الباب الثالث

أنماط ومؤشرات استهلاك الطاقة فى مصر

١- تطور استهلاك المنتجات البترولية

من المسح السابق لموارد الطاقة الأولية في الباب الأول يتضح أنه من بين الموارد التي تم استعراضها فإنه لا يستهلك حاليا إلا الطاقة البترولية (الزيت والغاز الطبيعي) والطاقة المائية والفحم. ولا يستهلك زيت البترول بصورته الخام بل يجب أن يحول إلى منتجات بترولية في معامل التكرير، ونتيجة لنمو استهلاك المنتجات البترولية فقد تم التوسع في طاقة التكرير المحلية ويتم مواجهة النقص أو الزيادة في بعض المنتجات البترولية المحلية من خلال الاستيراد والتصدير.

يوضح ملحق (٧) تطور استهلاك المنتجات البترولية في مصر خلال الفترة ١٩٧٠-١٩٩٨ ومنه يتضح مجموعة من الخصائص الهامة نوردها فيما يلي:

(أ) أن المازوت كان - ولا يزال - أهم المنتجات البترولية في قائمة الاستهلاك المحلي لشيوع استهلاكه كوقود. وتتراوح نسب استهلاكه من إجمالي استهلاك المواد البترولية بشكل عام على مدار الفترة موضع الدراسة من ٤٠% إلى ٥٠%. ويلاحظ أيضا أن الحجم المطلق لاستهلاك المازوت ظل يتزايد من حوالي ٣ مليون طن متري عام ١٩٧٠ حتى بلغ ٨,٦ مليون طن متري عام ١٩٩٠، رغم انخفاض نسبته من إجمالي الاستهلاك إلى ٤٣% وذلك بسبب التوسع في إحلال الغاز الطبيعي محله في الكثير من

الاستخدامات الصناعية وخاصة في توليد الكهرباء. إلا أن استهلاك المازوت بدأ في الانخفاض التدريجي كما يتضح في ملحق (٥) ليصل إلى ٦,٥ مليون طن متري عام ١٩٩٤ ثم عاد إلى الارتفاع التدريجي بعد ذلك حتى وصل إلى ٨,٢ مليون طن متري عام ١٩٩٧ وقفز بعد ذلك إلى ٩,٧ مليون طن متري عام ١٩٩٨ بسبب زيادة استهلاكه في محطات توليد الكهرباء للأسباب التي ذكرناها في الباب الثاني.

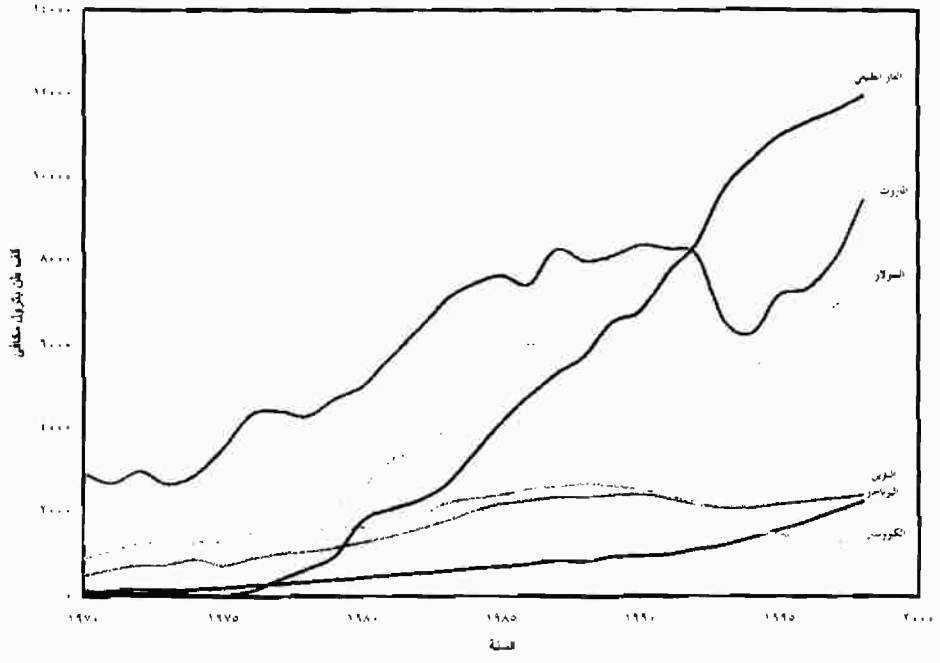
(ب) يوجد ارتباط بين استهلاك كل من الكيروسين والبوتاجاز، فالكيروسين كان يعتبر الوقود الرئيسي في القطاع المنزلي بالريف، واستمر استهلاكه في الزيادة المطلقة حتى عام ١٩٨٨ لمواجهة الزيادة السكانية، غير أن نصيبه النسبي على قائمة الاستهلاك الكلي كان في انخفاض مستمر مع تزايد نصيب البوتاجاز الذي يعتبر البديل الأفضل من الناحية الحضارية. إلا أن استهلاك الكيروسين أخذ في الانخفاض حتى وصل إلى ما كان عليه عام ١٩٧٣ حيث انخفض من ٢,٤ مليون طن عام ١٩٨٨ إلى ١,١ مليون طن عام ١٩٩٨ وذلك بسبب تزايد استخدام الغاز الطبيعي في القطاع المنزلي والتجاري بالقاهرة والإسكندرية.

(ج) أما استهلاك البنزين فقد تزايد من ٠,٤ مليون طن عام ١٩٧٠ إلى ما يقرب من ٢ مليون طن عام ١٩٨٥ واستمر حول هذا المعدل بعد ذلك وكذلك تراوح نصيبه من الاستهلاك الكلي حول ١٠% ويرجع ذلك إلى استخدامه كوقود في قطاع النقل (الملاكي والتاكسي) الذي يبدو أنه قد وصل إلى درجة التشبع بالإضافة إلى أسباب أخرى قد يكون لها بعض التأثير مثل ارتفاع كفاءة السيارات الجديدة وتشغيل مترو الأنفاق وبدء استخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات.

(د) تزايد استهلاك السولار وكذلك نصيبه في الاستهلاك الإجمالي للمنتجات البترولية من ١,١ مليون طن عام ١٩٧٠ (١٩,٩% من الاستهلاك الإجمالي) إلى حوالي ٧ مليون طن عام ١٩٩٨ (٢٩,٣% من الاستهلاك الإجمالي) ويرجع ذلك إلى استخدامه أساسا في قطاع النقل وهو قطاع يصعب فيه إحلال وقود محل آخر خلافا لباقي القطاعات.

ويتضح تأثير استخدام الغاز الطبيعي على الاستهلاك الإجمالي للطاقة البترولية في شكل (١-٣) الذى يعتمد على البيانات الواردة في ملحق (٨) والذي يقارن بين الأنواع المختلفة للطاقة البترولية على أسس موحدة، حيث تم تحويلها جميعا إلى طن بترول مكافئ نظرا لاختلاف المحتوى الحراري لكل منها وذلك باستخدام التحويلات التى يستخدمها جهاز تخطيط الطاقة والموضحة أدناه [١١]:

طن غاز طبيعي	=	١,١١١ طن بترول مكافئ
طن بوتاجاز	=	١,١٢٥ طن بترول مكافئ
طن مازوت	=	٠,٩٧٢ طن بترول مكافئ
طن كيروسين	=	١,٠٨٦ طن بترول مكافئ
طن بنزين	=	١,١٠٣ طن بترول مكافئ
طن سولار	=	١,٠٦٦ طن بترول مكافئ



شكل (١-٣): تطور استهلاك الطاقة البترولية

ارتفع نصيب الغاز الطبيعي في الطاقة البترولية المستهلكة -- كما يتضح في ملحق (٨) – من ٠,٥% عام ١٩٧٥ وهو العام الذي بدأ فيه إنتاج الغاز واستهلاكه محليا إلى ٣٦% عام ١٩٩٤ لينخفض بعد ذلك تدريجيا ليصل إلى حوالي ٣٣% عام ١٩٩٨. ويلاحظ الارتباط الوثيق بين زيادة نصيب الغاز الطبيعي من الاستهلاك الكلي للطاقة البترولية والانخفاض المطرد في نصيب المازوت منذ عام ١٩٧٥ حيث كان نصيبه نحو٤٦% من إجمالي الطاقة البترولية فلما ارتفع نصيب الغاز الطبيعي عام ١٩٨٠ إلى ١٣,٣% انخفض نصيب المازوت إلى ٣٧,٢% وعندما وصل نصيب الغاز عام ١٩٩٠ إلى ٢٤,٧% انخفض نصيب المازوت إلى ٣٠,٥% وحينما بدأ نصيب الغاز الطبيعي في الانخفاض من ٣٦,١% عام ١٩٩٤ إلى ٣٢,٨% عام ١٩٩٨ زاد نصيب المازوت من ٢١,٨% إلى ٢٥,٩% خلال نفس الفترة. وقد زاد نصيب الوقودين معا من حوالي ٤٩% عام ١٩٨٠ (تعادل تقريبا نصيب المازوت قبل دخول الغاز الطبيعي إلى قائمة الاستهلاك) إلى حوالي ٥٩% عام ١٩٩٨.

٢- العرض الإجمالي للطاقة الأولية في مصر

يحتسب العرض الإجمالي للطاقة الأولية Total Primary Energy Supply (TPES) على أساس (الإنتاج المحلي + الاستيراد – التصدير – تموين السفن والطائرات الأجنبية –/+ التغير في المخزون) لكل نوع من أنواع الطاقة الأولية ويوضح جدول (١-٣) تطور العرض الإجمالي للطاقة الأولية في مصر وعناصرها المختلفة معبرا عنها بطن بترول مكافئ حتى يمكن مقارنتها. وقد تم إعداد هذا الجدول باستخدام بيانات وكالة الطاقة الدولية [٩-١٠] في الفترة ١٩٧٠-١٩٩٢ وبيانات جهاز تخطيط الطاقة [١١] للفترة ١٩٩٣-١٩٩٧. وقد تم تعديل طريق حساب الطاقة المائية لتتوافق مع الطريقة المستخدمة في بيانات جهاز تخطيط الطاقة باعتبارها الطاقة أولية التي تم توفيرها نتيجة للتوليد المائي. وتحسب على أساس الكهرباء المائية المولدة مضروبة في معدل استهلاك البترول لكل كيلووات.ساعة في قطاع التوليد الحراري. أما السنوات فهي ميلادية وليست مالية وقد تم الحصول على قيمة الاستهلاك للفترة ١٩٩٣-١٩٩٧ باعتبارها متوسط سنتين ماليتين.

جدول (١-٣)
تطور العرض الإجمالى من الطاقة الأولية فى مصر

السنة	العرض من الطاقة الأولية ، ألف طن بترول مكافئ					النصيب النسبي لأنواع الطاقة الأولية، %			
	الفحم	البترول	الغاز	الطاقة المائية	الإجمالي	الفحم	البترول	الغاز	الطاقة المائية
١٩٧٠	٣٨٣	٥٦٩٦	٨٠	١٦٢٥	٧٧٨٤	٥	٧٣	١	٢١
١٩٧١	٣٥١	٦٣٢٧	٨٠	١٧٨٥	٨٥٤٣	٤	٧٤	١	٢١
١٩٧٢	٣١١	٦٤٦٦	٦٧	١٧٧٦	٨٦٢٠	٤	٧٥	١	٢١
١٩٧٣	٢٩٣	٦٦٠٩	٨٢	١٧٧١	٨٧٥٥	٣	٧٥	١	٢٠
١٩٧٤	٤٧٣	٧٢٩٨	٤١	٢١٠٨	٩٩٢٠	٥	٧٤	٠	٢١
١٩٧٥	٥٥١	٨٠٣٣	٣٧	٢٣٢٨	١٠٩٤٨	٥	٧٣	٠	٢١
١٩٧٦	٥٤٦	٩٤٥٩	١١٦	٢٦٨٧	١٢٨٠٨	٤	٧٤	١	٢١
١٩٧٧	٥٩٥	١٠٠٣٨	٣٩٢	٣٠٣٠	١٤٠٥٦	٤	٧١	٣	٢٢
١٩٧٨	٦٠٠	١٠١٨٥	٦٤٨	٣٣٤٣	١٤٧٧٥	٤	٦٩	٤	٢٣
١٩٧٩	٦٨٣	١١١٣٢	٩٥٩	٣١٧٧	١٥٩٥١	٤	٧٠	٦	٢٠
١٩٨٠	٥٥٠	١٢٤٠٩	١٧٩٥	٣٢٤١	١٧٩٩٦	٣	٦٩	١٠	١٨
١٩٨١	٧١٠	١٤١٧٥	٢٠٤٩	٣٤١٨	٢٠٣٥١	٣	٧٠	١٠	١٧
١٩٨٢	٧٢٧	١٥٦٠١	٢٢٤٨	٣٤٨٠	٢٢٠٥٦	٣	٧١	١٠	١٦
١٩٨٣	٦٨٥	١٨١٤٦	٢٦٤٠	٣١٥٥	٢٤٦٢٦	٣	٧٤	١١	١٣
١٩٨٤	٧١١	١٩٧٢٠	٣٣٨٤	٢٩٣٨	٢٦٧٥٣	٣	٧٤	١٣	١١
١٩٨٥	٧٥٤	٢٠٣٤٠	٤١٤٧	٢٤٨٨	٢٧٧٢٩	٣	٧٣	١٥	٩
١٩٨٦	٧٤٣	٢٠٣١٩	٤٧٨٤	٢٥٦٦	٢٨٤١٣	٣	٧٢	١٧	٩
١٩٨٧	٧٨٩	٢١٥٢٨	٥٣١٤	٢٣٥٢	٢٩٩٨٢	٣	٧٢	١٨	٨
١٩٨٨	٨٦٠	٢١٢٩١	٥٧٥١	٢٣٢٠	٣٠٢٢١	٣	٧٠	١٩	٨
١٩٨٩	٨٩٢	٢١٢٦٦	٦٥٤٣	٢٤٨٥	٣١١٨٦	٣	٦٨	٢١	٨
١٩٩٠	٨٢٤	٢٢٣٨٣	٦٧٨٨	٢٥٠٩	٣٢٥٠٤	٣	٦٩	٢١	٨
١٩٩١	٧٣٢	٢٢٤٤٧	٧٧٦٩	٢٥٢٨	٣٣٤٧٦	٢	٦٧	٢٣	٨
١٩٩٢	٧٥٠	٢٢٥٩٤	٨٤٠٤	٢٥١٤	٣٤٢٦٢	٢	٦٦	٢٥	٧
١٩٩٣	٨٩٨	٢٠٧١٣	٩٦٦٨	٢٦٨٤	٣٣٩٦٢	٣	٦١	٢٨	٨
١٩٩٤	٨٦٣	١٨٨٣١	١٠٥٧٠	٢٦٥٣	٣٢٩١٧	٣	٥٧	٣٢	٨
١٩٩٥	١٠١٣	٢٠١٩٢	١٠٩٩٧	٢٥٥٨	٣٤٧٦٠	٣	٥٨	٣٢	٧
١٩٩٦	٩٢٤	٢١٤١٠	١١٥١٤	٢٥٩٣	٣٦٤٤١	٣	٥٩	٣٢	٧
١٩٩٧	٩٨٣	٢٢٩٧٥	١١٦٤٣	٢٦٥٧	٣٨٢٥٨	٣	٦٠	٣٠	٧

يتضح من دراسة البيانات الواردة في جدول (١-٣) أن استهلاك مصر الإجمالي من الطاقة قد تضاعف نحو خمس مرات في الفترة ١٩٧٠-١٩٩٧، بمعدل زيادة سنوية مقدارها ٦,١% وهي زيادة تفوق معدل نمو السكان خلال نفس الفترة. ويلاحظ أيضا هامشية العرض من الفحم الذي تراوح ما بين ٢% إلى ٥% طوال الفترة. أما الطاقة المائية فقد انخفض نصيبها من حوالي ٢٠% في العقد ١٩٧٠-١٩٧٩ إلى ما بين ٧% و٨% في العقد ١٩٨٨-١٩٩٧. ويرجع ذلك إلى ثبات التوليد المائي تقريبا مع تزايد الطلب على الطاقة الأولية. كما يلاحظ أن العرض من الطاقة المائية الأولية قد بدأ في الانخفاض المستمر اعتبارا من عام ١٩٨٢ حيث انخفض من ٣,٤ مليون طن بترول مكافئ في ذلك العام إلى حوالي ٢,٧ مليون طن بترول مكافئ عام ١٩٩٧. ويرجع ذلك إلى التحسن المستمر في كفاءة استهلاك الوقود بالمحطات الحرارية حيث انخفض معدل استهلاك الوقود خلال نفس الفترة من ٣٣٩ جم/كيلووات.ساعة إلى ٢٢٤ جم/كيلووات.ساعة (ملحق ٦).

في المقابل زاد العرض من الطاقة البترولية (زيت وغاز طبيعي) من ٨٥% إلى ٩٠% خلال الفترة ١٩٧٠-١٩٩٧، وإن كانت نسبة مساهمة الغاز الطبيعي في إجمالي العرض قد زادت من حوالي ١% عام ١٩٧٠ إلى ٣٠% عام ١٩٩٧ على حساب الطاقة المعروضة من زيت البترول، التي تناقصت من ٧٤% عام ١٩٧٠ إلى ٦٠% عام ١٩٩٧. ومن المهم ملاحظة أن انخفاض نسبة زيت البترول في إجمالي العرض من الطاقة الأولية لا يعني الانخفاض في الكميات المستهلكة فكما تبين من جدول (١-٣) أن العرض من طاقة زيت البترول قد زادت من ٥,٧ مليون طن بترول مكافئ إلى ٢٣,١ مليون طن بترول مكافئ في الفترة ١٩٧٠-١٩٩٧ بمعدل زيادة سنوية مقدارها ٥,٣% وإن كان معدل الزيادة في الفترة ١٩٨٧-١٩٩٧ لم يتجاوز ١% سنويا بسبب سياسة قطاع الطاقة بإحلال الغاز الطبيعي محل المنتجات البترولية كلما أمكن ذلك وخاصة في قطاع توليد الكهرباء.

من المنتظر أن تستمر الزيادة في الطلب علي المنتجات البترولية ومن ثم علي زيت البترول الخام نظرا لمحدودية موارد مصر من الفحم والطاقة المائية، وللمصاعب الفنية والاقتصادية التي تعوق التوسع في استخدام الطاقات الجديدة،

ولعدم البدء في تنفيذ البرنامج النووي المصري لتوليد الكهرباء، بالإضافة إلى صغر نسبة استهلاك الطاقة الكهربية من الاستهلاك النهائي للطاقة، ولأن نسبة كبيرة من الاستهلاك النهائي للطاقة تتم في قطاع النقل. ويؤيد ذلك ما جاء في دراسة للمجالس القومية المتخصصة [٣٩] من توقعات بتزايد الطلب علي الزيت الخام من ٢٢ مليون طن عام ١٩٩٨/٩٧ إلى ٦٢ مليون طن عام ٢٠١٧/١٦ مع تزايد الطلب المحلي علي الغاز الطبيعي من ١٢ مليون إلى ٣٦ مليون طن في نفس الفترة، بالإضافة إلى الالتزام بتصدير ٨ مليون طن سنويا إلى تركيا اعتبارا من عام ٢٠٠٠.

٣- الاستهلاك النهائى للطاقة

يستهلك جزء من الطاقة الأولية لإنتاج صور أخرى من الطاقة مثل الطاقة المستهلكة في معامل التكرير لإنتاج المنتجات البترولية أو الطاقة التي يتم تحويلها إلى كهرباء ولهذا فإن الاستهلاك النهائي للطاقة هو الاستهلاك المباشر للوقود (فحم - منتجات بترولية - غاز طبيعي) في غير معامل تكرير البترول ومحطات توليد الكهرباء بالإضافة إلى استهلاك الكهرباء بواسطة القطاعات المختلفة أي بعد خصم الاستهلاك الذاتي وفواقد النقل والتوزيع من إجمالي الطاقة الكهربية المولدة. ويلخص جدول (٢-٣) تطور الاستهلاك النهائي للطاقة بأنواعها وهيكل الاستهلاك النهائي في الفترة ١٩٧٠-١٩٩٧. كما يوضح جدول (٣-٣) تطور الاستهلاك النهائي للطاقة موزعا على القطاعات المختلفة خلال نفس الفترة.

يتضح من جدول (٢-٣) أن النصيب الأكبر من الاستهلاك النهائي للطاقة هو للمنتجات البترولية وإن كان هذا النصيب قد بدأ في الانخفاض مع تزايد استخدام الغاز الطبيعي، حيث انخفضت مساهمة المنتجات البترولية في الاستهلاك النهائي للطاقة من ٨٣% عام ١٩٧٥ إلى ٦٨% عام ١٩٩٧. وبينما لم يكن الغاز الطبيعي ممثلا في هيكل الاستهلاك النهائي للطاقة عام ١٩٧٧ فقد أصبح يمثل ١٤% من الاستهلاك النهائي للطاقة عام ١٩٩٧. يلاحظ أيضا الارتفاع المستمر في نصيب الكهرباء من الاستهلاك النهائي، فبينما تراوحت نسبتها حول ١٠% في عقد السبعينات فإنها بدأت في الارتفاع التدريجي حتى وصلت إلى ١٥-١٦% في خلال الفترة ١٩٩٠-١٩٩٧.

جدول (٢-٣)
تطور الاستهلاك النهائى للطاقة فى مصر

السنة	استهلاك الطاقة بأنواعها . ألف طن بترول مكافئ					هيكل الاستهلاك النهائى للطاقة، %			
	الفحم	البترول	الغاز	الكهرباء	الاجمالى	الفحم	البترول	الغاز	الكهرباء
١٩٧٠	٣٧٦,٥	٤٤٣٧,١	٢,٦	٥١٣,٦	٥٣٢٩,٨	٧	٨٣	٠	١٠
١٩٧١	٣٤٤,٤	٤٩٩٤,٣	٢,٦	٤٤٢,٤	٥٨٨٣,٦	٦	٨٥	٠	٩
١٩٧٢	٣٠٥,٧	٥١٢١,٠	١,٨	٥٤٥,٤	٥٩٧٣,٩	٥	٨٦	٠	٩
١٩٧٣	٢٨٩,١	٥٢٥١,٣	١,٩	٥٤٨,٤	٦٠٩٠,٧	٥	٨٦	٠	٩
١٩٧٤	٤٦٥,٦	٥٧١٥,٧	١,٨	٦٣٣,٢	٦٨١٦,٣	٧	٨٤	٠	٩
١٩٧٥	٥٤١,٩	٦٢٢٦,٧	٣,٣	٧١٨,١	٧٤٩٠,٠	٧	٨٣	٠	١٠
١٩٧٦	٥٣٦,٩	٧٣٢٩,٠	١٠١,٣	٨٣٠,٩	٨٧٩٨,٢	٦	٨٣	١	٩
١٩٧٧	٥٨٦,٢	٧٥٨٢,٣	٣٩٩,٥	٩٨٨,٠	٩٥٥٧,٠	٦	٧٩	٤	١٠
١٩٧٨	٥٨٩,٩	٧٤٨٦,٨	٦٥٤,٢	١٠٩٤,١	٩٨٢٥,٠	٦	٧٦	٧	١١
١٩٧٩	٦٧٢,٢	٨١٨٩,٧	٨٦٩,٣	١١٦٦,٠	١٠٨٩٧,٢	٦	٧٥	٨	١١
١٩٨٠	٥٤٠,١	٩٣٦٢,٣	١٢١٠,٨	١٢٧٥,٧	١٢٣٨٨,٩	٤	٧٦	١٠	١٠
١٩٨١	٦٩٨,٧	١٠٢٧١,٥	١٣٠٠,٢	١٤٢٠,٣	١٣٦٩٠,٧	٥	٧٥	٩	١٠
١٩٨٢	٧١٥,٩	١١٠٦٢,١	١٢٧٨,٤	١٥٨٦,٠	١٤٦٤٢,٤	٥	٧٦	٩	١١
١٩٨٣	٦٧٣,٥	١٢٣٨٨,٢	١٢٨١,٧	١٧٥٦,٢	١٦٠٩٩,٥	٤	٧٧	٨	١١
١٩٨٤	٦٨٣,٩	١٣٦٤٦,٣	١٦٣٩,٤	١٩٣٣,٥	١٧٩٠٣,١	٤	٧٦	٩	١١
١٩٨٥	٧٢٢,١	١٤٣٤٧,٢	١٦٠٤,٧	٢١٢٧,٣	١٨٨٠١,٢	٤	٧٦	٩	١١
١٩٨٦	٧٢٤,٦	١٣٨٩٢,٤	١٥٨٤,٠	٢٣٦٥,٥	١٨٥٢٦,٥	٤	٧٥	٩	١٣
١٩٨٧	٧٦٨,٩	١٤٦٠٠,٧	١٨٨٦,٩	٢٥١٠,٦	١٩٧٦٧,٠	٤	٧٤	١٠	١٣
١٩٨٨	٨٤٠,٠	١٤١٧٠,٦	١٨٧٠,٦	٢٧٠١,١	١٩٥٨٢,٢	٤	٧٢	١٠	١٤
١٩٨٩	٨٦٠,٢	١٣٩٥٢,٩	٢٣٧٠,٥	٢٨٦٩,٠	٢٠٠٥٢,٦	٤	٧٠	١٢	١٤
١٩٩٠	٧٩١,٧	١٤٩٥١,٦	٢١٧٨,٥	٣٠٤٢,٠	٢٠٩٢٣,٨	٤	٧١	١٠	١٥
١٩٩١	٧٠٥,٨	١٤٨٩٧,٦	٢٧٥٣,٢	٣١٧٧,٢	٢١٥٣٣,٨	٣	٦٩	١٣	١٥
١٩٩٢	٧٣١,٣	١٤٨٤١,٠	٢٧٥٨,٢	٣٢٨٨,٢	٢١٦١٨,٧	٣	٦٩	١٣	١٥
١٩٩٣	٨٨٠,٠	١٥٤٠٣,٠	٢٩٤١,٥	٣٤٠٩,٤	٢٢٦٣٣,٩	٤	٦٨	١٣	١٥
١٩٩٤	٨٤٤,٠	١٥٩٦٥,٠	٣٠٨٧,٠	٣٥٩٠,٩	٢٣٤٨٦,٩	٤	٦٨	١٣	١٥
١٩٩٥	٩٩٠,٧	١٧٠٢٩,٠	٣٢٤٢,٤	٣٨٣٥,٦	٢٥٠٩٧,٧	٤	٦٨	١٣	١٥
١٩٩٦	٩٠٣,٧	١٨١٤٢,٠	٣٣٨٥,٥	٤١٠١,١	٢٦٥٣٢,٣	٣	٦٨	١٣	١٥
١٩٩٧	٩٦١,٤	١٨٩٨١,٠	٣٥٦٢,٠	٤٣٩٦,٦	٢٧٩٠١,٠	٣	٦٨	١٣	١٦

جدول (٣-٣)
الاستهلاك النهائي للطاقة موزعا على القطاعات المختلفة

السنة	الاستهلاك النهائي للطاقة، الف طن بترول مكافئ					هيكل الاستهلاك النهائي للطاقة، %			
	الصناعة	النقل	القطاعات الاخرى	غير اغراض الطاقة	الاجمالي	الصناعة	النقل	القطاعات الاخرى	غير اغراض الطاقة
١٩٧٠	٢٥٢٨,١	١٢٣٢,٣	١٣٢٨,٨	٢٤٠,٥	٥٣٢٩,٨	٤٧,٤	٢٣,١	٢٤,٩	٤,٥
١٩٧١	٢٧٤٤,٨	١٣٨٦,١	١٤٨٢,٠	٢٧٠,٧	٥٨٨٣,٦	٤٦,٧	٢٣,٦	٢٥,٢	٤,٦
١٩٧٢	٢٧١٥,٩	١٤٦٨,٢	١٥٤٨,٩	٢٤٠,٨	٥٩٧٣,٩	٤٥,٥	٢٤,٦	٢٥,٩	٤,٠
١٩٧٣	٢٧٠٨,٦	١٥٥٣,٦	١٦١٩,٢	٢٠٩,٣	٦٠٩٠,٧	٤٤,٥	٢٥,٥	٢٦,٦	٣,٤
١٩٧٤	٣٢٦٣,٧	١٥٩٥,٠	١٧٢٧,٧	٢٢٩,٩	٦٨١٦,٣	٤٧,٩	٢٣,٤	٢٥,٣	٣,٤
١٩٧٥	٣٧٦٣,٠	١٦٣٣,١	١٨٤١,٣	٢٥٢,٧	٧٤٩٠,٠	٥٠,٢	٢١,٨	٢٤,٦	٣,٤
١٩٧٦	٤٣٠٥,٣	١٩٦٣,١	٢١٥٣,٨	٣٧٥,٩	٨٧٩٨,١	٤٨,٩	٢٢,٣	٢٤,٥	٤,٣
١٩٧٧	٤٥٨٦,٣	٢٠٧٥,٢	٢٢٥١,١	٦٤٤,٥	٩٥٥٧,١	٤٨,٠	٢١,٧	٢٣,٦	٦,٧
١٩٧٨	٤٦١٧,٤	٢٠٩٠,٦	٢٣٤٧,٤	٧٦٩,٦	٩٨٢٥,٠	٤٧,٠	٢١,٣	٢٣,٩	٧,٨
١٩٧٩	٥٠٣٦,٧	٢٣٣١,٤	٢٥٩٩,٠	٩٣٠,٢	١٠٨٩٧,٣	٤٦,٢	٢١,٤	٢٣,٩	٨,٥
١٩٨٠	٥٥٩٦,٨	٢٨٧٧,٠	٢٧٦٦,٦	١١٤٨,٦	١٢٣٨٨,٩	٤٥,٢	٢٣,٢	٢٢,٣	٩,٣
١٩٨١	٦٠٧٦,١	٣١٨٠,٢	٣٠٨٤,٥	١٣٤٩,٩	١٣٦٩٠,٧	٤٤,٤	٢٣,٢	٢٢,٥	٩,٩
١٩٨٢	٦٤٠٠,٩	٣٢٥٩,٩	٣٥٢٧,٦	١٤٥٣,٩	١٤٦٤٢,٣	٤٣,٧	٢٢,٣	٢٤,١	٩,٩
١٩٨٣	٦٨٤٨,٢	٣٦٤٧,١	٣٩٩٧,٥	١٦٠٦,٧	١٦٠٩٩,٥	٤٢,٥	٢٢,٧	٢٤,٨	١٠,٠
١٩٨٤	٧٤٥٠,٥	٤٠٤٣,٨	٤٤٥٢,٩	١٩٥٥,٩	١٧٩٠٣,١	٤١,٦	٢٢,٦	٢٤,٩	١٠,٩
١٩٨٥	٧٦٢٨,٨	٤٤٠٩,٧	٤٨٢٣,٥	١٩٣٩,١	١٨٨٠١,٢	٤٠,٦	٢٣,٥	٢٥,٧	١٠,٣
١٩٨٦	٧١٧٧,٤	٤٣٤٦,٨	٥٠٤٧,٥	١٩٥٤,٩	١٨٥٢٦,٥	٣٨,٧	٢٣,٥	٢٧,٢	١٠,٦
١٩٨٧	٧٩٧٠,١	٤٤٦٠,٤	٥١٧٩,١	٢١٥٧,٤	١٩٧٦٧,٠	٤٠,٣	٢٢,٦	٢٦,٢	١٠,٩
١٩٨٨	٨٢٧٢,٩	٤٢٢٥,٦	٤٩٩٠,٣	٢٠٩٣,٥	١٩٥٨٢,٢	٤٢,٢	٢١,٦	٢٥,٥	١٠,٧
١٩٨٩	٨٨٢٦,٧	٤٠٤٩,٢	٤٨٦٥,٩	٢٣١٠,٧	٢٠٠٥٢,٦	٤٤,٠	٢٠,٢	٢٤,٣	١١,٥
١٩٩٠	٩٤٥٣,٢	٤٢١٩,٠	٥٠٣١,٦	٢٢٦٠,٠	٢٠٩٦٣,٨	٤٥,١	٢٠,١	٢٤,٠	١٠,٨
١٩٩١	٩٩٧٨,٨	٤٠٧٦,٦	٤٩٧٠,٩	٢٥٠٧,٤	٢١٥٣٣,٨	٤٦,٣	١٨,٩	٢٣,١	١١,٦
١٩٩٢	١٠٣٣١,٣	٣٩٣٤,٦	٤٨٨٥,٣	٢٤٦٧,٦	٢١٦١٨,٧	٤٧,٨	١٨,٢	٢٢,٦	١١,٤
١٩٩٣	١٠٠٥٨,١	٥١٣٣,٥	٤٨٨٣,٠	٢٥٥٩,٤	٢٢٦٣٣,٩	٤٤,٤	٢٢,٧	٢١,٦	١١,٣
١٩٩٤	٩٥٣٤,٥	٦٤١٣,٢	٤٩١٨,٩	٢٦٢٠,٣	٢٣٤٨٦,٩	٤٠,٦	٢٧,٣	٢٠,٩	١١,٢
١٩٩٥	١٠٤٥٤,٣	٦٩٦١,٨	٥٢١٦,٨	٢٤٦٤,٧	٢٥٠٩٧,٧	٤١,٧	٢٧,٧	٢٠,٨	٩,٨
١٩٩٦	١١٢٣٢,٢	٧٤٧٧,٩	٥٥٨٧,٦	٢٢٣٤,٥	٢٦٥٣٢,٣	٤٢,٣	٢٨,٢	٢١,١	٨,٤
١٩٩٧	١١٧٨٣,٩	٧٩٣١,٧	٥٩٤٠,٩	٢٢٤٤,٥	٢٧٩٠١,٠	٤٢,٢	٢٨,٤	٢١,٣	٨,٠

يوضح جدول (٣-٣) أن الصناعة هي المستهلك الرئيسي للطاقة وقد تزايد استهلاك الطاقة في الصناعة خلال الفترة ١٩٧٠-١٩٩٧ بمعدل نمو مقداره ٥,٩% سنويا، رغم أن نصيب الصناعة في الاستهلاك النهائي للطاقة في تناقص مستمر. فقد تناقص من ٥٠% عام ١٩٧٥ إلى حوالي ٤٢% عام ١٩٩٧. أما قطاع النقل فقد تزايد استهلاكه من الطاقة في نفس الفترة بمعدل زيادة سنوية مقداره ٧,١%. وازداد نصيبه في الاستهلاك النهائي للطاقة من ٢٢% إلى ٢٨% في الفترة ١٩٧٥-١٩٩٧. أما القطاعات الأخرى وتشمل الزراعة والمرافق العامة والاستهلاك المنزلي والتجاري فقد تزايدت في الفترة موضع الدراسة من ١,٣ إلى ٥,٩ مليون طن بترول مكافئ بمعدل نمو سنوي مقداره ٥,٧%. ومن المهم ملاحظة أن القطاع المنزلي والتجاري هو المستهلك الرئيسي من بين هذه القطاعات حيث وصل نصيبه إلى حوالي ٨٣,٥% من إجمالي استهلاك هذه القطاعات في عام ١٩٩٨/٩٧ [١١].

أما الاستهلاك لغير أغراض الطاقة فينحصر في المنتجات البترولية التي تشمل الزيوت والشحوم والأسفلت وفي الغاز الطبيعي المستخدم كمادة خام في صناعة الأسمدة. وقد تزايد الاستهلاك لغير أغراض الطاقة من ٥,٣ إلى ٢٧,٩ مليون طن بترول مكافئ في الفترة ١٩٧٠-١٩٩٧ بمعدل نمو سنوي مقداره ٦,٣% مع ملاحظة أنه اعتبارا من عام ١٩٧٧ فإن الغاز الطبيعي المستخدم كمادة خام في صناعة الأسمدة يمثل أغلبية الاستهلاك في غير أغراض الطاقة. وسوف نناقش فيما يلي بتفصيل أكبر التوزيع القطاعي للاستهلاك النهائي للطاقات المختلفة والوزن النسبي لكل منها في استهلاك القطاعات المختلفة.

٣-١ التوزيع القطاعى للاستهلاك النهائى للطاقة

٣-١-١ التوزيع القطاعى لاستهلاك الفحم

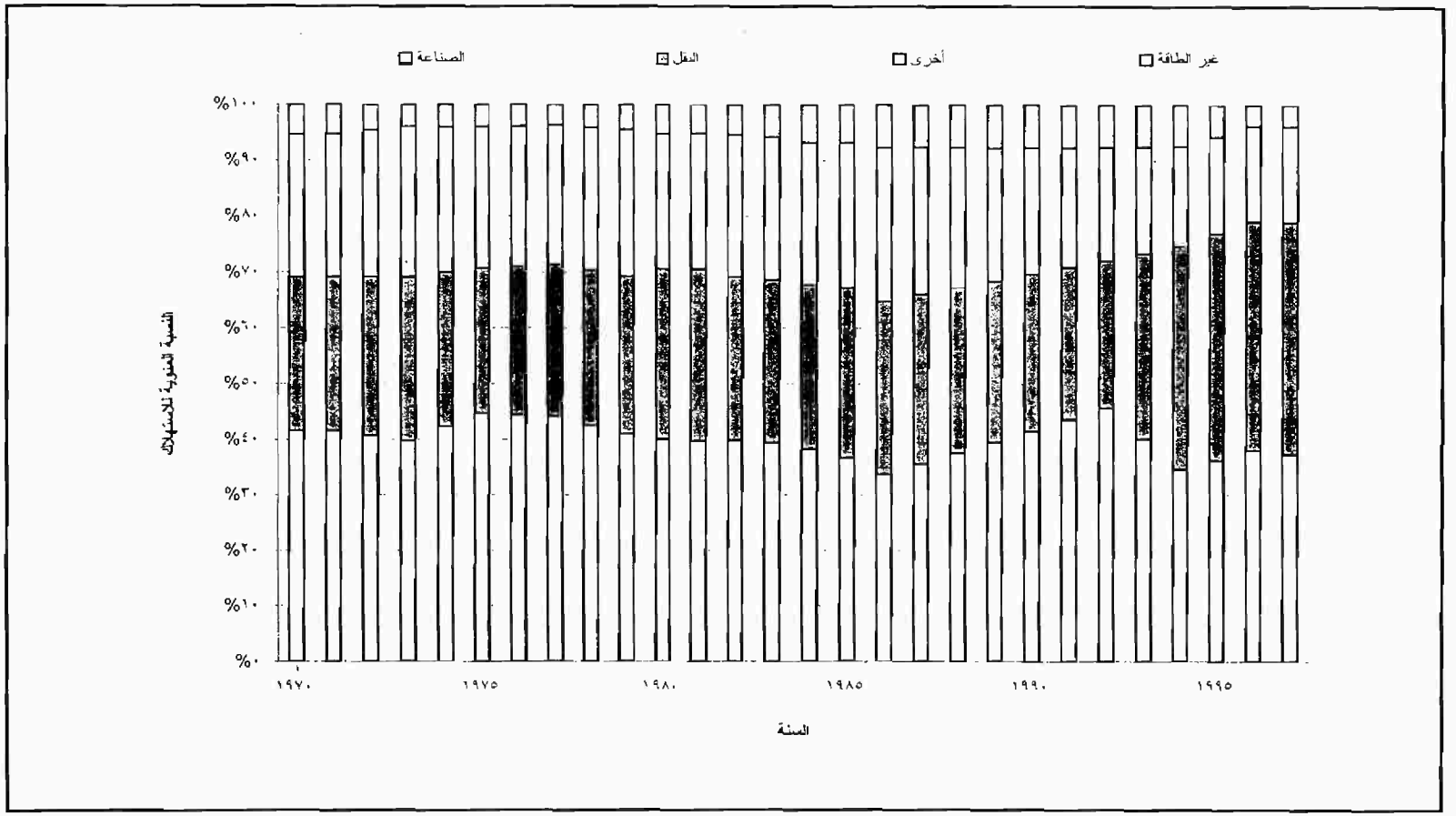
تزايد الاستهلاك النهائي للفحم من ٣٧٦,٥ ألف طن بترول مكافئ عام ١٩٧٠ إلى ٩٦١,٤ ٥ ألف طن بترول مكافئ عام ١٩٩٧ بمعدل نمو ٣,٥% سنويا. وكما

يتضح في ملحق (٩) فإن الاستهلاك النهائي للفحم يتم في قطاع الصناعة فقط. ورغم تزايد الكميات المطلقة من الفحم المستخدمة في قطاع الصناعة فإن إجمالي الطاقة المستهلكة في هذا القطاع قد انخفضت من ١٤,٩% عام ١٩٧٠ إلى ٧,١% عام ١٩٩٧. ويلاحظ أن جزء من العرض الإجمالي للفحم قد أستخدم لتلبية احتياجات قطاع الكهرباء في الأعوام ١٩٨٤ – ١٩٩٢. ومن الجدير بالذكر أن هذا الفحم لم يستخدم في توليد الكهرباء ولكن في إنتاج غاز الاستصباح الذي كان ينتجه قطاع الكهرباء كأحد الموروثات من شركة ليبون.

٣-١-٢ التوزيع القطاعى لاستهلاك منتجات البترول

تمثل منتجات البترول النصيب الأكبر من الاستهلاك النهائي للطاقة كما يتضح في جدول (٢-٣). ورغم انخفاض هذا النصيب من ٨٣% عام ١٩٧٠ إلى ٦٨% عام ١٩٩٧ بسبب التوسع في إحلال الغاز الطبيعي محل منتجات البترول كلما أمكن ذلك، فإن استهلاك المنتجات البترولية في ازدياد مستمر وإن كان بمعدلات أقل. فبينما كان معدل الزيادة في استهلاك المنتجات البترولية في الفترة ١٩٧٢ – ١٩٧٧ حوالي ٨,٢% سنويا، انخفض هذا المعدل إلى ٥% سنويا في الفترة ١٩٩٢- ١٩٩٧. وكما يتضح من شكل (٢-٣) الذي يعتمد على البيانات الواردة بملحق (١٠) أن الصناعة تستهلك حوالي ٤٠% من الاستهلاك النهائي للمنتجات البترولية بينما تزايد استهلاك قطاع النقل من ٢٧,٥% عام ١٩٧٠ إلى ما يزيد عن ٤٠% عام ١٩٩٧. أما القطاعات الأخرى (تشمل قطاع الزراعة والقطاع المنزلي والتجارى والمرافق) فقد انخفض نصيبها من حوالي ٢٥% عام ١٩٧٠ إلى ١٧% عام ١٩٩٧ أما الاستهلاك في غير أغراض الطاقة فقد تراوح من ٥% إلى ٨% طوال الفترة محل الدراسة.

من المهم ملاحظة أن الصناعة قد بدأت تفقد موقعها باعتبارها المستهلك الرئيسي للمنتجات البترولية اعتبارا من عام ١٩٩٤ وإذا استمر هذا الاتجاه فسوف يتزايد استهلاك المنتجات البترولية بمعدلات عالية حيث انه يصعب توفير بديل

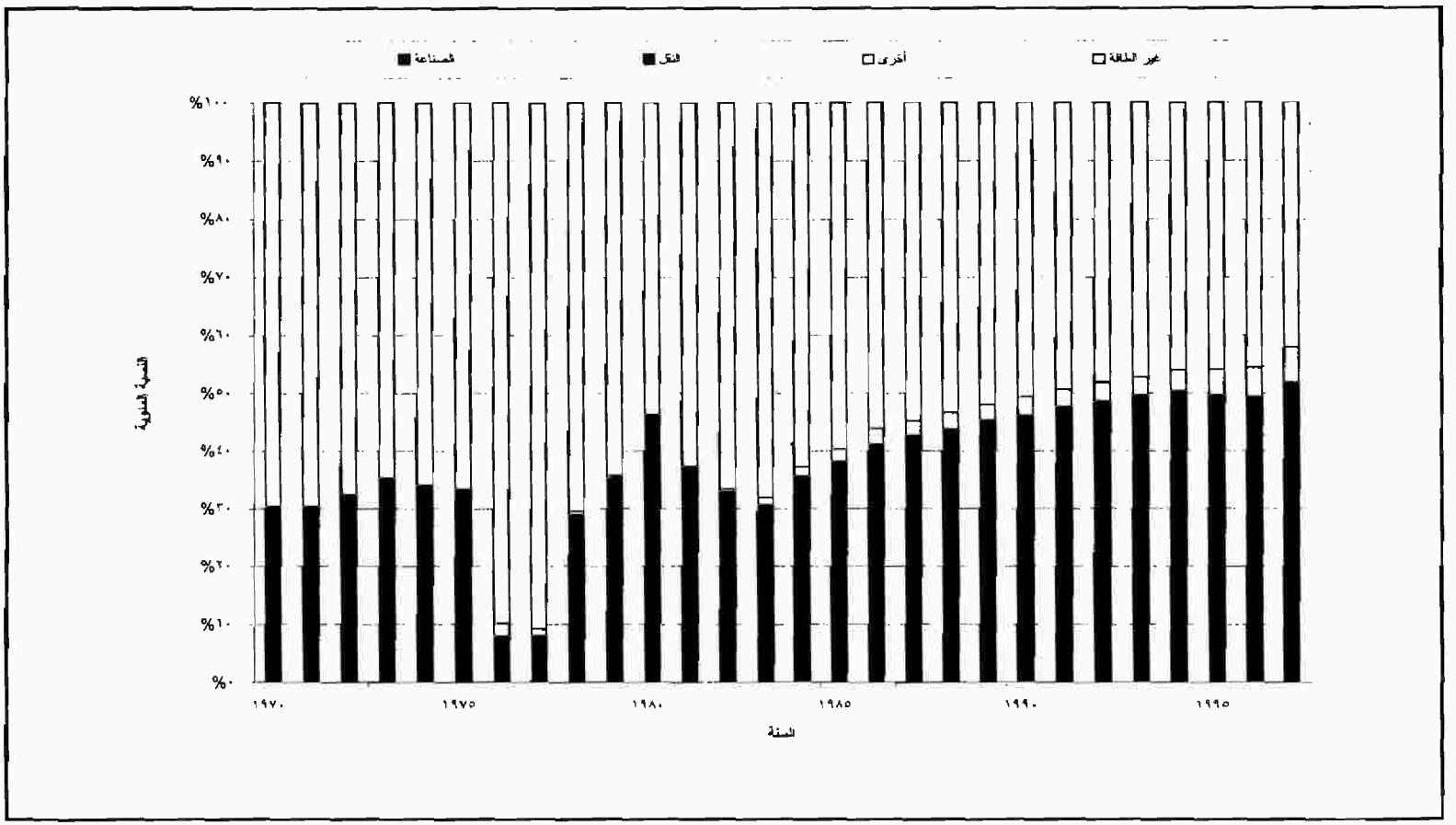


شكل (٢-٣): التوزيع القطاعى لاستهلاك المواد البترولية

للوقود البترولي المستخدم في قطاع النقل في المستقبل القريب رغم بدء استخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات في بعض المدن الكبيرة حيث وصل استهلاكه كوقود للسيارات إلى حوالي ٢٥,٥ ألف طن (٢٨,٣ ألف طن بترول مكافئ) عام ١٩٩٨/٩٧ [١١] تمثل حوالي ٠,٣% من استهلاك المنتجات البترولية في قطاع النقل في نفس العام (ملحق ١٠).

٣-١-٣ التوزيع القطاعى لاستهلاك الغاز الطبيعى

يتجه الاستهلاك من الغاز الطبيعي إلى الزيادة على مستوى القطاعات المختلفة كما يلاحظ في ملحق (١١) الذي يوضح أيضا الأهمية التي يحتلها استهلاك قطاع الكهرباء من العرض الإجمالي من الغاز الطبيعي والتي بلغت نحو ٦٠% عام ١٩٩٧. ويلاحظ من الملحق ومن شكل (٣-٣) أنه حتى السنوات الأولى من عقد التسعينات فإن معظم الاستهلاك النهائي من الغاز الطبيعي كان في غير أغراض الطاقة وبالتحديد الاستخدام كمادة خام في صناعة الأسمدة كما سبق أن ذكرنا وقد انخفضت هذه النسبة من ٥٤% عام ١٩٨٠ إلى حوالي ٤٢% عام ١٩٩٧ وفى نفس الفترة زاد نصيب الصناعة من حوالي ٤٦% إلى ٥٢% وتقتصر القطاعات الأخرى المستهلكة للغاز الطبيعي على القطاع المنزلي والتجاري (باستثناء الفترة السابقة على عام ١٩٧٦) وتمثل نسب ضئيلة من الاستهلاك النهائي مقارنه باستهلاك الصناعة ومصانع الأسمدة.



شكل (٣-٣): هيكل استهلاك الغاز الطبيعى فى القطاعات المختلفة

٣-١-٤ التوزيع القطاعى لاستهلاك الكهرباء

تزايد الاستهلاك النهائي للكهرباء من ٥,٩ تيراوات.ساعة عام ١٩٧٠ إلى ٥١,١ تيراوات.ساعة عام ١٩٩٧ بمعدل زيادة سنوية مقدارها ٨,٣%. وكما يتضح من شكل (٤-٣) الذي يعتمد على البيانات الواردة في ملحق (١٢) فإن الاستهلاك من الطاقة الكهربية في القطاعات المختلفة يتزايد باطراد وإن كان بمعدلات مختلفة. ولعله مما يثير القلق تزايد نصيب القطاع المنزلي والتجاري من إجمالي الاستهلاك النهائي للكهرباء من ١٣% عام ١٩٧٠ إلى ٣٨% عام ١٩٩٧. في مقابل انكماش كبير في قطاع الصناعة الذي انخفض نصيبه من حوالي ٦٠% إلى ٤٣% خلال نفس الفترة ومعنى ذلك أن جانبا كبيرا من الطاقة الكهربية الباهظة التكلفة قد تحول استخدامه من قطاع إنتاجي كالصناعة إلى قطاع استهلاكي أو شبه استهلاكي وهو المنزلي والتجارى.

٣-٢- هيكل استهلاك الطاقة فى القطاعات المختلفة

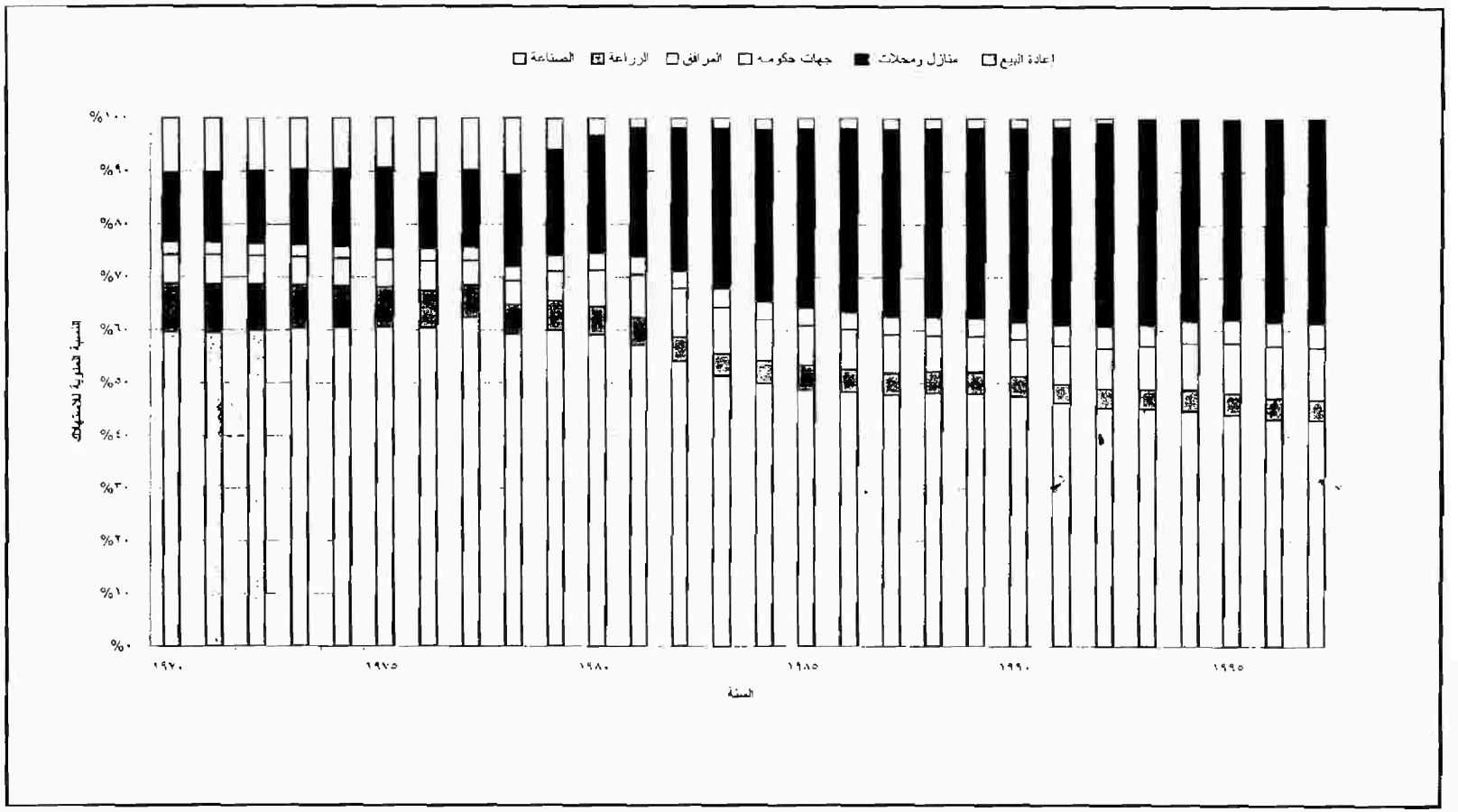
سوف نحاول في هذا الجزء تحليل استهلاك القطاعات الرئيسية من حيث الوزن النسبي لكل نوع من أنواع الطاقة الثانوية المذكورة أعلاه لإعطاء مزيد من التفاصيل عن البيانات الواردة في جدول (٣-٣).

٣-٢-١ قطاع الصناعة :

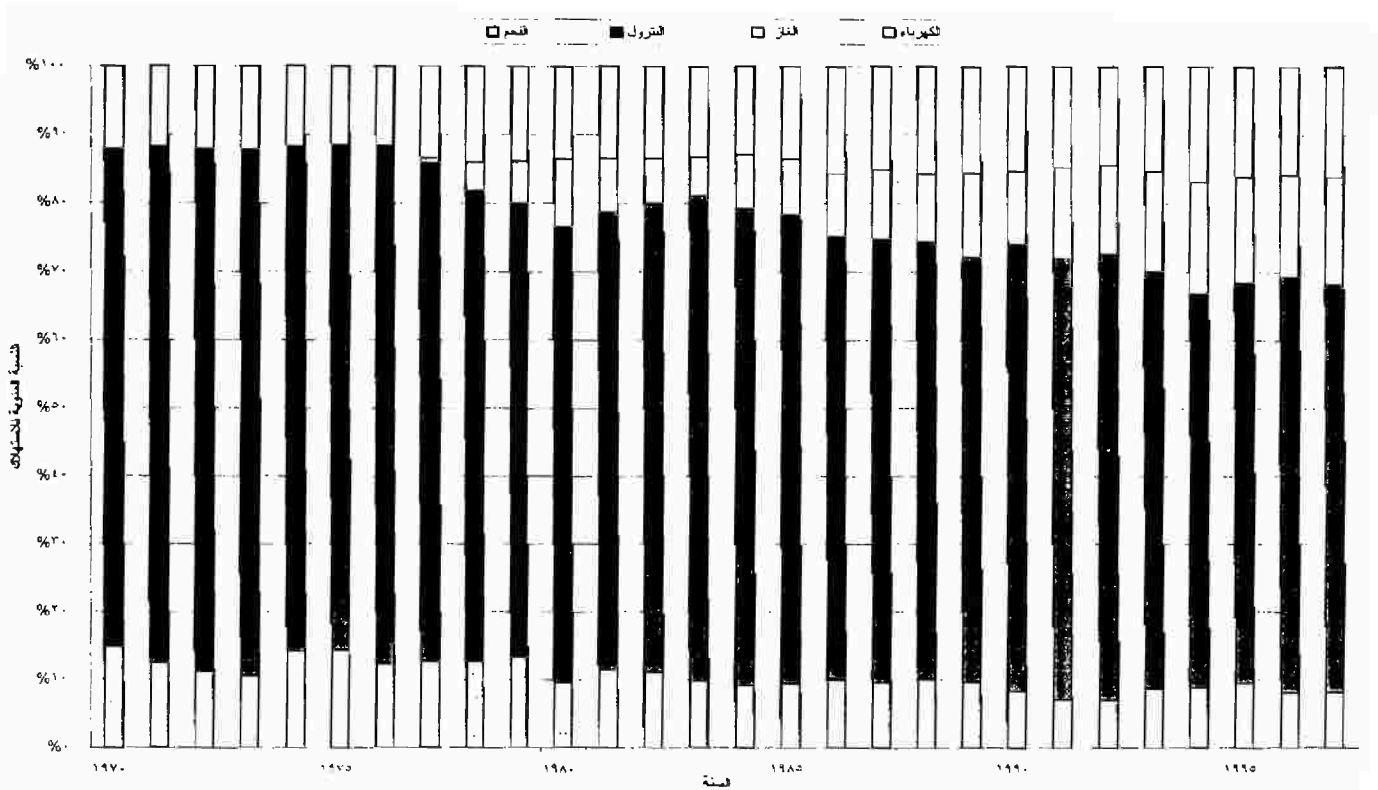
يعد قطاع الصناعة اكبر مستهلك للطاقة بين القطاعات المختلفة (جدول ٣-٣) فهو يستهلك كل الفحم (ملحق ٩) وما يقرب من ٤٠% من الاستهلاك النهائي من المنتجات البترولية (ملحق ١٠) والغالبية العظمى من الاستهلاك النهائي للغاز الطبيعي المستخدم في أغراض الطاقة (ملحق ١١) ومعظم استهلاك الكهرباء (ملحق ١٢). ويوضح شكل (٥-٣) النصيب النسبي لاستهلاك قطاع الصناعة من الطاقة ومنه ومن الملاحق (٩)-(١٢) يتضح ما يلي:

أ - زيادة الاستهلاك من جميع أنواع الطاقة .

ب - اتجاه النصيب النسبي للغاز الطبيعي والكهرباء إلى الارتفاع على حساب النصيب النسبي للفحم والمنتجات البترولية.



شكل (٤-٣): التوزيع القطاعى لاستهلاك الكهرباء



شكل (٥-٣): هيكل استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة

ج - النسبة العظمى من الطاقة المستهلكة في قطاع الصناعة تتم في صورة منتجات بترولية.

٣-٢-٢ قطاع النقل

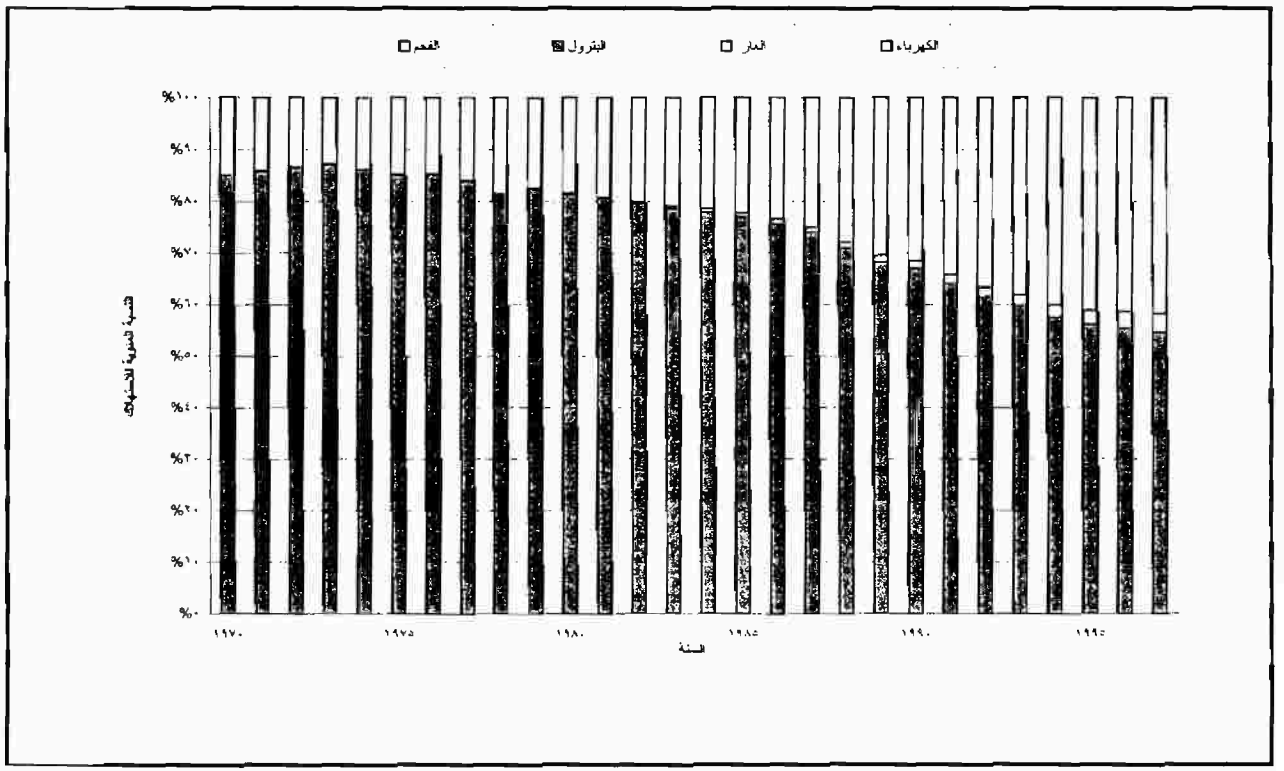
تراوح نصيب قطاع النقل في معظم الفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ حول ٢٣% من الاستهلاك النهائي للطاقة كما يتضح من جدول (٣-٣) ويعتمد قطاع النقل على منتجات البترول في توفير اكثر من ٩٩% من احتياجاته من الطاقة كما يتضح في ملحق (١٣). وكما سبق أن ذكرنا فقد بدء في استخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات، إلا أن نسب الاستهلاك لا تزال ضئيلة للغاية مقارنه بالمنتجات البترولية. ولا يفوتنا أن نلاحظ أن جانبا كبيرا من استهلاك قطاع النقل يستخدم في السيارات الخاصة ومن ثم يعتبر استخداما استهلاكيا.

٣-٢-٣ القطاعات الأخرى

وتشمل كما سبق أن أوضحنا قطاعات الزراعة والمرافق و القطاع المنزلي والتجاري. إلا أن أكبرها هو القطاع المنزلي والتجارى وكما يتبين من شكل (٦-٣) وأيضا من شكل (٤-٣) فقد تزايد بشكل كبير نصيب استهلاك الكهرباء (أساسا في القطاع المنزلي والتجارى) على حساب استهلاك المنتجات البترولية التي انخفض نصيبها من الاستهلاك من ٨٥% عام ١٩٧٠ إلى حوالي ٥٥% عام ١٩٩٧.

٣-٢-٤ الاستهلاك فى غير أغراض الطاقة

وتشمل كما سبق أن ذكرنا الزيوت والشحومات والأسفلت (منتجات بترولية) والغاز الطبيعي المستخدم كمادة خام في صناعة الأسمدة وقد تراوحت في الفترة ١٩٨٠ - ١٩٩٧ حول ١٠% من الاستهلاك النهائي كما يتضح في جدول (٣-٣) ومن المتوقع أن تقل هذه النسب في المستقبل بسبب تزايد استهلاك الغاز الطبيعي في الصناعة وثبات احتياجات مصانع الأسمدة.



شكل (٦-٣): هيكل استهلاك الطاقة فى القطاعات الأخرى (الزراعة - المنزلى والتجارى - المرافق العامة)

٤- مؤشرات استهلاك الطاقة فى مصر

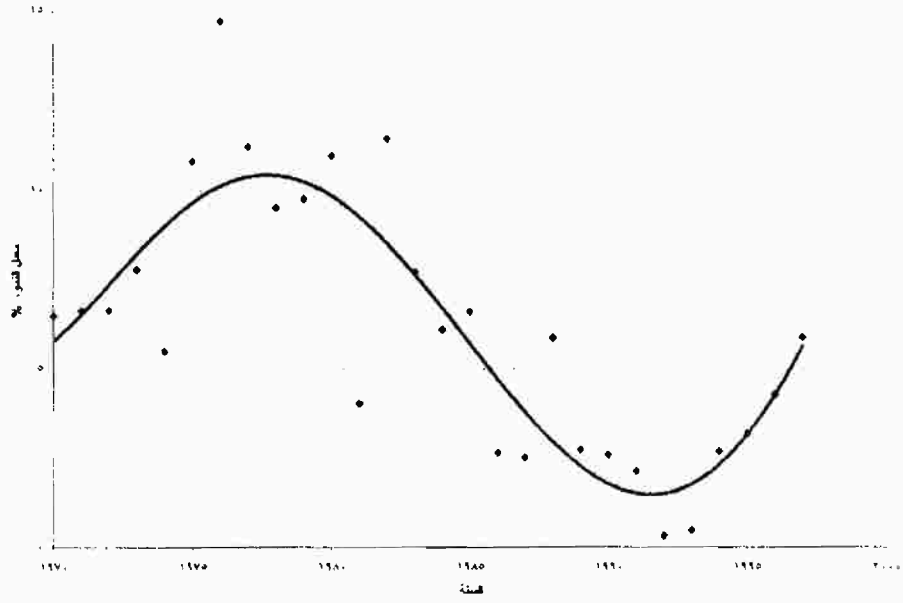
شهدت الفترة ١٩٧٠ -١٩٩٧ زيادة مطردة في استهلاك الطاقة الأولية بصفة عامة وفى استهلاك زيت البترول بصفة خاصة كما يتضح في جدول (٤-٣) حيث زاد استهلاك الطاقة الأولية خلال هذه الفترة ما يقرب من خمس مرات، بمعدل زيادة سنوية مقداره ٦,١%. أي ما يقرب من ثلاثة أمثال معدل زيادة السكان خلال نفس الفترة الذي بلغ ٢,٣% سنويا. أما استهلاك زيت البترول فقد زاد أربعة مرات خلال نفس الفترة. وقد نتج عن ذلك زيادة نصيب الفرد من الطاقة الأولية من ٢٣٩ كجم بترول مكافئ عام ١٩٧٠ إلى ٦٣٢ كجم بترول مكافئ عام ١٩٩٧ بمعدل زيادة سنوية مقداره ٣,٧%.

إلا أن استهلاك الكهرباء تضاعف ما يقرب من تسع مرات خلال نفس الفترة من ٦,٩ تيراوات.ساعة عام ١٩٧٠الى ٦٠ تيراوات. ساعة عام ١٩٩٧ بمعدل زيادة سنوية مقداره ٨,٣%. وارتفع نصيب الفرد السنوي من الكهرباء من ٢١٣ كيلووات.ساعة عام ١٩٧٠ إلى ٩٩١ كيلو وات.ساعة عام ١٩٩٧. ويلاحظ أيضا من جدول (٤-٣) أن الناتج المحلى الإجمالي محسوبا بتكلفة عوامل الإنتاج الثابتة لعام ١٩٩٠ قد زاد خلال نفس الفترة بمعدل ٦% سنويا وهو ما يساوى تقريبا معدل الزيادة السنوية في استهلاك الطاقة الأولية.

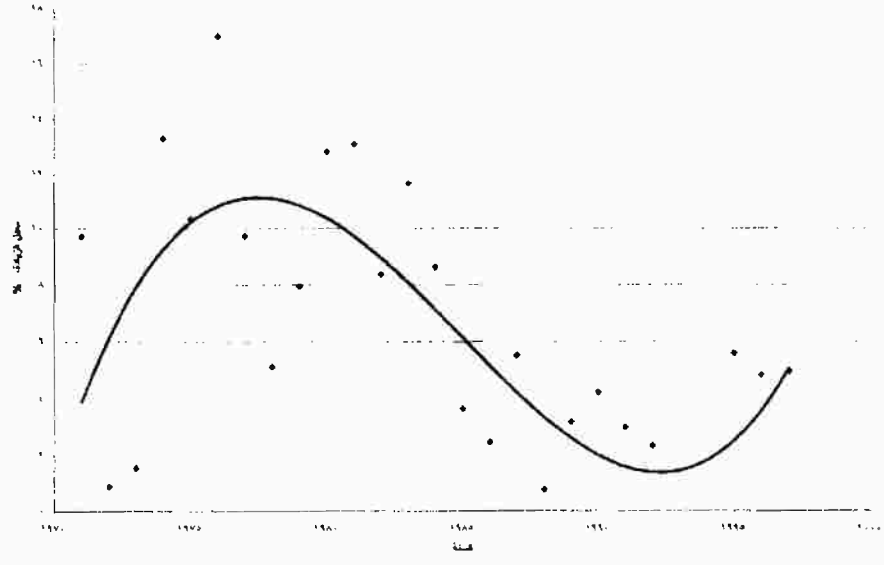
توضح الأشكال (٧-٣)- (١٠-٣) تطور معدلات نمو الناتج المحلى الإجمالي ومتطلبات الطاقة الأولية واستهلاك زيت البترول وتوليد الكهرباء على التوالي. ويلاحظ أنه رغم تذبذب معدل النمو السنوي لكل منها إلا أنه يمكن تقريب كل منها إلى منحنى على شكل حرف S تتزايد فيه المعدلات حتى نهايته العظمى (قبيل توقيع اتفاقية كامب ديفيد عام ١٩٧٩) ثم تبدأ في الهبوط بعد ذلك حتى تصل إلى نهايته الصغرى حوالي عام ١٩٩٢ مع تنفيذ سياسات إعادة الهيكلة بالاتفاق مع صندوق النقد الدولي والبنك الدولي. في نفس الوقت فإن منحني تطور العرض الإجمالي من الطاقة مع الزمن يتضح عليه ثلاث فترات تبدلت فيها السياسات والظروف الدولية تتضمن الأولى استلام وتشغيل حقول سيناء وخليج السويس وانتهاء التعبئة العسكرية في كامب ديفيد وتتضمن الثالثة بدء تنفيذ سياسة التكيف الهيكلي والإصلاح الاقتصادي في بداية التسعينيات وما صاحبه من استقرار سعر الصرف واختيار سياسة إحلال الغاز الطبيعي محل المنتجات البترولية (كلما أمكن ذلك) التي تزامنت مع التدهور في السعر الحقيقي للنفط، أما الفترة الثانية فهي مرحلة انتقالية بين الأولى والثالثة. وهو ما يوضح حساسية استهلاك الطاقة للسياسات.

جدول (٤-٣)
مؤشرات استهلاك الطاقة فى مصر

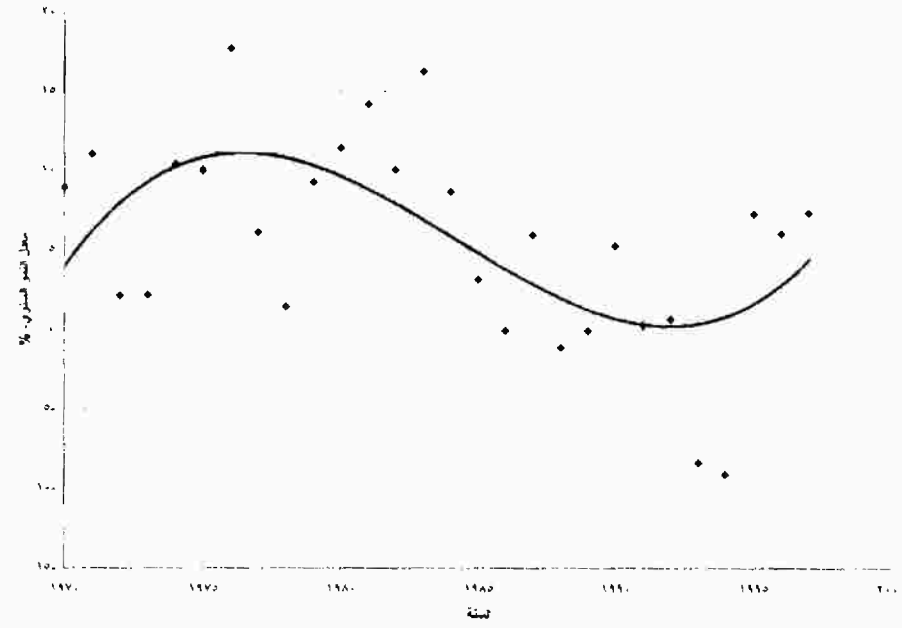
السنة	الطاقة الأولية ألف ط.ب.م	البترول ألف ط.ب.م	الكهرباء ج.و.س	السكان مليون	ن.م.ا بليون $ ١٩٩٠	كثافة استخدام الطاقة كجم ب.م/$	نصيب الفرد من الطاقة طن ب.م/نسمة	كثافة استخدام البترول كجم ب.م/$	نصيب الفرد من البترول طن ب.م/نسمة	كثافة استخدام الكهرباء ك.و.س/$	نصيب الفرد من الكهرباء ك.و.س/نسمة	ن.م.ا/نسمة $ ١٩٩٠/نسمة
١٩٧٠	٧٧٨٤	٥٦٩٦	٦٩١٥	٣٢,٥٤٢	٨,٠٥٥	٠,٩٦٦	٠,٢٣٩	٠,٧٠٧	٠,١٧٥	٠,٨٥٩	٢١٣	٢٤٨
١٩٧١	٨٥٤٣	٦٣٢٧	٧٣٢٣	٣٣,١٩٠	٨,٥٩٠	٠,٩٩٤	٠,٢٥٧	٠,٧٣٧	٠,١٩١	٠,٨٥٣	٢٢١	٢٥٩
١٩٧٢	٨٦٢٠	٦٤٦٦	٧٣٨٤	٣٣,٨٥٠	٩,١٦٠	٠,٩٤١	٠,٢٥٥	٠,٧٧٩	٠,١٩١	٠,٨٠٦	٢١٨	٢٧١
١٩٧٣	٨٧٥٥	٦٦٠٩	٧٤٣٥	٣٤,٥٢٤	٩,٨٧٤	٠,٨٨٧	٠,٢٥٤	٠,٦٦٩	٠,١٩١	٠,٧٥٣	٢١٥	٢٨٦
١٩٧٤	٩٩٢٠	٧٢٩٨	٨٥٤٩	٣٥,٢١١	١٠,٤١٦	٠,٩٥٢	٠,٢٨٢	٠,٧٠١	٠,٢٠٧	٠,٨٢١	٢٤٣	٢٩٦
١٩٧٥	١٠٩٤٨	٨٠٣٣	٩٨٠٠	٣٥,٩١٢	١١,٥٤٣	٠,٩٤٨	٠,٣٠٥	٠,٦٩٦	٠,٢٢٤	٠,٨٤٩	٢٧٣	٣٢١
١٩٧٦	١٢٨٠٨	٩٤٥٩	١١٦٤٦	٣٦,٦٢٦	١٣,٢٤١	٠,٩٦٧	٠,٣٥٠	٠,٧١٤	٠,٢٥٨	٠,٨٨٠	٣١٨	٣٦٢
١٩٧٧	١٤٠٥٦	١٠٠٣٨	١٣٥١٧	٣٧,٦٤٧	١٤,٧٢٨	٠,٩٥٤	٠,٣٧٣	٠,٦٨٢	٠,٢٦٧	٠,٩١٨	٣٥٩	٣٩١
١٩٧٨	١٤٧٧٥	١٠١٨٥	١٥٠١٢	٣٨,٦٩٥	١٦,١٣٠	٠,٩١٦	٠,٣٨٢	٠,٦٣١	٠,٢٦٣	٠,٩٣١	٣٨٨	٤١٧
١٩٧٩	١٥٩٥١	١١١٣٢	١٦٣٥٩	٣٩,٧٧٣	١٧,٧٠٥	٠,٩٠١	٠,٤٠١	٠,٦٢٨	٠,٢٨٠	٠,٩٢٤	٤١١	٤٤٥
١٩٨٠	١٧٩٩٦	١٢٤٠٩	١٨٤٢٩	٤٠,٨٨١	١٩,٦٤٥	٠,٩١٦	٠,٤٤٠	٠,٦٢٠	٠,٣٠٤	٠,٩٣٨	٤٥١	٤٨١
١٩٨١	٢٠٣٥١	١٤١٧٥	٢٠٧٤٨	٤٢,٠٢٠	٢٠,٤٣٧	٠,٩٩٦	٠,٤٨٤	٠,٦٦٣	٠,٣٣٧	١,٠١٥	٤٩٤	٤٨٦
١٩٨٢	٢٢٠٥٦	١٥٦٠١	٢٣٣٥٣	٤٣,١٩١	٢٢,٧٧٦	٠,٩٦٨	٠,٥١١	٠,٦٥٣	٠,٣٦١	١,٠٢٥	٥٤١	٥٢٧
١٩٨٣	٢٤٦٢٦	١٨١٤٦	٢٥٨٧٩	٤٤,٣٩٤	٢٤,٥٣٣	١,٠٠٤	٠,٥٥٥	٠,٦٨٢	٠,٤٠٩	١,٠٥٥	٥٨٣	٥٥٣
١٩٨٤	٢٦٧٥٣	١٩٧٢٠	٢٩٠٤٩	٤٥,٦٣٠	٢٦,٠٢٨	١,٠٢٨	٠,٥٨٦	٠,٧٠٦	٠,٤٣٢	١,١١٦	٦٣٧	٥٧٠
١٩٨٥	٢٧٧٢٩	٢٠٣٤٠	٣١٤٥٨	٤٦,٩٠٢	٢٧,٧٤٥	٠,٩٩٩	٠,٥٩١	٠,٦٩٧	٠,٤٣٤	١,١٣٤	٦٧١	٥٩٢
١٩٨٦	٢٨٤١٣	٢٠٣١٩	٣٣٤٦٤	٤٨,٢٠٨	٢٨,٤٧٩	٠,٩٩٨	٠,٥٨٩	٠,٦٨٣	٠,٤٢١	١,١٧٥	٦٩٤	٥٩١
١٩٨٧	٢٩٩٨٢	٢١٥٢٨	٣٦٨٩٥	٤٩,٢١٥	٢٩,١٩٧	١,٠٢٧	٠,٦٠٩	٠,٧١٧	٠,٤٣٧	١,٢٦٤	٧٥٠	٥٩٣
١٩٨٨	٣٠٢٢١	٢١٢٩١	٣٨٧١٣	٥٠,٢٤٢	٣٠,٩١٣	٠,٩٧٨	٠,٦٠٢	٠,٦٨٩	٠,٤٢٤	١,٢٥٢	٧٧١	٦١٥
١٩٨٩	٣١١٨٦	٢١٢٦٦	٤٠٦١٥	٥١,٢٩١	٣١,٧٦٦	٠,٩٨٢	٠,٦٠٨	٠,٦٦٩	٠,٤١٥	١,٢٧٩	٧٩٢	٦١٩
١٩٩٠	٣٢٥٠٤	٢٢٣٨٣	٤٢٥٦٣	٥٢,٣٦٢	٣٢,٥٩٣	٠,٩٩٧	٠,٦٢١	٠,٦٨٧	٠,٤٢٧	١,٣٠٦	٨١٣	٦٢٢
١٩٩١	٣٣٤٧٦	٢٢٤٤٧	٤٤٤٨٠	٥٣,٤٥٦	٣٣,٢٩٢	١,٠٠٦	٠,٦٢٦	٠,٦٧٤	٠,٤٢٠	١,٣٣٦	٨٣٢	٦٢٣
١٩٩٢	٣٤٢٦٢	٢٢٥٩٤	٤٦٢٨٩	٥٤,٥٧٢	٣٣,٤٠٢	١,٠٢٦	٠,٦٢٨	٠,٦٧٦	٠,٤١٤	١,٣٨٦	٨٤٨	٦١٢
١٩٩٣	٣٣٩٦٢	٢٠٧١٣	٤٧٨٥٠	٥٥,٧١١	٣٣,٥٦٩	١,٠١٢	٠,٦١٠	٠,٥٧٥	٠,٣٧٢	١,٤٢٥	٨٥٩	٦٠٣
١٩٩٤	٣٢٩١٧	١٨٨٣١	٤٩٩٥٢	٥٦,٨٧٥	٣٤,٤٧٥	٠,٩٥٥	٠,٥٧٩	٠,٥٣٩	٠,٣٣١	١,٤٤٩	٨٧٨	٦٠٦
١٩٩٥	٣٤٧٦٠	٢٠١٩٢	٥٢٨٧٢	٥٨,٠٦٢	٣٥,٥٧٩	٠,٩٧٧	٠,٥٩٩	٠,٥٥٤	٠,٣٤٨	١,٤٨٦	٩١١	٦١٣
١٩٩٦	٣٦٤٤١	٢١٤١٠	٥٦٠٥٠	٥٩,٢٧٤	٣٧,١٠٨	٠,٩٨٢	٠,٦١٥	٠,٥٧٧	٠,٣٦١	١,٥١٠	٩٤٦	٦٢٦
١٩٩٧	٣٨٢٥٨	٢٢٩٧٥	٥٩٩٩٦	٦٠,٥١٢	٣٩,٢٩٢	٠,٩٧٤	٠,٦٣٢	٠,٥٨٨	٠,٣٨٠	١,٥٢٧	٩٩١	٦٤٩



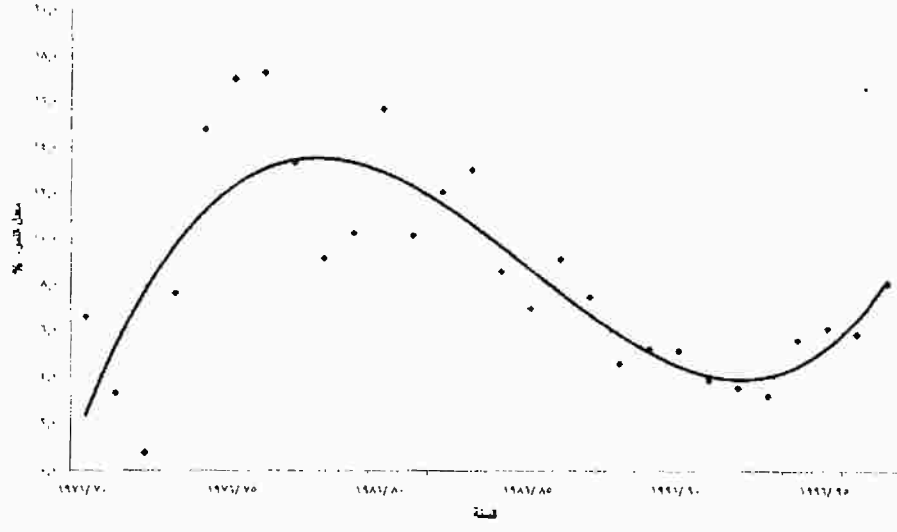
شكل (٧-٣): تطور معدلات نمو الناتج المحلى الإجمالى



شكل (٨-٣): تطور معدلات نمو متطلبات الطاقة الأولية



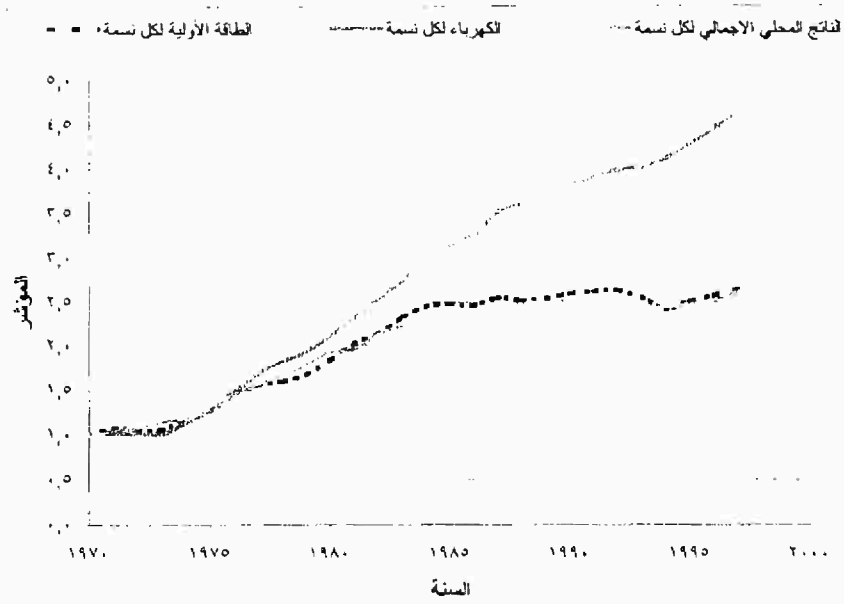
شكل (٩-٣): تطور معدلات نمو استهلاك زيت البترول



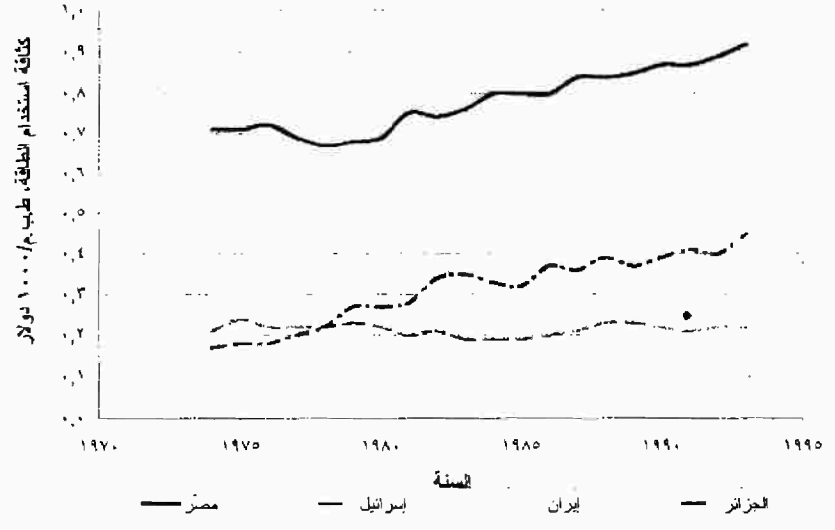
شكل (١٠-٣): تطور معدلات نمو توليد الكهرباء

ونظرا للارتباط الوثيق بين معدلات استهلاك الطاقة وبين معدلات نمو الناتج المحلى الإجمالي الذي يعتبر من أهم مكونات دالة الطلب على الطاقة فقد تم توقيع نصيب الفرد من الناتج المحلى الإجمالي بسعر الدولار الثابت لعام ١٩٩٠ ونصيبه من الطاقة الأولية والكهرباء منسوب إلى عام ١٩٧٠ في شكل (١١-٣). ويتضح من الشكل الارتباط الوثيق بين الناتج المحلى الإجمالي واستهلاك الطاقة الأولية في مصر. كما يتضح أيضا أن استهلاك الكهرباء يتم بمعدلات أعلى بكثير من معدلات نمو الناتج المحلى الإجمالي. وهذا النمط يختلف عن نمط الاستهلاك في البلدان المتقدمة والتي تتميز بثبات نصيب الفرد من الطاقة الأولية بسبب نجاح سياسات الترشيد في هذه البلدان ووجود ارتباط أكبر بين استهلاك الكهرباء والناتج المحلى الإجمالي.

تقاس كثافة استخدام الطاقة Energy Intensity بحجم الطاقة المستخدمة لكل وحدة مقدارها ١٠٠٠ دولار من الناتج المحلى الإجمالي. وتقاس كثافة استخدام زيت البترول بحجم الزيت المستخدم لكل وحدة مقدارها ١٠٠٠ دولار من الناتج المحلى الإجمالي. وتعد كثافة استخدام الطاقة من أهم المؤشرات على كفاءه استخدامها ويلاحظ من جدول (٤-٣) أن كثافة استخدام الطاقة في مصر تتراوح حول ١ طن بترول مكافئ لكل ١٠٠٠ دولار من الناتج المحلى الإجمالي بتكلفة عوامل الإنتاج الثابتة لعام ١٩٩٠. وهو من أعلى المعدلات العالمية مما يعنى تزايد إهدار الطاقة وانخفاض كفاءتها في مصر، كما يتضح في شكل (١٢-٣) الذي يعتمد على بيانات وكالة الطاقة الدولية [١٠]. ومن المهم ملاحظة أن كل من الطاقة الأولية والناتج المحلى الإجمالي في شكل (١٢-٣) قد تم حسابهما بشكل يختلف قليلا عما اتبع في الدراسة الحالية فمن ناحية فإن معاملات التحويل إلى طن بترول مكافئ تعتمد على متوسطات عالمية تختلف عن تلك المستخدمة في مصر . وكذلك فإن الطاقة المائية الأولية قد احتسبت على أساس معامل ثابت لتحويل الكهرباء المائية إلى طن بترول مكافئ. ومن ناحية أخرى فإن الناتج المحلى الإجمالي احتسب على أساس أسعار السوق الثابتة وليس تكلفة عوامل الإنتاج.

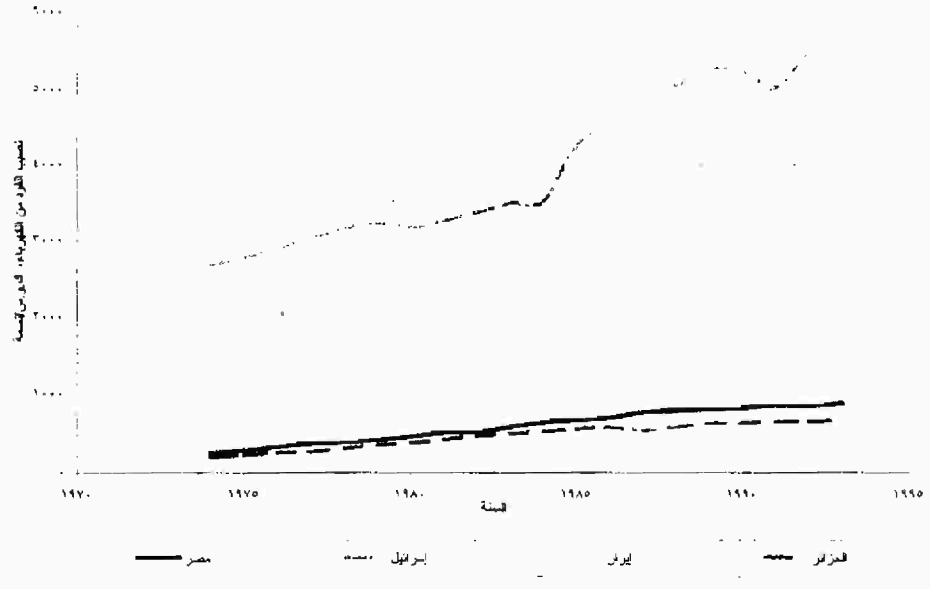


شكل (١١-٣): مؤشرات تطور نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والطاقة الأولية والكهرباء (عام ١٩٧٠=١)



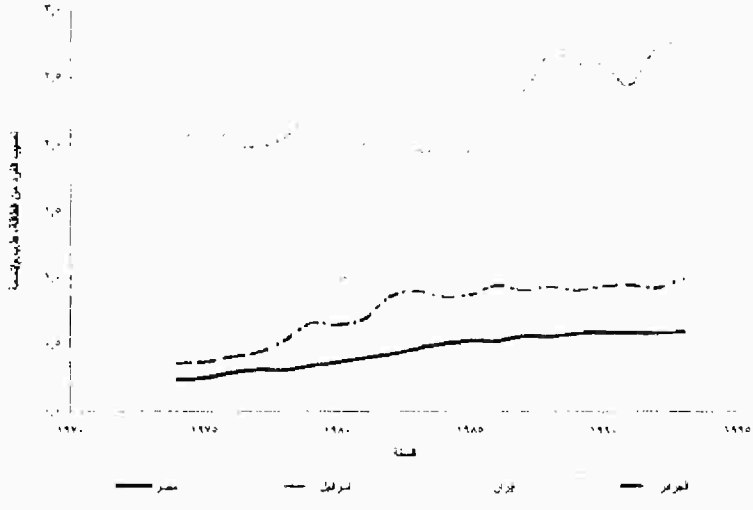
شكل (١٢-٣): مقارنة بين كثافة استخدام الطاقة في مصر وبعض بلدان الشرق الأوسط

يتضح من شكل (١٣-٣) الذي يقارن كثافة استخدام الطاقة في مصر والجزائر وإيران وإسرائيل أن اكبر كثافة لاستخدام الطاقة هي في مصر يليها بفارق كبير إيران ثم الجزائر ثم إسرائيل. وقد ارتفعت كثافة استخدام الطاقة في مصر من ٧١٠ كجم بترول مكافئ لكل ١٠٠٠ دولار من الناتج المحلى الإجمالي عام ١٩٧٥ إلى ٩٢٠ كجم بترول مكافئ عام ١٩٩٣. بينما تراوحت كثافة استخدام الطاقة في إسرائيل حول ٢٢٠ كجم بترول مكافئ لكل ١٠٠٠ دولار من الناتج المحلى الإجمالي. ونفس الشيء ينطبق على كثافة استخدام الكهرباء فبينما ارتفعت كثافة استخدام الكهرباء في مصر من ٠,٨ كيلووات.ساعة/دولار عام ١٩٧٥ إلى ١,٣٥ كيلوات.ساعة/دولار عام ١٩٩٣ وقد ارتفعت خلال نفس الفترة في إسرائيل من ٠,٣٠ إلى ٠,٤٥ كيلووات.ساعة/دولار كما يتضح من شكل (١٣-٣).



شكل (١٣-٣): مقارنة بين كثافة استخدام الكهرباء في مصر وبعض بلدان الشرق الأوسط

يوضح شكل (١٤-٣) مقارنه بين نصيب الفرد السنوي من الطاقة الأولية في البلدان الأربعة. كما يوضح شكل (١٥-٣) مقارنه بين نصيب الفرد السنوي من الكهرباء. ويلاحظ تدنى نصيب الفرد من الطاقة الأولية في مصر مقارنه ببقية البلدان وخاصة إسرائيل (شكل ١٤-٣) أما من حيث نصيب الفرد من الكهرباء فإن مصر تحتل موقعا متوسطا بين إيران والجزائر إلا أن نصيب الفرد في هذه البلدان الثلاثة لا يمكن مقارنته بنصيب الفرد في إسرائيل (شكل ١٥-٣) كما انه منخفض للغاية مقارنه مع المنافسين الرئيسيين في المنطقة ففي عام ١٩٩٣ بلغ نصيب الفرد من الكهرباء في مصر ٨٥٩ كيلو وات.ساعة و ١١٦١ كيلووات.ساعة في إيران و ٤٧٢٥ كيلووات.ساعة في السعودية [١٠].



شكل (١٤-٣): مقارنة بين نصيب الفرد من الطاقة الأولية في مصر وبعض بلدان الشرق الأوسط

شكل (١٥-٣): مقارنة بين نصيب الفرد من الكهرباء في مصر وبعض بلدان الشرق الأوسط

٥- نموذج دالة العرض

سوف نحاول في هذا الفصل صياغة نموذج رياضي لتطور العرض الإجمالي من الطاقة الأولية مع الزمن. وقد تبين بدراسة تطور معدلات نمو العرض الإجمالي من الطاقة الأولية أنها تتبع منحني على شكل حرف S كما أوضحنا في الفصل السابق، كما أظهرت الدراسة أن المنحني الذى يمثل تطور العرض الإجمالي من الطاقة مع الزمن يتضح عليه ثلاث فترات تبدلت فيها السياسات والظروف الدولية تتضمن الأولى استلام وتشغيل حقول سيناء وخليج السويس وانتهاء التعبئة العسكرية في كامب ديفيد وتتضمن الثالثة بدء تنفيذ سياسة التكيف الهيكلي والإصلاح الاقتصادى في بداية التسعينيات وما صاحبه من استقرار سعر الصرف واختيار سياسة إحلال الغاز الطبيعي محل المنتجات البترولية (كلما أمكن ذلك) التي تزامنت مع التدهور في السعر الحقيقي للنفط، أما الفترة الثانية فهي

مرحلة انتقالية بين الأولى والثالثة. وقد أظهرت دراسة التطور الزمني للعرض الإجمالي للطاقة الأولية تأثير تبدل السياسات في هذه الفترات وأنه يمكن التعبير عن كل فترة بمنحني لوجستي S-shaped طبقا للمعادلة:

$$TPES = K/\{1+(t/t_1)^{-a} \times EXP[b\,(t-t_2)^2]\} \qquad (1\text{-}3)$$

حيث TPES هو العرض الإجمالي من الطاقة الأولية بالمليون طن بترول مكافئ و K هو سقف العرض الإجمالي من الطاقة الأولية بالمليون طن بترول مكافئ أما a و b و t_1 و t_2 فهي ثوابت يوضح قيمها لكل فترة جدول (٥-٣).

جدول (٥-٣):

قيم الثوابت فى معادلة العرض (١-٣) لكل فترة زمنية

الفترة	K	a	b	t_1	t_2
١٩٧٠-١٩٧٨	١٥	١,٣٤٩-	٠,١٦٨٧-	٢,٦٢٩	٤,٤١٠
١٩٧٧-١٩٩٤	٣٥	٦,٨٣٣	٠,٠١٦٢	٦١,٣٠٩	٣٧,٥٩٥
١٩٩١-١٩٩٧	٥٠	٦٠,٣٤٥	٠,٠٢٥٧	٧٢,٣٤٩	٧٤,٦٣٣

جدول (٦-٣):

قيم الثوابت فى المعادلة رقم (٢-٣)

Y	C_0	C_1	C_2
a	٣٩,٨٩١	٤,١٠٢٩-	٠,٠٩٠٢
b	٠,٤٣٧-	٠,٠٢١٥-	٠,٠٠٠٢-
t_1	٧٤,٣٥٢-	٦,٠٧٤٠	٠,٠٦٢٨
t_2	٨,٣٣١-	٠,٥٠٢٢	٠,٠٢٣١

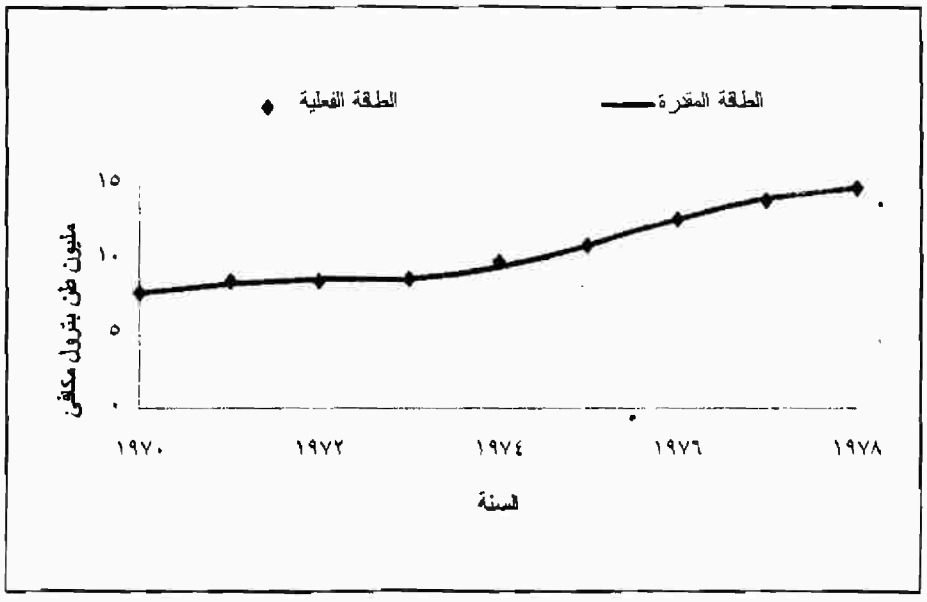
ويلاحظ أن هذه الثوابت دوال في سقف العرض الإجمالي من الطاقة الأولية (K) ويمكن ربطها بمعادلات من الدرجة الثانية عل الصورة:

$$Y = C_0 + C_1*K + C_2*K^2 \qquad (2\text{-}3)$$

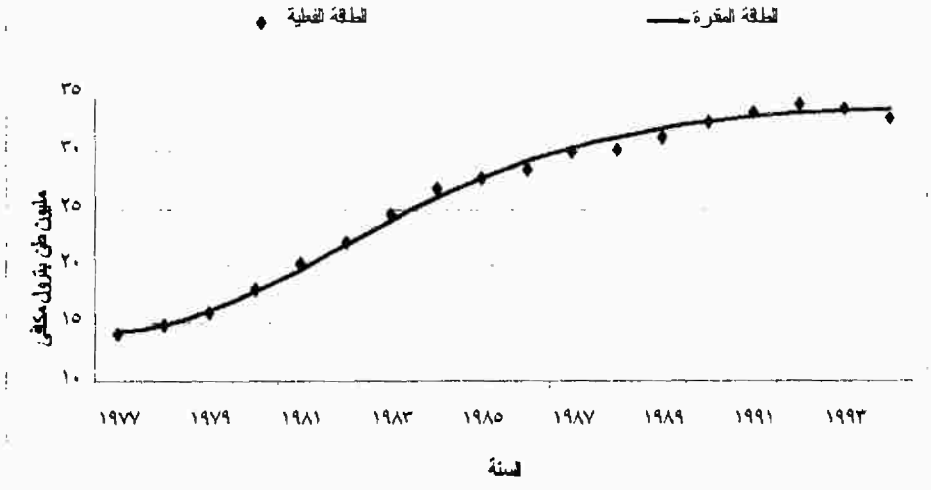
حيث C_0 و C_1 و C_2 ثوابت يوضح قيمها لكل من المتغيرات a و b و t_1 و t_2 جدول (٦-٣)، أي أن تغير السياسات يؤدي أساسا لتغير قيم سقف العرض.

ويلاحظ أن سقف العرض الإجمالي من الطاقة الأولية في الفترة الثالثة (١٩٩١-١٩٩٧) يبلغ ٥٠ مليون طن بترول مكافئ الذي تصادف أنه يساوي القيمة التي أوصى بها د. حسين عبد الله [١٣] كقيمة قصوى لإجمالي إنتاج النفط والغاز الطبيعي على ضوء ما أسماه بالقيد الحتمي على الاستهلاك الناتج عن صعوبة تدبير الموارد النقدية اللازمة لاستيراد الطاقة متى اضطرتنا الظروف لذلك وعلى ضوء تآكل الاحتياطات البترولية فقد يكون هذا هو السقف للعرض المحلي من الطاقة حتى عام ٢٠٢٠.

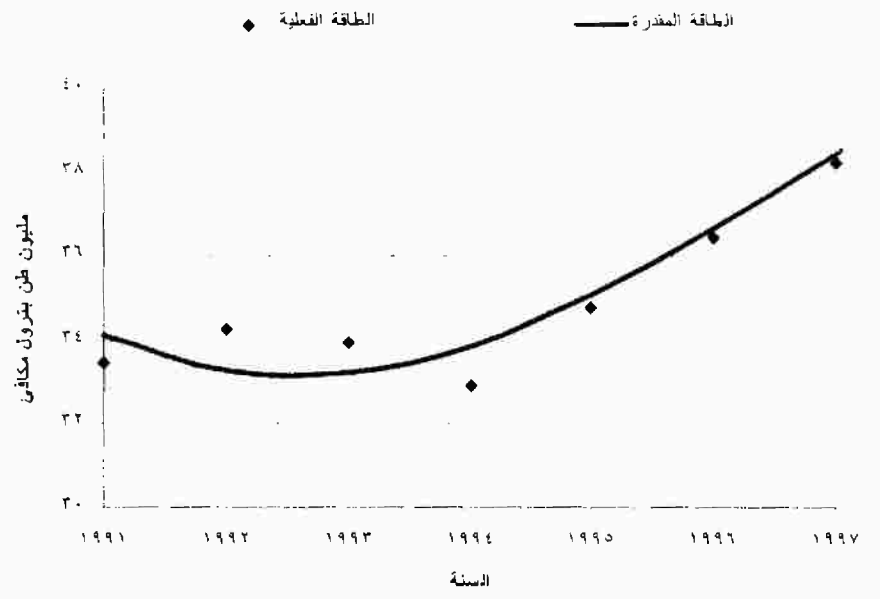
وتوضح الأشكال (١٦-٣)-(١٨-٣) مقارنة بين قيم العرض الإجمالي من الطاقة الأولية الفعلية والمقدرة باستخدام المعادلة (١-٣) في كل من الفترات الثلاث. كما يوضح شكل (١٩-٣) امتداد هذه العلاقة حتى عام ٢٠٢٠ بفرض ثبات سقف العرض الإجمالي من الطاقة الأولية عند ٥٠ مليون طن بترول مكافئ.



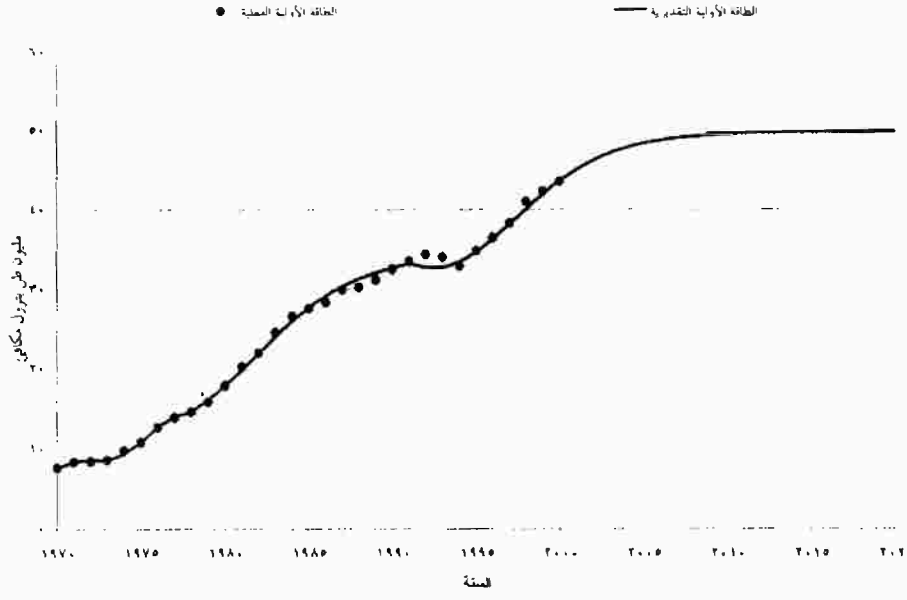
شكل (١٦-٣): مقارنة بين الطاقة الفعلية والمقدرة باستخدام المعادلة (١-٣) فى الفترة ١٩٧٠-١٩٧٨



شكل (١٧-٣): مقارنة بين الطاقة الفعلية والمقدرة باستخدام المعادلة (١-٣) فى الفترة ١٩٧٧-١٩٩٤



شكل (١٨-٣): مقارنة بين الطاقة الفعلية والمقدرة باستخدام المعادلة (١-٣) فى الفترة ١٩٩١-١٩٩٧



شكل (١٩-٣): مقارنة بين الطاقة الفعلية والمقدرة باستخدام المعادلة (١-٣) فى الفترة ١٩٧٠-٢٠٢٠