التخطيط الإستراتيجي للطاقة في مصر حتي عام ٢٠٣٠ لتحقيق الإستدامة

[٧]

محسن عبد الحميد توفيق[١]– أحمد فرغلي محمد حسن[٢]– أحمد سباعي حافظ كمال[١]
١) معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس ٢) كلية التجارة، جامعة القاهرة
٣) محطة كهرباء شبرا الخيمة

المستخلص

تتلخص إشكالية البحث في غياب إستراتيجيات مستدامة للطاقة في مصر (أو آليات تنفيذها) بما أدي إلي واقع غير مستقر ومستقبل غير مضمون الإستدامة للطاقة في مصر.

وعلي الرغم مما أستقر عليه العالم بقيام الدول بوضع إستراتيجيات للطاقة تعتمد على منهج التخطيط الإستراتيجي بما يؤدي إلي تحقيق التوازن بين العناصر الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لإستدامة موارد الطاقة فإن ذلك لم يتحقق في مصر لأسباب كثيرة منها صعوبة تناول المنظومة المعقدة للطاقة والتي تتميز بكثرة وتشابك مكوناتها حيث يصعب تناولها بمناهج وأدوات رياضية بسيطة بما جعل وضع مثل الإستراتيجيات حكراً علي بعض بيوت الخبرة العالمية وبتكاليف باهظة تتمثل في نفقات النمذجة الرياضية المعقدة بإستخدام المعادلات التفاضلية وخبرات الطاقة العالمية إضافة إلي إستخدام برامج متقدمة للحواسب الكبيرة.

ولقد توصل هذا البحث إلي طريقة مبسطة ولكنها دقيقة لإستنباط منهج لوضع إستراتيجية للطاقة المستدامة بإستخدام أسلوب التخطيط الإستراتيجي وذلك عن طريق إستخدام سيناريوهات مختلفة للمتغيرات العديدة في مجال الطاقة وإستنباط نموذج رياضي خطي يتبع الطريقة الرياضية (خطوة بخطوة) بما يمكن من حلها بإستخدام الحاسبات الشخصية. والنهج المقترح يتسم بالدقة والمرونة بحيث يمكن إعادة حساب المسار الإستراتيجي بناء علي أية متغيرات تطرأ (مثلاً معدلات: النمو الأقتصادي، الأستثمارات، معدلات الإنتاج والإستهلاك ..إلخ) لأية سنوات قادمة ولقد تم تطبيق هذا المنهج والنموذج الرياضي في وضع تخطيط إستراتيجي للطاقة الكلية وآخر للطاقة الكهربية في مصر حتي عام ٢٠٣٠.

المقدمة

تهيمن على وضع سياسات الطاقة العالمية ثلاثة اهتمامات شاملة إلى حد كبير:

(١) **أمن إمدادات الطاقة:** فمن حيث الإمدادات يواجه البلدان والمستهلكون نفس التحدي: أي ضمان إستمرار الوصول إلى كميات من الطاقة ميسورة السعر مع التحول إلى المزيد من كفاءة الاستخدام؛

(٢) **الطاقة من أجل التنمية:** يمثل ذلك تحدياً كبيراً وخاصة للدول النامية التي لا تتمتع بإنتاج طاقة كافية لعمليات التنمية في المجالات الاقتصادية والاجتماعية مع المحافظة علي البيئة، أي تحقيق التنمية المستدامة؛

(٣) **تغير المناخ:** إن قطاع الطاقة هو المساهم الرئيسي في انبعاثات غازات الدفيئة في العالم. ومن أجل الوفاء بأهداف الاتفاقيات العالمية الحالية وأي اتفاقات مستقبلية تتصدى لتغير المناخ، فإنه يكون من الضروري الإلتزام بهذه الاتفاقيات سواء من ناحية تحديد إنتاج الكربون الناتج عن إستخدام الطاقة أو التحول للمشروعات المشجعة علي ذلك إلي جانب إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة.

يضطلع قطاع الطاقة بدور محورى فى تلبية احتياجات برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية فى مصر من موارد الطاقة، إلا أنه ما زال يعانى من التالي:

- إتباع أنماط غير مستدامة فى انتاج واستهلاك الطاقة خاصة فى قطاعات الاستخدام النهائى، وما يرتبط بذلك من هدر للموارد ونمو متسارع فى الطلب عليها. World Bank, (2011)
- شهد قطاع الطاقة في مصر تغيرات هامة خلال السنوات الاخيرة انعكست علي نمط انتاج وإستهلاك الطاقة، ويؤكد ذلك ضرورة وضع إستراتيجيات طويلة الإجل تضمن تنويع مصادر الطاقة مع تطوير التكنولوجيا المستخدمة بهدف زيادة إنتاجها وزيادة كفاءة إستخدامها. (ENCC, 2010)
- أدت الزيادة المضطردة فى الاستهلاك، والتوجه الى تصدير الموارد الأولية للطاقة خاصة الغاز الطبيعى منذ عام ٢٠٠٧ إلى ظهور فجوة متزايدة بين الموارد الأولية المتوفرة وحجم

الطلب– مما أدى إلى ظهور الحاجة إلى إستيراد العديد من المشتقات البترولية والبوتاجاز والتى تمثل عبءً ضخماً على موازنة الدولة إضافة إلي عبء دعم الطاقة. (GIZ & JCEE, 2010)

- علي الصعيد الوطني تتركز استثمارات إنتاج الطاقة الكهربائية علي استخدام الوقود الإحفوري والطاقة المائية بنسب ٩٠٪ و٨٪ علي الترتيب، مع مشاركة الطاقة المتجددة بنسبة ٢٪ فى مصر عام ٢٠١٥/٢٠١٤، وعند النظر في مستوي نمو تطبيقات الطاقة المتجددة علي المستوي الوطني ومقارنتها بالمتوسط العالمي نجد تفاوتاً كبيرا من حيث محدودية انتشار هذه التطبيقات وغياب المشاركة الوطنية في التطور التكنولوجي. وبالبحث أيضًا في أسباب تباطؤ إنشاء المشروعات في هذا المجال نجد تعدد المعوقات بين معوقات تكنولوجية تتمثل في عدم توطين تكنولوجيات تصنيع المكونات، ومؤسساتية يغلب عليها الاعتماد علي النفط والغاز بنصيب من إجمالي إنتاج الطاقة الأولية فى مصر عام ٢٠١٤/٢٠١٣ حوالى ٨٢،٨ مليون طن من البترول المكافئ ساهم الغاز الطبيعى بنسبة ٥٣٪ منها، يليه المشتقات البترولية بنسبة ٤١٪ بدلا من تنمية مشاركة المصادر المتجددة، وأخري ترتبط بانخفاض مستوي الوعي بتطبيقات الطاقة المتجددة ومدي أهميتها في الحفاظ علي البيئة، هذا إلي جانب ضعف مشاركة التمويل المحلي للعديد من تطبيقاتها وصعوبة الحصول علي تمويل لبعضها. (GIZ & JCEE, 2010)

هذا ولما كانت عملية التنمية تستهدف تحقيق تحفيز للأنشطة الاقتصادية التى تمكن من مضاعفة الدخل القومى وتحقيق العدالة الاجتماعية مع الحفاظ على البيئة فأن تحقيق أهداف خطط التنمية يتطلب اهتماماً كبيراً بقضايا الطاقة لأهميتها كمدخل ضرورى لتحقيق التنمية المستدامة. وفى هذا الآطار فأن تطوير القطاع يستهدف تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك مع الحفاظ على الموارد الطبيعية، من خلال تنويع مصادر الطاقة وإدارتها فى خدمة التنمية. وعلى ذلك سيكون لقطاع الطاقة دوراً هاماً فى تخفيف وطأة الفقر وتوفير فرص العمل والحد من الآثار البيئية السلبية للقطاع على موارد الهواء والمياه والأراضى فضلاً عن الأسهام فى مواجهة ظاهرة تغير المناخ.

تعريف المشكلة

يتضح أنه من المتوقع إذا استمرت السياسات والممارسات السابق إتباعها في قطاع الطاقة في مصر فإن ذلك سوف يؤدي إلى مستقبل غير مستدام للطاقة في مصر وسوف يؤثر علي بيئتها الطبيعية وعلي تنافسيتها الاقتصادية وإستقرارها الاجتماعي. والحل الوحيد هو إتباع إستراتيجية طويلة المدي تضمن إستدامة الطاقة. وتتلخص مشكلة البحث في إن وضع مثل هذه الإستراتيجيات صار حكراً علي بعض بيوت الخبرة العالمية التي تمتلك إمكانات بشرية وفنية تتطلب كلفة عالية ليست غالباً في مقدور معظم الدول النامية. لذلك فالمطلوب إستنباط وتطبيق منهج مبسط ولكن دقيق لتحقيق الطاقة المستدامة بإستخدام أسلوب التخطيط الإستراتيجي.

الهدف من هذا البحث

يهدف البحث إلي إستباط وتطبيق منهجية لوضع إستراتيجية للطاقة في مصر تضمن إستدامتها وذلك بإستخدام منهج التخطيط الإستراتيجي وبأدوات رياضية بسيطة ولكنها دقيقة، وتسمح بإستيعاب المتغيرات العديدة المرتبطة بوضع إستراتيجية للطاقة وكذلك بسهولة إستنباطها وإعادة حساب مسارها إذا ما طرأ تغيير علي قيمة هذة المتغيرات(مثل تغير معدلات النمو الأقتصادي، الأستثمارات،معدلات الإنتاج والإستهلاك..إلخ) بطريقة سهلة وميسرة بإستخدام الحاسبات الشخصية.

ويهدف البحث كذلك إلي تطبيق هذا المنهج والتوصل إلي مخطط إستراتيجي للطاقة في مصر حتي عام ٢٠٣٠ يضمن إستدامتها بإستخدام المنهجية المقترحة، حيث يتم هذا في المجالين التاليين في مصر حتي عام ٢٠٣٠:

أولاً: مجال الطاقة الكلية. **ثانياً: مجال الطاقة الكهربائية.**

منهجية البحث

تتلخص منهجية البحث في التالي:

- إقرار مبادئ التنمية المستدامة كشرط لتحقيقها (الإستدامة الآنية في المجالين الأقتصادي والاجتماعي مع المحافظة علي البيئة).
- تحديد أسس ووسائل التخطيط الإستراتيجي لإتباعها (إختيار الهدف، إثبات الواقع الحالي للطاقة، حصر المتغيرات، وإستخدام السيناريوهات بناءاً علي البدائل المقترحة للمتغيرات).
- اختيار النموذج الرياضي الخطي للحل (خطوة بخطوة Step–by– Step Solution) وإستنباط المعادلات المناسبة لحساب تغيرات الطلب علي الطاقة (الزيت الخام والغاز الطبيعي) بناء علي معدل النمو الأقتصادي وكذلك معدلات الإنتاج والإستهلاك والتغير في الإحتياطيات المرتبطة بالإستثمارات وذلك بالنسبة للطاقة الكلية في مصر حتي عام ٢٠٣٠. أما بالنسبة للطاقة الكهربائية فتتمثل المتغيرات في التالي: (تغير معدلات النمو الأقتصادي، الأستثمارات، معدلات الإنتاج والإستهلاك بما فيها الترشيد، متغيرات مزيج الطاقة المستخدمة باعتبار الطاقات المتجددة والفحم والطاقة النووية)
- استخدام برنامج LEAP (Long range Energy Alternatives Planning System) للتوصل إلي الحمل البيئي (الإنبعاثات من ثاني أكسيد الكربون المكافئ) لكل سيناريو وبديل.
- التوصل إلي النتائج والإستنتاجات.

الدراسات السابقة

أولاً: التخطيط الإستراتيجي في مجال الطاقة:

١) **مفهوم التخطيط الاستراتيجي:** عرف "تشاندلر" الاستراتيجية بإنها "تحديد للأهداف الأساسية بعيدة المدى وتكييف الأداء وتوزيع المصادر لتنفيذ تلك الأهداف".اذن فالتخطيط الاستراتيجي يعد حلقة الوصل بين التفكير الاستراتيجي والادارة الاستراتيجية فهو الذي يحول الافكار إلى مشاريع وبرامج ونشاطات وسياسات، وهو الذي يحدد جوانب القوة

والضعف والفرص المتاحة والمخاطر المتوقعة. (Tregoe B. & Zimmerman W. J. ; Simon & Schuster, 1980)

المحطات الخمس لوضع الاستراتيجية المنظمة 5-O's :

١- محطة البدء والانطلاق Origination.

٢- محطة البحث عن الفرص Opportunities.

٣- محطة تحديد الاهداف Objectives.

٤- محطة تشغيل والتنفيذ Operation: وفي هده المرحلة يتم وضع خطة تنفيذية تنقل المنظمة من عمل الخطة الى خطة العمل. والتأكد من توفر الشروط الاساسية مختصرة بكلمة (S.M.A.R.T) لتدل على صياغة محددة للاهداف(Specific)، ومعايير للقياس(Measurable)، وتحديد الأنشطة والوسائل(Activities)، وتحديد مسؤوليات التنفيذ(Responsibilities)، وتحديد زمن التنفيذ (Time).

٥- محطة تقويم النتائج Outcomes.

٢) مراحل التخطيط الاستراتيجي:

- **تحليل الوضع الراهن (تحليل البيئة الداخلية:** نقاط القوة والضعف)، وتحليل (البيئة الخارجية : الفرص والتهديدات) .
- **صياغة الاستراتيجية:** الرسالة والرؤية، تحديد الأهداف، الفجوات والتخطيط (الخطة).
- **تنفيذ الاستراتيجية :** الخطوات، والعوامل .
- المتابعة والتقويم

ثانياً: استدامة موارد الطاقة: تعرف التنمية المستدامة بأنها "إجراء يتناغم فيه استغلال الموارد وتوجهات الاستثمار وتغيير المؤسسات، تُعزز من خلالها إمكانات الحاضر والمستقبل للوفاء باحتياجات الإنسان وتطلعاته"، وهو ما يعني أنها تتطلب سيادة قيم الاستهلاك التي لا تتجاوز الممكن بيئياً. ومع ارتباط تلوث الهواء بمصادر الطاقة الأحفورية وأيضا بالإنتاج والتصنيع، سلك الكثير من الدول خُطي ناجحة في مجالات التقنين والترشيد الخاص بالإنتاج والاستهلاك للطاقة وذلك بإدخال أساليب وتكنولوجيات نظيفة للإنتاج، واستخدام الأدوات

الاقتصادية الحافزة لترشيد الاستهلاك والحد من التلوث. كما اتخذت العديد من الدول عددا من الإجراءات لخفض أو الحد من الانبعاثات الصادرة عن استخدام الموارد الأحفورية منها الاقتصادية (التدخل في الأسعار)، والترشيدية (ترشيد الاستخدام)، والتكنولوجية (التكنولوجيا النظيفة)، والقانونية (استخدام المعايير والقوانين البيئية). إن تحقيق الاستدامة يتطلب منا دعم تطوير مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية والرياح والنووية وكذلك التكنولوجيات الجديدة مثل الإنتاج الأنظف وخلايا وقود الهيدروجين.

قضايا السياسات الرئيسية على الصعيدين الوطني والدولي:

- عند تقييم اتجاهات العرض والطلب العالمية للطاقة مقابل الشواغل العالمية الثلاثة والخاصة بتحسين أمن الطاقة، ومجابهة تغير المناخ والتوسع في الحصول على أشكال حديثة للطاقة في البلدان النامية، يبدو للوهلة الأولى أن السياسات الحالية لن تحقق هذه الأهداف. ويجب أن تحفز الحكومات الطلب على تقنيات أكثر فعالية وأنظف، بما في ذلك التقنيات التي تُؤثِر مصادر الطاقة المتجددة، وتحسين فعالية الطاقة على جانبي العرض والطلب والاستخدام الأنظف للوقود الأحفوري.
- وتختلف الأهمية النسبية للشواغل الثلاثة الخاصة بالطاقة بين البلدان الصناعية والنامية: حيث تركز البلدان الصناعية بصفة عامة على تغير المناخ وعلى ضمان أمن مصدر الطاقة كأولوية بالنسبة للسياسات، في حين تهتم البلدان النامية بضمان إمداد كاف بالطاقة لكي تفي بحاجات التنمية خاصتها. وبينما قد تختلف القوى المؤثرة، فإن هناك ارتباط بيني، من خلال كل من الطاقة العالمية وأسواق رأس المال من جهة وسياسياً من خلال الأنظمة المستقبلية.

ثالثاً: الإستراتيجية القومية للتنمية المستدامة في قطاع الطاقة في مصر: فقد تم إعداد "دراسة الإستراتيجية القومية للطاقة في مصر حتى عام ٢٠٢٢/٢٠٢١" بالتعاون بين جهاز تخطيط الطاقة والمجالس القومية المتخصصة. قامت الإستراتيجية القومية للطاقة فى مصر حتى عام ٢٠٢٢/٢٠٢١ على أساس خمس بدائل للنمو الإقتصادى (٣٪-٧٪) وبهدف تقدير الطاقة اللازمة للوفاء باحتياجات تلك البدائل وبحث مدى توافر مصادر الطاقة المطلوبة

وأدوار ومسؤوليات الأطراف المعنية بالطاقة فى مصر لتحقيق أمن الطاقة فى المستقبل. (Awad&Alnakeeb, 2004)

رابعاً: تطوير وتنمية نظم الطاقة لاغراض التنمية المستدامة فى مصر: لتوفير خدمات الطاقة اللازمة لتلبية الاحتياجات البشرية أهمية قصوى بالنسبة للركائز الاساسية الثلاثة للتنمية المستدامة . ويوثر الاسلوب الذى يتم به انتاج هذه الطاقة، نقلها وتوزيعها وإستخدامها على الابعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لأى تنمية متحققة. World Bank, (2011)

تعتمد التنمية الاقتصادية على توافر خدمات الطاقة اللازمة للأنشطة المختلفة ولرفع وتحسين الانتاجية، كما أن الكهرباء من المدخلات الأساسية لجميع الأنشطة الانتاجية والخدمية الحديثة،ويمكن أن يتسبب انقطاع خدمات الطاقة فى خسائر مالية واقتصادية واجتماعية فادحة، وعلى ذلك يجب أن تتوافر هذه الخدمات لكافة القطاعات بكميات كافية وأسعار ميسرة من أجل تدعيم التنمية الاقتصادية.

وتتضمن القضايا الاجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقة التخفيف من وطأة الفقر،واتاحة الفرص أمام المرأة والتحول الديموغرافى والحضرى إذ يؤدى الوصول المحدود لخدمات الطاقة الى تهميش الفئات الفقيرة وتقليل قدرتها بشكل حاد على تحسين ظروفها المعيشية. فان توفير خدمات الطاقة الميسرة للفئات المهمشة هو أحد ركائز العدالة الاجتماعية التى تسعى مصر لتحقيقها لمواطنيها.

أما التأثيرات البيئية الناجمة عن استخدام الطاقة، وخاصة غير السليم منها فتظهر على، مستويات عديدة محلياً وعالمياً ويمكن أن تتسبب فى عواقب مثل التصحر، والتحمص، وتلوث الهواء والتغير المناخى ويمثل احتراق الوقود الاحفورى مصدراً أساسياً لتلوث الهواء ولانبعاث غازات الدفيئة.

وتركز الأهداف والأنشطة المتصلة بالطاقة فى خدمة التنمية المستدامة على خمسة مجالات أساسية:

- زيادة قدرة الوصول الى الطاقة خاصة فى المناطق الريفية.
- تحسين كفاءة إنتاج وإستهلاك الطاقة.
- دفع وتشجيع تطبيقات الطاقة المتجددة .
- تعزيز إستخدام أنواع وقود أكثر نظافة واستخدام تقنيات متقدمة للوقود الاحفورى.
- التوصل الى قطاع نقل أكثر كفاءة وأقل تلوثاً.

تطبيق منهج التخطيط الإستراتيجي للطاقة في مصر حتى عام ٢٠٣٠ لتحقيق الإستدامة (لكل من الطاقة الكلية والطاقة الكهربية)

أولاً– الرؤية المعتمدة لقطاع الطاقة في مصر هي الواردة برؤية مصر ٢٠٣٠ كالتالي: (MOP, 2014) "بيئة صحية تضمن أمن موارد الطاقة وإستدامتها"

ثانياً–الرسالة المعتمدة لقطاع الطاقة في مصر هي الواردة برؤية مصر ٢٠٣٠: MOP, (2014): "قطاع الطاقة قادر علي تلبية متطلبات التنمية المستدامة من الطاقة وتعظيم الاستفادة من موارد الطاقة المحلية(تقليدية ومتجددة)والمساهمة الفعالة في دفع الأقتصاد والتنافسية الوطنية،ويتميز بالقدرة علي التنبؤ والتأقلم مع المتغيرات المحلية والدولية في مجال الطاقة، والريادة في مجالات الطاقة المتجددة."

ثالثاً: تحليل الوضع الراهن في قطاع الطاقة SWOT Analysis

	عوامل إيجابية Maximize	عوامل سلبية Minimize / avoid
تحليل البيئة الداخلية	نقاط القوة Strengths	نقاط الضعف Weakness
	١) إستخدام التقنيات ذات الكفاءة العالية لتوليد الطاقة من المصادر الحرارية والعمل على رفع كفاءة إستهلاك الطاقة الكهربائية . ٢) فاعلية البنية المؤسسية والتشريعية. ٣) دعم التعاون الإقليمي والدولي في مجال الطاقة. ومجابهة تغير المناخ والتوسع في الحصول على أشكال حديثة للطاقة. ٤) إعطاء أولوية للاستخدامات ذات القيمة المضافة للمصادر الاحفورية. وتحسين كفاءة توليد الطاقة ونقلها وإستخدامها. ٥) تحسين الشبكة الموحدة للكهرباء وتخفيض تكاليف الإنتاج والنقل والتوزيع وتنفيذ مشاريع مد الربط الكهربائي.	١. إتباع أنماط غير مستدامة في إنتاج وإستهلاك الطاقة خاصة في قطاعات الإستخدام النهائي. ٢.حصة مصر من الانتاج المحلي الحالي في كل من الغاز والبترول لا يكفي مستويات الاستهلاك الحالية. ٣.التزايد المطرد في نسبة التوليد الحراري للطاقة الكهربائية والتي بلغت حالياً نحو ٨٦٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من خلال الإعتماد على الغاز الطبيعي والمنتجات البترولية وحيث أن هذه الطاقات تتجه إلي النضوب. ٤.غياب البرامج والحوافز ، المشجعة على النشر التطبيقي الموسع لأساليب ترشيد استهلاك الطاقة وتقنيات الطاقة المتجددة المناسبة.
تحليل البيئة الخارجية	الفرص Opportunities	التهديدات Threats
	١. توفير طاقة بتكلفة أقتصادية وترشيد إستهلاكها. ٢. تطوير سياسات وإتفاقيات البحث والتنقيب للوقود الأحفوري. ٣. رفع الكفاءة الفنية بالمحطات توليد الكهرباء وشبكات النقل. ٤. توفير التشريعات وآليات التمويل بغرض نشر إستخدامات مصادر الطاقات المتجددة. ٥. غموض وتضارب في البيانات المتعلقة بتقدير احتياطيات النفط والغاز مما يسبب صعوبة في وضع استراتيجيات وخطط. ٦. الإسراع بالبرنامج النووي وإستخدام الفحم كمصدر من مصادر الوقود لمحطات التوليد. ٧. المخاطر الائتمانية والمخاطر الاقتصادية وتلك المرتبطة بالعملة ونقص القدرة المحلية على تسخير وتوطين التكنولوجيا.	١) عدم تطبيق إستراتيجية للطاقة في مصر والأعتماد علي الوقود الأحفوري . ٢) عدم إتباع أي نظم أو سياسات للترشيد للإستخدامات المختلفة. ٣) زيادة معل أستهلاك الطاقة من ٥-٧ ٪ سنوياً ٤) ضعف البنية الأساسية لإستيراد المنتجات البترولية أو الغاز الطبيعي. ٥) عدم الجدية بالإسراع والتوسع بإستخدام الطاقات المتجددة. ٦) التعريفة عالية الدعم الخاصة بالطاقة إلى تحقيق خسائر إقتصادية ، ونقص في العائدات ومحدودية فرص التطوير، ويحد من قدرة الحكومة على تمويل المشروعات .

رابعاً: الأهداف:

١) الأهداف العامة:

١. <u>تلبية متطلبات التنيمية المستدامة من الطاقة.</u>

- تأمين موارد الطاقة.
- زيادة الاعتماد علي الموارد المحلية وترشيد الإستهلاك وذلك بشكل كمي محدد.

٢. <u>تعظيم الإستفادة من موارد الطاقة المحلية (تقليدية ومتجددة).</u>

- خفض إستهلاك الطاقة.
- تشجيع التعاون والتكامل الإقليمي في مجالات التطوير والتكنولوجيا للطاقة.

٣. <u>المساهمة الفعالة في دفع الأقتصاد والتنافسية الوطنية</u>

- الحد من الأثر البيئي فضلاً عن الأسهام فى مواجهة ظاهرة تغير المناخ.

٢) الأهداف الكمية للإستراتيجية المقترحة:

أ- **<u>بالنسبة للطاقة الكلية في مصر حتي عام ٢٠٣٠:</u>** تهدف الإستراتيجية المقترحة إلي التوصل إلي أقل تكلفة أقتصادية وأقل عبء بيئي (الإنبعاثات من ثاني أكسيد الكربون المكافئ) وحساب المسار الإستراتيجي بإستخدام سيناريوهات للمتغيرات في مجال الطاقة الكلية كالتالي:

السيناريوهات الأساسية: يفترض خمسة سيناريوهات أساسية لمتوسط النمو الأقتصادي بقيم ٣٪، ٤٪، ٥٪، ٦٪، ٧٪.

السيناريوهات الثانوية: يفترض عدد ٢ سيناريو ثانوي (لكل سيناريو أساسي) للزيت الخام والغاز الطبيعي كالتالي:

السيناريو الثانوي الأول: يفترض ثبات الإحتياطيات وعدم وجود الإستثمارات:	**السيناريو الثانوي الثاني:** يفترض زيادة الإحتياطيات ووجود الإستثمارات:
أولاً: بدون ترشيد الإستهلاك فى السيناريو الثانوي الأول والثاني.	
ثانياً: ترشيد الاستهلاك محسوباً على أساس سنوي بنسبة ١،٥٪ في السيناريو الثانوي الأول والثاني.	
ثالثاً: ترشيد الاستهلاك من كما موضح فى الجدول (١) فى السيناريو الثانوي الأول والثاني.	

ب- **بالنسبة للطاقة الكهربائية في مصر حتي عام ٢٠٣٠: تهدف الإستراتيجية المقترحة إلي** التوصل إلي أقل تكلفة أقتصادية وأقل عبء بيئي (الإنبعاثات من ثاني أكسيد الكربون المكافئ) وحساب المسار الإستراتيجي بإستخدام سيناريوهات للمتغيرات في مجال الطاقة الكهربائية كالتالي:

السيناريوهات الأساسية: يفترض خمسة سيناريوهات أساسية لمتوسط النمو الأقتصادي بقيم ٣ ٪، ٤ ٪، ٥ ٪، ٦٪ ،٧ ٪.

السيناريوهات الثانوية: يفترض عدد ٤ سيناريو ثانوي (لكل سيناريو أساسي) للطاقة الكهربائية كالتالي:

نمط إنتاج الكهرباء حتى عام ٢٠٤٠ (٤)	السيناريو الثانوي الأول	السيناريو الثانوي الثاني	السيناريو الثانوي الثالث	السيناريو الثانوي الرابع
الطاقة المتجددة	٪٣-٪١٢,٥	٪٢٠-٪٥	٪٢٠-٪٥	٪٧٠-٪٥
البديل النووي في عام ٢٠٢١/٢٠٢٢ وإفتراض ثباته عند ٥٪ من الطاقة الكهربائية المولدة سنوياً	٪٥	٪٥	٪٥	مساهمة الطاقة المتجددة تشمل الطاقة النووية في ذلك السناريو فقط
الفحم في عام ٢٠١٧/٢٠١٨ ، وزيادتها بنسبة ١ ٪ سنوياً حتى عام ٢٠٤٠	N/A	N/A	٪١٧-٪٥	N/A

خامساً: تحديد مسارات الإستراتيجية:

١) تصميم النموذج الرياضي

(أ) الزيت الخام: تم إعداد نموذج رياضي، وتطبيق المعادلات التالية التي تحقق المنهج المستخدم فى الإستراتيجية خلال الفترة ٢٠٠٩/٢٠١٠ – ٢٠٢٩ / ٢٠٣٠.

١- يتم حساب احتياطي في العام المعني والتالي (استقرار احتياطي). وكذلك يتم حساب إمكانيات الإنتاج المتوقع في العام المعني والتالي بإستخدام المعادلات التالية .(مليون طن من البترول المكافئ)

$$XD = (X / 7.3) * 1000 \quad X1 = XD * X2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad X3 = XD - X1$$

٢- يتم حساب إمكانيات الإنتاج المتوقع للنفط الخام في العام المعني (في حالة زيادة الاحتياطي) .وكذلك يتم حساب احتياطي النفط الخام في العام التالى (في حالة زيادة الاحتياطي بنسبة ٥ ٪ سنوياً).

$$X_4 = X_D \quad ; \quad X_5 = X_4 * X_2 \qquad ; \quad X_6 = (X_4 - X_5) + (X_4 * 5\%)$$

٣- يتم حساب كمية الإحتياطيات المضافة للنفط الخام في العام التالى. وكذلك يتم حساب التكلفة لإضافة الإحتياطيات من النفط الخام في العام التالى بإستخدام المعادلات التالية.

$$X_7 = ((X_6 - X_3) * 7.3) / 1000 \quad ; \quad X_8 = X_7 * 10$$

٤- يتم حساب الطلب على النفط الخام في العام التالى. وكذلك حساب العجز/الفائض وكمية وتكلفة شراء الاستيراد من الخارج. وكذلك يتم حساب كمية وتكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني (نصيب مصر) بإستخدام المعادلات التالية (في حالة استقرار احتياطي).

$$X_{10} = X_9 + (X_9 \times X_{11}/100) \; ; \; X_{12} = X_1 - X_{10} \; ; \; X_{13} = (X_{12} * 7.3) / 1000;$$

$$X_{15} = ABS(X_{13} * X_{14}) \; ; \; X_{17} = X_1 * X_{16} \; ; \; X_{18} = X_{17} - X_1 \; ;$$

$$X_{19} = (X_{18} * 7.3) / 1000 \; ; \; X_{20} = ABS\ (X_{19} * X_{14})$$

٥- يتم حساب العجز/الفائض (في حالة زيادة الاحتياطي). ويتم حساب كمية وتكلفة شراء الاستيراد من الخارج. وكذلك يتم حساب كمية وتكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني بإستخدام المعادلات التالية.

$$X_{21} = X_6 - X_{10} \; ; \; X_{22} = (X_{21} * 7.3) / 1000 \; ; \; X_{23} = ABS(X_{22} * X_{14});$$

$$X_{24} = X_6 * X_{16} \; ; \; X_{25} = X_{24} - X_{10} \; ; \; X_{26} = (X_{25} * 7.3) / 1000;$$

$$X_{27} = ABS\ (X_{26} * X_{14}) \; ;$$

٦- يتم حساب الطلب على النفط الخام في العام المعني عند ترشيد الإستهلاك (في حالة استقرار الإحتياطي). وكذلك حساب العجز/الفائض عند ترشيد الإستهلاك بإستخدام المعادلات التالية.

$$X29 = X10 - (X10 * X28) \; ; \quad X30 = X1 - X29$$

٧- يتم حساب كمية وتكلفة شراء الاستيراد من الخارج عند ترشيد الإستهلاك من النفط الخام (في حالة استقرار الإحتياطي) عن طريق استخدام المعادلات التي تم إستنباطها. وكذلك يتم حساب كمية وتكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني عند ترشيد الإستهلاك (نصيب مصر) (في حالة استقرار الإحتياطي).

٨- يتم حساب العجز/الفائض من النفط الخام في العام المعني عند ترشيد الإستهلاك من النفط الخام (في حالة زيادة الاحتياطي) باستخدام المعادلة التالية (مليون طن من البترول المكافئ)

$X31 = X6 - X29$

٩- يتم حساب كمية وتكلفة شراء الاستيراد من الخارج عند ترشيد الإستهلاك (في حالة زيادة الإحتياطي) باستخدام المعادلات التي تم إستنباطها. وكذلك يتم حساب كمية وتكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني عند ترشيد الإستهلاك (نصيب مصر) (في حالة زيادة الإحتياطي).

X : إجمالي إحتياطيات من النفط الخام عام 2010\2009.	X_0 : إحتياطي النفط في العام المعني (إستقرار إحتياطي).
X_1 : إمكانيات الإنتاج المتوقع (في حالة إستقرار احتياطي)	X_2 : معدل النضوب 10٪.
X_3 : احتياطي النفط في العام التالي (إستقرار احتياطي).	X_4 : إحتياطي النفط في العام المعني (زيادة الاحتياطي).
X_5 : إمكانيات الإنتاج المتوقع للنفط (زيادة الاحتياطي).	X_6 : إحتياطي النفط الخام في العام التالي (زيادة الاحتياطي)
X_7 : الكمية المطلوبة لإضافة الاحتياطيات (مليار برميل).	X_8 : الاستثمارات المطلوبة لإضافة الاحتياطيات (مليار دولار).
X_9: الطلب على النفط في العام المعني (إستقرار احتياطي).	X_{10}: الطلب على النفط في العام التالي (إستقرار احتياطي).
X_{11}: معدل نمو الطلب على النفط (٪).	X_{12} : (العجز / الفائض) من النفط الخام (إستقرار الإحتياطي).
X_{13} : كمية شراء الاستيراد من الخارج للنفط (إستقرار احتياطي).	X_{14} : السعر من برميل النفط الخام.
X_{15} : تكلفة الاستيراد من الخارج للنفط الخام (إستقرار احتياطي). (مليار دولار)	X_{16} : حصة الدولة من إجمالي إنتاج الزيت الخام متضمنة المتكاثفات.
X_{17} : إمكانيات الإنتاج (نصيب مصر) معدل نضوب 10٪ (مليون طن من البترول المكافئ).	X_{18} : العجز/الفائض من النفط الخام (نصيب مصر) (مليون طن من البترول المكافئ).
X_{19} : كمية شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج للنفط الخام (نصيب مصر).	X_{20} : تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج (نصيب مصر) (مليار دولار).
X_{21} : العجز/الفائض من النفط الخام (زيادة الاحتياطي).	X_{22} : كمية شراء الاستيراد من الخارج للنفط (مليار برميل).
X_{23} : تكلفة الاستيراد من الخارج للنفط الخام (مليار دولار).	X_{24} : إمكانيات نصيب مصر (مليون طن من البترول المكافئ).
X_{25} : العجز/الفائض (نصيب مصر)(مليون طن من البترول المكافئ).	X_{26} : كمية شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج (نصيب مصر).
X_{27} : تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج (نصيب مصر) (مليار دولار).	X_{28} : نسبة ترشيد الإستهلاك من النفط (٪) في العام المعني.
X_{29} : الطلب على النفط الخام عند ترشيد الاستهلاك.	X_{30} : (العجز/الفائض) من النفط الخام (إستقرار الإحتياطي وترشيد الإستهلاك).
X_{31} : العجز/الفائض من النفط الخام (مليون طن من البترول المكافئ).	

(ب) الغاز الطبيعي:

١- يتم حساب إمكانيات الإنتاج للغاز الطبيعي في العام المعني. وكذلك يتم حساب إحتياطي الغاز الطبيعي في العام التالى (في حالة استقرار الإحتياطي) بإستخدام المعادلات التالية.

$$Y_1 = Y_D * Y_2 \quad ; \quad Y_3 = Y_D - Y_1$$

٢- يتم حساب الإنتاج للغاز الطبيعي في العام المعني (في حالة زيادة الإحتياطي ١ تريليون قدم مكعب سنوياً). وكذلك يتم حساب الإحتياطي في العام التالى بإستخدام المعادلات التالية.

$$Y_4 = Y_D \quad ; \quad Y_5 = Y_4 * Y_2 \quad ; \quad Y_6 = (Y_4 - Y_5) + (21)$$

٣- يتم حساب الطلب على الغاز الطبيعي في العام التالى (في حالة إستقرار الإحتياطي من الغاز الطبيعي) عن طريق إستخدام المعادلة التالية.وكذلك حساب العجز/الفائض (نصيب مصر). وكذلك يتم حساب تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني (نصيب مصر) (في حالة استقرار الإحتياطي) بإستخدام المعادلات التالية (مليون طن من البترول المكافئ).

$$Y_9 = Y_8 + (Y_8 \times Y_{10}/100) \; ; \quad Y_{13} = Y_3 * Y_{12} \; ; \quad Y_{14} = Y_{13} - Y_9 \; ;$$
$$Y_{15} = \text{ABS}\ (Y_{14}*1340*35.315*Y_{11})/\ (1.111*10\text{^}6)$$

٤- يتم حساب العجز/الفائض للغاز الطبيعي في العام المعني. وكذلك يتم حساب تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني (زيادة الإحتياطي) بإستخدام المعادلات التالية.

$$Y_{16} = Y_6 * Y_{12} \quad ; \quad Y_{17} = Y_{16} - Y_9 \; ;$$
$$Y_{18} = \text{ABS}\ (Y_{17}*1340*35.315*Y_{11})/(1.111*10\text{^}6) \; ;$$

٥- يتم حساب الطلب على الغاز الطبيعي في العام المعني عند ترشيد الإستهلاك خلال الفترة ٢٠١٢/٢٠١٣ - ٢٠٢٩/٢٠٣٠ (في حالة استقرار الإحتياطي) عن طريق إستخدام المعادلة التالية.(Y20 = Y9 – (Y9 * Y19

٦- يتم حساب العجز/الفائض عند ترشيد الإستهلاك (نصيب مصر). وكذلك يتم حساب تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج في العام المعني (نصيب مصر)

(في حالة استقرار الإحتياطي وترشيد الإستهلاك) بإستخدام المعادلات التالية (مليون طن من البترول المكافئ).

$Y_{21} = Y_{13} - Y_{20}$ ؛ $Y_{22} = ABS\ (Y_{21}*1340*35.315*Y_{11})/\ (1.111*10\text{^}6)$

٧- يتم حساب العجز/الفائض من الغاز الطبيعي في العام المعني عند ترشيد الإستهلاك (مليون طن من البترول المكافئ). وكذلك يتم حساب تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج للغاز الطبيعي في العام المعني (في حالة زيادة الإحتياطي وترشيد الإستهلاك) بإستخدام المعادلات التالية.

$Y_{23} = Y_{16} - Y_{20}$ ؛ $Y_{24} = ABS\ (Y_{23}*1340*35.315*Y_{11})/\ (1.111*10\text{^}6)$ ؛

المعاملات تحويل قدم مكعب إلى مليون طن من البترول المكافئ هي:

طن من الغاز الطبيعي = ١،١١١ مليون طن من البترول المكافئ،

متر مكعب من الغاز الطبيعي=٣٥،٣١٥ قدم مكعب ، طن من الغاز الطبيعي= ١٣٤٠ متر مكعب.

Y_D : إحتياطي الغاز في العام المعني (مليون طن من البترول المكافئ).	Y_1 : الإنتاج المتوقع في العام المعني (مليون طن من البترول المكافئ).
Y_2 : معدل النفاد أو النضوب للإحتياطيات 5 ٪.	Y_3 : إحتياطي الغاز الطبيعي في العام التالي (في حالة استقرار احتياطي.
Y_4 : إحتياطي الغاز في العام المعني (مليون طن من البترول المكافئ).	Y_5 : الإنتاج المتوقع في العام المعني (مليون طن من البترول المكافئ).
Y_6 : إحتياطي الغاز في العام التالي (مليون طن من البترول المكافئ).	Y_7 : الكمية والاستثمارات المطلوبة لإضافة الاحتياطيات من الغاز الطبيعي.
Y_8: الطلب على الغاز ا في العام المعني (في حالة استقرار احتياطي).	Y_9: الطلب على الغاز الطبيعي في العام التالي (في حالة استقرار احتياطي).
Y_{10}: معدل نمو الطلب على الغاز الطبيعي (٪).	Y_{11} : سعر شراء الغاز الطبيعي من الشريك الأجنبي.
Y_{12} : حصة الدولة تمثل نحو 42% من إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي (في حالة إستقرار الإحتياطي).	Y_{13} : إمكانيات الإنتاج المتوقع (نصيب مصر) معدل نضوب 5 ٪ (في حالة إستقرار الإحتياطي).
Y_{14} : العجز/الفائض من الغاز الطبيعي (نصيب مصر) (مليون طن من البترول المكافئ).	Y_{15} : تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج (نصيب مصر) (مليار دولار).
Y_{16} : إمكانيات الإنتاج (نصيب مصر) (مليون طن من البترول المكافئ).	Y_{17} : العجز/الفائض من الغاز (نصيب مصر) (مليون طن من البترول المكافئ).
Y_{18} : تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج (نصيب مصر).	Y_{19} : نسبة ترشيد الإستهلاك من الغاز (٪) في العام المعني.
Y_{20} : الطلب على الغاز عند ترشيد الاستهلاك.	Y_{21}: (العجز/الفائض) من الغاز الطبيعي (استقرار الإحتياطي وترشيد الإستهلاك).
Y_{22} : تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج. (مليار دولار)	Y_{23} : (العجز/الفائض) من الغاز الطبيعي (زيادة الإحتياطي وترشيد الإستهلاك).
Y_{24} : تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج. (مليار دولار)	

(ج) الطاقة الكهربائية:

١- يتم حساب الطلب للطاقة الكهربائية المستهلكة والمولدة والقدرة المركبة بإستخدام المعادلات التالية.

$$Z_1 = Z_D + (Z_D \times Z/100) \; ; \quad Z_3 = Z_2 + (Z_2 \times Z/100 \quad ; \quad Z_5 = Z_4 + (Z_4 \times Z/100) \; ;$$

٢- يتم حساب الطلب علي الطاقة المتجددة عند ٣٪ من الطاقة الكهربائية المولدة. ويتم حساب الطلب علي البديل النووي والتوليد الحراري لتوليد الطاقة الكهربائية. وكذلك حساب الوقود للتوليد الحراري وكذلك حساب الاستثمارات لإضافة ميجاوات باستخدام المعادلات التالية.

$$Z_8 = Z_3 * Z_7 \quad ; \quad Z_{10} = Z_3 * Z_9 \quad ; \quad Z_{11} = Z_3 - (Z_6 + Z_8 + Z_{10}) \; ;$$
$$Z_{13} = (Z_{11} * Z_{12}) / 1000 \; ; \quad Z_{14} = Z_5 - Z_4 \quad ; \quad Z_{15} = ((Z_5 - Z_4) * 750) / 10\text{^}6$$

٣- يتم حساب الطلب والتكلفة للغاز الطبيعي لتلبية التوليد الحراري بإستخدام المعادلات التالية.

$$Z_1 = Z_D + (Z_D \times Z/100) \; ; \quad Z_3 = Z_2 + (Z_2 \times Z/100 \; ; \quad Z_5 = Z_4 + (Z_4 \times Z/100) \; ;$$

٤- يتم حساب الطلب علي الطاقة المتجددة (بدون الطاقة المائية). ويتم حساب الطلب للتوليد الحراري. وكذلك يتم حساب الوقود للتوليد الحراري في العام المعني بإفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة وتقليل إستخدام الطاقة الحرارية بإستخدام المعادلات التي تم إعدادها. وكذلك يتم حساب التكلفة للوقود والوفر للطلب علي التوليد الحراري.

٥- يتم حساب الطلب علي الطاقة الكهربائية المولدة بإفتراض مساهمة الفحم كمصر من مصادر الوقود لمحطات التوليد. ويتم حساب الطلب للتوليد الحراري. وكذلك حساب الوقود اللازم للتوليد الحراري في العام المعني بإفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة (بدون الطاقة المائية) وكذلك إفتراض مساهمة الفحم كمصر من مصادر الوقود لمحطات التوليد الحراري بإستخدام المعادلات التي تم إعدادها. وكذلك يتم حساب التكلفة للوقود والوفر في التكلفة للغاز الطبيعي لتلبية التوليد الحراري.

٦- يتم حساب الطلب علي الطاقة المتجددة بإفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة كما موضح في الجدول (٢). ويتم حساب الطلب للتوليد الحراري (مليار ك.و.س).

٧- يتم حساب الوقود اللازم للتوليد الحراري بإفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة كما موضح في الجدول (٢) باستخدام المعادلات التي تم إعدادها. وكذلك يتم حساب التكلفة للغاز الطبيعي والوفر في التكلفة للغاز الطبيعي لتلبية التوليد الحراري.

$$Z_{20} = Z_3 * Z_{19} \; ; \quad Z_{21} = Z_3 - (Z_6 + Z_{10} + Z_{20}) \; ; \quad Z_{23} = Z_3 * Z_{22} \; ;$$

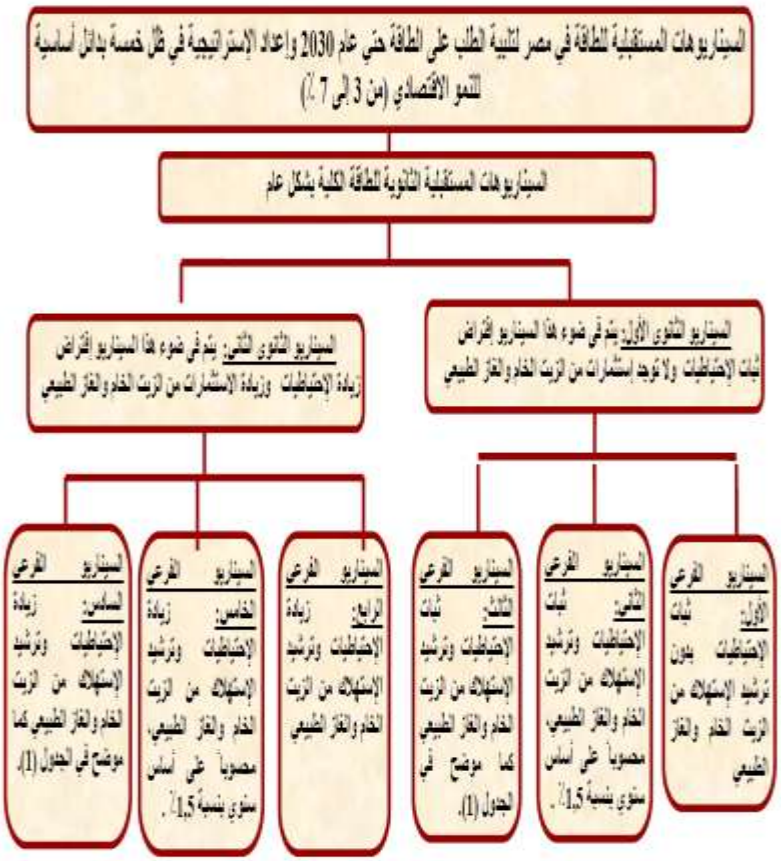
$$Z_{24} = Z_3 - (Z_6 + Z_{10} + Z_{20} + Z_{23}) \; ; \quad Z_{26} = Z_3 * Z_{25} \; ; \quad Z_{27} = Z_3 - (Z_6 + Z_{26}) \; ;$$

Z_0: الطلب على الطاقة الكهربائية المستهلكة (مليار ك.و.س).	Z_1: الطلب على الطاقة الكهربائية المستهلكة في العام التالي.
Z_2: الطلب على الطاقة الكهربائية المولدة في العام المعني.	Z: معدل نمو الطلب على الطاقة الكهربائية (٪).
Z_3: الطلب على الطاقة الكهربائية المولدة العام التالي.	Z_4: الطلب على القدرة المركبة في العام المعني (ميجاوات).
Z_5: الطلب على القدرة المركبة في العام التالي (ميجاوات).	Z_6: إفتراض ثبات مساهمة الطاقة المائية في الطاقة الكهربائية
Z_7: مساهمة الطاقة المتجددة 3٪ من الطاقة الكهربائية المولدة سنوياً عام 2011/2010 وزيادتها لتصل إلي 12.5٪.	Z_8: الطلب على الطاقة المتجددة (بدون الطاقة المائية) في العام المعني (مليار ك.و.س).
Z_9: إفتراض ثبات مساهمة البديل النووي.	Z_{10}: الطلب على البديل النووي في العام المعني (مليار ك.و.س).
Z_{11} : الطلب على التوليد الحراري في العام المعني (مليار ك.و.س).	Z_{12}: معامل إستهلاك الوقود لكل ك.و.س.
Z_{13}: الوقود اللازم للتوليد الحراري	Z_{14}: القدرات المركبة المطلوبة لإضافة ميجاوات (ميجاوات).
Z_{15}: الاستثمارات لإضافة ميجاوات إلى القدرات المركبة.	Z_{16}: الطلب على الغاز الطبيعي اللازم لتلبية التوليد الحراري.
Z_{17}: سعر شراء الغاز الطبيعي من الشريك الأجنبي.	Z_{18}: التكلفة للوقود الحراري (الغاز) للطلب علي التوليد الحراري.
Z_{19}: افتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة.	Z_{20}: الطلب على الطاقة المتجددة في العام المعني(مليار ك.و.س).
Z_{21}: الطلب علي التوليد الحراري في العام المعني بإفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة.	Z_{22}: إفتراض مساهمة الفحم كمصر من مصادر الوقود وإنتاج الطاقة الكهربائية المولدة سنوياً.
Z_{23}: الطلب على الطاقة الكهربائية المولدة بإستخدام الفحم في العام المعني (مليار ك.و.س).	Z_{24}: الطلب علي التوليد الحراري بإفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة وكذلك إفتراض مساهمة الفحم كمصدر من مصادر الوقود.
Z_{25}: إفتراض زيادة مساهمة المتجددة كما في الجدول (2).	Z_{26}: الطلب على الطاقة المتجددة في العام المعني.
Z_{27}: التوليد الحراري بزيادة مساهمة الطاقة المتجددة كما في الجدول (2).	

٢) **تحديد السيناريوهات:** فقد تم إعداد الإستراتيجية للطاقة في مصر حتى عام ٢٠٣٠/٢٠٢٩ على دراسة خمسة من البدائل للنمو الاقتصادي خلال فترة الدراسة كالآتي:

* البديل الاقتصادي ٥٪ * البدائل المتحفظة ٣٪ و ٤٪
* البدائل المتفائلة ٦٪ و٧٪

السيناريوهات المستقبلية للطاقة في مصر لتلبية الطلب على الطاقة سواء كانت طاقات تقليدية أو طاقات متجددة حتي عام ٢٠٣٠



الشكل(١): السيناريوهات المستقبلية في مصر لتلبية الطلب على الطاقة الكلية حتي عام ٢٠٣٠

الشكل(٢): السيناريوهات المستقبلية لتلبية الطلب على الطاقة الكهربائية حتي عام ٢٠٣٠

***سيناريوهات الطاقة الكلية بشكل عام:**

<u>السيناريو الثانوي الأول:</u> يتم فى ضوء هذا السيناريو إفتراض عدم وجود زيادة لأنشطة الاستكشاف لتوسيع الاحتياطيات المؤكدة والإستثمارات، وثبات الإحتياطيات للزيت الخام والغاز الطبيعي كالتالي:

<u>أولاً:</u> ثبات الإحتياطي للنفط عند ٤،٤ مليار برميل عام ٢٠١٠/٢٠٠٩ بدون ترشيد الإستهلاك. ثبات الإحتياطي للغاز عند ٧٧ تريليون قدم مكعب عام ٢٠١٠/٢٠٠٩ بدون ترشيد الإستهلاك.

<u>ثانياً:</u> ترشيد الاستهلاك من النفط الخام والغاز الطبيعي، محسوباً على أساس سنوي بنسبة ١،٥٪.

<u>ثالثاً:</u> ترشيد الاستهلاك من النفط الخام والغاز الطبيعي كما موضح في الجدول التالي (١):

الفترة	٢٠١٣ – ٢٠١٧	٢٠١٨ – ٢٠٢٣	٢٠٢٤ – ٢٠٣٠
نسبة ترشيد الإستهلاك من النفط الخام أو الغاز الطبيعي في السنة (٪)	١,٥	٢	٢,٥

السيناريو الثانوي الثاني: يتم فى هذا السيناريو إفتراض زيادة لأنشطة الاستكشاف لتوسيع الاحتياطيات والإستثمارات، وزيادة الإحتياطيات للزيت الخام والغاز الطبيعي كالتالي:

أولاً: زيادة الإحتياطي عند ٤,٤ مليار برميل عام ٢٠١٠ بنسبة ٥٪ سنوياً بدون ترشيد الإستهلاك.

زيادة الإحتياطي للغاز الطبيعي بنحو ١ تريليون قدم مكعب سنوياً بدون ترشيد الإستهلاك.

ثانياً: ترشيد الاستهلاك من النفط الخام والغاز الطبيعي، محسوباً على أساس سنوي بنسبة ١،٥٪ .

ثالثاً: ترشيد الاستهلاك من النفط الخام والغاز الطبيعي كما موضح في الجدول (١).

***سيناريوهات الطاقة الكهربائية:** يتم إفتراض عدد ٤ سيناريوهات تراعي زيادة مساهمة الطاقة المتجددة وتنويع مصادر الوقود لمحطات التوليد بالإعتماد علي الفحم:

- **السيناريو الأول:** مساهمة الطاقة المتجددة (بدون الطاقة المائية) عند ٣٪ من الطاقة الكهربائية المولدة سنوياً عام ٢٠١١/٢٠١٠ وزيادتها لتصل إلي ١٢،٥٪ عام ٢٠٣٠/٢٠٢٩.
- **السيناريو الثاني:** ترشيد الإستهلاك من الطاقة الحرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، تحسب على أساس إفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة عند ٥ ٪ من الطاقة الكهربائية المولدة سنوياً في ٢٠١٣/٢٠١٢، وزيادتها بنسبة ١ ٪ سنوياً خلال الفترة ٢٠١٣/٢٠١٢ – ٢٠٣٠/٢٠٢٩.
- **السيناريو الثالث:** ترشيد الإستهلاك من الطاقة الحرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، تحسب على أساس إفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة عند ٥٪ من الطاقة الكهربائية سنوياً في ٢٠١٣/٢٠١٢، وزيادتها بنسبة ١٪ سنوياً، وكذلك اعتماد الفحم لتنويع مصادر الوقود لمحطات التوليد، وإنتاج ٥٪ من الطاقة الكهربية في ٢٠١٨/٢٠١٧، وزيادته بنسبة ١٪ سنوياً. سعر شراء الفحم ٤٠ دولار/ مليون طن.

❖ **السيناريو الرابع:** ترشيد الإستهلاك من الطاقة الحرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، تحسب على أساس إفتراض زيادة مساهمة الطاقة المتجددة تشمل الطاقة النووية كما موضح في **جدول(٢):**

الفترة	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	٢٠١٦	٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠٢٠	٢٠٢١	٢٠٢٢	٢٠٢٣	٢٠٢٤	٢٠٢٥	٢٠٢٦ – ٢٠٣٠
نسبة زيادة مساهمة الطاقة الجديدة والمتجددة في السنة (٪)	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠

٣) معايير حساب التكلفة الأقتصادية والعبء البيئي للسيناريوهات المختصة للطاقة الكلية والطاقة الكهربائية في مصر حتي عام ٢٠٣٠

***سيناريوهات الطاقة الكلية بشكل عام:**

(أ) المعايير الإقتصادية والفنية لموازنات الزيت الخام والغاز الطبيعي:	
(١) تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي والاستيراد من الخارج ،	(٢) تكلفة الاستيراد من الخارج ،
(٣) تكلفة شراء حصة الشريك الأجنبي ،	(٤) الوفر في حالة ترشيد الاستهلاك من الزيت الخام والغاز الطبيعي.
(ب) المعايير البيئية لموازنات الزيت الخام والغاز الطبيعي:	
(٥) إجمالي كمية الغازات الدفيئة من حرق النفط الخام والغاز الطبيعي بإستخدام برنامج LEAP.	
* سيناريوهات الطاقة الكهربائية:	
(أ) المعايير الإقتصادية والفنية لموازنات الطاقة الكهربائية:	
(٦) الاستثمارات المطلوبة لإضافة القدرات المركبة على الطاقة الكهربائية،	(٧) مجموع الوقود الحراري لتوليد الطاقة الكهربائية ،
(٨) التكلفة لمجموع الوقود الحراري،	(٩) الوفر في الكمية والتكلفة للوقود الحراري.
(ب) المعايير البيئية لموازنات الطاقة الكهربائية:	
(١٠) إجمالي كمية الغازات الدفيئة من حرق الوقود الحراري لتوليد الطاقة الحرارية بإستخدام برنامج LEAP.	

نتائج واستنتاجات البحث

فيما يلي يتم عرض نتائج البحث التي تعتمد علي التخطيط الإستراتيجي من خلال حساب التكلفة الأقتصادية والعبء البيئي في ظل خمسة بدائل أساسية للنمو الاقتصادي (من ٣ إلى ٧ ٪) حتي عام ٢٠٣٠ بهدف تحقيق الإستدامة في قطاع الطاقة بحيث يراعي أهم

مشاكل الطاقة الكلية بشكل عام والطاقة الكهربائية في مصر حتي عام ٢٠٣٠ كما موضح في الجدول (٣).

جدول(٣): التكلفة الاقتصادية والعبء البيئي لتلبية الطاقة الكلية بشكل عام حتي عام ٢٠٣٠

متوسط النمو الاقتصادي السنوي	السيناريو الثاني الأول						السيناريو الثاني الثاني					
	النمط الحالي											
	استقرار احتياطي بدون ترشيد		ترشيد الاستهلاك بنسبة ٢١.٥ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))		زيادة الاحتياطي بدون ترشيد		ترشيد الاستهلاك بنسبة ٢١.٥ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))	
	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون)
الجيل ٧٪	٨٣٤	٢,٤١	٨١٨,٨٦	٢,٣٦	٨١١,٣٤	٢,٣٣	٧١٢	٢,٠٦	٦٩٦,٨٢	٢	٦٨٩,٥٣	١,٩٨
الجيل ٦٪	٧٣١,٢٦	٢,١	٧١٤,٢١	٢,٠٩	٧٠٨,٢٤	٢,٠٤	٦٠٥,٨٨	١,٧٥	٥٩٢,٣٩	١,٧١	٥٨٦,٤٣	١,٦٩
الجيل ٥٪	٦٢٧,٠٢	١,٨	٦١١,٥٢	١,٧٧	٦٠٦,٣٨	١,٧٥	٥٠١,٨٩	١,٤٥	٤٨٩,٩٦	١,٤١	٤٨٤,٨٢	١,٣٩
الجيل ٤٪	٥٣٥,٥٤	١,٥٤	٥٢١,١٥	١,٥١	٥١٦,٧٢	١,٤٩	٤١٠,٦٦	١,١٩	٤٠٠,٠٩	١,١٦	٣٩٥,٦٦	١,١٤
الجيل ٣٪	٤٦٢,٧٧	١,٣٣	٤٤٩,٦٩	١,٣	٤٤٥,٨٢	١,٢٩	٣٣٨,١٣	٠,٩٨	٣٢٨,٣٦	٠,٩٥	٣٢٤,٧٦	٠,٩٣
	الغاز الطبيعي											
الجيل ٧٪	١٣٣,٦٨	٢,٥	١٣١,١٩	٢,٤٥	١٣٠,٠٦	٢,٤٣	١٢٥,٩١	٢,٣٥	١٢٣,٤١	٢,٣	١٢٢,٢٩	٢,٢٨
الجيل ٦٪	١١٦,١١	٢,١٧	١١٣,٨٨	٢,١٣	١١٢,٨٩	٢,١١	١٠٨,٣٣	٢,٠٢	١٠٦,١	١,٩٨	١٠٥,١١	١,٩٦
الجيل ٥٪	٩٨,٨٦	١,٨٥	٩٦,٨٩	١,٨١	٩٦,٠٤	١,٧٩	٩١,٠٩	١,٧	٨٩,١١	١,٦٦	٨٨,٢٦	١,٦٤
الجيل ٤٪	٨٣,٧٣	١,٥٦	٨١,٩٨	١,٥٣	٨١,٢٥	١,٥١٧	٧٥,٩٥	١,٤٢	٧٤,٢	١,٣٩	٧٣,٤٧	١,٣٧
الجيل ٣٪	٧١,٦٩	١,٣٤	٧٠,١٢	١,٣١	٦٩,٤٨	١,٣	٦٣,٩١	١,١٩	٦٢,٣٤	١,١٦	٦١,٧	١,١٥
	الطاقة الكهربائية											
متوسط النمو الاقتصادي السنوي	زيادة مساهمة الطاقة المتجددة عند ٣٪ سنوياً عام ٢٠١٠/٢٠١١ وزيادتها إلى ١٢.٥٪ (السيناريو الأول)		زيادة مساهمة الطاقة المتجددة من ٥٪ في ٢٠١٢/٢٠١٣ ، وزيادتها بنسبة ٢١٪ سنوياً (السيناريو الثاني)		تنويع توليد الطاقة الحرارية بالاعتماد على الفحم وزيادة مساهمة الطاقة المتجددة (السيناريو الثالث)		زيادة مساهمة الطاقة المتجددة تشمل الطاقة النووية كما موضح في الجدول (٢) (السيناريو الرابع)	
	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن متري من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن متري من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن متري من ثاني أكسيد الكربون)	التكلفة الاقتصادية (مليار دولار)	العب البيئي (جيجا طن متري من ثاني أكسيد الكربون)				
الجيل ٧٪	١٦٥	٣,٠٩	١٥٤	٢,٨٧	١٤٤	٢,٣٥	٩٠	١,٦٨				
الجيل ٦٪	١٤٠	٢,٦١	١٣٠	٢,٤٣	١٢٣	٢,٨٢	٧٨	١,٤٥				
الجيل ٥٪	١٢٠	٢,٢٤	١١٢	٢,٠٩	١٠٦	٢,٤١	٦٨	١,٢٨				
الجيل ٤٪	١٠٢	١,٩١	٩٦	١,٧٨	٩٠	٢,٠٤	٦٠	١,١٢				
الجيل ٣٪	٨٨	١,٦٤	٨٣	١,٥٤	٧٨	١,٧٥	٥٣	١				

يوضح هذا الجدول (٣) التكلفة الاقتصادية والعبء البيئي لحسابات كل من الطاقة الكلية والطاقة الكهربائية طبقاً لبدائل النمو الاقتصادي المختلفة والسيناريوهات السابق تحديدها حتي عام ٢٠٣٠.

ومنه يتضح أن الحسابات الناتجة تثبت صحة النموذج الرياضي حيث تقل التكاليف الاقتصادية والعبء البيئي كلما قل معل النمو الاقتصادي. ولكن هذا لا يعني إتباع أقل معدل نمو اقتصادي حيث إنه يمثل في هذه الحالة تدهوراً في التنمية. ولذلك فيتم إقتراح إستخدام معدل النمو الاقتصادي المرجح (٦٪) فيما بعد لمقارنة نتائج التكاليف الاقتصادية والعبء البيئي للسيناريوهات المختلفة للطاقة الكلية والطاقة الكهربائية في ظل خمسة بدائل أساسية للنمو الاقتصادي (من ٣ – ٧٪) كما في الجداول التالية.

١) الطاقة الكلية في مصر حتي عام ٢٠٣٠: بلغ إنتاج الطاقة الأولية المستخدمة فى العام ٢٠١٤/٢٠١٣ حوالى ٨٢،٨ مليون طن من البترول المكافئ ساهم الغاز الطبيعى ٥٣٪ منها، يليه المشتقات البترولية بنسبة ٤١٪ ثم الفحم ٢٪ بإجمالى ٩٦٪ والباقى (٤٪) هى كهرباء منتجة من الطاقة المائية ومزارع الرياح وغيرها.

أولاً:الجدول(٤): النسب المئوية للتكلفة الأقتصادية والعب البيئي لكل سيناريو باختيار بديل النمو الإقتصادي(٦٪) ومقارنته بالبدائل الأساسية للنمو الاقتصادي (من ٣ إلى ٧ ٪) حتي عام ٢٠٣٠

متوسط النمو الاقتصادي السنوي	السيناريو الثاني الأول						السيناريو الثاني الثاني					
	النفط الخام											
	استقرار احتياطى بدون ترشيد		ترشيد الإستهلاك بنسبة ١،٥٪ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))		زيادة الاحتياطى بدون ترشيد		ترشيد الاستهلاك بنسبة ١،٥٪ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))	
	منتفعة (قسمة)	العب البيئي	منتفعة (قسمة)	العب البيئي	منتفعة (قسمة)	العب البيئي	منتفعة (قسمة)	العب البيئي	منتفعة (قسمة)	العب البيئي	منتفعة (قسمة)	العب البيئي
المعدل ٧٪	٪١١٤	٪١١٤	٪١١٤	٪١١٤	٪١١٤	٪١١٤	٪١١٧	٪١١٧	٪١١٧	٪١١٧	٪١١٧	٪١١٧
المعدل ٦٪	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠
المعدل ٥٪	٪٨٦	٪٨٦	٪٨٦	٪٨٦	٪٨٦	٪٨٦	٪٨٣	٪٨٣	٪٨٣	٪٨٣	٪٨٣	٪٨٣
المعدل ٤٪	٪٧٣	٪٧٣	٪٧٣	٪٧٣	٪٧٣	٪٧٣	٪٦٨	٪٦٨	٪٦٨	٪٦٨	٪٦٨	٪٦٨
المعدل ٣٪	٪٦٣	٪٦٣	٪٦٣	٪٦٣	٪٦٣	٪٦٣	٪٥٦	٪٥٦	٪٥٦	٪٥٦	٪٥٦	٪٥٦
الغاز الطبيعي												
المعدل ٧٪	٪١١٥	٪١١٥	٪١١٥	٪١١٥	٪١١٥	٪١١٥	٪١١٦	٪١١٦	٪١١٦	٪١١٦	٪١١٦	٪١١٦
المعدل ٦٪	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٪١٠٠
المعدل ٥٪	٪٨٥	٪٨٥	٪٨٥	٪٨٥	٪٨٥	٪٨٥	٪٨٤	٪٨٤	٪٨٤	٪٨٤	٪٨٤	٪٨٤
المعدل ٤٪	٪٧٢	٪٧٢	٪٧٢	٪٧٢	٪٧٢	٪٧٢	٪٧٠	٪٧٠	٪٧٠	٪٧٠	٪٧٠	٪٧٠
المعدل ٣٪	٪٦٢	٪٦٢	٪٦٢	٪٦٢	٪٦٢	٪٦٢	٪٥٩	٪٥٩	٪٥٩	٪٥٩	٪٥٩	٪٥٩

ثانياً:مؤشرات حساب التكلفة الاقتصادية والعبء البيئي للسيناريوهات الطاقة الكلية حتي عام ٢٠٣٠

جدول(٥): المؤشرات الإقتصادية والبيئية للطاقة الكلية لكل سيناريو حتي عام ٢٠٣٠.

(أ) المؤشرات الإقتصادية والفنية لموازنات الزيت الخام والغاز الطبيعي:	
(١) نصيب الفرد من الإنتاج المتوقع (طن من البترول المكافئ/نسمة) ،	(٢) نصيب الفرد من الإستهلاك المتوقع (طن من البترول المكافئ/نسمة) ،
(٣) نصيب إمكانيات الإنتاج المتوقع من الناتج المحلي الإجمالي (GDP MER) (طن من البترول المكافئ/ألف دولار) (TPES/GDP) ،	
(٤) نصيب الإستهلاك المتوقع من الناتج المحلي الإجمالي (GDP MER) (طن من البترول المكافئ/ ألف دولار)	
(ب) المؤشرات البيئية لموازنات الزيت الخام والغاز الطبيعي:	
(٥) نصيب الفرد من انبعاثات الغازات الدفيئة (طن متري من ثاني أكسيد الكربون /نسمة) ،	
(٦) توزيع كمية الغازات الدفيئة من الناتج المحلي الإجمالي (GDP MER) (كليو جرام من ثاني أكسيد الكربون /دولار) ،	
(٧) توزيع كمية الغازات الدفيئة من إمكانيات الإنتاج المتوقع (طن متري من ثاني أكسيد الكربون /طن من البترول المكافئ) ،	
(٨) توزيع كمية الغازات الدفيئة من إمكانيات الإستهلاك المتوقع (طن متري من ثاني أكسيد الكربون /طن من البترول المكافئ)	

جدول(٦): قيم مؤشرات الإقتصادية والبيئية من الجدول (٥) وكما تم حسابها لبديل النمو الاقتصادي (٦٪) للطاقة الكلية في مصر طبقاً للسيناريوهات السابق تحديدها حتي عام ٢٠٣٠.

البدائل الاقتصادية	السيناريو الثانوي الأول (استقرار احتياطي بدون ترشيد)								السيناريو الثانوي الثاني (زيادة الاحتياطي بدون ترشيد)							
	النفط الخام															
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)
البديل ٦٪	٧,٥	١٥,٩	٢,١٥	٣,٩٣	٢٣,٦	٥,٤٥	١٦٨,٧	٢٩,٣	١٠,٦	١٥,٩	٢,٩	٣,٩٣	١٩,٥	٤,٤٣	٦٢,٣	٢٣,٨
	الغاز الطبيعي															
البديل ٦٪	١٢,٨	١٧	٣,٥٣	٤,٢	٢٤,٥	٥,٧٣	٦١,٢	٢٨,٨	١٤,٧	١٧	٤,٢	٤,٢	٢٢,٨	٥,٣٤	٤٣,١	٢٦,٨
البدائل الاقتصادية	السيناريو الثانوي الأول (ترشيد الاستهلاك على أساس سنوي ١,٥٪)								السيناريو الثانوي الثاني(ترشيد الاستهلاك على أساس سنوي ١,٥٪)							
	النفط الخام															
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)
البديل ٦٪	٧,٥	١٥,٧	٢,١٥	٣,٨٨	٢٣,٢	٥,٣٤	١٦٥,٨	٢٩,١	١٠,٦	١٥,٧	٢,٩	٣,٨٨	١٩	٤,٣٣	٦١	٢٣,٦
	الغاز الطبيعي															
البديل ٦٪	١٢,٨	١٦,٨	٣,٥٣	٤,١٥	٢٤	٥,٦١	٦٠,١	٢٨,٦	١٤,٧	١٦,٨	٤,٢	٤,١٥	٢٢,٤	٥,٢٢	٤٢,٢	٢٦,٦
البدائل الاقتصادية	السيناريو الثانوي الأول (ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))								السيناريو الثانوي الثاني(ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))							
	النفط الخام															
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)
البديل ٦٪	٧,٥	١٥,٦	٢,١٥	٣,٨٦	٢٢,٩	٥,٣	١٦٤,٣	٢٩	١٠,٦	١٥,٦	٢,٩	٣,٨٦	١٨,٨	٤,٣	٦٠,٤	٢٣,٥
	الغاز الطبيعي															
البديل ٦٪	١٢,٨	١٦,٧	٣,٥٣	٤,١٣	٢٣,٨	٥,٥٧	٥٩,٥	٢٨,٥	١٤,٧	١٦,٧	٤,٢	٤,١٣	٢٢,٢	٥,١٨	٤١,٨	٢٦,٥

جدول(٧): النسب المئوية للمؤشرات الإقتصادية والبيئية للطاقة الكلية منسوبة إلي بديل النمو الاقتصادي(٦٪) في مصر حتي عام ٢٠٣٠

متوسط النمو الاقتصادي السنوي	السيناريو الثاني الأول					السيناريو الثاني الثاني					
	النقط الخام										
	استقرار احتياطي بدون ترشيد		ترشيد الاستهلاك بنسبة ١.٥٪ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))	زيادة الاحتياطي بدون ترشيد			ترشيد الاستهلاك بنسبة ١.٥٪ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(١)	(٢)	(٣)	(٣)	(٤)	(٥)
البديل ٧٪	١٠٠٪	١١٠٪	٩٥٪	٩٥٪	٩٩٪	١٠٠٪	١١٠٪	٩٥٪	٩٩٪	٩٥٪	٩٩٪
البديل ٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٥٪	١٠٠٪	٩١٪	١٠٥٪	١٠٥٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٩١٪	١٠٩٪	١٠٧٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٤٪	١٠٠٪	٨٢٪	١١٥٪	١١٥٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٨٢٪	١١٣٪	١١٣٪	١٠٠٪	١١٣٪
البديل ٣٪	١٠٠٪	٧٥٪	١٢١٪	١١٦٪	١٠١٪	١٠٠٪	٧٥٪	١٢١٪	١٢١٪	١٠١٪	١٢١٪
الغاز الطبيعي											
البديل ٧٪	١٠٠٪	١١٠٪	٩٥٪	٩٩٪	٩٩٪	١٠٠٪	١١٠٪	٩٥٪	٩٩٪	٩٥٪	٩٩٪
البديل ٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٥٪	١٠٠٪	٩١٪	١٠٦٪	١٠٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٩١٪	١٠٧٪	١٠٧٪	١٠٠٪	١٠٧٪
البديل ٤٪	١٠٠٪	٨٢٪	١١٣٪	١١٣٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٨٢٪	١١٤٪	١١٤٪	١٠٠٪	١١٤٪
البديل ٣٪	١٠٠٪	٧٥٪	١٢١٪	١١٦٪	١٠١٪	١٠٠٪	٧٥٪	١٢٣٪	١٢٣٪	١٠١٪	١٢٣٪

متوسط النمو الاقتصادي السنوي	السيناريو الثاني الأول					السيناريو الثاني الثاني					
	النقط الخام										
	(٥)	(٦)	(٥)	(٥)	(٥)	(٥)	(٦)	(٦)	(٦)	(٥)	(٥)
البديل ٧٪	١١٤٪	١٠١٪	١١٤٪	١٠٨٪	١١٤٪	١١٧٪	١٠٣٪		١٠٣٪	١١٨٪	١٠٣٪
البديل ٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪		١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٥٪	٨٤٪	٩٧٪	٨٤٪	٩٧٪	٨٤٪	٨٣٪	٩٤٪		٩٤٪	٨٣٪	٩٤٪
البديل ٤٪	٧٩٪	٩٤٪	٧٩٪	٩٤٪	٧٩٪	٧٩٪	٨٨٪		٨٨٪	٧٩٪	٨٨٪
البديل ٣٪	٧٤٪	٩٢٫٥٪	٧٤٪	٨٢٪	٧٤٪	٧٣٪	٨٣٪		٨٣٪	٧٥٪	٨٣٪
الغاز الطبيعي											
البديل ٧٪	١١٤٪	١٠٢٪	١١٤٪	١٠٣٪	١١٤٪	١١٦٪	١٠٣٪		١٠٣٪	١١٨٪	١٠٣٪
البديل ٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪		١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٥٪	٨٦٪	٩٩٫٥٪	٨٦٪	٩٩٪	٨٦٪	٨٦٪	٩٥٪		٩٥٪	٨٥٪	٩٥٪
البديل ٤٪	٧٣٪	٩٢٫٥٪	٧٣٪	٩٢٪	٧٣٪	٧١٪	٨١٫٥٪		٩٠٪	٧١٪	٩٠٪
البديل ٣٪	٩٣٪	٩٠٪	٩٣٪	٩٠٪	٩٣٪	٩٠٪	٨٩٪		٨٩٪	٩٠٪	٨٩٪

متوسط النمو الاقتصادي السنوي	النقط الخام											
	استقرار احتياطي بدون ترشيد		ترشيد الاستهلاك بنسبة ١.٥٪ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))		زيادة الاحتياطي بدون ترشيد		ترشيد الاستهلاك بنسبة ١.٥٪ سنوياً		ترشيد الاستهلاك (كما في الجدول (١))	
	(٧)	(٨)	(٧)	(٨)	(٧)	(٨)	(٧)		(٧)	(٨)	(٧)	(٨)
البديل ٧٪	١١٦٪	١٠٢٪	١١٦٪	١٠٣٪	١١٩٪	١٠٣٪	٣٨٪	١١٨٪	١١٨٪	١٠٣٪	١١٨٪	١٠٣٪
البديل ٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٣٧٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٥٪	٨٥٪	٩٧٪	٨٥٪	٩٧٪	٨٥٪	٩٧٪	٣٦٪	٧٢٪	٧٢٪	٩٤٪	٧٢٪	٩٤٪
البديل ٤٪	٧١٪	٩٤٪	٧١٪	٩٤٪	٧١٪	٩٤٪	٣٥٪	٦٧٪	٦٧٪	٨٨٪	٦٧٪	٨٨٪
البديل ٣٪	٦١٪	٩١٪	٦١٪	٩١٪	٦١٪	٩١٪	٣٤٪	٥٥٪	٥٥٪	٨٢٪	٥٥٪	٨٢٪
الغاز الطبيعي												
البديل ٧٪	١١٦٪	١٠٣٪	١١٦٪	١٠٣٪	١١٩٪	١٠٣٪	٧١٪	١١٧٪	١١٧٪	١٠٤٪	١١٧٪	١٠٤٪
البديل ٦٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	٧٠٫٥٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪
البديل ٥٪	٨٤٪	٩٦٪	٨٤٪	٩٦٪	٨٤٪	٩٦٪	٧٠٪	٩٥٪	٩٥٪	٩٣٪	٩٥٪	٩٣٪
البديل ٤٪	٧١٪	٩٣٪	٧١٪	٩٣٪	٧١٪	٩٣٪	٦٩٪	٩٠٪	٦٩٪	٩٠٪	٦٩٪	٩٠٪
البديل ٣٪	٦٠٪	٨٩٪	٦٠٪	٨٩٪	٦٠٪	٨٩٪	٦٨٪	٨٥٪	٨٥٪	٨٩٪	٨٥٪	٨٩٪

يوضح الجدول (٧) إختلاف النسب المئوية للمؤشرات الاقتصادية والبيئية للطاقة الكلية لبدائل النمو الاقتصادي المختلفة مقارنة بالبديل الاساسي للنمو الاقتصادي(٦٪).

جدول(٨): متوسط معدل نمو الطلب السنوي على النفط الخام والغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية وتعداد السكان و GDP (MER & PPP) في مصر حتي عام ٢٠٣٠.

عدد سكان في مصر	الناتج المحلي الإجمالي (يقاس على أساس تعادل القوة الشرائية(PPP)) (GDP PPP)	الناتج المحلي الإجمالي في مصر ويقاس بأسعار الصرف السائد في السوق (MER) (GDP MER)	معدل نمو الطلب على الطاقة الكهربائية	معدل نمو الطلب على الغاز الطبيعي	معدل نمو الطلب على النفط الخام	بدائل النمو الاقتصادي
Average annual population growth rate = (3٪)	(GDP PPP) = (GDP MER) * purchasing power parity exchange rate Average annual purchasing power parity exchange rate = 2.7	٪ ٧	٪٩,٥	٪٦,٧	٪٦,٧	البديل الأول ٧ ٪
		٪ ٦	٪٨,١	٪٥,٨	٪٥,٨	البديل الثاني ٦ ٪
		٪ ٥	٪٦,٨	٪٤,٨	٪٤,٨	البديل الثالث ٥ ٪
		٪ ٤	٪٥,٤	٪٣,٨	٪٣,٨	البديل الرابع ٤ ٪
		٪٣	٪٤,١	٪٢,٩	٪٢,٩	البديل الخامس ٣ ٪

يوضح الجدول (٨) متوسط معدل نمو الطلب السنوي على النفط الخام والغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية ومتوسط معدل نمو السنوي لتعداد السكان ومتوسط معدل نمو السنوي للناتج المحلي الإجمالي في مصر GDP (MER & PPP) لحسابات كل من الطاقة الكلية والطاقة الكهربائية طبقاً لبدائل النمو الاقتصادي المختلفة والسيناريوهات السابق تحديدها حتي عام ٢٠٣٠.ويتضح نتائج ذلك في جداول المؤشرات الاقتصادية والبيئية لحسابات كل من الطاقة الكلية والطاقة الكهربائية.

تقدر الاستثمارات لزيادة الاحتياطي من النفط الخام بنحو ٥ ٪ سنوياً بنحو ١٨٨،٤٥ مليار دولار، والغاز الطبيعي نحو ١ تريليون قدم مكعب سنوياً حتى عام ٢٠٣٠ بنحو ٣١،٥ مليار دولار.

جدول(٩): مقارنة بين السيناريو الثانوي الأول والثاني للطاقة الكلية حتي عام ٢٠٣٠.

البدائل الاقتصادية	السيناريو الثانوي الأول						السيناريو الثانوي الثاني					
	النفط الخام						النفط الخام					
	التكلفة الاقتصادية	العب البيئي	(١)	(٣)	(٥)	(٦)	التكلفة الاقتصادية		العب البيئي		(٣)	(٥)	(٦)
البديل ١	٢١١٤	٢١١٤	٢١٠٠	٢٩٥	٢١١٤	٢١٠١	٢١١٧	٢٨٥	٢١١٧	٢٨٥	٢١٣٣	٢٨٤	٢٨٣
البديل ٢	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢٨٣	٢١٠٠	٢٨٣	٢١٣٤	٢٨٢	٢٨١
البديل ٣	٢٨٦	٢٨٦	٢١٠٠	٢١٠٥	٢٨٦	٢٩٧	٢٨٣	٢٨٠	٢٨٣	٢٨٠	٢١٣٧	٢٧٩	٢٧٩
البديل ٤	٢٧٣	٢٧٣	٢١٠٠	٢١١٠	٢٧٤	٢٩٤	٢٦٨	٢٧٧	٢٦٨	٢٧٧	٢١٣٨	٢٧٦	٢٧٦
البديل ٥	٢٦٣	٢٦٣	٢١٠٠	٢١١٦	٢٦٤	٢٩٢,٥	٢٥٦	٢٧٣	٢٥٦	٢٧٣	٢١٤١	٢٧٢	٢٧٢
الغاز الطبيعي													
البديل ١	٢١١٥	٢١١٥	٢١٠٠	٢٩٥	٢١١٤	٢١٠٢	٢١١٦	٢٩٤	٢١١٦	٢٩٤	٢١١٢	٢٩٤	٢٩٤
البديل ٢	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢٩٣	٢١٠٠	٢٩٣	٢١١٢,٥	٢٩٣	٢٩٣
البديل ٣	٢٨٥	٢٨٥	٢١٠٠	٢١٠٦	٢٨٦	٢٩٦,٥	٢٨٤	٢٩٢	٢٨٤	٢٩٢	٢١١٣	٢٩٢	٢٩٢
البديل ٤	٢٧٢	٢٧٢	٢١٠٠	٢١١٣	٢٧٣	٢٩٢,٥	٢٧٠	٢٩١	٢٧٠	٢٩١	٢١١٤	٢٩١	٢٩٠,٥
البديل ٥	٢٦٢	٢٦٢	٢١٠٠	٢١٢١	٢٦٣	٢٩٠	٢٥٩	٢٨٩	٢٥٩	٢٨٩	٢١١٥	٢٨٩	٢٨٩

الاختيار النهائي لأفضل سيناريو للطاقة الكلية باستخدام النفط الخام والغاز الطبيعي طبقاً للإستراتيجية المقترحة: يتضح من الجدول (٩) الذي يقارن السيناريو الثانوي الأول بالثاني لكل من الزيت الخام والغاز الطبيعي التالي:

أولاً: بالنسبة للزيت الخام فإنة يتحقق وفر في التكلفة الأقتصادية للسيناريو الثانوي الثاني يتراوح بين ١١٢ –١٢٢ مليار دولار بنسبة تتراوح بين ٢٧٪–١٥٪. وكذلك تحقيق وفر في العبء البيئي للسيناريو الثانوي الثاني يتراوح بين ٠،٣٤–٠،٣٧ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون بنسبة تتراوح بين ٢٧٪–١٥٪، وكذلك تحقيق زيادة في نصيب الفرد من الإنتاج للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تصل إلي ٤١٪، وكذلك تحقيق زيادة في نصيب إمكانيات الإنتاج من الناتج المحلي الإجمالي (TPES/GDP) للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ٤١٪–٣٣٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في نصيب الفرد من انبعاثات الغازات الدفئية للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ٢٨٪–١٦٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في توزيع كمية الغازات الدفئية من الناتج المحلي الإجمالي(GDP MER) للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ٢٧٪–١٧٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في توزيع كمية الغازات الدفئية من إمكانيات

الإنتاج للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ٦٦٪-٦٢٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في كمية الغازات الدفئية من إمكانيات الإستهلاك للسيناريو الثانوي الثاني عن الأول بنسبة تتراوح بين ٢٨٪-١٧٪ حتي عام ٢٠٣٠.

ثانياً: بالنسبة للغاز الطبيعي فإنة يتحقق وفر في التكلفة الأقتصادية للسيناريو الثانوي الثاني بنحو ٨ مليار دولار بنسبة تتراوح بين ١١٪-٦٪، وكذلك تحقيق وفر في العبء البيئي للسيناريو الثانوي الثاني يتراوح بين ٠،١٤-٠،٢ جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون بنسبة تتراوح بين ١١٪-٦٪، وكذلك تحقيق زيادة في نصيب الفرد من الإنتاج للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تصل إلي ١٥٪، وكذلك تحقيق زيادة في نصيب إمكانيات الإنتاج من الناتج المحلي الإجمالي(TPES/GDP) للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ١٥٪-١٢٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في نصيب الفرد من انبعاثات الغازات الدفئية للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ١١٪-٦٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في توزيع كمية الغازات الدفئية من الناتج المحلي الإجمالي(GDP MER) للسيناريو الثانوي الثاني عن الأول بنسبة بنسبة تتراوح بين ١١٪-٦٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في توزيع كمية الغازات الدفئية من إمكانيات الإنتاج للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ٣٢٪-٢٩٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في كمية الغازات الدفئية من إمكانيات الإستهلاك للسيناريو الثانوي الثاني بنسبة تتراوح بين ١١٪-٦٪ حتي عام ٢٠٣٠.

ولذلك فإنه ينصح بإختيار السيناريو الثانوي الثانى للطاقة الكلية حيث يتم فى هذا السيناريو زيادة نسبة ترشيد الاستهلاك من ١,٥-٢,٥٪ كما في الجدول (١)

٢) الطاقة الكهربائية في مصر حتي عام ٢٠٣٠:

جدول(١٠): المؤشرات الإقتصادية والبيئية للطاقة الكهربية لكل سيناريو حتي عام ٢٠٣٠.

(أ) المؤشرات الإقتصادية والفنية لموازنات الطاقة الكهربائية:
(١) نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية المستهلكة (مليون ك.و.س / نسمة) (Electricity consumption/Population)،
(٢) نصيب الطاقة الكهربائية المستهلكة من الناتج المحلي الإجمالي في مصر (ك.و.س/دولار) (Electrcity consumption/GDP MER) ،
(٣) نصيب الطاقة الكهربائية المستهلكة من الناتج المحلي الإجمالي (GDP PPP)(ك.و.س/دولار) (Electrcity consumption/ GDP PPP)
(ب) المؤشرات البيئية لموازنات الطاقة الكهربائية:
(٤) نصيب الفرد من إنبعاثات الغازات الدفيئة للطاقة الكهربية (طن متري من ثاني أكسيد الكربون /نسمة) ،
(٥) توزيع كمية الغازات الدفيئة من الناتج المحلي الإجمالي (GDP MER) (كليو جرام من ثاني أكسيد الكربون المكافئ/دولار) ،
(٦) توزيع كمية الغازات الدفيئة من الناتج المحلي الإجمالي (GDP PPP)(كليو جرام من ثاني أكسيد الكربون المكافئ/دولار) ،
(٧) توزيع كمية الغازات الدفيئة من الطاقة الكهربائية المستهلكة (كليو جرام من ثاني أكسيد الكربون المكافئ / ك.و.س)

تقدر الاستثمارات لإضافة القدرات المركبة على الطاقة الكهربية ما بين ٢١–٨٨ مليار دولار. يبلغ إجمالى الطاقة الكهربائية المستهلكة محلياً بما يتراوح بين ٢٧٨ – ٧٤٢ مليار ك.و.س مقابل ١٢١ مليار ك.و.س عام ٢٠١٠/٢٠٠٩ وبمتوسط معدل نمو سنوي يتراوح بين ٤،١٪–٩،٥٪ . ويعتبر قطاع الكهرباء أكبر المستهلكين للمصادر الأولية من المشتقات البترولية والغاز ووصل إستهلاكه فى عام ٢٠١٠/٢٠٠٩ بنسبة ٤١٪ من إجمالى إستهلاك المصادر الأولية في مصر.

جدول(١١): قيم المؤشرات الإقتصادية والبيئية من الجدول (١٠) وكما تم حسابها لبديل النمو الاقتصادي (٦٪) للطاقة الكهربية في مصر طبقاً للسيناريوهات السابق تحديدها حتي عام ٢٠٣٠.

البدائل الاقتصادية	السيناريو الثنوي الأول							السيناريو الثنوي الثاني						
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
البديل ٦٪	٧١،٦	١٧،٣	٦،٤١	٣٠،٦٦	٧،٥	٢،٧٩	٩،١٦	٧١،٦	١٧،٣	٦،٤١	٢٨،٧٥	٧،٠٧	٢،٦٣	٨،٦٩
البدائل الاقتصادية	السيناريو الثنوي الأول							السيناريو الثنوي الثاني						
	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
البديل ٦٪	٧١،٦	١٧،٣	٦،٤١	٣٢،٧٦	٧،٩٢	٢،٩٤	٩،٦٣	٧١،٦	١٧،٣	٦،٤١	١٨،٣	٤،٧٨	١،٧٧	٦،١١

يوضح هذا الجدول (١١) القيم المطلقة للمؤشرات الاقتصادية والبيئية للطاقة الكهربية كما تم حسابها، ويتضح إختلاف قيم المؤشرات الاقتصادية والبيئية للطاقة الكهربية لبدائل النمو الاقتصادي المختلفة مقارنة بالبديل الاساسي للنمو الاقتصادي(٦٪).

جدول(١٢): النسب المئوية للمؤشرات الإقتصادية والبيئية كما في الجدول (١٠) للطاقة الكهربية لكل سيناريو بإختيار بديل النمو الإقتصادي(٦٪) كأساس ومقارنة البدائل الآخري حتي عام ٢٠٣٠

البدائل	السيناريوهات المئوية لطاقة الكهربائية													
الإقتصادية	(السيناريو الأول)				(السيناريو الثاني)				(السيناريو الثالث)				(السيناريو الرابع)	
	(٤)	(٥)	(٤)		(٤)		(٥)		(٤)		(٥)		(٤)	
البديل ٢	٢١١٧	٢١٠٤	٢١١٧	٢٩٣٠٥	٢٠٤	٢٩٣٠٥	٢١٠٤	٢٩٤٠٣	٢١١٧	٢١٠٧٠٤	٢١٠٤	٢١٠٥٠٩	٢١١٧	٢٩٣
البديل ٦	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢٩٣٠٨	٢١٠٠	٢٩٤٠٤	٢١٠٠	٢١٠٦٠٨	٢١٠٠	٢١٠٥٠٦	٢١٠٠	٢١٠٥٠٦	٢١٠٠	٢٩٣٠٨
البديل ٥	٢٨٧	٢٩٧	٢٨٧	٢٩٤	٢٩٧	٢٩٤٠٥	٢٨٧	٢١٠٦٠٤	٢٩٧	٢١٠٥٠٥٢	٢٨٧	٢١٠٥٠٥٢	٢٨٧	٢٩٤
البديل ٤	٢٧٥	٢٩٣	٢٧٥	٢٩٤٠٢	٢٩٣	٢٩٤٠٥	٢٧٥	٢١٠٥٠٩	٢٩٣	٢١٠٥٠٥	٢٧٥	٢١٠٥٠٥	٢٧٥	٢٩٣
البديل ٣	٢٦٢	٢٨٩	٢٦٢	٢٩٤٠٥	٢٨٩	٢٩٤٠٦	٢٦٢	٢١٠٥٠٦	٢٨٩	٢١٠٤٠٨	٢٦٥	٢٨٩	٢٦٢	٢٩٤٠٥
	(٦)	(٢)	(٦)	(٢)	(٦)	(٢)	(٦)	(٢)	(٦)	(٢)	(٦)	(٢)	(٦)	(٢)
البديل ٢	٢١٠٤	٢١٠٠٠٥	٢١٠٤	٢٩٤٠٥	٢١٠٠٠٥	٢٩٤٠٩	٢١٠٤	٢١٠٥٠٩	٢١٠٠٠٥	٢١٠٥٠١	٢١٠٤	٢٣٤٨	٢١٠٤	٢٩٧
البديل ٦	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢٩٤٠٣	٢١٠٠	٢٩٤٠٨٧	٢١٠٠	٢١٠٥٠٤	٢١٠٠	٢١٠٥٠١	٢١٠٠	٢٣٤٠٥	٢١٠٠	٢٩٣٠٧
البديل ٥	٢٩٦	٢٩٩٠٥	٢٩٦	٢٩٤	٢٩٦	٢٩٤٠٨٤	٢٩٦	٢١٠٥٠٣	٢٩٩٠٥	٢١٠٥٠٨	٢٩٦	٢٣٤٠٤	٢٩٦	٢٩٣٠٦
البديل ٤	٢٩٢	٢٩٨٠٨	٢٩٢	٢٩٣٠٧	٢٩٨٠٨	٢٩٤٠٨١	٢٩٢	٢١٠٥	٢٩٨٠٨	٢١٠٥٠٦	٢٩٢	٢٣٤٠٣	٢٩٨٠٨	٢٩٣٠٤
البديل ٣	٢٨٩	٢٩٧٠٨	٢٨٩	٢٩٣٠٦	٢٩٧٠٨	٢٩٤٠٧٧	٢٨٩	٢١٠٤٠٨	٢٩٧٠٨	٢١٠٤٠٩	٢٨٩	٢٣٢٠٨	٢٩٧٠٨	٢٩٣٠٢

جدول(١٣): مقارنة بين التكلفة الاقتصادية والعبء البيئي والمؤشرات الإقتصادية والبيئية من الجدول (١٠) للسيناريوهات المختلفة السابق تحديدها للطاقة الكهربائية في مصر حتى عام ٢٠٣٠.

البدائل الاقتصادية	السيناريو الثانوي الأول لتطلقة الكهربية						السيناريو الثاني للطاقة الكهربية					
	التكلفة الاقتصادية	العب البيئي	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	التكلفة الاقتصادية	العب البيئي	(١)	(٥)	(٦)	(٧)
البديل ٧	٢١١٧	٢١١٤	٢١١٧	٢١٠٤	٢١٠٤	٢١٠٠،٥	٢١١٧	٢١١٧	٢٩٣،٥	٢٩٥،٣	٢٩١،٥	٢٩٤،٩
البديل ٩	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٠	٢٩٣،٨	٢٩٥،٤	٢٩٢،٣	٢٩٤،٨٧
البديل ١٥	٢٨٦	٢٨٦	٢٨٧	٢٨٧	٢٩٧	٢٩٩،٥	٢٨٦	٢٨٣	٢٩٣،٣	٢٩٤	٢٩١،٤٥	٢٩٤،٨٤
البديل ٢١	٢٧٣	٢ ٧٣	٢٧٥	٢٨٣	٢٩٢	٢٩٨،٨	٢٧٣	٢٧٨	٢٩٤،١	٢٩٤،٥	٢٩٤،٢	٢٩٤،٨١
البديل ٢٣	٢٦٣	٢٦٣	٢٦٢	٢٨٩	٢٨٩	٢٩٧،٨	٢٦٣	٢٥٩	٢٩٤،٣	٢٩٤،٥	٢٩٤،٩	٢٩٤،٧٧
	السيناريو الثانوي الثالث لطاقة الكهربية						السيناريو الثانوي الرابع للطاقة الكهربية					
	التكلفة الاقتصادية	العب البيئي	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	التكلفة الاقتصادية	العب البيئي	(١)	(٥)	(٦)	(٧)
البديل ٧	٢١١٧	٢١١٥	٢١٠٤،٤	٢١٠٥،٩	٢١٠٥،٩	٢١٠٥،١١	٢١١٧	٢٥٥	٢٥٨	٢٦٣	٢٦٣،٨	٢٦٧
البديل ٩	٢١٠٠	٢١٠٠	٢١٠٩،٨	٢١٠٥،٦	٢١٠٥،٦	٢١٠٥،١	٢١٠٠	٢٥٩	٢٦٠	٢٦٣،٨	٢٦٣،٥	٢٦٧،٧
البديل ١٥	٢٨٦	٢٨٥	٢١٠٩،٤	٢١٠٥،٤	٢١٠٥،٥٣	٢١٠٥،٥٨	٢٨٦	٢٨٤	٢٦١	٢٦٤	٢٦٣،٤	٢٦٧،٦
البديل ٢١	٢٧٣	٢٧٢	٢١٠٥،٨	٢١٠٥،٨	٢١٠٥	٢١٠٥،٠٦	٢٧٣	٢٧٠	٢٦٣	٢٦٤،٣	٢٦٣،٢	٢٦٧،٤
البديل ٢٣	٢٦٣	٢٦٢	٢١٠٥،٦	٢١٠٥،٥٨	٢١٠٤،٨	٢١٠٤،٨	٢٦٣	٢٦٠	٢٦١	٢٦٥	٢٦٢،٨	٢٦٧،٢

الاختيار النهائي لأفضل سيناريو للطاقة الكهربية طبقاً للإستراتيجية المقترحة:

يتضح من الجدول (١٣) الذي يقارن السيناريو الثانوي الأول بالسيناريوهات المختلفة السابق تحديدها للطاقة الكهربائية التالي : ولذلك فإنه يتضح من الجدول (١٣) أن المزيج الملائم الذي يعتمد علي منهج التخطيط الإستراتيجي بهدف التوصل إلي أقل تكلفة اقتصادية وعبء البيئي هو السيناريو الثانوي الرابع للطاقة الكهربائية حيث يتم تحقيق وفر في التكلفة الأقتصادية للسيناريو الثانوي الرابع يتراوح بين ٣٥ –٧٥ مليار دولار بنسبة تتراوح بين ٤٠٪–٤٥٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في العبء البيئي للسيناريو الثانوي الرابع بنسبة تتراوح بين ٣٩٪–٤٥٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في نصيب الفرد من إنبعاثات الغازات الدفئية للطاقة الكهربية للسيناريو الثانوي الرابع بنسبة تتراوح بين ٣٥٪–٤٢٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في نصيب توزيع كمية الغازات الدفئية من الناتج المحلي الإجمالي (GDP MER) للسيناريو الثانوي الرابع بنسبة تتراوح بين ٣٥،٥٪–٣٧٪ وكذلك تحقيق إنخفاض في توزيع كمية الغازات الدفئية من الناتج المحلي الإجمالي (GDP PPP) للسيناريو الثانوي الرابع بنسبة تتراوح بين ٣٧،٢٪–٣٦،٢٪، وكذلك تحقيق إنخفاض في توزيع كمية الغازات الدفئية من الطاقة

الكهربائية المستهلكة للسيناريو الثانوي الرابع بنسبة تتراوح بين ٣٣،٨٪-٣٣٪ وفقاً لبدائل النمو الإقتصادى بين ٣٪-٧٪ حتي عام ٢٠٣٠.

الإستنتاج النهائي: لقد توصل هذا البحث إلي طريقة مبسطة ولكنها دقيقة لإستنباط منهج لوضع إستراتيجية للطاقة المستدامة بإستخدام أسلوب التخطيط الإستراتيجي وذلك عن طريق إستخدام سيناريوهات مختلفة للمتغيرات العديدة في مجال الطاقة وإستنباط نموذج رياضي خطي يتبع الطريقة الرياضية (خطوة بخطوة) بما يمكن من حلها بإستخدام الحاسبات الشخصية. والنهج المقترح يتسم بالدقة والمرونة بحيث يمكن إعادة حساب المسار الإستراتيجي بناء علي أية متغيرات تطرأ (مثلاً معدلات : النمو الأقتصادي، الأستثمارات، معدلات الإنتاج والإستهلاك ..إلخ) لأية سنوات قادمة ولقد تم تطبيق هذا المنهج والنموذج الرياضي في وضع تخطيط إستراتيجي للطاقة الكلية وآخر للطاقة الكهربية في مصر حتي عام ٢٠٣٠.

المراجع

Awad M., Tawila M. & Alnakeeb H., (2004): "The development of trans-border energy supply to the South Mediterranean Coast particularly electricity and natural gas", 8th World Congress, Sydney, Australia, 5-9 September.

Egyptian Electricity Holding Company (EEHC), Annual Year Reports, different years (2003-2015): www.eehc.gov.eg..

Egyptian National Competitiveness Council, (2010): "ENCC".The 7th Egyptian competitiveness Report, Green Egypt Report, a vision for Tomorrow, Cairo, May.

El-Khayat M. M. (2003): "Energy Economics in Egypt", conference of "Sensing the futures in energy systems: towards a sustainable energy future in Egypt", Cairo, Egypt, dec. 16-17.

GIZ & JCEE, (2010): "Impact of Energy Demand on Egypt Oil and Natural Gas Reserves: Current Situation and prospects to 2030".

Information and Decision Support Center (IDSC) :www.idsc.gov.eg.

International Energy Agency (IEA), Key World Energy Statistics, Annual report, different years :www.iea.org. .

Johnson & Sholes G. K. (1993): "Exploring Corporate Strategy: Text and cases", 3rd.ed, New York.

Megahed M. and Rafik Y. Georgy, (2002): "Egypt in 2020, Energy Resources and Their Development Potentials in Egypt", Third World Forum, Cairo.

Ministry of Electricity and Energy (MOEE): www.moee.gov.eg

Ministry of Planning (MOP): www.mop.gov.eg.

Organization for Energy Planning & Ministry of Planning, (2005): "A Study on the National Energy Strategy in Egypt until 2021/2022", Cairo, June.

Organization for Energy Planning (OEP): www.oep.gov.eg .

Samuel &, Pete C. P. (1997): "The Strategic Management", Process', 3rd.ed, Mc Graw-Hill New York.

Tregoe, B. & Zimmerman, W. J. (1980): "Top Management Strategy", New York: Simon & Schuster

World Bank, (2011): "Institutional Framework for Implementation of Energy Efficiency in Egypt", December.

World Bank, Washington DC, USA: http://data.worldbank.org/data-catalog

STRATEGIC PLANNING OF ENERGY IN EGYPT UNTIL 2030 FOR SUSTAINABILITY

[7]

Tawfik, M. A.[(1)]; Hassan, A. F. M.[(2)] and Kamal, A. S. H.[(3)]
1) Institute of Environmental Studies and Research, Ain Shams University. 2) Faculty of Commerce, Cairo University. 3) Shoubra El-Khaima Power Plant

ABSTRACT

The absence of sustai**n**able energy strategies in Egypt (or implementation mechanisms), has led to unsustainability of energy in Egypt. The development of energy strategies based on the strategic planning approach, which leads to achieving balance among social, economic and environmental elements for the sustainability of energy This has not been achieved in Egypt for many reasons including the difficulty of dealing with the complex system of energy as well as the sophisticated techniques required to develop energy strategies, that are recently monopolized by some world known consulting houses using differential equations and advanced programs for large computers at very high cost.

This research has developed a simple but accurate technique to develop sustainable energy strategy using strategic planning approach through the use of different scenarios to cope with the great number of variables) and developed a mathematical model that can be solved on personal computers using step-by-step technique. The proposed approach is accurate and flexible in a way that the strategic track can be remaped according to any changes in the variables. This approach and its mathematical model have been applied to develop a strategic planning of total energy and electrical energy in Egypt until 2030.

Key words: Strategic Planning, Sustainability, Energy Strategies, Approach.