجري والليفنايت		الاجمالي عام ١٩٨٣ (٢٠١)	اجمالي مصادر الفحم الحجري ١٩٨٣ (مليون طن)
			دون البيتوميني ١٩٨٣ (مليون طن)	١٩٨٣ (مليون طن)		
<u>افريقيا</u>						
الجزائر	١٨,٢٤	٠,٠١	.	.	٤٣	.
بتسوانا	٠,٧١	٠,٣١	.	.	٣٥٠٠	١٠٧٠٠٠
جمهورية افريقيا الوسطى	٢,٦١	.	٤	١	١	١
مصر	٣٨,٧٤	٠,٠١	.	.	١٣	٢٥
اثيوبيا	٢٨,٩٨	.	.	.	.	.
ماداغاسكار	٨,٥٢	.	.	.	.	١٠٢٥
مالاوى	٣,٥٣	٠,٠١	.	.	١٢	٢٥
مالي	٦,٠٤	.	.	.	.	١
المغرب	١٨,٢٥	٠,٧٢	.	.	٤٥	١٤٩
موزامبيق	٩,٦٨	٠,٣٨	.	.	٢٤٠	٣٩٥
النيجر	٦,٨٤	.	.	.	.	٥
نيجيريا	٦٦,٦٣	٠,١٩	١٦٩	١٣٢	.	١٠٦٥
سوازيلاند	٠,٥٠	٠,١٥	.	.	١٨٢٠	٥٠٢٠
تانزانيا	١٦,٠٩	٠,٠١	.	.	٢٠٠	١٨٠٤
زائير	٢٦,٣٨	٠,٠٨	.	.	٦٠٠	٦٠٠
زامبيا	٥,٣٥	٠,٧٨	.	.	٢٤	١٣٠
زيمبابوى	٦,٧٤	٣,٦٥	.	.	٧٣٤	٨١٠٨
<u>امريكا اللاتينية</u>						
الارجنتين	٢٦,٠٦	٠,٣٩	١٣٠	١٠١	.	٢٨٧٨
البرازيل	١١٢,٢٤	٤,٠٩	١٣٠٠	٨١٩٠	.	١٤٤٩٠
التشيلي	١٠,٦٦	١,١٤	١١٥٠	٨٩٧	٢٧	٢٩١
كولومبيا	٢٥,٠٥	٣,٣٤	٢٥	١٩	١٠١٠	٩٧٨٨
الاكوادور	٧,٥٦	.	١٨	١٠	.	٣

تابع الجدول (١٠)

١٣	.	.	.	.	.	٤,٧٥	هايتي
١٦	.	.	.	.	.	٢,٨٣	هوندوراس
٤٣١٧	١٦٥٢	١٢٩٥	٣٥٧	٤٩٦	٦,٦١	٦٤,٥٩	المكسيك
٨٨٤	.	.	.	.	.	١٦,٣٦	البيرو
١١٩٦٥	٣٠٢	٢٧٥	٢٧	٣٤	٠,٠٥	١٢,٧٤	فنزويلا
							آسيا (عدا الصين والهند)
٥١٢	٦٦	٦٦	.	.	٠,١٨	٢٦,٠٦	أفغانستان
١٠٥٤	.	.	.	.	٠,٠١	٨٠,٥٦	بنغلاديش
١٥٢	٢	٢	.	.	٠,٠١	٣١,٥١	بورما
٦٥٩١	.	.	.	.	٠,١٩	١٤٣,٢٨	اندونيسيا
٣٨٥	١٩٣	١٩٣	.	.	١,٠٠	٣٤,٢٧	ايران
٦٦٥٠	٥٣٤	٣٠٠	٢٣٤	٣٠٠	١٦,٦٥	١٦,٦٥	كوريا الشمالية
١٥٠٠	١٩٢	١٩٢	.	.	١٨,٠٠	٣٦,٤٤	كوريا الجنوبية
٤٣٠	.	.	.	.	.	١٢,٦	ماليزيا
١٥٩٦٠	.	.	.	.	١,٣٢	١,٥٣	مونتوليا
٣٥٥	٨٠	.	٨٠	١٠٢	١,٠٤	٧٥,٢٨	باكستان
١٣٣	٦٤	.	٦٤	٨٢	٠,٢٢	٤٥,٠٣	الفلبين
٤٥٣	٢٠٦	١٠٠	١٠٦	١٠٠	٢,٢٤	١٦,٩٣	تايلوان
٦٨٠	٢٢٨	.	٢٢٨	٤٧١	٠,٢١	٤٤,١٦	تايلاند
٢٤٧٠	٧٠٤	١٨٦	٥١٨	١٧٢٨	٩,١٦	٤٢,١٣	تركيا
١٠٠٤	.	.	.	.	٤,١٠	٤٧,٨٧	فيتنام
١	.	.	.	.	.	٧,٠٨	اليمن الشمالي
١٢	٢	٢	.	.	.	٠,١٤	كاليدونيا الجديدة، فرنسا
							الاجمالي
٢٠٨٣٣٩	٢١٨٤٣	١٠٨٧٩	١٠٩٦٤	١٧٨٠٩	١١٣,١٢	١٢٠٢,٤٩	الصين
١٥٣٩٣٦٥	٩٩٠٠٠	٩٩٠٠٠	.	.	٦١٨,٠٠	٨٦٥,٤٩	الهند
١١٥٠١٤	١٤٠٧	.	١٤٠٧	١٥٨١	١٠٢,٣٧	٦٢٥,٨٢	
١٨٢٢٧١٨	١٢٢٢٥٠	١٠٩٨٧٩	١٢٣٧١	١٩٣٩٠	٨٣٣,٤٩	٢٦٩٣,٨٠	البلاد النامية
٦٤٦٦٣٨٦	٥٩٠٠١٤	٣٨٣٠٤٥	٢٠٦٩٦٩	٣٨٢٩٨٠	٢١٢١,٢٢	١١١٨,٣٣	البلدان الاخرى
٨٣٢٩١٠٤	٧١٢٢٦٤	٤٩٢٩٢٤	٢١٩٣٤٠	٤٠٢٣٧٠	٢٩٤٥٠,٧١	٣٨١٢,٣٢	العالم

المصدر : فيتوز (١٩٨٤)

طنف = مكافئ طن فحم حجري = ٧ غايغاحرية = ٢٩,٣ غايغاجول

أمام النفط منذ عقود عدة قبل أن تبدأ الجهود التنموية الجادة بالظهور ففي العديد من البلدان النامية، لذا لم تكن هناك حوافز كبيرة لاستكشاف الفحم الحجري • والعديد من البلدان النامية لا يملك حتى البنية الأساسية لاستغلال الفحم الحجري ، وهو وقود كبير الحجم نسبيا ، منخفض القيمة ، ووقود كفيف النقل • ومع أن مناجم الفحم الحجري الصغيرة تكون اقتصادية عندما يكون الفحم الحجري على السطح أو قريبا منه ، فإن استغلال الفحم الحجري العميق يتطلب عيارا أصغريا لا يمكن للطلب المحلي لوحده تبريره • ولهذا ، بقي الفحم الحجري دون استكشاف في العديد من البلدان النامية • ومتى كانت الظروف الجيولوجية مواتية ، يصبح استكشاف الفحم الحجري مجالا واعدا للبحث (**Fettweis 1984**) •

وقد فقدت صناعات الفحم الحجري في البلاد الصناعية مكانتها تدريجيا أمام النفط بعد الحرب العالمية الثانية ، وقد كانت المصدر الرئيس للطاقة ، حتى ظهور النفط ، وأضعفتها المنافسة • وقد كانت معدلات الاستثمار في مصادر الفحم الحجري منخفضة عبر سني تراجعها ، وجاءت معظم الابتكارات من قبل صانعي الأجهزة ، ولكن مؤسسات الانتاج ساهمت بتحديد الظروف المناسبة للموقع الانتاجي الذي يتطلب تجهيزا • وكانت اسواق الاجهزة وطنية على نطاق كبير ، ولم تنزل كذلك • وبدت بعض الابتكارات المهمة موافقة لموقع الانتاج وليست بالضرورة قابلة للنقل الى البلدان النامية دون تعديل • ومن ثم ، باتت البلدان النامية المنتجة للفحم الحجري بحاجة الى حيازة وضع البائع العليم في المقام الاول ، مع امكانية تبني الابتكارات في المقام الثاني • وتلك هي مجالات يمكن أن يتركز فيها البحث وبناء الكفاءة البحثية (**Surrey and Chesshire 1984**) •

تقنية التعدين

يشكل الفحم الحجري ، وفلز الحديد ، والبوكسايت ، أكبر ثلاثة فلزات عالمية وأكثرها أهمية • وقد اكتشفت في البداية جميعها قرب سطح الأرض • أما احتياطي فلز الحديد والبوكسايت السطحية فهي كبيرة جدا بحيث يجري كل تعدينها تقريبا فوق الأرض ، وتجرى خدمتها بواسطة صناعة منجمية سطحية كبرى • وقد قامت هذه الصناعة بتطوير منشآت بانتظام ، وتم رفع مستواها لتوفر انتاجا أكبر بكلفة أقل • وثمة تدفق بيني كبير للابتكارات في مجالي التعدين الصخري وتعدين الفحم الحجري ، انما

تصعيد عيار التجهيز التعديني - كالحفارات النفقية ، وخطوط السحب ، والشاحنات - قد ابدى المزيد من التقدم في صناعات الفحم الحجري والليغنات . وقد أدى التقدم التقني فيهما الى تنافسية كبيرة بين انتاج الفحم الحجري العميق والفحم الحجري السطحي . وفي جميع البلدان التي يتوفر كلى نمطي التعدين ، يتقدم لديها الفحم الحجري السطحي على الفحم الحجري الجوفي ، وتزايد ظهور استغلال النوع الأخير عبر تقنيات التعدين المنجمي المفتوح بعد ازالة الغطاء الأرضي عن المكمن .

ولامتلك البلدان المنتجة للفحم الحجري قديما، وهي جمهورية المانيا الاتحادية ، وفرنسا ، والمملكة المتحدة، توضعات فحم حجري سطحية مميزة ، ولو أن الاولى تعتبر منتجة لليغنات عبر تقنية المنجم المفتوح . ونتيجة لمنافسة النفط والفحم الحجري الامريكي ، طورت صناعات استخراج الفحم الحجري الجوفي في البلدان الثلاثة تقنيات تعدين الجدار الطويل وذلك لزيادة انتاجيتها وخفض كلفها الرأسمالية (Peng and Chiang 1984) . وفي الولايات المتحدة الامريكية ، حيث تبدو المصادر أكثر وفرة وقربا من السطح، جرى تطوير آلات تعدين الحجر والاعمدة (Meyers 1983) .

وتملك الصين والهند أكبر وأعتق صناعات تعدين الفحم الحجري ضمن البلدان النامية . ويستخدم كلاهما تقنيات كثيفة العمالة ، ونظرا لأن رفع الغطاء المكمني يتم يدويا فهو مكلف لديهما ، ومع ذلك ، فان الصين والهند تملكان تعدينا جوفيا وطيدا . غير أن انتاج المناجم كثيفة العمالة يبقى منخفضا ، ومن ثم فان تقنيات العمالة الكثيفة تتطلب عددا كبيرا من المناجم ، ويتركز مطلبها الاستثماري على الروافع والنقل لكل وحدة انتاج . وحيث تتطلب اقامة الروافع والمجمعات وقتا طويلا ، تبقى سرعة تصعيد الانتاج محدودة . لهذا ، توجه كلى البلدين نحو التعدين السطحي . وقد اضطرت الحاجة لزيادة الانتاج وتسريعه في الصين والهند الى البحث عن مكننة مناجمها الجوفية .

غير أن الصين والهند تملكان صناعات تعدين جوفية كبرى للفحم الحجري ، ولا بد من مكنتها للوصول الى خفض كلفها الرأسمالية والحفاظ على نمو انتاجها السريع . ويتوجب عليها التخلي عن تقنيات العمالة الكثيفة في حال صناعة الفحم الحجري الجوفية ، فهذه الصناعة بالذات معروفة بخطورها وضررها لصحة العمال في البلدان الصناعية

(Ramsay 1979 ; Clifford and Mead 1984) •

ولاشك في ان الخطر والضرر سيكونا اكثر تفاقما في البلدان النامية •

وقد استوردت الهند والصين تقنية وآليات الجدار الطويل وهي قيد توطيئها محليا اليوم • على أى حال ، تقع توضعات الفحم الحجرى لدى اعماق اقل من مثيلاتها في اوروبا ، كما تمتلك الهند طبقات ضخينة متضاغة • وتثير ظروف الدعم السطحي خلال عمليات الاستخلاص وحفر الانفاق مشاكل كبيرة • فالدعم المعزز والمطور في اوروبا لا يكون فعالا على الدوام ، فانهايار السطح بعد الاستخلاص يتفاوت بين وضع وآخر (Mathur 1980; Sarkar 1980; Sarkar et al.1983) و (British Mining Consultants Ltd. 1983a) • وتتسم هذه المشاكل بخاصية مكانية ، ويتطلب حلها معرفة من قبل المستخدم وهي لاتتأتى الا عبر تطور القدرة التقنية للمستخدمين ومن خلال التفاعل الوثيق بينهم وبين مصنعي التجهيزات • وثمة مجال للتعلم من التجربة ، ومن التجربة المتبادلة للهند والصين بخاصة • وتكمن احدى الصعاب الرئيسة في ادراك أن مناجم الجدار الطويل تتطلب بنى مؤسسية وادارية مختلفة ، وتلك امور يتوجب على المستخدم أن ينقلها ويكيفها ، وأن لا يقتصر على تطوير التقنية فقط •

والبلدان النامية التي بدأت بتعدين الفحم الحجرى مؤخرًا ، مثل كولومبيا ، تعتمد الى توظيف تقنيات التعدين السطحية بأشكال متفاوتة • وفي حال توفر المكنة العالية ، سواء جرى التعدين فوق أو تحت الأرض ، يبقى لامكانية الاستغلال أثر مقرر على اقتصاديات الصناعة • ولهذا الأمر جانبين هامين هما : اولهما ، صيانة الأجهزة ، وهو غالبا جانب ضعيف في البلدان النامية ، ويمكن أن تشكل الكفاءة العالية في الصيانة أساس التفاعل المتبادل بين مؤسسات التعدين وصناع الأجهزة ، كما يقود هذا التفاعل الى الابتكار • وثانيهما ، هو التدريب الادارى للمشغل ، فالتعدين كثيف العمالة يعتمد الى توظيف عدد كبير من العمال غير المهرة ، ويسعى الى تشكيل بنى سلطوية في الادارة • ومن جهة أخرى ، يتطلب التعدين الممكنن عمالا افضل تدريبا ويملكون مبادهة وخبرة ميكانيكية في حال تمكينهم من التصرف • والتغيير المنشود في اسلوب الادارة لا يأتي سهلا لمؤسسات التعدين العتيقة ، ومع ذلك يبقى ضروريا لجعل التقنيات الجديدة ذات أثر • وفي هذه الظروف ، يمكن تفسير

التجربة من خلال البحث ، كما يمكن ان يقوم الأخير بدور الوسيط بين الادارات العتيقة والتقنيات الجديدة .

نقل الفحم الحجري

عموما ، يكون النقل أكثر مكنة من التعدين ، كما تستدعي مكنة التعدين رفعا لامكانية النقل ، ووسائل التناول ، وتجهيز النقل (Surrey and Chesshire 1984) . ويقود هذا الرفع الى نفس انماط الصيانة والتدريب السائدة في مكنة التعدين .

وغالبا مايكون الفحم الحجري المستخلص من منجم ما موجه كليا للاستخدام في مشاة واحدة لتوليد الكهرباء او مستخدم منفرد آخر ، ويولد حجما كبيرا من النقل في اتجاه وحيد دون حمولات عائدة . وعندما يستخدم النقل العام ، كالسكك الحديدية ، لنقل الفحم الحجري ، فان هذا النمط من الحركة يقود الى استغلال منخفض لوسيلة النقل ، ويجعل برمجة حركة السير صعبة . وتصبح دراسات نقل السكك الحديدية هامة جدا سواء لمواجهة الاختناقات او لتنظيمها ، ان لابد من استئناس أنماط أخرى للنقل . ويبدو عمليا بشكل خاص أمر نقل طينة الفحم الحجري ، وتبقى مشكلة التقنية قابلة للحل ، ويمكن توسيعه من خلال مدخل بحثي . وتكون المتطلبات المائية اللازمة لطينة الفحم الحجري كبيرة ويجب توفرها لدى رأس المنجم ، ويجب تجفيف الطينة عند التسليم وذلك بالتخلص من الماء دون تلويث البيئة . ويختلف تصميم شبكة الانابيب في هذه الحالة عن التي للنفط والغاز : ان توضع محطات الضخ بشكل متقارب ، ولابد من الابقاء على طينة الفحم الحجري سائلة عبر الشبكة . غير أن هذه المشاكل تقود الى مهام بحثية قابلة للحل (Grainger and Gibson 1981) .

تحضير الفحم الحجري

تحتوي جميع الفحم الحجري على مواد فلزية غير قابلة للاحتراق - الرماد - بنسب متغيرة . ويقوم الرماد بخفض كفاءة الفحم الحجري الطاقية . أضف الى ذلك ، انه يخفض عطاء اجهزة حرق الفحم الحجري ، مثل الأفران ، والمراجل ، وأفران الصهر . وفي هذه الاستخدامات ، يبدو اقتصاديا العمل على خفض نسبة الرماد في الفحم

الحجرى ولو كان ذلك بكلفة ، فهذا الخفض يقود الى تنزيل كلف الاستهلاك . وتتركز عملية تحضير الفحم الحجرى بشكل رئيس على خفض محتواه الرمادى ، وقد شاع فعل ذلك عبر أربع طرق . فالطرق الآلية مفيدة فقط في حال الانتاج المنخفض ولا يكون موثوقا دوما . ويمكن استخدام التقنية المغناطيسية مع الشوائب المغناطيسية التي ترد من جانب أجزاء أجهزة التعدين . ويمكن توظيف التقنيات الميكانيكية في حال الانتاج الكبير ، وهي اكثر استخداما مع الماء في مغاسل الفحم الحجرى . ولاتجدى الطرق الثلاث في حال ترابط الفلزات الشائبة مع بعضها ، وفي هذا الوضع يكون اسلوب التعويم اكثر الطرق فعالية . وتقوم المغاسل باستخدام وسطاء للتعويم في الماء ، كما جرب عدد من التقنيات مثل : التعويم النفطي الكلى ، والتعويم الزغبى الانتقائى ، والفرز الكهربادى ، وطرق التشريد لنزع الكبريت . وبذلك يوفر تحضير الفحم الحجرى فرصا لبحث مستمر على صور مسائل محددة ازاء طيف من الحلول الممكنة (Zimmerman 1982) .

الفحم

يملك الفحم الخشبي نسبة كبيرة من عنصر الفحم ، وكان وسيط الاختزال الوحيد والوقود المستخدم في صناعة الحديد قبل الثورة الصناعية . وادى الطلب المتنامي على الحديد الى ازالة الغابات في المملكة المتحدة ، كما قاد البحث عن البدائل الى استبداله بالفحم الحجرى في القرن الثامن عشر . وقد أعيد استخدام الفحم في صهر الحديد مجددا في كل من الارجننتين والبرازيل ، حيث يدخل في انتاج ١٠ ملايين طن من الفولاذ سنويا في البرازيل . وتبدو هذه الطريقة واعدة بشكل مميز للبلاد ذات الامكانية العالية في الكتلة الحيوية . وفي بقية الاماكن ، تضمن المقادير الكبيرة من الفحم الحجرى تشغيل أفران الصهر التي تستغل فحم الكوك . ومع ندرة تحميص الفحم الحجرى ، سيجرى استخدام الفحم الحجرى مباشرة وبشكل متزايد لصنع الحديد الاسفنجي .

ويملك مسحوق الفحم نسبة سطح الى حجم كبيرة ، لذا استخدم الفحم كوسيط فعال في التفاعلات الكيميائية قبل دخول فحم الكوك النفطي . والكوك النفطي ، نتاج ثانوى لصناعة تكرير النفط ، ويتم تسعييره كيفما تطلب الانتاج . ولهذا لايمكن أن تنافس الكوك النفطي مع الفحم . ومع ذلك ، لو حدث ابطاء في الطلب الكلي على النفط ، واحدث

ذلك عجزا في وفرة الكوك النفطى ، فعندها يصبح الفحم مجددا البديل الهام له دون ريب .

ويستمر الفحم فى الاستخدام بمقادير كبيرة كوقود منزلى فى بعض البلدان النامية ، وبخاصة فى مدن جنوب شرقى آسيا وأفريقيا . ويواجه الفحم فى هذه البلدان وغيرها تنافسا مع غاز النفط المُسال (LPG) والكاز والكهرباء . وتدخل هذه المصادر اسواق الدخل المرتفع اولا لاستخدامها المريح ، ويزداد استعمالها لدى سويات الدخل المنخفض وذلك بشكل مترافق مع انخفاض أسعارها وارتفاع سويات تلك الدخل . غير أن بعض البلدان النامية لايمكن من استيراد مصادر الوقود النفطية للاستخدام المحلى . وفى البلدان التى تكرر نفوطها ، يفقد اختلال التوازن بين انماط الطلب وانماط التكرير الى عجز فى انتاج الكاز . وتصبح أقتية توزيع الكاز مطردة الضعف وغير موثوقة مع بعدها عن المرافى ومراكز الانتاج . وهكذا ، تبقى قطيعات وطنية او محلية من السوق للفحم ، وتتسع هذه او تنقلص وفقا لتغاير مصادر الوقود النفطية . وللغاز حد تكريرى مشابه لحد زيت الديزل ، وعلى البلد الراغب فى تحجيم مستورداته النفطية عدا المتطلبات الضرورية التى لايمكن استبدالها ، أن يقوم باستيراد الفحم كبديل عن الكاز . وهكذا ، يستمر بقاء صناعة الفحم فى العديد من البلدان النامية ، وتنمو صناعته وفقا للضغوط العالمية والوطنية الرامية الى خفض استيراد النفط .

ويضع قدر كبير من طاقة الخشب لدى صنع الفحم . غير أن الكثير من هذه الطاقة المهدورة سيضيع حتما فى أية عملية حرق وذلك من خلال تبخير وطرر الرطوبة وللتفحيم وفصل العناصر المعدنية غير القابلة للاحتراق . واذا استثنينا هذه المفقودات ، فان خسارة الطاقة فى صنع الفحم لاتكون كبيرة . وهنا يبدو من الخطأ التفكير بدلالة كمية الطاقة دون اعتبار نوعيتها واقتصادياتها . ويفضل الفحم كوقود حضرى (فى المدن) بسبب كون اصداره منخفضا ، وذو لهب مرتفع الحرارة ، ويملك قابلية كبرى للتحكم فيه .

وهكذا ، يمكن توسيع استعمال الفحم كوقود عملى للطبخ والتدفئة الحضرية وتطويره . غير أن ذلك يجب أن يتم على أساس تقنيات وانظمة ادارة تقود الى امداد فحمى متواصل ، موثوق ، ورخيص . والطرق الصارة ، غير الكفوءة طاقيا التى يتم وفقها قطع الغابات الراهنة وحرقها فى افران التفحيم ، لن تستمر عقب عتبة منخفضة من الاستغلال . وستتقود

افران تفحيم كهوأة الى تحسين اقتصاديات صناعة الفحم، ولكنها من جهة أخرى لن تقود الى انتاج بعيد المدى او الى استمرار بقاء الغابات .

وان اقتضى الامر امداد المدن بالفحم بشكل مستمر، فان ذلك لابد أن يأتي من غابات تزرع وتقطع بانتظام . ومع أن المزارع الطاقية قد طورت في الأراضي غير المناسبة للزراعة ، فان وفرة تلك الأراضي تتغير باستمرار من اقليم لآخر . ولاريب في أن غابات الطاقة (المميزة عن الاحراج الزراعية) لاتكون منافسة عموما للزراعة في اى مكان من البلدان النامية والصناعية . ولاينبثق هذا الأمر عن كون الغذاء " ضرورى " أكثر من الوقود ، فذلك يعود الى كم الغذاء المنتج بالنسبة للحاجة اليه، وانما لأن الوقود (وهو متميز عن خشب الورق) يجلب سعرا أخفض بكثير مما تحققه المنتجات الزراعية الاخرى . فالزراعة تنتج مواد عديدة جدا للاسواق الحضرية اضافة للغذاء، وتلبي نسبة معينة من متطلبات الطاقة لسكان الريف . وبشكل مواز ، يمكنها تلبية الطلب الحضرى على الطاقة اذا كانت انتاجيتها عالية كفاية لترك فائض من الأرض والعمالة فوق الحاجة ، ولو كان السعر النسبي لحطب الوقود عاليا كفاية كي يجعل من انتاجه مربحا . ومتى تعذر اطراد التحضر المبني على الاستيراد والتصنيع ، توجب توفير مقادير متنامية من الغذاء والوقود من قبل الريف للمناطق الحضرية ، وذلك اذا أريد للاخيرة استمرار نمائها .

وتتطلب صناعة الفحم ، الموجهة للمدن ، زراعة مطردة في المقام الأول ، وتلك امور سيجرى مناقشتها في القسم التالي ، ومن ثم تتطلب اتخاذ قرارات تقنية . فتقنيات صنع الفحم كانت موضع بحث ونقاش واسعين (Karch and Boutette 1983; FAO 1983 ;) و (Caceres 1985) . وتكمن في الخيارات التقنية الحقبة عوامل خاصة بالموقع دون ريب . ومع ذلك ، وفي اطار الواقع الراهن، يمكن الإشارة الى بعض الاتجاهات .

وان توجب اطراد صنع الفحم ، وهي صناعة قارة، فيمكن أن تكون المفحمت ايضا كذلك ، فليث ثمة ميزة خاصة للافران الأرضية او المحمولة . والمفحمت الأرضية نمط شائع في افريقيا ، ويقتضى أمور تحسينها او تصنيع اشكال منها اكثر كفاءة ، يملك خيارات معينة . فحيث يستمر استخدام المفحمت الأرضية ، يبدو من المستحسن تطويرها . ويعتمد تبني صناع الفحم لهذه التحسينات على عائدها الاقتصادى وعلى كلف تحسينها .

وكالات التمويل الدولية (انظر استثمارات البحث ، الطاقة) : ٢٢-٢٤ ،

٤١ ، ٤٣ ، ٩٥-١٠٠ ، ١٠١ ، ١٥٤-١٥٥ ، ١٥٦ ،

١٦٠ ، ١٦٩-١٧٢ ، ١٩١ ، ١٩٨

يورانيوم : ٤١

(የጥንታዊው ስርዓት ስርዓት ስርዓት ስርዓት ስርዓት)
(ጥንታዊው ስርዓት ስርዓት ስርዓት ስርዓት ስርዓት)

ጥንታዊ ስርዓት: 321-021

ጥንታዊ ስርዓት: 221'321-021

ጥንታዊ ስርዓት: 71'321' 021'101' 121'321-021

ጥንታዊ ስርዓት: 17-27

61

ጥንታዊ ስርዓት: 71-
ጥንታዊ ስርዓት: 22-22

ጥንታዊ ስርዓት: 22-22

ጥንታዊ ስርዓት: 22-22

ጥንታዊ ስርዓት: 60-01' 11' 161-261' 22' 612'222'

ጥንታዊ ስርዓት: 32-02' 71-62' 70-22' 22-62' 18-22' 07-27'

ጥንታዊ ስርዓት: 60' 26' 26-00' 10'1'20'

221

ጥንታዊ ስርዓት: 60'26' 00' 00'321-021'021-

ጥንታዊ ስርዓት: 22' 26' 00'

ጥንታዊ ስርዓት: 60' 26-00' 711' 231

371-071

ጥንታዊ ስርዓት: 231'101-201'121'221'021-221'

ጥንታዊ ስርዓት: 26'001-101'

ጥንታዊ ስርዓት: 711

ጥንታዊ ስርዓት: 26' 00' 10'

622'

06' 00' 321-021' 302'222' 222' 222-

ጥንታዊ ስርዓት (ጥንታዊ ስርዓት): 30' 60' 22'32' 18-22' 27' 26'

221' 221' 271-771

021' 031' 231' 021' 121'

ጥንታዊ ስርዓት: 71' 12-22' 22-22' 67' 20' 321'

ጥንታዊ ስርዓት: 221

ጥንታዊ ስርዓት: 221-621' 231

ጥንታዊ ስርዓት: 371-071' 271

ጥንታዊ ስርዓት:

منزلي:

طبخ: ١٨٠-١٨٢، ١٨٤-١٨٥، ١٨٧-١٨٨، ٢٣٧-٢٣٩،

٢٤١-٢٤٢

مشتري - المستهلك: ٥٩، ١٠٧-١٠٨،

منتج - مستهلك: ٥٩، ١٠٥-١٠٦،

موازن الطاقة: ٥٨، ٦٣، ٦٤، ٢٠٩

مواد غير قابلة للاحتراق

موارد (انظر أيضا أجهزة المستخدم): ٢٩-٣٠، ٣٨-٣٩، ١١١-١١٢،

١١٦، ١٨٣، ٢٢٩-٢٣٠، ٢٣٧-٢٣٩، ٢٤١-٢٤٢

وقود سائل: ١١٢، ١٣١

وقود صلب: ١١١، ١١٢، ١٣٠، ١٣٢-١٣٣

مؤسسات البحث: ٩-١٠، ٢٠-٢١، ٢٩-٣٠، ٣٠-٣١، ٣٤-٣٥،

٣٨-٣٩، ٥٠-٥١، ١١٨، ٢٣١-٢٣٣، ٢٣٦

بحث مباشر: ٤٧-٤٨، ٤٩-٥٠، ٢٣٤

برامج: ٤٧-٤٨، ٢٣٤

تمويل: ٣٠-٣١، ٤٧-٤٨، ٥٢-٥٣، ٥٧، ٢٣١-٢٣٤

مشروع: ٤٦،

وظائف: ٤٦

مولدات الغاز: ١٥١، ١٦٠-١٦١،

ميثان: ١٤٠-١٤١، ١٥٣، ١٥٤-١٥٥، ١٥٨، ١٦١، ٢٢٢

ميثانول: ١٣٤، ١٤٦، ١٥١، ١٥٦، ١٦٠، ١٦١

ميزان المدفوعات: ٢-٣، ١٣-١٤، ١٨، ٩٠، ١٤٩، ١٥١، ١٦٠،

١٦٤-١٦٥، ١٦٧، ٢٣٧-٢٣٩

نسبة السطح الى الحجم: ١٣١، ١٧٦، ١٨٠-١٨٢

نظام اقتصادى اجتماعي: ٢٣٦

نפט: ٤-٥، ٢١-٢٢، ٢٢-٢٤، ٢٨-٢٩، ٢٩-٣٠، ٣٥-٣٧،

٤١-٤٥، ٥٤، ٥٧، ٧٦-٧٨، ٨٥-٨٦، ٩٦-١٠٠،

١٠٢، ١١٢، ١١٤، ١٢١، ١٢٦، ١٣٠، ١٣٥، ١٥٦،

١٦٠، ١٦٣، ١٦٦، ١٦٩-١٧٢، ١٧٥-١٧٦، ١٨٩،

١٩١، ١٩٩-٢٠٠، ٢١٧-٢٢٠، ٢٣٦-٢٤٠، ٢٤١-٢٤٢

استكشاف وانتاج: ١١٨، ١٣٤، ١٤٠-١٤١، ١٤٢، ١٤٥

مصادر وقود سائلة:

ايثانول: ٢٤٣، ٢٤٠، ١٤٩، ١٤٦، ١٣٤، ٥٤

امكانية المنشأة: ١٤٩

تحسينات الطريقة: ١٤٩

كلف التلقيم: ١٤٩

كحوليات: ٢٨-٢٩، ٣٣، ٤٢-٤٣، ٥٢-٥٣، ١٤٦،

١٤٩

ميثانول: ١٣٤، ١٤٦-١٥١، ١٥٦-١٦٠، ١٦١

مصادر: ٢٤٣-٢٤٠

حساسة للكلفة: ٢٤١-٢٤٢، ٢٤٣

حساسة للسوق: ٢٤١-٢٤٢

مضخات رى: ٢٠٤-٢٠٨، ٢٤١-٢٤٢

رى: ٢٠٥

امداد الماء: ٢٠٥

مضخات: ٢٩-٣٠، ٧٦-٨٩، ١١٨، ١٢٤، ١٥٨، ١٨٩، ٢٠٥، ٢٠٨

٢٤١-٢٤٢

المطر الحامضي (انظر الآثار البيئية): ٥-٦، ١٦-١٧، ١٣٥، ١٦٤-

١٦٥، ٢١١، ٢١٢، ٢٢٥، ٢٢٩-٢٣٠

تخفيف: ٢٢٨-٢٣٠

البحث: ٢٢٦، ٢٢٨

المعلومات: ٤٩-٥٠، ٥١-٥٠

مناطق ريفية: ٨١، ١٠٩-١١٠، ١١٢، ١٨٠-١٨٢

مناطق حضرية: ١١٢، ١١٤، ١٦٦، ١٦٧، ١٨٠، ٢١٤-٢١٥

منتجين: ٣٣، ٤٥

منزلي: ٥٨، ٦٢، ٦٤، ٧٠، ٧١-٧٢، ٩٢، ١٠٥، ١١٤، ١٨٦، ٢٣٧-

٢٣٩،

أدوات: ٦٢، ١٠٩-١١٠

انارة: ٥٩، ٧٦، ١٠٩-١١٠، ١٥٨

حضرى: ١١٢، ١١٤

ريفي: ١٠٩-١١٠، ١١٢

سياسة: ١١٤

طبخ: ٦٢، ١٠٧-١١٠، ١١٢، ١٣٠، ١٣٢-١٣٣، ١٥٨،

- مراجعة اقتصادية (انظر أيضا توزيع الدخل) : ١٣-١٤
 نظام الاقتصاد العالمي : ١٤-١٥
 مراجعة (انظر توزيع الدخل) : ١٤-١٥ ، ٥٠-٥١ ، ١٨٠-١٨٢
 مجموعة بحوث الطاقة : ١-٢ ، ١٩ ،
 شروط الاتفاق : ١-٢ ، ٢-٣
 الفرضيات الناطمة : ٨-٩ ، ١٣-١٤ ، ١٦-١٧
 المهمة والمدخل : ٨-٩ ، ١٩
 المنطلق الاساسي : ٢-٣ ، ٤-٥
 نقاط الانطلاق : ١٣-١٤
 محركات دورة بريتون : ١١-١٢ ، ٨٧ ، ١٢٤ ، ١٢٨-١٢٩ ، ١٦٧
 محركات : ٤-٥ ، ١١٨ ، ١٤٧ ، ١٦١
 احتراق خارجي : ١٢١-١٢٤
 احتراق داخلي : ٧٦ ، ٩٢-٩٦ ، ١١٦ ، ١١٨ ، ١٢١ ،
 ١٢٤ ، ١٦٠ ، ١٦٦ ، ١٦٧
 عنفات غازية ومحركات دورة بريتون الاخرى : ١١-١٢ ، ١١٦ ،
 ١٢٤ ، ١٢٨-١٢٩ ، ١٦٧ ، ١٩٣-١٩٧
 محركات اوتو : ١٢١-١٢٣ ، ١٥٨
 محركات الاحتراق الخارجي : ١٢١-١٢٤
 محركات الاحتراق الداخلي : ٧٦ ، ٩٢-٩٦ ، ١١٦ ، ١١٨ ، ١٢١ ، ١٢٤ ،
 ١٦٠ ، ١٦٦ ، ١٦٧
 محركات نفثة : ١١-١٢
 مخططين : ٢٦-٢٧
 مدخل الحاجات الأساسية : ٧٤
 المراحل (انظر أيضا اجهزة المستخدم) : ٤-٥ ، ٩٥ ، ١١٦ ، ١٢٦ ، ١٣٠ ،
 ١٧٥-١٧٦ ، ١٩٣-١٩٧ ، ٢٣٧-٢٣٩
 مركبات : ١٩٩-٢٠٠
 المركز الدولي لأبحاث التنمية : ٢-٣
 المستخدم العليم : ٢٣١-٢٣٣
 مستوردات ، الطاقة (انظر أيضا البلدان المستوردة للنفط) : ١٦-١٧ ،
 ٢٢-٢٥ ، ١٣٥ ، ١٤٠-١٤١
 المشتري العليم : ٢٠-٢١ ، ٣٠-٣١ ، ٣٥-٣٧ ، ١٦٦ ، ١٦٩-١٧٢
 مصادر وقود سائلة : ٥-٦ ، ٨٩ ، ١٠٠ ، ١١٨ ، ١٣٤ ، ١٥١

- كهرباء: ٥-٥ ، ٦-٥ ، ٢٦-٢٧ ، ٢٨-٢٩ ، ٤١ ، ٥٢-٥٣ ، ٥٤-٥٧ ، ٦٢ ،
٦٤ ، ٧٦-٧٨ ، ٨٩-٩٠ ، ١٠٠-١٠٢ ، ١٠٩-١١٠ ،
١١٨ ، ١٢٤ ، ١٥٤-١٥٥ ، ١٦٠-١٦٣ ، ١٦٤-١٦٥ ،
١٦٧ ، ٢١٩ ، ٢٣٦ ، ٢٣٢-٢٣٩ ، ٢٤٠-٢٤٢
اجهزة الكهرباء: ٣٩-٤٠ ، ٤٢ ، ٤٣ ، ٥٧ ، ١١٨ ، ١٢٦ ،
١٢٨-١٢٩ ، ١٧٥-١٧٦
الاجهزة الفولطاضوئية الشمسية: ٣٨-٣٩ ، ٤٢-٤٣ ، ٥٤ ،
١٨٩ ، ١٩٨ ، ١٩٩-٢٠٠ ، ٢٤١-٢٤٢
الاجهزة الفولطاضوئية الشمسية الراهنة: ١٨٩ ، ١٩١ ، ١٩٩-٢٠٠
تطورات منظورة: ١٩١ ، ١٩٩-٢٠٠
الكهرباء الحرارية الشمسية: ٤٢-٤٣ ، ٥٤ ، ١٩٨-٢٠٠ ،
٢٤١-٢٤٢
تخطيط الاستثمار الأفضل والتسعير والعمليات: ١٠٩-١١٠ ،
١٩٢-١٩٨
تنظيم قطاع الكهرباء: ١٩١-١٩٢
توليد الكهرباء بالرياح: ٤٦ ، ٨٩ ، ١٩١ ، ٢٠١-٢٠٣ ،
٢٤٠ ، ٢٤١-٢٤٢
المحور الافقي: ٢٠١
المحور الشاقولي: ٢٠١
طاقة نووية: ٤-٥ ، ١٨ ، ٤٢-٤٥ ، ١٣٥ ، ١٦٣ ، ٢١٩ ،
٢٢٠
كهرومائي (انظر ايضا الكهرباء والطاقة): ٤-٥ ، ٣٠-٣١ ، ٤٤ ، ١٥٦ ، ١٦٣ ،
١٦٤-١٦٥ ، ١٩١ ، ٢٢٠ ، ٢٣٦-٢٤٠

ليفغنايت: ٥٤ ، ١٦٠ ، ١٦٩-١٧٢ ، ١٧٣

مائي: ١١٩-١٢٠

الماتريس التقني: ٦٦

مبدأ الفندقية: ١١-١٢

مبيدات: ٥٩-٦٢ ، ٨٥-٨٦ ، ٩٢

متجددة (انظر مثلا الشمسي): ١١-١٢ ، ١٦-١٧ ، ٣٤-٣٥ ، ٥٤ ، ٧٦

١٥٦ ، ٢٢٢ ، ٢٣٦ ، ٢٤١-٢٤٢

فحم الكوك:

- فحم الكوك البترول: ١٧٦
 اللين: ٧٨ ، ١٦٧ ، ١٧٩
 فولطاضوية: ٣٨-٣٩ ، ١٨٩ ، ١٩٨ ، ١٩٩-٢٠٠ ، ٢٤١-٢٤٢
 انظمة فولطاضوية راهنة: ١٩١ ، ١٩٩-٢٠٠
 تطورات منظورة: ١٩١ ، ١٩٩-٢٠٠
 خلايا الافلام الرقيقة: ١٩٩-٢٠٠
 خلايا سيليلكونية غير بلورية: ١٩١ ، ١٩٩-٢٠٠
 فولاذ: ٩٢ ، ٩٦ ، ١٥٨

القار: ١٧٩

- قروض(انظر البحث ووكالات التمويل الدولية): ٥٢-٥٣
 شائبة ومتعددة الأطراف: ٥٠-٥١ ، ٥٢-٥٣
 عقدية وغير عقدية : ٥٠-٥١

- الكاز(الكيروسين): ٦٤ ، ٧٦ ، ١٠٩-١١٠ ، ١١٢ ، ١٣١ ، ١٥٨ ،
 ١٧٦ ، ١٨٠-١٨٢ ، ١٨٧-١٨٨
 الكتلة الحيوية(انظر ايضا مصادر الوقود الصلبة): ٢٨-٢٩ ، ٥٤-٥٧ ،
 ٨١ ، ١١١-١١٢ ، ١٢٨-١٢٩ ، ١٣١-١٣٣ ، ١٤٠-
 ١٤١ ، ١٤٧-١٤٩ ، ١٥٣-١٥٦ ، ١٦٠-١٦٦ ، ١٦٧ ،
 ١٧٦ ، ١٨٣ ، ٢١١-٢١٥ ، ٢١٧ ، ٢٢٢ ، ٢٢٩-٢٣٠ ،
 ٢٣٧-٢٣٩ ، ٢٤٠-٢٤٣

- كثافة الطاقة : ٥٩ ، ٦٤ ، ٦٧-٦٩ ، ٨٩-٩٢ ، ٩٥ ، ١٣٥ ، ٢٠٩
 الكحول (انظر ايضا الايثانول - الميثانول ، او مصادر الوقود السائلة): ٢٨-
 ٢٩ ، ٣٣ ، ٤٢-٤٣ ، ٥٢-٥٣ ، ١٤٦-١٤٩ ، ٢٤٠ ،
 ٢٤٣

- كفاءة(انظر ايضا الحفاظ): ٤-٥ ، ١٦-١٧ ، ٢٩-٣٠ ، ٣٨-٣٩ ، ٤٦ ،
 ٥٩-٦٤ ، ٦٧-٦٩ ، ٨٩ ، ٩٠ ، ٩٥-٩٦ ، ١٠١-١٠٢ ،
 ١٠٥-١٠٦ ، ١١١ ، ١٤٥ ، ١٤٧ ، ١٦٣ ، ١٧٩ ، ١٨٣ ،
 ١٩١ ، ١٩٣-١٩٧ ، ١٩٩-٢٠٠ ، ٢٠١-٢٠٨ ، ٢٠٩ ،
 ٢٢٢ ، ٢٣٧-٢٣٩ ، ٢٤١-٢٤٢
 كهرباء، ريفية : ١١٢-١١٤ ، ١٩١

غابات) انظر أيضا الخشب والفحم الخشبي): ٥٤-٥٧ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١١١ ،
١٦٦ ، ١٧٦ ، ١٨٠-١٨٢ ، ٢٢٦

الغاز الحيوى : ٤٢-٤٣ ، ٥٤-٥٧ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٥١-١٥٦ ، ١٥٨ ،
٢٤٣

غاز النفط المسال : ١٧٦ ، ١٨٧-١٨٨

غاز تكويني : ١٤٠-١٤١

غاز طبيعي : ٤-٥٥ ، ٢٨-٢٩ ، ٢٩-٣٠ ، ٤١ ، ٤٥ ، ٥٤ ، ٥٧ ، ٦٤ ،

٧٦ ، ١١٢ ، ١٢٨-١٢٩ ، ١٣١ ، ١٤٦ ، ١٥٦ ، ١٦١ ،

١٦٣ ، ١٧٥-١٧٦ ، ١٨٠-١٨٢ ، ١٩٢ ، ٢١٧ ، ٢٢٠ ،

٢٣٦ ، ٢٤٠ ، ٢٤٢-٢٤١

حدوث : ١٥٣ ، ١٥٤-١٥٥

تكوين : ١٤٠-١٤١

حيوى : ١٤٠-١٤١

منشأ بحرى : ١٤٠-١٤١

غاز المنتج (انظر أيضا الوقود الغازى) : ٥٤ ، ١٥١-١٥٨ ، ١٦١ ، ١٦٧ ،

٢٤٣

غذاء) انظر الطاقة الحيوية او القوة المحركة) : ١٣-١٤ ، ٥٩ ، ٨١ ، ٨٧ ،

٩٥ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٠٩-١١٠ ، ١١٢ ، ١١٤ ، ١٤٩ ،

١٧٦ ، ١٧٩ ، ٢٠٩

الفحم (انظر الخشب والفحم والوقود الصلب)

الفحم الحجري (انظر أيضا الوقود الصلب) : ٤-٥٥ ، ٢٢-٢٤ ، ٢٨-٢٩ ،

٢٩-٣٠ ، ٣٥-٣٧ ، ٣٨-٣٩ ، ٤١ ، ٤٥ ، ٥٤-٥٧ ،

٧٦-٧٨ ، ١١٢-١١٨ ، ١٢٦ ، ١٣١ ، ١٣٥ ، ١٥١ ، ١٥٨ ،

١٦٠-١٦٣ ، ١٦٦ ، ١٧٦ ، ١٩١ ، ٢١١ ، ٢١٧ ، ٢٢٠ ،

٢٢٩-٢٣٠ ، ٢٣٦ ، ٢٤٠ ، ٢٤٣

التحضير : ١٧٥-١٧٦

تجفيف : ١٦٧

تقنية التعدين : ١١٨ ، ١٦٦ ، ١٦٩-١٧٢ ، ١٧٥-١٧٦

عجينة : ١٧٥-١٧٦

النقل : ١٤٦ ، ١٧٥-١٧٦

فحم الكوك : ١٦٠ ، ١٧٤ ، ١٧٦

طاقة (انظر أيضا الكهرباء) :

سوق المنشآت: ٣-٢ ، ٣٩-٤٠

صناعة : ٣٧-٣٥ ، ٥٣-٥٢ ، ١٦١

منشأة: ٢٤-٢٢ ، ٣٩-٣٨ ، ٤٥ ، ٥٣-٥٢ ، ٥٧-٥٤ ،

١١٨ ، ١٢٩-١٢٨ ، ١٥١ ، ١٧٦-١٧٥ ،

٢٣٠-٢٢٩ ، ٢١٩ ، ١٩١

طاقة حرارية: ٦-٤ ، ٣٩-٣٨ ، ٦٢ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٩١ ، ٢٤٠

حرارة جوفية: ٦-٥ ، ٤٢-٤٣ ، ٥٤ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٦ ،

٢٤٢-٢٤١

حرارية شمسية: ٦-٥ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٩

خزانات: ١٨٦

سخانات مائية: ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٧-١٨٨

مجففات محاصيل: ٨٩ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٦-١٨٩

مضخات: ١٨٩

طاقة الرياح (انظر مصادر الطاقة المحركة ، او الكهرباء) : ٥٤ ، ٨٩ ، ١١٨ ،

١٩١ ، ٢٠١ ، ٢٠٨ ، ٢٤٠-٢٤٣

الطبخ (انظر أيضا المواقد) : ٦٢ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٠٩-١١٢

الطبابخات الشمسية : ١٣٠-١٣٣ ، ١٥٨ ، ١٧٦ ، ١٨٠ -

١٨٢ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٧-١٨٨ ،

٢٣٧-٢٣٩ ، ٢٤١-٢٤٢

عزل : ٩٥ ، ١٨٤-١٨٥

علف: ٨١ ، ١٥٦

عمالة: ١٣-١٤ ، ١٧-١٦ ، ٣٩-٣٨ ، ٤٦ ، ٥٧-٥٤ ، ٦٢ ، ٨١ ،

٨٧ ، ٩٠ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١١١-١١٢ ، ١٢٨-١٢٩ ،

١٣١ ، ١٥٦ ، ١٦٠-١٦١ ، ١٦٦ ، ١٧٤ ، ١٧٩ ، ١٨٠-١٨٢ ،

٢٠٤-٢٠٨ ، ٢٠٩ ، ٢٣٣-٢٣٤ ، ٢٣٧-٢٣٩

تدريب: ٣٠-٣١ ، ٣٨-٣٩ ، ٤٩-٥٠ ، ٥٤-٥٧ ،

١٦١ ، ١٧٤

عنفات (انظر ايضا المحركات) : ١١-١٢ ، ١١٦ - ١٢٤ ، ١٢٨-١٢٩ ،

١٦٧ ، ١٩٣-١٩٧ ،

شمسي (انظر ايضا الكهرباء) :

مسخنات مائية : ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٧-١٨٨

مضخات : ١٨٩-١٩٠

صناعة : ٥٩-٦٤ ، ٧٠-٩٢ ، ٩٦ ، ١٢٦ ، ١٨٦ ، ٢٠٤ ، ٢١٢-٢١٥ ،

٢٢٢ ، ٢٣٧-٢٣٩

اسمنت : ٩٢-٩٦

الومنيوم : ٩٦

غذاء : ٩٥

كثيفة الطاقة : ٥٩ ، ٩٢-٩٥

مراجل : ٤-٥ ، ٩٥ ، ١١٦ ، ١٢٦ ، ١٣٠ ، ١٧٥-١٧٦ ،

١٩٣-١٩٧ ، ٢٣٧-٢٣٩

منسوجات : ٩٥

صياغة التخطيط والسياسة (انظر أيضا البحث ، الحكومة ، او تحليل الطلب

والادارة) : ٩-١٠ ، ٢٢-٢٤ ، ٣٣ ، ٥٤ ، ٩٠-٩٢ ، ١٣٧-١٣٩ ، ١٩٢ ،

١٩٨ ، ٢٣٣

صهر المعادن : ٣٣

الضرائب (انظر أيضا البحث او تحليل الطلب) : ٢٩-٣٠ ، ٥٨-٧٣ ، ٧٨ ،

٩٦ ، ١٠١ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٠٩-١١٠ ، ١١٤ ، ٢٠١

الطاقة الحيوية : ٢٨-٢٩ ، ٥٤-٥٧ ، ١١١-١١٢ ، ١٢٨-١٢٩ ، ١٣١ ،

١٤٠-١٤١ ، ١٤٧-١٤٩ ، ١٥٣-١٥٦ ، ١٦٠-١٦٦ ،

١٦٧ ، ١٧٦ ، ١٨٢-١٨٣ ، ٢١١ ، ٢١٤-٢١٥ ، ٢١٧ ،

٢٢٢ ، ٢٢٩-٢٣٠ ، ٢٣٧-٢٣٩ ، ٢٤٠-٢٤٣

طاقة نووية : ٤-٥ ، ١٨ ، ٤٢-٤٣ ، ١٣٥ ، ١٦٣ ، ١٨٤-١٨٥ ، ٢١٩ ،

٢٢٠ ، ٢٤٠

طاقة بشرية (انظر الطاقة الحيوية او مصادر الطاقة المحركة)

طاقة (انظر ايضا الكهرباء) : ٢١-٢٢ ، ١٦٧ ، ١٩١ ، ٢٠٢-٢٠٣ ،

أجهزة : ٣٩-٤٠ ، ١٢٦ ، ١٩٨

انظمة : ١٩١

صغيرة العيار : ١٩٨ ، ٢٤١-٢٤٢

- رأس المال : ٢٩-٣٠ ، ٣٩-٤٠ ، ٥٢-٥٣ ، ٥٧ ، ٥٩ ، ٦٦ ، ٧٨ ، ٨٩ ،
 ١٠١-١٠٢ ، ١٠٩-١١٠ ، ١٥٣-١٥٥ ، ١٦٧ ، ١٧٤ ،
 ١٨٦ ، ١٩١-١٩٢ ، ٢٠١-٢٠٥ ، ٢٣٤ ، ٢٤٠ ، ٢٤٣ ،
 رماد (انظر ايضا المواد غير القابلة للاحتراق) : ١٧٥-١٧٦ ، ١٨٠-١٨٢ ،
 رواسب المحصول : ١١١-١١٢ ، ١٨٠-١٨٢ ،
 رواسب حيوانية : ١١١-١١٢ ، ١٥١-١٥٦ ، ١٨٠-١٨٢ ، ١٨٣ ،
 ريفي ، كهبة : ١٧٦-١٧٩ ،
 ري : ٨٥-٨٦ ، ٩٠ ،
 العيار الافضلي والتوزع المكاني : ٩٠ ،
 مضخات : ٢٩-٣٠ ، ٧٦ ، ٨٩ ، ١١٨ ، ٢٠٥-٢٠٨ ،
 الزراعة : ٥٨-٥٩ ، ٦٤ ، ٨١ ، ٩٢ ، ٢٠٤ ، ٢١٢-٢١٥ ، ٢٢٠-٢٢٢ ،
 انماط المداخيل الطاقية : ٨٥-٨٦ ، ٩٠ ،
 سياسة : ٩٠-٩٢ ،
 غير مباشر : ٨٥-٨٦ ، ٨٩-٩٠ ،
 غير مقاسة : ٨٥-٨٦ ، ٨٧ ،
 متحركة : ٨٥-٨٦ ،
 مستقرة : ٨٥-٨٦ ، ٨٩ ،
 زراعة الغابات : ١٠٧-١٠٨ ، ١١١ ، ١٧٦ ، ١٨٢ ،
 زيت نباتي : ٥٤ ،
 سعر : ٧٦ ، ٦٦ ، ٨٠ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٤٥-١٤٦ ، ١٩١-١٩٨ ،
 تسعير الكلفة الوسطي : ٥٨ ، ٧٨ ، ٨٠ ، ٩٠ ،
 تسعير الكلفة الهامشية : ٧٨ ، ٨٠ ، ١٤٦ ، ١٩٣-١٩٧ ،
 تسعير الظل : ١٤٧ ، ١٤٩ ،
 سوق ، تقنية : ٨٩ ، ١٤٢ ،
 سياسة (انظر ايضا التخطيط وسياسة الطلب) : ٩-١٠ ، ٢٢-٢٤ ، ٣٣ ،
 ٥٤ ، ٩٠-٩٢ ، ١٣٧-١٣٩ ، ١٩٢ ، ١٩٨ ، ٢٣٣ ،
 السياسات المبنية على الطلب : ٧٣ ، ٨١-٩٠ ، ٩٢-٩٥ ، ٩٦ ، ١٠١-١٠٥ ،
 ١١٤ ،
 ضرائب مباشرة وغير مباشرة : ٧٣-٧٤ ، ٩٠-٩٦ ، ١٠١ ،
 ١٠٧-١٠٨ ، ١٠٩-١١٠ ، ١١٤ ،

السياسات المبنية على الطلب:

- تسعير: ٧٨ ، ٨٠ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٩١
بنية السوق: ٨٠-٨١
ضرائب مصادر الطاقة: ٧٦-٧٨
الطبخ: ٦٢ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٠٩-١١٠ ، ١١٢ ، ١٣٠
١٣٢-١٣٣ ، ١٥٨-١٧٦ ، ١٨٠-١٨٢ ،
١٨٤-١٨٥ ، ١٨٧-١٨٨ ، ٢٣٧-٢٣٩ ،
٢٤١-٢٤٢
المجمع - المستهلك: ٥٩ ، ١٠٥-١٠٦
المشتري - المستهلك: ٥٩ ، ١٠٧-١٠٨
الانارة: ٥٩ ، ٧٦ ، ١٠٩-١١٠ ، ١٥٨ ، ١٧٦
المنتج - المستهلك: ٥٩ ، ١٠٥-١٠٦ ، ١٠٧-١٠٨
الحضري: ١٠٩-١١٠ ، ١١٢
الزراعي: ١١٢-١١٤ ، ٢١٤-٢١٥
السياسة: ٩٥-٩٦
الصناعة: ٥٤-٥٩ ، ٦٤-٧٠ ، ٩٢-٩٦ ،
١٨٦ ، ٢٠٤ ، ٢١٢-٢١٥
٢٣٧-٢٣٩
كثيفة الطاقة: ٥٩ ، ٩٢ ،
٩٥
الطلب المجهرى: ٥٨ ، ٧٠-٧٣
النقل: ٥٤-٥٩ ، ٦٢-٦٤ ، ٧١-٧٢ ،
٨٧ ، ٩٢-٩٦ ، ١٠٥ ، ٢٠٤ ،
٢١٢ ، ٢٣٧-٢٣٩
- شمسي (انظر ايضا الكهرباء): ٤٢-٤٣ ، ٥٤-٥٧ ، ٨٥-٨٦ ، ٨٩ ، ١١٨ ،
١٣٥ ، ١٦٣ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٩٨-٢٠٠ ، ٢٤٠-٢٤٣
حرارة: ٢٩-٣٠ ، ١٨٤-١٨٥ ، ١٩٨-٢٠٠
خزانات: ١٨٦
طبائخ: ١٨٤-١٨٥ ، ١٨٧-١٨٨ ، ٢٤١-٢٤٢
كهرباء: ١٦٣ ، ١٩١-١٩٨ ، ١٩٩-٢٠٠
مجفف: ٨٩ ، ١٨٦ ، ١٩٩ ، ٢٤١-٢٤٢

تنبؤ (انظر الطلب والنماذج) : ٢٤-٢٥ ، ٢٦-٢٧ ، ٦٣ ، ٦٧-٦٩ ، ١٠٥ ،
 ١٩١ ، ١٩٣-١٩٧ ، ٢١١ ، ٢١٩ ، ٢٢٢
 توزيع الدخل : ١٤-١٥ ، ١٩ ، ٧٤ ، ٨٣ ، ١٠٧-١٠٨
 توليد مشترك : ١٩٢

ثاني اوكسيد الفحم : ١٨ ، ٢٦-٢٧ ، ٨٥-٨٦ ، ١٤٠-١٤١ ، ١٥٨-١٦١ ،
 ٢١١ ، ٢١٧ ، ٢٢٥

جامعة الأمم المتحدة : ٢-٣
 جرارات : ٨٧-٨٩

حرارة جوفية (انظر الطاقة الحرارية) : ٤٢-٤٣ ، ٥٢-٥٣ ، ٥٤ ، ١٨٤-١٨٥ ،
 ١٨٦ ، ١٩٨

حجر نفطي : ٢٨-٢٩
 حفر : ١٤٢

حفظ الطاقة : ٤-٥ ، ٥-٩ ، ٢٨-٢٩ ، ٢٩-٣٠ ، ٥٢-٥٣ ، ٥٩ ، ٦٢ ،
 ٧٠ ، ٩٢-٩٥ ، ٩٦

خث : ٥٤ ، ١٦٠
 خشب وفحم : ٢٩-٣٠ ، ٣٣ ، ٣٨-٣٩ ، ٤٢-٤٣ ، ٥٢-٥٣ ، ٥٤-٥٧ ، ٥٨-٥٩ ،
 ٦٤ ، ٧١-٧٢ ، ٧٦-٧٨ ، ١٠٠ ، ١٠٥-١٠٦ ، ١١١-١١٤ ،
 ١٣٠-١٣٤ ، ١٤٧ ، ١٥٣ ، ١٥٨ ، ١٦٠-١٦٦ ، ١٦٧ ، ١٧٥-١٧٦ ،
 ١٨٢-١٨٣ ، ١٨٧-١٨٨ ، ٢١١ ، ٢١٤-٢١٥ ، ٢١٧ ،
 ٢٤١-٢٤٢

خلايا الوقود : ١٦١
 دعم (انظر أيضا البحث او تحليل الطلب) : ١٩ ، ٢٩-٣٠ ، ٣٩-٤٠ ، ٥٨ ،
 ٧٣ ، ٧٨ ، ٩٠ ، ١٠١-١٠٥ ، ١٠٧-١٠٨ ، ١٠٩-١١٠ ،
 ١١٤ ، ١٤٩

دورة بريتون : ١١-١٢ ، ١١٦ ، ١٢٤ ، ١٢٨-١٢٩ ، ١٦٧
 دورة رانكين : ١٢٣
 ديزل : ٧٦ ، ١٢١ ، ١٢٣ ، ١٦٧ ، ١٧٦ ، ١٨٩ ، ٢٠٢-٢٠٣

تحليل الطلب والادارة:

غير مباشر: ٨٥-٨٦، ٨٩-٩٠

متحركة: ٨٥-٨٦

الطلب الكلي: ٦٢، ٧٠

المداخل الهندسية: ٥٨، ٦٧-٦٩، ٧٠

تحليل المدخل- المخرج: ٥٨، ٦٢، ٦٦،

٦٧-٦٩

علاقة الطاقة - الدخل الوطني العام: ٦٢، ٦٤

موازن الطاقة: ٥٨، ٦٣، ٦٤

تحليل العامل: ٨٥-٨٦

تحليل المدخل - المخرج: ٥٨، ٦٢، ٦٦، ٦٧-٦٩

تحليل فائدة الكلفة: ٨٩

تخزين (انظر ايضا المدخرات): ٥٤، ٩٢، ١٥١، ١٥٣، ١٦٣، ١٦٤-١٦٥

١٨٤-١٨٥، ١٩٨، ٢٠٢-٢٠٣، ٢٤٠، ٢٤٣

تسخين: ١٨٤-١٨٥، ١٨٧-١٨٨، ٢٣٧-٢٣٩

تعاون، اقليمي: ٣٣

تعددين الجدار الطويل: ١٦٦، ١٦٩-١٧٢، ١٧٤

تعددين سطحي: ١٦٩-١٧٢، ١٧٤

تقنيات: ٥٤-٥٧، ٨٧، ١٥١، ١٥٦، ١٦٦، ٢٤٠

اجهزة: ١٦٠-١٦١، ١٧٥-١٧٦، ١٩٨

استكشاف: ١٤٢-١٤٥

انتاج: ٣٣، ١٥٨، ١٦٦، ١٦٩-١٧٢، ١٧٤، ١٧٩

الحفاظ: ٦٦، ١١٨

صيانة: ١٧٤

مصنعين: ١٦٦، ١٧٧، ١٧٤، ١٩٩-٢٠٠

مناسبة: ٨٩

نقل وتوزيع: ٤٢-٤٣، ٩٦، ١٦١، ١٩٣-١٩٧، ١٩٨

تقنية: ١٤-١٥، ٢٠٨

تطويع: ١٤-١٥، ٢٠٨

نقل: ١٤-١٥، ٢٠٨

تمويل (انظر ايضا البحث ووكالات التمويل الدولية، او مؤسسات البحث):

٩-١٠، ٣٠-٣١، ٤٣-٤٥، ٣٥، ٤٧-٤٨، ٢٣٤

البحث:

- خطط: ٢٦-٢٧ ، ٢٨-٢٩
 سياسة الطاقة : ٢٢-٢٤ ، ٢٩-٣٠
 سياسات استثمار: ٢٩-٣٠
 سياسة البحث: ٢٩-٣٠ ، ٣٣، ٥٤، ٢٣٣
 صراع المصالح: ٢٢-٢٤
 ضرائب ودعم: ٢٩-٣٠ ، ٧٣، ٧٨
 ضوابط فيزيائية : ٢٨-٢٩
 مشاكل منتمية للطاقة : ٢١-٢٢ ، ٢٤-٢٢
 ميزان المدفوعات : ٢-٣ ، ١٣-١٤، ١٨، ٢١-٢٢، ٢٢-٢٤
 وسائل فنية : ٢٨-٢٩ ، ٢٩-٣٠
 وكالات التمويل الدولية : ٢٠-٢١، ٢٩-٣٠ ، ٤٦، ٥٠-٥١
 ٥٧

- بروبان: ٩٨ ، ١٥٤-١٥٥، ١٦١
 البلاد المصدرة للنفط: ١٣٧-١٣٩ ، ١٤١-١٤٢
 البلاد المستوردة للنفط: ٢٦-٢٧ ، ١٣٥ ، ١٤٠-١٤١
 بنية تحتية: ٨١
 تقني: ٣٣
 ريفي: ٨١
 حضري: ٨١
 بوتان : ٨٩

- تجفيف: ٨٩
 محاصيل، شمسي: ٨٩ ، ١٨٤-١٨٥، ١٨٦، ١٨٩، ٢٤١-٢٤٢
 تحريك كهربائي مغناطيسي: ١٦٧ ، ١٦٩-١٧٢
 تحليل الطلب والادارة (انظر ايضا الحفاظ على الطاقة): ٥-٦ ، ١١-١٢ ،
 ٢٨-٢٩ ، ٥٨ ، ١١٤ ، ١٣٧-١٣٩، ٢٣٦
 الاستبدال المدخلي: ٦٦
 الزراعة: ٥٨ ، ٥٩ ، ٦٤ ، ٨١ ، ٩٢ ، ٢٠٤، ٢١٢ ،
 ٢١٤-٢١٥
 انماط مداخيل الطاقة: ٨٥-٨٦ ، ٩٠
 سياسة: ٩٠، ٩٢

افران: ٩٥ ، ١٣٣-١٣٢ ، ١٥٨ ، ١٧٥-١٧٦ ، ١٧٦-١٧٩
اقتصاد العيار: ٩٠ ، ١٤٧ ، ١٤٩ ، ١٥٦ ، ١٨٦ ، ١٩٠-١٩١ ، ١٩٨ ،
٢٠١

امكانية الاستغلال: ٢٤١-٢٤٢
امكانية البحث: ٢٠-٢١ ، ١١٨ ، ٢٣١
امكانية تقنية: ٣٥-٣٧ ، ٣٨-٣٩
انتاجية زراعية: ٨١ ، ٨٥-٨٦
انتشار: ٣٩-٤٠ ، ٤٦ ، ١١١ ، ١٦٦ ، ١٧٩ ، ١٨٤-١٨٥ ، ٢٣٩
انحسار الغابات والتصحّر: ٢١١ ، ٢١٧
انحسار الغابات: ١٠٠ ، ١١٤ ، ١٧٥-١٧٦ ، ٢١١ ، ٢١٤-٢١٥
انضاب المصادر: ١١-١٢ ، ١٦-١٧
أكاسيد الآزوت: ٢١١ ، ٢٢٦ ، ٢٢٨
اوكتان: ١٤٦ ، ١٤٧
اول اوكسيد الفحم: ١٥٨
اوليات البحث: ١١-١٢ ، ٢٣٦
اولويات وطنية: ٢٩-٣٠
ايتانول (انظر مصادر الوقود السائلة): ٥٤ ، ١٣٤ ، ١٤٦ ، ١٤٩ ، ٢٤٠ ،
٢٤٣

باحثين: ٩-١٠ ، ٣٠-٣١ ، ٣٨-٣٩ ، ٤٦ ، ٤٩-٥٠ ، ٥٨ ، ٧١-٧٢ ،
٨٥-٨٦ ، ١٩٩-٢٠٠ ، ٢٣١-٢٣٣
البحث: ٢٠-٢١ ، ٥٧ ، ٢٣٤ ، ٢٣٧-٢٣٩
اجهزة: ٢٤-٢٥ ، ٢٨-٢٩ ، ٢٩-٣٠
احتكارات: ٢٢-٢٤
ادارة المصادر الوطنية: ٢٢-٢٤
استثمار: ٥٠-٥١ ، ٥٧
تعليم وتطوير: ٢٩-٣٠
تخلفات التريص: ٢٢-٢٤ ، ٢٦-٢٧ ، ٢٣٦
توقعات: ٢٤-٢٥ ، ٢٦-٢٧
حاجات أساسية: ٢٢-٢٤
حرية المناورة: ٣٣
الحكومات: ٢٠-٢١ ، ٣٣ ، ٥٤

أجهزة المستخدم:

احتراق داخلي: ٧٦، ٩٢، ٩٦، ١١٦، ١١٨، ١٢١،

١٢٤، ١٥٨-١٦٠، ١٦٦، ١٦٧-١٧٢

تحويل الدفع السائل: ١١٦، ١١٩-١٢٠

تيار مباشر: ١١٩-١٢٠

دفع متحول: ١١٦، ١١٩-١٢٠، ١٢١

عنفات غازية: ١١٦، ١٢٤، ١٦٧، ١٩٣-١٩٧

قاعدة سائلة: ١١٦، ١٢٨-١٢٩،

محركات: ٤-٥، ١١٨، ١٤٧، ١٦١

محركات اوتو: ١٢١، ١٢٣، ١٥٨

مراحل: ٢٩-٣٠، ٣٨-٣٩، ١١٠-١١١، ١١٢، ١١٦،

١٨٠-١٨٣، ٢٢٨-٢٣٠، ٢٣٧-٢٣٩، ٢٤١-

٢٤٢

مدخرات: ١١٨، ١٦٤-١٦٥، ١٩٨، ٢٠٠-٢٠٣، ٢٠٨

احتكاكات: ٩٦، ٩٧-١٠٠، ١٨٢-١٨٣، ١٩٢

ادارة (انظر ايضا تحليل الطلب والادارة) : ٣٨-٣٩، ٤٩-٥٠، ١٦٦،

١٧٤

ادارة الطاقة (انظر التخطيط وصياغة السياسة) : ٢٦-٢٧

ادارة البحث: ٤٧-٤٨

ادارة المصادر: ٢٢-٢٤، ٤٧-٤٨

ارصدة التصدير: ٤٠-٤٩، ٥٢-٥٣

ازمة الطاقة: ١٢٨-١٢٩، ١٣٤، ١٣٥، ١٨٠-١٨٢

استبدال الاستيراد: ٢١-٢٢

استبدال بيني للوقود: ٢-٣، ١٨٠، ٢٨-٢٩، ٦٢، ٦٦، ٦٧-٦٩، ٧٨

٨٥-٨٦، ٩٠، ٩٢، ١٠٢، ١١٣-١١٤، ١٤٤-١٤٥،

١٤٧، ١٥٤-١٥٥، ١٦٠، ٢٣٦، ٢٣٧-٢٣٩

استكشاف (انظر أيضا التقنيات) : ١١٨، ١٣٣-١٣٤، ١٣٩-١٤١،

١٤٢-١٤٥، ١٨٦

أسمدة: ٥٩، ٦٢، ٨٠-٨١، ٨٥-٨٦، ٩٢، ١٦١، ٢١١، ٢٢٦

اسمنت: ٩٢، ٩٦

اعتماد تقني: ٣٣، ٤٥

اعتماد على الذات: ١٦-١٧

دليل المواضيع

- ابتكارات تقنية : ٢٠-٢١ ، ٣٣،٣٥-٣٧،٣٩-٤٠، ١٦٩-١٧٢
اتصالات : ٤٩-٥٠، ٥٠-٥١
اتفاقيات : ١٤٢
اثر بيئية : ٥-٦ ، ٧٨،٩٦،٩٧-١٠١، ١١٢، ١١٤، ١٢١، ١٢٦
١٣٥ ، ١٥١ ، ١٦١، ١٦٢-١٦٥، ١٧٥-١٧٦، ١٨٠-١٨٣
١٨٩ ، ٢١١ ، ٢٢٨-٢٣٠
استهلاك خشب الوقود : ٢١١ ، ٢١٢-٢١٣
انحسار الغابات والتصحر : ٥-٦ ، ٢١١، ٢١٧
البحث : ٢٢٦، ٢٢٨
التصحر : ٢١١ ، ٢١٤-٢١٥، ٢١٦-٢١٧
المطر الحامضي : ٥-٦ ، ١٦-١٧ ، ١٣٥، ١٦٢-١٦٥ ،
٢١١
تخفيف انحسار الغابات والتصحر : ٢٢٨-٢٣٠
أثر البيت الأخضر (انظر ايضا آثار بيئية) : ٥-٦ ، ١٨ ، ١٣٤-١٣٥ ،
١٦٢-١٦٥ ، ٢١١ ، ٢١٢-٢١٣ ، ٢١٧ ، ٢٢٥
أجهزة (انظر ايضا تقنيات) : ٨٩ ، ٩٢ ، ٩٥ ، ١١٦ ، ١٦١ ، ٢٣٦ ،
٢٣٨-٢٣٩
الطاقة الكهربائية : ٣٩-٤٠ ، ٥٤-٥٧ ، ١١٨ ، ١٢٦ ،
١٩٨
الطاقة : ٥٠-٥١ ، ٥٦-٥٧ ، ١١٧-١١٨ ،
الفحم الحجري والتعدين : ١١٨ ، ١٦٦ ، ١٦٩-١٧٢ ،
١٧٥-١٧٦
النفط والغاز : ١١٨ ، ١٧٥-١٧٦ ،
النقل : ٧٠ ، ١٧٦-١٧٨
صنعوا الأجهزة : ٣٩-٤٠ ، ٤٥ ، ٥٤-٥٧، ٩٢، ١٦٩-١٧٢
١٧٤-١٧٦ ، ١٩٩-٢٠٠
صيانة : ١٧٤
أجهزة المستخدم : ٥-٦ ، ١١-١٢ ،
احتراق خارجي : ١٢٣ ، ١٢٤

Wood:	٦٦	Yucel:	١٠١
Woodwell:	٢١٨	Yulsman:	٢٢٣
World Bank:	٩٠١٣٦٠١٤٧٠١٤٨	Zabeschek:	١٢٨
Yeager:	١٢٨	Zimmerman:	١٧٦

Organization for Economic Cooperation and Development:	٢٢٠	Smil:	٧٥٠١٤٨
Ostrovskii:	١٤٩	Smoot:	٩٠١١٧
Ozatalay:	٦٦	Spence:	٨٠
Parra:	١٤١٠١٤٣	Srinivasan:	١٦٢
Passmore:	٢٠٩	Stanley:	٢٠٧
Pathak:	١١١	Stern:	٧٣٠١٠٧٠٢٠٩
Patterson:	١٢٨	Stewart:	٣٣
Pavitt:	٣٧	Strout:	٦٥٠٩٣
Peng:	١٧٣	Stuckey:	١٥٧
Perry:	٢٢٢	Subba Rao:	٦٨٠١٦٩
Petit:	٢٢٢	Subramanian:	١٥٧
Piepers:	٢٠١	Sukhatme:	٢٠٩
Pimentel:	٧٥	Surrey:	٤١٠١٤١٠١٧٢٠١٧٥
Pindyck:	٦٦	Szalai:	٢٠٩
Pinto:	٦٥	Tabor:	٢٠٠
Poersch:	١٢٨	Talty:	١٢٧
Poleman:	٨٨	Tata:	١٥٦
Pollak:	٧٢	Tata Energy Research Institute:	١٢٩
Poole:	٨٥	Taylor, J.H.:	٨٨
Postel:	٢٢٩	Taylor, L.:	٦٨
Prado:	٢٢٩	Taylor, O.C.:	٢٢٥
Prasad:	١٣٠	Thomas, R.B.:	٢٠٩
Price:	٢٨	Thomas, T.H.:	٩٩
Pryor:	٢٨	Thomson:	٩٨
Québec:	٦٩	Tinker:	١٠٥٠٢٠٩
Quraishi:	٢٠٢	Tissot:	١٥٣
Ramanathan:	٢٢٣	Todaro:	٢٠٨
Ramaswamy:	٨٩	Tokuyama:	١٥٠
Ramsay:	١٧٤	Torres:	٣٠٠٣٤
Rand:	٢٠٩	Tunnah:	٢٠٨
Ray:	٧٢	Turnham:	١٩٦
Reddy: ٨٥٠٩٠٠١٠٥٠١٠٦٠١٠٨٠١١٣	١١٣	Turvey:	١٩٦
Reed:	١٤٩	Umaña:	١٢
Reilly:	١٨٠٢٢٠	United Nations:	٩
Robinson:	٢٠٨	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization:	٩٨
Rogers:	٨٩	United Nations Industrial Development Organization:	٩٥
Rolz:	١٤٩	United States of America:	١١٩٠٢٢٩
Rosa:	١٢٥	University of Oklahoma:	١٢٨
Ross:	٢٤٥	Uri:	٦٦
Rotty:	٢٢٨	Vali:	٢٢٧
Rouget:	١٦٢	Van Meurs:	٦٩
Rowley:	١٨٥	Vanin:	١٣٦
Ruttan:	٨٨	Veziroglu:	١٣٦
Sahlins:	١٠٥	Vijverberg:	٧٢
Saida:	١٤٩	Wachter:	٧٢
Sarkar:	١٧٤	Wales:	٧٢
Scharmer:	١٥٩	Ward:	٨٩
Schilling:	١٦٩	Ware:	٢١٧
Schneider:	٢١٥٠٢١٧	Warford:	١٩٤
Schnell:	٢١٧	Weinberg:	٢١٧
Schramm:	٧٠	Weingart:	٢٠٩
Schwartz:	٣٨	Weisskopf:	٧٢
Scott:	١٩٦	Wette:	١٥٣
Scrimshaw:	٢٠٩	Wenman:	١٥٠
Sen:	١٠٧	Wilbur:	٦٨
Sener:	٧٢	Wilson:	٣٠٢١٩
Sexon:	٢٠٢	Winston:	٢٠٩
Shaw:	٢٢٨	Wittmus:	٨٩
Siddayao:	٦٥	Wold:	٧٠
Siemens:	١١	Wolsky:	١٦٢
Simon:	٧٢		
Singer:	١٨		

Gaines:	١٦٢	Keynes:	٢٠٨
Gallagher:	٢٠١٦٨	Khatib:	١٩٧
Gelin:	١٦٢	Klass:	١٥٧
Geltner:	٩٩	Koide:	١٥٠
Georgescu-Roegen:	١٦	Kristoferson:	٢٠٢
Gibbons:	٦٦	Ladomatos:	١٢٠
Gibson:	١٧٥	Lahiri:	٦٨
Glantz:	٢١٧	Lapillonne:	٦٩
Goblirsch:	١٢٧	Laslett:	٧٢
Gold:	١٤١	Leach:	٦٥,٧١, ١٠٨
Goldberger:	٦٩	Le Houérou:	٢١٦, ٢١٧
Goldenberg:	٢٠١, ٢٦٦, ١٥٠, ٢٢٢	Leibenstein:	٢٠٩
Gordon:	١٦٨	Leigland:	٧٢
Goss:	١٥٨, ١٦٠	Li:	١٦٢
Govinda Raju:	٢٠٧	Lluch:	٧٢
Graça:	٦٩	Long:	١٦٨
Grainger:	١٧٥	Lovins:	٧٧
Greene:	٢٠١, ١٦٨	Luque:	١٩٩
Gregory:	٦٦	Mack:	٧٢
Griffin:	٦٦, ١٢٨	Mahin:	١٦٠
Häfele:	٢٢٠	Makhijani:	٨٥
Haines:	٢٢٥	Maly:	١٢١
Halbouty:	١٤١	Manibog:	١٢١
Hall:	١٨٢	Margen:	٩١
Hamakawa:	٢٠٠	Martin:	١٦٥
Hansen:	٢٢٢	Masters:	١٢٩
Harris:	١٠٥	Mathur:	١٧٤
Harte:	٢٢٥, ٢٢٩	Mattos:	١٦٢
Hayami:	٨٨	McCaslin:	١٤٠
Herendeen:	٩٥	McNelis:	١٨٩, ٢٠٦
Hignett:	٩٠, ١١٧	Mead:	١٧٤
Hill:	٩٠, ١١٧	Meier, P.M.:	٦٨
Hossain:	١٤١	Meier, R.L.:	٩٩
Houthakker:	٧٢	Menard:	٤٧
Howard:	٧١, ١١٠, ١٢٨	Mendelev:	١٤١
Howes:	١٨١	Merriam:	٢٠٢
Hubbert:	١٤٥	Meta Systems:	٨٩, ١٢٩
Hudson:	٦٦	Metals Society:	٩٥
Hughart:	١٨١	Meyers:	١٧٢
Humphreys:	١٤٨	Moavenzadeh:	٩٩
Hurst:	١٢٤	Moles:	١١٧
Institute for the Integration of Latin America:	٢٦	Moscato:	٦٤
Instituto de Economía Energética:	٦٢	Moss:	١٢٠
Instituto de Pesquisas Tecnológicas:	٥٠	Mubayi:	٦٨
Instituto Nacional de Energía:	٦٩	Mudahar:	٦٥
Inter-American Development Bank:	٩٩	Muellbauer:	٧٠
Intermediate Technology Power:	٢٠٧	Müller:	١٢٨
International Energy Agency:	٦٢	Munasinghe:	٢٥, ٢٨, ٣٥, ٣٧, ٧٠
	١٢٦, ١٢٩, ٢٢٠		٧٨, ١١٢, ١٩٤, ١٩٦
International Labour Organization:	٨٨	Mwandosya:	٩
International Monetary Fund:	١٢٨	Narasimha:	٢٠٧
Isaza:	١٨٨	Natarajan:	١٠٨
Jaeger:	٢٠٨	National Research Council:	١٥٩, ٢١٩
Jenkins:	١٥٠	Nema:	١٦٢
Jorgenson:	٦٦	Neto:	٦٩
Julius:	١٥٤	Newbery:	٧٢
Kahane:	١٥٠	North:	١٥٢
Kamien:	٢٨	Nugteren:	٩١
Karch:	١٧٨	Ocampo:	١٠٠, ١٠٢
Kaupp:	١٥٨, ١٦٠	Odell:	١٤٥
Kellogg:	٢١٥, ٢١٧	Odum:	١٠٥
Kettani:	١٩٨	Ohta:	١٦٢
		Organización Latinoamericana de Energía:	٦٤

دليل المؤلفين

Adelman:	١٨	Chamberlain:	٢٢٦ ، ٢٢٨
Advisory Committee on Technology		Charney:	٢١٦
Innovation:	١٥٧	Chateau:	٦٩
Alam:	١١٣	Cheshire:	١٤١ ، ١٧٢ ، ٧٥
Alston:	٩٩	Chiang:	١٧٣
Anderson:	١٩٦	Chile:	٦٤
Apte:	٦٦	Choucri:	٦٨
Asian Development Bank:	٥٦	Christensen:	٦٦
Aureille:	١٦١	Chung:	٤١
Backus:	١٩٩	Clifford:	١٧٤
Baldwin:	١١٩ ، ١٢٠	Cline:	٨٨
Barbalho:	٦٤	Cole:	١٢٣
Barnard:	١٦١	Colitti:	١٥٥
Bass:	٣٨	Collier:	١٩٤
Baudequin:	١٥٩	Collins:	١٨٧
Baumol:	٨٠	Commission of European	
Beale:	١٢٤	Communities:	٩ ، ٦٤ ، ٦٩
Becker:	٧٢	Coombs:	١٧٩
Behrens:	٦٨	Cooper:	١٠ ، ٣٣
Bellin:	١٦٩	Costanza:	٦٨
Ben Daniel:	١٢٠	David:	١٢٠
Bergman:	٢١٨ ، ٢٢٢	Deaton:	٧٠
Berndt:	٦٦	de Cabrera:	١٢٠
Berry:	٨٨	De Lepeleire:	١٣٠
Bhagavan:	٩	Demos:	٧٢
Bhatia:	٨٩	Deolalikar:	٧٢
Bhushan:	٣٠	Desai, A.:	٧١ ، ١١١ ، ١٨١
Bialy:	١٠٨	Desai, N.:	٤١
Binswanger:	٨٨	De Vallée:	١٥٥
Bliss:	١٠٧	Doniat:	١٦٢
Blitzer:	٦٨	Dorado:	١٤٥
Bockris:	١٣٦ ، ١٦٣	Dowdy:	١٢٣ ، ١٢٤ ، ١٢٥
Boocock:	٧٢	Dryden:	١٢٦
Borrini:	٢٠٩	Duersten:	٤٢
Bos:	٩١	Dumont:	٨٦
Boutette:	١٧٨	Durmin:	٢٠٩
British Mining Consultants:	١٧٤	Du Toit:	١٨٣
Brooks:	١٠٩	Eckhaus:	٦٨
Brown:	١٥٦	Edmonds:	١٨ ، ٢٢٠
Bruggink:	١٩٠	Egnéus:	١٤٨
Buchanan:	١٠٠	Ellegård:	١٤٨
Bullard:	٦٨	El Salvador:	٦٤
Caceres:	١٧٨	Fein:	١٦٣ ، ١٦٤
Campbell:	٢٧	Fettweis:	١٧٢
Campos:	١٦٢	Foley:	١٣٠ ، ١٦١
Canada, House of Commons:	٢٢٥	Food and Agriculture Organization:	
Carlman:	٩		١٧٨
Carlstein:	٢٠٩	Foster:	١٤٣
Carpetis:	١٦٤	Fraenkel:	١٨٩ ، ٢٠٦
Casimir:	٣٨	Freebairn:	٨٨
Casler:	٦٨	Freeman:	١٩ ، ٣٧
Cecelski:	٧٢	Fridleifsson:	١٨٥

- الدكتور ج. سي. فروست
السيد اى. ب. فريدليفسون
السيد و. فلور
السيد ج. فولى
الاستاذ ج. ب. فيتوايز
السيد ج. ل. فيش
السيد ف. فيشاراخي
الاستاذ ج. فيشيلسون
الدكتور اى. فين
السيد ك. فينشتاين
الدكتور ر. ك. كاتيل
الاستاذ اى. كامبيرو
الدكتور ر. كانال - رويز
السيد أ. كاهينه
الدكتور ل. كريستوفرسون
المهندس م. ف. كورالز
الدكتور و. ك. ه. كينزيلباخ
مدام د. كي يون
الدكتور سى. لويس
الدكتور ج. و. لوند
السيد ر. ليختمان
السيد ج. ليش
السيد أ. ليزلي
السيد م. س. لينش
الدكتور س. ت. ليونغ
الدكتور م. سي. ماتوس
السيد ج. مارتيكالي
الدكتور م. مارتينيز
الاستاذ الدكتور س. ماغين
الآنسة م. ك. ماسون
الدكتور ي. ماكاليستر
الاستاذ ج. د. ماكول
- الآنسة م. س. مايا
الاستاذ الدكتور عدنان مصطفى
الدكتور ج. ر. موريرا
الدكتور ت. ك. موليـك
السيد ب. مولين
الدكتور م. مو - ينغ
الاستاذ الدكتور ر. ف. ميكسيل
الاستاذ ر. ل. مير
الاستاذ س. ر. نكونوكي
الدكتور نيغني مينغيش
السيد س. ك. نيما
السيد ك. نيوكومب
الاستاذ الدكتور ب. هانون
الدكتور س. د. هو
الاستاذ الدكتور د. او. هول
الدكتور ر. ب. وايتي
السيد ك. ر. ويليامز
الدكتور م. س. وينتزيك
الدكتور ب. ج. وود
الآنسة ك. وودوارد
الدكتور ف. د. يامبـا

الدكتور ت.ب.ب. تانغ	الاستاذ ج. زاب
الدكتور أ. تايلور	الدكتور ع.ي. زروق
السيد ج.ب. تايلور	الدكتور ب.س. ساتسانغي
الاستاذ ج.ه. تزينغ	الدكتور س.ك. ساركر
السيد ب.س. توليتتينو	الدكتور ب. سالازار
الدكتور ج. تويديل	السير ل.اي. سالكيديو
السير اى. تيرينا غارزا	الاستاذ م. سليسر
السيد ل. جاراس	الدكتور ف. سميل
الدكتور ب.سي. جاين	الدكتور ك.ر. سميث
السيد ك.ج. جيشوتيك	الاستاذ ب.ف. سوخامي
السيد أ. جيليك	الدكتور ب.ب. سوكر
السيد و.ي. جايمز	الاستاذ الدكتور ب.د. سولمان
المهندس ج.ل. دارايو	الاستاذ ب.د. سوناڤالا
الاستاذ ج.أ.دافي	الدكتور س.م. سيدايو
السيد أ. دافينبورت	الانسة م. سيراتو
السيد اى. دومين	الاستاذ الدكتور ر.ت. شاند
السيد ب. دوهاميل	الدكتور ك. شارمر
الدكتور أ. دى اوليفيرا	السيد ك. شانكر
الدكتور ر. دى بيبو	الدكتور ل. شرانتين هولترز
السيد ر.ج. دى لوشيا	الدكتور ن.أ. صالح
الدكتور س. راج	الدكتور على الصايغ
الدكتور ف. راغورمان	السيد ت.أ. صديقي
الانسة ج. راماكريشنا	الدكتور ب. طهمازيان
الاستاذ ر. راماكومار	الاستاذ الدكتور ر.م. علام
السيد ر.س. رانغي	الدكتور أ.ت. علي
الاستاذ ت.ف. راو	الدكتور م.ل. غوبتا
الاستاذ ك.س. راو	الاستاذ الدكتور ف. غوبتا
السيد س. روتلينغر	الدكتور ب.ج. غيون
الدكتور ر.م. روتي	الاستاذ ب.ف. غيللي
الاستاذ ج.م. رودريغوز دايفيز	السيد ج.د. فاسكويز
الاستاذ ب. روجرز	الانسة ب. فاسودبغان
السيد ب. روميانوللي	السير اى.ف.ب. فازدى كامبوس

الملحق الثالث

حکام مجموعة بحوث الطاقة حول التقرير النهائي وأوراق البحث المحققة للمجموعة

الدكتور س. بالدوين	الاستاذ م. آدلمان
السيد ب. ف. بالميدو	الدكتور ي. اردايفيو — شندروف
السيد د. ج. باسمور	الاستاذ ب. ج. اسبوزيتو
الاستاذ ر. باسمور	الدكتور م. ن. اسلام
السيد ف. ي. بانكس	الدكتور ع. م. الباسوني
السيد ك. براساد	الاستاذ س. الفارادو
السيد ن. ل. براون	الدكتور ب. الكان
السيد ه. برودمان	السير ج. رامون اكوستا
السيد د. بروكس	السيد م. ه. انغ
السيد ر. س. بندنغ	الدكتور ه. انهابير
السير ر. بوازامات	السيد ر. م. اوبنشو
الاستاذ د. ك. بوزي	الاستاذ ت. اوتا
السيد س. ك. بوزي	الاستاذ ر. ب. اوديل
السيد ج. بوشار	السيد ر. م. اورنستاين
الآنسة ج. ه. بوغاش	السيد سي. اوستروفسكي
الاستاذ ج. بوكريس	السيد أ. اولدفيلد
الدكتور سي. بونيوبول	السيد ج. ر. ايكان
السيد ر. بيترز	السيد ب. بازار
الاستاذ ج. ه. بيتون	السيد ج. ه. باروز
الاستاذ أ. بيريرا	الدكتور ج. ه. باروز
الدكتور او. ام. بيمنتل	السيد س. ب. باروك
السير ل. بينيللي روزا	الدكتور ج. بارينج
الدكتور ه. تابور	السيد ج. بازتور

-
- Trends in forestry/woodfuel resources and utilization **Owino, F.**
 Energy problems and policies in developing countries: an analysis and
 review **Pachauri, R.K. and R. Pachauri**
 Electrothermy in Brazil **Pimentel, O.M.**
 Energy, urban transport and the city: a narrative of some recent Brazilian experience
 and its wider implications **Poole, A.**
 Petroleum industry in China **Qin Tongluo**
 Geothermal energy in China **Ren Xiang, Yang Qilong and Tang Ninghua**
 Petroleum exploration and production in developing countries **Ross, R.J.P.**
 Biomass potential and conversion in southwest Asia and northern Africa
Sandhu, G.R.
 Energy use in cities of developing countries **Sathaye, J. and S. Meyers**
 Optimizing electrical distribution systems **Scott, W.**
 Applications of solar thermal technologies **Selçuk, M.K.**
 Electric transmission technology **Shah, K.R.**
 Asia's adjustments to the changing energy picture: a summary **Siddayao, C.**
 Hydroelectricity: evolution and perspectives **Siqueira, G.**
 China's energy advances and limitations **Smil, V.**
 Traditional fuels and health: social, economic, and technical links
Smith, K. and J. Ramakrishna
 Energy-intensive materials and the developing countries **Strout, A.**
 Technology and market structure in equipment for the energy industries: coal,
 oil and electricity **Surrey, J. and J. Chesshire**
 Recent research in electric power pricing and load management **Tabors, R.**
 Technology in the petroleum industry **Tanzer Natural Resource Associates**
 Domestic energy supply and demand in southwest Asia and northern Africa
Tasdemiroglu, E.
 The real rural energy crisis: women's time **Tinker, I.**
 Biomass technology survey in Japan **Tokuyama, F.**
 Alternative transport fuels: supply, consumption and conservation **Trindade, S.**
 Energy technologies and policies: options for developing countries **Tsuchiya, H.**
 Energy use in industry **Tunnah, B.G.**
 Economics of energy and natural resources: review of an expanding field of
 transdisciplinary research **Umaña-Quesada, A.F.**
 Solar thermal central receiver power generation technology: prospects for the
 developing world **Weingart, J.**
 Electric power for industrialization in developing countries **Wereko-Brobby, C.**
 Notes on the state of the future of energy research in Latin America
Wionczek, M.
 The coal industry in China **Wu Jing**
 Biomass utilization in China **Wu Wen**
 Energy policy study in China **Zhu Yajie and Wang Qingyi**
 The prospects of hydrogen as an energy resource **Zhu Yajie and Wu Zhenxiao**
 How small hydro power is helping China's rural electrification programme
Zhu Xiaozhang, Ding Guangquan and E. Chang

- Markets for technology equipment and services **Foster, J. and L. Jackson**
Oil refining, transport and distribution **Foster, J. and R. Tragatsch**
Geothermal energy exploration and utilization **Fridleifsson, I.**
Transportation and energy in developing countries: a survey and discussion of research needs **Geltner, D.**
Recent advances in solar energy utilization in China **Gong Bao, Lu Weide and Tian Xiapong**
Energy policy in developing countries **Gordon, A.**
Sociopolitical issues in rural energy development **Hayes, P.**
Nuclear electric futures **Hayes, P.**
Third World island futures **Hayes, P.**
Human and animal energetics: a review of the role of metabolized energy in traditional agriculture **Hurst, C.**
Human and animal energy in transition: the changing role of metabolized energy in economic development **Hurst, C.**
Energy for small-scale engines: a review of potential energy sources **Hurst, C.**
Oil and gas: exploration and production in developing countries **Ion, D.C.**
Markets for renewable energy technology in developing countries **Jhirad, D.**
Utilization of fuelwood and charcoal in East Africa **Kaale, B.K.**
Energy in West Africa: a literature survey **Kahane, A. and S. Lwakabamba**
Energy transitions and energy-related R&D needs and priority areas in Korea **Kim, H.T.**
An overview of R&D in energy resources, uses and technology **Lamprey, J., M. Moo-Young and H.F. Sullivan**
China's energy economy **Lan Tianfang, Lu Yingzhong and Mao Yushi**
Modèles de demande d'énergie et modèles globaux **Lapillonne, B., P. Criqui and J. Girod**
Industrial energy consumption and conservation in China **Lu Qi and Liu Xueyi**
The development of electric power in China **Lu Qinkan and Fu Zhesun**
The development of nuclear energy in China **Lu Yingzhong**
Photovoltaic technology in developing countries **Luque, A.**
China's transport and its energy use **Mao Yushi and Hu Guangrong**
Energy-related issues in early economic literature **Martinez-Alier, J.**
Science and technology of the renewable energy sources in Mexico **Martinez-Negrete, M.A., F. Cepeda-Flores, J. Cervantes-Servin, O. Masera-Cerutti and O. Miramontes-Vidal**
Solar and wind technologies for developing countries: current status and anticipated developments **McNelis, B. and P. Fraenkel**
Use of wind for electricity generation in developing countries **Merriam, M.**
Status assessment of solar photovoltaic technology **Mintzer, I.**
Alternative fuel — a Brazilian outlook **Moreira, J.**
Issues in natural gas production and utilization **Mortimer, G.**
Energy demand management and conservation **Munasinghe, M.**
A framework for establishing energy research and development (R&D) policies and priorities in a developing country **Munasinghe, M.**
Current state of biomass energy development and conservation technologies **Ng'eny-Mengech, A.**
Comparative evaluation of nuclear power in the developing countries **Obermair, G.**
Energy and development in East Africa **O'Keefe, P.**

أوراق البحث الاستعراضية المحققة للمجموعة

- Integrated energy systems for rural development **Abhat, A.**
Energy conservation in the industrial sector **Anandalingam, G.**
Electricity's effect on rural life in developing nations **Barnes, D.**
Information systems for energy planning and management **Bernardini, O.**
Contribution of renewable energy sources to the solution of energy problems
in some countries in Latin America **Best, G.**
The developing world as a market for power plant technology **Bharadwaj, T.**
Energy demand analysis in developing countries **Bhatia, R.**
Energy research programmes in South Asia: a review of past activities and possible research themes **Bhatia, R.**
Energy and agriculture in developing countries **Bhatia, R. and R. Sharma**
Energy research and development programmes in India **Bhushan, B.**
Energy policies and issues in Latin America **Bianchi, A.**
Energy problems and policies in Central America **Bogach, V.S.**
Human energetics **Borrini, G. and S. Margen**
Markets for utility electricity with efficient application **Brooks, D.**
Biomethanation **Brown, N. and P. Tata**
Small- and medium-size hydroelectric power plants **C.I. Power Services Inc.**
Current status and development of solid fuel mining and utilisation technologies
in Asia **Chari, K.S.R.**
Le bois de feu, source d'énergie renouvelable menacée **De Lepeleire, G.**
Developing country fuel pricing policies — I: a discussion of issues associated
with retail pricing policies **deLucia, R. and M. Lasser**
Developing country fuel pricing policies — II: a discussion of issues associated
with wholesale pricing policies **deLucia, R.**
Rural energy utilization in China **Deng Keyun and Wu Changlun**
Atoms for peace, atoms for war, atoms for profit **Desai, N.**
Energy modelling in developing countries **Devezeaux, J.G.**
Energy consumption patterns and their implications for energy planning **Dunkerley, J.**
Duquette, M.
Problèmes politiques et énergétiques au Brésil
Is there a vicious cycle of low food energy intake and low human work
output? **Edmundson, W.**
The international transmission of economic growth, exhaustible resources and
long waves: a review paper **Elkan, P.G.**
Health and environmental impacts of energy systems **El-Sayed, H.**
Application of alternative biomass energy technologies in developing countries
Eusuf, M.
Application of solar energy technologies in developing countries **Eusuf, M.**
Petroleum exploration, development and production **Foster J. and T.C. Foster**

المتوسط للطاقة الشمسية • وقد ألف ٨ كتب وأكثر من ١٠٠ ورقة تقنية •

الدكتور هو تاك كيم - جمهورية كوريا

استاذ مشارك للاقتصاد الزراعي ، جامعة سيؤول الوطنية ،
سيؤول ، جمهورية كوريا •

كان الدكتور كيم نائب رئيس معهد بحوث الطاقة الكـوري
(١٩٧٩ - ١٩٨١) • وهو المستشار الخاص لمؤسسة ادارة الطاقة
الكورية ، وعضو في لجنة الطاقة وسياسة المصادر بوزارة الطاقة الكورية •
نشر الدكتور كيم ١٤ تقريراً رئيساً ومقالة في مجال الطاقة •

الاستاذ موهان موناسينغ (رئيس) - سيرى لانكا

كبير مستشارى الطاقة لرئيس جمهورية سيرى لانكا •

يحمل الاستاذ موناسينغ ٦ شهادات في الفيزياء والهندسة
والاقتصاد من جامعة كيمبريدج ، ومعهد ماساتشوستس للتقنية ، وجامعة ماك
غيل ، ودرس في جامعات سيرى لانكا ، وكندا ، والولايات المتحدة
الامريكية ، وقام ايضا بتدريب مالا يقل عن ١٠٠٠ من مسؤولي الطاقة
الكبار في ٦٥ بلدا ناميا • وهو رئيس وحدة تطوير سياسة الطاقة في البنك
الدولي ، واشنطن (العاصمة) بالولايات المتحدة الامريكية • وكان رئيسا
لمجلس الحواسيب الالكترونية وتقنية المعلومات في سيرى لانكا ، وخبيرا
مستشارا للعديد من المنظمات الدولية • والاستاذ موناسينغ مؤلف لما لا يقل
عن ١٠٠ ورقة تقنية ، ويعمل على هيئة تحرير عدة مجلات دولية •

الاستاذ زو ياجبي - الصين

كبير مستشارى معهد شرقي الصين النفطي ، بيجينغ ، الصين

الاستاذ زو ايضا عضو في المجلس العلمي لأكاديمية العلوم
الصينية ، ورئيس جمعية ابحاث الطاقة الصينية • كان استاذاً في معهد
بيجينغ البترول (١٩٥٢ - ١٩٦٦) ويملك خبرة واسعة في تصميم الأفران
ومنشآت الايثيلين والامونيا • نشر ٤ كتب جامعية وعددا من البحوث •

الاستاذ خوزيه غولدينبرغ - البرازيل

رئيس جامعة سان باولو ، البرازيل

شغل الاستاذ غولدينبرغ وظائف عدة ، منها استاذ في الفيزياء في جامعات سان باولو ، باريس (اورسي) ، وتورنتو . وكان رئيساً لقسم الفيزياء النووية في معهد الطاقة الذرية (٧١ - ١٩٧٢) ، ورئيساً لهيئة الطاقة الخاصة بالكتلة الحيوية التابعة لوزارة الزراعة ، البرازيل (١٩٧٩) ، ورئيساً لشركة طاقة سان باولو (١٩٨٣ - ١٩٨٦) . وهو الرئيس الأسبق للجمعية الفيزيائية البرازيلية . نشر ٤ كتب ، والعديد من الابحاث التقنية حول الفيزياء النووية والطاقة .

الاستاذ جبريل فول - السنغال

مدير مركز دراسات وأبحاث الطاقات المتجددة ، واستاذ بجامعة دكار ، دكار ، السنغال .

حصل الاستاذ فول على درجة الدكتوراه في الفيزياء من جامعة تولوز في عام ١٩٧٤ ، وشغل منصب مدير المركز اعلاه منذ ذلك الوقت وحتى اليوم . ومنذ عام ١٩٧٦ عمل ايضاً منسقاً للمشاريع في معهد التقنيات النووية التطبيقية . وعمل لمدة ٧ سنوات مستشاراً فنيافياً أمانة الدولة للبحث العلمي والتطبيقي .

الاستاذ علي كتاني - المغرب

المدير العام ، المؤسسة الاسلامية للعلوم والتكنولوجيا والتنمية ، جده ، المملكة العربية السعودية

يتولى الاستاذ الكتاني اليوم مسؤولية التعاون بين ٤٦ دولة عضو في منظمة المؤتمر الاسلامي ، وتعزيز وتشجيع العلوم والتقنية فيها . وكاستاذ للهندسة الكهربائية بجامعة البترول والمعادن ، الظهران ، المملكة العربية السعودية (١٩٦٩ - ١٩٨٢) قام بتطوير وإدارة البحث في مجال الطاقة ، مع ايلاء اهتمام خاص للطاقة الشمسية . رأس الاستاذ الكتاني العديد من المؤتمرات الدولية ، وهو نائب رئيس تعاونية البحر الأبيض

الدكتور آشوق ف. ديساي - الهند

منسق ، مجموعة بحوث الطاقة ، اوتاوا ، كندا

عمل الدكتور آشوق ديساي لسنين عديدة مع المجلس الوطني
لبحوث الاقتصاد التطبيقي في دلهي ، وترأسه لبعض الوقت . كان استاذا
ورئيسا لقسم الاقتصاد بجامعة جنوب الباسفيك (١٩٧٣ - ١٩٧٦) ، وقبل
ذلك شغل مناصب جامعية في جامعات : اوكسفورد ، بومباي ، ودلهي . يحمل
الدكتور ديساي درجة الدكتوراه من جامعة كيمبريدج ، وقد نشر كتابا والعديد
من البحوث . وكان مجال عمله البحثي الرئيس في مجال الاقتصاد الصناعي
وفي اقتصاديات تطويع التقنية خصوصا .

الاستاذ آموليا ريدي - الهند

رئيس قسم الادارة الصناعية ، واستاذ ، قسم الكيمياء الفيزيائية
وغير العضوية ، معهد العلوم الهندي ، بانغالور ، الهند .

كان الاستاذ ريدي المبادر لاقامة مركز تطبيق العلم والتقنية
على المناطق الريفية (آسترا) ، ومعهد العلوم الهندي (١٩٧٤ - ١٩٨٣) .
وكان في عدد من المناسبات ، باحثا عليما رئيسا زائرا في مركز دراسات الطاقة
والبيئة بجامعة برنستون . وهو أحد اعضاء هيئة تحرير مجلتي دوليتين :
هما " الكتلة الحيوية " ، و " العلم المعاصر " ، وخدم في مجموعة
العمل الخاصة بسياسة الطاقة التابعة لهيئة التخطيط الهندية (٧٨ - ١٩٧٩) .
وقد كتب مالا يقل عن ٨٥ بحثا .

المهندس كارلوس ٠١ شواريز - الأرجنتين

رئيس معهد اقتصاديات الطاقة ، ريو نيغرو ، الأرجنتين

يعمل السيد شواريز ايضا نائبا لرئيس مؤسسة باريلوششي
المرتبطة بمعهد اقتصاديات الطاقة . كان مديرا لتخطيط الطاقة في هيئة
التخطيط الوطنية في بيونيس آيريس (١٩٦٣ - ١٩٦٧) ، وهو خريج جامعة
ليتورال ، في الهندسة الكيميائية .

الملحق الأول

أعضاء مجموعة بحوث الطاقة

الدكتور فريدريك اوينو -- كينيا

استاذ مشارك في الغابات ، وعميد كلية الغابات ومصادر الحياة البرية ، جامعة موى ، الدرويت ، كينيا .

حصل الدكتور اوينو على درجة الدكتوراه في علم وراثة الغابات من جامعة كارولينا الشمالية عام ١٩٧٥ ، ودرس بجامعة نيروبي منذئذ .
الدكتور اوينو عضو في هيئة تحرير مجلة " بيئة الغابات وادارتها " الدولية ، وعضو الهيئة الرئاسية الدائمة حول الحفاظ على التربة والتنمية الغابية في كينيا ، ونشر له ١٤ بحثا .

السيد خوزيه فرناندو ايسازا - كولومبيا

رئيس شركة زيوت كولومبيا (COLDEACEITES) ومستشار خبير ، بوغوتا ، كولومبيا .

كان السيد ايسازا الى وقت قريب الوزير الكولومبي للأشغال العامة والنقل . وكان رئيسا لشركة النفط الوطنية الكولومبية (CONCE) (١٩٨٠ - ١٩٨٢) ، ورئيسا لمؤسسة التمويل الوطنية (١٩٧٨ - ١٩٨٠) . وشغل مديرا للعديد من الادارات الحكومية ، ومن بينها قسم الطاقة في وزارة التخطيط الوطنية . درس الاقتصاد بجامعة لوس انديس ، بوغوتا ، ونشر كتابا وما لا يقل عن ٢٠ بحثا .

- United States of America. 1984. Report to the Congress of the United States: an analysis of issues concerning "Acid Rain." The Comptroller General, General Accounting Office, Washington, DC, USA. GAO/RCED-85-13.
- United States of America, Congressional Office of Technology Assessment. 1979. Direct use of coal. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, USA. Report OTA-E-86.
- University of Oklahoma. 1975. Energy alternatives: a comparative analysis. A study of the Science and Public Policy Program. National Technology Information Service, Springfield, VA, USA.
- Uri, N.D. 1981. Dimensions of Energy Economics. Jai Press, Greenwich, CT, USA.
- Vali, G., M. Christensen, R.W. Fresh, E.L. Galyan, L.R. Maki and R.C. Schnell. 1976. Biogenic ice nuclei — Part II: bacterial sources. *Journal of Atmospheric Science* 33(3), 1565-1570.
- Van Meurs, A.P.H. 1981. Modern petroleum economics. Van Meurs and Associates, Ottawa, Ont., Canada.
- Vanin, V.R. and G.M. Gil Graça. 1982. Obtenção de coeficientes de intensidade de energia (direta mais indireta) — Brasil 1970. Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Ward, G.M., T.M. Sutherland and J.M. Sutherland. 1980. Animals as an energy source in Third World agriculture. *Science* 208(4444), 570-574.
- Ware, H. 1977. Desertification and population: sub-Saharan Africa. In M.N. Glantz, ed., *Desertification: environmental degradation in and around arid lands*. Westview Press, Boulder, CO, USA. p. 165-202.
- Weinberg, F. 1975. The first half-million years of combustion research and today's burning problems. *Progress in Energy and Combustion Science* 1, 17-32.
- Weingart, J. 1984. Solar thermal central receiver power generation technology — Prospects for the developing world. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Weisskopf, R. 1971. Demand elasticities for a developing country. In H.B. Chenery, S. Bowles, W. Falcon, C. Gotsch, D. Kendrick, A. MacEwan, C. Sims and R. Weisskopf, *Studies in development planning*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA. p. 322-358.
- Wenman, C.M. 1985. The production and use of fuel alcohol in Zimbabwe. In W. Palz, J. Coombs and D.O. Hall, ed., *Energy from biomass: 3rd European Community International Conference on Biomass*, Venice, Italy, 1985. Elsevier, London, U.K. p. 172-177.
- Wilson, C.L., ed. 1977. *Energy: global prospects 1985-2000*. Report of the workshop on alternative energy strategies. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Winston, G.C. 1982. The timing of economic activities: firms, households and markets in time-specific analysis. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Wittmus, H., L. Olson and D. Lane. 1975. Energy requirements for conventional versus minimum tillage. *Journal of Soil and Water Conservation* 30(2), 72-75.
- Wold, H.O.A. 1982. Demand analysis: a study in econometrics. Greenwood, London, U.K.
- Woodwell, G.M. 1974. The carbon dioxide question. In *Energy and environment*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA, USA.
- World Bank. 1980a. *Energy in developing countries*. World Bank, Washington, DC, USA.
- . 1980b. *Alcohol production from biomass in the developing countries*. World Bank, Washington, DC, USA.
- . 1981. *Mobilizing renewable energy technology in developing countries: strengthening local capabilities and research*. World Bank, Washington, DC, USA.
- . 1982a. *Emerging energy and chemical applications of methanol: opportunities for developing countries*. World Bank, Washington, DC, USA.
- . 1982b. *World development report 1982*. Oxford University Press, New York, NY, USA.
- . 1983a. *The energy transition in developing countries*. World Bank, Washington, DC, USA.
- . 1983b. *World development report 1983*. Oxford University Press, New York, NY, USA.
- . 1984. *World development report 1984*. Oxford University Press, New York, NY, USA.
- World Bank and Food and Agriculture Organization. 1981. *Forestry research in developing countries: time for a reappraisal*. Paper for the 17th International Union of Forest Research Organizations Congress, Kyoto, Japan, 6-17 September 1981. World Bank, Washington, DC, USA, and FAO, Rome, Italy.
- Yeager, K. 1984. R&D status report: coal combustion system division. EPRI Journal 9(1), 43-48.
- Yucel, N.C. [1974]. *Toll financing of highways: economic and financial considerations*. World Bank, Washington, DC, USA. Staff Working Paper 187.
- Yulsman, T. 1985. Greenhouse earth revisited. *Science Digest* 93(4), 28.
- Zimmerman, R.E. 1982. *Advances in preparation*. World Coal 8(6), 69-71.

- Stuckey, D.C. 1983. Technology assessment study of biogas in developing countries. International Reference Centre for Waste Disposals, Duebendorf, Switzerland.
- Subba Rao, G.V. 1981. Some considerations regarding energy resource development in areas without adequate infrastructure. In United Nations Institute for Training and Research, Long-term energy resources. Pitsman, Boston, MA, USA.
- Subba Rao, S., M. Raizada, S. Iyer and A. Ramanathan. 1981. Determination of energy costs and intensities of goods and services in the Indian economy — An input-output approach. In M. Chatterji, ed., *Energy and environment in the developing countries*. John Wiley and Sons, Chichester, U.K. p. 205-222.
- Subramanian, D.K., P. Rajabapaiah and A.K.N. Reddy. 1980. Studies in biogas technology — Part II: optimisation of plant dimensions. In A.K.N. Reddy, ed., *Rural technology*. Indian Academy of Sciences, Bangalore, India. p. 79-90.
- Sukhatme, P.V. and S. Margen. 1982. Autoregulatory homeostatic nature of energy balance. *American Journal of Clinical Nutrition* 35, 355-365.
- Surrey, J. and J. Chesshire. 1984. Technology and market structure in equipment for the energy industries: coal, oil and electricity. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Szalai, A., P.E. Converse, E.K. Scheuch, P. Feldheim and P.J. Stone. 1972. The use of time — Daily activities of urban and suburban populations in twelve countries. Mouton, The Hague, The Netherlands.
- Tabor, H. 1981. Solar ponds. *Solar Energy* 27(3), 181-194.
- Tata Energy Research Institute. 1983. Energy conservation bulletin. Tata Energy Research Institute, Bombay, India.
- Taylor, J.H. 1977. Increasing the efficiency of agricultural traction and transport. In W. Lockeretz, ed., *Agriculture and energy*. Academic Press, New York, NY, USA. p. 223-232.
- Taylor, L. 1979. Macroeconomic models for developing countries. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Taylor, O.C. 1980. Impact of air pollutants on vegetation. In *Energy and the fate of the ecosystems*. National Academy Press, Washington, DC, USA. Supporting Paper 8.
- Thomas, R.B. 1973. Human adaptation to a high Andean energy flow system. Department of Anthropology, Pennsylvania State University, Philadelphia, PA, USA. Occasional Papers 7.
- Thomas, T.H. 1981. Rickshaws in Calcutta. Unnayan, Calcutta, India.
- Thomson, M.J. 1983. Toward better urban transport planning in developing countries. World Bank, Washington, DC, USA. Staff Working Paper 600.
- Tinker, I. 1984. The real rural energy crisis: women's time. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Tissot, B.P. and D.H. Welte. 1984. Petroleum formation and occurrence (2nd ed.). Springer Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany.
- Todaro, M.P. 1981. Economic development in the Third World (2nd ed.). Longman, New York, NY, USA.
- Tokuyama, F. 1984. Biomass technology survey in Japan. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Torres, J.E. 1984. Latin American research and development in the energy field: a review. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. ERG-MR5e.
- Tunnah, B.G. 1985. Energy use in industry. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Turnham, D. and I. Jaeger. 1970. The employment problem in less developed countries. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France.
- Turvey, R. and D. Anderson. 1977. Electricity economics. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Umaña, A. 1984. Economics of energy and natural resources: review of an expanding field of transdisciplinary research. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- United Nations. 1981. Report of the United Nations conference on new and renewable sources of energy. United Nations Conference on New and Renewable Sources of Energy, 10-21 August 1981, Nairobi, Kenya. United Nations, New York, NY, USA. Report A/CONF.100/11.
- . 1984. 1982 Yearbook of international trade statistics — volume 1: trade by country. United Nations, New York, NY, USA.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1956. Wind power and solar energy: proceedings of the New Delhi Symposium. Unesco, Paris, France.
- United Nations Industrial Development Organization. 1985. Use and conservation of energy in the cement industry. UNIDO, Vienna, Austria. Sectoral Working Paper Series 31.
- United States, Department of Energy. 1980. Classification and evaluation of electric motors and pumps. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, USA.

- and A.L. Van Wezel, ed., *Advances in biotechnological processes*, volume I. Alan R. Liss, New York, NY, USA. p. 97-142.
- Rosa, R.J. n.d. Discussion of an automotive engine designed for the direct use of low-grade fuels. Mechanical Engineering Department, Montana State University, Bozeman, MT, USA.
- Ross, R.J.P. 1984. Petroleum exploration and production in developing countries. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Rotty, R.M. 1983. A current view of atmospheric CO₂. In P. Auer and D. Douglas, ed., *Advances in energy systems and technology*, volume 4. Academic Press, New York, NY, USA. p. 1-37.
- Rowley, J.C. 1982. Worldwide energy resources. In L.M. Edwards, G.V. Chilinger, H.H. Rieke III and W.H. Ferth, ed., *Handbook of geothermal energy*. Gulf, Houston, TX, USA. p. 44-176.
- Sahlins, M.C. 1972. *Stone age economics*. Tavistock, London, U.K.
- Saida, T., H. Michiki, H. Miyakawa, K. Matsumara, S. Moriyama and H. Ishibashi. 1985. EtOH production from cellulose. In H. Egnéus and A. Ellegård, ed., *Bioenergy 84: proceedings of an international conference on bioenergy held on 15-21 June 1984 at the Swedish Trade Fair Centre, Göteborg, Sweden — volume III: Biomass conversion*. Elsevier, London, U.K. p. 212-219.
- Sarkar, S.K. 1980. Longwall mechanisation in India — Intermediate vs. advanced technology — The unsettled controversy. Paper presented at the National Seminar on Mining Policies and Programmes, 23 November 1980, Central Mining Research Station, Dhanbad, India.
- Sarkar, S.K., S. Roychowdhury, N. Goutam, R.K. Srivastava, R.D. Biswas and B. Sing. 1983. Some aspects of strata control experiences at the powered support longwall face at Dhenoi-main colliery. *Journal of Mines, Metals and Fuels* 1983 (November), 493-501.
- Scharmer, K., K.-H. Brachhäuser, J. Mühlensiep, K. Tambakis and E. Tüttenberg-Winter. 1984. Technischer und wirtschaftlicher Vergleich von kleinen Anlagen zur Vergasung/Verbrennung von Holz und holzähnlichen Biomassen. Gesellschaft für Entwicklungstechnologie mbH, Eschborn, Federal Republic of Germany.
- Schilling, H.D., B. Bonn and U. Krauss. 1981. Coal gasification — Existing processes and new developments. Commission for European Communities. Graham and Trotman, London, U.K.
- Schnell, R.C. and G. Vali. 1976. Biogenic ice nuclei — Part I: terrestrial and marine sources. *Journal of Atmospheric Science* 33(3), 1554-1564.
- Sen, A. 1981. *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Clarendon Press, Oxford, U.K.
- Sener, T. 1977. An international comparison of demand elasticities: empirical analysis of consumption patterns. *Studies in Development* 15, 124-159.
- Sexon, B., G. Slack, P. Musgrove, N. Lipman and P. Dunn. 1981. Aspects of a wind energy conversion system. In J. Twidell, ed., *Energy for rural island communities*. Pergamon Press, Oxford, U.K. p. 153-158.
- Shaw, R.W. 1984. The atmospheric pathway for oxides of nitrogen. Environment Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ont., Canada. Report EPS2/TS/2.
- Siddayao, C.M., ed. 1985. *Criteria for energy pricing policy*. Graham and Trotman, London, U.K.
- Siemens, W. Von. 1880. Die Elektrizität in Dienste des Lebens. *Elektrotechnische Zeitschrift* 1(1), 16-23.
- Simon, H.A. 1957. *Models of man: social and rational*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.
- Singer, S.F. 1983. The world price of oil. *Annual Review of Energy* 8, 451-508.
- . 1985. Prospects for the world oil market. *The Energy Journal* 6(1), 13-16.
- Smil, V. 1983. Biomass energies: resources, links, constraints. Plenum Press, New York, NY, USA.
- Smil, V., P. Nachman and T.V. Long II. 1983. *Energy analysis and agriculture: an application to U.S. corn production*. Westview Press, Boulder, CO, USA.
- Smoot, L.D. and S.C. Hill. 1983. Critical requirements in combustion research. *Progress in Energy and Combustion Science* 9, 77-103.
- Spence, M. 1983. Contestable markets and the theory of industry structure: a review article. *Journal of Economic Literature* 21(3), 981-990.
- Srinivasan, S. 1984. Fuel cell power sources for transportation applications: types, status and needed advances in technologies. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., *Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference, Toronto, Canada, 15-20 July 1984, volume 4*. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 1717-1728.
- Stanley, D. 1977. *The Arusha windmill: a construction manual*. Volunteers in Asia, Stanford, CA, USA, and Volunteers in Technical Assistance, Mt. Rainier, MD, USA.
- Stewart, F. 1977. *Technology and underdevelopment*. Macmillan, London, U.K.
- Strout, A.M. 1983. Estimating energy consumption from cross-country relationships. Public Economics Division, Development Research Department, World Bank, Washington, DC, USA.
- . 1985. Energy-intensive materials and the developing countries. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.

- Piepers, G.G. 1985. Wind energy: current status and prospects. In E. Bilgen and K.G.T. Hollands, ed., *Intersol 85 — Extended abstracts — Biennial Congress of the International Solar Energy Society*, 23–29 June 1985, Montreal, Quebec. International Solar Energy Society/Solar Energy Society of Canada Inc., Montreal, Que., Canada.
- Pimentel, D. 1980. *Handbook of energy utilization in agriculture*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Pindyck, R.S. 1979. Interfuel substitution and the industrial demand for energy: an international comparison. *Review of Economics and Statistics* 61(2), 169–179.
- 1980. *The structure of world energy demand*. MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Poersch, W. and G. Zabeschek. 1980. Fluidized combustion of fuels with different ash contents. In *Fluidized combustion: systems and applications*. Graham and Trotman, London, U.K. Institute of Energy Symposium Series 4, volume III, IA-4-1–IA-4-9.
- Poleman, T.T. and D.K. Freebairn, ed. 1973. *Food, population and employment — The impact of the Green Revolution*. Praeger, New York, NY, USA.
- Pollak, R.A. 1985. A transaction cost approach to families and households. *Journal of Economic Literature* 23(2), 581–608.
- Pollak, R.A. and M.L. Wachter. 1975. The relevance of the household production function and its implications for the allocation of time. *Journal of Political Economy* 83(2), 255–277.
- Pollak, R.A. and T.J. Wales. 1978. Estimation of complete demand systems from household budget data: the linear and quadratic expenditure systems. *American Economic Review* 68, 348–359.
- Postel, S. 1984. *Air pollution, acid rain, and the future of forests*. Worldwatch Institute, Washington, DC, USA. Worldwatch Paper 58.
- Prado, L.T.S. 1981. A utilização do modelo MEDEE na avaliação da demanda de energia no Brasil. *Estudos Económicos* 11 (número especial).
- Prasad, K.K. 1983. Woodburning stoves: their technology and deployment. Technology and Employment Programme, International Labour Organisation, Geneva, Switzerland. ILO Working Paper 115.
- Price, W.J. and L.W. Bass. 1969. Scientific research and the innovative process. *Science* 164(3881), 802–806.
- Pryor, F.L. 1977. *The origin of the economy: a comparative study of distribution in primitive and peasant economies*. Academic Press, New York, NY, USA.
- Québec, Ministère de l'Énergie et Ressources. 1984. *L'implantation de MEDEE-3 au Québec : la méthodologie et les résultats*. Ministère de l'Énergie et Ressources, Québec, Canada.
- Quraishi, S., B.M. Pederson and A. Sayigh. 1984. Wind turbine generators: state-of-the-art. *Solar and Wind Technology* 1(1), 37–48.
- Ramanathan, V., R.J. Cicerone, H.B. Singh, and J.T. Kiehl. 1985. Trace gas trends and their potential role in climate change. *Journal of Geophysical Research* 90(D3), 5547–5566.
- Ramaswamy, N.S. 1979. The modernization of the bullock-cart system and the management of animal energy resources. Background papers to an address delivered on 22 January 1979 at the 39th Annual Meeting of the Indian Roads Congress, Bangalore. Indian Institute of Management, Bangalore, India.
- Ramsay, W. 1979. *Unpaid costs of electrical energy: health and environmental impacts from coal and nuclear power. A study for the National Energy Strategies Project of Resources for the Future*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Rand, W.M. and N.S. Scrimshaw. 1984. Protein and energy requirements: insights from long-term studies. *Bulletin of the Nutrition Foundation of India* 5(4), 1–2.
- Ray, R. 1980. Analysis of a time series of household expenditure surveys for India. *Review of Economics and Statistics* 62(4), 595–602.
- Reddy, A.K.N. 1978. Energy options for the Third World — part II. *Bulletin of Atomic Scientists* 34, 28–33.
- 1982. Rural energy consumption patterns — A field study. *Biomass* 2, 255–280.
- 1985. The energy and economic implications of agricultural technologies: an approach based on the technical options for the operations of crop production. International Labour Office, Geneva, Switzerland. Working Paper 2-22/WP149.
- Reddy, A.K.N. and B.S. Reddy. 1983. Energy in a stratified society. Case study of firewood in Bangalore. *Economic and Political Weekly* 18(41), 1757–1770.
- Reed, T.B., ed. 1981. *Biomass gasification: principles and technology*. Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ, USA.
- Robinson, J. 1947. *Essays in the theory of employment* (2nd ed.). Blackwell, Oxford, U.K.
- Rogers, P. 1983. Irrigation and economic development: some lessons from India. In K.C. Nobe and R.K. Sampath, ed., *Issues in Third World development*. Westview Press, Boulder, CO, USA. p. 347–373.
- Rolz, C., S. de Cabrera, F. Calzada, R. Garcia, R. de Leon, M. del C. de Arriola, F. de Micheo and E. Morales. 1983. Concepts on the biotransformation of carbohydrates into fuel ethanol. In A. Mizrahi

- Munasinghe, M., M. Dow and J. Fritz, ed. 1985. Microcomputers for development: issues and policy. Computer and Information Technology Council of Sri Lanka, Colombo, Sri Lanka, and National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
- Mwandosya, M.J., S. Lwakabamba and S.R. Nkonoki. 1983. Proceedings of the regional workshop on energy for development in eastern and southern Africa — volume II: Workshop papers. Regional Workshop on Energy for Development in Eastern and Southern Africa, 4–13 April 1983, University of Lund, Lund, Sweden.
- Natarajan, I. 1985. Domestic fuel survey with special reference to kerosene, volume I. National Council of Applied Economic Research, New Delhi, India.
- National Research Council. 1983a. Changing climate: report of the Carbon Dioxide Assessment Committee. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- . 1983b. Producer gas: another fuel for motor transport. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Nema, S.K., K.V.C. Rao, V.N. Krishnamurthy, V. Swaminathan, V. Mitra and V.R. Gowariker. 1984. "Speed" — A solid polymer electrolyte electrolyzer development programme for electrolytic generation of hydrogen. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference, Toronto, Canada, 15–20 July 1984, volume I. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 373–382.
- Neto, C., J. Cravo, A. de Sousa, H. Baguenier, A. Martins et al. 1980. A procura de energia em Portugal (cenários alternativos). Direção Geral da Energia, Lisbon, Portugal.
- Newbery, D.M.G. and N.H. Stern. 1985. The theory of taxation for developing countries. World Bank, Washington, DC, USA. Mimeo.
- North, F.K. 1982. Review of Thomas Gold's deep-earth-gas hypothesis. Energy Exploration and Exploitation 1(2), 105–110.
- Ocampo, R.B. 1982. Low-cost transport in Asia: a comparative report on five cities. International Development Research Centre, Ottawa, Ont., Canada. IDRC-183e.
- Odell, P.R. 1984. The oil crisis: its nature and implications for developing countries. In D.C. Ion, P.R. Odell and B. Massaver, The oil prospect. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. ERG-MR1e, p. 23–45.
- Odum, H.T. and E.C. Odum. 1976. Energy basis for man and nature. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Ohta, T., J.E. Funk, J.D. Porter and B.V. Tilak. 1985. Hydrogen production from water: summary of recent research and development presented at the 5th World Hydrogen Energy Conference. International Journal of Hydrogen Energy 10(9), 571–576.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. 1973. Proceedings of the symposium on techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic. OECD, Paris, France.
- . 1984. External support for energy development in developing countries. OECD, Paris, France.
- Organización Latinoamericana de Energía. 1981. Balances energéticos de América Latina. OLADE, Quito, Ecuador.
- Ostrovski, C.M., J. Aitken and D. Free. 1985. New developments in fuel ethanol production by gaseous anhydrous hydrofluoric acid (HF) hydrolysis of hardwood *Populus tremuloides*. In H. Egnéus and A. Ellegård, ed., Bionergy 84: proceedings of an international conference on bioenergy held on 15–21 June 1984 at the Swedish Trade Fair Centre, Göteborg, Sweden — volume III: Biomass conversion. Elsevier, London, U.K. p. 181–187.
- Ozatalay, S., S. Grubaugh and T. Veach Long II. 1979. Energy substitution and national energy policy. American Economic Review 69(2), 369–371.
- Parra, F.R. 1983. Petroleum exploration in the developing countries 1971–1981: results and expectations. Paper presented at a panel discussion on "World reserves of crude oil" at the 11th World Petroleum Congress, London, U.K. Preprint of the 11th World Petroleum Congress, PD11. John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Passmore, R. and J.V.G.A. Durmin. 1955. Human energy expenditures. Physiological Reviews 35, 801–840.
- Pathak, B.S., M.L. Gupta, S.L. Jindal, D. Singh and A.P. Bhatnagar. 1980. Energy balance and utilization of agricultural waste on a farm. Department of Processing and Agricultural Structures, College of Agricultural Engineering, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.
- Patterson, W.C. and R. Griffin. 1978. Fluidized bed energy technology: coming to a boil. Inform, New York, NY, USA.
- Pavitt, K. 1984. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy 13(6), 343–374.
- Peng, S.S. and H.S. Chiang. 1984. Longwall mining. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.
- Perry, A.M., K.J. Araj, W. Fullerson, D.J. Rose, M.M. Miller and R.M. Rotty. 1982. Energy supply and demand implications of CO₂. Energy 7(12), 991–1004.

- tries, December 1978, volume 1. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France. p. 94-96.
- Masters, C.D. 1983. Distribution and quantitative assessment of world petroleum reserves and resources. Paper presented at a panel discussion on "World reserves of crude oil" at the 11th World Petroleum Congress, London, U.K. Preprint of the 11th World Petroleum Congress, PD11. John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Mathur, S.P. 1980. Underground mine mechanisation: appropriateness of intermediate technology for coal industry. Paper presented at the National Seminar on Mining Policies and Programmes, 23 November 1980, Central Mining Research Station, Dhanbad, India.
- Mattos, M.C. 1985. National hydrogen energy programme in Brazil. *International Journal of Hydrogen Energy* 10(9), 601-606.
- McCaslin, J.C., ed. 1983. *International petroleum encyclopedia*. PennWell, Tulsa, OK, USA.
- McNelis, B. and P. Fraenkel. 1984. Solar and wind technologies for developing countries: current status and anticipated development. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Meier, R.L. 1974. Planning for an urban world: the design of resource-conserving cities. MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Menard, H.W. 1971. *Science: growth and change*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Mendeleev, D. 1877. L'origine du pétrole. *Revue de Science*, 2e série, 7e année, 18, 409-416.
- Merriam, M. 1984. Use of wind for electricity generation. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Meta Systems Inc. 1980. State-of-the-art review of economic evaluation of non-conventional energy alternatives. Report prepared for the U.S. Department of Agriculture. Meta Systems Inc., Cambridge, MA, USA.
- . 1982. An examination of the substitution of woody biomass based fuels for oil in the industrial sectors of Costa Rica. Meta Systems Inc., Cambridge, MA, USA.
- Metals Society, The. 1981. Energy-conscious iron- and steel-making. Proceedings of an international conference organized by The Metals Society, London, and the Verein Eisenhütte Österreich, Leoben, at the Montanuniversität, Leoben, Austria, on 21-24 April 1980. The Metals Society, London, U.K.
- Meyers, R.A., ed. 1983. *Handbook of energy technology and economics*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.
- Moavenzadeh, F. and D. Geltner. 1984. Transportation, energy and economic development: a dilemma in the developing world. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Moles, F.D. 1984. The economic management of energy in the world's cement industry. In A. Reis, J.L. Peube, I. Smith and K. Stephan, ed., *Energy economics and management in industry: proceedings of the European Congress, Algarve, Portugal, 2-5 April 1985 — volume 2: Energy management*. Pergamon Press, Oxford, U.K.
- Moscato S., R. and A.A.R. Barbalho. 1983. Modelo Maben — versão I: Metodologia para projeção de curto prazo e análise de balanços energéticos. Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Tecnologia, Brasília, Brazil.
- Mubayi, V. and P.M. Meier. 1981. Energy models for developing countries: a comparative assessment. Brookhaven National Laboratory, Upton, NY, USA.
- Mudahar, M.S. and T.P. Hignett. 1982. Energy and fertilizer: policy implications and options for developing countries. International Fertilizer Development Center, Muscle Shoals, AL, USA.
- Müller, M., K. Maher and S. Rath-Nagel. 1982. Energy technology systems analysis project, summary report on technology characterizations. International Energy Agency, Paris, France.
- Munasinghe, M. 1979. *The economics of power system reliability and planning*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- . 1980. Energy in Sri Lanka. Sri Lanka Association for the Advancement of Science, Colombo, Sri Lanka.
- . 1983. Third world energy policies: demand management and conservation. *Energy Policy* 11(1), 4-18.
- . 1984a. Energy strategies for oil-importing developing countries. *Natural Resources Journal* 24(2), 351-368.
- . 1984b. A framework for establishing energy research and development (R&D) policies and priorities in a developing country. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- . 1986. Rural electrification: analysis and policy applications. Westview Press, Boulder, CO, USA.
- Munasinghe, M. and G. Schramm. 1983. *Energy economics, demand management and conservation policy*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA.
- Munasinghe, M. and W.G. Scott. 1982. *Energy efficiency: optimization of electric power system losses*. World Bank, Washington, DC, USA.
- Munasinghe, M. and J.J. Warford. 1982. *Electricity pricing: theory and case studies*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.

- Karch, E.G. and M. Boutette. 1983. Charcoal: small scale production and use. German Appropriate Technology Exchange/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Federal Republic of Germany.
- Kaupp, A. and J.R. Goss. 1984. State of the art for small-scale (up to 50 kW) gas producer-engine systems. Report for the USDA Forest Service. Tipi Workshop Books, Allenspark, CO, USA.
- Kellogg, W.M. and S.H. Schneider. 1977. Climate, desertification, and human activities. In M.N. Glantz, ed., *Desertification: environmental degradation in and around arid lands*. Westview Press, Boulder, CO, USA. p. 141-164.
- Kettani, M.A. 1982. Photovoltaics in the Arab world. *Solar Cells* 6(3), 239-249.
- Keynes, J.M. 1936. *General theory of employment, interest and money*. Macmillan, London, U.K.
- Khatib, H. 1983. Availability of thermal generating plant in developed and less developed countries. Paper presented to the Working Group on the Availability of Thermal Generating Plant at the 12th Congress of the World Energy Conference, 18-23 September 1983, New Delhi, India.
- Klass, D.L., symposium chairman. 1982. Energy from biomass and wastes, VI. Symposium papers presented 25-29 January 1982, Lake Buena Vista, Florida. Institute of Gas Technology, Chicago, IL, USA.
- Koide, S., R.B. Brooks and T. Vicharangsarn. 1982. Regional study on production of fuel ethanol from agro-products. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- Kristoferson, L., V. Bokalders and M. Newham. 1984. Renewable energy for developing countries: a review — volume D: Solar, wind, hydro, etc. The Beijer Institute, Stockholm, Sweden.
- Ladomatos, N., N.J.D. Lucas and W. Murgatroyd. 1978. Industrial energy use, I: Power losses in electrically driven machinery. *Energy Research* 2, 179-196.
- Ladomatos, N., N.J.D. Lucas, W. Murgatroyd and B.C. Wilkins. 1979. Industrial energy use, II: The prospects for providing motive power in a machine tool shop from a centralized hydraulic system. *Energy Research* 3, 19-28.
- Lapillonne, B. 1983. The MEDEE approach and its application to developing countries. In H. Neu and D. Bain, ed., *National energy planning and management in developing countries*. D. Reidel, Dordrecht, The Netherlands. p. 271-298.
- Laslett, P., assisted by R. Wall. 1972. *Household and family in past time*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Leach, G. 1976. *Energy and food production*. IPC Science and Technology Press, Guildford, U.K.
- . 1985. Household energy handbook for developing countries. Section III: Household energy consumption. Draft prepared for World Bank, Washington, DC, USA. International Institute for Environment and Development, London, U.K.
- Leach, G., L. Jarass, L. Hoffmann and G. Obermair. 1986. Energy and growth: a comparison of five industrialized and eight developing countries. Butterworth Scientific, Guildford, U.K.
- Le Houérou, H.N. 1977. The nature and causes of desertification. In M.H. Glantz, ed., *Desertification: environmental degradation in and around arid lands*. Westview Press, Boulder, CO, USA. p. 17-38.
- Leibenstein, H. 1957. *Economic backwardness and economic growth*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.
- Li Jing-ding, Lu Ying-qing and Du Tian-shen. 1984. Improvement in the combustion of hydrogen-fueled engines. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., *Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference*, Toronto, Canada, 15-20, July 1984, volume 4. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 1579-1593.
- Lluch, C. et al. 1977. *Patterns in household demand and saving*. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Long, R. 1982. Constraints on international trade in coal. International Energy Agency, London, U.K.
- Lovins, A.B. 1977. *Soft energy paths: toward a durable peace*. Harper and Row, New York, NY, USA.
- Luque, A. 1984. Photovoltaic solar electricity in developing countries. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Mack, R.P. and T.J. Leigland. 1982. "Optimizing" in households toward a behavioral theory. *American Economic Review* 72(2), 103-105.
- Mahin, D.B. 1984. Bioenergy Systems Report: downdraft gasifier engine systems. U.S. Agency for International Development, Washington, DC, USA.
- Makhijani, A. and A. Poole. 1975. *Energy and agriculture in the Third World*. Ballinger, Cambridge, MA, USA.
- Maly, R. 1983. General prospects of improving combustion efficiency of I.C. engines. Special paper presented at the 11th World Petroleum Congress, London, U.K. Preprint of the 11th World Petroleum Congress, SP14. John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Manibog, F.R. 1984. Improved cooking stoves in developing countries: problems and opportunities. *Annual Review of Energy* 9, 199-227.
- Martin, W.F. and F.J.P. Pinto. 1979. A perspective on existing and contemplated methodologies for analysing developing country energy prospects. In *Workshop on energy data of developing coun-*

- Hossain, K. 1979. Law and policy in petroleum development: changing relations between transnationals and states. Frances Pinter, London, U.K.
- Houthakker, H. 1957. An international comparison of household expenditure patterns commemorating the centenary of Engel's law. *Econometrica* 25(3), 532-551.
- Howard, J.R. 1979. A technology for helping to alleviate the energy problem — fluidized bed combustion and heat transfer. In P.W. O'Callaghan, ed., *Energy for industry: a collection of scientific and engineering papers concerned with utilising energy with maximum efficiency in industry*. Pergamon Press, Oxford, U.K. p. 111-129.
- Howes, M. 1985. Rural energy surveys in the Third World: a critical review of issues and methods. International Development Research Centre, Ottawa, Ont., Canada. IDRC-MR107e.
- Hubbert, M.K. 1962. Energy resources: a report to the Committee on Natural Resources. National Academy of Sciences — National Research Council, Washington, DC, USA. Pub. 1000-D.
- Hudson, E.A. and D.W. Jorgenson. 1974. U.S. energy policy and economic growth. *Bell Journal of Economics* 5(2), 461-514.
- Hughart, D. 1979. Prospects for traditional and non-conventional energy sources in developing countries. World Bank, Washington, DC, USA.
- Humphreys, G.C. 1977. Methanol production and fuel methanol vs. LNG. In D.M. Considine, ed., *Energy technology handbook*. McGraw-Hill, New York, NY, USA. p. 2-120-2-132.
- Hurst, C. 1984. Energy for small-scale engines: a review of potential energy sources. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Instituto de Economía Energética. 1982. Methodology for the evaluation of energy requirements in the developing countries. Fundación Bariloche, Buenos Aires, Argentina. Mimeo.
- . 1983. Latin American integral energy balances — Second report. Fundación Bariloche, Buenos Aires, Argentina. Mimeo.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1981. Potencial de biomassas vegetais para fins energéticos no estado de São Paulo. Companhia Energética de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Instituto Nacional de Energía. 1984. Perspectivas energéticas para el año 2000: escenarios de evolución de la demanda. Instituto Nacional de Energía, Quito, Ecuador.
- Inter-American Development Bank. 1982. The impact of energy costs on transportation in Latin America. Economic and Social Development Department, IDB, Washington, DC, USA.
- Inter-American Development Bank and Institute for the Integration of Latin America. 1981. Fuentes nuevas de energía, situación y perspectivas de desarrollo y cooperación — encuesta regional. IDB, Buenos Aires, Argentina.
- Intermediate Technology Power Ltd. 1983. Wind technology assessment study — volume I: Wind study report. Intermediate Technology Power Ltd, Mortimer Hill, U.K.
- International Energy Agency. 1979a. Workshop on energy data of developing countries, December 1978 — Proceedings, volume 1: Summary of discussions and technical papers. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France.
- . 1979b. Workshop on energy data of developing countries, December 1978 — Proceedings, volume 2: Basic energy statistics and energy balances of developing countries. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France.
- . 1982a. The use of coal in industry. Report by the Coal Industry Advisory Board, IEA. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France.
- . 1982b. World energy outlook. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France.
- . 1984. Energy balances of developing countries, 1971-1982. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France.
- International Labour Organisation. 1974. Mechanization and employment in agriculture: case studies from four continents. ILO, Geneva, Switzerland.
- International Monetary Fund. 1984. International financial statistics yearbook. IMF, Washington, DC, USA.
- Isaza, J.F. 1984. Solar energy in the tropics. In Y. Lambert, D. Fall and J.F. Isaza, *Renewable energy resources*. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. ERG-MR3e.
- Jenkins, D.M., B.R. Allen and T.S. Reddy. 1982. Evaluation of the EX-FERM process to UNIDO. United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria.
- Julius, D. 1985. Natural gas utilization studies: methodology and application. World Bank, Washington, DC, USA. World Bank Energy Department Paper 24.
- Kahane, A. 1985. Economic aspects of the Brazilian alcohol program. University of California, Berkeley, CA, USA. MA Thesis.
- Kamien, M.I. and N.L. Schwartz. 1982. Market structure and innovation. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

- Gaines, L.L. and A.M. Wolsky. 1984. Economics of hydrogen production: the next twenty-five years. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., *Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference*, Toronto, Canada, 15–20 July 1984, volume 1. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 259–270.
- Gelin, P. and G. Petit. 1980. Evolution du marché de l'hydrogène au cours des 25 prochaines années. In A.A. Strub and G. Imarisio, ed., *Hydrogen as an energy vector: proceedings of the International Seminar*, held in Brussels, 12–14 February 1980. D. Reidel, Dordrecht, The Netherlands. p. 664–674.
- Georgescu-Roegen, N. 1976. *Energy and economic myths: institutional and analytical economic essays*. Pergamon Press, New York, NY, USA.
- Gibbons, J. 1984. Capital–energy substitution in the long run. *The Energy Journal* 5(2), 109–118.
- Glantz, M.N. 1977. The U.N. and desertification: dealing with a global problem. In M.N. Glantz, ed., *Desertification: environmental degradation in and around arid lands*. Westview Press, Boulder, CO, USA. p. 1–16.
- Goblirsch, G.M. and R.D. Talty. 1980. Recent developments in fluidized bed combustion technology for lignites and subbituminous coals in the USA. In *Fluidized combustion: systems and applications*. Graham and Trotman, London, U.K. Institute of Energy Symposium Series 4, volume III, IA-4-1-IA-4-9.
- Gold, T. 1985. The origin of natural gas and petroleum, and the prognosis for future supplies. *Annual Review of Energy* 10, 53–78.
- Goldberger, A.S. 1967. Functional form and utility: a review of consumer demand theory. Social Systems Research Institute, University of Wisconsin, Madison, WI, USA. Systems Formulation, Methodology and Policy Workshop, Paper 6703.
- Goldemberg, J., R.Y. Hukai, C.A. Scarpinella, E.N. Kaneko, E.R. Ueki et al. 1984. Country study — Brazil. A study on end-use energy strategy. Presented at the Global Workshop on End-use Oriented Energy Strategy, 4–15 June 1984, São Paulo, Brazil.
- Goldemberg, J., T.B. Johansson, A.K.N. Reddy and R.H. Williams. 1985. *Energy for a sustainable world* (2 volumes). Center for Energy and Environmental Studies, Princeton University, Princeton, NJ, USA. Mimeo.
- Gordon, A. 1984. *Guide to world coal markets*. Pasha Publications, Arlington, VA, USA.
- Govinda Raju, S.P. and R. Narasimha. 1980. A low-cost waterpumping windmill using a sail type Savonius rotor. In A.K.N. Reddy, ed., *Rural technology*. Indian Academy of Sciences, Bangalore, India. p. 163–178.
- Grainger, L. and J. Gibson. 1981. *Coal utilization: technology, economics and policy*. Graham and Trotman, London, U.K.
- Greene, R.P. and J.M. Gallagher. 1980. *World coal study: coal — bridge to the future*. Ballinger, Cambridge, MA, USA.
- Griffin, J. and P. Gregory. 1976. An inter-country translog model of energy substitution responses. *American Economic Review* 66(5), 845–857.
- Häfele, W., J. Anderer, A. McDonald and N. Nakicenovic. 1981. *Energy in a finite world: paths to a sustainable future*. Ballinger, Cambridge, MA, USA.
- Haines, B., C. Jordan, H. Clark and K.E. Clark. 1983. Acid rain in an Amazon rain forest. *Tellus* 35B(1), 77–80.
- Halbouty, M.T. 1983. Reserves of natural gas outside communist block countries. Paper presented at a panel discussion on "World reserves of natural gas" at the 11th World Petroleum Congress, London, U.K. Preprint of the 11th World Petroleum Congress, PD12. John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Hall, D.O. 1984. Biomass: fuel versus food, a world problem? In N.S. Margaris, M. Arianoustou-Faraggitaki, W.C. Oechel, ed., *Being alive on land: proceedings of the International Symposium on Adaptation to the Terrestrial Environment*, held in Halkidiki, Greece, 1982. Dr. W. Junk, The Hague, The Netherlands.
- Hamakawa, Y. 1985. Recent advances in amorphous silicon solar cells and their technologies. In E. Bilgen and K.G.T. Hollands, ed., *Intersol 85 — Extended abstracts — Biennial Congress of the International Solar Energy Society*, 23–29 June 1985, Montreal, Quebec. International Solar Energy Society/Solar Energy Society of Canada Inc., Montreal, Que., Canada.
- Hansen, J., G. Russell, A. Lacis, I. Fung, D. Rind and P. Stone. 1985. Climate response times: dependence on climate sensitivity and ocean mixing. *Science* 229(4716), 857–859.
- Harris, M. 1977. *Cannibals and kings: the origins of cultures*. Random House, New York, NY, USA.
- Harte, J. 1982. New developments in acid precipitation research. In S.W. Yuan, ed., *Energy, resources and environment: papers presented at the first U.S.–China conference*, 7–12 November 1982. Pergamon Press, New York, NY, USA.
- Hayami, Y. and V.W. Ruttan. 1971. *Agricultural development: an international perspective*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.

- De Lepeleire, G., K. Krishna Prasad, P. Verhaart and P. Visser. 1981. A woodstove compendium. Woodburning Stove Group, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.
- Demos, J. and S.S. Boocock, ed. 1978. Turning points: historical and sociological essays on the family. *American Journal of Sociology*, Supplement 84.
- Deolalikar, A.B. and Vijverberg, W.P.M. 1983. The heterogeneity of family and hired labour in agricultural production: a test using district-level data from India. *Journal of Economic Development* 8(2), 45-69.
- Desai, A.V. 1985. Ends and means in rural energy surveys. International Development Research Centre, Ottawa, Ont., Canada. IDRC-MR112e.
- Desai, N. 1984. Atoms for peace, atoms for war, atoms for profit. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- De Vallée, P. 1985. Alternative methods and costs of financing gas development projects. *Energy* 19(2), 181-185.
- Doniat, D. and R. Rouget. 1984. Étude d'une pile alcaline H_2/O_2 pour le véhicule orbital récupérable Hermes. *Entropie* 20(116-117), 79-81.
- Dorado, H.J. 1985. Strategies for cooperation in petroleum exploration and development among developing countries. Paper presented at the United Nations Symposium on Financing of Petroleum Exploration and Development in Developing Countries, 22-27 April 1985, Athens, Greece.
- Dowdy, M.W. 1983. Advanced automotive heat engines. In R.A. Meyers, ed., *Handbook of energy technology and economics*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA. p. 1003-1031.
- Dryden, I.G.C. 1982. The efficient use of energy (2nd ed.). Butterworth Scientific Publications, London, U.K.
- Duersten, A.L. 1983. External financing for energy in the developing countries. World Bank, Washington, DC, USA. World Bank Energy Department Paper 8.
- Dumont, R. 1957. Types of rural economy: studies in world agriculture. Methuen, London, U.K.
- Du Toit, R.F., B.M. Campbell, R.A. Haney and D. Dore. 1984. Wood usage and tree planting in Zimbabwe's communal lands: a baseline survey of knowledge, attitudes and practices. Report for the Forestry Commission of Zimbabwe and the World Bank. Resources Studies, Harare, Zimbabwe.
- Edmonds, J. and J.M. Reilly. 1985a. Global energy: assessing the future. Oxford University Press, New York, NY, USA.
- 1985b. Uncertainty in carbon emissions: report of the carbon dioxide emissions project. Institute for Energy Analysis, Oak Ridge Associated University, Oak Ridge, TN, USA. Mimeo.
- Egnéus, H. and A. Ellegård, ed. 1985. Bioenergy 84: proceedings of an international conference on bioenergy held on 15-21 June 1984 at the Swedish Trade Fair Centre. Göteborg, Sweden (5 volumes). Elsevier, London, U.K.
- El Salvador, Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa. 1980. Balance energético nacional. San Salvador, El Salvador.
- Fein, E. 1982. An assessment of nonfossil hydrogen. In T.N. Veziroglu, ed., *Alternative energy sources IV — volume 5: Nuclear, hydrogen, biogas*. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI, USA. p. 265-282.
- 1985. Hydrogen: an accommodating fuel. *International Journal of Hydrogen Energy* 10(5), 281-290.
- Fettweis, G.B. 1984. Some remarks on coal and development. *Berg-und Hüttenmännische Monatshefte* 129(10), 379-385.
- Foley, G. and G. Barnard. 1982. Biomass gasification in developing countries. Final report to the World Bank. Earthscan, London, U.K.
- Foley, G. and P. Moss. 1983. Improved cooking stoves in developing countries. Earthscan, London, U.K.
- Food and Agriculture Organization. 1978. Improved use of plant nutrients. Report of the Expert Consultation on Better Exploitation of Plant Nutrients held in Rome, 18-22 April 1977. FAO, Rome, Italy. Soils Bulletin 37.
- 1983. Simple technologies for charcoal making. FAO, Rome, Italy.
- 1984. 1983 FAO production yearbook, volume 37. FAO, Rome, Italy.
- Foster, J. 1985. Petroleum exploration and development trends in the developing countries. Paper presented at the United Nations Symposium on Financing of Petroleum Exploration and Development in Developing Countries, 22-27 April 1985, Athens, Greece.
- Freeman, C. 1982. The economics of industrial innovation. Frances Pinter, London, U.K.
- Freeman, C., J. Clark and L. Soete. 1982. Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development. Frances Pinter, London, U.K.
- Fridleifsson, I.B. 1984. Geothermal energy exploration and utilization. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.

- Carpetis, C. 1984. Break-even and optimization conditions for overall energy systems wherein hydrogen storage facilities are used. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., *Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference*, Toronto, Canada, 15–20 July 1984, volume 1. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 233–248.
- Casimir, H.B.G. 1983. Comment on paper presented by R.L. Garwin (Industrial support for research mechanisms and magnitude). In J. Kendrew and J.H. Shelley, ed., *Priorities in research: proceedings of the 4th Boehringer Ingelheim Symposium held at Kronberg, Taunus*, 12–15 May 1982. Excerpta Medica, Amsterdam, The Netherlands.
- Çaşler, S. and S. Wilbur. 1984. Energy input–output analysis: a simple guide. *Resources and Energy* 6, 187–201.
- Cecelski, E. 1984. The rural energy crisis, women's work and family welfare: perspectives and approaches to action. International Labour Office, Geneva, Switzerland. World Employment Programme Research Working Paper WEP10/WP35.
- Chamberlain, J. 1981. The physics and chemistry of acid precipitation. SRI International, Menlo Park, CA, USA. Technical Report JSR-81-25.
- Charney, J., P.H. Stone and W.J. Quirk. 1975. Drought in the Sahara: a biogeophysical feedback mechanism. *Science* 187(4175), 434.
- Chateau, B. and B. Lapillonne. 1978. Long-term energy demand forecasting: a new approach. *Energy Policy* 6(2), 140–157.
- . 1979. Long-term energy demand simulation. In A. Strub, ed., *Energy models for the European Community*. IPC Science and Technology Press, Guildford, U.K. p. 120–128.
- . 1984. La simulation des actions et investissements de maîtrise de l'énergie pour l'industrie et le chauffage des logements dans le modèle MEDEE3-ME. Institut Économique et Juridique de l'Énergie, Grenoble, France. (draft)
- Chile, Comisión Nacional de Energía. 1982. Balance de energía, 1961–1980, Chile. Comisión Nacional de Energía, Santiago, Chile.
- Choucri, N. and S. Lahiri. 1984. Short-run energy–economy interactions in Egypt. *World Development* 12(8), 799–820.
- Christensen, L., D.W. Jorgenson and L.J. Lau. 1973. Transcendental logarithmic production frontiers. *Review of Economics and Statistics* 55, 28–45.
- Chung, K. 1985. Issues of civilian nuclear technology policy in developing countries. International Development Research Centre, Ottawa, Ont., Canada. IDRC project file 3-A-78-4120.
- Clifford, T.E. and W.J. Mead. 1984. The external costs of electric power from coal-fired and nuclear power plants. Paper prepared for the meeting of the International Association of Energy Economists, 4–7 January 1984, New Delhi, India.
- Cole, D.E. and D.J. Patterson. 1983. Future trends of U.S. passenger car engines. Paper presented at the round table discussion on "Developments in transportation fuels" at the 11th World Petroleum Congress, London, U.K. Preprint of the 11th World Petroleum Congress, RTD6. John Wiley and Sons, Chichester, U.K.
- Colitti, M. 1985. Oil industry participation in natural gas development. *Energy* 10(2), 151–156.
- Collier, H. 1984. Developing electric power. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Collins, R.E. 1985. Medium temperature solar thermal systems. In E. Bilgen and K.G.T. Hollands, ed., *Intersol 85 — Extended abstracts — Biennial Congress of the International Solar Energy Society*, 23–29 June 1985, Montreal, Quebec. International Solar Energy Society/Solar Energy Society of Canada Inc., Montreal, Que., Canada.
- Commission of European Communities. 1983. Scénarios à l'horizon 2000 : une étude du marché de l'énergie dans la Communauté Européenne. CEC, Brussels, Belgium.
- . 1984. Energy and development. What challenges? Which methods? Synthesis and conclusions. Lavoisier, Paris, France.
- Coombs, J., D.O. Hall and P. Chartier. 1983. Plants as solar collectors: optimizing productivity for energy — An assessment study. *Solar Energy R&D in the European Community*, series E — volume 4: Energy from biomass. D. Reidel, Dordrecht, The Netherlands.
- Cooper, C. 1973. Science, technology and development: the political economy of technical advance in underdeveloped countries. Frank Cass, London, U.K.
- Costanza, R. and R.A. Herendeen. 1984. Embodied energy and economic value in the United States economy: 1963, 1967 and 1972. *Resources and Energy* 6, 129–163.
- Deaton, A. 1978. Specification and testing in applied demand analysis. *Economic Journal* 88(3), 524–536.
- Deaton, A. and J. Muellbauer. 1980. Economics and consumer behaviour. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- de Cabrera, S., M.C. de Arriola, E. Morales and C. Rolz. 1982. EX-FERM ethanol production using chipped sugarcane in packed bed fermenters. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 14, 21–28.

- Bhushan, B. 1984. Energy research and development programmes in India. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Bialy, J. 1979. Firewood use in a Sri Lankan village: a preliminary survey. University of Edinburgh, Edinburgh, U.K. Occasional Papers on Appropriate Technology.
- Binswanger, H.P. 1978. The economics of tractors in South Asia — an analytical review. Agricultural Development Council, New York, NY, USA, and International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Hyderabad, India.
- Bliss, C. and N. Stern. 1978. Productivity, wages and nutrition. *Journal of Development Economics* 5(4), 331-398.
- Blitzer, C.R. 1984. Energy demand in Jordan: a case study of energy economy linkages. *The Energy Journal* 5(4), 1-19.
- Blitzer, C.R., P. Clark and L. Taylor. 1975. Economy-wide models and development planning. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Blitzer, C.R. and R.S. Eckhaus. 1983. Energy-economy interactions in Mexico: a multiperiod general equilibrium model. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA. Working Paper MIT-EL 83-017WP.
- Bockris, J. O'M. and T.N. Veziroglu. 1985. A solar-hydrogen energy system for environmental compatibility. *Environmental Conservation* 12(2), 105-118.
- Bockris, J. O'M., D. Dandapani, D. Cocke and J. Ghoroghchian. 1985. On the splitting of water. *International Journal of Hydrogen Energy* 10(3), 179-202.
- Borrini, G. and S. Margen. 1984. Human energetics. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Bos, M.G. and J. Nugteren. 1974. On irrigation efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands. Publication 19.
- British Mining Consultants Ltd. 1983a. Operational assistance, mechanized longwall mines, coal sector India: progress report 2. Report for the Overseas Development Administration, London, U.K.
- . 1983b. Report on further development of Moonidih Mechanized Longwall Training Institute and proposed scheme of training for work on mechanised longwall faces for Coal India Limited. Report for the Overseas Development Administration, London, U.K.
- Brooks, D. 1984. Markets for electricity with efficient application. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Brown, N. and P. Tata. 1984. Biomethanation. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimeo.
- Bruggink, J.J.C. 1984. The socio-economic aspects of introducing solar flat plate collector technology in the Sahel. International Labour Organisation, Geneva, Switzerland. ILO Working Paper 130.
- Buchanan, M., N. Bursey, K. Lewis and P. Mullen. 1980. Transport planning for Greater London. Saxon House, Aldershot, U.K.
- Bullard III, C.W. and R.A. Herendeen. 1975. The energy costs of goods and services. *Energy Policy* 3(6), 268-278.
- Bullard III, C.W., D.A. Pilati and P.S. Penner. 1978. Net energy analysis: handbook for combining process and input-output analysis. *Resources and Energy* 1, 267-313.
- Caceres, A. 1985. Combustion of wood and charcoal: challenges to the diffusion of efficient stoves and kilns. Paper presented at the Symposium on Biomass Energy Systems: Building Blocks for Sustainable Agriculture, 29 January-1 February 1985, Airlie, VA, USA.
- Campbell, B. 1983. Petrodollar recycling: an explanation and evaluation of what happened from oil shock one to the present time. In R.M. Bautista and S. Naya, ed., *Energy and structural change in the Asia Pacific region: papers and proceedings of the 13th Pacific Trade and Development Conference held in Manila, Philippines, 24-28 January 1983*. Philippine Institute for Development Studies and Asian Development Bank, Manila, Philippines. p. 447-467.
- Campos, E.V. 1984. Electrolytic hydrogen: application feasibility in Brazil. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., *Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference, Toronto, Canada, 15-20 July 1984, volume 1*. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 313-322.
- Canada, House of Commons. 1981. Still waters: the chilling reality of acid rain. A report of the subcommittee on acid rain of the Standing Committee on Fisheries and Forestry. Department of Supply and Services, Ottawa, Ont., Canada.
- Carlstein, T. 1983. Time resources, society and ecology: on the capacity for human interaction in space and time — volume 1: Preindustrial societies. Allen and Unwin, London, U.K.
- Carlstein, T., D. Parkes and N. Thrift, ed. 1978a. Timing space and spacing time — volume 1: Making sense of time. Edward Arnold, London, U.K.
- . 1978b. Timing space and spacing time — volume 2: Human activity and time geography. Edward Arnold, London, U.K.
- . 1978c. Timing space and spacing time — volume 3: Time and regional dynamics. Edward Arnold, London, U.K.

- Adelman, M.A., J.C. Houghton, G. Kaufmann and M.B. Zimmerman. 1983. Energy resources in an uncertain future. Coal, gas, oil and uranium forecasting. Ballinger, Cambridge, MA, USA.
- Advisory Committee on Technology Innovation. 1977. Methane generation from human, animal and agricultural wastes. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA.
- Alam, M., J. Dunkerley and A.K.N. Reddy. 1985. Fuelwood use in the cities of the developing world: two case studies from India. *Natural Resources Forum* 9(3), 205-213.
- Alston, L.L. 1984. Railways and energy. World Bank, Washington, DC, USA. Staff Working Paper 634.
- Apte, P.C. 1983. Substitution among energy and non-energy inputs in selected Indian manufacturing industries: an econometric analysis. *Indian Economic Journal* 31(2), 71-90.
- Asian Development Bank. 1984. Compilation of technical assistance activities in the energy sector of Asian Development Bank's developing member countries. ADB, Manila, Philippines.
- Aureille, R. 1984. Deux siècles de production d'hydrogène. In T.N. Veziroglu and J.B. Taylor, ed., *Hydrogen energy progress V: proceedings of the 5th World Hydrogen Energy Conference*, Toronto, Canada, 15-20 July 1984, volume I. Pergamon Press, New York, NY, USA. p. 21-46.
- Backus, C.E. 1984a. Principles of photovoltaic conversion. In G. Furlan, N.A. Mancini and A.A.M. Sayigly, ed. *Nonconventional energy*. Plenum Press, New York, NY, USA. p. 297-348.
- 1984b. Photovoltaic technology assessment. In G. Furlan, N.A. Mancini and A.A.M. Sayigly, ed., *Nonconventional energy*. Plenum Press, New York, NY, USA. p. 349-386.
- Baldwin, S. 1986. New opportunities in electric motor technology. *Institute for Electrical and Electronic Engineers, Technology and Society* 5(1), 11-18.
- Baudequin, F., M. Boillot and B. Mignard. 1984. Sugar cane bagasse gasification. In H. Egnéus and A. Ellegård, ed., *Bioenergy 84: proceedings of an international conference on bioenergy held on 15-21 June 1984 at the Swedish Trade Fair Centre, Göteborg, Sweden* — volume III: Biomass conversion. Elsevier, London, U.K. p. 80-93.
- Baumol, W.J., J.C. Panzar and R.D. Willig. 1982. *Contestable markets and the theory of industrial structure*. Harcourt, Brace Jovanovich, New York, NY, USA.
- Beale, W.T. 1981. Stirling engines for developing countries. (Draft of article published in *National Academy of Sciences, Supplement — Energy for rural development: renewable resources and alternative technologies for developing countries*. National Academy Press, Washington, DC, USA.)
- Becker, G.S. 1981. *A treatise on the family*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Behrens, A. 1984. Energy and output implications of income redistribution in Brazil. *Energy Policy* 12(2), 110-116.
- Bellin, A., H.-J. Scharf, L. Schrader and H. Teggers. 1985. Application of Rheinbraun HTW-gasification process to biomass feedstocks. In H. Egnéus and A. Ellegård, ed., *Bioenergy 84: proceedings of an international conference on bioenergy held on 15-21 June 1984 at the Swedish Trade Fair Centre, Göteborg, Sweden* — volume III: Biomass conversion. Elsevier, London, U.K. p. 65-72.
- Ben Daniel, D.J. and E.E. David Jr. 1979. Semi-conductor alternating-current motor drives and energy conservation. *Science* 206(4420), 773-776.
- Bergman, K.H. 1983. Climate change. *International Journal of Environment Studies* 20, 91-101.
- Berndt, E. and D. Wood. 1975. Technology, prices, and the derived demand for energy. *Review of Economics and Statistics* 57(3), 259-268.
- 1979. Engineering and economic interpretations of capital-energy complementarity. *American Economic Review* 69(3), 342-354.
- Berry, R.A. and W. Cline. 1979. *Agricultural development: an international perspective*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Bhagavan, M. and R. Carlman. 1982. Strengthening of energy research capacity in developing countries. Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries, Stockholm, Sweden.
- Bhatia, R. 1984a. Energy alternatives for irrigation pumping: an economic analysis for Northern India. International Labour Organisation, Geneva, Switzerland. ILO Working Paper 137.
- 1984b. Energy and agriculture in developing countries. Energy Research Group, Ottawa, Ont., Canada. Mimco.

ويصح ايضا على مصادر أخرى كالفحم ، وغاز المنتج ، والمضخات الرياحية
مثلا .

العديد من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بـكـلـف تشغيلها المنخفضة ، والتي تكون احيانا ضئيلة ، وبكلفتها الرأسمالية العالية .
واينما كانت الكلف الرأسمالية مرتفعة ، فانه يكون لامكانية استغلالها أثر على تبرير وجودها . ومن ثم ، فان التقنيات منخفضة الكلفة لتخزين الطاقة تبقى موضع اولوية في التطوير . وفي حال الطاقة التي يصعب او يستحيل تخزينها ، كطاقة الرياح والشمس مثلا ، فان امكانية الاستغلال تعتمد على وفرة المصدر ، وعلى الانماط الزمنية للطلب . وفي مثل هذه الأحوال ، يصبح تحديد المواقع الواعدة ، والاستخدامات المناسبة من اكثر مواضيع البحث أهمية . غير أنه ، حتى في حال مصادر الطاقة المبنية على الكتلة الحيوية الرخيصة — مثل غاز المنتج ، والغاز الحيوى ، والايثانول — يمكن أن يكون تخفيض نسبة رأس المال الى الانتاج هو الدرب الرئيسة للجدوى .

وتتطلب مصادر الطاقة المبنية على الكتلة الحيوية أرضا، حيث يكون لانتاجية وحدة الأرض منها أثر هام على كلف جمع هذه الكتلة . وتصبح انتاجية الأرض هامة حيثما بدا عجز في الأرض الزراعية ، وفي أحوال كهذه ، تقود الزيادة في عطاء محصول ما الى توفير الأرض لمحاصيل أخرى . وهكذا سيكون للبحث الشامل حول انتاجية الكتلة الحيوية تأثير مفيد غير مباشر على مصادر الكتلة الحيوية .

ويكون عيار مصادر الوقود المبنية على الكتلة الحيوية محدودا بـكلف الجمع . فان زادت انتاجية الكتلة الحيوية ، فان عيارا أكبر يصبح اقتصاديا — مثلا في صناعة الايثانول ، والكهرياء الحرارية الفرعية ، والفحم . وهكذا ، يمكن أن تولد الزيادة في انتاجية الكتلة الحيوية حاجة الى بحث مواكب يختص بالتصنيعات اللاحقة للانتاج .

وأخيرا ، يبقى استغلال مصادر الوقود الفلزية للمفاجآت الجيولوجية وصعوباتها . ويجب أن يكون حلها محليا ، وخاصة بكل موقع بذاته ، ويمكن أن يقود البحث عن تلك الحلول الى فوائد كبيرة على شكل عوائد . وهذا النمط من الاوضاع شائع في صناعة استخراج الفحم الحجري .

المسبق للسوق .

ونظرا لأن معظم البلدان النامية يملك شبكة توزيع نفطية ، فان النفط يكون ايضا اقل حساسية لظروف السوق . غير أنه يبقى حساسا ازاء المنافسة الدولية ، واكثر حساسية في البلدان المعتمدة بشكل مميز على مصدرات او مستوردات النفط . لذا ، فثمة حاجة للبحث حول السوق النفطية الدولية وحول تشكيل الأسعار .

وتكون الكهرباء المنتجة من قبل شركات الكهرباء أقل حساسية للسوق ، وبخاصة في البلدان التي تملك طلبا متناميا على الكهرباء . ويصح هذا القول على جميع وسائل التوليد التي تمتلكها شركات الكهرباء . ورغم أن الطلب على الكهرباء قليل الحساسية نسبيا أمام دخول مصادر طاقة منافسة ، فانه يخضع لتحديد في نموه في حال وجود استثمار زائد او حيث قادت وسائل التوليد الكبرى الى اقامة امكانية كهربائية تفوق الطلب الراهن .

وتملك مصادر الطاقة صغيرة العيار وغير المركزية أسواقا صغيرة نسبيا ، فلها مشاكل أقل تعقيدا في البحث عن الاسواق ، ولو أن الأخيرة تتطلب تحديدا . ويصح هذا القول على المواقد ، والطباخات الشمسية ، والاجهزة الفولطاضوية للمستهلكين ، والمجففات الشمسية ، الخ .

وحتى في حال غياب القيود السوقية ، فثمة احتمال ينشأ عن انتقائية المشتري . ويحتمل أن ينشأ هذا النوع من المشاكل فـي الأجهزة — مثل المواقد كهوة الوقود والتي لاتواجه مثلا توقعات المستهلك في جوانب أخرى . وتكمن مشكلة البحث هنا في تبني التصميم الملائم للسوق .

المصادر الحساسة للتكلفة

وحيث يكون للمصادر بدائل رخيصة منافسة ، فان، مشكلة البحث تكمن في تخفيض كلف انتاجها . ويكون لمصادر الطاقة غير المركزية حجم انتاج صغير نسبيا ، وتواجه بالتالي مشاكل اقل خطورة في البحث عن السوق . غير أنها ان بدا لها منافسين اكبر حجما ، فان مبرر انتاجها يبقى محدودا بـكلفه دون ريب . ويصح هذا الأمر بشكل خاص في منشآت توليد الكهرباء غير المركزية — الفولطاضوية ، الرياحية ، الحرارية الجوية ، والحرارية الفرعية ، الخ — عندما تواجه منافسة الشبكة الكهربائية .

ويمكن ان يفيد البحث حول انتاجية الكتلة الحيوية وقود هذه الكتلة وذلك بتحرير الأرض لها . وتحمل احتياطات مصادر الوقود الفلزية عادة مفاجآت جيولوجية ، والبحث الذى يميزها ويصل الى حلول للتعامل معها ، يكون هو القادر على تحسين جدوى مشاريع استخراجها .

كما بينا في الفصل الاول من هذا التقرير، قررت المجموعة أن لاتتعمق كثيرا في تقنيات الانتاج والهندسة الخاصة بصناعات الطاقة كبيرة العيار - كالفحم الحجرى ، والنفط ، والغاز ، والكهرباء (حرارى ، مائى ، ونوى) . وقررنا أيضا الاستغناء عن الحداثة والتقدم الكبير للمعرفة كمؤشرات الخيار الاولوى ، بل العمل على ارساء اولويات حول مساهمة البحث في القرارات السياسية العريضة للسياسة والانتاج . لذا ، حاولنا مبدئيا تقويم مدى البحث في تحسين نوعية وصلابة القرارات الرئيسة التي يمكن ان يقود الخطأ فيها الى هدر للمصادر . ومتى كانت سوق مصدر ما غير اكيدة، كانت التحسينات اكبر ، فتأكيد وجود سوق كبيرة كفاية ، وأن المصدر سوف يتمكن من الصمود ازاء اشكال الطاقة الاخرى هي التي تصنع مبرر وجوده، وحيث يبدو تطبيق التقنيات القائمة او المتاحة للاوضاع الجديدة ممكنا فمن المحتمل نشوء مشاكل موقعية خطيرة . ومن بين الامثلة العديدة للنمطين المقدمين في الفصول ٦ الى ١١ ، سنتطرق الى اكثرها أهمية فقط . فمجالات الاولوية تحددت بدلالة انماط المشاكل او تشابكاتها .

المصادر الحساسة للسوق

من وجهة نظر حجم واستقرار الطلب ، يواجه الغاز الطبيعي اكبر ارتياب ، ويكون المستفيد الأكبر من البحث . فلا بد من تحديد مستخدمي الغاز مقدما ، فالعيار الاصغرى للانتاج يكون هنا كبيرا . ويتطلب العمل المبدئي لتحديد العيار والاسواق وبنود الاتفاق بحثا خاصا بكل مشروع غازى .

ويمكن أن يواجه الفحم الحجرى مشاكل مماثلة سواء كان مصدره جديدا نسبيا او تطلب انتاجه توسعا كبيرا . غير أنه ، بتعبير أعم، يكون الفحم الحجرى اسهل نقلا وتحويلا من مستهلك لآخر . ويمكن أن تعتمد مشاريع الفحم الحجرى بشكل اكبر على كلفة الانتاج وبشكل أقل على التحديد

الفصل الخامس عشر

مصادر الطاقة

شكل أمر ارساء اولويات مساهمة البحث في القرارات الشاملة للسياسة والانتاج الطاقى المعيار الرئيس للمجموعة . وانطلاقا من وجهة النظر هذه ، يمكن عموما وضع المصادر الطاقية في صنفين : مصادر يعتمد استغلالها الناجح بشكل مبدئي على التمييز الدقيق لدراسة اسواقها ، والمصادر التي تتطلب خفضا في كلفها كي تستعمل بنجاح .

ويواجه الغاز الطبيعي أكبر ارتياب حول السوق وسيكون المستفيد الأكبر من البحث حول الطلب . ويمكن أن يكون الفحم الحجري في نفس الموقع ، وذلك عند وجود منافسين في الجوار ، ولكنه قادر على التحول بسهولة أكثر بين مستخدميهِ . وللنفط سوق مضمونة نسبيا تحددتها شبكة التوزيع ، ولكنه قابل لمواجهة التنافس الدولي ، لذا تقضي الحاجة بدراسة السوق الدولية من اجله . والكهرباء أقل المصادر حساسية للضغوط مالم يكن هناك تعويم استثماري فيه . ولمصادر الطاقة صغيرة المعيار عموما أسواق محلية صغيرة ، ولكن تحديدها يتطلب بحثا .

ومثل هذه المصادر عموما يواجه تنافسا من قبل المصادر كبيرة المعيار ، لذا فإن البحث يصبح قادرا على الاسهام بشكل أفضل في تخفيض كلف انتاجها . وفي حال المصادر ذات الكلف الرأسمالية العالية ، فإن رفع امكانية الاستغلال يمكن أن يحسن من جدواها مباشرة . ومن أجل المصادر المتاحة موسميا ، مثل الايثانول المصنع من قصب السكر -- فيمكن أن يكون التخزين منخفض الكلفة اسلوبا مثاليا لرفع كفاءة الاستغلال . ولكنه متى كانت كلف التخزين عالية -- كما هو الحال في الطاقتين الشمسية والرياحية -- فإن تمييز المواقع الفضلى والاستخدامات المناسبة تشكل موضوع بحث جيد . ويمكن رفع وفرة جميع مصادر الكتلة الحيوية الأرضية من خلال زيادة انتاجية الأرض،

تخطيط المدن والبلد أن يقود الى استخدام اكثأ لوسائط النقل ، وأن يعطي نتائج مثمرة أكثر على المدى البعيد .

الحفاظ على الطاقة

بينما تنتج نسبة كبيرة من الأجهزة المطلوبة لانتاج وتحويل الطاقة في البلدان الصناعية ، تقوم البلدان النامية باستخدام الأجهزة المستهلكة للطاقة - المراحل ، والمحركات ، ومواقد النار ، الخ . - بأعداد كبيرة . وآساليب توفير الطاقة السائدة فيها يمكن أن تنشر على نطاق واسع فيحقق ذلك وفرا مميزا . ويقترح هذا المدخل خطين من البحث :

الاول ، وهو توفير سجل الأجهزة القائمة من كل نوع . وتشخيص أسباب ضعف كفاءة الطاقة فيها ، واجراء تحسينات في الممارسة العملية التي ستقود الى كفاءة افضل . ويمكن تطبيق هذا الأمر على كل الأجهزة .

والاسلوب الآخر ، يتجلى بتحقيق تحسينات في التصميم تبني على أساس مسوحات تشخيص مماثلة ، وادخالها في الأجهزة الجديدة . وسيعتمد أثرها على مدى سرعة نمو مخزون الأجهزة واستبدالها ، وسيكون هذا الأثر صغيرا على المدى القريب ، ولكنه يمكن أن يقود الى وفر مهم في الطاقة على المدى البعيد .

ولعل أكثر استخدامات البحث وعدا على المستوى الجهرى ، هو التوصل الى المدى الذى يمكن وفقه تغيير تركيب الطلب من خلال تغيير بنيتي الانتاج والاستهلاك • وان تم بلوغ نماذج مفيدة تظهر هذه الرابطة ، فيمكن استخدامها لصياغة السياسات السنوية وغيرها التي يمكن أن تقود الطلب بعيدا عن مصادر الطاقة النادرة • ويمكن للسياسات أن تطبق اما على قطاعات الاستهلاك ، مثل النقل والصناعة ، او على مصادر الطاقة مثل المنتجات النفطية •

وعلى المستوى المجهري ، يجب ايلاء مزيد من التشجيع للبحث حول كيفية جعل المستهلكين يقررون تخصيص نسبة من دخولهم للحاجات الطاقية • ويظهر المستهلكون في البلدان النامية سمات خاصة في هذا الصدد ، مثلا لا يكون دخلهم معبرا عنه بدلالة النقد ، لكنه يمكن أيضا أن يكون من صنف او شكل عملتهم الذاتية ، وتؤخذ قراراتهم كمستهلكين على أساس الاسرة وليس الفرد ، وتلك سمات مميزة تتطلب ادوات تحليل خاصة •

الاستبدال البيئي للوقود

يشكل استبدال الطاقة غير الحية بالحي منها ، أبرز اشكال الاستبدال البني للوقود في البلدان النامية • وهو قادر على جلب مكاسب كبيرة في انتاجية العمالة وفي معايير الحياة ، ولكنه يقود الى احضان خطر البطالة • ويولد تدبير أمر هذا الانتقال الطاقى أحد اعوص مشاكل السياسة في البلدان النامية ، خصوصا في الزراعة التي تعتمد عليها نسبة كبيرة من السكان • وللاستبدال الطاقى البيئي في الزراعة تبعات جهرية اقتصادية على العمالة ، وميزان المدفوعات ، واستخدام مصدر الطاقة ، ولابد من دراسة تلك العواقب جميعا بصورة موحدة ، ان أريد بلوغ نتائج سياسية مفيدة • فالزراعة قادرة على انتاج الكتلة الحيوية بأشكال عملية عدة ، وان زاد انتاج الكتلة الحيوية في محصول ، امكن تحويل المنطقة نحو محصول آخر • وهكذا يمكن للبحث متابعة اهداف اوسع من استخدام الطاقة وانتاجها •

والاستبدال البيئي للوقود في مجال النقل قد اجتذب بحثا كبيرا خلال السنوات الاثنى عشر الماضية ، نتيجة اعتماده على النفط • ولم يقد البحث الى أية أساليب واعدة لاستبدال النفط ، بل ادى الى زيادة كفاءة الطاقة في البلدان الصناعية • وفي البلدان النامية ، يمكن للبحث حول

او حتى على سوية مجهرية اكثر للمؤسسة المنتجة او البحثية . ويستحسن صنع القرار كثيرا على هذه السويات لو توفر منظور بعيد المدى لتطور النظام الطاقى .

وطول الفترة التي من اجلها يجرى مثل هذا التوقع هو الزمن اللازم لاجراء تخطيط متقدم لصناعات الطاقة مع أخذ فترات التربص بالحسبان . وتكون هذه الفترة مديدة بالنسبة للفحم الحجرى ، والنفط ، والغـاز ، فيمكن أن تنقضي فترة تتراوح بين ٨ و ١٥ عاما بين بداية الاستكشاف والانتاج التجارى الكامل ، ويمكن أن تكون الفترة هذه أقصر بالنسبة للكهرباء ، ولكن المشاريع الكهرومائية يمكن أن تأخذ عقدا بكاملة للتنفيذ ، خصوصا حيث تتكشف مفاجآت جيولوجية . ومن الضرورى في تلك الصناعات ، أن يتم جمع معلومات ، والتوصل الى افضل التخمينات ، وتحجيم الارتياحات الى حدها الأدنى في عمق المستقبل وعلى مدى تربصها . ولاتكون التربصات بالضرورة قصيرة في المصادر المتجددة . مثلا ، يمكن أن تأخذ مشاريع التحريج خمس سنوات على الأقل بعد الزراعة وذلك قبل أن يظهر أى عائد اقتصادى . لذا يفترض بصانعي القرار امتلاك رؤية بعيدة المدى في هذه الصناعات وذلك بسبب مدى تربص صناعات الطاقة .

ويستحيل رسم مسار صناعات الطاقة على مثل هذه الفترات الطويلة دون توفر فكرة أكيدة حول العلاقات القائمة بينها وبين بقية النظام الاقتصادى - الاجتماعى . وتبقى المعرفة أساسية في مجالات ثلاثة هي : الروابط بين استهلاك الطاقة والنظام الاقتصادى - الاجتماعى ، والاحتمالات الاستبدالية بين مختلف اشكال الطاقة ، واحتمالات زيادة كفاءة الطاقة .

العلاقات البنيوية

ماعدا في التدفئة المنزلية ، والطبخ ، والاستهلاك المنزلى للكهرباء ، ونقل الركاب ، لاتستخدم الطاقة من قبل المستهلكين النهائيين وانما من قِبل المنتجين الذين يستعملونها لانتاج سلع اخرى وخدمات . ويمكن استطلاع العلاقات التي تربط الأخير منها مع الاستهلاك - علاقات بنيوية - عبر التقنيات المذكورة في الفصل الرابع من هذا التقرير . ويمكن أن تقود تقنيات أكثر تقدما الى بلوغ نتائج بالغة الاتساق ، ولكنها تتطلب عادة مزيدا من المعطيات والحسابات ، لذا يجب البحث عن حل وسيط .

الفصل الرابع عشر

استخدامات الطاقة

لابد من توقع أنظمة الطاقة الوطنية لمدة لا تقل عن تربصات التكوين في صناعات الطاقة • ويجب أن تبني هذه التوقعات على معرفة العلاقات البينية القائمة ضمن صناعات الطاقة ، وبين تلك الصناعات وبقية النظام الاقتصادي - الاجتماعي •

وتساعد معرفة العلاقات البنوية لتقرير كم سيتغير طلب الطاقة بتغيير بنيتي الانتاج والاستهلاك • وبشكل مماثل ، يمكن استخدام فهم سلوك المستهلك للتأثير على استهلاكه الطاقى وفي التحكم به •

وعندما تتغير الندرة النسبية لمصادر الطاقة ، يبقى امر الاستبدال البينى للوقود مطلوباً • واحلال الطاقة الميكانيكية محل البشرية الذى يحدث عبر التنمية ، هو شكل رئيس للاستبدال البينى للوقود ، الذى يخلق دون ريب مشاكل سياسة رئيسية • وتتطلب هذه المسائل عملاً بحثياً واسع القاعدة •

ويوجد نمطين من البحث الهادف الى الحفاظ على الطاقة يحملان سمة واحدة في البلدان النامية • اولهما ، تسجيل كل أنماط الاجهزة المستخدمة للطاقة ، وتحليل أسباب عدم كفاءة الطاقة ، والوصول الى أساليب الحد من تلك الأسباب • وثانيهما ، استخدام مسوحات لاجراج تصاميم أفضل لتجهيزات جديدة •

” البلدان النامية ” تعبير سائب يخفي فروق عديدة • والقرار الخاص بتنفيذ اولويات البحث الطاقى يجب اتخاذه على مستوى البلد النامي،

كاستثمار في رأس المال البشرى والمادى ، ولو أنه يجب ان لايتوقع منها أداء نتائج مباشرة ، لابد وأن تجني عائدا على الاستثمار عبر المشاريع، ويدل ذلك العائد على حكمة القرار الاساسي . ويجب أن تكون توقعات المشاريع النهائية التي ستولدها المؤسسات البحثية أساس قرار الاستثمار في الوسائل البحثية ، وفي اختيار المجالات التي ستبنى فيها .

فان عيار وكفاية الوسائل المبنية عبر فترة طويلة يؤثران على امكانية الباحثين المختزنة .

غير أنه بينما تحدد الوسائل البحثية وطرق استخدامها عمق خبرة الباحثين ، يحدد التنوع في المسائل المعالجة سعتها وجدارتها . وعلى مدراء البحث التأكد من أن الباحثين يتوجهون الى حقول البحث ذات الاهتمامات الراهنة .

المدير العلمي

يقوم مدير البحث بترجمة طلبات المحيط الخارجي الى مسائل يمكن معالجتها من قبل الباحثين ، ويسعى الى توظيف مواهب الباحثين لديه بصورة جيدة . وعليه ، عبر هذه المسؤولية ، أن يكون قادرا على اتخاذ نظرة بعيدة المدى ، وتوقع المجالات البحثية التي يحتمل أن تحظى بالاهمية .

وعلى المدير أن يكون مدركا لامكانات البلد التي تصوغ متطلبات البحث . ويلقى استخدام المصادر المحلية دوما اشكالات خاصة بالموقع ، وفي حال غياب هذه المصادر — في البلدان التي لا تتمكن من استيرادها — تتبدى مشاكل العثور على بدائلها .

وأخيرا ، يجب على المدير العلمي أن يكون مدركا لبيئته الخارجية — المحلية والدولية — في المجالات المعنية . ويبقى مسح البحث المواكب مهمة كل باحث ، ولكنه من المفيد بصفة خاصة في ادارة البحث العمل على منع الازدواجية والهدر ، والمبادرة لتسريع تقدم البحث .

التمويل

يمكن للتمويل توليد بحث مفيد فقط اذا تم توفير الشروط المؤسسية المبينة أعلاه . فالمؤسسات البحثية تتطلب وقتا كافيا لقيامها ، لذا فهي بحاجة لبرنامج تمويل بعيد المدى . ومتى تم توطيدها ، توجب عليها أن تكون قادرة على ابداء استجابة سريعة في وجه المشاكل الطارئة . ولا يتم ذلك على أحسن وجه الا من خلال التمويل قصير المدى .

ولا بد من اعتبار الانفاق على بناء المؤسسات البحثية وبرامجها

الدورى لهيئة البحث بين مؤسسات البحث ومستخدميها • ومثل هذا التبادل قادر على صنع علاقات اجتماعية غير رسمية مفيدة لعمليات البحث وتطوير التقنية • غير أنه ان لم يكن أمر التبادل ممكناً ، يبقى من المرغوب أن يعود الأشخاص الذين درّبوا في مؤسسات المستخدم للتدرب بشكل دورى ضمن مؤسسات البحث والتطوير بغية تجديد معلوماتهم •

وأخيراً ، يمكن توليد عناصر للمعرفة بشكل أفضل في اطار مؤسسات المستخدم مما هو عليه الحال في مؤسسات البحث • مثلاً ، لدى صنع القرار تبقى المعلومات المطلوبة لصنع القرار مدخرة بشكل أفضل لدى الحكومة للاستخدام الفورى • وفي مؤسسات المستخدم ، تشكل جوانب التنمية – ابتكار طرق للمنتجات الجديدة ، ابتكارات جديدة ، الخ – وسائل انتاجية تقع بين البحث واستخدامه ، ويجب أن تبني من قبل مؤسسات المستخدم •

وتعتبر المتطلبات الأساسية آتفة الذكر أعلاه هامة جداً بالنسبة لبحث السياسة : فالمشاكل الطاقية الخطيرة هي لامحالة موضوع السياسة الوطنية ، ويعتمد حجم البحث حولها ونوعيته على مقدرة صانعي السياسة في توجيه البحث واستخدامه • ويتجلى هذا بصفة خاصة في ادارة الطلب على الطاقة التي لاتصبح ذات اهمية مالم تكن في اطار السياسة • ويجب أن يتوفر قدر كاف من الخبرة في المناصب القيادية الحكومية القادرة على ترجمة مسائل السياسة الى مسائل بحثية ، وترجمة نتائج البحث الى حلول سياسية ، وعلى الحكومة واجب اتخاذ نظرة بعيدة المدى وواسعة كهاية – مثلاً ، في اطار التخطيط الوطنى – وذلك كي تصبح قادرة على استخدام البحث •

الادخار البعيد المدى للمعرفة

يتم ادخار المعرفة والخبرة الداخلتين في حل المشاكل على نحو سريع وبشكل مرض لدى الباحثين ، ويقوم الباحثون بحياتهما عبر عملية التعلم وحل المشاكل • لذا تكون أنماط الباحثين المهنية هامة – المسائل التي قاموا بحلها ، والوسائل التي تعاملوا بها – في التأثير على امكاناتهم • ولهذا يصبح من الضرورى اقامة الوسائل البحثية على فترات طويلة ضمن مؤسسات البحث • ويمكن أن تكون الوسائل بسيطة ومتواضعة لموضوع كالرياضيات – او مكلفة ، متنوعة الفنون ، كالفيزياء النووية • ومع ذلك ،

الفصول الثلاثة التالية الى تلخيص نتائجنا • وسيختص هذا الفصل بالمتطلبات الأساسية للبحث ، وسيهتم الفصل الذي يليه باستخدامات الطاقة ، وسيكون ختامها حول المصادر •

لايحمل ارساء اولويات البحث الطاقّي أى معنى دون وجود بنيان مؤسسي قادر على تنفيذها • لذا من الضروري في البدء اقامة مثل هذا النظام ، وان كان متوفرا ، يتوجب تحسين عمله عندما يصاب بالتخلف • والذي يهم ليس قدرته على اتباع اولويات البحث فحسب ، بل المهم أيضا قدرته على أداء البحث الرفيع • وتعتمد مقدرة النظام على أربعة عوامل رئيسة هي : امكانية المستخدم العليم بالبحث، ووسائل ادخار المعرفة على المدى البعيد ، وتوجه المستخدم العليم للبحث ، وأنماط التمويل الموضوعي الموجهة •

المستخدم العليم

المستخدمون العليمون هم الذين يقدرّون أيا من البحوث ضروري لحل مشاكل محددة، والذين يمكنهم الحكم على جودة البحث • ويجب أن تكون امكانية الباحث العليم منتشرة عبر المؤسسات القادرة على البحث ، وبشكل خاص الحكومية والمنتجة منها • ويمكن لمؤسسات البحث ايضا القيام بدور المستخدم العليم للمؤسسات ، مثلا المنتجين الصغار الذين لايمكنهم امتلاك المقدرة البحثية ، ولكن هذه المؤسسات تكون فعالة أكثر عندما تكون مرساة في صلب مؤسسة المستخدم ذاتها •

والشرط الرئيس الأول لبقاء امكانية المستخدم العليم هو التدريب • ويمكن أن لا يكون التدريب من نفس مستوى تقدم البحث ، انما يجب أن يكون من نفس النوع •

وشرط بقاء هذه الامكانية الثاني هو وجود اشخاص مدربين وثيقي الصلة بمراكز صنع القرار في منظمات المستخدم • ومن السهل جدا على التقنيين أن يُستوعبوا ضمن مهام الروتين الاداري التي لاتسهم البتة في امكانية مستخدم البحث • ومن المهم أن يجري استخدام أشخاص مدربين مهنيًا للمهمة المحترفة الخاصة بالحكم على نتائج البحث •

ولايمكن للاشخاص المدربين ابداء حكم جيد الا اذا تم تحديث معرفتهم من حين لآخر • ويمكن تحقيق ذلك بشكل افضلي عبر التبادل

الفصل الثالث عشر

متطلبات أساسية للبحث

تلخص الفصول الثلاثة التالية استنتاجات التقرير العامة •
تتوقف كفاءة النظام البحثي على امكانية المستخدم العليم، وعلى ادخار المعرفة بعيد المدى ، وعلى التمويل الموضوعي الهادف •

والمستخدمون العليمون ، هم أولئك القادرون على جعل المشاكل قابلة للبحث وقرار نوعية البحث • ويجب أن ينتشر هؤلاء في المنظمات التي تستخدم البحث • ويجب تدريب المستخدمين العليمين على أداء البحث والحكم عليه ، كما يجب عصنة معرفتهم من وقت لآخر •

ويتطلب ادخار المعرفة زمنا ، وهذا يتطلب وسائل مادية كالمكتبات ، ولا يمكن استعمال المعرفة من قبل الباحثين الا عبر التعلم وحل المشاكل • لذا تتطلب مهنة الباحث تخطيطا لزيادة عمقها، ولاعطاء الباحثين البراعة على المدى البعيد •

ويتطلب توجيه الباحث العليم نحو دراسة بيئة بحثه، وخصوصا الحاجات المنبثقة عن مستخدمي البحث ، وترجمتها الى مشاكل يمكن حلها من قبل الباحثين ، كما يمكنها بناء امكانياتهم •

أما التمويل الموضوعي الوجهة للبحث ، فيتطلب استثمارة بعيد المدى في برامج ذات امكانية كبرى لمستخدمي البحث ، ومن ثم استغلال تلك الهمية عبر المشاريع •

وقد أنجزنا استطلاعنا لأولويات بحوث الطاقة ، سنعمد خلال

والخضرة (الحياة النباتية) والحياة الحيوانية • وان تم الحصول على
مثل هذه التعالقات ، امكن التخفيف من عبء المطر الحامضي بالنسبة
لهذه البلدان على نفس مستوى أهميته للبلدان الصناعية •

التلوث البعيد (Postel 1984) •

ويمكن رؤية " تكليس البحيرات " لخفض حموضتها كاستراتيجية هادفة لرفع الضرر عن الطرف المستلم (في مناطق اتجاه الرياح) بدلا عن ضبط الاصدار لدى المصدر (USA 1984) • وهذا في أحسن الأحوال ، تخفيف مؤقت ، لأن خفض الحموضة لايعيد المعادن المتكلسة الى الصخور •

لذا ، كي تكون استراتيجيات التخفيف ناجحة على المدى البعيد ، يجب أن تركز على تقنيات خفض الاصدار الحامضي ، وهي في حال ثاني اوكسيد الكبريت تتكون من : غسل الفحم الحجري ، وتقية الغازات المتحررة في منشآت الطاقة الكهربائية العتيقة ، والتحول نحو استخدام حقن الكلس في المواقف متعددة المراحل (LIMB) • وليست التقنية الاولى اقتصادية في الوقت الحاضر بالنسبة للفحوم الحجرية ذات المحتوى الكبريتي المنخفض ، وتعتبر تقنية الـ (LIMB) في بواكير تطويرها في الولايات المتحدة الأمريكية ، وهي قيد العرض التجارى في جمهورية المانيا الاتحادية (USA 1984) •

ولاجدال في أن ضبط اصدارات أكاسيد الآزوت أكثر صعوبة من ضبط اصدارات ثاني اوكسيد الكبريت • ويمكن حاليا ضبط أكاسيد الآزوت بتغيير معدلات ونسب خلط الوقود مع الهواء خلال عملية الحرق • غير أنه لايمكن تجهيز كل مراحل المنشآت الكهربائية بأجهزة مكاملة لهذا الغرض • وفي أى حال ، فإن التقنية تقوم بخفض ٢٥% من الاصدار فقط • وللوصول الى سويات أعلى من التحكم ، ربما تطلب الامر تغيير هندسة الفرن • ويمكن ازالة أكاسيد الآزوت في الغاز المنطلق وذلك عبر معالجته وخفضه بواسطة تقنية الـ (LIMB) •

وعند استعمال وحدات حرق للفحم الحجري صغيرة العيار (موقد) بشكل زائد في مناطق معينة ، فمن المحتمل أن تصبـح التراكيز العالية من حمض الآزوت مشكلة محلية رئيسة • وفي أحوال كهذه ، يصبح البحث في كفاءة الاحتراق ضمن موقد الفحم الحجري ، والتحكم في اصدارها لأكاسيد الآزوت جد هاما (Harte 1982) •

ومن مصلحة الأقطار النامية التي تملك تراكيز عالية من أعمال حرق الوقود الحفري والكتلة الحيوية ، ولديها مساحات كبيرة ، كالبرازيل والصين والهند ، دراسة حموضة المطر ، واية علاقة بين هذه الحموضة

والهايدروبيروكسائل ، وفهم دور هذه الجذور .

ويشكل جذر الهايدروكسائل طورا غازيا هاما (اى خارج السحاب والمطر) للتفاعل الخاص بكل من ثاني اوكسيد الكبريت وأكاسيد الازوت . وهو ضرورى لتشكيل بيروكسايدهيدروجين ، وهو مؤكسد قوى لثاني اوكسيد الكبريت في السحاب وقطيرات المطر . ويعتقد العديد من الكيميائيين بأن الأكسدة السائلة الطور لثاني اوكسيد الكبريت يمكن أن تكون السبيل لانتاج حمض الكبريت . وأخيرا ، يتأكسد ثاني اوكسيد الازوت بذاته من قبل جذور الهايدروكسائل لحمض الازوت (Chamberlain 1981) و (Shaw 1984) .

ويحمل فهم الظاهرتين انفتي الذكر نتائج مباشرة لاستراتيجيات تخفيف عبء المطر الحامضي . فمصادر أكاسيد الهيدروجين الرئيسة هي التحلل الضوئي والفورمالديهايد . وفي الحالين ، تشكل أكاسيد الازوت مادة خام (ولو أن تشكل الفورمالديهايد يبدأ مع وجود جذور الفحوم الهيدروجينية في الجو) . وهكذا ، اذا أمكن تخفيض أكاسيد الازوت في الجو ، فان ذلك سيخفض تراكيز أكاسيد الهيدروجين ، وربما يعتمد الى الاقلال من مصادر الحموضة وذلك بافناء حمض الازوت مباشرة وتخفيض معدل التأكسد المائي لثاني اوكسيد الكبريت الى حمض كبريت . وسيكون لاختزال معدل تأكسد ثاني اوكسيد الكبريت احتمال أكبر وذلك بالسماح له أن يمتص كغاز على الأرض، ومن ثم تخفيض الترسيب الحامضي . وسيتحول جزء من ثاني اوكسيد الكبريت الممتص في الأرض الى سلفايت بواسطة مؤكسدات ومن بينها الاوكسجين الجزئي .

وفي الحقيقة ، يمكن أن لاتزال عملية اختزال تأكسد ثاني اوكسيد الكبريت في الجو كل الآثار السلبية لتوضع الحمض ، ولكنها ستغير توزيعه الجغرافي ، وربما طبيعة آثارة أيضا .

تخفيف الأثر الحامضي

لقد زاد علو المداخل في شمال امريكا من وسطي ٦١ متر في عام ١٩٦١ الى ١٨٣ متر عام ١٩٨١ (Chamberlain 1981) غير أن هذا الأمر لايمكن تصوره كجزء من استراتيجية تخفيف أثر المطر الحامضي . فالمداخل المرتفعة تخفض التلوث المحلي ، انما تزيد كثيرا من امكانية

الجدول (١٣) . مصادر الاصدار العالمية لثاني اوكسيد الكبريت ، وسلفايد الهيدروجين ، واكاسيد الازوت (أ)

التركيز الجوي زمن البقاء (ج.ف.ب) (ب) (ايام)	الاصدار (مليون طن)			
	اجمالي	طبيعي	اساسي	
٨ - ٤	٣٠٧	١٠٠	٢٠٧ (ج)	ثاني اوكسيد الكبريت
٢ - ١	٢٠٠	٢٠٠	— (ج)	سلفايد الهيدروجين
	٤٣٩	٣٩١	٤٨ (ج)	اكاسيد الازوت
	٥٠٨	٥٩٨	— (ج)	ثاني اوكسيد الازوت
	١٠٥٥	١٠٥٤	٤ (ج)	الامونيا
	٥٣٦	٥٣٦	— (ج)	اوكسيد النتروس

المصدر : تشامبرلين (١٩٨١)

- (أ) — تعود هذه التقديرات الى بواكير السبعينات . يمكن ان تختلف تقديرات الاصدار عن المصادر الطبيعية بعامل ٢ او اكثر .
- (ب) — جزيء في البليون
- (ج) — مقادير صغيرة فقط (اقل من ٠،٥ مليون)

وينجم الترسيب الحامضي بشكل رئيس عن اصدار ثاني اوكسيد الكبريت ، وسلفايد الهيدروجين ، وأكاسيد الآزوت للجو ، وهي تتفاعل مع الماء لتشكيل حمض الكبريت وحمض الآزوت . وتتفقي اصدارات ثاني اوكسيد الفحم نجدها تنطلق عن احتراق مصادر الوقود الكبريتية وعن الانفجارات البركانية ، وتقدر أن تبلغ الاصدارات الاولى ضعف الاصدارات الثانية (الجدول ١٣) . وتقود أية عملية احتراق مرتفعة الحرارة الى تشكيل أكاسيد الآزوت نتيجة التفاعل بين الاوكسجين الجوي والآزوت ، وتنطوي هذه العملية في نشاط النقل الحضري . غير أن معظم اصدارات أكاسيد الآزوت تأتي من اضمحلال الكتلة الحيوية . وتشكل ايضا نتيجة تفكك الأسمدة الآزوتية (Chamberlain 1981) .

وتلعب اصدارات أكاسيد الآزوت دورا حاسما بسبب حجمها ، في تشكيل المطر الحامضي وذلك من خلال التأكد المباشر لحمض الآزوت وكموثر لتشكيل موكسدات شديدة مثل بيروكسايد الهيدروجين والاوزون . وتفوق اصدارات أكاسيد الآزوت تلك التي لثاني اوكسيد الكبريت . وينشأ معظم اصدارات الأكاسيد الآزوتية من اسباب طبيعية ، لذا تكون منتشرة عالميا ، وربما تكون السبب الرئيس وراء حموضة المطر العادي . وثمة اهتمام محلي يأخذ مجراه اليوم ، غير أن الآثار المدمرة للمطر الحامضي قد لوحظت بشكل رئيس في شمالي امريكا وفي اوروبا الغربية ، حيث نسبت لاصدارات ثاني اوكسيد الكبريت .

البحث

ثمة ضعف قاهر يتجلى في فهم كيمياء الترسيب الحامضي في الجو . ورغم وجود عدد من النماذج العددية ، فان كثرة التعديلات الوسيطة فيها تجعل من العسير القول بأن توقع نجاح أى نموذج منها يعود الى كيميائيه الدقيقة ام لا . ووفقا لدرجة فهم التفاعلات الجوية ، تبقى التفاعلات الأكثر ادراكا في الوقت الحاضر هي تفاعلات الطور الغازي المتجانسة ، التي يعقبها قدر متناقص من تفاعلات الطور المائي (كيمياء القطييرات) والتفاعلات المختلطة ، والتفاعلات الوسيطة .

ويوجد مجالا بحث واسعين ، يمكن أن يساعدا في تحقيق فهم أفضل لكيمياء المطر الحامضي ، وهما : دورة الأكاسيد الآزوتية — (مركبات عضوية طيارة) ، وتأثيرها على تراكيز جذور الهيدروكسايـل

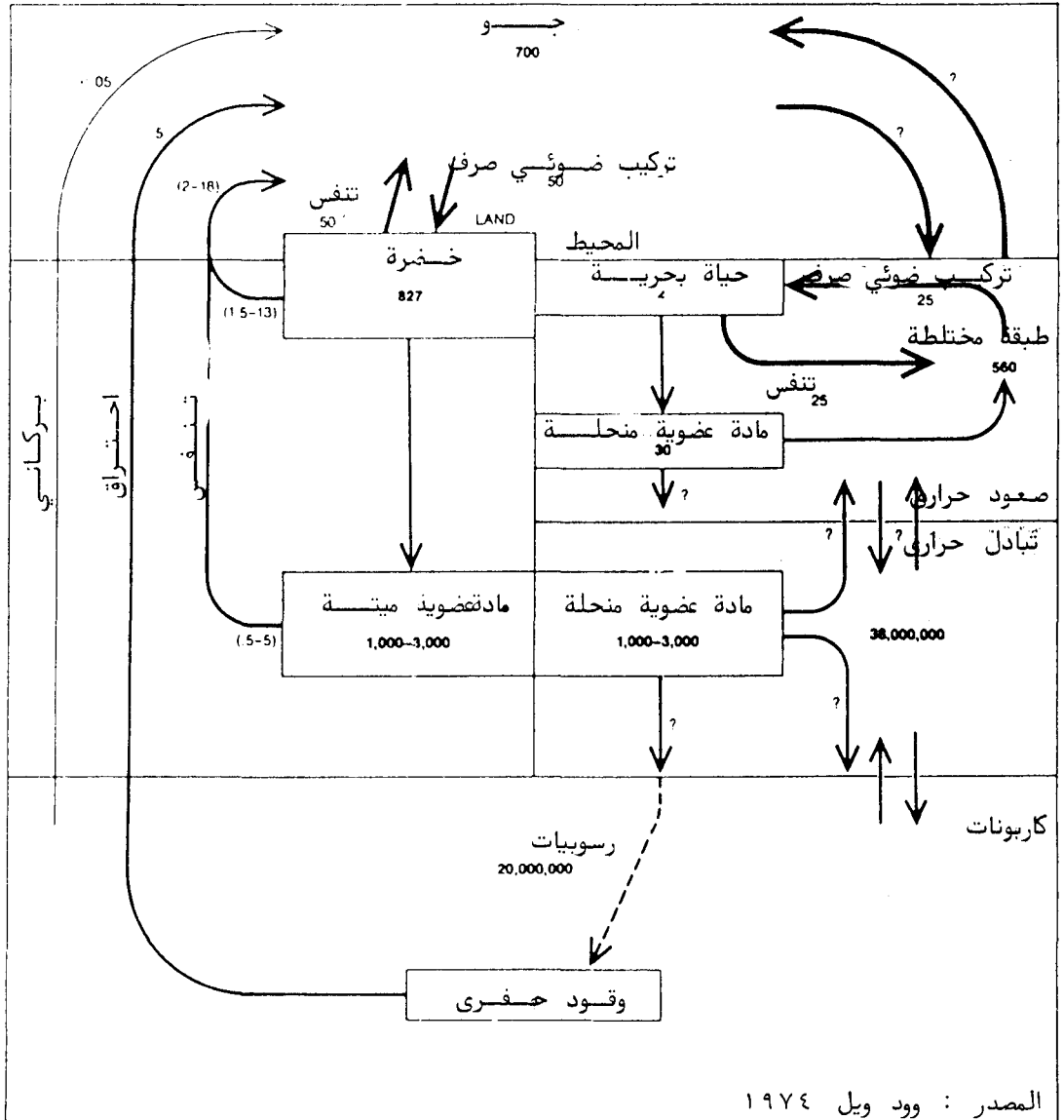
المطر الحامضي

لم تعد حقيقة المطر الحامضي تقبل أى شك فيها بعد ، كذلك أثره على الخضرة ، والسّمك ، والطرق ، والمباني ، الخ . ولكن ثمة شك يدور حول آلية نشوئه ، غير أن دور الاحتراق في هذه الآلية بات معروفا اليوم بشكل واضح ، ولو أن درجة هذا الدور ليست معروفة بشكل دقيق .

لاشك في أن المطر العادي حامض قليلا ، فانهلال ثاني أكسيد الفحم في ماء المطر يجعل حموضته (pH) تتراوح بين ٦٠،٥ و ٦٥،٥ . ويتغير هذا القدر قليلا من اقليم لآخر ، ويمكن أن يهبط دون ٥،٦ في المناطق التي يفتقر الجو فيها للمواد القلوية ، (Canada 1981; Harte 1982; Haines et al. 1983) .

غير أن المطر (هطول المطر والثلج بعبارة أدق) أصبح حامضا بشكل ملحوظ في بعض أجزاء من شمالي أمريكا وغربي أوروبا ، وتزامنت زيادة حموضته مع تدهور خطير في وجود النباتات والحيوانات : وبشكل خاص، دمار بعض عناصر خاصة من اشجار الغابة العامة، واختفاء اسماك حساسة للحموضة من البحيرات مثل التراوت والسالمون . ويعتقد بأن شـوارد الهيدروجين في المطر الحامضي بأنها تقطع دورة العنصر المعدني في النباتات لأنها تزيل المعادن من الاوراق ومن التربة وتشبط حيازتها من قبل الجذور . ومن الممكن أن تقود زيادة حموضة المطر الى زيادة امتصاص النباتات لمواد سامة كالكلاديوم ، وزيادة تسرب الزئبق الى سمك المياه العذبة ، غير أن هذه العلاقة الأخيرة لم تفهم بعد بشكل تام . ومن جهة أخرى ، لا يوجد بعد دليل مباشر لأثر المطر الحامضي على الانسان (Taylor 1980) .

ويتغير تقبل الخضرة لملوثات سامة محددة بشكل واسع من عتصر نباتي لآخر ، ويتغير هذا التقبل أحيانا حتى بين النوعات المختلفة لنفس العنصر (Taylor 1980) . ويعتمد أيضا مدى تأثير المطر الحامضي على النظام البيئي على امكانية ردع التربة ، فحينما تكون التربة ومياه البحيرات قلوية ، لا يمكن للمطر الحامضي ان يملك سوى أثر ضعيف، انما تؤدي نفس الزيادة في احوال اخرى الى تغير في توازن التربة والى تحول في المغذيات الرئيسة الى اشكال لا يمكن امتصاصها من قبل النباتات (Haines et al. 1983) .



الشكل (٢) : تجمعات وتدفقات الفحم العالمية

عبر عن التجمعات ببلايين الاطنان المترية ، وعن التدفقات ببلايين
الاطنان المترية من الفحم في العام .

والنهب التي تبدو عليها مشوشة .

ومن الواضح وجود تأثيرات قصيرة المدى على درجة حرارة العالم ، تحجب علاقتها المتوقعة مع تركيز ثاني اوكسيد الفحم . وثمة عدد من التصحيحات او التعديلات لهذه العلاقة هي :

اولا ، تؤثر تبادلات كميات الفحم الكبيرة المدخنة على الأرض وفي الماء ، في حجم ثاني اوكسيد الفحم عبر عدد من الآليات غير آلية الاحتراق (الشكل (٢)) . ثانيا ، ثمة آليات تغذية عكسية تبدي مداخل تخلفية في العلاقة هذه (Hansen et al. 1985) . ثالثا ، تم تقدير التسخين الناجم عن ثاني اوكسيد الفحم من قبل سومرفيل (Yulsman 1985) ، الذي ادعى بأن تراكم ثاني اوكسيد الفحم سيجعل من الغيوم أكثر كثافة وعكسا ، مما يخفض من كم الطاقة الشمسية الداخل الى الجو . وأخيرا ، تدعي دراسة حديثة بأن آثار الغازات الشائبة ، كالفحوم الفلورية ، والاوزون ، والميثان ، ومركبات الآزوت، يمكن أن تقود الى تسخين اكبر بكثير ، أى بقدر ١،٥ الى ٤،٤ أضعاف التسخين الناجم عن ثاني اوكسيد الفحم . فان كان الامر كذلك، فان أسباب التغيرات الطقسية ، يمكن أن تكون اكثر تنوعا من التي تنجم عن الاحتراق لوحده (Ramanathan et al. 1985) . وتتنامى مدخرات الغازات الشائبة المختلفة في الجو بمعدلات مختلفة ، بحيث يمكن أن يكون لها آثار مهمة على النمط الزمني لآثر الدفان الأرضي . وتتفاير كذلك استراتيجيات خفض اصدار هذه الغازات : فمنها مايسهل التحكم فيها أكثر من غيرها ومن اصدارات ثاني اوكسيد الفحم ، والتي يتطلب خفضها هبوط في حرق العالم للوقودين الحفري والحيوى .

وقد أصبح اثر البيت الأخضر من اكثر مجالات البحث نشاطا، ومن المستحيل تلخيص الوضع الراهن للمعرفة وفق اية درجة من درجات الدقة . وبينما تتسم عدة أجزاء من الآلية المعقدة للتغيير المناخي بارتياحات كثيرة جدا ، فان التأثيرات الممكنة للتغيرات المناخية تهم الدول النامية كما تهم الدول الصناعية (وان كان ليس نفس الاهتمام) . ومن مصلحة البلدان النامية الابقاء على متابعتها أمر البحث اضافة الى المشاركة فيه . وهذا مجال لا يبدو فيه خيار أمام التعاون البحثي الدولي فيه والسياسة في آخر الأمر .

بالمبادرة العاجلة في حلها (Perry et al. 1982) ويرى هو، أنه ربما أصبح ضروريا ابقاء سوية ثاني اوكسيد الفحم العالمية القصوى دون الـ ٨٠٠ (ج.م.ح) ، وربما دون ٥٠٠ (ج.م.ح) . وان توجب تحقيق ذلك ، توجب ايضا الابتعاد عن حرق الوقود ، والوقود الحفري خاصة ، خلال العقود القليلة القادمة ، وربما عند ٢٠١٠ او عند ٢٠٤٠ . وينطوى هذا السلوك على ارتفاع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة وخصوصا تلك التي لا تحترق . وفي جميع الأحوال ، لن يتعدى الاستخدام الأخير امكاناته المنظورة خلال القرن المقبل والتي لن تزيد عن ٢٥٠ - ٣١٥ هكساجول . وهذا يعني وجوب خضوع استهلاك الطاقة العالمي الكلي الى سقف ، وأن اى نمو للدخول يجب تحقيقه تحت رحمة هذا السقف . ويتعبّر آخر ، يجب أن يبنى النمو على زيادة كفاءة الطاقة ، وعلى الحفاظ عليها .

وتلك كانت نقطة البدء في دراسة غولدينبرغ وزملاؤه (١٩٨٥) . فبتذكر حقيقة كون مصادر الوقود الحفري ناضبة ، يجب استبدالها بمصادر متجددة في آخر الأمر . وبانتظار تحقق ذلك ، سيقود استخدام مصادر الوقود الحفري الى نشوء عدد من الظواهر غير المرغوبة ، ومن بينها ارتفاع ثاني اوكسيد الفحم في الجو . وتجلّى مدخل باحثين آخرين في تأييدهم لاستمرار سويات الاستهلاك المرتفعة للوقود الحفري خلال العقود المقبلة وخلال ذلك يتم تطوير حلول تقنية لمشاكل البيئة الناجمة عن ذلك . أما مدخل غولدينبرغ وزملائه من جهة أخرى ، فقد توجه الى البحث عن ازالة المشكلات بذاتها ، وذلك من خلال العمل نحو عالم متفوق في الكفاءة الطاقية .

مجالات الارتياح

لابد من التأكيد بأنه ليس شمة دليل قاطع بعد يفيد بمسؤولية زيادة ثاني اوكسيد الفحم عن ارتفاع حرارة العالم . ودرجة الحرارة الوسطى في نصف الكرة الشمالي كانت بشكل ملحوظ أعلى بقدر (٠،٤ - ٠،٥ درجة مئوية) خلال الفترة ١٩٢٠ - ١٩٦٠ مما كانت عليه خلال الفترة الواقعة بين ١٨٨٠ - ١٩٢٠ ، ومع ذلك يبدو أنها انخفضت قليلا بقدر (٠،٢ - ٠،٣ درجة مئوية) (Bergman 1983) . غير أن تغايرات درجة الحرارة من عام لآخر تكون كبيرة لدرجة تصبح معها قراءة السدورات،

الجدول (١٢) . معنى توقعات حديثة لاستهلاك الطاقة العالمية لاعوام منتقاة ٢٠٠٠ - ٢٠٥٠
(مقاسة بالهكاجول)

تغطية بحث	الاجمالي لكل عام	المنشأ										
		٢٠٥٠	٢٠٣٠	٢٠٢٥	٢٠٠٠	النفط	غاز طبيعي	نووى	كهرومائي	فحم حجرى	اخرى	المصدر
ع.م.خ.١٠ (١)	٤٣٦					٢٠٤	٦١	٦٢	٢٦	٧٥	٨	ويلسون
	٣٦٤					١٦١	٤٧	٨٦	١٩	٤٧	٤	١٩٧٧
العالم	٥٣١					١٨٦	٩٨	٥٥	٢٦	١٥٦	١٠	هيفلي وزملاؤه
	٤٢٨					١٥٠	٨٠	٤٠	٢٦	١٢٤	٨	(١٩٨١)
		١١٢٢				٢١٥	١٨٨	٢٥٥	٤٦	٣٧٧	٤١	
		٧٠٥				١٥٨	١٠٩	١٦٣	٤٦	٢٠٣	٢٦	
م.ت.١٠ (ب)	٢٤٤					٨٨	٣٥	٢٦	— (ج)	٧٣	٢٢ (د)	الوكالة الدولية
	٢١٣					٦٧	٤٠	٢٤	— (ج)	٦٢	٢٠ (د)	للطاقة ١٩٨٢
	٢٣١					٦٣	٤٣	٢٧	— (ج)	٧٨	٢٠ (د)	
العالم	٤٨٥					١٥٤	٨٢	٤٠	٥٧ (د)	١٥٢	—	ادموندز ورايلي
		٩٢٢				١٨٣	١١٣	١٥٨	١١٨	٣٥٠	— (هـ)	١٩٨٥
			١٦٤٦			٣٠١	٨٩	٣٦٣	١١٩	٧٤٧	٣٧	

- (أ) - العالم خارج المناطق الشيوعية
(ب) - اعضاء منظمة التعاون الاقتصادى الاوروبىة
(ج) - مضمنة في منشأ (اخرى)
(د) - تتضمن الكهرباء الشمسية
(هـ) - تتضمن الكهرومائي

مصادر الوقود الاخرى • ولكنه كان متشككا حول جدوى النمو السريع فـي
الامكانية النووية • ولهذا ، مال نحو تحقيق زيادات أكبر في انتاج الفحم
الحجري حتى عام ٢٠٠٠ ، مما توقعه ملتقى الـ (**WAES**) • غير أنه
بعد عام ٢٠٠٠ ، قادت القيود الفيزيائية المرساة على انتاج الفحم الحجري
معهد آيسا الى الدعوة لاجراء زيادة أسرع في الامكانية النووية ، لذا لم
يختلف توقعها للمزج الطاقى عام ٢٠٣٠ كثيرا عما اقترحه ملتقى الـ (**WAES**)
لعام ٢٠٠٠) (**Hafele et al. 1981**) •

وتنطوى توقعات وكالة الطاقة الدولية (**IEA**) على تحول
مماثل نحو الفحم الحجري والطاقة النووية عند عام ٢٠٠٠ بالنسبة لأقطار
المجموعة الاقتصادية الاوروبية (**OECD**) • وتتضمن هذه التوقعات تحولا
أكبر نحو الفحم الحجري مما صوره ملتقى الـ (**WAES**) ، وتحولا أصغر
نحو الطاقة النووية ، وهي بذلك أقرب من توقعات آيسا (**IIASA**)
(**IEA 1982b**) •

ولمشاركة وكالة الطاقة الدولية توقعاتها ، قام معهد اوك ريدج
لتحليل الطاقة بابداء توقعات اصدار اوكسيد الفحم الضمني ، ومع توقع أن
أثر البيت الأخضر سيكون خطيرا في وقت لاحق للذى توقعته وكالة الطاقة
الدولية ، ولهذا امتدت توقعات معهد اوك ريدج الى عام ٢٠٥٠ • وكما
يُرى من الجدول (١٢) ، تبقى توقعات ادموندز ورايلي (١٩٨٥ أ)
مماثلة لتوقعات آيسا لعام ٢٠٠٠ • ولكن استقراء الاستهلاك لعام
٢٠٥٠ باستخدام نفس مجموعة الفرضيات يقود الى تقديرات أكبر بكثير
لاستهلاك الطاقة ، ومن ثم لمتطلبات الفحم الحجري والطاقة النووية
المنظورة • وتبدو توقعات ادموندز ورايلي لامداد النفط مرتفعة جدا وذلك ان
صدقت منحنيات نزوب النفط ، وفي هذه الحالة تقديراتهما لنمو انتاج الفحم
الحجري والطاقة النووية منخفضة أكثر من اللازم • وعبر نموذجهما ، استنتج
ادموندز ورايلي أن مستوى ثاني اوكسيد الفحم سيتضاعف بين عامي ٢٠٤٩ و
٢٠٦٢ ، أى بعد ٣٠ عاما مما توقعته دراسات سابقة • غير أنه ، حسب
رأيهما ، تكمن الأساليب الوحيدة لتأخير موعد هذه المضاعفة في ابطاء نمو
الاقتصاد العالمي او التحول الى تقنيات شمسية ونووية أقل ضرا فيما يخص
ثاني اوكسيد الفحم •

وقد عمل باحثو معهد اوك ريدج على ابراز تبعات ثاني اوكسيد
الفحم التي اتى بها معهد آيسا فتوصلوا الى نتائج تستدعي شعورا أكبر

ثاني اوكسيد الفحم على درجة الحرارة . وقد اقترح جل هذه النماذج أن مضاعفة تركيز ثاني اوكسيد الفحم عن مستواه الأخير ، وهو ٣٣٥ (ج.م.ح) ، سيؤدي الى رفع درجة حرارة العالم بقدر 3.0 ± 1.5 درجة مئوية (National Research Council 1983a) . وسيؤدي مثل هذا الارتفاع في درجة الحرارة الى تغيرات مميزة في انماط هطول المطر، ومن بينها انخفاض سقوط المطر في بعض المناطق الحارة والمنتجة الرئيسة للغذاء في عالمنا المعاصر . ويمكن أن تسبب كذلك ذوباناً في طبقة القطب الجليدية ، ليرفع ذلك مستوى البحر ويغرق مساحات شاسعة من الشواطئ . ومهما يكن الارتياح في تلك التوقعات ، فان هذه التغيرات تستدعي ايضاً أثر البيت الأخضر أهمية بحثية مناسبة .

التوقعات العالمية

رغم أن التوقعات باتت تعبر عن التبعات المستقبلية للاتجاهات القائمة او التي افترضت خلال السنين الأخيرة الماضية، فقد استخدمت في السنين الأخيرة لدراسة الانقطاعات المحققة او المتوقعة . كما تجلت جميع الانقطاعات التي كانت نقاط البدء في صنع نماذج الطاقة العالمية بصورة كوارث . لذا تحمل النماذج طبيعة عمل مكافحة الحريق : فهي تشكل ضمناً او علنياً نماذج نظمية ، يؤكد كل منها على متحولات عمل محددة .

وأول نموذج رئيس أخرج الملتقى الخاص بدائل استراتيجيات الطاقة (WAES) انطلق من أمر نضوب النفط . وجرى الاعتقاد في هذا النموذج بأن حل المشكلة يكمن في تغيير المزيج الوقودى . ووفقاً لـ : ويلسون (١٩٧٧) يمكن حل المشكلة لو حدث : " توقف تقريبي في استخدام كل مصادر الوقود الحفري في منشآت توليد الطاقة الكهربائية ، وخفضت خسائر التصنيع ، وصُنِعَ النفط الخام من امدادات الفحم الحجرى المتاحة ، وذلك لمواجهة الطلبات الأساسية على مصادر الوقود السائلة ، واستخدم القطاعين الصناعي والمنزلي مزيداً من الفحم الحجرى وقليلاً من الكهرباء عما توقعته الخطط الحالية او المضلة " .

وبتعبير آخر ، دافع " ملتقى بدائل استراتيجيات الطاقة (WAES) عن التحول من النفط الى الفحم الحجرى والطاقة النووية . وقد تصور " المعهد الدولي للتحليل التطبيقي للنظم - آياسا (IIASA) هبوطاً أسرع في استهلاك النفط ، ومن ثم توقع ظهور تحول أسرع نحو

الطاقة المشعة التي تهرب عادة للجو الأعلى ، الأمر الذى يقود الى ارتفاع مواكب في درجات حرارة العالم .

ومنذ أن جرى رصد تركيز ثاني اوكسيد الفحم في الجو ، في مخبر مونا لونا في هاواى عام ١٩٥٨ ، ظهرت زيادة مميزة تراوحت بين ٣١٥ و ٣٣٩ جزئ في المليون من الحجم (ج.م.ح) فيما بين عامي ١٩٥٨ و ١٩٨١ على التوالي (**Brgman 1983**) . ومع وجود ترجحات تقع بين ٥ و ٧ (ج.م.ح) سنويا ، فان نمط ارتفاع تركيز الفحم يبدو جليا . ورغم أن القياسات المباشرة قبل عام ١٩٥٨ ليست متاحة ، فانه يمكن قياس تركيز ثاني اوكسيد الفحم بشكل غير مباشر على أساس تركيز الخضرة ، اضافة الى نظائر الاوكسجين في البنية الجيولوجية . وتقتصر القياسات غير المباشرة أن تركيز ثاني اوكسيد الفحم قد تراوح بين ٢٦٥ و ٢٩٠ (ج.م.ح) في عام ١٨٦٠ (**Rotty 1983**) . وهكذا فان الدليل واضح حول اطراد ارتفاع تركيز ثاني اوكسيد الفحم خلال القرن المنصرم ، وخلال العقود الأخيرة الماضية بصورة خاصة .

وينطلق ثاني اوكسيد الفحم الى الجو بشكل غازى عندما يجرى حرق أى وقود فحمي ، كالفحم الحجري ، والنفط ، والغاز ، والوقود الصناعي، او وقود الكتلة الحيوية . ولكل كواد من الطاقة المتحررة (الكواد = ١٠٥ هكساجول) يقوم الغاز الطبيعي بانتاج ١،٤٥ غايغاطن من الفحم عبر ثاني اوكسيد الفحم المتحرر، بينما يطلق النفط ٢،٠ غايغاطن والفحم الحجري ٢،٥ غايغاطن ، وربما أعطى الوقود الصناعي ٥٠٪ زيادة في كل وحدة طاقة مفيدة من الناتج النهائي، ويساوى ثاني اوكسيد الفحم المنتج ٣،٦٧ مرة وزن الفحم المنتج . ومن هذه الأرقام وغيرها ، يقدر أن يكون اصدار ثاني اوكسيد الفحم من الوقود الحفري بـ ١٥٠ غايغاطن بين عامي ١٨٦٠ و ١٩٧٥ ، وخلال تلك الفترة ، بلغ ارتفاع ثاني اوكسيد الفحم في الجو الى ما بين ٩٥ - ١٤٨ غايغاطن . وهكذا يبدو أن ثاني اوكسيد الفحم المتحرر عن احتراق مصادر الوقود الرئيسة خلال ١٨٦٠ - ١٩٧٥ قد فاق كشيئاً الزيادة في ثاني اوكسيد الفحم في الجو (**Woodwell 1974**) . ولقد تضافرت عوامل اخرى على خفض تركيز ثاني اوكسيد الفحم في الجو ، غير أن حرق الوقود بات يشكل العامل الرئيس والوحيد وراء ارتفاع ثاني اوكسيد الفحم ، ولم يزل يبدى فعله كذلك حتى اليوم .

واستخدمت نماذج عامة عديدة لدورة الجو بغية كشف أثر تركيز

خلال وجود نوى ثلجية في السحب • ومن بين مصادر تلك النوى ، تلك المجيهرات النباتية والبكتريا المتكونة عن بقايا الاوراق المتفسخة ، والتي يتغير انتاجها مع الخضرة الأرضية (; Schnell and Vali 1976) و (Vali et al. 1976) • وهكذا ، يمكن أن يكون اختزال الغطاء الأخضر وراء خفض سقوط المطر نتيجة الانتاج المنخفض في النوى المشكّلة للثلج (Kellogg and Schneider 1977) •

ومن بين الاجراءات الوقائية ، يضع دارسو التصحر أمر اعادة التشجير في أدنى مقام • ان لايمكن أن يكون له اى اثر يذكر على المناخ الاقليمي ، وربما تطلب ادارة لاحقة وتنظيم (Le Houerou 1977) • وقد اقترح عدد كبير جدا من الخطط العلاجية للصحارى (Glantz 1977) ، حيث جربت واحدة منها لتؤكد فعاليتها : فباكستان ومصر يمثلان دليلا حيا على فعالية الرى في المناطق الصحراوية • مثال آخر تجلى بتجربة بذر نوى ثلجية ولكنها لم تقوم بعد وثمة خطط اجرائية تضمنت اقامة أحزمة اسفلتية (رش منطقة كبيرة بالاسفلت للاقلال من النضوع) ، وبذر غبار فحمي في السحب لامتصاص الأشعة الشمسية لتسخين الهواء المحيط ، وزيادة التبخر من المحيطات ، وغمر الصحارى بواسطة قناة من البحر الأبيض المتوسط • وعلى الصعيد الاجتماعي ، تم اقتراح عدد من البدائل ، ومن بينها ضبط الرعي الزائد (Kellogg and Schneider 1977) ، وتركيز التنمية في مناطق افضل حظوة ، وبناء المدن والتصنيع (Ware 1977) • وقد ظهرت مشاكل المناطق الصحراوية عيانا من خلال المجاعة عبر مناطق الساحل الاريقي • ونعتقد يقينا بأن الحلول ليست واضحة ، ولكننا على يقين أيضا من أن تحديد علاقات ثنائية بين انحسار الغابات والتصحر مثلا هو تحديد خاطئ لعلاقات معقدة ، ربما قادت الى هدر كبير في المصادر ان استخدمت كأساس للسياسة • والمطلوب هو اجراء دراسة اكثر شمولية وعمقا وتنوعا للعلاقات القائمة •

أثر البيت الأخضر

يتوطن ثاني اوكسيد الفحم في الجو السفلي • وهو ماص لكهوء لطاقة الاشعاع ماتحت الأحمر المنعكس عن سطح الأرض • ومن ثم ، فإنه من المتوقع أن يقود الارتفاع في تركيز ثاني اوكسيد الفحم الى زيادة احتجاز

فمناخ العالم اليوم أجف وأبرد عما كان عليه منذ ٤٠٠٠ - ٦٠٠٠ سنة خلت . ولاتدعم أدلة طويلة الأمد تلك العقيدة القائلة بأن التصحر وراء تغير المناخ .

وقد تم اقتراح آليتين تجري من خلالهما إزالة الغطاء الأخضر الذى يقود بدوره الى اختزال تهطال المطر ، ومم ثم، التصحر (Le Houerou 1977: 20) :

” في المناطق الجافة التي لاتتضال فيها الخضرة يتوفر دوماً غطاءً أرضي منتشر يتكون مما لا يقل عن ٢٠ - ٤٠٪ من العناصر النباتية الدائمة كالشجيرات ، والشجيرات الصغرى ، والأعشاب الدائمة . ويتعبر أدق ، يعوضُ تعرية الرياح في هذه الظروف الرمل الراسب وراء العقبات المكونة من النباتات الدائمة .

وحينما تكون المسافة الفاصلة بين نباتين دائمين مساوية لخمسـة أضعاف طولهما على الأقل ، فان الانحسار لايعدله البتة توضع الرمال ، وبهذا تزداد التعرية الى درجة يصبح معها سطح الأرض بكامله مغطى بالحصى أو الأحجار بعد انتزاع كل المواد القابلة للتحرك . وتتجمع الرمال التي انجرفت بعيدا في كتيبات هلالية ، ورسوبيات ، ونيكات ، واقنعة رملية، وغيرها . ويحدث هذا الانزياح الرمل على مسافات قصيرة ، نادرا ما تتجاوز بضعة مئات الأمتار او بضعة كيلومترات على أبعد تقدير . وتكون النتيجة النهائية طبقات ترابية تستخدم كغطاء رمل او طفالي يتوضع على الطبقة السطحية الكلسية المتكثفة ، لتصبح متوازية نتيجة لتعرية الرياح . وعندها تصبح الحياة النباتية الدائمة مستحيلة ، وذلك نتيجة غياب احتياطيات الماء في التربة الرقيقة المعهودة، الأمر الذى يحول دون بقاء البذور خلال دور الجفاف الاول الطويل . كما لاتتمكن العناصر النباتية الدائمة من أن تستقر فوق الرمال المتحركة . فحينما تظهر البذور يقوم الريح باقتلاعها من جذورها ويقذفها بعيدا ” .

وما أشير اليه بالخضرة هنا ، هو خضرة المناطق الجافة الطبيعية المكونة من الشجيرات والأعشاب الدائمة ، وليست الأشجار .

والآلية الثانية التي اقترحت لنشوء التصحر هي زيادة نصوع الأرض واختزال كمية الحطام النباتي نتيجة الرعي الزائد . ويؤدي ارتفاع النصوع الى تدفئة الأرض وتشكل رياش حمل حرارى جالبة للمطر (Charney et al. 1975) . ويتحقق سقوط المطر من

انحسار الغابات

يشكل انحسار الغابات مشكلة اقليمية بحته ، وتصادف في
 حاليين : حال ازالة الأشجار من الأرض لزراعتها ، كما هو الحال في
 البرازيل واندونيسيا (كلاهما يقوم بتصدير الخشب للبلدان الصناعية) ، وحيث
 يسود طلب شديد على الخشب في المناطق المجاورة للمراكز الحضرية التي
 تستخدم الخشب بغرضي الانشاء والحرق ، كما في نيبال وأجزاء من الصين
 واجزاء من افريقيا . وأثر الطلب الشديد الحضرى والصناعي هذا ، الذى قاد
 الى انحسار الغابات ، ليس امرا مجهولا بالنسبة للبلدان الصناعية : فقد
 حدث حول البحر الابيض المتوسط زمن الرومان ، وفي المملكة المتحدة ،
 وفي اوربا منذ بواكير القرن الثامن عشر ، وفي الولايات المتحدة الامريكية
 خلال القرن التاسع عشر ، ولم يزل مستمرا حتى الآن في كندا والاتحاد
 السوفييتي . ويمكن لهذا الأثر تحريض قلق حول الكثير من الاسس : علمية
 (مثل تدمير الاصناف النباتية الاستوائية) ، وجمالية (قباحة الاراضى
 المزالة أشجارها) ، واقتصادية (ان ربما تؤدى تعرية الاراضى من الأشجار
 الى غمرها او خفض انتاجيتها ، كما يفقد تدمير الغابات الى نزع السكان
 المعتمدين عليها من اراضيهم ، ويمكن أن يفقد انحسار الغابات الى التصحر) .
 غير أنه من المهم مناقشة انحسار الغابات في اطار اقليمي، ذلك لأن اسبابه
 ودواعي القلق المنبثقة عنه التي تتطلب معالجات مناسبة ، تختلف جميعها
 من اقليم لآخر . واذا حدث ذلك ، فانه قليلا مايتبين أن علاج انحسار
 الغابات يكمن في اعادة زرعها ، لأنه — كما هو بالنسبة للتصحر — يمكن
 العثور على حلول أرخص وأكثر فعالية تخص كل مشكلة بذاتها نجمت عن
 انحسار الغابات .

التصحر

وفقا للنهج الذى ظهر التصحر عليه ، لايمكن افتراضه صنع صحار
 جديدة في مناطق كانت غنية بالزراعة في الماضي القريب ، فالحقيقة هو امتداد
 لمناطق صحراوية سادت عبر آلاف السنين . والصلة بين الطقس والصحارى
 كامنة ضمنا ، فلقد تم تأكيد الصلة بين التغير المناخي عبر الـ ٤٠٠٠ —
 ٦٠٠٠ سنة التي خلت والتصحر (Kellogg and Schneider 1977) .
 غير أنه بينما كان التصحر محليا ومتزايدا ، كان التغير المناخي عالميا ،

المجموعة أن تقتصر على البحث الطاقى بمعناه الضيق .

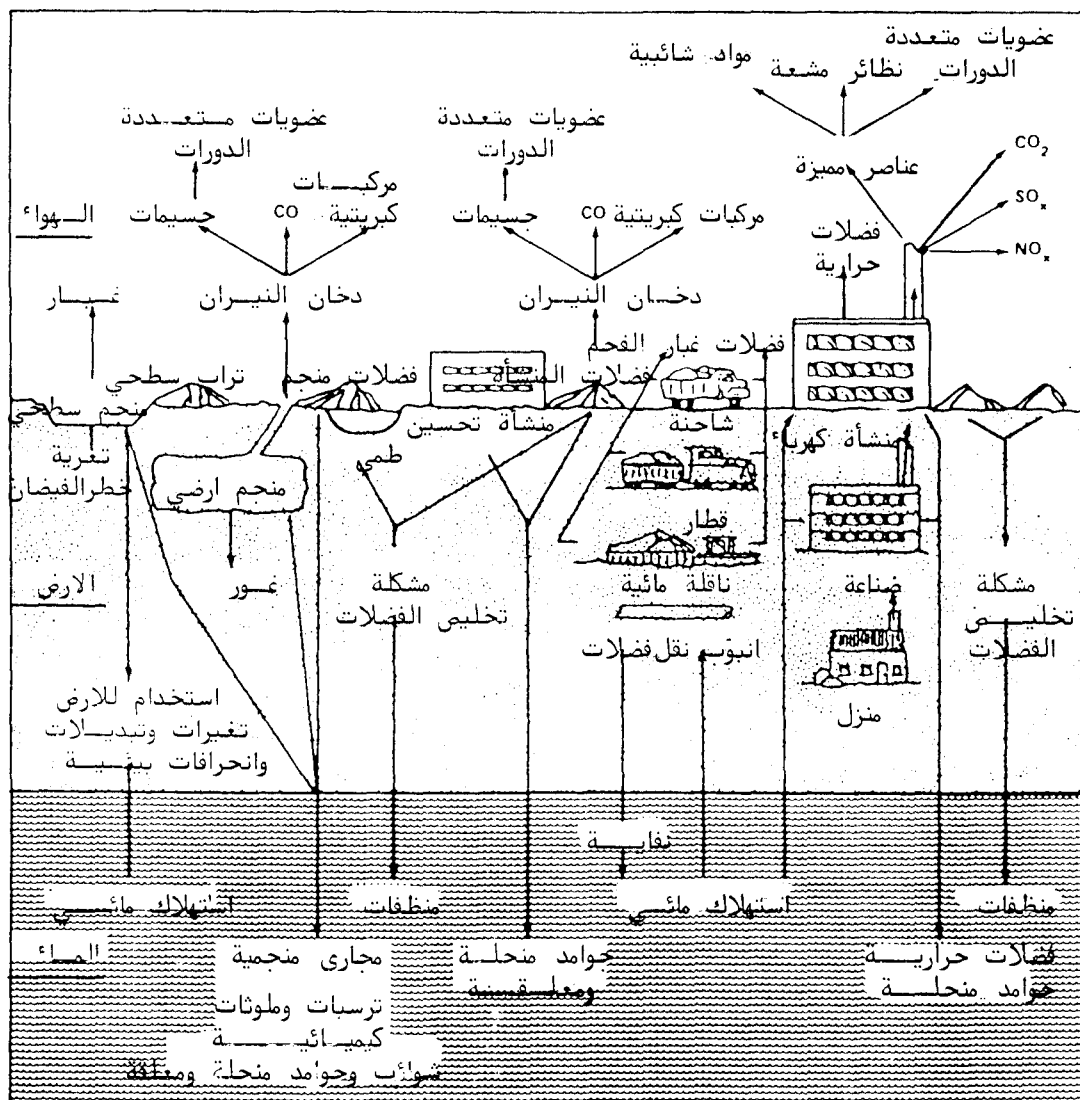
وثمة ثلاث قضايا بيئية تنتمي وثيقا للطاقة وتستحق اهتماما جادا من قبل البلدان النامية ، حسب رأى المجموعة ، وهي : انحسار الغابات والتصحر ، وأثر البيت الأخضر ، والمطر الحامضي . وفيما يلي عرض لهذه المسائل :

انحسار الغابات والتصحر

وان لم تُولَ نقاشا كاملا بعدُ في الأدبيات المنشورة ، فان السلسلة المنطقية التي تبدأ من حرق خشب الوقود منزليا مروراً بانحسار الغابات وانتهاءً بالتصحر ، قد احتلت موقعا لها في خيال الجماهير الى درجة أصبح من الضرورة معالجتها جديا .

استهلاك خشب الوقود

لا يمكن البتة اعتماد التقديرات المتاحة لخشب الوقود المستهلك كأساس لتقويم طبيعة وأهمية المشكلة . وقد أعطى سميل (١٩٨٣ : ٨١ — ٨٣) تقديرات تتراوح بين ١،٣ الى ٣،٢ بليون مترا مكعبا في العام مع عوامل تحويل تتراوح بين ٠،١٥ و ٠،٨٠ طن / متر مكعب . وتمتد الارتيايات في ثلاثة اتجاهات : أولا ، يتغير استهلاك الفرد من الوقود بشكل كبير . ثانيا ، ويتغير تكوين الوقود ليس من مكان لآخر ومن أسرة لآخرى فحسب ، بل من أجل نفس الأسرة على مدى فصول العام، استجابة لأمداد الوقود والحاجة اليه . وأخيرا ، فإن الكثير مما نعرفه اليوم جاء من مسوحات استهلاك الطاقة ، حيث لا يعطى جزء كبير منها فكرة عن مصدر الوقود — سواء جاء من الأشجار او المحاصيل . وان جاء من الأشجار لانعرف ان تم جنيه أو حصل عليه من الأشجار المدمرة ، او كان هو المنتج الرئيس او نتاج ثانوى لفعالية أخرى مثل خشب البناء . ومن المهم جدا التمييز بين الوقود الآتي من فوائض الكتلة الحيوية الطبيعية السنوية ووقود الكتلة الحيوية الآخر .



الشكل (١) . التشوهات البيئية الناجمة عن النشاطات
المنتمية للفحم الحجري .
(المصدر : الولايات المتحدة الأمريكية ١٩٧٩)

ومعظم المطر يكون حامضيا . ويعتقد بأن حموضته ناشئة عن أكاسيد الآزوت . ولو أن هذه الأكاسيد تنجم عن الاحتراق وعن تفكك الأسمدة الطبيعية في العالم ، فإن معظم هذه الاصدارات يأتي من الاضمحلال الطبيعي للكتلة الحيوية . ويمكن أن تنتاب الحموضة مطرا عبر اوكسيد الكبريت وسلفايد الهيدروجين أيضا ، اللذان يصدران عن حرق الوقود الكبريتي ومن الانفجارات البركانية . والترسب في شمالي امريكا وغربي اوروبا قد أصبح بالغ الحموضة في السنوات الأخيرة كي يقضي على حياة بعض النباتات والحيوانات ، وقد تم ربط ذلك بحرق مصادر الوقود الحاملة للكبريت . ومع ذلك ، فكيمياء المطر الحامضي تملك منطقتين مظلمتين هما : دورة مركبات أكاسيد الآزوت - العضوية ، ودور جذور الهايدروكسائل والهايدرو بيروكسائل . ويستدعي فهم هذين الأثرين بذل جهد كبير بحثا عن الاسلوب الأفضل لمعالجة هاتين المشكلتين . ويستلزم تخفيض الأثر الحامضي بحث حول امر تحضير الفحم الحجري ، وهندسة الافران ، وكفاءة الاحتراق ، ومعالجة الغاز المنطلق من المداخل . ويمكن أن يكون هذا البحث مفيدا للبلدان النامية التي تستهلك الوقود الحفري والوقود الحيوي بمقادير كبيرة .

تملك معظم نشاطات انتاج واستهلاك الطاقة الرئيسة آثار بيئية ويكون بعضها شاملا . مثلا ، أن يملك تعدين واستغلال الفحم الحجري آثار تنتشر تحت الأرض، وعلى سطحها ، وفي الهواء (الشكل ١) . ويكون عدد من الآثار البيئية ضارا بالصحة ومثيرا للقلق . لذا يتوجب معالجتها بوضوح واخذها بالحسبان عند تخطيط استثمارات الطاقة .

وعبر اعداد هذا التقرير، واجهت المجموعة مشكلة تمييز حدود ماستعالجه من مشاكل البيئة ، وكانت هذه مشكلة حادة لأن الآثار البيئية الرئيسة لاتنتمي للطاقة بحد ذاتها ، وانما لانماط استغلال المصادر ومعالجتها . ولدى صياغة سياسة خاصة بمسائل البيئة ، يكون من الخطأ ربط هذه المسائل بالطاقة فقط . فالآثار البيئية تنجم عن مدى شامل من الظواهر المنتمية للنمو ، كزيادة السكان ، وارتفاع الدخول ، والتوسع الزراعي والصناعي والتعديني ، وفي النقل ، فهذه هي الظواهر التي يجب أن تنتمي السياسات اليها . كما لاينتمي البحث البيئي على نحو وثيق بالبحث الطاقوي . وثمة بون شاسع بين الناس والتقنيات والمشاكل على الجانبين . لذا فان انصاف البحث البيئي يتطلب مدى متنوع من الخبرة . ولهذا قررت

الفصل الثاني عشر

الآثار البيئية للطاقة

مع أن الآثار البيئية لانتاج واستهلاك الطاقة هي شاملة فلا تقتصر على الطاقة ، ولاتنتمي دراستها بشكل وثيق للبحث الطاقّي . لذا فان التقرير سيتعامل مع ثلاث مسائل تنتمي مباشرة الى الطاقة وهي: انحسار الغابات والتصحر ، وأثر البيت الأخضر ، والمطر الحامضي .

والسلسلة المنطقية التي تربط بين استهلاك خشب الوقود وانحسار الغابات والتصحر هي سلسلة ضعيفة وغامضية جزئيا . فاستخدام خشب الوقود لايقود بالضرورة ولافي الغالب أحيانا الى زوال الغابات . ويمكن أن يثير زوال الغابات قلقا لأسباب علمية وجمالية واقتصادية . ولايكون العلاج بالضرورة في كل حال في اعادة زرع الغابات ، اذ يتوجب علاج ذلك في كل ظرف على حده . ويقود التصحر الى زوال الغطاء الأخضر الذي يتكون غالبا من غابات على اطراف المناطق الجافة القابلة للتصحّر . ويتوفر هنا كذلك عدد من العلاجات ، ربما لايشكل التحريج الخيار الأفضل من بينها .

والدليل على اطراد ارتفاع تركيز ثاني اوكسيد الفحم في الجو حقيقة لاجدال فيها ، وعلاقتها بحرق الوقود الحفري بينة تماما ، ولو أن ثمة عوامل أخرى تبقى هامة في هذا الصدد . وتوحي التوقعات البيئية الخاصة بهذه العلاقة الى أن تركيز ثاني اوكسيد الفحم سيتضاعف بين اليوم ومنتصف القرن الحادى عشر . ومع ذلك ، يبقى ثمة ارتياب جلي أيضا حول الكيفية التي سيقود اليها هذا الارتفاع الى رفع درجة حرارة العالم من حولنا ، وماسيكون عليه أثر الدفآن هذا . فآلية التغير الطقسي ليست مفهومة بشكل جيد ، وتحسين فهمها ضرورى للبلدان النامية والصناعية على حد سواء .

دون اختبار النظريات وللتعاميم المبينة على امور وسطية لم تأخذ اى اعتبار للتغيرات حول تلك الوسطيات • وفي هذه الاحوال ، ربما تقود قياسات اكثر دقة للاستقلالات المستجيبة لتغيرات العمل والتغذية والبيئة الى فرضيات اكثر تحديدا • على اى حال ، يبدو جليا أن بذل المزيد من التمويل حول العمل التجريبي في هذا المجال بدون وضوح أكبر في النظرية سيؤدى الى هدر في الامكانيات •

وفي حين أن دور الطاقة البشرية في انظمة الانتاج يبقى مركزيا بالنسبة لمشاكل التنمية • ولايمكننا اضافة المزيد حول أهمية البحث في هذا المجال ، ولكننا نشعر بأن الابتكار النظرى ضرورى لتحقيق المزيد من الاستيعاب لكيفية استخدام الطاقة البشرية في النشاطات الاجتماعية - الاقتصادية •

الذى يسمح بدراسة ظاهرة العمل عن كثب • وتم جمع الكثير من الحقائق حول زمن الاستغلال خلال الدراسات الخاصة بالاجناس البشرية (الانثروبولوجي) (Carlstein et al. 1978a,b,c) • وقد استعمل مؤخرا كارلستين هذا الدليل (١٩٨٣) لجلاء مفهوم الامكانية الحاملة ، وهو مفهوم استخدم كبديل عن أحمال العمل داخل الأسر (Tinker 1984) • وأصبح زمن الاستغلال أيضا موضع اهتمام علماء الاجتماع (Szalai et al. 1972) والاقتصاد (Winston 1982) • غير أن زمن الاستغلال ينطوى على حقيقة أن الطاقة المبذولة خلال وحدة الزمن تكون ثابتة ، بينما تبين في الحقيقة عكس ذلك •

وعُرفت كثافة طاقة النشاط الفيزيولوجي وتبايناتها من قبل علماء الوظائف البشرية منذ أمد بعيد ، ولعل أكثر الجهود منهجية بصدد تقويمها كذا ذلك الذى ابداه باسمور ودورنين (١٩٥٥) • ومنذئذ ، اجريت تقديرات عديدة لانفاق الطاقة في وحدة الزمن عبر تنوع من الظروف ، استخدمت لحساب موازين طاقة البشر (Thomas 1973) •

وفي عام ١٩٥٢ ، قدم ليينشتاين فكرة امكان تغير كلفة العمل بدلالة الغذاء • فافترض أن الكفاءة التي يحول بها العامل غذاءه الى عمل فيزيولوجي تكون منخفضة عندما لا يكون طعامه مغذيا ، وتزداد مع تحسن سوية التغذية ، ومن ثم تهبط لتصل الى نقطة تصبح فيها زيادة تناوله الطعام غير مادية الى رفع عمله الانتاجي • وتعرف هذه العلاقة بآلية كفاءة العمل ، وقد استخدمت على نطاق واسع في اطار النظرية الاقتصادية (Bliss and Stern 1978) • ومرة ذلك ، بقيت دون أساس في علم الوظائف الحيوية الى أن جاء سوخاتمي وماغين (١٩٨٢) ليبينا وجود تغيرات منهجية في كفاءة الطاقة البشرية • واعطى بورينسي وماغين في ورقة لهما صدرت مؤخرا (١٩٨٤) لصالح المجموعة ، مزيدا من الدلائل حول تغيرات كفاءة الطاقة البشرية ، وتساءلا عن صحة النماذج الميكانيكية لميزان الطاقة البشرى • وقد جرى تحد قوى لآرائهما من قبل المشتغلين بالوظائف الحيوية (Rand and Scrimshaw 1984) •

ونلاحظ أن موضوع فيزيولوجيا الطاقة البشرية بات محط اهتمام الكثير من النظريات ، ولكن دون تحقيق قياسات كافية ومحددة لتحرى صحة تلك النظريات • كما باتت هذه السمة محط عمل تجريبي بحث وضخم

تتغير القوة المطلوبة من المضخة خطيا مع سرعتها فقط . وينبثق التباين عن متطلب عزم التدوير لمكبس المضخة الذى يكون فيه العزم الابتدائي في الضربة الاولى مساويا لثلاثة أضعاف المزدوجة الوسطية المطلوبة . وفي حال أن المتطلب الأول يتطلب بحثا على المضخات ، حيث تلائم السرعة على نحو أفضل مع القوة المحركة المتاحة ، فان الثاني يتطلب بحثا حول طرق خفض العزم المحرك الاول .

ومع أن مضخات الرياح الكهربائية تكون أكثر كفاءة من انظمة الرياح الميكانيكية ، فان نتائج حياتها السابقة بقيت محدودة . ومع ذلك في توفر فائدة ارتفاع أعلى ، ويمكن وضعها بعيدا عن مصادر المياه ولدى أفضل مواقع الرياح ، ويمكن استخدامها ايضا لشحن المدخرات .

الطاقة البشرية

ربما تكون الطاقة البشرية أكثر اشكال الطاقة أهمية في البلدان النامية ، وان استبعدت في دراسات الطاقة ، فان ذلك لايعود على تلك الدراسات الا بتصغير قدرها . ومع ذلك ، فالطاقة البشرية كانت مجال اهتمام محدود الفائدة بالنسبة للاستيعاب او السياسة . وتنشأ الصعوبة في تناولها بحثيا عن قياس هذه الطاقة .

ففي اطار الاقتصاد ، يبقى عدد العمال هو المفهوم الأقرب للطاقة البشرية ، ويطلق على عدد العمال القادرين بتعبير اليد العاملة، والعدد الذى يعمل فعلا بالعمالة ، والذى لايعمل بالبطالة . وفي عقد الثلاثينات ، قدم كينز عام ١٩٣٦ تفسيرا للبطالة ، وذلك عندما بدت نسبة كبيرة من العمال العاطلين في البلدان الصناعية . وغالبا ما تنشأ هذه المشكلة في البلدان النامية ، ليس عن البطالة التامة للذين يريدون العمل ، وانما عن البطالة الموسمية او الجزئية . وقد اطلق على هذه الظاهرة اسم البطالة المقنعة من قبل روبنسون (١٩٤٧) . وبذلك تم تقديم عدد من التغيرات الفرضية وتفسيراتها (Turnham and Jaeger 1970) و (Todaro 1981) . ومع ذلك بقيت التقديرات التجريبية بدلالة عدد العمال ، تقريبية جدا بالنسبة لكثافة العمل التي يمكن الاستفادة منها في البحث الطاقى .

وقد جرى تحسين للمفهوم من خلال قياس زمن الاستغلال ،

بدلا من القضبان • والأجهزة الداخلة في النظام هذا تكون بالنتيجة ذات بنية بسيطة وسهلة التصنيع • ويمكن استخدامها لأنظمة الرياح العالية ولكن مع علب سرعة كهربية (ITP Ltd. 1983) •

وتستخدم مضخات الري الهوائية موسميا ، وعندها لا يبدو مهما اقتناء آلات تترك دون رقابة ، وإنما أخرى ذات كلف منخفضة • لهذا ، تكون مضخات الري الهوائية ذاتية أو ذات تصاميم محلية يمكن ابتكارها أو بناؤها من قبل المزارعين انفسهم مستخدمين مواد محلية وذلك لتوفير مكنته منخفضة الكلفة • ويصنع معظم هذه المضخات " المبنية شخصيا " من الخشب أو من مكونات يدخل الفولاذ في أساسها ، كما يستعمل القماش أو الاشرعة الخشبية • وتكون كفاءتها عادة نصف التي لمضخات امداد المياه الهوائية • وقد جرت محاولات لتحسينها عبر تطبيق المبادئ العلمية على المواد والتصاميم المحلية (Govinda Raju and Narasimha 1980) و Stanley 1977) •

وفي الوقت الذي تبدو به التصاميم أكثر ضمانا ، فإنها تبقى ثقيلة ، مكلفة الشحن ، ومعقدة على التركيب • ومن جهة أخرى ، لا تملك التصاميم الأكثر جدة أداء موثقا بدلالة الكفاءة أو في عمرها العملي • والمحاولات الهادفة الى نقل تقنيات مضخات الري الهوائية منخفضة الكلفة من اقليم لآخر قد باءت بالفشل • ومن اسبابها الممكنة هو عدم تلاؤم انظمة الرياح فيما بينها ، اضافة الى متطلبات الري وامكانية المضخة • ويمكن سبب آخر هام في عدم روية الكلفة المنخفضة للمضخة الهوائية كنابع مباشر لكلفة المواد الاولية والعمالة • ومن ثم ، تبدو ثمة تغيرات في كلفة المضخة الهوائية بين الأقاليم •

تقنيا ، ثمة مجالين للبحث يمكن أن يكونا مثمرين على المدى البعيد في هذا الصدر • فمع التخلف العلمي والحاجة لأجهزة القياس ، فإن تصميم المضخات الهوائية كان في الماضي تجريبيا الى حد كبير • وقد سعت التصاميم أن تبلغ مرحلة فضلى • ومع وجود تعديلات ثانوية ، فإن أداء بعض الآلات يمكن تعديله بشكل مميز •

وثمة مجال آخر للبحث يكمن في ملائمة المحاور الدوارة مع المضخات حيثما تم استخدام مضخات قلابية • ويوجد نوعان من التضارب بين المحور الدوار والمضخات هما : الاول ، وينشأ عن حقيقة كون القوة المحركة الناجمة عن المحور الدوار متناسبة مع مكعب سرعة الرياح ، بينما

ثم ، فان التخطيط المتكامل لأنظمة طواحين الهواء يمكن أن يعود بفوائد كبيرة .

وفي الوقت الذى تعني به الرياح الأقوى مزيدا من الطاقة المجتناة ، فان ذلك يتطلب بنى أقوى لطواحين الهواء ، ومن ثم ، كلفا رأسمالية قد تتصاعد مع سرعة الريح العظمى . وان كانت سرعة الرياح عالية جدا ، تصبح طواحين الهواء بالغة الكلفة وتتجاوز الحد الاقتصادي . وحتى لو كانت مبررة اقتصاديا ، توجب الحفاظ على هذه الطواحين من تدمير الرياح لها . ويتم ذلك بتغيير اتجاهات المحور الدوار مع الريح او تغيير ايقاع الشفريات . وان تم ذلك يدويا ، فهذا يعني وجود اشراف بشرى دائم ، وتكون نتيجته كلف عالية . وان حقق ذلك بخدمة آلية ، فان ذلك ايضا يودى الى رفع الكلفة الرأسمالية . وينطوى تعرض عناصر النظام الرياحي وارهاس أقسامه المتحركة على صيانة مستمرة . وهكذا ، فان الكلف الرأسمالية للطواحين الهوائية يمكن أن تكون عالية ، وتكون كلف التشغيل لاتكون مهمة بأى حال من الأحوال .

في الفصل العاشر ، ناقشنا أمر المولدات الرياحية ، وسنقصر حديثنا هنا على المضخات الهوائية . وتختلف المضخات الهوائية عن المولدات الهوائية بوسطاء تصميمها فيجب رفع مكبس المضخة قبل أن تبدأ بالعمل ، لذا تتطلب طواحين الهواء التي ترفع الماء مزدوجة تدوير أعلى في البدء والتي تتغير عكسا مع نسبة ذروة السرعة . ومن ثم ، تستخدم المضخات الهوائية تصاميم الطواحين الهوائية التي تعطي نسبة ذروة سرعة منخفضة ونسبة عالية لمساحة الشفرة الى المساحة الممسوحة (الصمود) ، وذلك مثل تصاميم المحور الافقي متعدد العنفات او دوارات سافونيوس .

ويوجد من بين المضخات الهوائية صنفان مميزان للاستخدام النهائي وهما مضخات امداد المياه ، ومضخات الري . ويجب أن تكون مضخات امداد المياه مضمونة للعمل دون رقابة طيلة الوقت ، مع حد أدنى من الصيانة . لذا تكون عادة مكلفة بالنسبة لانتاجها الطاقى . وتصنع تجاريا من مكونات فولاذية مع أجهزة حماية آلية لمنع تجاوزها السري عند الأعاصير (McNelis and Fraenkel 1984) . وتقع مزارع المضخات الهوائية التقليدية متعددة الشفريات ضمن هذا الصنف من الاستخدام النهائي ، وتكون عادة ثقيلة ، كثيفة المواد ، معقدة التجميع ، ولكنها صمودة ويعتمد عليها . أما نظائرها الحديثة فتكون أخف بسبب اعتمادها على الأنابيب

في الوقت الذي تحظى به الطاقة المحركة بنسبة عالية من الطاقة المستهلكة في الصناعة ، والزراعة ، والنقل ، فثمة ثلاثة مصادر اولية تُمدُّ مباشرة هذا الشكل من الطاقة وهي : الرياح ، والماء المتدفق والموارد الحيوية (العضلية) . وقد كانت طاقة الرياح هي العليا في السفن حتى دخول السفينة البخارية ، واستخدمت طاقة الرياح أيضا في طحن الحبوب ضمن أجزاء من أوروبا والصين . ومع ذلك تبقى اليوم صغيرة الأهمية طاقيا ، ولايحتمل أن تكون مصدرا رئيسا للطاقة . وكانت طاقة المياه هامة كمصدر للطاقة الصناعية في العديد من المواقع قبل دخول المحركات الرئيسية ، وتستخدم فقط لانتاج الكهرباء .

وكانت الطاقة الحيوية (العضلية) مصدرا رئيسا للطاقة المحركة قبل الثورة الصناعية . ومنذئذ ، جرى استبدالها بالمصادر غير الحيوية وعززتها في البلدان الصناعية . أما المقادير المستخدمة اليوم في البلدان الصناعية ، فهي صغيرة بالمقارنة مع المصادر غير الحيوية ، ومعظم العمالة البشرية مشغول في العمل غير الفيزيولوجي .

وفي البلدان النامية أيضا ، تنامي امداد المصادر غير الحيوية وفي العديد من تلك البلدان تفوق الاخيرة المصادر الحيوية . غير أن نسبة الطاقة الحيوية الى غير الحيوية فتتغير بشكل كبير من قطاع لآخر ، وتبقى الطاقة الحيوية مصدرا هاما في الزراعة والنقل صغير العيار . وثمة نسبة مرتفعة من السكان العمال يقومون بجني قوتهم من خلال العمل الفيزيولوجي . ولأن التنمية تنطوي على تغير في نوعية العمل يواكب ارتفاع سوية الحياة ، فإن الطاقة البشرية واستخدامها يشكلان أكثر مجالات البحث الطاقوي أهمية .

طاقة الرياح

ليس لطواحين الهواء فائدة مباشرة ، ومع ذلك فقد استخدمت بأشكال مختلفة مع محول للطاقة كمولد او مضخة . ولتحجيم كلفة ذلك الاستخدام ، فقد بات ضروريا تزويد الطواحين الهوائية ، اي النظام الرياحي ، بآلية خدمة سريعة ومحولات للحركة . ويعتبر هذا الأمر خاصا بالموقع اضافة الى أنه يحمل تعقيدات رياضية . وفي نفس الوقت ، يجب انتاج طواحين الهواء ومحولاتها على أساس عيارى أصغري بغية خفض كلفها . ومن

الفصل الحادى عشر

مصادر الطاقة المحركة

يتجلى معظم الطلب على الطاقة بصورة طاقة محركية، ولا يوفرها على هذا الشكل سوى الريح ، والماء المتدفق ، والمصادر الحية . وقد استعملت طاقة الرياح في تحريك السفن على نطاق واسع ، واستخدمت بشكل شامل في طحن الحبوب ، وازمحت أهميتها اليوم في هذا الصدد . واستخدمت طاقة المياه في امداد الصناعة ، وتستعمل اليوم في توليد الكهرباء . وفي جميع الأحوال ، تتابع الطاقة الحيوية مساهمتها الهامة في البلدان النامية ، وان كان ذلك يتم بدرجات متفاوتة . وتشكل التحسينات في ظروف العمل ونوعه جزءاً حاسماً في التنمية . ويستتبع ذلك خفضاً في مشقة العمالة الفيزيولوجية ، لهذا فان البحث حول الطاقة البشرية يشكل مجالا أساسيا للبحث الطاقى .

وقد تطورت مضخات الرياح لتصبح أخف وأسهل تجميعاً وتشغيلاً ، ولكن تصميمها بقي قيد التجربة . ويمكن تحسين تصميمها عبر المزيد من ملاحظة أدائها بشكل دقيق . ويبقى أمر مضاهاة المحاور الدوارة مع المضخات مجال آخر من مجالات البحث .

وجرى قياس الطاقة البشرية بثلاث طرق هي : بدلالة العمال وزمن العمل ، والحريات . وتعطى الطريقتان الاوليان نتائج تقريبية . ولم تؤد القياسات المعتمدة على الحريات الى نظرية متينة ، وذلك بسبب التغايرات في الانفاق الحُريرى الداخلى في العمل ، كما لم يحظ ذلك بعدُ بدراسة منهجية . ولا بد في هذا المجال من أن يتجه العمل نحو حيازة قياسات أدق ووضع ابتكارات نظرية بشكل متواكب .

بلغت البلدان النامية هذا الحد ، توجب عليها نظم تصميم معين لانتاجها •
وننصح بأن تقوم باختيار العيار الاكبر الممكن انتاجه اقتصاديا ، وذلك مع
تذكر حقيقة أن العطاء الكهربائي للمولدات سيكون متغيرا مع مربع مدى
المروحة المحركة • ولعل أكبر المشاكل الرئيسة التي سيعالجها البحث
سيتركز في مرحلة انتقال التوليد – النقل حتما •

تقريبا مرتبطين بالشبكة (Merriam 1984) .

وأغلبية الآلات المرتبطة بالشبكة ذات نمط المحور الافقي ، وهي آلات ذات تقنية مؤكدة بشكل حسن . ورغم تطوير الآلات ذات المحور الشاقولي ، مثل آلات سافونيوس وداريوس ، فإنه يتوجب عليها بلوغ نقطة اثبات موثوقيتها وكفاءتها على نحو يضاهاى مالدى ، الآلات ذات المحور الافقي (Kristoferson et al. 1984) . وتبقى المشكلة الرئيسية في آلات المحور الشاقولي ، كامنة في عدم امكان تدويرها وتتطلب طرقا أخرى لضبط سرعتها .

وتكمن المشكلة التشغيلية الرئيسية في المولدات المرتبطة بالشبكة العامة ، في ضبط الطاقة الكهربائية لتوطيد استقرار الأنظمة الكهربائية المرتبطة بها . ويمكن بلوغ حد تشغيل الطاقة من المولدات الافقية المحور من خلال ضبط الايقاع ، بينما تستخدم في المولدات ذات المحور الشاقولي انماط من الكوابح التحريكية الحرارية الهوائية (Quraeshi et al. 1984) . وتملك الحاجة لضبط كل من كمون الطاقة الكهربائية ورديتها نتائج مباشرة في اختيار المولد . ويظهر أن الاتجاه السائد اليوم في المولدات التجارية ، هو الايقاع الثابت مع تحكم بالسرعة الزائدة مع مولد تحريضي ، او مولد متغير متوافق مع ايقاع متغير (Sexon et al. 1981) .

ومع وجود محاولات لاستخدام المولدات الرياحية بشكل متواكب مع مولدات الديزل في بعض البلدان الصناعية ، فثمة مشاكل قد تحدث عندما يستدعي الأمر من مولد الديزل تغيير عطاءه من حين لآخر لدى ترجع وفرة طاقة الرياح . وفي الوقت الذى ينخفض به توفير النفط هنا ، فإن ذلك يقود ايضا الى مزيد من الصيانة الكلية لمولد الديزل . وينجم عن الحالين زيادة في الكلفة (Kristoferson et al. 1984) . ولتلافي هذه المشكلة يستفاد من مدخرة لآخذن الطاقة الكهربائية ، الامر الذى يحد من ارهاص محرك الديزل ، ولكنه يتم على حساب زيادة الكلفة .

ويتطلب برنامج التوليد الكهربائي الرياحي بحثا تفصيليا خاصا بالموقع ، وذلك لتحديد فيما اذا كان النظام الرياحي مناسباً للتوليد : فيجب أن لا تكون سرعة الرياح منخفضة جدا يستحيل معها التوليد ، ولا بالغلة العلو ، الأمر الذى يستوجب انشاء بنى متينة باهظة الثمن . ومن ثم يحتمل أن يكون عدد المواقع المنتقاة للتوليد محدودا ، وسيحدد ذلك العدد المدى الأعظمي لسوق المولدات ، التي ستقام فيها بشكل اقتصادى . وان

وفي الواقع ، استخدمت (المنشأة الشمسية الاولى) بطاقة ١٠ ميغاواط ، لتعمل على مركزة الاشعة المستقبلية وذلك من خلال استخدام ١٨١٨ عاكسا شمسيا مساحة كل منه ٣٩ مترا مربعا ، فحققت كفاءة وسطية قدرها ١٣٪ لتنتج ٧١ ميغاواط ساعي / اليوم وفي موقع تتراوح العزل فيه بين ٩٥٠ و ٩٩٠ واط /متر مربع ، وتشرق الشمس فيه مستمرة لمدة تتراوح بين ١٠ و ١١ ساعة يوميا ، فبلغت الكلفة الانتاجية ١٣ دولار امريكي لكل واط كهريائي (Weingart 1984) . وفي أماكن ذات عزل اخفض او ساعات اشراق أقل ، تصبح الكلف الرأسمالية أكبر . ولاريب في أن التقنية ستتحسن ، وتهبط الكلف ، مع بناء نماذج تجريبية جديدة . غير أنه في الوقت الراهن ، تعتبر هذه التقنية دون الهامشية وتحمل مستقبلا غامضا . لذا لانرى أى مبرر للبحث عليها في البلدان النامية اليوم .

توليد الكهراء بواسطة الرياح

يمكن لمولدات الكهراء الرياحية أن تعمل بصورة منفردة او مرتبطة بالشبكة الكهريائية العامة . وتملك المولدات المنفردة سوقا مؤهلة في البلدان النامية ، وضمن المناطق التي لاتصلها الشبكة العامة ، وهي تتطلب مدخرات . ومن المهم اجراء تقويم حجم المدخرات لبلوغ موثوقية عليا بكلفة منخفضة ، وهذا يتطلب حسابات تخص الموقع .

اما المولدات المرتبطة بالشبكة ، فلاتتطلب مدخرات ، ويمكنها العمل على اساس اقتصاديات العيار ، لأن انتاجها لن يكون محدودا بالطلب المحلي . ومن ثم تصبح كلفها الرأسمالية أخفض (Piepers 1985) .

وتوجه معظم جهد تطوير مولدات الكهراء الرياحية نحو الآلات المرتبطة بالشبكة في الولايات المتحدة الامريكية . وازافة الى نظام الريح الحيد السائد في اجزاء من الولايات المتحدة الامريكية ، توجد ثلاثة أسباب لهذا التطور وهي : الحوافز الضريبية او الشراء الحكومي المباشر للآلات وذلك في مساعدة منها لمقتني هذه الآلات المرتبطة بالشبكة ، وتوجيه الحكومة لشركات الكهراء بأن تتجنب تسعير الكهراء بالكلفة ، وكون المولد الرياحي المرتبط بالشبكة أكثر قابلية للتسويق وجلبا للربح للمصنعين في الولايات المتحدة الامريكية ، لأن كل من يمكنهم ان يكونوا مستهلكين للكهراء هم

رئيسة تقود الى خفض السعر في مجال تصنيع الخلايا الفولطاضوية التقليدية .

التطورات المنظورة

في وقتنا الراهن ، لا يمكن اعتبار خلايا الأغشية الرقيقة منافسة ، ولكنها تمنح أملا ابتكاريا أكبر ، وهي اسهل صنعا ، ولكنها منخفضة الكفاءة اليوم ، وتملك استقرارا في العراء المحيط . ونجد من بين اصناف خلايا الأغشية الرقيقة ، الخلايا نصف الناقلية المركبة وخلايا السيليكون غير البلورية التي تحمل اهتماما كبيرا اليوم .

وبالمقارنة مع الخلايا السيليكونية البلورية ، تملك الخلايا السيليكونية غير البلورية امتصاصا ضوئيا أفضل ، وخواصا ضوئية ناقلة أنسب للطيف الشمسي ، وتستخدم كذلك كمية اقل من السيليكون ، وتستعمل اليوم بشكل رئيس في الساعات والحاسبات . ويمكن توزيع هذه الخلايا على أية مادة غير بلورية . لذا ، تم توزيعها في اليابان على أفلام معقدية ، وأرضيات فولاذية لاتصدأ ، وعلى ارضيات سيراميكية ، وتعتمد سانيو الى توزيعها على صفائح تغطية اسطح المنازل ، وتبلغ كفاءتها المنشورة اليوم حوالي ١٠٪ في التطبيقات التجارية (Hamakawa 1985) .

وقد قادت السهولة في صنع الافلام الرقيقة الى انتشار البحث حولها في البلدان النامية . ومتى بلغت التقنية مرحلة الانتاج التجارى ، فانها تتطلب مهارات مختلفة ، لاتعاني اليوم من اية معوقات . وبالتالي، يبدو البحث حول تقنية خلايا الافلام الرقيقة مؤملا بشكل خاص في البلدان النامية . ويمكن تطوير ذلك البحث من خلال توفير شبكات اتصال بين الباحثين في تلك البلدان

الكهرباء الحرارية الشمسية

الاشعاع الشمسي بالغ الانتشار ، وكما أشار تابور في عام ١٩٨١ أنه : " اذا اتخذنا الاشعاع الشمسي الوسطي للعالم يكافئ ٢٠٠ واط / متر مربع (مستمرا) او ١٧ ميغا جول / متر مربع في اليوم فاننا نحتاج الى ٢٦٠ مترا مربعا من المجمعات لاستبدال برميل من النفط في اليوم ، لو كان المجمع ١٠٠٪ كفاءة . وعلى الصعيد العملي ، تكون الكفاءات أدنى بكثير ، الأمر الذى يتطلب مساحات كبيرة جدا " .

وتتطلب الأنظمة المنفردة والمرتبطة بالشبكة معا أجهزة كهربائية ملائمة ، تكون كلفتها النسبية اكبر في الانظمة الصغيرة . ففي الاجهزة المنفردة ، تتغير الاجهزة مع نمط التطبيق ، مثلا يتطلب حمل التيار المتناوب منظما للكمون وعاكس ذاتي . والاجهزة المرتبطة بالشبكة تتطلب عواكس ابسط وأرخص مع مرشحات توافقية تحول دون دخول الضجيج الكهربائي للشبكة .

الأنظمة الفولطاضوئية الراهنة

أُرسيت أجهزة الطاقة الشمسية الفولطاضوئية على السيليكون البلورى ، وعلى السيليكون متعدد البلورات ، حيث يتطلب تصنيعها أربع مراحل (Backus 1984a,b; Luque 1984) وهي :

— انتاج السيليكون
تتركز الجهود هنا في خفض الكلفة عبر خفض نقاوة السيليكون . غير أن انخفاض النقاوة يقود الى خفض كفاءة الخلية ، ومن ثم تبدو فرص خفض السعر محدودة .

— صناعة الصفائح
أدت التطورات الأخيرة في تصنيع الصفائح المستمرة وحيدة الخلية والشرائح السيليكونية متعددة البلورات الى خفض الكلفة والكفاءة .

— صناعة الخلية
وهنا لم تتغير التقنية كثيرا ، ان لم تكن مجمدة نتيجة لامتة العمليات .

— صناعة اللوحات
تبذل اليوم جهود لزيادة انتاج الخلايا باستخدام المراكز . وسيعمد هذا الى قصر الخلايا الفولطاضوئية على استخدام أشعة الشمس المباشرة ، وتحتاج الى مقفيات . وتدخل المقفيات هذه اقتصاديات العيار في عمل هذه الانظمة ، وترفع الحد الاقتصادي الأدنى لمنشأة التوليد الى ٣ ميغاواط .

وفيما بين عامي ١٩٧٣ و ١٩٨٤ ، حدث هبوط سريع في كلف الوحدات الفولطاضوئية من ٥٠ دولار امريكي / واط ذروة الى ٦ دولار / واط ذروة . ومع ذلك ، فقد شهدت السنوات الأخيرة حرب أسعار بين حليقات شركات النفط والمصنعين الآخرين . ولربما عادت الأسعار الى الارتفاع عند انتهاء هذه الحرب . وفي أى حال ، يستبعد حدوث ابتكارات

ميغاواط ، فان الانتاج المتسلسل سيقود الى اقتصاديات عيار وابتكارات اضافية .
ويكون هذا النوع من الانتاج اكثر جدوى لو جرى في اطار مشروع مشترك
لعدد من البلدان النامية .

عموما ، لاتملك البلدان النامية فائدة تذكر في البحث والتطوير
حول الصناعة الثقيلة المنتمية للتوليد المتقدم ، ولأجهزة النقل والتوزيع .
ويمكن أن يكون لدى بلدان نامية كبرى مثل البرازيل والصين والهند ،
المصادر والاسواق الداخلية لمساندة هذا المجهود على مستوى عملي . ويمثل
التعاون بين الدول النامية والمشاريع المشتركة مع الشركات الأجنبية خيارات
أخرى .

الأنظمة الفولطاضوئية الشمسية

منذ أمد بعيد ميزت امكانية الطاقة الشمسية في البلدان النامية ،
حيث يقع أكثرها في المناطق الاستوائية وماجاورها . وتعتبر مهمة بشكل
خاص بالنسبة للبلدان القاحلة لغربي آسيا وشمالى افريقيا ، التي تتلقى قدرا
كثيفا من الاشعاع الشمسي ولجزء كبير من العام (Kettani 1982) .
ورغم أن الاهتمام بالطاقة الشمسية يعود الى ثلاثين سنة خلت تقريبا
(UNESCO 1956) ، فان النتائج العملية له لم تزل متواضعة .
وتختلف توقعات الأنظمة الفولطاضوئية الشمسية (p_v) عن التطبيقات
الحرارية الشمسية ، لذا فستتم مناقشة الاخيرة في القسم التالي .

وغياب اقتصاديات عيار جلية يجعل من انظمة ال (p_v) جذابة
للاستخدامات الوحيدة والمنفردة في مواقع بعيدة عن الشبكة الكهربائية . غير
أنه نظرا لكون الكلف الرأسمالية للواط الواحد لم تزل مرتفعة في هذه النظم ،
فانها تتناسب اكثر مع الاستخدام منخفض الكمون . وتأتي في مقدمة تلك
التقنيات : اجهزة الراديو والتلفزة ، والاتصالات اللاسلكية ، كما أن الانارة
تبدو جذابة ايضا . وتتطلب هذه الاستخدامات جميعا تخزينا للطاقة
الكهربائية ، غير أنه يمكن تلافي كلف المدخرات ان تم تلقيم الطاقة الكهربائية
المولدة بالاجهزة الفولطاضوئية للشبكة الكهربائية . وفي البلدان ذات طلب
الذروة اليومي المرتفع (مثلا حيث يكون التبريد والتكييف هامين ، وحيث
يسود الطلبان التجارى والمنزلى منحنى الحمل) يبقى أمر الانظمة المرتبطة
بالشبكة معقولا .

الى أن خسائر الطاقة الوسطية في نظام تسليم الطاقة الكهربائية ، أى ، في النقل والتوزيع ، يجب أن تكون عادة دون الـ ١٠٪ من التوليد الكلي، بينما تكون سويات الخسارة الاقتصادية الفضلى منخفضة الى ٥٪ ، وقد تصل الخسائر المواكبة في عدد من شبكات البلدان النامية الى ٢٠٪ ، حتى بعد تجاوز قدر كبير من سرقة الكهرباء .

ويعرف المبدأ الأساسي لتصغير كلف الامداد الكلية بشكل أفضل على أنه مجموع كلفة النظام مع قيمة خسارة النظام . وفي كثير من الأحيان يمكن أن تعطي الاستثمارات المتواضعة في اصلاح النظام الكهربائي، خفضا في الخسائر يفوق ما هو متوقع . وبتعبير آخر، غالبا ما يبقى خفض الخسائر أقل كلفة من بناء المزيد من وسائل الامداد لتغذية تلك الخسائر .

ثمة مجال هام لتحسين العمليات ، يتركز في موضوع وفرة المنشأة ، وقد لوحظ انخفاض هذه الوفرة في العديد من البلدان النامية (Khatib 1983) . وتتركز الأسباب الرئيسة لذلك في :

— التكوين المتخلف للنظام . يكمن عدم استقرار النظام في عدم وجود شبكة متكاملة ، أو ان نسبة المنشآت الكبيرة في النظام قد تكون عالية بالنسبة لتدوير الاحتياطي .

— الاستثمار غير المتوازن . يمكن اقتناء مقادير غير كافية من القطع التبديلية ، أو لاتوجد امكانية احتياطية كافية لتحقيق المزج، والتحكم ، وفي انظمة الحماية .

— معوقات التشغيل . يمكن ان لا يكون الوقود متسقا والمنشأة ، أو ان يوجد عجز في الايدى الخبيرة .

— هدر المنشأة . يمكن أن يقود سوء الاستعمال الى هبوط في امكانية المنشأة .

وتعتبر التشخيصات الوقائية للمنشآت والانظمة بخاصة هامة جدا بالنسبة لامكانية المنشأة .

وتكون أنظمة الطاقة الكهربائية في البلدان النامية أصغر بكثير من التي توجد في البلدان الصناعية ، ذلك لأن البلدان النامية تقتني منشآت أصغر دوماً . كما أن هذه الاجهزة الصغيرة لاتكون الانتاج الرئيس لصانعي منشآت الطاقة الكهربائية الكبيرة ، فهي تنتج حسب الطلب عليها . غير أن الطلب عليها يتزايد ، ولو تم نظمها على اساس انتاجية تقع بين ٢٥ و ٢٥٠

اختزال قاعدة تعظيم الأرباح الصافية الى قاعدة بسيطة تتلخص في تصغير الكلف الكلية مثل تخطيط الاستثمار ذى الكلفة الدنيا • ولقد تم مؤخراً تطوير نماذج وتقنيات متقدمة للتخطيط النُظُمِي المتطور ، التي ارسيت على أساس قاعدة تصغير كلفة امداد طلب مفروض بعيد المدى ومتوقع لدى سوية مقبولة من الموثوقية (او نوعية الامداد) (Munasinghe 1979) • ويعالج هذا الاسلوب الحجم الافضل للمزيج ، وتوقيت اضافات الامكانيات الجديدة ، لذا توفر النماذج المنتمية لهذا التوجه امكانية جعل النظام يعمل بشكل أفضل (وبكلفة دنيا) (Turvey and Anderson 1977) •

ويجرى البحث حالياً حول مدخل جديد يتضمن تصغيراً أفضلياً للكلف الكلية ، بما في ذلك كلف الامداد وكلف العجز (الكلف الطارئة من قبل المستهلك بسبب الامداد غير الوثيق) • وتتطلب طَبَقُ قِياس كلف العجز في البلدان النامية مزيد من البحث •

وبالنسبة لسياسة التسعير، تستدعي المبادئ الاقتصادية الأساسية قيام الاسعار بعكس كلف الامداد الهامشية ، فتضمن بذلك احترام قواعد الكفاءة الاقتصادية • غير أن هذه الكلف الهامشية، تحتاج تعديلاً مطرداً كي تعطي بنية تعرفه عملية تلبي اهداف السياسة الوطنية الاخرى مثل امداد الحاجات الأساسية من الكهرباء للمستهلكين الفقراء ، مواءمة بذلك على المصادقية المالية ، وعلى استقرار السعر ، وهلم جرا •

وقد ابرز شح مصادر الطاقة عالمياً وارتفاع كلف امداد الطاقة معاً أهمية الحفاظ على الطاقة ولجم الهدر بالنسبة لمنتجات الطاقة ومستهلكيها • ويشكل خفض خسارة أنظمة الطاقة الكهربائية أحد الأساليب الرئيسة لتحقيق مسألة الابقاء في قطاع الطاقة الكهربائيّة (Munasinghe and Scott 1982) •

وخلال عملية تسليم الكهرباء للمستهلكين ، تحدث خسائر لدى مراحل التوليد ، والنقل ، والتوزيع ، في النظام الكهربائي • ويمكن خفض خسائر التوليد بتحسين كفاءة المنشأة ، وفي خفض استخدام المحطة ، مثلاً : باستخدام تقنيات جديدة مثل المنشآت الحرارية ذات الدورات المركبة واستبدال المراحل القديمة ، والعصرنة العامة لوسائل التوليد الحرارية ، واستخدام تصاميم عالية الكفاءة في المنشآت الكهربائية الجديدة ، واستبدال العنفات العتيقة ، الخ • واذا تركنا التوليد جانباً (حيث تتغير المعايير المقبولة للخسارة باختلاف نوعية المنشأة) ، نرى أن البحث العصري يشير

بعض الأحوال الخاصة بكل بلد • كما تغيد معرفة تطورات قطاعات منتمية أخرى مثل الاتصالات والغاز الطبيعي •

ولابد من اجراء بحث تطبيقي لتحديد المدى الممكن الذى يمكن لمؤسسة الكهرباء من خلاله تبني ظروف تقنية جديدة • ونعتقد بأن الابتكار المؤسسي في صناعة الكهرباء وفي قضاياها الاقتصادية الخاصة تشكل جميعا مجالات بحثية واعدة في البلدان النامية •

التخطيط الأفضل للاستثمار ، التسعير ، والعمليات

القراران الرئيسان الخاصان بالسياسة التي يتوجب على شركات الكهرباء اتباعها ينتميان الى الاستثمار فيها والى تسعير انتاجها الكهربائي، لذا يشكلان مجالين مرشحين لمزيد من البحث الرئيس • وفي معظم البلدان النامية ، حيث تكون الحكومة هي المزود الرئيس لخدمات الكهرباء ، يمكنها التدخل مباشرة في هذا القطاع • ويتطلب تحليل السياسة الناجح وصياغتها الامور التالية : اولا ، يجب تحديد أهداف السياسة الوطنية والمؤسسية بشكل واضح • ثانيا ، يجب على نماذج السياسة أن تحدد علنا وكمياً العلاقات التقنية – الاقتصادية الأكثر أهمية في قطاع الكهرباء ، اضافة الى تغايلاتها مع العالم الخارجي • ثالثا ، ثمة قيود اجتماعية وسياسية يصعب تقويمها كليا وتتطلب من الناحية المنهجية أخذها بعين الاعتبار • وأخيرا ، يجب أن تكون النتائج قابلة للترجمة بشكل خيارات جلية تماما ، كما يجب أن تكون المنهجية عملية وقابلة للتطبيق حتى في حال فقر المعطيات •

ومن وجهة نظر هندسية – اقتصادية ، يكون الهدف الأساسي من التحليل هو تحديد مجموعة من السياسات التي تعظم الأرباح الصافية لاستهلاك الكهرباء للمجتمع ككل • وينتمي هذا الهدف الى الاستخدام الأمثل للمصادر الاقتصادية النادرة وتعظيم الانتاج او الدخل المحلي العام (GDP) انطلاقا من أرضية اقتصادية وطنية • وثمة أهداف هامة أخرى ، مثل تلبية حاجات الطاقة الأساسية للمستهلكين الفقراء ، وارساء استقلالية عن مصادر التمويل الأجنبية ، وجمع مصادر تمويل للاستثمار المستقبلي ، الخ ••• ، التي تغفل أيضا في سياسة التسعير والاستثمار •

وفي سياسة الاستثمار ، يمكن استخدام مبدأ تعظيم الأرباح الصافية لجعل التخطيط العام والموثوقة والخسائر في افضل حال • ويمكن

تسهم جميعا في حسر امكانات الشركة واحباطها • وفي نفس الوقت ، سيقود طلب المستهلك المتصاعد ، وتوقعاته الحافلة بالارهاص السياسي (خصوصا كهرة الريف) الى تفاقم الوضع المحيط •

ومسألة الاصلاح المؤسسي ليست هينة هنا ، وتتعدد عبر الحاجة للابقاء على استمرار المؤسسة دون اخضاع البنية الهشة لمواجهة التغيرات العاصفة ، والعواقب غير المنظورة في البلدان النامية على الأغلب. ويجب أن تكون التحولات البنوية ذات نمط انتقالي ، يأخذ بعين الاعتبار الاطار المؤسسي القائم والقيود الاقتصادية والاجتماعية والسياسية ، وارسائها على أساس الخبرة السابقة •

ويجب ان تدرس بعناية الشروط التي تقرر فيما اذا كان امداد الكهرباء في بلد ما يبدى سمات احتكارية طبيعية بالنسبة للجوانب متعددة المراحل لنظام الطاقة الكهربائية (التوليد والنقل والتوزيع) • ويجب أيضا فحص اقتصاديات التكامل الشاقولي وتنسيقها ضمن المراحل وفيما بينها • عموما فان الفلسفة الكلية الأساس في الاقتصاد الجهري (مثل التخطيط المركزي ، المختلط ، والرأسمالي) ، ودرجة الاعتماد الراهنة على آليات السوق ، ودرجة دخول الأسواق الرأسمالية من قبل المؤسسات المستقلة ، تبقى جميعا عوامل متكافئة الأهمية لدى اعتبارها عند صنع القرارات الخاصة بالاطـرار المؤسسي وسياسة القطاع •

وتتركز منطقة الاصلاح الرئيسة في التوزيع ، وتنوع وظيفية التوزيع ضمن الامداد الكلي يشكل خطوة غير معقدة نسبيا في الاتـجاه الصحيح • وفي اسواق الكهرباء الكبيرة ، يمكن تشجيع التنافس لدى مستوى التوليد ، بادئين مثلا من التوليد الصناعي المشترك • ويحتمل أن تكون المشاكل القانونية والعقـدية اكثر هولا من المشاكل التقنية •

عموما ، لن تسفر الاصلاحات المؤسسية عن منافع تذكر وذلك دون تحقيق تسعير كفوء للكهرباء • ولو أن مجالات التنفيذ : كقراءة العدادات ، واصدار الفواتير ، وجباية العوائد ، يمكن ان تحسن الأداء • لهذا يجب ان يستمر تعزيز اصلاحات سياسة التعرفة بغض النظر عن سياسة اعادة تنظيم قطاع الطاقة الكهربائية (Collier 1984) و

(Munasunghe and Warford 1982) •

ولابد من رصد تجارب البلدان الاخرى ، والقيام بدراسة

ويتوقع من شركة الكهرباء العصرية أن تؤدي الوظائف التقنية التالية وذلك بشكل كفء ارضا لزيائنها : تنبؤ الطلب (على المدى القريب والمتوسط والبعيد) ، وتخطيط الاستثمار منخفض الكلفة على المدى البعيد لمواجهة الطلب المستقبلي وفق نوعية مقبولة من الامداد (التوليد ، النقل ، وأنظمة التوزيع) ، والتشغيل الافضل ، وصيانة نظام الطاقة الكهربائية (ومن بينها نظام الأمان ، الخسائر ، الخ ٠٠٠) ، واخيرا ارساء الأسعار .

وكما هو الحال فعلا مع كل مؤسسات القطاع العام، يتوجب على شركة الكهرباء الناجحة حيازة مايلي :

- مبادئ سياسة مُرشدة وواضحة عموما على المستوى الوطني مرسة على قرار حكومي ، على أن لاتتدخل الاجهزة الحكومية في نشاطاتها اليومية .
 - هيئة مديرين مستقلة نسبيا ، تقوم بترجمة التوجهات الوطنية ، وتؤمن المزيد من التوجيهات الخاصة بالسياسة ، وتعمل على حماية الادارة عموما من اى تدخل خارجي .
 - ادارة كفوءة ذات توجه طيب مع درجة عالية من الاستمرارية .
 - السلطة لتوظيف العناصر الجيدة ، والحفاظ عليها من خلال منحها رواتب منافسة وحوافز اخرى ، مع امكانية تسريح الموظفين غير الكفاء .
 - درجة عالية من الامكانية المادية والاستقلالية ، ومن ضمنها المقدرة على وضع التعريفات التي ستولد عوائد كافية ، والمساعدة في تلبية أهداف الدعم الاجتماعية ، وضمان الكفاءة ، وهلم جرا .
 - المسؤولية الرئيسة في تأمين السلع والخدمات .
 - هيئة رقابة بيئية منفصلة وغير متحيزة ، تركز جل همها على اهتمامات السياسة (مثل مسائل التسعير والاستثمار) وليس على الجوانب الثانوية التي يمكن أن تقود الى مداخلات ضارة واعاقات لصنع القرار .
- وفي الواقع العملي ، لايتحقق سوى القليل من هذه المتطلبات في البلدان النامية التي لايتجاوز عددها أصابع اليد الواحدة .
- وتقليديا ، يقود الضغط السياسي الهادف الى الابقاء على تعرفه الكهرباء منخفضة ، الى حدوث عجز في التمويل والاستثمار ، وضعف في الحفاظ على النظام الكهربائي . ويمكن أن تتردى نوعية الامداد ، بينما تتفاقم الخسائر واخراج آليات الانتاج ، ممايرسي اعباء اخرى على منشأة الكهرباء وعلى المستهلك أيضا . والتدخل في قرارات هيئة الادارة ، والوساطات ، وحتى في امور التشغيل اليومية ، اضافة الى الاستبدالات المتعاقبة للمدراء الكبار

يمكن انتاج الكهرباء من عدد كبير من مصادر الطاقة الاولية، وتتساوى جميعا في براءات استخداماتها. وقد أصبحت الكهرباء مصدرا رئيسا للطاقة المحورية التحريكية الثابتة في الصناعة، وذلك بسبب الراحة التي توفرها، والكفاءة التي تبديها، وكلفتها المنخفضة بالنسبة للمحركات الرئيسية التي تستخدم النفط او الفحم الحجري. وتعتبر الكهرباء مسؤولة أيضا عن التحسينات الكبرى التي طرأت على نوعية حياتنا سواء في كونها مصدرا للانارة او كمصدر طاقة للتطبيقات المنزلية. لهذا، تكشف حصتها في الاستهلاك الطاقى ضمن البلدان النامية عن ارتفاع مطرد (Brooks 1984).

ويتم انتاج الكهرباء في جميع البلدان النامية، وبشكل تحسين انتاجها وادارتها مع اهتمام الجميع، وهي توفر أبرز منطلقات البحث الواعدة.

تنظيم وادارة وسياسة قطاع الكهرباء

لقد نما قطاع الكهرباء سريعا في معظم البلدان النامية، خصوصا منذ عقد الخمسينات. وقد اجتذبت الكهرباء مشاركة اجنبية كبيرة عبر العالم الثالث وذلك لكونها أكثر قطاعات الاقتصاد كثافة رأسمالية، وقادرة على توليد عوائد كبيرة مميزة، وتعتمد على التقنية الحديثة. ومن المؤلف العمل على امداد الطاقة الكهربائية للمدن الرئيسية، وتم انتاجها في منشآت متفرقة حرارية او كهرومائية ذات حجم متواضع نسبيا. وترافقت هذه المنشآت غالبا مع مستهلكين صناعيين كبار وشركات اجنبية. ومع حصول المزيد من البلدان النامية على استقلالها بعد الحرب العالمية الثانية، وبدأ الطلب الاستهلاكي بالنمو، اصبح من المفيد انشاء شبكات مترابطة — على السويات الاقليمية والوطنية — واقامة محطات توليد اكبر ايضا، وذلك لتحقيق اقتصاديات العيار في التخطيط والتشغيل، وتوفير موثوقية اكبر، واجراء تحسينات في التنسيق والكفاءة، ولتوفير منافع أخرى. وفي نفس الوقت، اضطرت الضغوط الاجتماعية — الاقتصادية والسياسية العديد من الحكومات كي تستولي على ادوات انتاج الطاقة الكهربائية العائدة للقطاع الخاص (المحلي والاجنبي) وتمركز امداد الكهرباء.

ويتركز الهدف الرئيس لامداد الكهرباء في مواجهة الحمل الكهربائي.

الفصل العاشر

الكهرباء

الكهرباء مصدر طاقي ثمين تستخدمه الصناعة والاسرة عـــــبر استخدامات بارعة ومن مصادر متعددة ، وقد أظهر ارتفاعا في الطلب عليه مع تقدم البلدان النامية .

وتملك منشآت توليد الكهرباء في البلدان النامية منظورا وطنيا وهي ملك حكومي . وتؤدي التدخلات السياسية في اداراتها الى نشوء بنى مؤسسية متخلفة ، ويبقى اصلاحها المؤسسي وعلاقتها العملية مع الحكومة من اول الافضليات ، كما أن الابتكار المؤسسي فيها يشكل مجالا هاما للبحث . والى جانب المجال المؤسسي، تشكل سياسة الاستثمار وسياسة التسعير مجالين مترابطين يكون للبحث فيهما دور كبير . ويمكن أن يكون لعمليات التشخيص الوقائية للمنشآت العاملة فائدة بالغة .

وقد تم وضع الخلايا السيليكونية البلورية الفولطاضوية موضع الانتاج التجارى ، فظهر ذلك انحدارا سريعا في كلفها . ومع ذلك، فإن امكانية البحث الراهنة كبيرة وتتركز على الخلايا الشرائحية الرقيقة، والخلايا السيليكونية اللابلورية بخاصة . وحتى تصل هذه الخلايا مرحلة الانتاج التجارى ، يبدو البحث فيها واعدا في البلدان النامية .

والخطوة الاولى التي يولد بلد نام قطعها في مجال استغلال طاقة الرياح تتركز في تحديد مواقع الاستغلال المناسبة . ويكون عدد هذه المواقع مقرر في امر سوق المولدات ، وفي الأساس الذى سيرسى عليه قرار التصميم وعملية التصنيع . وتنبتق عن مواكبة المولدات الهوائية لوضع شبكة النقل الكهربائية مسائل بحثية هامة .

بطرق أخرى ، وماعدا بعض استخدامات طبية ، لايشكل التلوث مشكلة (فالمجففات الشمسية صممت لتعقيم الاجهزة الطبية ، ولكن المطلوب منها بلوغ حرارات عالية ، لهذا تصبح مكلفة) .

ثانيا ، تحد درجة الحرارة التي يمكن بلوغها في المجففات الشمسية من انتاجها ، وتجعلها غير مناسبة اذا توجب الحصول على حجم كبير لهذا الانتاج او الى تجفيف سريع . ولايمكن تحمل الاستثمار المطلوب في المجفف الشمسي عادة الا من قبل منتج ذى امكانات كبيرة نسبيا ، ويمكن ان يكون الانتاج المطلوب كبيرا لدرجة يصبح فيها المجفف العامل بزيوت الديزل او الكهرباء أرخص من المجففات العاملة بالمدخرات او الشمس . ويلجأ كذلك الى المجففات الصناعية عندما يكون التجفيف الطبيعي مستحيلا : مثلا عندما يتطلب الانتاج الزراعي المتكرر حصادا قبل جفافه على الأرض ، او عندما يكون الطقس بعد الحصاد ممطرا او باردا لدرجة يتعذر معها التجفيف بالهواء الطلق .

ويبدو لنا أنه حيثما وجد سوق للمجففات الشمسية ، فانه سيواجه دون ريب تنافسا من قبل المجففات العاملة بالوقود او الكهرباء . ويغض النظر عن بطئها ، فان المجففات الشمسية تتطلب معالجة يدوية للمنتجات ، في حال أن المجففات العاملة بزيوت الديزل او الكهرباء يمكنها اشراك محرك لتحريك القمح الى داخل وخارج المجفف . ومن ثم ، فان اقتصاديات المجففات الشمسية تبقى قلقة (Bruggink 1984) . وثمة مجال واسع لانشاء مجففات هجينة يجرى فيها اجراء تسخين مسبق للهواء بواسطة الطاقة الشمسية في مجفف يعمل بزيوت الديزل او الكهرباء .

المقطرات

مادام المقطر (الانبيق) قد صمم كمصيدة بسيطة للحرارة، فلاوجود لاقتصاديات الحجم فيه ، والمجتمعات التي تنشأ الماء المقطر تتطلب كميات كبيرة منه . ومن ثم ، بغض النظر عن تجارب حققت عبر عقود عدة على المقطرات الشمسية ، فان معظم تحلية الماء يتم عبر منشآت كبيرة تعمل بالوقود الحفري في البلدان الغنية بالنفط . ولايتوقع أن تصبح مقطرات الماء الشمسية منتجة بالعيار الكبير للماء العذب . غير أنه يجب دعم النماذج الصغيرة ، كأجهزة تشجيع صحيّ لماء الشرب في المناطق التي تملك مياهها ملوثة او اويثة مستوطنة محمولة بالماء .

المضخات

لابد للكلف الرأسمالية الخاصة بمضخات الشمس التحريكية الحرارية أن تهبط بشكل مميز ان اريد لها التنافس مع الانظمة الفولطاضوية حتى على أساس الكلف الراهنة . كما أن عمل التطوير الهادف الى جعل المضخات منافسة ، يبدو باهظ الكلفة . وبأخذ سويات التمويل الحالية والمتوقعة مستقبلا بعين الاعتبار ، فان البحث في هذا المجال لن يحقق سوى نجاح متواضع (McNelis and Fraenkel 1984) .

مجففات المحاصيل

التجفيف عملية حرارية ، وهي بعيدا عن كل اشكال الوقود والكهراء ، يمكنها الاعتماد على الحرارة الشمسية أيضا . ويجرى ثمة عمل بحثي خاص بالمجففات الشمسية في البلدان النامية . وتقع القيود التي تحد من تطبيقها في صنفين هما : الاول ، من الممكن تجفيف محاصيل عديدة بمجرد نشرها امام الشمس ، وبدون تحمل عبء الانفاق الرأسمالي على المجففات . وحيث يكون هذا التجفيف البيئي مجديا ، فان المبرر الوحيد للمجففات يتركز في الأثر الذي تبديه على نوعية المنتج . مثلا ، يمكنها التخلص من الغبار ، ومنع الطيور او الحشرات من مهاجمة المحصول ، او الحؤول دون تلوثه بالحيويات الاجنبية الصغيرة . وتوجد بضعة تطبيقات تجعل من هذه التحسينات الهامشية ذات فرق حاسم : مثلا ، الاوساخ المضافة للمحصول لدى وضعه بالعرء يمكن غسلها ، ويمكن ابعاد الطيور والحشرات

لاتعدو أن تكون مجمعة لقطع تشتريها • وفي جميع هذه البلدان الثلاثة فصول من العام يكون فيها الاشعاع الشمسي مرتفعا ، ولكن الحرارة المحيطة تكون منخفضة لدرجة يستحسن معها الماء الساخن • وستكون التطبيقات في البلدان النامية ملائمة حين تكون الشروط البيئية مماثلة ، أى في المناطق المعتدلة او المناطق قرب الاستوائية ، كذلك المناطق الجافة والجبلية • غير أن اقتصادياتها ستعتمد بشكل أساسي على السعر النسبي للكهرباء او النفط ان وجدا • وقد أصبحت سخانات المياه سلعا ناضجة ومتطلبات البحث فيها متواضعة • غير أنها ان اقيمت في مجموعات سكنية كبيرة ، فيمكن أن تقود الى مشاكل ربطها بالشبكات الانبوية الخاصة بها

(Isaza 1984) •

الطباخات

من المستبعد أن تجد الطباخات الشمسية المركزة للطاقة الشمسية أسواقا كبيرة لها في البلدان النامية • فهي باهظة الثمن ، وبذلك تناسب اصحاب الدخول المرتفعة نسبيا ، واستعمالها غير مريح بالنسبة لما يمكن أن تتحمله الاسر ذات الدخل المرتفع •

وتكون طباخات الصحيفة المستوية محدودة في اطار عمليات الطبخ المتنوعة لتقتصر على الغلي والتبخير والخبز • وهي بطيئة ولا تطبخ بالضرورة في الوقت الذي يراود به الطعام • وتتغير فعاليتها من فصل لآخر • ومن جهة أخرى ، تكون الطباخات الشمسية رخيصة نسبيا ، ويمكن أن تصبح أرخص لو تم تصميمها بشكل مناسب وانتجت على نطاق صناعي • وهي ايضا لا تتطلب اهتماما خاصا لدى الطبخ ، ويستحسن استخدامها كجهاز طبخ مساعد ، وتبرر اقتصاديا وفقا لكمية الوقود الموفرة في الجهاز الرئيسي • وبذلك يمكن ان تحمل جاذبية اكبر في المنازل التي تملك أجهزة طبخ رئيسة تستخدم وقودا مرتفع الثمن ، ويمكن ان يكون الكاز ، والغاز النفطي المسال (LPG) او الفحم • وليس من المفيد تشجيع أسعار المطابخ الشمسية كاجهزة الانسان الفقير ، على الأقل في البلدان ذات الدخل المنخفض ، ومن الضروري تحديد السوق وتطويره وصولا الى العيار الانتاجي المنشود لنجاحها •

شمسية قادرة على اصطياد الطاقة الشمسية وتوفير حرارات اعلى من حرارة المحيط بشكل معقول : مثل المسخنات المائية ، والمجففات ، والطباخات والمقشرات . ولان هذه الاجهزة لاتركز الاشعاع فانها تستنفذ اقتصاديات العيار لدى احجام متواضعة نسبيا ، لهذا فانها تستخدم على نطاق واسع في المنازل والصناعات الصغيرة . غير أن هذا لايعني عدم وجود اقتصاديات عيار في تصنيعها ، وهنا تعتمد احتمالات اقتصاديات العيار على التصميم والهندسة . ولهذا ، فان معظم البحث حول هذه الأجهزة قد تم من قبل باحثين يهتمون في صنع نماذج تجريبية واختبارها ، ولم يعر معظمهم بالال لمشاكل الانتاج . أما الذين اهتموا بالانتاج فقد اتجهوا الى الافتراض بأن الانتاج سيتم استجابة للطلب الخاص وبأقدار صغيرة . على أى حال ، لو أن أيا من هذه الاجهزة حظى بتبن له في البلدان النامية على نطاق واسع ، لوجب بذل قدر كبير من التفكير بتقنية الانتاج لايقبل عن الواجب بذله في تصميم ذلك الانتاج .

وتبين التغيرات في ساعات اشراق الشمس وفي كثافة الاشعاع أن هذه الاجهزة اما ان يبالغ في تكبيرها بحيث تبقى دون الاستغلال التام او تستخدم متلازمة مع الاجهزة المستغلة للوقود التقليدي ، او تنظم كي تستغل وفق الخيارين معا . وتتحدد اقتصادياتها بالوفر الذى تقوم بتحقيقه في مصادر الوقود البديلة ، وليس بالوفر الذى تحققه في الانفاق الرأسمالي على اجهزة اخرى .

ويعمل جميع الاجهزة ، ذات الحرارة المتوسطة ، عند درجات تتراوح بين ٦٠ و ١٥٠ درجة مئوية . والاجهزة التي تعمل لدى حرارات مرتفعة نسبيا تكون اقل اقتصادية ، وذلك لانها تتطلب مواد باهظة الثمن ، وتعمل في شروط اكثر قسوة . ومن ثم ، فالاجهزة التي يحتمل أن تعمل اقتصاديا ، تلك التي تعمل لدى درجات منخفضة نسبيا (Collins 1985) . وان جرى استخدامها بشكل مواكـب للاجهزة التقليدية ، فالاخيرة تقوم بعمل محفز دون ريب .

المسخنات المائية

شاعت مسخنات الماء الشمسية في استراليا وأرض فلسطين المحتلة واليابان . وتصنعها شركات صغيرة وفقا لعيار تلك البلدان وليست كبيرة حتى بالعيار السائد في البلدان النامية الكبيرة . غير أن هذه الشركات

الهيدروجينية في الانظمة الرسوبية او في جوارها ، أما الانظمة الحرارية الجوفية التي تحتفظ بالماء فوق حرارة تفوق الـ ٢٠٠ درجة مئوية فيكون أفضل احتمالات وجودها في الانظمة النارية الشابة . ويمكن استعمال مثل هذا البخار ذي الحرارة المرتفعة مباشرة في توليد الكهرباء ، ويستخدم اقتصاديا بصفة خاصة في وحدة متعددة المراحل . غير أن ضغط البخار ينخفض مع تقدم عمر الحقل الجوفي ، ويتناقص عدد مراحل التسخين ايضا .

وتكون مصادفة وجود المصادر الحرارية الجوفية منخفضة الحرارة اكبر بكثير من المصادر مرتفعة الحرارة ولكن استغلالها لتوليد الكهرباء لا يكون اقتصاديا ، لذا تستخدم مياه هذه المصادر الساخنة لغراض التدفئة العامة، وهذا ما يحدث فعلا في تيانجين بباريس . ويمكن استخدام هذه المياه ايضا في البيوت الخضراء ، ولتربية الأسماك في المناطق الباردة . وحيث يتوفر تركيز صناعي ، يجري استخدام كميات كبيرة من البخار او الحرارة التصنيعية (كالتجفيف) ، فان استخدام الماء الجوفي الساخن يوفر الطاقة . غير أن المحتوى الكيميائي للماء الجوفي الحار يمكن أن يفرض مشاكل تأكل ، لذا يتطلب إعادة حقن الماء المستخدم بعد استخلاص حرارته وذلك لمنع تلوث البيئة .

ويعتبر الكشف عن مصادر الحرارة الجوفية أمرا مهما في البلاد ذات البيئات الجيولوجية المناسبة . وتنصح البلدان التي تملك مصادر حرارية جوفية كبيرة ، ولكنها منخفضة النوعية ، أن تتابع البحث عن منشآت ثنائية الدورة . ولا زالت تقنية الصخور الساخنة الجافة في بواكير البحث الاولى لدرجة لا تتوفر معها مؤشرات أكيدة حول توقعات ظهورها . غير ان تجارب المجموعه الأوروبية ، والولايات المتحدة الأمريكية ، تستحق حتما المراقبة .

الطاقة الحرارية الشمسية

كلما ارتفعت درجة الحرارة المطلوبة كلما تطلب تركيز المزيد من الاشعاع الشمسي . لذا فان التطبيقات الشمسية مرتفعة الحرارة تتطلب عواكس كبيرة تشع على مساحات شاسعة وتنظم بآليات اقتراف لحركة الشمس . وتكون الكلف الرأسمالية أدنى بكثير في الأجهزة التي لا تتطلب تركيزا ولا اقتراف ، وهي التي تعمل لدى درجات حرارة منخفضة . وتتوفر أجهزة

عندما يكون المنتج غير الطاقي حاراً ، يمكنه القيام بدور حامل او مصدر للطاقة ، ويولد العديد من الطرق المستخدمة للطاقة حرارة كنتاج ثانوى يمكن استخدامه مجدداً . وتكثر فرص استرجاع الحرارة الثانوية فسي الصناعة . ولأن الحرارة تنتقل بسهولة من الاجسام الحارة الى الباردة ، فانها سرعان ماتنتشر عن جسم اسخن من حرارة المحيط الى الهواء . والاسلوب الوحيد للحوول دون انتشار الحرارة يكون في احاطة هذا الجسم الساخن بنقل ردىء للحرارة . لهذا ، يشكل العزل الحرارى وسيلة هامة للحفاظ على الطاقة في الصناعة . وحيث أن الحرارة تنتشر بسهولة ، ونظراً لأن قيمتها قليلاً ماتكون مرتفعة لتبرير خزنها او نقلها ، فمن المألوف استخدامها حيثما كانت متاحة . وسنقوم فيمايلي بمناقشة شكلي الحرارة : الجوفى والشمسي :

الطاقة الحرارية الجوفية

تقدر الحرارة المخزنة في الثلاث كيلومترات العليا من القشرة الأرضية ودون سطحها بحوالي 10^{14} مرة قدر الطاقة الكلية لكل من مصادر الوقود الحفرية والنووية (Rowley 1982) وتعود عقبات استغلالها الى كلفتها ونوعيتها (Frideifsson 1984) .

وكي تجلب الحرارة تحت السطحية الى وجه الأرض ، لابد من توفير وسيط ، وقد تبين عملياً أن الماء هو الوسيط العملي الوحيد . ويوجد قدر كبير منه مخزن تحت سطح الماء ، غير أنه للحصول على الحرارة فليس ثمة ضرورة لأن يكون بينها تماس مع الماء على سطح الأرض ، بل يجب أن يكون الماء محتجزاً داخل الأرض . وفي نفس الوقت ، كي يجلب للأعلى لابد من توفير سبيل نفوذ له . وثمة ظروف خاصة لاستغلال المياه تحت السطحية . أضف الى ذلك ، أن كلف الاستغلال تعتمد على عمقه ، وحرارته ، وضغطه ، وتركيبه الكيميائي وعلى صعوبة الحفر لبلوغه .

وتتركز الخطوة الاولى في استغلال الطاقة الحرارية الجوفية في ايجاد المصادر وتحديدتها وتقويم كمياتها . ويتطلب هذا استكشافاً موضعياً . وقد تم اكتشاف العديد من الحقول الجوفية المضغوطة ابان استكشاف النفط . غير أنه لايتطابق بالضرورة وجود حقول البخار او المياه الساخنة مع وجود الفحم الهيدروجينية . وقد جرى التنقيب عن الفحم

المصادر الحرارية الأخرى

حيث تنتشر الحرارة بسهولة ، فإن المصادر الحرارية المحلية مثل الحرارة الجوفية او حرارة الشمس يمكن استخدامها محليا بشكل أفضل دون الكثير من الاستثمار في تخزين ونقل الحرارة .

وتأتي معظم اكتشافات الحرارة الجوفية كنتاج ثانوى للاستكشاف النفطي ، وربما يتوفر الكثير من الطاقة الحرارية الجوفية ضمن الأنظمة الصخرية النارية التي لايفتش فيها عادة عن النفط ، وتبرر هذه الوفرة استكشافها . وتملك معظم المياه الحارة المكتشفة درجة حرارة منخفضة لاتسمح بتحويلها مباشرة الى كهرباء ، ويمكن استغلالها فقط كحرارة تصنيع . ومع ذلك ، فإن على البلدان النامية ، تطوير المنشآت ذات الدورة المضاعفة وفي تقنية الحجر الساخن الجاف .

فرضيا ، تتطوى كلف استغلال الحرارة من أشعة الشمس على قيم تجهيزات ، ونتيجة لصغر عيار هذا الاستغلال ، فإنه يحتاج الى عدد كبير من الأجهزة . ويتركز معظم البحث اليوم على تصميم هذه الأجهزة . ويتطلب تسريع نشرها تطوير لتقنيات الانتاج الشامل التي توفر اجهزة رخيصة موثوقة .

ولأن أشعة الشمس لاتكون متاحة الا خلال زمن محدود، فيجب أن يتم انتاج اجهزة شمسية كبيرة والا فسوف تبقى دون الاستغلال . وترتفع كلف انتاجها سريعا مع صعود قدر الحرارة التي تقوم بانتاجها . ومن ثم ، كي تكون اقتصادية يجب استخدامها كموفرات للوقود وذلك من خلال اشراكها مع الاجهزة غير الشمسية مثل مسخنات المياه، والطباخات ، ومجففات المحاصيل . ويبقى أمر مضاهاة الاجهزة غير الشمسية مع المعايير السوقية عملا صعبا .

في زيادة عطاء الكتلة الحيوية ، وفي تنوع القاعدة الوقودية . وهنا ، يصبح البحث هاما حول انتاجية الكتلة الحيوية عموما وليس على الوقود الحيوى بذاته ، وحول زيادة عطاء الأرض لأى محصول مؤثر بحرر هذه مــــن المحاصيل الاخرى (Hall 1934) . أضف الى ذلك ، أن الناس في الأراضي الجافة ، يستعملون فعلا تنوع كبير من الوقود الحيوى : جذوع خشبية ناتجة عن المحاصيل الغذائية ، رواسب قابلة للاحتراق من الأشجار التجارية ، والشجيرات ، والاعشاب ، والروث . وعلى البحث التفتيش عن كيفية استغلال هذا التنوع ، وتطوير محاصيل تعود الى تحسين كمية ونوعية الوقود وتوفيره بطرق أقل تدميرا للبيئة . ويتطلب اجراء ابحاث حول العناصر النباتية المناسبة محليا . ويجب اجراء تقص للانواع النباتية على فترات طويلة وبكميات كبيرة كي يكون مفيدا . ومن ثم ، يجب بــــذل حد أدنى من الاستثمار البحثي ، واتخاذ التزام بعيد المدى بــــه (Du Toit et al. 1984) . كما أن استطلاعات مفصلة لتركيب امدادات الوقود في اجزاء مختلفة من المناطق الجافة ستوفر ايضا معلومات مفيدة للمقارنة .

الجدول (١١) • تقويم المصادر العضوية ، ١٩٩٠
(غايغا جول / للفرد في العام)

الاجمالي	فضلات المحاصيل	العطاء المطرد للغابات	الروث (أ)	
٧	١	٣	٣ غ ب	الجزائر
٧	٦	٠	١ ب خ	مصر
٨	٢	١	٥ ب ب	العراق
١٠	٤	٢	٤ ب ب	بنغلاديش
١٢	٣	٣	٦ غ ب	اثيوبيا
١٢	٤	١	٧ ب ب	كينيا
١٢	٢	٨	٢ ب ب	غانا
١٣	٢	٨	٣ ب ب	نيجيريا
١٤	٧	١	٦ ب ب	باكستان
١٦	٥	٦	٥ ب ب	المغرب
١٧	٦	٦	٥ ب ب	الهند
١٧	٤	١١	٢ ب ب	سيرى لانكا
١٧	٧	٩	١ ب ب	كوريا الجنوبية
١٩	٦	١٢	١ ب ب	فيتنام
٢١	٧	٦	٨ ب ب	افغانستان
٢٢	٧	١٢	٣ ب ب	الفلبين
٢٢	٨	١١	٣ ب ب	الصين
٢٣	١٣	٢	٨ ب ب	جنوب افريقيا
٣٢	٦	١٥	١١ ب ب	نيبال
٣٤	٩	٢٢	٣ ب ب	تايلاند
٣٥	٧	٢٢	٦ ب ب	ايران
٣٨	١٣	٢٤	١ ب ب	كوريا الشمالية
٥٧	٩	٣٩	٩ ب ب	المكسيك
٦٨	٣	٥٤	١١ ب ب	تانزانيا
٧٠	٦	٦٣	١ ب ب	اندونيسيا
٨٢	٤	٧١	٧ ب ب	التشيلي
٩٢	٦	٨٢	٤ ب ب	بورما
١٢٣	٧	١١٤	٢ ب ب	ماليزيا
١٧١	٥	١٤٨	١٨ ب ب	السودان
١٨٢	٣٣	١٠٤	٤٥ ب ب	الارجنتين
٢٠٠	٤	١٨٠	١٦ ب ب	كولومبيا
٢٢٦	٤	٢١١	١١ ب ب	فينزويلا
٢٥٣	٩	٢٢٩	١٥ ب ب	البرازيل
٢٥٤	٢	٢٤٥	٧ ب ب	البيرو

المصدر : هاغارت (١٩٧٩)

المصادر الرئيسة مشار إليها بالرموز التالية : ب = بقر ، جاموس ، جمال ، غ = غنم
ماعز ، خ = خيول ، بغال ، حمير ، ح = خنزير (حلوف)

الذين لأرض لهم ، والنساء بخاصة ، عبء هذا التفاوت (Desai 1985) و
(Howes 1985) •

وشمة بعد اقليمي لامداد وقود الكتلة الحيوية ، كما بينت
تقديرات هاغرت (١٩٧٩) (الجدول ١١) • وارقام هذا الجدول تمثل
توقعات تقريبية حتى عام ١٩٩٠ ، وليست جديرة بالاعتماد كخاية لاجراء
مقارنات بين البلدان • كما تتضمن المصادر العضوية على نحو أكثر مـما
يراهـا السكان المحليون كمصادر مميزة للوقود • غير أن هذه الأرقام كافية
للإشارة الى أن المنطقة الأفقر بمصادر الوقود الحيوى هي الأراضي الجافة
الممتدة عبر غربي آسيا وشمالى افريقيا ، ولكن وجود الكتلة الحيوية المنخفض
يمتد — وان كان أعلى من المنطقة المذكورة — الى اطرافها نحو الشرق
لجنوبي آسيا وشرق آسيا ، وجنوبي شرقي آسيا ، وباتجاه الجنوب فـي
شرقي افريقيا •

هذا وقد اجتذبت ازمة الطاقة الريفية قدرا كبيرا من البحث
اضافة الى حث لاتباع نهج عمل سياسي ابدته منظمة الغذاء والزراعة
(فاو) عام ١٩٨٣ • ويشير ذلك الحث الى وجود مصدرين رئيسيين
لهذه الازمة هما : أن المناطق العارية من الأشجار تمتد حول المدن التي
تعتمد بشكل رئيس على الوقود الخشبي ، وفيها يصبح الوقود باهظا على نحو
متزايد • أضف الى ذلك ، أن انتاجية الأرض من الكتلة الحيوية تـكـون
منخفضة في المناطق الجافة ، وهو أمر يرسى ضغطا على امداد كل الكتل
الحيوية المفيدة ، وليس على الوقود وحده • اما حلول هذين السببين ،
فيمكن ان تأتي من عدة نواح •

واذا توجب خفض كلف الوقود الخشبي في المدن التي تعتمد
عليه وجعلها مستقرة ، فلا بد من امداد الخشب اليها من الغابات الوطيدة
النماء • ومن ثم ، يتوجب مكاملة التحريج في اطار أنظمة استخدام الأرض
حول تلك المدن • ويمكن مواكبة ذلك باستخدام مواقع أكثر كفاءة فـي
استغلال الخشب على نحو أفضل ، وباستعمال مـفـحـمات كـفـوءة لصنع الفحم •
وهكذا ، يكمن أصل الازمة الطاقية في المدن ، فان البحث يجب أن يتركز
على المجالات الثلاثة التالية : مزارع الغابات ، المواقع الكفوءة ، والمفحـمات
الكفوءة •

غير أننا وكيفما نشأت ازمة طاقة نتيجة انخفاض الكتلة الحيوية
المنخفض ، فانه يمكن العثور على حلها في اتجاهين مختلفين هما :

(Openshaw 1984) •

— المواد الطيارة يتضمن الخشب مواد قارية وصمغية ، التي تتغير نسبها مع تغير اصناف النباتات • ويكون محتوى هذه المواد الطاقى أعلى من محتوى الخشب الجاف ، ولكنها تنشر لدى احتراقها دخانا مخرشا • والاجزاء الطيارة غير تامة الاحتراق لذا يمكن أن تتراكم في اجهزة المستخدم ، مثلا في مولدات الغاز والمحركات مع آثار خطيرة •

— المواد غير القابلة للاحتراق وتعرف بالرماد ، الذى لا يحترق ، ولكنه يمتص حرارة خلال الاحتراق (ليفقد ما فيها بعد) • ولهذا تقوم هذه المواد بخفض كثافة طاقة الكتلة الحيوية • ومع أن نسبة الرماد لا تكون عالية في الخشب الا أنها ترتفع في القش والروث •

— نسبة السطح الى الحجم مع أن هذه النسبة لاتؤثر في كثافة الكتلة الحيوية الطاقية ، فان النسبة العالية تعني سرعة أكبر في الاحتراق • ففي الطبخ ، الذى هو اصلا تبادل حرارى ، يمكن أن يفقد معدل الانتاج الحرارى المرتفع الى خسارة حرارية كبيرة ، والى كفاءة انتقال حرارية ادنى ، ومن ثم متطلبات وقودية اعلى • وبشكل عام كلما كبرت وشخت قطعة الخشب (او الفحم) كلما كان احتراقها بطيئا • أما رواسب المحاصيل فتكون ارفع عموما وتملك نسبة سطح الى حجم عليا ، كذلك روث الحيوانات •

وتصبح النوعية هامة عندما يكون ثمة خيار لدى المستخدمين ، ففي المناطق الحضرية يمكن لذوى الدخل المرتفع الافادة من هذا الخيار • فحين لا يمكنهم حيازة الوقود الأفضل للطبخ كالكاز او الغاز ، يعمدون الى اختيار الفحم ، الذى يكون الاول عادة بين مصادر الوقود المفضلة المنتجة محليا ، كما يأتي بعده الخشب المدور عن الاستخدامات الاخرى • وينطوى استخدام الصنفين على تدمير الأشجار • في حال أن سكان الريف يستعملون الوقود المتاح والواقع في متناول ايديهم ، ويسعون الى تقليل المداخل العمالية في جمع الوقود وتحضيره • واذا ترك أهل الريف على سجيتهم ، فانهم سينتجوا اسلوب جمع غير مدمر ، ويفضلوا الوقود الجيد عند توفره (كالخشب) على الوقود الرديء (كرواسب المحاصيل وروث الحيوانات) ، ويستوعبوا الآخر في حال توفر الاول • وثمة تفاوت كبير في المقدرة على حيازة الوقود ، ومن ثم في كلف عمالة الوقود ، ويتحمل ابناء الريف

وحيث يتجسد العائد في صورة تفحيم أكبر وفحم أفضل ، فإن التفحيم الكامل سيقفل من وزن الفحم المنتج وهذا امر لايلقى ترحيبا من قبل صناع الفحم ، مالم تكن السوق مهتمة بالتنوع . ومن جهة أخرى، ثمة كلفة مميزة تنفق على توظيف مهارات افضل وعمالة لبناء الفحم . لهذا فان توقعات انتشار تحسين الفحمات الأرضية تبقى غير واضحة . ونظرا لأن تقنياتها حساسة للمستخدم ، ويجب نشرها الى عدد كبير من المستخدمين ، فان استخدامها الوسطي يبقى ادنى بكثير من استعمالها الأفضل .

وعندها ، فإن الخيار ستركز بين الفحم القرميدي والمعوجة . وتكون المعوجة خيارا صحيحا ان توفر طلب محلي على القار الخشبي، والصمغ ، وعلى كيميائيات الخشب ، والا فان الفحم القرميدي يبقى الخيار الأفضل . وفي البرازيل ، يجرى استخدام فحمات بشكل خلايا النحل لصنع الفحم من اجل صناعة الحديد . وتعتبر هذه الفحمات ذات تصميم كفو طاقيا عبر تاريخ امتد قرابة ١٥٠ عاما . وتستخدم أيضا في صناعة القرميد وفي التفحيم المبدئي للفحم الحجري . وتستحق تقنية هذه الفحمات نشرا سريعا ، كما ان تحسينات ممكنة عليها قد تستحق الاهتمام .

الكتلة الحيوية

تميزت النباتات بكونها مجمعات شمسية فذة السمات (Coombs et al. 1983) والتنوع في اصنافها وفي استخداماتها وشروط نموها ، يجعل العامل معها عسيرا . ومع ذلك، تقود امكانية احلال بعضها محل الآخر ، على مستويات متغيرة في الاستهلاك والانتاج ، الى ضرورة التعامل مع الكتلة الحيوية كلها .

وتعتبر نوعية الكتلة الحيوية كوقود سمة هامة بالنسبة للمستخدم وتستند على أربعة عوامل أساسية هي :

— الرطوبة يتبخر الماء وينطلق من الكتلة الحيوية لدى حرقها ، فيهدر الماء بذلك حرارة تبخيره . والطاقة الحرارية التي يمتصها الماء المتبخر تعادل ٢،٤ كيلوجول / غرام ماء . ونتيجة لذلك، فإن المحتوى الرطوبي للكتلة الحيوية يتراوح بين صفر و ٥٠ ٪ (الأساس المبلل) وتنخفض طاقة الخشب المتاحة من ١٨،٧ الى ٨،٢ كيلو جول / غرام (اتصال شخصي مبني على عمل بيالي ١٩٧٩) و

