Analytical Comparison Study to The Effect of Fuel Type on The Cost Production of Electrical Energy for Stations Worked in Middle Euphrates Zone.

دراسة تحليلية مقارنة في تأثير نوع الوقود على كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية للمحطات العاملة في منطقة الفرات الأوسط

د. عباس علي محمود / المعهد التقني / بابل

الخلاصة:

ان هذا البحث يهتم بدراسة جدوى الإنتاج الأمثل للطاقة الكهربائية لمحطات القدرة العاملة فى العراق وبالذات فى منطقة الفرات الاوسط كمحطة المسيب البخارية ومحطة النجف والحلة الغازيتين ومحطتى الهندية والكوفة الهيدروليكيتين بالمقارنة مع (١٧) محطة نووية ذات قدرة معروفة عالميا وذلك لعدم وجود مفاعل قدرة عامل فى العراق. ان دول العالم تختلف فى نوعية الوقود المستخدم لتشغيل محطاتها فمنهاالمعتمد على الفحم الحجرى ومنها المعتمد على النفط والغاز ومنها المعتمد على المياة والرياح.لقد كانت دول العالم المتقدم تبحث عن بدائل الوقود الناضب (النفط) المستخدم فى اغلب المحطات العالمية فاتجهت الى استخدام الوقود النووى كبديل مستقبلى معوض عن النفط اضافة الى انخفاض تكلفة انتاج الطاقة النووية رغم ارتفاع كلفة منشاتها وبالتالي انخفاض وحدة الإنتاج (كيلواط/ساعة) للمستهلك. كما ان انخفاض مناسيب نهري دجلة والفرات يؤثر سلبا على عمل المحطات الحرارية ويوقفها عن العمل لذا فمن الممكن اعتبار القدرة النووية البديل الامثل كمصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية فى العراق.لقد تم احتساب الانتاج الحرارى الكلى والفعلى والمفقود من الطاقة ولكل المحطات العاملة وتبين ان الوقود النووى هو البديل الامثل للاستخدام عالميا لانخفاض تكلفة وحدة الكيلواط-ساعة للمستهلك مع البحث عن مصادر بديلة ديثة قيد التطوير باتباع سياسة اقتصادية لمصلحة المستهلك والتى يعتبر المحدد الوحيد والرئيسى لتطبيق النظام الكلفى المثالى(ABC).

Abstract :

This research take care the study of the economical benefit for production electricity between nuclear power stations and classical power stations which worked in middle Euphrates area like Musaib thermal power station , Hilla/Najaf Gas power stations and Hindiya/Kufa/ hydrolic power stations in comparison with (17) nuclear power stations worked in all the world with known power. World countries depend on coal, oil, gas, water and wind as sources for production power .Oil used to produce power in all the world but this type of fuel is exhausted, so the advance countries found that the nuclear fuel is the best alternative fuel to produce power and and this will make less in cost (kw/hr) for consumer. The drop level of Euphrates and Tigres rivers make thermal power stations out of work, so it is possible to consider that the nuclear energy as the ideally substitute source for production electricity in Iraq.

١ـ المقدمة :

استنادا الى احصاءات الوكالة الدولية للطاقة الذرية[٢،١] فان القدرة المركبة للمفاعلات النووية العاملة فى ٢٥ دولة بلغت حوالى ٣٠٠٠ كيكاواط وتقف فرنسا فى المقدمة حيث تسهم محطاتها الكهرونووية بما يزيد عن ٧٠% من الناتج الاجمالى الكلى للطاقة تليها بلجيكا بنسبة ٦٦% والصين ٥٥% والسويد ٤٤% وسويسرا ٤٠% وفنلندة ٣٨% والمانيا الغربية ٣٠% واليابان ٢٣% والولايات المتحدة الامريكية بنسبة ١٧% اما على الصعيد العالمى بشكل عام فنسبة الاعتماد على الطاقة النووية يبلغ ١٣% كما يتوقع دخول بعض الدول النامية المجال النووى السلمى اذا توافرت الظروف الاقتصادية والسياسية والفنية.فالطلب على الطاقة فى الدول النامية يفوق معدلات نمو فى الدول الصناعية لان تعداد سكانها أكثر بنسبة ٧٠% من سكان العالم بينما لايتجاوز استهلاكها للطاقة نسبة ١٦% من مجموع الاستهلاك العالمى للطاقة وعلية اذا ماتم التغلب على المشاكل فى الدول النامية فانها ستصبح سوقا رائجة للصناعة النووية بالمفاعلات الصغيرة والمتوسطة والتى تتراوح بين ٢٠٠-٦٠٠ميغاواط [٤،٣]. ان استخدام الطاقة النووية كبديل عن الطاقة التقليدية مرتبط بجملة من الشروط منها ، اولا : سعة الشبكة الكهربائية واستقرارها حيث اوصت المنظمة الدولية للطاقة الكهربائية بعدم الشروع ببناء محطة كهرونووية قبل ان تبلغ الطاقة الكهربائية المنتجة فى القطر المعنى (٥ كيكاواط) والا تتجاوز قدرة اكبر وحدة فيها عن ٩% من الطاقة الاجمالية لنظام التوليد لان القدرة الصغرى لمحطة نووية ينبغى ربطها لاتقل عن ٦٠٠ ميغاواط وعلية فان الطاقة الاجمالية يجب ان لاتقل عن ١ كيكاواط عند ربط اول محطة نووية فيها[٥]. ثانيا :ضمان امدادات الوقود النووى اوامكانية تصنيع الوقود النووى عند توافر خاماتة وامكانية تخصيبة الى الحد المسموح بة عالميا لانتاج الطاقة الكهربائية ومن ثم اعادتة لدورة الوقود النووى بعد الاستخدام ثالثا : الجانب الاقتصادى الذي يعتبر من العوامل المهمة والتى يجب

توفرها عند البدء بالبرنامج النووى للطاقة حيث ان كلفة بناء محطة نووية يعادل ضعف الكلفة لبناء محطة حرارية[٦،٧] وسبب هذا الاتفاع يرجع الى جملة من العوامل منها : ١- قلة المتخصصين فى هذا المجال عالميا ٢- ارتفاع كلفة تدريب العاملين في الصناعة النووية ٣- ارتفاع المواد التصنيعية الداخلة فى بناء المحطة النووية ٤- النفقات الاضافية فى التصميم والانشاء والتشغيل كنتيجة للمعايير والضوابط شديدة الصرامة لعامل السلامة. ولكن كلفة الطاقة المستهلكة عند المستهلك النهائى(دولار/كيلواط.ساعة) ستكون منخفضة عند المقارنة مع كلفة مستهلك الطاقة التقليدية. ويزداد انخفاض التكلفة على المستهلك بزيادة قدرة المفاعل النووى المستخدم فكلما زادت القدرة قلت التكلفة على المستهلك[٨]. اما بخصوص توقعات زيادة الطلب على الطاقة الكهرونووية فى دول منظمة اوبك وللسنوات ٢٠١٠-٢٠٢٠ فيتراوح بحدود ٤٧ كيكاواط بالمقارنة مع الطلب العالمى والذيكون بحدود ٣٨١ كيكاواط. ان اكثر انواع المفاعلات شيوعا فى توليد الطاقة الكهرونووية والاكثر متانة وسلامة ونضجا فى التصميم هى مفاعلات الماء المغلى(Boiling water reactors) ومفاعلات الماء المضغوط (Pressurized water reactors) اضافة لمفاعلات القدرة الجديدة كمفاعلات الحرارة العالية(High temperature reactors) والمفاعلات السريعة (Fast breeding reactors).الشكلان (٢,١) يبين المقارنة فى انتاج الطاقة الكهربائية بين المحطات الكهرونووية والمحطات التقليدية ولعدد من الدول وحتى العام ٢٠١٠.

الجدول (١) والشكل(٣) يبين المقارنة بين تكلفة الوقود النووى وتكلفة الوقود الطبيعي[٩] المستخدم لإنتاج الطاقة للأعوام ٢٠٠٠-٢٠٠٥ م .ففى العام ٢٠٠٠ م قيمة الوقود النووى تقل بمقدار ٤ سنت/كيلواط-ساعة عن كلفة زيت الغاز وكذلك تقل بمقدار ٣.٥ سنت/كياواط-ساعة عن تكلفة الغاز الطبيعى المستخدم فى محطات التوليد الغازية. بينما يزداد هذا الفرق فى العام ٢٠٠٥ ليصل الى فرق بمقدار ٦.٣٧سنت/كيلواط-ساعة عن وقود زيت الغاز ويقل كذلك بمقدار ٥.٧٩ سنت/كيلواط-ساعة عن تكلفة الغاز الطبيعى. ان قيمة الفرق خلال العام ٢٠٠٠ قد زادت بنسبة ٣٧% لتصل الى ٣٩% خلال العام ٢٠٠٥ وهذا الفرق الطفيف بمقدار ٢% يشكل اهمية بالغة من وجهة النظر الاقتصادية تعود على الستهلك النهائى للطاقة بالنفع العام[١٠،١١] .لذا فالاتجاة العالمى الان يسير نحو استخدام الطاقة النووية للاغراض السلمية بتوليد الطاقة الكهربائية بدل المصادر التقليدية الناضبة ذات الكلفة العالية على المستهلك النهائي

٢- الجانب التطبيقي :

يتضمن الجانب التطبيقي محورين رئيسيين هما:

٢.١ الانتاج الحرارى الكلى وصافى انتاج الطاقة والمهدور منها ولكافة المحطات العاملة فى منطقة الفرات الاوسط:

تعد المديرية العامة لانتاج الطاقة الكهربائية فى منطقة الفرات الاوسط قيد الدراسة حيث تتنوع محطات الانتاج من الحرارية كمحطة المسيب البخارية الى محطتى النجف والحلة الغازيتين الى محطتى الكوفة والهندية الهيدروليتين. تمت المقارنة بين المحطات التقليدية اعلاة ومحطات القدرة النووية كاحد النظم الحديثة لانتاج الطاقة حيث تم اخذ ١٧ محطة نووية يتراوح انتاجها الحرارى من صفر ميكاواط الى ٣٠٠٠ ميكاواط. اعتمادا على نوع السائل المبرد لقلب المفاعل فى حين ان اقصى قدرة منتجة للمحطات التقليدية العاملة فى منطقة الفرات الاوسط هى محطة المسيب البخارية بواقع انتاج لايتجاوز ٨٠٠ ميكاواط. الجدول (٢) يبين المقاربة فى الانتاج بين المحطات التقليديةالعاملة و محطات القدرة النووية الافتراضية.

ان انتاج الطاقة سواء فى المحطات التقليدية او النووية يخضع لنظام كلفوى قياسى يسمى نظام (Just in time) وهو نظام يابانى المنشا ويؤكد على اهمية الوقت للوصول بالمنتج الى اقل تكلفة لدى المستهلك النهائى ويقوم هذا النظام على مفهوم المخزون الصفرى للطاقة مما يتيح الاستخدام الامثل للمواد المتاحة فى سبيل تلبية طلبات المستهلك بصيغة تنافسية من حيث السعر والنوعية والجودة لذا يمثل هذا النظام النموذج المثالى فى التطبيق على المنتج الكهربائى لعدم حاجة هذا النوع من الانتاج الى مخزون سلعى.

كما ان هناك نظام كلفوى مثالى اخر يقوم على اساس فرز الانشطة غير المباشرة وحصر التكلفة وخفضها بشكل دقيق وهو افضل نظام بهذا المجال ويدعى هذا النظام بال (Additive Basic Costing).

وعلى هذا الأساس تصنف عناصر كلفة الطاقة الكهربائية سواء أكانت تقليدية ام نووية الى الكلف التالية: ١- كلفة الوقود المستخدم سواء أكان تقليدي ام نووي اى كلفة المواد الأولية الداخلة في العملية الإنتاجية.٢- الكلف التشغيلية وكلفة الصيانة وهى تعتبر من الكلف المباشرة وغير المباشرة.٣ - الكلف الابتدائية وتمثل كلفة إنشاء وبناء محطة إنتاج الطاقة الكهربائية.

للوصول الى التكلفة الحقيقية فى الانتاج والاستهلاك يجب الوصول الى القيمة الفعلية للانتاج فى المحطات العادية والنووية والمقارنة بينهما اى الافضل فى الانتاج والارخص للمستهلك. الجدول (٣) يبين المقارنة فى التكاليف الابتدائية (البناء) والتكلفةعند المستهلك النهائى لمحطات التوليد المختلفة.فالتكاليف الابتدائية لبناء محطة نووية هى ضعف تكلفة بناء محطة عادية ولكن سعر المنتج نوويا(٠.٠٣ دولار لكل كيلواط-ساعة) الواصل الى المستهلك اقل من سعر المنتج تقليديا(٠.٠٥ دولار لكل كيلواط-ساعة). الجدول (٤) والشكل (٤) يبين ١٧ نوع من المحطات العاملة فى مختلف دول العالم والتى يتراوح انتاجها الحرارى بين ٣٨٠٠ ميكاواط كحد اقصى و ٤.٥ ميكاواط كحد ادنى اعتمادا على نوع السائل المستخدم فى تبريد قلب المفاعل.الشكل (٥) يبين القدرة الحقيقية للمحطات العادية العاملة فى منطقة الفرات الاوسط. المسيب الحرارية بقدرة(٨٠٠ميكاواط) والنجف الغازية بقدرة (١٨٩ميكاواط) والحلة الغازية بقدرة(٦٠ميكاواط) ومحطة الهندية بقدرة (١٦.٥ميكاواط) وحطة الكوفة بقدرة(١٥ ميكاواط). الشكل (٤) والشكل(٥) يبين الفرق الكبير فى انتاج الطاقة بين المحطات النووية والتقليدية. الاشكال (٦.٧.٨.٩.١٠.١١) تبين الانتاج الحرارى الكلى (Gross) والفعلى(Net) الواصللشبكات التوزيع والطاقة المفقودة لكل المحطات العاملة فى منطقة الفرات الاوسط. ان حقيقة حساب الانتاج الفعلى هو الذى يحدد مسار حساب التكلفة المثلى فى الانظمة الكلفوية النموذجية. الشكل (٦)

يبين الانتاج الحقيقى للطاقة فى محطة المسيب الحرارية والمتطابق مع الانتاج الحرارى للمحطة خلال اشهر السنة ماعدى الشهر(٦) حيث نلاحظ زيادة ملحوظة بين الحقيقى والحرارى. وان المفقود من الطاقة قليل جدا مما يعكس حالة الانتاج المثالية لهذة المحطة.ان اقصى قيمة للانتاج هى خلال الشهر(١٢) واقل قيمة للانتاج خلال الاشهر (١-٥) من السنة وهذا يرجع الى التوقفات الخارجة عن الارادة. الشكل (٧) يبين الانتاج الحقيقى لمحطة النجف الغازية والمتطابق مع الانتاج الحرارى الكلى اى بصافى مفقود الطاقة ضئيل جدا ولكن اقصى انتاج كان عند الشهر (١٢.١) وادنى قيمة للمنج عند الاشهر (١١.٦.٣) من السنة. الشكل (٨) يبين انتاج الطاقة فى محطة الحلة الغازية حيث المفقود من الطاقة ضئيل جدا مما يعنى ان الانتاج الحقيقى متطابق نوعا ما مع الانتاج الكلى للمحطة ولكن اقصى انتاجية خلال السنة كانت فى الاشهر (١٢.٢) وادنى انتاجية فى الاشهر (٦.٥) من السنة. الشكل (٩) يبين العلاقة بين منتج محطة الهندية خلال اشهر السنة حيث الانتاج المتطابق بين الانتاج الفعلى والحرارى من الشهر (١-٣) ثم يبدا الفرق يزداد عند الشهر (٤-٥) ثم يعود التطابق ثانية عن الاشهر (٦-١٢) وان اقصى قيمة للانتاجية عند الاشهر (٥.٤) واقل قيمة انتاجية عند الاشهر (١٢.١١).الشكل (١٠) يبين الفرق بين المنتج الحقيقى والمنتج الحرارى الكلى والذى يزداد بشكل كبير فى الاشهر(٣.٤.٥) ثم يقل تدريجيا فى الاشهر اللاحقة ولكن بفارق اكبر مما هو للمحطات التى ذكرت مع الزيادة فى المفقود الحرارى للطاقة وخصوصا فى الشهر الثانى وبقية الاشهر اللاحقة. المفقود من الطاقة فى هذة المحطة اكبر مما هو بالنسبة للمحطات العاملة الاخرى وهذا يؤكد وجود خلل ما نتيجة التوقفات لغرض الصيانة او سوء الادارة او لاسباب خارج ارادة المنتج .الشكل (١١) يبين كمية المنتج الحرارى الكلى وصافى انتاج الطاقة والمفقود منها ولكافة المحطات التقليدية العاملة.

٢.٢ الكمية الكلية والشهرية ولكافة انواع الوقودالمستخدم بال (اللتر) والكلفة الكلية والشهرية لكافة انواع الوقود المستخدم بال (دينار عراقى) ولكافة المحطات العاملة:

الكميات الكلية ولانواع الوقود المستخدمة وحسب نوع المحطة العاملة قد تم حسابها من قبل المديرية العامة لتوزيع الطاقة الكهربائية الشكل (١٣.١٢) يبين تلك الكميات وكالاتى ١- الكمية الكلية للنفط الخام المستهلك ولمدة سنة واحدة من الانتاج تساوى مليار ومائتان وخمسة عشر مليون وثمانمائة وواحد وثمانون الف لتر(١٢١٥٨٨١٠٠٠). ٢ - الكمية الكلية للنفط الاسود المستهلك ولمدة سنة واحدة من الانتاج تعادل احد عشر مليون وسبعمائة وتسعة وثلاثون الف لتر (١١٧٣٩٠٠٠). ٣- الكمية الكلية لزيت الديزل المستهلك ولمدة سنة واحدة من الانتاج تساوى خمسة ملايين ومائة وسبعة واربعون الف لتر (٥١٤٧٠٠٠).٤ - الكمية الكلية للغاز الطبيعى المستهلك ولمدة سنة واحدة من الانتاج تساوى مائتان وخمسة وثلاثون مليون وثمانية وثلاثون الف وثلاثمائة وخمسة وسبعون لتر(٢٣٥٠٣٨٣٧٥).٥- الكمية الكلية لزيت الغاز المستهلك ولمدة سنة واحدة من الانتاج تعادل اثنان واربعون الف وستمائة لتر(٤٢٦٠٠). من خلال الشكل (١٢) نلاحظ ان اقصى كمية استهلاكية هى للوقود الخام وتبلغ ذروة الاستهلاك (١٢.١٠.٩) وادنى كمية استهلاكية عند الشهر (٢) من السنة نفسها يليها فى الاستهلاك الغاز الطبيعى حيث تبلغ اقصى كمية للاستهلاك عن الشهر (٢.١) وبعدها يستقر استهلاك الوقود حتى نهاية العم. اما النفط الاسود فيستهلك باقصى كمية عند الاشهر(٣.٢.١) ومن ثم يستقر الاستهلاك كذلك حتى نهاية العام. يليها فى الاستهلاك زيت الغاز ووقود الديزل حيث يبلغ استهلاك هذين الوقودين عند ادنى مستوى من بقية انواع الوقود.الشكل (١٤) يبين تكلفة الوقود المستلك بالكميات التى ذكرت اعلاة حيث نلاحظ ان الغاز الطبيعى يمثل اعلى تكلفة من بقية انواع الوقود الاخرى عند المقارنة معها ولكل اشهر السنة وتبلغ اقصى كلفة لهذا النوع من الوقود عند الاشهر (١٢.٢.١) واقل تكلفة عند الشهر (٩) يلية النفط الاسود ولكن بفارق كبير عن الغاز الطبيعى ويبلغ اقصى استهلاك عند الشهر(١) وادنى كلفة عند الشهر (٧). اما النفط الخام فالتكلفة تتزايد باضطراد من الشهر (١-١٠) يليها زيادة غير طبيعية فى التكلفة عند الشهر (١١) ثم الانخفاض الحاد جدا فى الكلفة عند الشهر(١٢). اما زيت الغاز فيمثل الاقل تكلفة على الاطلاق عن المقارنة ببقية انواع الوقود الاخرى. اما الشكل (١٥) فيبين تكلفة الوقودالمستهلك فى المحطات التقليدية العاملة فى منطقة الفرات الاوسط ولمدة سنة كاملة وتم احتساب الكلف على اساس السعر الرسمى وكمايلى:١- سعر لتر النفط الخام =٢.٥٤٤ دينار عراقى ٢- سعر لتر النفط الاسود =١٠٠دينار عراقى ٣- سعر لتر زيت الديزل =٢٠دينار عراقى ٤- سعر لتر الغاز الطبيعى =١٠٠دينار عراقى ٥- سعر لتر زيت الغاز = ٣٠٠دينار عراقى. الشكل (١٦) يبين المقارنة فى كلفة الوقود العادى بالمقارنة مع الوقود النووى ولكل (ميكاواط/ساعة) حيث يظهر الوقود النووى الاقل كلفة على الاطلاق ويساوى (١٧) دولار بالمقارنة مع كل من كلفة زيت الغاز والتى تعادل (٢١.٨٩٨) دولار والنفط الخام وتعادل (٥٨.٩٨٧) دولار وبقية الانواع الاخرى بكلفة (٥٤.٦٣٠) دولار. الجدول (٥) يبين سلسلة من العمليات التصنيعية للوصول الى الوقود النووى المستخدم لانتاج الطاقة الكهربائية. فللحصول على ١ كغم من مادة ثانى اوكسيد اليورانيوم تتطلب العملية للوصول الى الوقود التركيبى المرور بعمليات التحويل والتخصيب لتكون الكلفة الكلية لانتاج ١ كغم بحدود ١٧٨٧ دولار وتكون كلفة الكيلواط-ساعة بحدود ٠.٥سنت لان كل ١ كغم من الوقود يعطى قيمة تعادل ٣٦٠٠٠٠ كيلواط-ساعة. وتعتبر هذة الكلفة زهيدة اذا ماقورنت بكلفة الوقود المستخدم فى محطة تقليدية حيث الكلفة تساوى ٥٤.٦٣٠ دولار لكل كيلواط-ساعة على اساس ان مجموع ساعات العمل ٩٦٣٦٠ بحيث تكون كلفة الوحدة الواحدة من العمل المباشر والصيانة تعادل ١٩٣ دولار تقريبا ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الجدولين (٧.٦). اما تكاليف الانشطة الاضافية غير المباشرة وتشمل هذة الانشطة وقود وزيوت وشحوم ومواد اولية غير مباشرة وكذلك الادوات الاحتياطية اضافة الى خدمات الصيانة ومصروفات خدمية واندثار للالات والمعدات والقوالب اضافة الى مصروفات واندثارات اضافية اخرى بحيث تكون التكلفة الكلية لهذة الانشطة الاضافية غير المباشرة بما يعادل ٢٧.٣٠١.٤٥٩ مليون دولار. ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الجدول (٨). اما الشكل (١٧) فيبين لنا ان كلفة المواد الاولية غير المباشرة هى اعلى تكلفة من باقى الانشطة الاخرى يليها فى ارتفاع الكلفة كلفة خدمات الصيانة فى حين ان التكلفة المنخفضة تشمل خدمات الوقود والزيوت والشحوم وخدمات الاندثار.

٣- الاستنتاجات والتوصيات:

١- اثبتت نتئج حسابات الكلفة ان الوقود النووى هو البديل الامثل للاستخدام عالميا او محليا لما يوفرة من طاقة هائلة وبسعر منتج للمستهلك النهائى رخيص وطاقة نظيفة وامينة لما حصل من تقدم هائل فى تصميم انظمة السلامة لمفاعلات الخدمة. حيث ان كلفة هذا الوقود تتراوح بين ٣.٥-١٧ دولار لكل كيلواط-ساعة مقارنة بالكلفة العالية للوقود العادى المحلى المستخدم لانتاج الطافة فى محطات القدرة التقليدية.

٢- يعتبر الغاز الطبيعى افضل وارخص واوفر انواع الوقود المتوفرة حاليا فى العراق لذا يجب الحفاظ علية من الهدر لان اغلبة يتم حرقة وعدم الاستفادة منة .اذن فالغاز الطبيعى هو الوقود المثالى الحالى للمحطات الغازية التى تعمل بة وهى البديل الافضل عن المحطات الحرارية التى تعمل بالماء والتى تحتاج الى كميات كبيرة منه وهذه المحطات مهددة بالتوقف وذلك لشحه الماء حاليا فى منطقة الفرات الاوسط.

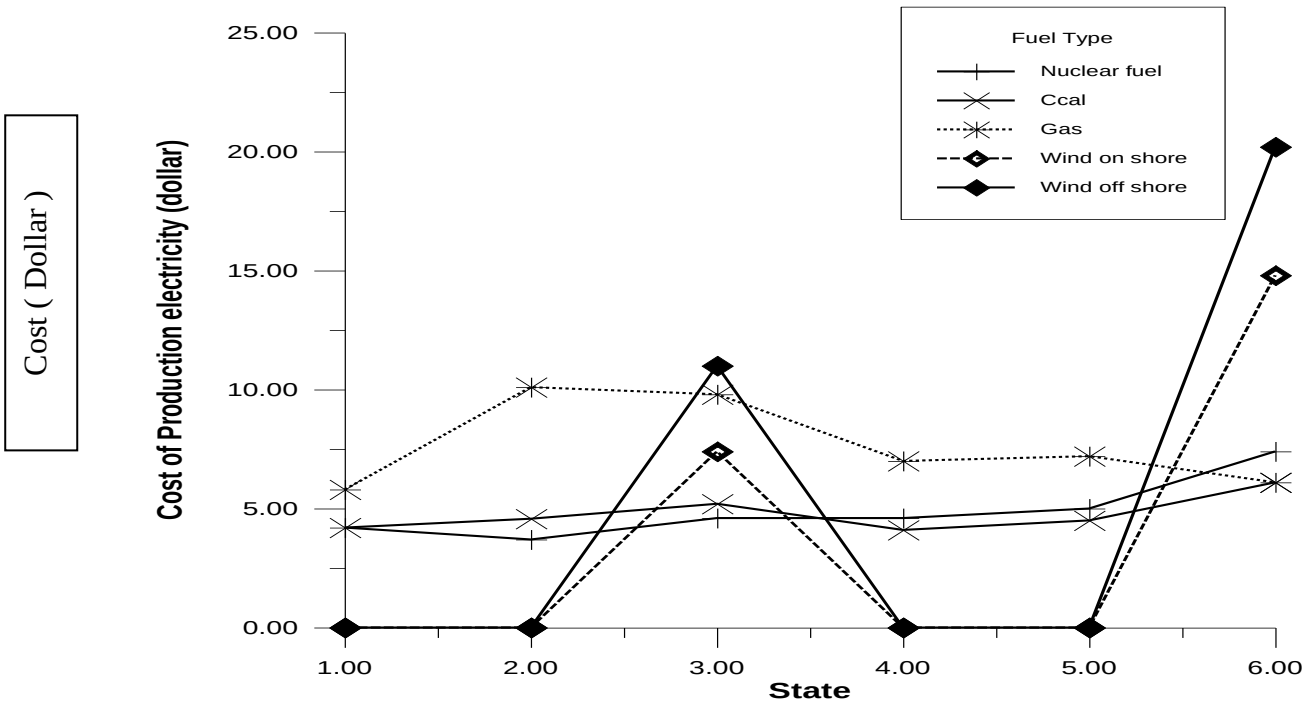
٣- ارتفاع انتاج تكلفة وحدة الكيلواط-ساعة للمحطات الحرارية والغازية العاملة بالوقود التقليدى مقارنة بالدول الاخرى مما يؤثر على الاقتصاد الوطنى اولا ويؤثر على المستهلك النهائى ثانيا.

٤- البحث عن البدائل المناسبة باتباع سياسة اقتصادية جديدة لتخفيض تكلفة الكيلواط-ساعة والمصاريف غير المباشرة كاحد محددات النظام الكلفوى المثالى (ABC).ومن هذة البدائل استخدام الطاقة النووية والطاقة الشمسية وأنواع من المحطات الحديثة قيد التطوير والتى تستخدم وقود الميثانول او الهيدروجين ومن هذة المحطات (Solid oxide fuel cell) او محطات(Molten carbonate fuel cell).

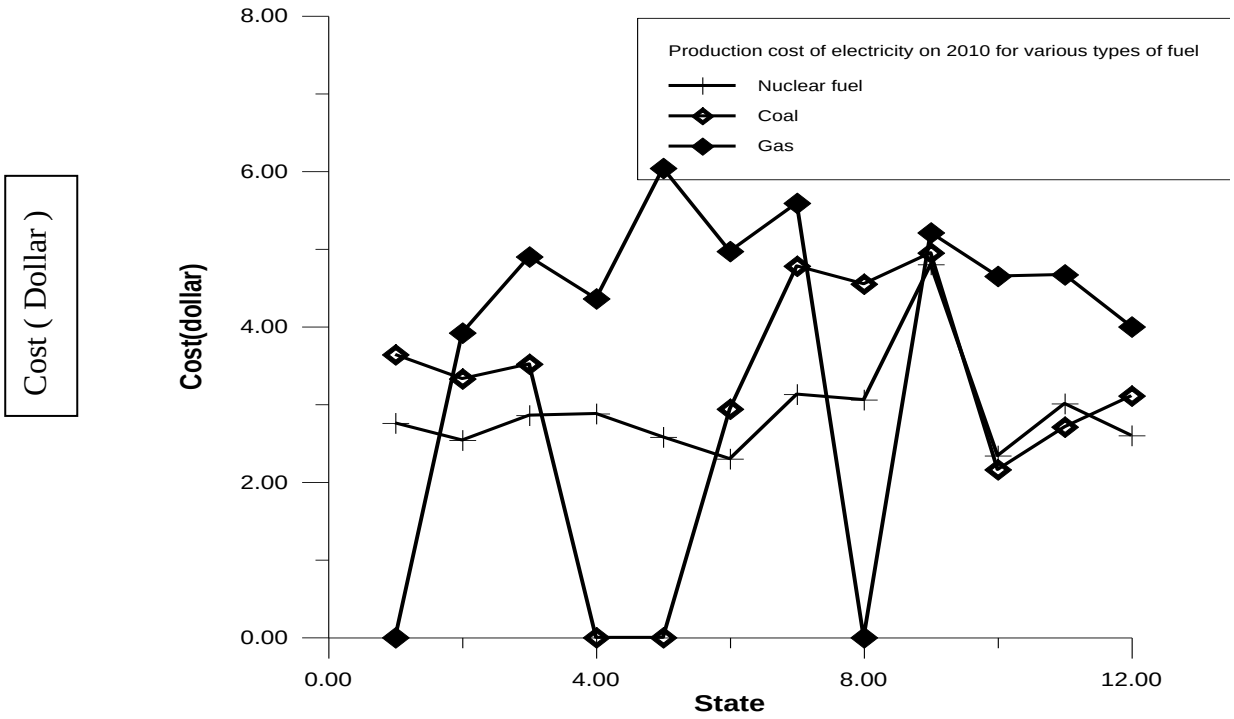
٤- المصادر:

References:

1- IAEA," Nuclear power and fuel cycle", IAEA publications, Vienna, 1990.
2- IAEA,"Transfer of nuclear energy", IAEA publications,Vienna,1989.
3-- IAEA,"Applications of nuclear techniques", IAEA publications,Vienna,1989
4-Lawerence,W.L,"The uses and the future of atomic energy",1980.
5-European commission," To put plausible financial figures against damage resulting from different form of electricity production for the entire European",1991.
6- OCED,"The economic of the nuclear fuel cycle",1994.
7-OCED,"Projected cost of generating electricity",1998.
8-Percebois J,"The peaceful uses of nuclear energy", Energy policy31, 101-108,Jan,2003.
9-University of Chicago," The economic future of nuclear power",2004.
10-Canadian energy research institute,"Levelisted unit electricity cost comparison",2004.
11- Feretic D,Tomsic Z,"Probabilistic analysis of electrical energy costs",Energy policy,2005.
12-Canadian energy research institute,"Levelisted unit electricity cost comparison",2004.
١٣- د.قدامة الملاح، " البيئة والانسان والطاقة)،١٩٩٤



شكل (١): العلاقة بين تكلفة انتاج الطاقة الكهربائية لأنواع الوقود (دولار) المختلفة (وقود نووى-فحم-غاز طبيعى-رياح ساحلية-رياح بعيدة عن الساحل) ودولة الانتاج وهى كما يلى :١-اوربا ٢- كندا ٣- امريكا ٤- بريطانيا ٥- فرنسا ٦- دول حوض المتوسط .

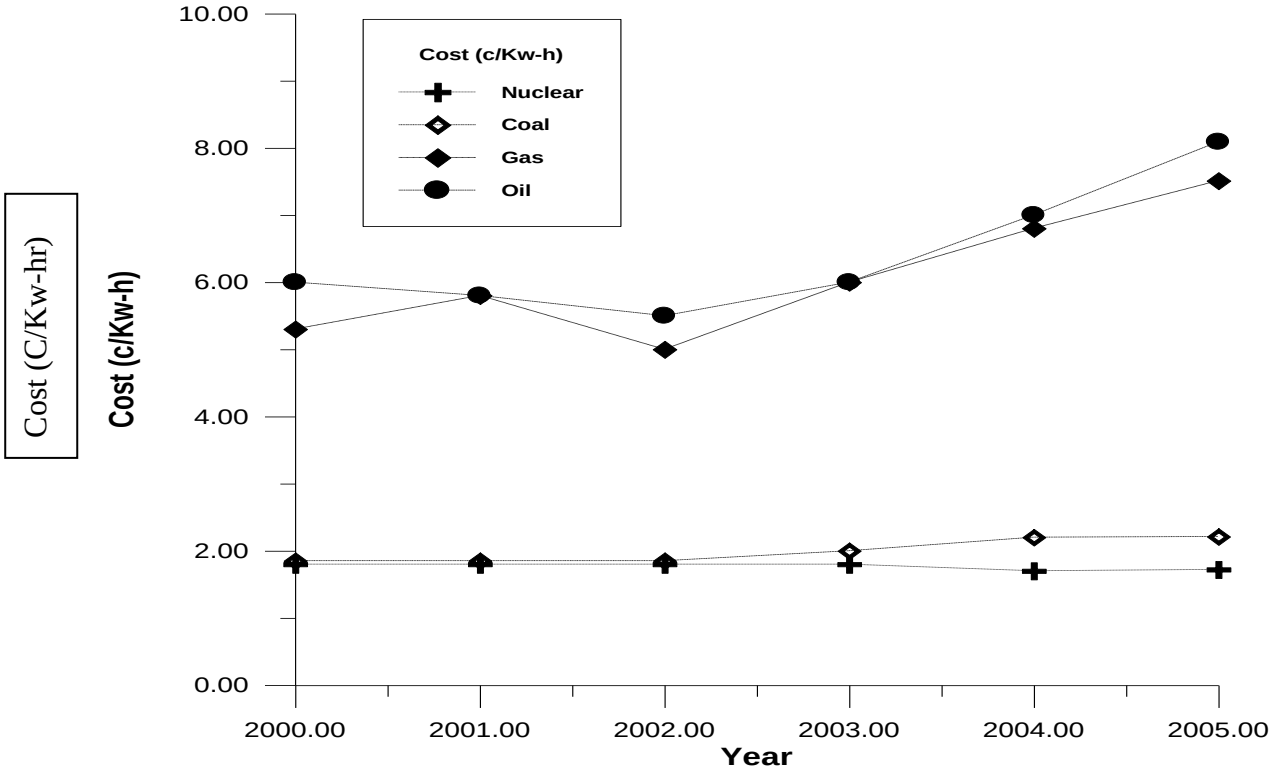


شكل (٢): العلاقة بين تكلفة انتاج الطاقة الكهربائية لعام ٢٠١٠ ودولة الانتاج وهى كما يلى ١-فلندة ٢- فرنسا ٣- المانيا ٤- سويسرا ٥- نيوزلندة ٦- التشيك ٧- سلوفاكيا ٨- رومانيا ٩- اليابان ١٠- كوريا ١١-الولايات المتحدة الامريكية ١٢-كندا

جدول (١)

تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية للأعوام ٢٠٠٠–٢٠٠٥ بوحدة (سنت/كيلواط–ساعة) ولأنواع مختلفة من الوقود مقارنة بالوقود النووي في الولايات المتحدة الأمريكية

السنة	نووى	فحم	غاز	زيت
٢٠٠٠	١.٨	١.٨٥	٥.٣	٦
٢٠٠١	١.٨	١.٨٥	٥.٨	٥.٨
٢٠٠٢	١.٨	١.٨٥	٥	٥.٥
٢٠٠٣	١.٨	٢	٦	٦
٢٠٠٤	١.٧	٢.٢	٦.٨	٧
٢٠٠٥	١.٧٢	٢.٢١	٧.٥١	٨.٠٩



شكل (٣):العلاقة بين تكلفة انتاج الوقود (سنت/كيلواط–ساعة) بانواعه المختلفة والاعوام ٢٠٠٠–٢٠٠٥ فى الولايات المتحدة الامريكية

.جدول (٢)

المقارنة في إنتاج الطاقة الكهربائية بين المحطات التقليدية والمحطات النووية

ت	محطة تقليدية عاملة	محطة نووية افتراضية
١	المسيب الحرارية / ٨٠٠ ميكاواط	مفاعل سريع (Fast reactor) يبرد بسائل معدنى كالصوديوم / ٩٢٥ ميكاواط[١]
٢	النجف الغازية / ١٨٩ ميكاواط	مفاعل (Dresden nuclear power plant) يبرد بالماء الخفيف / ١٨٠ ميكاواط[١]
٣	الحلة الغازية / ٦٠ ميكاواط	مفاعل (Shippingport automatic power station) / ٦٨ ميكاواط[١]
٤	الكوفة الكهرومائية / ١٦.٥ ميكاواط	مفاعل (Variable moderator boiling reactor) / ٢٠ ميكاواط[١]
٥	الهندية الكهرومائية/١٥ ميكاواط	مفاعل (Variable moderator boiling reactor) / ٢٠ ميكاواط[١]

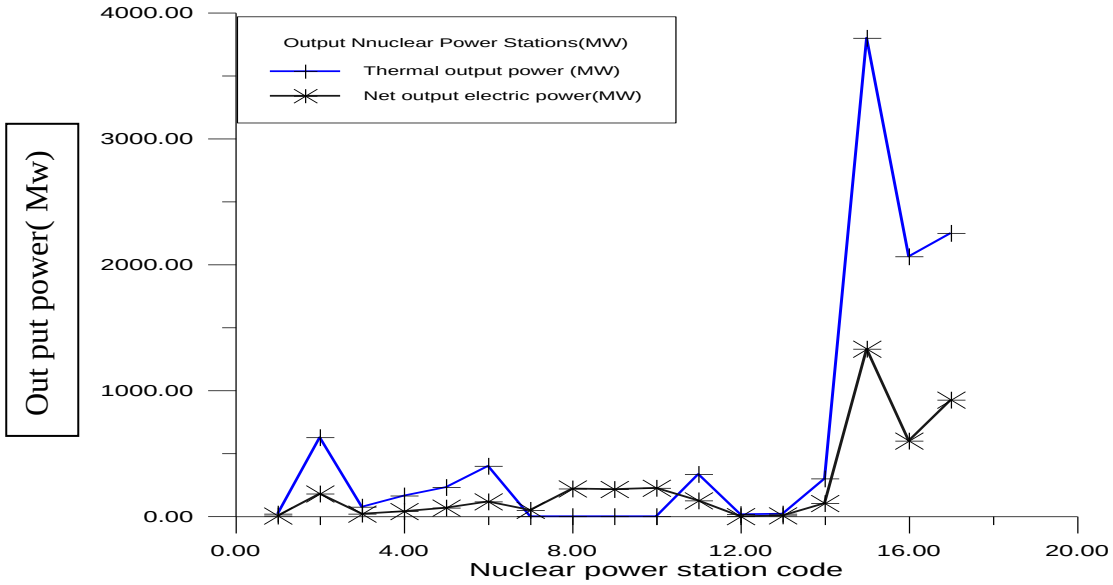
جدول (٣)
أنواع التكاليف حسب نوع وقودا لمحطة المستخدم[١٣]

نوع المحطة	التكاليف الابتدائية (دولار/كيلواط-ساعة)	تكلفة الطاقة عند المستهلك النهائي دولار/كيلواط-ساعة)
المحطات النووية بقدرة١١٠٠ ميكاواط	٢٠٠٠-١٨٠٠ تكاليف البناء= مليار دولار	٠.٠٣
المحطات الحرارية بقدرة ١٠٠٠ ميكاواط	١٠٠٠-٨٠٠ تكاليف البناء= نصف مليار دولار	٠.٠٥
المحطات التى تعمل بطاقة الرياح	٣٢٠٠	٠.١٢
محطة بقدرة ٨٠ ميكاواط تعمل بفرق درجات الحرارة للمحيطات والبحار	١٣٠٠ تكاليف البناء= ١٠٤مليون دولار	٠.٠٧
محطة بقدرة ١٠٠ ميكاواط تعمل بطاقة الامواج	١٣٠٠ تكاليف البناء= ١٣٠مليون دولار	٠.١٥
محطة بقدرة ٢٤٠ ميكاواط تعمل بطاقة المد والجزر	**١٠٠٠ تكاليف البناء= ٢٤٠ مليون دولار**	**٠.٠٥**

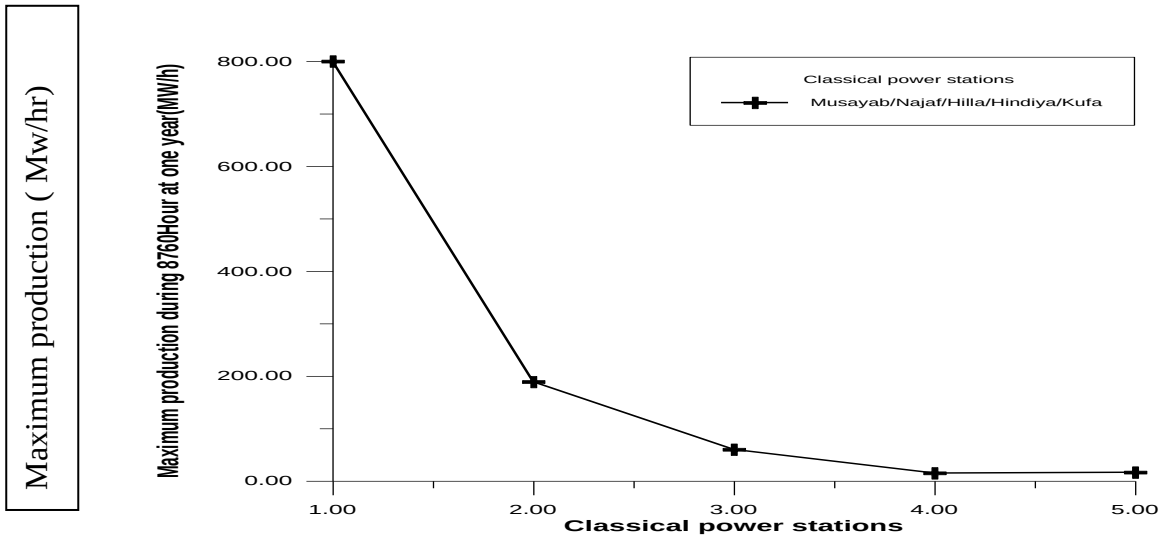
جدول (٤)

الطاقة الحرارية الكلية وصافى الطاقة الكهربائية المنتجة ونوعية المبرد المستخدم[٣،١]

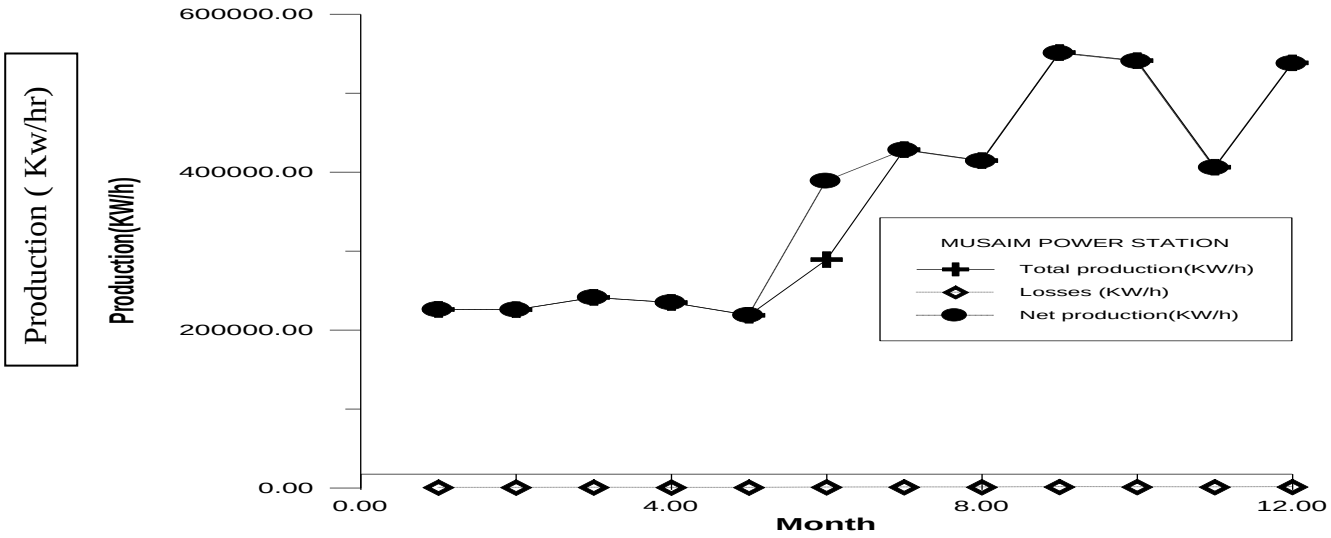
Code No.	Thermal output power (MW)	Net output electric power (MW)	Moderator coolant
1 EBWR	20	4.5	Light water
2 DNPP	627	180	Light water
3 VMR	75	20	Light water
4 CRBR	164	40	Light water
5 ASPS	231	68	Light water
6 FBR	400	117	Light water
7 BHPGCR	-	50	CO_2
8 USNUGCR	-	220	CO_2
9 USEGCR	-	215	CO_2
10 USEGCR(ORNL)	-	225	CO_2
11 PBRPP	335	125	Helium gas
12 OMRE	16	zero	Organic liquid
13 SGRPP	20	6	Sodium liquid
14 EFFBRPP	300	104	Sodium liquid
15 PWRS	3800	1330	Light water
16 HWPR	2064	600	Heavy water
17 FR	2250	925	Sodium liquid or Helium gas



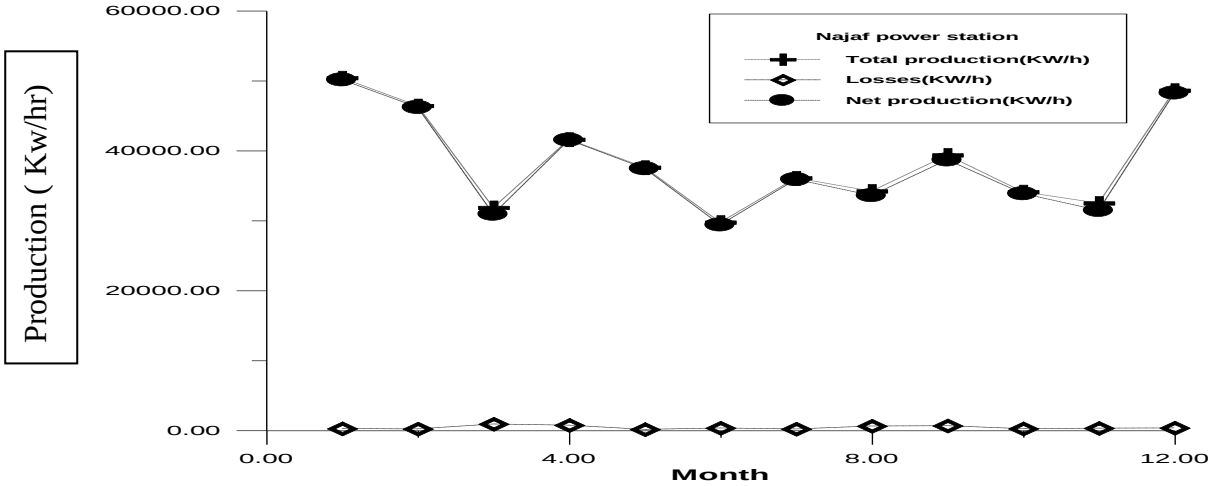
شكل (٤): العلاقة بين نوع المحطة النووية وقدرتها الحرارية الخارجة وصافى القدرة الكهربائية



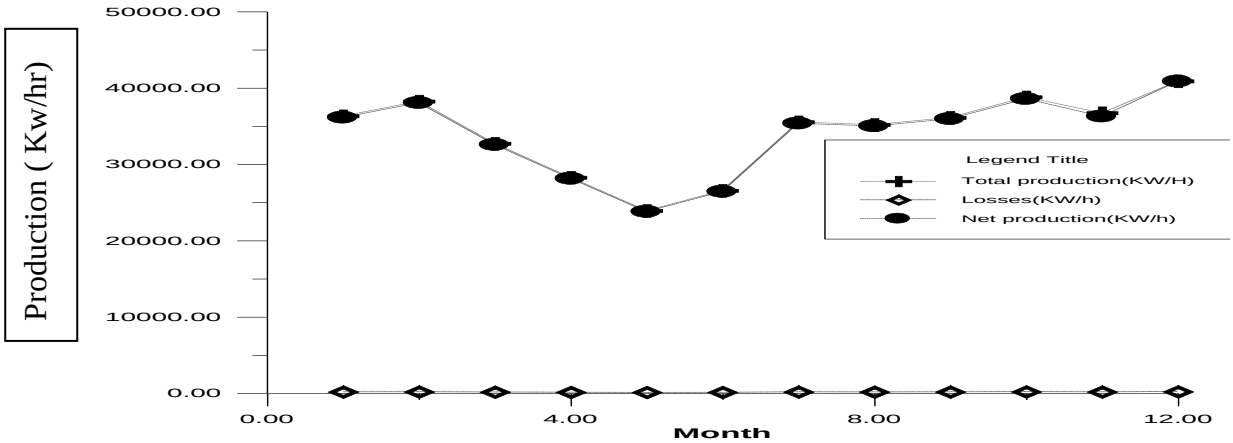
شكل (٥): العلاقة بين أقصى كمية إنتاجية ونوع المحطة وكما يلي ١- محطة المسيب الحرارية ٢- محطة النجف الغازية ٣- محطة الحلة الغازية ٤- محطة الهندية الكهرومائية ٥- محطة الكوفة الكهرومائية .



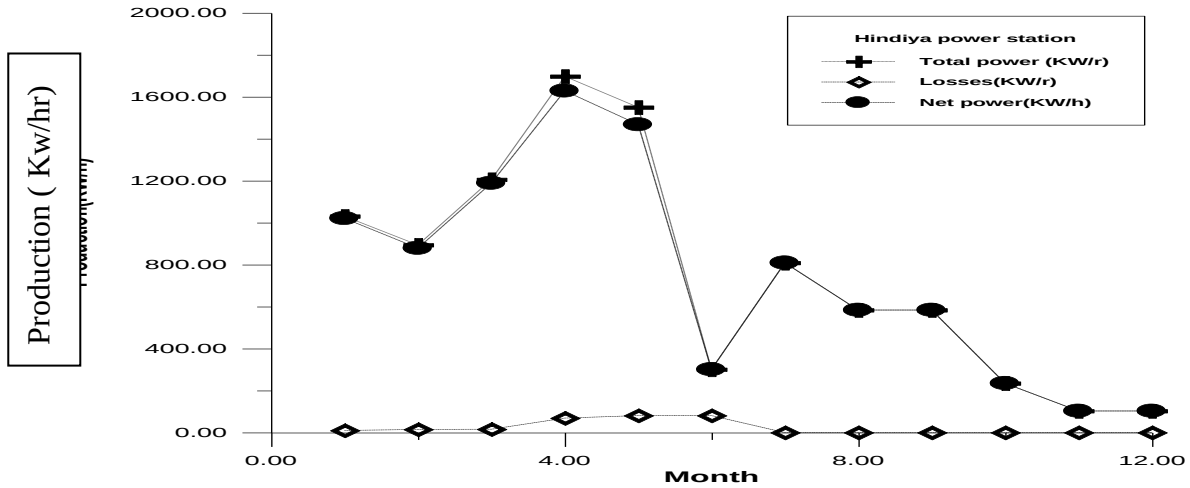
شكل (٦) :العلاقة بين الانتاج الفعلى والخسائر والانتاج الصافى للطاقة الكهربائية خلال اشهر السنة لمحطة المسيب الحرارية



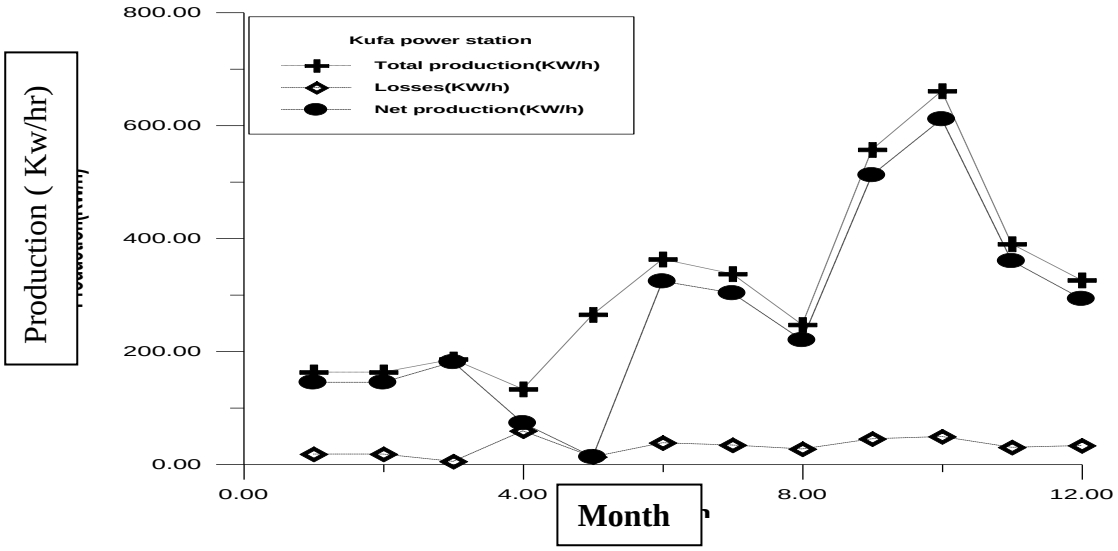
شكل (٧) :العلاقة بين الانتاج الفعلى والخسائر والانتاج الصافى للطاقة الكهربائية خلال اشهر السنة لمحطة النجف الغازية



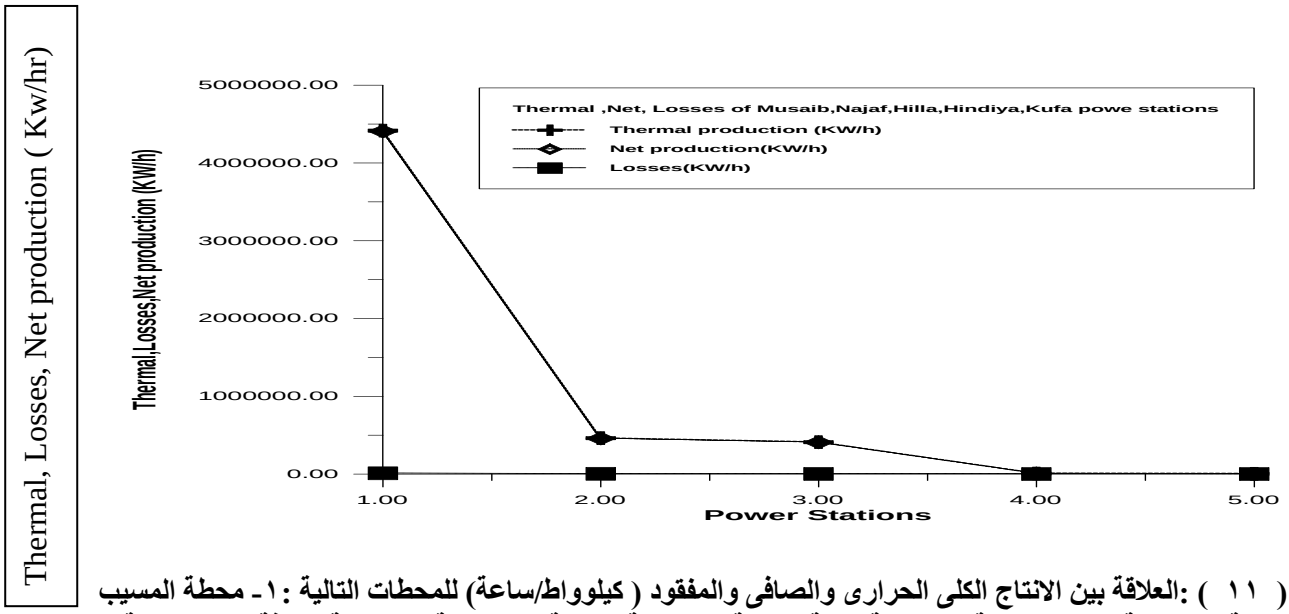
شكل (٨) :العلاقة بين الانتاج الفعلى والخسائر والانتاج الصافى للطاقة الكهربائية خلال اشهر السنة لمحطة الحلة الغازية



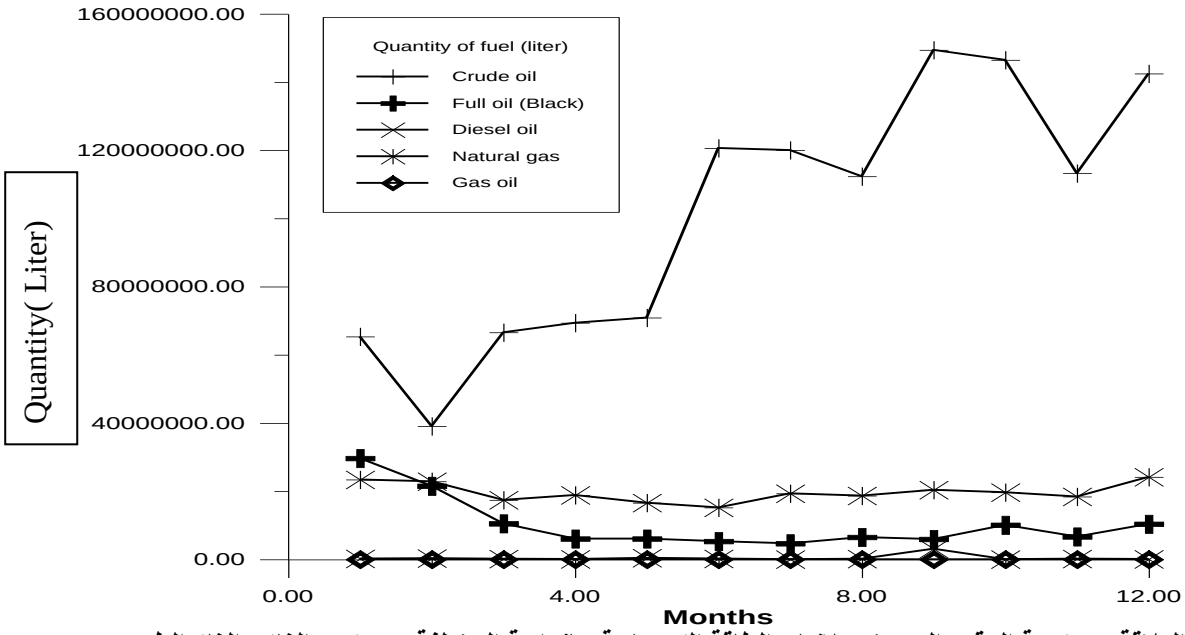
شكل (٩) :العلاقة بين الانتاج الكلى والخسائر والانتاج الصافى للطاقة الكهربائية خلال اشهر السنة لمحطة الهندية



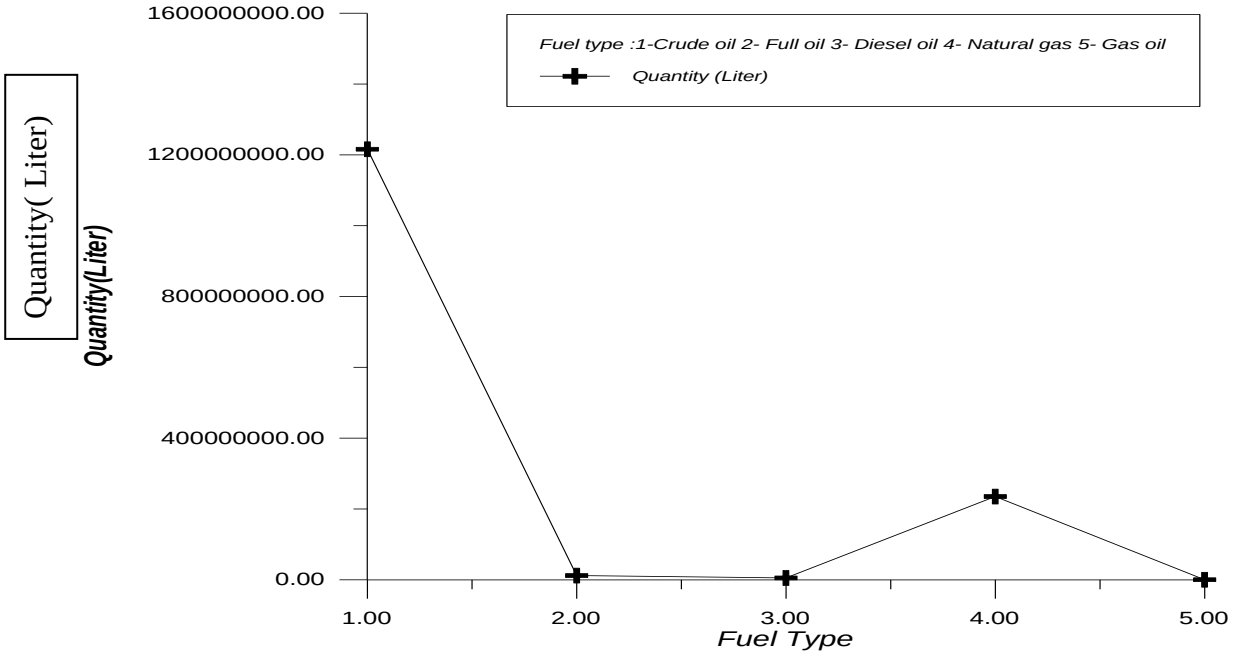
شكل (١٠) :العلاقة بين الانتاج الكلى والخسائر والانتاج الصافى للطاقة الكهربائية خلال اشهر السنة لمحطة الكوفة



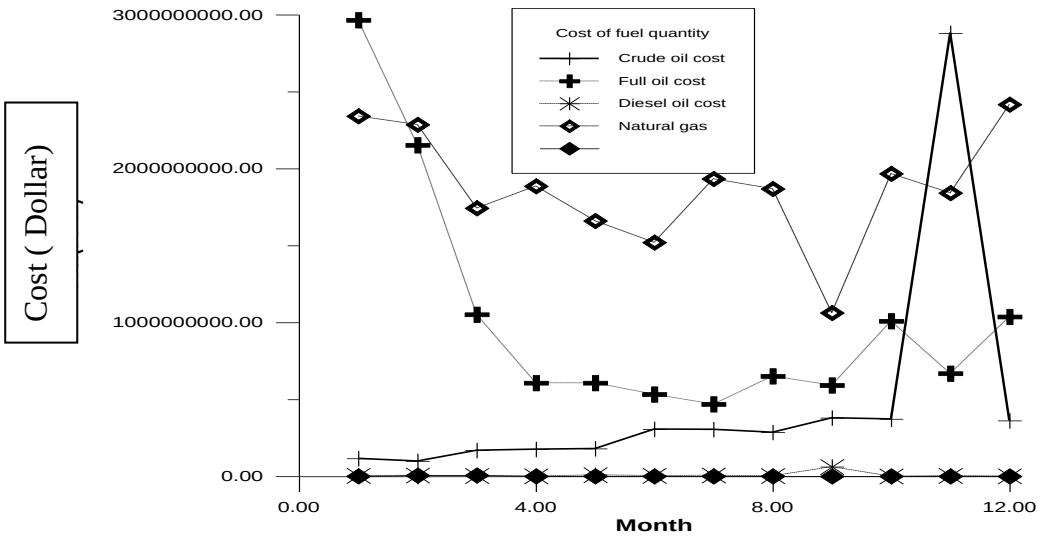
شكل (١١) :العلاقة بين الانتاج الكلى الحرارى والصافى والمفقود (كيلوواط/ساعة) للمحطات التالية :١- محطة المسيب الحرارية ٢- محطة النجف الغازية ٣- محطة الحلة الغازية ٤- محطة الهندية الهيدرولية ٥- محطة الكوفة الهيدروليكية



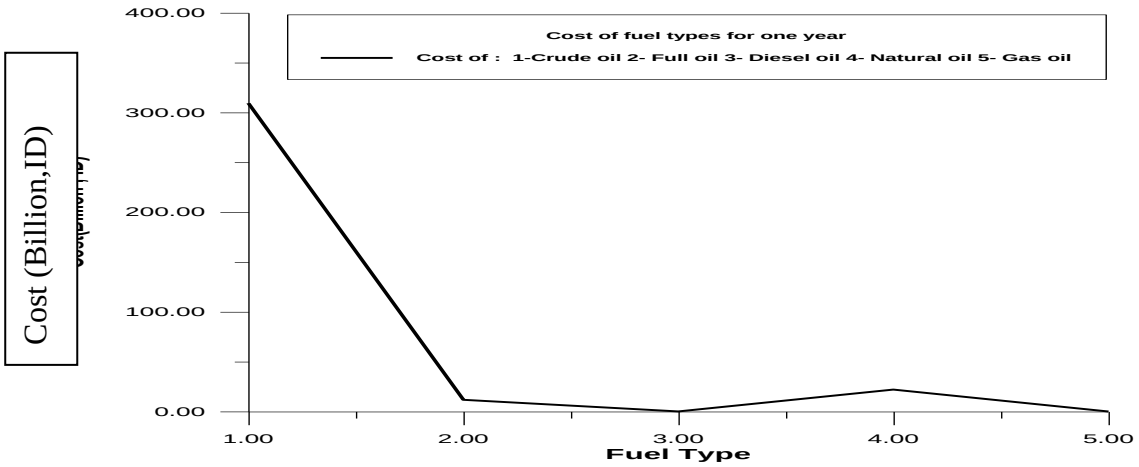
شكل (١٢):العلاقة بين كمية الوقود المستخدم لانتاج الطاقة الكهربائية بانواعة المختلفة من زيت الغاز والغاز الطبيعى وزيت الديزل والنفط الاسود والنفط الخام وللاشهر الاثنى عشر للعام ٢٠٠٧.



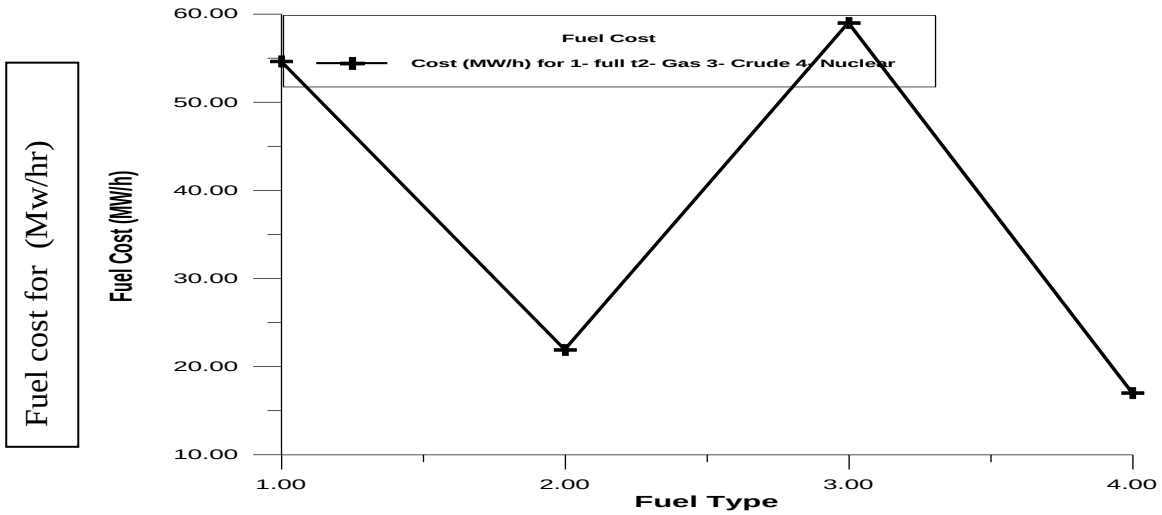
شكل (١٣) :العلاقة بين كمية الوقود المستخدم لانتاج الطاقة الكهربائية و لسنة واحدة مقاسا باللتر وللمحطات العاملة



شكل (١٤):العلاقة بين كلفة الوقود المستخدم لانتاج الطاقة الكهربائية بانواعة المختلفة من زيت الغاز والغاز الطبيعى وزيت الديزل والنفط الاسود والنفط الخام وللاشهر الاثنى عشر للعام ٢٠٠٧.



شكل(١٥) :العلاقة بين كلفة الوقود المستخدم فى المحطات التقليدية ونوع الوقود



شكل (١٦):العلاقة بين تكلفة الوقود وانواعة المختلفة ولكل (ميكاواط/ساعة) وكما يلى : ١- الوقود العام =٥٤.٦٣٠ دولار٢- الغاز=٢١.٨٩٨ دولار٣- النفط الخام=٥٨.٩٨٧دولار ٤-الوقود النووى=١٧دولا

جدول (٥)[١٣]

الكلفة الكلية لانتاج ١ كغم من مادة الوقود المستخدم فى قلب المفاعل حيث ان كل ١ كغم من الوقود يعطى ٣٦٠٠٠٠ كيلواط - ساعة وبالتالى تكون كلفة المنتج الواصل الى المستهلك بحدود ٠.٥سنت/كيلواط-ساعة

ت	نوع العملية المستخدمة للحصول على ١ كغم من المستخدمة كوقود لانتاج الطاقة فى UO_2مادة قلب المفاعل	الكلفة الكلية(دولار)
١	خام اليورانيوم	٤٢٧
٢	التحويل	٩٠
٣	التخصيب	٩٨٥
٤	التركيب	٢٤٠
كلفة الوقود المستخدم ولكل كيلواط-ساعة=١٨٧٨ دولار/٣٦٠٠٠٠= ٠.٥سنت/كيلواط-ساعة		

جدول (٦)[المديرية العمة لانتاج الطاقة الكهربائية]: كلفة الوقود المستخدم لكل كيلواط-ساعة فى المحطات العاملة فى منطقة الفرات الاوسط

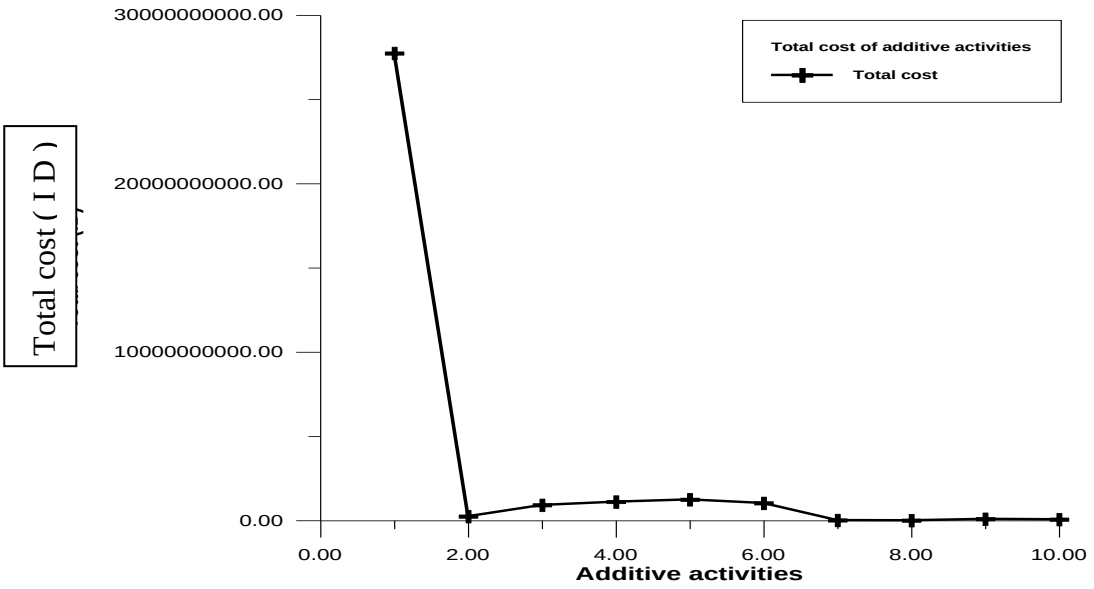
كلفة الوقود المستخدم ولكافة المحطات خلال سنة بالدينار العراق	الانتاج الصافى لكل المحطات العاملة فى منطقة الفرات الاوسط (كيلواط-ساعة)	كلفة الوقود بوحدة كيلواط-ساعة (دولار) على اساس سعر صرف١١٩٠ دينار لكل دولار
٣٤٣٧٣٢٩٨١٩٠٠	٥٢٨١١٠٥	٦٥٠٨٧=٥٢٨١١٠٥/٣٤٣٧٣٢٩٨١٩٩ دينا عراقى/١١٩٠= ٥٤.٦٣٠دولار لكل كيلواط-ساعة

جدول (٧)[المديرية العامة لانتاج الطاقة الكهربائية]: الكلفة الكلية لساعات العمل المباشر وغير المباشر

نوع العمل	عدد الساعات	الكلفة الكلية للعمل المباشر والصيانة
العمل المتواصل(الاشتغال الفعلى)	٧٥٣٣٠	١١٠٣٩٥٦٧٦٩٣
العمل لاغراض الصيانة	٢١٠٣٠	٣٠٨١٩٣٤٢٧١
المجموع	٩٦٣٦٠	١٤١٢١٥٠١٩٦٤
كلفة الوحدة الواحدة من العمل المباشر والصيانة		١٤٦٥٤٩.٤١٩=٩٦٣٦٠/١٤١٢٥٠١٩٦٤ دينار عراقى/١١٩٠=١٩٣دولار

جدول (٨) :تكاليف الأنشطة الإضافية غيرا لمباشرة[المديرية العامة لانتاج الطاقة الكهربائية]

ت	الأنشطة الإضافية (Additive Activities)	التكلفة الكلية (Total cost) غير المباشرة/دينار عراقى
١	مواد اولية غير مباشرة	٢٧.٧٩٣.٤٥١.١٩٢
٢	وقود وزيوت وشحوم	٢٤١.٠٠٥.٨٧٥
٣	الادوات الاحتياطية	٩١٢.٨٩٥.٠٥٤
٤	متنوعات	١.١٠٩.١٣٩.٩٦٧
٥	خدمات صيانة	١.٢٤١.٣٥٤.٧٨٩
٦	مصروفات خدمية متنوعة	١.٠٢٦.٠٩١.١٠٤
٧	اندثار الالات والمعدات	١١.٤٤٩.٨٩٧
٨	اندثار عدد وقوالب	٤.٧٠٦.٤٤٣
٩	اندثارات اخرى	٨٥.٢٠١.٢٢٣
١٠	مصروفات اخرى	٦٣.٤٤١.٨٩٥
المجموع		٣٢.٤٨٨.٧٣٧.٣٤٠ مليار دينار/١١٩٠=٢٧.٣٠١.٤٥٩دولار



شكل (١٧):العلاقة بين التكلفة الكلية للأنشطة الإضافية غير المباشرة بالدينار العراقى والأنشطة الاضافية وهى :١- مواد أولية غير مباشرة٢-وقود وزيوت وشحوم٣-ادوات احتياطية٤-متنوعات٥-خدمات صيانة٦-مصروفات خدمية متنوعة ٧-الآلات والمعدات٨-اندثار عدد قوالب ٩- اندثارات اخرى١٠-مصروفات أخرى