# الفرص الترشيدية المتاحة للطاقة المستهلكة في قطاع الأبنية السكنية في العراق

**عاطف علي حسن/ أستاذ مساعد/ معهد التكنولوجيا – بغداد**
**Email : Atif56ali@yahoo.com**

**الملخص :-**

يهدف البحث الى دراسة إمكانية تحقيق ترشيد الطاقة المستهلكة في الأبنية السكنية في مدينة بغداد. لذلك تم اختيار إحدى الأبنية السكنية في مدينة بغداد لتطبيق الأفكار المقترحة لتحقيق الترشيد المنشود والتي يمكن تقسيمها الى ثلاث محاور.

أ–وسائل ترتبط ببناء الوحدة السكنية .

ب– وسائل ترتبط بتغيير طبيعة الطاقة المطلوبة لتشغيل الأجهزة العاملة ضمن الوحدة السكنية .

ج– وسائل ترتبط برفع كفاءة و استخدام الأجهزة العاملة داخل الوحدة السكنية

وجد الباحث ان تطبيق الأفكار أعلاه في الوحدة السكنية المختارة قد حققت تخفيض لكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة حيث تقلص الاستهلاك السنوي للعائلة الواحدة من 71500 kw.hr الى 26167 kw.hr وكانت نسبة ترشيد الطاقة 63.4% و بهذا سنحقق وفر في الوقود المستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية بمقدار 151.2برميل نفط خام سنوياً ولكل عائلة واحدة مع توفير مبلغ استثماري قدره 9000000 دينار عراقي ، علما بان فترة استرداد رأس المال المستثمر كانت خمس سنوات و بسعر فائدة نصف السنوي للودائع الثابتة قدره 11%

# Available Ways For Energy Conservation in Iraqi Residence Sector.

**Atif Ali Hasan/ Assist Prof / Institute of Technology**
**Email : Atif56ali@yahoo.com**

## Abstract :-

The object of this work is to determine available ways for energy conservation which it consumed in Iraqi residence sector .

The study is took place in Baghdad city by selected one of residence building and deviation the all of requisite idea applicable that gives conservation, to three region as:-

A: Building construction .

B: Change the energy sources .

C: Increase the Efficiency Value . (Decreases the losses )

The result's of this work can be reduced the consumed energy in that residence building from 71500 kw.hr to 26167 kw.hr and as conservation percentage is 63.4% from actual consumption and the quantity of fuel which enters to power station is reduced by 151.2 birrel of crow oil/ yearly/ family , the investment money is 9000000 ID which it required .

## ١ – المقدمة

بسبب عدم تمكن الاستكشافات الحالية (من مصادر الطاقة المختلفة) من تغطية تزايد معدلات استهلاك الطاقة [7] ، تزايد القلق العالمي بإمكانية استنزاف المصادر الحالية للطاقة، و في الوقت نفسه تزايد معه الاهتمام بموضوع ترشيد استهلاك الطاقة ( دون المماس بمستوى الرفاه الاجتماعي للفرد) على صعيد العالم و استهلاكها في مجال الأبنية بصورة خاصة ، لما له من تأثير واضح على كمية النفط الخام المكرر محليا لتوفير الطاقة التي تتطلبها تلك الأبنية ، وعلى الصعيد العربي [6] نجد ان كمية النفط الخام المكرر للأغراض المحلية قد ارتفعت من 4.2 (ب/م/ن/ي) عام 2004 الى 4.5 (ب/م/ن/ي) عام 2005 و احتمال تجاوزها الـ 5.0 (ب/م/ن/ي) نهاية هذا العام، بينما استهلاك الفرد العراقي من الطاقة الكهربائية قد تزايد من kw.hr 1067 عام 1979 [4] الى 10053 عام 1983 [4] و أصبح 14700 عام 2006 [14]. وان نسبة الطاقة المستهلكة في القطاع السكني [3] قد زادت من 27% مما أنتج من طاقة كهربائية عام 1978 الى 61% من الطاقة المتولدة عام 1983، و أصبح يشكل 82% مما ينتج من طاقة كهربائية في العام 2002، حينها كانت حصة القطاع السكني في مدينة بغداد فقط تشكل 43% من إجمالي الاستهلاك في العراق . و كما هو معروف فان الجزء الأعظم مما يستهلك داخل المبنى السكني يصرف لتوفير الظروف الحرارية المريحة، فقد أوضحت الإحصائيات الاستبيانية [14] لـ(2000) وحدة سكنية في مدينة بغداد عام 2006، ان نسبة الطاقة المصروفة لأغراض توفير التكييف سنويا تشكل 69% مما يستهلك من طاقة سنويا (حصة التكييف صيفا تشكل 42.43% بينما حصة التكييف شتاءاً كانت تشكل 26.56%)، وكانت نسبة استهلاك الطاقة لأغراض التكييف صيفا 76.9% مما يستهلك في فصل الصيف، و بلغت النسبة المصروفة لأغراض التكييف شتاءاً 76.3% مما يستهلك شتاءا من الطاقة، و يتضح مما تقدم ان للتأثير البيئي أهمية بالغة في تحديد مستوى الطاقة المستهلكة، لذلك يتطلب إجراء مسح كامل لجميع المؤثرات البيئية لمحاولة تقليل هذا الهدر الكبير في كميات الطاقة.

## ٢- استهلاك الطاقة في المبنى السكني في العراق

ان الطاقة المستهلكة في الأبنية السكنية تصرف لخدمات المبنى نفسه، فمنها ما يستهلك لتوفير الظروف الحرارية الأقرب الى مستويات الراحة الحرارية للفرد الذي يشغل ذلك المبنى(تكييف الهواء صيفا و شتاءاً) و قد شكلت هذه الطاقة نسبة 42.43% للتكيف صيفاً، 26.56% للتدفئة شتاءاً و ان نسبة الطاقة المستهلكة لأغراض التكييف السنوي و محسوبة على أساس الطاقة المستهلكة سنويا ستكون 69% بينما مجموعة الفعاليات اليومية المنجزة داخل الوحدة السكنية (استخدام الثلاجة و المجمدة المنزلية–تشغيل مراوح التهوية،غسالة الملابس،مكواة الملابس، مضخة الماء، مجفف الشعر والأجهزة المنزلية الصغيرة المساعدة

لعملية إعداد الطعام (ثرامة اللحم،عصارة الفواكه،سكاكين القطع،الطاحونة وغيرها)) قد شكلت نسبة 11.11% من إجمالي الاستهلاك السنوي للطاقة، بينما مقدار الطاقة المستهلكة لأغراض الترفيه اليومي للأفراد الشاغلين للوحدة السكنية (استخدام أجهزة التلفزيون و استقبال البث الفضائي، أجهزة الاستماع الى الموسيقى و أجهزة الإنارة) وجد ان استهلاكها للطاقة قد شكلت 19.75 % مما يستهلك داخل تلك الوحدة السكنية سنويا و كما موضح تفصيليا في الجدول (1) [14].

## ٣- السبل المتاحة لترشيد الاستهلاك

ان كمية الطاقة الكهربائية التي سيتم توفيرها ضمن الوحدة السكنية يمكن ان تأتي من تطبيق عدد من المقترحات وليس جميعها بما يتناسب مع الإمكانيات والوسائل المتاحة لشاغلي الوحدة السكنية وسندرج في أدناه إجمالي المقترحات والأفكار الترشيدية المتاحة للتطبيق ضمن المحاور التالية [6]:-

**أ- وسائل ترتبط بالبناء**

وهي جميع العناصر المؤثرة في تقليل مقدار معامل انتقال الحرارة الكلي $w/m^2K^\circ$ [5] لمقطع الجدار والسقف وزجاج النافذة وبالتالي تقليل كمية الحرارة المتسربة خلال أسطح المبنى المعرضة للبيئة، وهنا يمكن ان نميز بين نوعين من البناء أولهما البناء المصمم (المطلوب تشييده) قبل الإنشاء، وثانيهما البناء المشيد المنجز أو قيد الإنشاء. لذلك فان إمكانية تطبيق الأفكار والوسائل المتاحة لإحداث ترشيد في استهلاك الطاقة تكون أكثر عدداً في النوع الأول بينما تكون محددة جدا في حالة النوع الثاني .

وان جملة الأفكار المقترحة التي تدور ضمن المحور الأول وله علاقة بالبناء وهي :

- اختيار مواد بناء ذات معامل انتقال حراري منخفض، مثل استخدام الثرمستون بدلاً من الطابوق أو البلوك الخرساني المجوف، رغم ان كلفتها الإنشائية متقاربة جداً ولكن قيمة معامل انتقال الحرارة خلال جدار الثرمستون يقل عن النصف مما يكون عليه معامل انتقال الحرارة لجدار الطابوق سمك 240 ملم. أو استخدام الجدران ثنائية الطبقة رغم عدم شيوعها في العراق.
- استخدام عزل حراري جيد للسقف والجدار المعرض للبيئة الخارجية. ونحقق اكبر فائدة عند وضع العازل اقرب ما يكون الى الطبقة الخارجية للجدار لذلك يتطلب تغطية طبقة العازل وعزله عن مؤثرات البيئية وبذلك سيتحول البناء الى ثنائي الطبقة، ولكن تكلفة استخدام المواد العازلة ستكون ارخص، عند استخدامه مع طبقة الإنهاء الداخلي للجدار ويتم تغطيته بورق ديكور بسيط ورخيص تبعا للذوق العام

- ϖ استخدام تقنية السقوف الثانوية العازلة حرارياً أو بناء هيكل حديدي وتغليفه بألواح عازله مثل ألواح الاسبست أو القرميد أو بإعادة إكساء السقوف.
- ϖ استخدام تظليل جيد ومناسب للنوافذ ومتغير الشكل تبعا للاتجاه الجغرافي للنافذة ، والابتعاد جهد الإمكان عن استخدام الزجاج العادي سمك 4 ملم أو 6 ملم الى الزجاج المزدوج أو أنواع أخرى رغم كلفتها المرتفعة أو على اقل تقدير استخدام ورق عاكس يلصق على الزجاج لزيادة معامل انعكاس الطاقة الشمسية من النوافذ أو استخدام ألواح بلاستك بدلا من الزجاج في النوافذ لمتطلبات الأمان إضافة الى العزل الحراري إضافة الى الورق العاكس .

**ب- وسائل تغير نوعية الطاقة المطلوبة لتشغيل الأجهزة**

هي جميع الوسائل المتاحة لتغيير نوعية الطاقة المطلوبة لتشغيل الأجهزة والمعدات التي يستخدمها شاغلي الوحدة السكنية، وضمن هذا المحور يتطلب دراسة ما يلي :

- ϖ تقليل الاعتماد على مسخنات المياه التي تعمل بالطاقة الكهربائية أو النفطية أو الغاز السائل بالاستعانة بالمسخنات العاملة بالطاقة الشمسية .
- ϖ الاستعانة بالخلايا الفولتائية لتوفير الطاقة الكهربائية لتشغيل بعض الأجهزة ذات الاستهلاك القليل للطاقة .
- ϖ استخدام الثلاجة المنزلية الامتصاصية التي تعمل بالنفط أو الغاز السائل بدلا من الثلاجة المنزلية العادية التي تعمل بالطاقة الكهربائية (الانضغاطية) .

**ج-وسائل ترتبط بتطوير كفاءة الأجهزة والمعدات العاملة ضمن الوحدة السكنية**

ويقصد بها استخدام جميع التقنيات الحديثة المتاحة لتطوير عمل الأجهزة التي توجد ضمن الوحدة السكنية بهدف تقليل الطاقة المطلوبة لتشغيل تلك الأجهزة وضمن هذا المحور يتم دراسة ما يلي:-

- ϖ استخدام حشوة مطاطية لإحكام إغلاق النوافذ والأبواب المطلة على البيئة الخارجية، لتقليل تسرب الهواء خلالها .
- ϖ استخدام مراوح تهوية لدفع هواء البيئة فجراً (البارد نسبيا والمرتفع محتواه الرطوبي ) خلال فصل الصيف والربيع والخريف لتهوية الوحدة السكنية وامتصاص الأحمال الحرارية المتراكمة فيه من اليوم السابق وتقليل درجة حرارة الحيز الداخلي للوحدة السكنية استعداداً لتكييفه باليوم التالي.

- ϖ الاعتماد على الإنارة الاصطناعية من نوع الأنابيب الفلورسنية الالكترونية ذات الاستهلاك القليل بدلا من الأنواع الحالية للإنارة ، وكذلك يفضل استخدام الإنارة الدايودية لكون استهلاكها للطاقة لا يكاد يلاحظ ورغم ارتفاع تكلفتها .
- ϖ استخدام الأجهزة المرشدة للطاقة (ذات الاستخدام القليل للطاقة) مثل مكواة الملابس الاقتصادية، مسخنات الهواء نوع الهالوجين، قدور الطبخ العاملة بالضغط ومساحيق غسل الملابس التي تعمل بالماء البارد (لتقليل استخدام مسخنات الماء ضمن أجهزة غسل الملابس). استخدام أجهزة الطبخ التي تعمل بالصفيحة الساخنة على مقدار التلامس بين مساحة القدر وسطح المسخن، والأجهزة المرئية ذات الشاشة المسطحة .
- ϖ التركيز على اعتماد أجهزة سيطرة كفوءة للحد من تزايد استهلاك الماء والطاقة المجهزة.
- ϖ استبدال مكيفات الهواء ذات الضواغط الترددية بمكيفات هواء ذات ضواغط دورانية، وكذلك استخدام مفاتيح ذاتية للتشغيل المرحلي لتقليل التيار المطلوب لبدئ تشغيل المكيفات.
- ϖ محاولة استخدام الأنابيب الحرارية التي تبرد ليلا لامتصاص التراكم الحراري صباح اليوم التالي.

## ٤- خطة الدراسة

لغرض تحقيق هدف البحث في تقليل كميات الطاقة المصروفة داخل الوحدة السكنية، تم استخدام إحدى الدور السكنية لذوي الدخل المنخفض بالعراق (الأكثر شيوعا في الاستخدام في عموم القطر حيث تتوسط الدار غرفة المعيشة و تقع على جانبها غرفتي استقبال الضيوف و المطبخ، بينما تترك غرف النوم لتحتل خلفية الدار) والموضحة في الشكل(1)، و تطبيق مجموعة المتغيرات التي يعتقد الباحث بأهميتها في تقليل كمية الطاقة المستهلكة في تلك الوحدة السكنية مع تثبيت العوامل التالية :-

١- موقع الدار التي اختيرت لإجراء الدراسة عليها مدينة بغداد (لكثرة الوحدات السكنية التي تحتويها مدينة بغداد و تنوع نسيجها السكني) .

٢- لون مواد الإنهاء للأسطح الخارجية للجدران و السقف و كذلك الأرضيات المحيطة بالبناء،إسمنتي اللون .

٣- إهمال تأثير الأحمال الحرارية الداخلية و المتولدة نتيجة استخدام المبنى السكني لثبوتها .

٤- مستوى الراحة الحرارية لشاغلي المبنى السكني صيفا [3] (23.9 °م درجة حرارة ، 50% رطوبة نسبية ) و شتاءاً (25 °م درجة الحرارة ، 30 % رطوبة نسبية) .

٥- لغرض حساب الأحمال الحرارية و التبريدية للمبنى السكني تم الاعتماد على بيانات الجمعية الأمريكية لمهندسي التبريد و التكييف (ASHRAE) [1] .

٦- لغرض حساب معامل الانتقال الحراري الكلي للمقطع الإنشائي للجدران و السقف تم الاعتماد على بيانات من المصدر [5].

٧- اعتماد على المعلومات الخاصة بدرجة الحرارة و شدة الإشعاع الشمسي للبيئة من دائرة الأنواء الجوية العراقية [11].

يعتقد الباحث ان إمكانية تقليل استهلاك الطاقة المصروفة في المبنى السكني (قيد الدراسة) ستكون من محورين، الأول منهما – تقليل معدلات استهلاك الطاقة و بذلك يتحقق التوفير في كميات الطاقة المستهلكة و ما ينتج عنه تقليل الضغط على الشبكة الكهربائية الوطنية، و ثانيهما هو تحويل طبيعة الطاقة المستهلكة عند تشغيل الأجهزة و المعدات التي تحتويها الوحدة السكنية من نوع طاقة الى نوع آخر للطاقة كأن تكون مجانية أو ذات كلفة اقل، والجدول (2) يوضح تفاصيل المحاور التي تم دراستها.

## ٥- النتائج و المناقشة

**وسائل الترشيد**

ان الوسائل المتاحة للباحث لتطبيقها ضمن الوحدة السكنية (قيد الدراسة) و التي لا يتطلب استخدامها في الوقت نفسه نفقات استثمارية باهظة، موضحة تفصيليا مع حساباتها التوفيرية المتحققة من خلال تطبيقها في الجدول (2) بينما الجدول (3) يوضح نتائج تطبيق جميع السبل الواردة في الجدول سابق الذكر مع الأخذ بنظر الاعتبار تداخل تنفيذ تلك السبل بينما الجدول(4) يوضح خلاصة كميات الطاقة الموفرة وحساباتها الاقتصادية موضحة في الجدول(5) و في أدناه مناقشة متغيرات الدراسة :-

**٥-١ مقدار متوسط استهلاك العائلة الواحدة**

توضح من خلال إجراء الاستبيان الإحصائي لـ (2000) وحدة سكنية في مدينة بغداد، ان مقدار متوسط استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية للعائلة الواحدة كانت (71500kwhr) لعام 2006 [14]، ولوجود تباين (غير واضح بصورة جلية) بين المستوى المالي و الاقتصادي و الاجتماعي بين سكنة بغداد و الكثير من سكنة المحافظات الأخرى، و لتحديد رقم أكثر دقة لمتوسط الاستهلاك الفعلي ، كأن يتطلب تعميم الاستبيان الإحصائي ليمتد شاملا كامل محافظات العراق وعدم الاقتصار على واحدة دون الأخرى، و كذلك لا يجد الباحث ضرراً من تقسيم العوائل العراقية المشمولة بالاستبيان تبعا للمستوى المالي والاقتصادي لها

بحيث تكون لدينا حدود متعددة لاستهلاك الطاقة، و لكن الظروف الحالية التي يمر بها القطر هي التي ساهمت بصورة كبيرة في تحديد حجم و موقع عينة الاستبيان.

**٥-٢ السبل الترشيدية المتاحة**

ان الوسائل الترشيدية المتاحة (للباحث) لتطبيقها داخل الوحدة السكنية و التي من خلالها يتحقق تقليل كمية الطاقة المستهلكة فيها، هي وسائل محدودة جداً، حيث ان الوحدة السكنية المقترح إجراء الدراسة عليها مشيدة مسبقاً، ولا يجد الباحث مجالا لدراسة المتغيرات التي يعتقدها الباحث مهمة جدا (لتأثيرها المباشر في تقليل الطاقة المستهلكة) و لصعوبة تطبيقها في الوقت الحالي على الوحدة السكنية (التصميم المعماري للوحدة السكنية و مساحة النوافذ الموجودة فيها، مواد البناء والإنهاء المستخدمة في تشيدها و توجيه الوحدة السكنية) [8][9]، لذلك تم التركيز على دراسة المتغيرات الأقل تأثيرا و التي من الممكن تطبيقها بسهولة (إضافتها أو تغيرها) ضمن الوحدة السكنية بحيث لا تتطلب استثمارات مالية كبيرة ( يمكن استرجاعها بسهولة) و الموضحة في الجدول (2) .

**٥-٣ ترشيد استهلاك الطاقة بتغير العوامل المتعلقة بالبناء**

ان الوسيلة المتبقية للباحث هي تقليل مقدار معامل الانتقال الحراري الكلي للمقطع الإنشائي لجدار و سقف و زجاج الدار (قيد الدراسة) و بذلك ستقل كمية الحرارة المفقودة و يتحقق الترشيد و كما يلي :

**٥-٣-١ تقليل الحمل الحراري المتسرب عبر لوح زجاج النافذة**

تم استخدام ورق عاكس للإشعاع (من النوع الجاهز يلصق مباشرة على الزجاج ) مهمته المساعدة في زيادة كمية الطاقة الشمسية المنعكسة من سطح النافذة الى البيئة و بالتالي تقل كمية الحرارة الممتصة و المنتقلة عبر لوح الزجاج وسينعكس هذا على تقليل الحمل الحراري المتسبب على لوح زجاج النافذة وتصل كمية الطاقة المخفضة الى 5600kwhr حيث تعادل 24% من الطاقة الكلية المستهلكة لأغراض التكييف، و لكن في أسلوب آخر تم إضافة طبقة من ألواح البلاستك الشفاف منخفضة الموصلية الحرارية سمك (6ملم) الى لوح زجاج النافذة، حيث وجد ان تخفيض الطاقة المستهلكة كانت 2640 و قد حقق نسبة تخفيض تعادل 11% من الطاقة الكلية المطلوبة لأغراض التكييف وسبب انخفاض التوفير يعود الى ان كمية الحرارة المنتقلة عبر لوح زجاج النافذة بالتوصيل قليل نسبيا مقارنة بما ينتقل بالإشعاع، و لمعالجة هذه الحالة ثم إضافة ورق عاكس للإشعاع الى النافذة بوجود لوح البلاستك و بهذا ارتفع مقدار التوفير بالطاقة الى 7800kwhr و تحقيق نسبة تخفيض مقدارها 34% من الطاقة الكلية المطلوبة للتكييف و كما موضح بالجدول (2) و السبب

يعود لمساهمة الورق العاكس في حجب و تقليل كمية الطاقة الشمسية المنتقلة خلال سطح النافذة مع زيادة المنعكس منها الى البيئة، و لكن مستوى الإنارة الطبيعية داخل الغرفة قد انخفض و بسبب ارتفاع معدل الإنارة الطبيعية المتوفرة في سماء بغداد والتي تقدر( 11000 لوكس) [8]. ولكون اغلب العوائل العراقية لا تفضل فتح الستائر وإضافة الى استخدامها ستائر خفيفة ذات نسيج شفاف صيفا [14] فلا يجد الباحث مشكلة في تغطية النوافذ بالورق العاكس مع فتح الستارة لتوفر التضليل أصلاً ..

**٥-٣-٢ تقليل الحمل الحراري المتسرب خلال الجدار والسقف**

كما موضح بالجدول (2) فان إضافة ألواح المادة العازلة الى الجدار، سيؤدي الى نقصان مقدار المعامل الكلي لانتقال الحرارة خلال المقطع الإنشائي للجدار مما يؤدي أيضا الى تقليل كمية الحرارة المنتقلة خلال مساحة الجدار و بالتالي سينخفض حمل التكييف المطلوب مما يؤدي الى انخفاض الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل المكيفات ووجد ان الانخفاض المتحقق كان 10800kwhr و نسبة التخفيض كانت 40% من الطاقة الكلية المطلوبة للتكييف. و تم استخدام تقنية السقوف الثانوية الخارجية، حيث تم أكساء البلاطات الخرسانية المؤلف منها طبقة الإنهاء الخارجية لسطح المبنى باستخدام هيكل خشبي ومغلف بألواح خشبية شريطية (20x50) ملم ومثبتة بصورة مائلة عن الأفق بمقدار °45، و لوحظ انخفاض الطاقة الكهربائية المطلوبة لتشغيل مكيفات الهواء بمقدار kwhr 5429 و نسبة التخفيض كانت 25% من الطاقة الكلية المطلوبة لتشغيل المكيفات و يتضح ان تأثير الجدار اكبر من السقف لزيادة مساحته و انخفاض معامل انتقال الحرارة خلاله [15].

**٥-٤ ترشيد استهلاك الطاقة بتغير نوعية الطاقة المستخدمة**

لمحدودية البدائل المتاحة لتغير نوعية الطاقة المستخدمة لتشغيل المعدات والآلات التي يستخدمها شاغلي الوحدة السكنية. تم التركيز على دراسة إمكانية الاستفادة من الطاقة الشمسية المتوفرة بمعدلات عالية و بساعات سطوع طويلة نسبياً حيث تصل صيفا لأكثر من 12 ساعة بينما يكون أكثر من 8 ساعات شتاءاً [13]، و الاستفادة منها يأخذ الأساليب التالية:-

**٥-٤-١ تسخين المياه**

تم استخدام سخان شمسي (مصنع في مركز بحوث الطاقة الشمسية العراقي) مؤلف من مجمعين مستويين و خزان ماء أساسي وآخر إضافي مجهز بمسخن كهربائي لتعويض الطاقة المطلوب عند عدم توفر طاقة شمسية كافية ومجهز كذلك بمبادل حراري (هواء-ماء) يوضع في الحمام لاستعماله في تدفئة حيز

الحمام. و كما موضح في الجدول (2) فان مقدار الطاقة الكهربائية المتوفرة 9905kw-hr وتصل نسبة الترشيد الى 70% من الطاقة الكلية المطلوبة مع الأخذ بنظر الاعتبار توجيه شاغلي الوحدة السكنية بضرورة استخدام الحمام لأغراض غسل الأجسام خلال ساعات سطوع الشمس فقط للمحافظة على خزين الماء الساخن للأعمال الأخرى.

**٥-٤ - ٢ تشغيل أجهزة الإنارة و المعدات الأخرى**

لقد اتضح من خلال الاستبيان الإحصائي [14] ان العوائل المشمولة بالاستبيان قد استخدمت كلا من الإنارة الفلورسنتية والتوهجية لغرض توفير مقدار الضوء القياسي داخل الغرف و بما ان المصابيح التوهجية قدره 10 واط توفر 1380 لومن، بينما المصابيح الفلورسنية الالكترونية 40 واط توفر ما يقارب 4000 لومن [2]. لذلك تم إلغاء جميع المصابيح و تعويضها بالفلورسنتية الالكترونية لتقليل الطاقة الكهربائية المستهلكة إضافة الى تقليل عدد المصابيح المطلوبة فعليا لذلك تم تقليل الطاقة الكهربائية من 6480kw-hr الى 72kw-hr، و بنسبة ترشيد للطاقة تكافئ 85% و هنا تم استخدام الخلايا الفولتائية وبمساحة سطحية 2.5م$^2$ لتوفير (5158kw.hr) [12]، للاستفادة منها لتشغيل معدات الإضاءة ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة و كذلك بعض الأجهزة المنزلية الأخرى ذات الاستهلاك القليل للطاقة و كما موضح في الجدول (2) و بهذا كان التوفير المتحقق 60 % بعد انخفاض الاستهلاك المنزلي الى 5158 kw-hr .

**٥-٤- ٣ استخدام الثلاجة و المجمدة الامتصاصية (الغازية)**

ان الثلاجة والمجمدة المنزلية المستخدمة داخل الوحدة السكنية تتبع المنظومة الانضغاطية وتستهلك طاقة قدرها 5415 kw-hr، و تم استبدالها بأخرى تعمل وفق المنظومة الامتصاصية (الامونيا –الماء) و تستخدم الغاز السائل كمصدر للتسخين و القنينة الواحدة من الغاز السائل تكفي 90 ساعة عمل، أي ان القنينة ستغطي عمل هذه الوحدات 8 أيام تقريبا، و بهذا تم تحقيق ترشيد في الطاقة الكهربائية المستخدمة بنسبة 100% .

**٥-٥ ترشيد الاستهلاك نتيجة تطوير و رفع الكفاءة**

تم دراسة السبل المتاحة للباحث لرفع وتحسين كفاءة استخدام الأجهزة و المعدات المستخدمة ضمن الوحدة السكنية بهدف تقليل الطاقة المستهلكة و كما يلي

**٥-٥-١ تقليل تسرب الهواء**

نتيجة دفع الهواء المكيف الى داخل الغرفة يؤدي الى حدوث فرق في قيمة ضغط الهواء الموجود بالغرف المكيفة والبيئة مما يؤدي الى تسرب كمية من الهواء عبر النوافذ والأبواب لعدم إحكام غلقها أو لرداءة صناعتها وكما موضح في في الجدول(2) و لتلافي ذلك ثم استخدام أشرطة مطاطية توضع بين الإطار والنافذة المتحركة و بنفس الأسلوب مع الأبواب، و بذلك تقل كمية الهواء المتسرب مما أدى الى تقليل الطاقة المطلوبة للتكييف بمقدار 1170kw-hr وبهذا ستتحقق نسبة تخفيض قدرها 5%.

**٥-٥-٢ غلق منافذ التهوية**

اتضح من خلال الاستبيان الإحصائي ان استخدام مكيفات النافذة هي الأكثر شيوعا في الأبنية السكنية، و لكون باب الغرف تفتح و تغلق عدة مرات خلال فترة عمل المكيف مما يؤدي الى دخول و خروج الهواء المكيف، لذلك فان تغير هواء الغرفة متحقق فعليا لذلك يعتقد الباحث بعدم جدوى فتح منفذ التهوية الخاص بالمكيف الشباكي، و عليه يتطلب غلقه، وكما موضح في الجدول(2) ان توفير الطاقة الكهربائية 232kw.hr وان نسبة تخفيض الاستهلاك كانت 1%

**٥-٥ -٣ إزالة التراكم الحراري**

نتيجة لعدم تشغيل مكيفات الهواء في الأبنية السكنية طيلة ساعات اليوم الواحد و لاستمرار سريان الحرارة عبر الأسطح المعرضة للبيئة، يحدث تراكم حراري داخل المبنى السكني يؤدي الى رفع درجة حرارة الحيز، مما يتطلب ان تعمل مكيفات الهواء عند تشغيلها فترة من الزمن لامتصاص هذه الحرارة المتراكمة وصولا الى توفير درجة حرارة قريبة لمستوى الراحة الحرارية داخل ذلك الحيز، لغرض تقليل الحرارة المخزونة بالمبنى تم استخدام مروحة تهوية لسحب هواء البيئة فجرا خلال أشهر الصيف و فصلي الاعتدال الحراري بهذا يساهم هذا الهواء (ذو الدرجة الحرارة المنخفضة وبمستوى رطوبة جيد) في إزالة بعض هذا التراكم الحراري و بذلك تنخفض درجة حرارة الحيز مما يتطلب ان تعمل مكيفات الهواء في اليوم التالي فترة اقصر لتوفير درجة الحرارة المطلوبة و كما بينت النتائج المتحققة [10] و الموضحة في الجدول (2) حيث كانت الطاقة المرشدة (464kw.hr ) و نسبة تخفيض الطاقة المستهلكة (21.0)% .

**٥-٥ -٤ استخدام المدافيء الهالوجين**

من خلال الاستبيان الإحصائي وجد ان أغلبية العوائل العراقية تستخدم لأغراض التدفئة مدافيء نفطية و كذلك كهربائية فكان لابد من دراستها، ووجد ان المدافيء الكهربائية المباشرة تستهلك طاقة كهربائية اكبر من التي تستهلكها المدافيء المستخدمة أنابيب غاز الهالوجين و السبب يعود لاستهلاك المباشر الأقل

إضافة انعكاس اشد للحرارة . لذلك تم استبدال المدافيء بالنوعية الأقل استهلاكا وكما موضح في الجدول (2) فان هذا الاستبدال أدى الى تقليل الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة بمقدار 1880 kw-hr وبنسبة توفير 55% من الطاقة المطلوبة .

**٥-٥ -٥ رفع كفاءة استخدام الأجهزة المنزلية**

تتوفر حاليا معدات منزلية ذات كفاءة أعلى من تلك الأجهزة التقليدية و كما موضحة في الفقرة -2) (4 فان استخدام المصابيح الفلورسنية الالكترونية (الاقتصادية) قد تسبب في تقليل حمل الإضاءة بنسبة 85% من الطاقة المطلوبة، وعند استخدام المكواة الاقتصادية قدره 700 واط ( كفاءتها أعلى من تلك التقليدية) نجد ان انخفاض الطاقة الكلية المطلوبة لعملية كي الملابس سيكون بمقدار 75kw-hr وبنسبة تخفيض قدرها 30% وكذلك تتوفر في الأسواق مكائن تنظيف الأرضيات (الكهربائية قدرة محركاتها 1800واط ولكن كفاءتها في تنظيف الأرضيات تفوق المكائن قدره 2500 واط) وكذلك تتوفر مجففات شعر بمقدرات اقل وكفاءة أعلى و كذلك استخدام شاشات العرض LCD بدلا من التلفزيون الاعتيادي و بذلك تم تحقيق تخفيض قدره 350kw-hr عند استخدام تلك الأجهزة داخل الوحدة السكنية أي ان نسبة الترشيد المتحققة كانت 35% من الحمل الأصلي.

**٥-٥ -٦ تغير درجة حرارة الحيز المكيف**

بسبب تغير فترة الإشغال لغرف المنزل تبعاً لنوع الأعمال المنزلية التي يؤدونها (شاغلي الوحدة السكنية) مما يتطلب منهم عدم الاستقرار داخل الغرف المكيفة فترة طويلة. وكذلك لطبيعة و نوعية الملابس البيتية التي يرتديها شاغلي الدور السكنية صيفاً لم نجد ضرر من تغير درجة حرارة مستوى الراحة من23.9 °م الى 26 °م (الحدود الدنيا الى الحدود العليا) [3] و بذلك انخفضت الطاقة المستهلكة بمقدار -1851kw hr و بنسبة تخفيض 8% من الطاقة المسحوبة لأغراض التكييف.

**٥-٥-٧ استخدام قدور الضغط في الطبخ اليومي**

لتقليل كمية الغاز السائل المصروفة أثناء إعداد الطعام اليومي تطلب استخدام طنجرات الضغط وبذلك ستقل فترة اعداد الطعام الى النصف وبهذا يقل استهلاك الغاز السائل الى حوالي النصف.

و بناءاً على ما تقدم فان تطبيق جميع الأفكار التي تم مناقشتها يمكن ان يخفض كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة سنوياً. في الوحدة السكنية من 71500 الى 26167kw-hr أي ان مقدار التخفيض في الطاقة سيكون 45338kw-hr للوحدة السكنية الواحدة و بنسبة تخفيض قدرها 63.4% من الطاقة المستهلكة

فعلياً في تلك الوحدة السكنية، و يتحقق ذلك الكسب التوفيري عند توفر مبلغ استثماري إجمالي قدره 90000000 دينار عراقي وعند حساب استهلاك الطاقة الكهربائية شهريا نجد ان الاستهلاك الحالي 5960 kw-hr بينما الفعلي بعد تطبيق فرص الترشيد أصبح 1764 kw-hr وعند حساب أجور الطاقة الكهربائية والموضحة في الجدول (4) وحساب التسعيرة الجديدة لدائرة توزيع كهرباء بغداد اتضح ان التوفير الشهري سيكون 132700 دينار عراقي وبالاستفادة من فوئد النصف سنوية البالغة 11 % نجد ان فترة استرداد رأس المال المستثمر هي خمس سنوات. وإضافة لذلك فان مقدار التوفير المتحقق في استهلاك النفط الخام المكرر للأغراض المنزلية سيكون 210550 برميل نفط خام .. وسيضاف ان الكمية الجاهزة للتصدير وكما موضح في الشكل(2).

**٦- الاستنتاجات**

و مما تقدم يمكن للباحث تثبيت بعض النتائج التي يعتقده بأهميتها :-

١. ان الوسائل المتاحة للباحث لغرض ترشيد استهلاك الطاقة، تم تطبيقها عملياً داخل الوحدة السكنية (قيد الدراسة) لتسجيل قراءة الطاقة المستهلكة عند التطبيق ولإيجاد مقدار التوفير في الطاقة .
٢. ان تطبيق جميع المقترحات، يتطلب تداخل في كميات التوفير و كان إجمالي التوفير المتحقق 45338kw-hr و بنسبة تخفيض قدرها 63.4% . مقدار جيد لا يمكن التغاضي عنه ولكن سيتغير تبعا للوحدة السكنية الأخرى التي سيتم تطبيق الأفكار فيها لتغيير التصميم المعماري وعوامل أخرى مؤثرة
٣. ان مقدار النفط الخام المجهز للمحطات الحرارية لغرض توليد الطاقة الكهربائية سيتم توفيره بمقدار 151.2 برميل نفط خام للوحدة السكنية الواحدة و بافتراض ان عدد الوحدات السكنية (2000) المشمولة بالاستبيان الإحصائي [4] كان إجمالي التوفير سيكون202400 برميل نفط خام .
٤. زيادة عدد قناني الغاز السائل المستهلكة سنويا داخل الوحدة السكنية بمقدار 200 وحدة ويجد الباحث ان استخدام الثلاجة و المجمدة المنزلية الامتصاصية سيكون مؤثراً جدا خصوصاً عند توفر غاز سائل بسعر منخفض (ليس تجارياً) وسيحقق فائدة اكبر عند الاستخدام في المجمعات السكنية المجهزة أساسا بالغاز السائل ولكن استخدام معدات الطبخ الحديثة (قدور الضغط) سيقلل استهلاك الغاز السائل الى النصف في الوقت نفسه. ولو أمكن استخدام وحدات تعمل بالنفط الأبيض لكان المطلوب 16 لتر/أسبوع وبالتالي يتطلب سنوياً 832 لتر نفط سائل.

٥. المتحقق من توفير كميات النفط الخام المكررة لأغراض توليد الطاقة الكهربائية ستحول الى كميات جاهزة للتصدير وبهذا ستحقق وفر مالي اكبر من مصاريف تحسين الأداء الكهربائي للوحدة السكنية .

٦. بما ان المردود المالي المتحقق من عملية الترشيد في استهلاك الطاقة اكبر من المبالغ المصروفة لأغراض تحسين الأداء الحراري للمنزل لذلك يتطلب ان تتبنى الدولة العراقية برنامج ترشيد الطاقة و توضع حوافز للأفراد الذين يرشدون استهلاك الطاقة ويتم الدعم بكل المستويات، ابتدأً بتوفير المواد المطلوبة لأغراض الترشيد وانتهاءاً بالحوافز المادية للأسر التي تحقق ترشيد معقول للطاقة وتقديم سلف وقروض مالية بدون فائدة أو فائدة قليلة لجميع العوائل الراغبة بتطبيق قواعد حفظ الطاقة في وحداتها السكنية. ولا ننسى عملية سن القوانين التي تلزم على ترشيد الاستهلاك في الوحدات المشيدة حديثاً.

**المصادر :-**


1. ASHRAE,(Hand book & Fundamental)1997
2. Partob/(Art & Science & utilization & electrical Energy printed by J.C. kaput, Delhi 1995
3. SARAO-A.S.,GAABI-P.S.(Refrigeration &Air-conditioning by Batya Prakashan-New Delhi,1982

٤. الجهاز المركزي للإحصاء (المجموعة الإحصائية السنوية للأعوام 1978-2002) هيئة التخطيط/العراق .

٥. الدوري، مجيد. حسن، عاطف علي و آخرون (الموصلية الحرارية لمواد البناء والإنهاء المستخدمة بالعراق )/مؤتمر الطاقة العراقي الأول/ وزارة النفط/العراق/1992

٦. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية) مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة /جوهانسبرغ 26/8-2002/9/4.

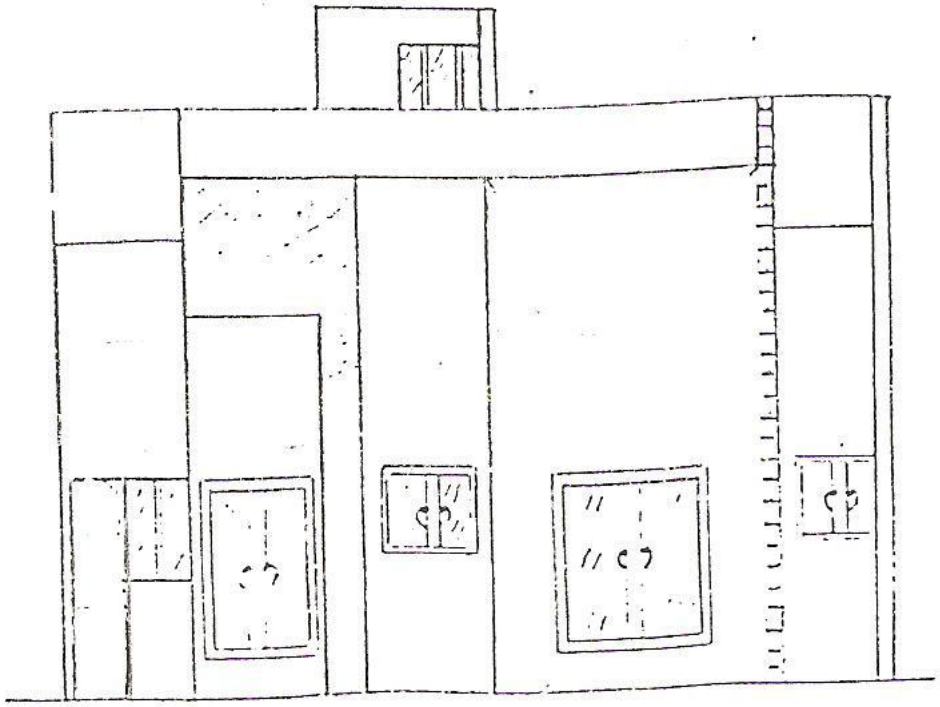
٧. الوكالة الدولية للطاقة/الاستهلاك العالمي للطاقة – الواقع للعام 2005)

٨. حسن، عاطف علي (المساحة المثلى للنوافذ و ترشيد استهلاك الطاقة) مجلة التقني العدد 6/السنة الثالثة 1990-العراق

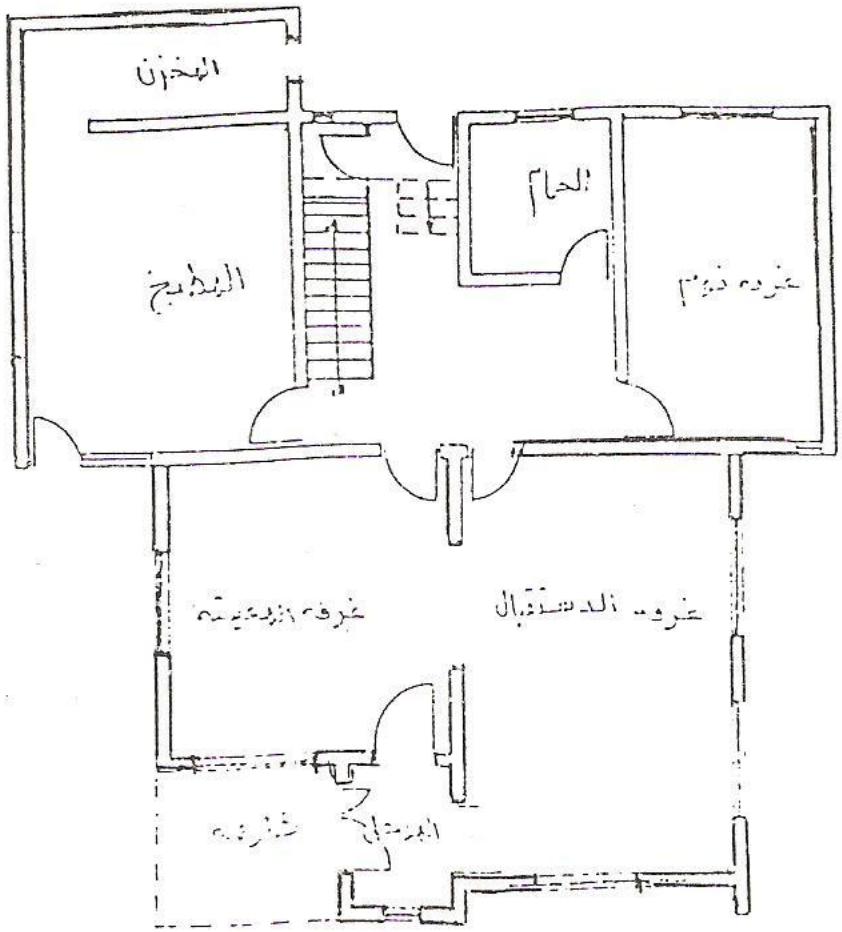
٩. حسن، عاطف علي (دراسة تغير توجيه الأبنية السكنية – مواد بنائها و موقع إنشائها على الطاقة المستهلكة فيها)/ مجلة الهندسة والتكنولوجيا / المجلد 26 ، العدد 12 2008/العراق.
١٠. حسن، عاطف علي. الراوي، حكمت (التهوية و ترشيد استهلاك الطاقة) المؤتمر العلمي الثامن/هيئة التعليم التقني – 2002/العراق .
١١. دائرة الأنواء الجوية العراقية / [معدلات درجات الحرارة و الإشعاع لشمسي] / وزارة النقل و المواصلات / بغداد–2003
١٢. شركة المرجان للمقاولات العامة المحدودة/النجف الاشرف/العراق .
١٣. شعبان، عوني كامل. الجوادي، مقداد (التحليل المناخي للعراق وأثره على العمارة) تقرير من منشورات مركز بحوث البناء/مجلس البحث العلمي الملغى/العراق/1973.
١٤. علي حسن. عاطف – لطيف.مثنى (تحليل مسارات الطاقة المستهلكة في القطاع المنزلي في مدينة بغداد) المؤتمر العلمي الأول– الكلية التقنية – النجف/16–17/آذار – 2008 .
١٥. علي حسن – عاطف (تقليل الطاقة الحرارية المتسربة من سقف خرساني سمك 150ملم والمستخدم في سقوف الأبنية السكنية في العراق) المؤتمر العلمي الهندسي السادس / كلية الهندسة – جامعة بغداد / العراق/ 2009 .
١٦. قرضاب. محمد (ترشيد استهلاك الطاقة و تحسين كفاءة استخدامها). الندوة العلمية الثالثة حول الطاقة و مصادرها في الوطن العربي و التنمية المستدامة /دمشق/2000.
١٧. مجلس الوزراء/حكومة العراق/قرار تعديل أجور استهلاك الطاقة الكهربائية /الجلسة التاسعة والأربعين 2007/2/4
١٨. وزارة الكهرباء –شعبة الدراسات /التقرير اليومي للطاقة المنتجة/2007

**جدول (1) كميات الطاقة المستهلكة ضمن الوحدة السكنية (14)**

| مجاميع الاستهلاك | نوع الجهاز | الطاقة المستهلكة kw-hr | النسبة المئوية للاستهلاك % |
|---|---|---|---|
| مجال تكييف الأبنية صيفا | المكيف | 23145 | 31 |
| | مبردة الهواء | 2160 | 3.03 |
| | المراوح | 6000 | 8.4 |
| مجال تكييف الأبنية شتاءاً | سخان كهربائي للماء | 14000 | 19.6 |
| | مسخنات الهواء | 150 | 0.21 |
| | مسخنات هواء الغرف | 4000 | 5.6 |
| مجال الاستخدام المنزلي | الثلاجة | 2315 | 3.3 |
| | المجمدة | 3100 | 4.4 |
| | ساحبة الهواء | 1543 | 2.2 |
| | أجهزة الاستخدام المنزلي | 81 | 0.11 |
| | غسالة ملابس | 130 | 0.182 |
| | مكواة | 250 | 0.35 |
| | مكنسة الكهرباء | 180 | 0.25 |
| | مضخة ماء | 300 | 0.42 |
| | مجفف شعر | 42 | 0.06 |
| مجال الترفيه المنزلي | التلفاز | 4320 | 6.04 |
| | الستلايت | 1440 | 2.02 |
| | استماع الموسيقى | 515 | 0.72 |
| | حاسبة | 1350 | 1.9 |
| | المصابيح التوهجية | 3600 | 5.04 |
| | المصابيح الفلورسنية | 2880 | 4.03 |



واجهة المبنى




المسقط الأفقي

**شكل (١) مخطط الدار الاكثر استخدام من قبل ذوي الدخل المحدود في العراق**

## جدول (2) تفاصيل الوسائل المتاحة لترشيد الطاقة التي تم تطبيقها .

| وسائل ترشيد الطاقة المتاحة للاستخدام | مجال التطبيق | مقدار الاستهلاك الأصلي للطاقة | مقدار الطاقة الموفرة | النسبة المئوية للتوفير | مقدار الطاقة المستهلكة بعد استخدام الوسيلة Kw-hr | الكلفة الإضافية نتيجة استخدام وسيلة ترشيدية ID |
|---|---|---|---|---|---|---|
| أ- **وسائل ترتبط بالبناء** | | | | | | |
| ١- استخدام ورق عاكس للإشعاع لتغليف زجاج النوافذ | التكييف | 23145 | 5600 | %24.2 | 20000 | 800000 |
| ٢- إضافة لوح بلاستيكي لزجاج النافذة يلصق مع النافذة | التكييف | 23145 | 2640 | %11 | 15085 | 550000 |
| ٣- إضافة لوح بلاستيكي يلصق الى زجاج النافذة مع تغليفه بورق عاكس للإشعاع | التكييف | 23145 | 7800 | %34 | 15345 | 630000 |
| ٤- استخدام ألواح عازلة حرارياً لتغليف الجدار من الداخل . | التكييف والتدفئة | 27145 | 10800 | %40 | 16345 | 980000 |
| ٥- استخدام تقنية السقوف الثانوية | التكييف والتدفئة | 27145 | 5429 | %25 | 21716 | 1140000 |
| ب- **وسائل ترتبط بتغير نوعية الطاقة المستخدمة** | | | | | | |
| ١- استخدام سخان الماء الشمسي للتدفئة | التدفئة | 14150 | 9905 | %70 | 2830 | 800000 |
| ٢- استخدام خلايا فولتائية لتشغيل بعض الأجهزة و الإضاءة الاقتصادية . | الترفيه اليومي | 7625 | 5158 | %60 | 3439 | 2350000 |
| ٣- استخدام الثلاجة و المجمدة النفطية | الاستخدام المنزلي | 5415 | 5415 | %100 | 20805 | 1850000 |
| ت- **وسائل ترتبط بتطوير كفاءة الأجهزة** | | | | | | |
| ١- استخدام حشوة مطاطية للنوافذ و الأبواب | التكييف | 23145 | 2340 | %10.1 | 20805 | 100000 |
| ٢- غلق فتحات التهوية لجهاز التكييف نوع النافذة | التكييف | 23145 | 232 | %1 | 21975 | — |
| ٣- استخدام مراوح التهوية لسحب هواء البيئة الى داخل المبنى ليلا | التكييف | 23145 | 603 | %2.6 | 22914 | 100000 |
| ٤- استخدام مدا فيء الهالوجين | التكييف | 415 | 189 | %55 | 22542 | 150000 |
| ٥- استخدام الإضاءة الفلورسنية الالكترونية و الاقتصادية | الترفيه | 6480 | 5508 | %85 | 972 | 250000 |
| ٦- استخدام الأجهزة الاقتصادية | التكييف | 980 | 350 | %35 | 633 | 650000 |
| تغير درجة حرارة الغرفة من 23.9-26م˚ | التكييف | 23140 | 33072 | %24.2 | 21289 | — |

**جدول (3) كميات الطاقة الموفرة ولكل مجال والنسبة المئوية للتوفير**

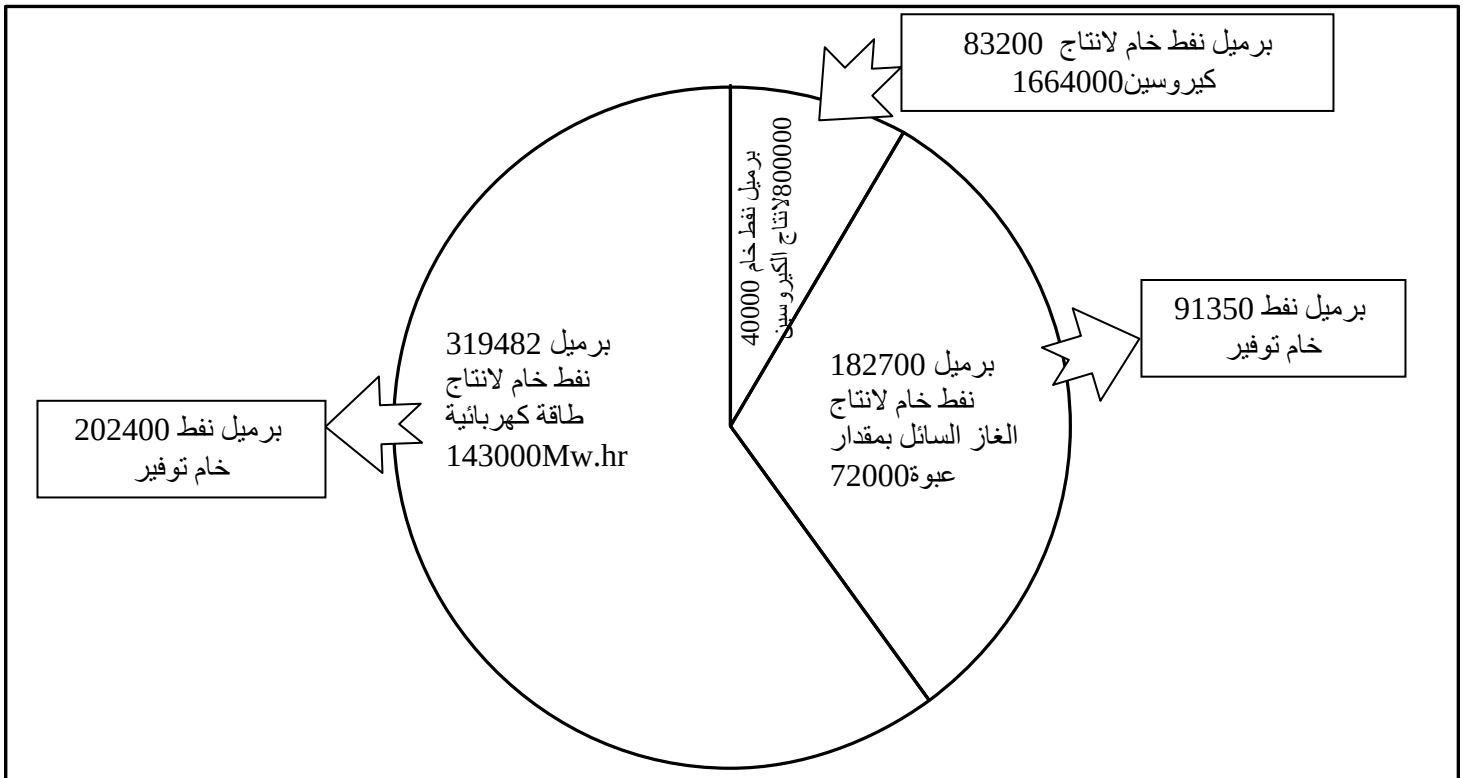
| مجاميع الاستهلاك | مقدار الطاقة المستهلكة حاليا | مقدار الطاقة الموفرة | النسبة المئوية للاستهلاك الحالي | النسبة المئوية للطاقة الكهربائية الموفرة سنويا نسبة لإجمالي الطاقة المستهلكة |
|---|---|---|---|---|
| مجال تكييف الأبنية صيفا | 31305 | 28917 | %7.6 | %40.5 |
| مجال تكييف الأبنية شتاءاً | 11795 | 6355 | %46 | %16.5 |
| مجال الاستخدام المنزلي | 7941 | 5765 | %27.4 | %8.1 |
| مجال الترفيه اليومي | 14105 | 10661 | %24.4 | %15 |

**جدول (4) كميات الطاقة المتوفرة و نسبة الترشيد**

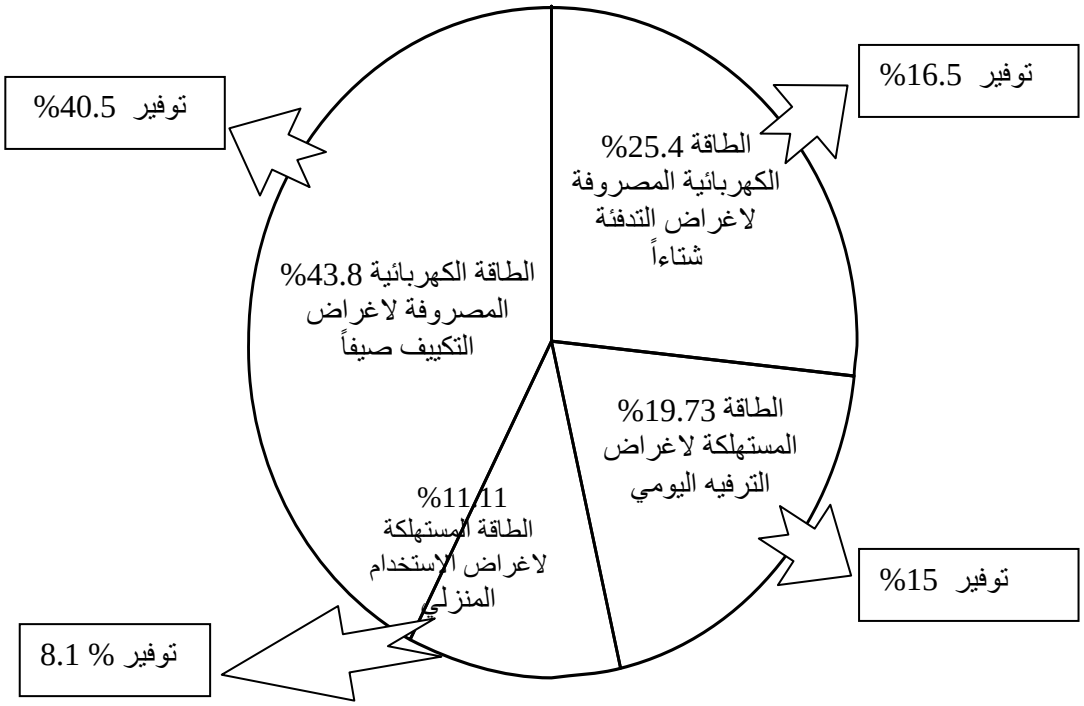
| المتغير | الحالة التصميمية | الحالة المقترحة |
|---|---|---|
| الطاقة الكهربائية المطلوبة للوحدة السكنية | 71500kw.hr | 26167 |
| كمية الطاقة الكهربائية المتوفرة | – | 45338 |
| النسبة المؤوية للتخفيض | – | %63.4 |
| كمية النفط الخام المطلوب لتغطية الحمل الكهربائي | 159.62 | 58.42 |
| كمية النفط المتوفرة برميل نفط خام | – | 105.3 |
| كلفة الاستثمار بالدينار العراقي | – | 9000000 |
| فترة استرداد المال | – | حوالي خمس سنوات |

**جدول رقم (5) حساب بكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية**

| المتغير | المقدار |
|---|---|
| كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة سنويا فعليا | 71500 kw-hr |
| كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة شهريا فعليا | 5960 kw-hr |
| كمية الطاقة الكهربائية بتطبيق الفرص الترشيدية | 1764 kw-hr |
| تكلفة استهلاك معدات الطاقة الكهربائية للصنف المنزلي | اقل من ID10/1000 kw-hr |
| | اكبر من 1000ولغاية 20/2000 |
| | اكبر من 2000ولغاية 30/4000 |
| | اكبر من 50/4000 |
| تكلفة الاستهلاك الحالي | 158000 دينار عراقي |
| تكلفة الاستهلاك المرشد | 25280 دينار عراقي |
| ∴التوفير في تكلفة الاستهلاك | 132720 دينار عراقي |
| ∴فترة استرداد رأس المال | خمس سنوات |




**معدل استهلاك الطاقة لـ(٢٠٠٠) وحدة سكنية من الطاقات الثلاث وما يعادلها من النفط الخام قبل وبعد تطبيق الافكار الترشيدية**




**النسبة المؤية للطاقة الكهربائية المستهلكة و حسب طبيعة تصنيف الاستهلاك قبل وبعد تطبيق الافكار الترشيديه**

**شكل (2) معدل كميات الطاقة المستهلكة قبل وبعد تطبيق الأفكار الترشيدية .**