

ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في الإضاءة*

**

م. عيد العساف

1. مقدمة

تستهلك الإضاءة في معظم المباني جزءاً كبيراً من الطاقة الكهربائية، وتعد مكوناً أساسياً لكافة الخدمات فيها. ففي المكاتب، على سبيل المثال، تشكل الإضاءة ما نسبته 50% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة، ويمكن خفض قيمة فاتورة الإضاءة بحوالي 30-50% إذا تم استعمال الإضاءة بالطرق الصحيحة. ويعتمد استهلاك الطاقة في الإضاءة على الحمل المركب (Installed Load) وعدد ساعات التشغيل في المنشأة، وبالتالي لكي يتم تخفيض الاستهلاك في الإضاءة يجب اعتماد هذين العاملين في برنامج تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

التوجهية الموجهة هي المستعملة، إلا أن تطوير صناعة هذه المصابيح جعل المصابيح الهالوجينية تفي بالغرض نفسه مع توفير في استهلاك الطاقة يصل إلى حوالي 40% كما تم تطوير مصابيح الهاليد الفلزي (Metal Halid) ومصليح بخار الصوديوم ذي الضغط العالي (High Pressure Sodium Vapour) والتي تمتاز بكفاءة عالية تصلح لإضاءة الساحات الخارجية الكبيرة والقاعات الواسعة في المصانع. أما عن الكابح، فقد تم تطوير كوايح إلكترونية ذات تردد عال يمكن أن تؤدي إلى خفض استهلاك الطاقة في الإضاءة بنسبة 20%، كما تم تطوير الهيكل المعدني

لقد تطورت تكنولوجيا مصابيح الإضاءة بشكل سريع، فظهرت المصابيح الفلورية (Fluorescent Tubes) ذات القطر 16 مم لتعادل استنارتها استنارة المصابيح الفلورية ذات القطر 26 مم مع وفر في استهلاك الطاقة يصل إلى أكثر من 20%. كما ظهرت كذلك المصابيح الفلورية المدمجة (Compact Fluorescent Lamps) والتي تعادل استنارتها المصابيح التوهجية لكن عمرها التشغيلي يصل إلى أكثر من ثمانية أضعاف عمر الأخيرة. أما فيما يخص مصابيح العرض، فقد كانت المصابيح

الشخصية للفرد. وإذا أخذ معدل نصيب الفرد من الطاقة كمقياس لدرجة الرفاهية أو لدرجة الإنتاجية أو لكمية الإنتاج أو لمستوى التقدم التكنولوجي فإن معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية في الأردن هي في مجملها ضئيلة، إذا ما قورنت بالدول الصناعية المتقدمة، الأمر الذي يعكس حقيقة حضارية هامة، وهي تدني درجة الرفاهية والإنتاج في الأردن.

ويتطلب ترشيد استهلاك الطاقة في الأردن، دراسة نمط الاستهلاك الصناعي والخدمي الذي يتم فيه تبديد كميات من الطاقة دون أن يكون لها عائد اقتصادي حقيقي. كذلك لا بد من دراسة وسائل تحسين أداء النظام الكهربائي بشكل عام والبحث عن البدائل الممكنة التي تؤدي إلى الاستغناء عن استعمال الطاقة الكهربائية جزئياً وفي بعض الحالات.

أما ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية بالمفهوم الواسع فيعني تكامل الأنظمة المستخدمة والمولدة للطاقة بحيث يمكن الوصول إلى الحلول التقنية المثلى والتي يتم فيها تحقيق أكثر قدر من الاقتصادية نتيجة لتكامل الأنظمة وليس نتيجة لقيامها بمفردها [2].

3. استهلاك الطاقة الكهربائية في الأردن

بلغت الطاقة الكهربائية المستهلكة في الأردن (5810) جيغاوات ساعة عام 1999، بينما بلغت (5634) جيغاوات ساعة في عام 1998 أي بنسبة نمو 3.1%، بينما بلغ معدل النمو السنوي في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال السنوات الخمس الماضية 6.8%. ويبين الجدول رقم (1) نسبة استهلاك القطاعات المختلفة للطاقة الكهربائية لعام 1999. كما يبين الجدول رقم (2) التوزيع القطاعي لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الأردن (ج.و.س) [3].

للمصباح بحيث يعطي كفاءة أفضل إذ ما تم وضع عواكس على الحامل لتوجيه الضوء في المسار الصحيح بحيث يمكن الحصول على إضاءة عالية وبعدهد أقل من المصابيح.

هذا ويمكن الحصول على وفر كبير في استهلاك الطاقة إذا ما تم استخدام أنظمة التحكم المناسبة، وذلك باستغلال الإضاءة الطبيعية والتشغيل في الوقت المناسب، وأخذ عامل الإشغال (Occupancy) في الاعتبار.

كما أن للصيانة دوراً هاماً في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة الكهربائية في الإضاءة، إذ أنه مع مرور الزمن تصبح المصابيح وأسطح الجدران عرضة لتراكم الغبار. لذلك فإن الصيانة الدورية ونظافة المصابيح ضرورية للحفاظ على مستوى الإضاءة والتقليل من الهدر.

أما في مجال التصميم، فإن معظم تصاميم الإنارة تعتمد على استنارة متساوية في جميع أرجاء المساحة المضاءة، ومع أن هذا يعطي مرونة في توزيع أماكن العمل، إلا أنه غير مجد اقتصادياً حيث يؤدي إلى هدر كبير في استهلاك الطاقة، لأن متطلبات الإنارة لأماكن العمل تختلف حسب طبيعة العمل، لذلك فإن تحسين كفاءة النظام وخفض التكاليف يتطلب دراسة شاملة للمكان المراد إنارته بحيث يعطي التصميم مستوى الإنارة المطلوب.

ولتحقيق ذلك أجريت دراسة ميدانية في أحد مطاعم الدرجة الأولى في عمان، حيث أظهرت الدراسة الجدوى الاقتصادية لاستبدال المصابيح المستعملة بشكل فعال فيها وذلك كما سيأتي بيانه لاحقاً [1].

2. مفهوم ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

إن ترشيد استهلاك الطاقة هو عبارة عن استراتيجية تعتمد على الدول بما فيها الدول الغنية والصناعية بهدف الوصول إلى الاستخدام الأمثل للطاقة دون المساس بالحريّة

الجدول رقم (1): نسب استهلاك القطاعات

المختلفة للطاقة الكهربائية لعام 1999

القطاع	نسبة الاستهلاك %	نسبة النمو 1998/1999
منزلي	31.6	3.1
صناعي	33.0	0.7
تجاري	12.4	6.4
ضخ مياه	16.7	2.9
إضاءة شوارع	2.8	9.2
أخرى	3.5	13.2

4. التعريف الكهربي للمعمول بها في الأردن

اعتباراً من 1996/5/1

أولاً: تعريف الجملة

أ - شركات الكهرباء

أ-1 الحمل الأقصى (ديناراً/ك.و/شهر) 2.4

أ-2 التزويد النهاري (فلس/ك.و/ساعة) 29

أ-3 التزويد الليلي (فلس/ك.و/ساعة) 19

ب - تعريف المشتركين الكبار

ب-1 الحمل الأقصى (ديناراً/ك.و/شهر) 2.4

ب-2 التزويد النهاري (فلس/ك.و/ساعة) 47

ب-3 التزويد الليلي (فلس/ك.و/ساعة) 32

ثانياً: تعريف التوزيع بالمفرق

أ - تعريف المشتركين الاعتياديين

أ-1 الفئة الأولى

من 1-160 ك.و. ساعة شهرياً (فلس/ك.و.س) 30

ب-2 الفئة الثانية

من 161-300 ك.و. ساعة شهرياً (فلس/ك.و.س) 52

ج-3 الفئة الثالثة

من 310-500 ك.و. ساعة شهرياً (فلس/ك.و.س) 60

د-4 الفئة الرابعة

أكثر من 500 ك.و. ساعة شهرياً (فلس/ك.و.س) 75

ب- الإذاعة تعريفية مستوية (فلس/ك.و.س) 60

ج- تعريف المشتركين التجاريين (فلس/ك.و.س) 60

د- تعريف المشتركين الصناعيين الصغار 36

هـ- تعريف المشتركين الصناعيين المتوسطين:

هـ-1 الحمل الأقصى (ديناراً/ك.و.س/شهر) 3.05

هـ-2 التزويد النهاري (فلس/ك.و.س) 33

هـ-3 التزويد الليلي (فلس/ك.و.س) 21

و- الزراعة (فلس/ك.و.س) 23

ز- ضخ المياه (فلس/ك.و.س) 34

ح- الفنادق (فلس/ك.و.س) 60

ط- إضاءة الشوارع 20

ملاحظة:-

أدى مقطوعة للاستهلاك الشهري

أ- المستهلكون الاعتياديون ديناراً واحداً

ب- باقي المستهلكين 1.25 ديناراً

"يطبق 20 فلس/ك.و.س على الاشتراكات التي تزيد

عن مستوى استهلاك عام 1988" [3].

55- منهجية الترشيح

نظراً لأن الاقتصاد الأردني في طبيعته لا يزال في بدايات نموه، ونظراً لغياب التبذير الواضح في الاستهلاك فإن منهجية الترشيح يجب أن تقوم على قواعد ذات قيمة موضوعية يمكن أن تؤدي إلى مردود. إذ أنه ليس من المطلوب خفض الاستهلاك ولأجل خفض وإنما المطلوب

إدارة الطاقة

الجدول رقم (2) التوزيع القطاعي لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الأردن (ج.و.س)

المجموع	أخرى	إضاءة شوارع	ضخ مياه	تجاري	صناعي	منزلي	
655.3	11.9	-	-	45.0	598.4	-	شركة الكهرباء الوطنية*
906.7	12.9	32.9	473.9	64.9	111.4	211.1	شركة توزيع الكهرباء
3077.5	131.6	82.7	287.1	548.2	634.6	11293.3	شركة الكهرباء الأردنية
770.1	49.5	45.7	212.0	62.3	71.2	329.4	شركة كهرباء محافظة اربد
399	-	-	-	-	399	-	مؤسسات صناعية
1.5	-	-	-	-	-	1.5	مؤسسات أخرى
5810.1	205.5	161.3	973.0	720.4	1914.6	1835.3	مجموع عام 1998
5280.9	173.9	141.3	935.6	603.4	1798.7	1628.0	مجموع عام 1997
5122	160.5	128.0	920.9	577.6	1773.1	1561.9	مجموع عام 1996
4778	151	119	885	524	1677	1422	مجموع عام 1995
4330	136	114	768	476	1519	1317	مجموع عام 1994
3981	119	94	702	425	1449	1192	مجموع عام 1993
3674	109	83	688	378	1342	1074	مجموع عام 1992

* مبيعات شركة الكهرباء الوطنية المباشرة للكبار.

الطاقة الاستخدام الأمثل سواء للأغراض الخاصة أو للأغراض الصناعية العامة [2].
أما في مجال الإضاءة فتتلخص منهجية ترشيد الاستهلاك بالنقاط الآتية:-

- العمل على تحسين عامل قدرة النظام الكهربائي وزيادة الغرامات الخاصة بعامل القدرة على المستهلكين غير المتزمين بالتعرفة.
- العمل على تحسين عامل الحمل للنظام الكهربائي بكامله من خلال التنسيق من المؤسسات الصناعية العالية الاستهلاك.
- وضع التنظيمات الخاصة بتقليل الفاقد في شبكات

رفع كفاءة الاستعمال إلى الدرجة القصوى وهذا هو جوهر عملية الترشيد. فالملحوظ هو البحث عن البدائل الأكثر كفاءة وهكذا فإن منهجية الترشيد بشكل عام يجب أن تقوم على:

- 1- إحلال بدائل للطاقة أعلى كفاءة وأقل كلفة.
- 2- استخدام المعدات والأجهزة الأقل استهلاكاً للطاقة.
- 3- تطوير أنماط صناعية محلية عالية الكفاءة.
- 4- إيجاد الإطار التشريعي المرن الذي يساعد على تحقيق هذه الأهداف.
- 5- تثقيف المواطن على المستوى الفردي والمؤسسي وإرشاده المتواصل إلى البدائل المتاحة وكيفية استخدام

يقدر معدل الاستهلاك الشهري للمطاعم بحوالي (5450) ك.و.س حيث يصل مجموع استهلاك أشهر الصيف (34230) ك.و.س. ويتوزع استهلاك الطاقة الكهربائية في المطاعم على الأجهزة الكهربائية المستخدمة بنسب مختلفة وذلك حسب قدرة كل جهاز وساعات تشغيله. وقد تبين أن أعلى نسبة استهلاك هي لمضخات النافورات المستخدمة في الباحة الخارجية، يضاف إلى ذلك أحمال الثلاجات الكهربائية والأجهزة الكهربائية المستخدمة لاحتياجات الطبخ. أما استهلاك أجهزة الإضاءة فيأتي في المرتبة الثالثة.

يقصر موضوع البحث على تقصي وسائل وسبل الترشيد في استهلاك أجهزة الإضاءة وتحديدًا الأجهزة المستخدمة في الإضاءة الداخلية. وقد تم التركيز على هذه الأحمال وذلك لأهميتها وإمكانية تعميم التجربة سواء على القطاع التجاري أو المتزلي، حيث أحمال الإضاءة في هذين القطاعين تشكل نسبة عالية.

تتلخص أهداف دراسة إعادة تصميم الإنارة للمطعم بما يأتي:-

- خفض كميات استهلاك الطاقة الكهربائية في أجهزة الإضاءة، وبالتالي خفض قيمة فاتورة استهلاك الطاقة الكهربائية الشهرية.

- خفض قيمة أحمال الإضاءة وأحمال المطاعم بشكل عام يمكن من استخدام أجهزة كهربائية أخرى لم تكن مستخدمة بسبب تجاوز الأحمال سعة التحمل التيارية للكبلات (Current Carrying Capacity).

- تحسين الإنارة العامة وذلك من خلال تحقيق مستويات إنارة أعلى من مستويات الإنارة الحالية.

- تحسين مستويات الإنارة الموضعية المستخدمة في المداخل وعلى الجداريات والمعرضات بحيث تبرز الأجزاء

المستهلكين الداخلية بسبب سوء التمديدات وانعدام الرقابة وعدم التقيد بالمواصفات ... الخ.

- إعادة النظر بتعرفة إضاءة الشوارع وإيقاف أنظمة الإضاءة غير الكفؤة وتطوير تصميم إضاءة خارجية تتميز بالكفاءة والاقتصاد.

- البحث عن وسائل لتقليل الاستهلاك في فترة الذروة بالنسبة للنظام الكهربائي من خلال إعطاء المستهلك البدائل المناسبة لتجنب الاستهلاك في تلك الفترة إدخال نظام التعرفة المزدوجة للمستهلك المتزلي والتجاري.

- استخدام الإضاءة الطبيعية كعنصر رئيسي في أنماط التصميم المعمارية والوصول إلى حل أمثل بين متطلبات حفظ الطاقة والإنارة.

- دراسة مستويات الإنارة في المدارس والمباني العامة. تشجيع صناعة المصابيح الفلورية والمصابيح الأكثر كفاءة لاستعمالها في أغراض الإضاءة العامة.

- مراقبة استيراد المعدات والأجهزة الكهربائية المتزلية وذلك للتأكد من معاملات القدرة لهذه الأجهزة ولاقتصاداتها في استهلاك الطاقة كونها الأكثر ملاءمة لسياسة الطاقة المقررة [5،4].

6- وصف المشروع (الدراسة)

كما ورد سابقاً أجريت دراسة ميدانية لمجمع للمطاعم أقيم على مساحة 8750 م²، وقد بنيت هذه المطاعم على شكل القلاع الإسلامية القديمة. يحتوي المجمع على عدد من صالات الطعام والمستودعات وخدمات أخرى كالمكاتب الإدارية وغرف الموظفين. وتتغذى المطاعم بالطاقة الكهربائية من كبل رئيسي مسلح (50×4 مم²) يغذي لوحة توزيع رئيسية عبر قاطع رئيسي 200 أمبير.

إدارة الطاقة

أجهزة الإضاءة الحالية والإبقاء عليها، واستخدام مصابيح ذات كفاءة عالية ضمن هذه الأجهزة، وبذلك نكون قد حافظنا على تصميم الديكورات الحالية، كما أن ذلك سيعمل على تخفيض تكاليف الاستثمار، وأصبحت الأفكار الرئيسية تصب في استبدال المصابيح المتوهجة المستخدمة في أجهزة الإضاءة ذات الشكل المناسب مع شكل البناء والديكورات الداخلية بمصابيح ذات كفاءة أعلى واستهلاك للطاقة أقل وكذلك استخدام المصابيح الفلورية الحديثة ذات الكفاءة الأعلى والاستهلاك الأقل.

واعتمد أسلوب الدراسة إجراء العديد من التجارب ضمن ظروف اختبار مناسبة تم تجهيزها بتكاليف متواضعة حيث تم أخذ القياسات المختلفة لمستويات الإنارة لمجموعة من البدائل، وبناء على نتائج هذه القياسات تم اعتماد البدائل الأكثر ملاءمة من النواحي الفنية والاقتصادية والجمالية وذلك من حيث ملاءمتها لإنارة مثل هذه الأماكن ذات الطبيعة الترويحية.

الإضاءة الحالية للمطاعم

أولاً:- الإضاءة الخارجية

تستخدم وحدات إضاءة زئبقية 125 وات مثبتة على أعمدة وذلك لإنارة مواقف السيارات، كما تستخدم المصابيح الموفرة للطاقة (Compact Fluorescent Lamps) لإنارة الأسوار هذا بالإضافة لاستخدام كشاف واحد فقط (Metal Halide) بقدرة 2000 وات موجه على البناء وذلك كإضاءة فائضة.

المنارة بشكل أكثر وضوحاً وجمالية.

- تحقيق إنارة ذات طبيعة لونية مناسبة لمثل هذه الأماكن وإن أفضل الدرجات اللونية المناسبة هي الدافئة ذات درجة حرارة اللون 2500-3000 كلفن [1].

- إن المحافظة على الفوانيس المستخدمة كأجهزة إضاءة أمر ضروري من الناحية الجمالية وذلك لكونها متناسبة جداً مع الديكورات الداخلية وشكل البناء، كما أن استخدامها سيسهم في تخفيض تكاليف الاستثمار للتصميم الجديد.

أسلوب الدراسة

اعتمد أسلوب الدراسة أخذ قياسات فعلية لمستويات الإنارة العامة في الصالة الرئيسية والممرات والجلسات الخارجية وذلك باستخدام مقياس شدة الإضاءة (Lux Meter)، حيث تبين أن مستويات الإنارة الداخلية منخفضة ودون المستويات الموصى بها. بناء عليه تم طرح عدة بدائل لتطبيقها لرفع مستويات الإنارة، ونظراً للهدف الأساسي لهذه الدراسة والذي يتمحور في ترشيد الاستهلاك فقد أصبح التوجه في أن تحقق البدائل التي يمكن طرحها الهدفين معاً (رفع مستويات الإنارة وترشيد الاستهلاك)، ويظهر للوهلة الأولى أن هذين الهدفين متعارضان، لرفع مستويات الإنارة يجب استخدام أجهزة إضاءة إضافية وهذا سيزيد في كميات الاستهلاك كما أن تكاليفه المادية لن تكون قليلة، وأن أي إضافة أو تغيير على توزيع أجهزة الإضاءة قد يضر بالديكورات الداخلية ذات الطبيعة الخاصة والأشكال المتناسقة مع الشكل العام للبناء بينما يمكن استخدام أجهزة إضاءة ذات كفاءة (Efficiency) عالية ذات استهلاك قليل للطاقة الكهربائية يمكن بواسطتها تحقيق الهدفين معاً.

بناء عليه فقد تمحورت الدراسة على الاستفادة من

ثانياً: الإضاءة الداخلية:

أ - إضاءة الصالة الرئيسية:

تستخدم المصابيح المتوهجة لإضاءة الصالة الرئيسية، وقد استخدمت هذه المصابيح داخل جهاز إضاءة على شكل فانوس واستخدم الزجاج الملون في الفانوس لأغراض الإضاءة التزيينية حيث إنه مناسب جداً ومتوافق مع شكل البناء المصمم على أسس وهيئة البناء الإسلامي. يبلغ عدد هذه الفوانيس 250 فانوساً استخدم فيها نفس العدد من المصابيح المتوهجة بقدرة 60 وات للمصباح الواحد. وقد وزعت هذه الأجهزة بشكل معلق على الجدران وعلى الأعمدة الداخلية. كذلك فقد استخدم شكل آخر من أجهزة الإضاءة المثبتة على الجدران ولكن استخدم الخرز كنائر ضوئي لهذه الأجهزة واستخدمت فيها مصابيح متوهجة بقرات 25 و 40 وات. كما استخدم أيضاً لتحقيق الإضاءة الموجهة على الجداريات Spot Light بقدرة 150 وات للمصباح، واستخدم هذا النوع من الأجهزة أيضاً لإضاءة بعض الجلسات الجانبية في الصالة، حيث يلاحظ أنه قد تم التركيز وبشكل رئيسي في اختيار هذا النوع من أجهزة الإضاءة على الناحية الجمالية والتزيينية.

ب - الصالة الخارجية والجلسات العربية

تتار الصالة الخارجية والجلسات العربية الخارجية والتي تستخدم صيفاً بمصابيح موجهة وأجهزة إضاءة جانبية كذلك المستخدمة في الصالة الرئيسية ويستخدم فيها المصابيح المتوهجة (Incandescent Lamps) بقدرات مختلفة 25، 40، 60 وات.

ج- إنارة الممرات والمدخل الرئيسي

تستخدم أجهزة الإضاءة (الفوانيس) المزودة بالمصابيح المتوهجة 60 وات لتحقيق الإنارة العامة، وتستخدم المصابيح الموجهة (Spot Light) لإنارة الجداريات.

د- إنارة المطبخ وغرف الخدمات

تستخدم مصابيح الفلورسنت 36 وات لإنارة المطبخ وغرف الخدمات المختلفة، كما تستخدم إلى جانب ذلك المصابيح المتوهجة.

أهم الملاحظات حول الإضاءة الحالية للمطاعم

- تعتمد الإضاءة الحالية وبشكل رئيسي على المصباح المتوهجة لتحقيق الإضاءة العامة والإضاءة الموضعية سواء في الصالات والممرات والمداخل والجلسات وهذا النوع من المصابيح يعتبر من المصابيح ذات الكفاءة المتدنية، ويزيد من تدني كفاءة هذه المصابيح استخدامها في أجهزة ذات مزايا تصميمية الغاية الأساسية منها المنظر الجمالي وتناسبه مع الديكورات الداخلية وشكل وهيئة البناء، حيث تفتقر هذه الأجهزة من الناحية الفنية لتوفر عاكس جيد أو حتى زجاج نائر بمواصفات عالية.

- تدني مستويات الإنارة لحدود تقل كثيراً عن المستويات الموصى بها [6]. وهذا يعود بالإضافة لمواصفات أجهزة الإضاءة المتدنية فنياً إلى توزيع أجهزة الإضاءة وأعدادها غير الكافية.

- إن العمر التشغيلي للمصابيح المتوهجة قصير جداً مقارنة بالأنواع الأخرى المعروفة حيث يقدر العمر التشغيلي لهذه المصابيح 1000 ساعة عمل [1]، مما يجعل من استبدال المصابيح أمراً مستمراً ومتكرراً وهذا يزيد في التكاليف التشغيلية وتكاليف الصيانة. كما أن هذه

إدارة الطاقة

تدني مستويات الإنارة العامة والموضعية إلى مستويات أقل بكثير من المستويات الموصى بها لمثل هذه الأماكن كما في الجدول رقم (3) والتي هي في حدود 100 لوكس. ونظراً لخصوصية هذا النوع من الأماكن فقد تم اعتبار المحافظة على الديكورات والشكل الخاص بأجهزة الإضاءة في

المصاييح في نهاية عمرها التشغيلي يتدني مردودها الضوئي بشكل كبير مما يسهم في تدني مستويات الإنارة بشكل عام.

- إن استخدام المصاييح ذات الكفاءة المتدنية يعمل على رفع درجات الحرارة داخل الصالة مما يؤدي لمزيد من استهلاك الطاقة في أجهزة التكييف.

جدول رقم (3): الاستنارة عند نقاط القياس المختلفة

متوسط الاستنارة	الاستنارة					موقع القياس
	E	D	C	B	A	
34	32	30	33	35	40	الصالة الصيفية
37.8	33	34	37	40	45	الصالة الشتوية
78	50	70	100	90	80	المدخل الرئيسي
202	60	80	100	430	340	عرض المبيعات (البازار)
52.5	55	35	80	50	40	الممرات

- إن أجهزة ومصاييح الإضاءة المستخدمة في الإضاءة الخارجية وإضاءة الأسوار هي من الأنواع ذات الكفاءة العالية (Compact)

Fluorescent Lamp-PLC)، وأن فرص ترشيد الاستهلاك فيها تكمن فقط بتحديد ساعات عملها وهذا يعود لفريق الصيانة في المطاعم.

المرتبة الأولى، كما أن أي استبدال لأجهزة الإضاءة أو إجراء أي تغيير على توزيعها سيزيد من حجم الاستثمار [6].

وبناء عليه فقد تم اعتماد فكرة استبدال المصاييح ذات الكفاءة المتدنية بمصاييح ذات كفاءة أعلى واستهلاك أقل للطاقة الكهربائية مع المحافظة على أجهزة الإضاءة الحالية (الفوانيس) والمحافظة على التوزيع الحالي لها دون إجراء تغييرات كبيرة مكلفة قد تؤثر على الديكورات الداخلية للمطاعم. يضاف إلى ذلك إجراء تغيير لأجهزة الإضاءة الموضعية بأجهزة إضاءة ذات كفاءة عالية وتحقيق مستويات إنارة مرتفعة وهذه التغييرات جداً محدودة اقتصر على الإضاءة الموضعية الموجهة.

لتحقيق ذلك فقد تم طرح عدد من البدائل وأجريت التجارب وأخذت القياسات اللازمة بحيث تم اعتماد أفضل

بناء على ما تقدم فإن إعادة تصميم إنارة المطاعم أصبحت ضرورة ملحة وذلك لتلافي العيوب الموجودة في الإضاءة الحالية ولتحقيق تصميم جديد يضمن خفض كميات الاستهلاك في أجهزة الإضاءة.

إعادة تصميم الإنارة الداخلية للمطاعم

إن الإنارة الداخلية الحالية للمطاعم هي كما سبق ذكره إنارة تزينية جمالية وذات طبيعة دافئة تناسب مثل هذه الأماكن ذات الطبيعة الترويحية، وإن التصميم الجديد يجب أن يحافظ على تحقيق هذا الغرض، كما يتطلب من التصميم الجديد تلافي عيوب الإنارة الحالية والتي من أهمها

البدائل فنياً واقتصادياً.

ب - البديل الثاني - استخدام المصابيح الموفرة للطاقة
Compact Fluorescent Lamps
1- مصباح SL-Electronic- 11W

استخدمت في هذه التجربة المصابيح من نوع SL-E-11W ذات الدرجة اللونية الدافئة (Warm Light) والدرجة اللونية الباردة (Cool Day Light)، وحسب النشرات الفنية للشركات العالمية المصنعة فإن الفيض الضوئي لمصباح SL-E-11W يكافئ الفيض الضوئي لمصباح متوهج قدرة 60 وات [1]. أجريت التجربة بأن ركب هذا المصباح مكان المصباح المتوهج 60 وات في جهاز الإضاءة وطبقت نفس الظروف التجريبية وأخذت نتائج القياسات لمستويات الإنارة لنفس النقاط حيث لوحظ أن مستويات الإنارة المقاسة للمصباح البديل هي أعلى من تلك المأخوذة في حال المصباح المتوهج (الجدول رقم 5)، ولكن هذا الارتفاع قليل نسبياً خاصة وأن مستويات الإنارة العامة المقاسة في الصالة متدنية جداً مقارنة بتلك الموصي بها [6].

جدول رقم (4): الاستنارة عند نقاط القياس

عند استخدام المصابيح التوهجية والمصابيح الهالوجينية

متوسط الاستنارة	الاستنارة					القوة (وات)	نوع المصباح
	E	D	C	B	A		
44.2	40	42	44	45	50	60	Incandescent
39	38	32	30	35	70	20	L.v 20 W

2- مصباح SL-Electronic- 15W

نظراً للحاجة لمستويات إنارة أعلى فقد تم إجراء التجربة على مصباح SL-E- 15W وقد لوحظ من نتائج القياسات أن مستويات الإنارة المقاسة لهذا البديل (الجدول رقم 5) أعلى منها للبديل SL-E- 1W، (الجدول

دراسة البدائل

أولاً:- أجهزة الإضاءة العامة (الفوانيس)

أ - البديل الأول استخدام مصابيح الهالوجين (Low Voltage Halogen)

تم تركيب مصباح الهالوجين 20 وات في جهاز الإضاءة (الفانوس) وركب المصباح مكان المتوهج، وتم تثبيت المحول في أسفل جهاز الإضاءة. وأجريت تجربة لأخذ قياسات مستويات الإنارة حيث علق جهاز الإضاءة في غرفة مغلقة (معتمة) قياس 4×4م. علق الجهاز على ارتفاع مترين وأخذت القياسات لمستويات الإنارة على عدة ارتفاعات وأبعاد مختلفة عن مركز التعليق، وقد سبق ذلك أن أخذت نفس القياسات لنفس النقاط ونفس الظروف التجريبية للمصباح المتوهج 60 وات يظهر الجدول رقم (4) نتائج

القياسات حيث لوحظ أن مستويات الإنارة ترتفع بشكل عال جداً في بعض النقاط في حالة مصباح الهالوجين وتنخفض في نقاط أخرى لدرجة كبيرة وهذا ناجم عن كون أن الضوء الصادر عن مصباح

الهالوجين موجه على شكل حزمة ضوئية. وهذا سيؤدي إلى عدم تجانس في الإنارة العامة حيث سيكون عالياً جداً في بعض الزوايا المتوافقة مع زاوية نظر المشاهد. بناء عليه فقد استثنى هذا البديل بالرغم من كون هذا النوع من المصابيح ذا كفاءة عالية وألوان مناسبة.

إدارة الطاقة

اللون الدافئ المفضل لمثل هذه الأماكن.

– العمر التشغيلي الطويل والذي يقدر بحوالي 8000 ساعة.

- مقارنة بالمصابيح المتوهجة والتي عامل قدرتها حوالي 100% فإن عامل القدرة لهذه المصابيح هو حوالي 95% حيث إنها مزودة

بمواسعات لرفع عامل القدرة، وهذا الانخفاض القليل عن 100% لا يعتبر عيباً خاصة إذا ما عرفنا أن عامل القدرة للمصابيح الفلورية لا يتجاوز 55%.

رقم 6)، وهذا متوقع.

لذا اقتصرنا التجربة على اختبار المصابيح ذات اللون الدافئ وذلك لكون الفيض الضوئي لها يكافئ الفيض

جدول رقم (5): الاستنارة عند نقاط القياس عند استخدام مصابيح SL-Electronic 11 وات

متوسط الاستنارة	الاستنارة					القوة (وات)	نوع المصباح
	E	D	C	B	A		
53.4	52	56	53	54	55	11	SL-Electronic "Cool Daylight"
55.2	56	58	54	53	55	11	SL-Electronic "Warm Light"

جدول رقم (6): الاستنارة عند نقاط القياس عند استخدام مصابيح SL-Electronic 15 وات

متوسط الاستنارة	الاستنارة					القوة (وات)	نوع المصباح
	E	D	C	B	A		
60.4	65	63	58	59	57	15	SL-Electronic "Cool Daylight"
65	68	70	65	63	59	15	SL-Electronic "Warm Light"

بناء على هذه المزايا ونتيجة للتقديرات الأولية لكميات ونسب التوريد المتوقعة من اختيار هذا البديل فقد تم أخذ رأي إدارة المطاعم والعاملين عن مدى ملاءمة هذه البدائل حيث تم ترجيح استخدام البديل الثاني (ب) SL-15W ذي اللون الدافئ ولزيت من التأكد من مدى ملاءمة هذا البديل فقد تم تركيب عدد من المصابيح ذات اللون الأبيض والدافئ وتم أخذ رأي عدد كبير من زوار المطاعم حيث أجمعوا على أن اللون الدافئ هو الأفضل [1].

الضوئي للمصابيح ذات اللون الأبيض حسب النشرات الفنية للشركات الصانعة [1].

يمتاز هذا البديل بالسماوات التالية:-

– المردود الضوئي العالي لهذه المصابيح وخفض استهلاك الطاقة الكهربائية مقارنة بالمصابيح المتوهجة المستخدمة في وحدة الإضاءة.

– سهولة التركيب داخل وحدة الإضاءة كما أن متممات التركيب اللازمة لها مجمعة في قاعدة المصباح وغير منفصلة.

– تمتاز هذه المصابيح بتوفرها بأكثر من لون خاصة

ثانياً: أجهزة الإضاءة الموضعية (الموجهة)

تستخدم أجهزة الإضاءة الموجهة 100 Spot Lamps وات لإنارة بعض المعروضات الجدارية، كما يستخدم هذا النوع من المصابيح لتحقيق الإنارة العامة في بعض الجلسات الجانبية داخل الصالة الرئيسية واستخدمت أيضاً لإنارة بوابة المدخل الرئيسي ولكن بقدرة 150 وات للمصباح المتوهج. إن أفضل أنواع أجهزة الإضاءة الموضعية المستخدمة حالياً هي مصابيح الهالوجين (Low Voltage Halogen) حيث تمتاز هذه المصابيح بالميزات التالية:-

- الكفاءة الضوئية العالمية مقارنة بالمصابيح المتوهجة حيث تتصف هذه الأجهزة بإمكانية تركيز فيضها الضوئي ضمن زوايا صيفية من (10° - 60°).
- تمتاز أجهزتها الحديثة بسهولة توجيهه حيث يمكن توجيهه العاكس من 0° - 90° مما يمكن من إعطاء مستويات إنارة عمودية عالية ومناسبة للمدخل الرئيسي والممرات وإبراز المعروضات بالصورة المناسبة.
- درجة حرارة اللون الدافئ والتي تقع بحدود (3000-2900) كالفن.
- الحجم الصغير لهذه الأجهزة وسهولة التركيب.
- مزايا العاكس الجيدة ويمكن اعتبار أن الوهج في هذه الأجهزة معدوم.

إن جميع هذه المزايا جعلت من هذه الأجهزة أنسب أجهزة يمكن استخدامها لتحقيق الإنارة الموضعية سواء في المدخل الرئيسي أو في إنارة المعروضات الدائرية أو في إنارة البوفيه. حيث يمكن استبدال الأجهزة المستخدمة حالياً والتي تعتمد على المصابيح المتوهجة بأجهزة الهالوجين هذه. كما وأن استخدام مثل هذه الأجهزة سيعمل على إبراز

المعروضات بشكل مناسب جداً ولا يتنافى ذلك مع الشكل العام للمطاعم بل يزيد جماليتها [1].

الجدوى الاقتصادية لإعادة تصميم الإنارة الداخلية للمطاعم

أولاً:- أجهزة الإضاءة العامة

البديل (ب-2) استخدام مصابيح SL-E- 15W بدلاً من المصابيح المتوهجة W60

" يبلغ عدد المصابيح المتوهجة W60 الموجودة في أجهزة الإضاءة (الفوانيس) حوالي 250 مصباحاً، ويبلغ عدد المصابيح المتوهجة W40 الموجودة في أجهزة الإضاءة الجانبية ذات النائر الخرزى حوالي 40 مصباحاً. تتوزع هذه المصابيح على الصالة الرئيسية والجلسات الصيفية والمدخل الرئيسي والممرات، ويبلغ عدد المصابيح W60 في الجلسات الصيفية الخارجية حوالي 50 مصباحاً والمصابيح W40 حوالي 25 مصباحاً، وعليه فإن:

- القدرة الإجمالية للمصابيح المتوهجة

$$16600 = 40 \times 40 + 60 \times 250 \text{ وات}$$

- القدرة الإجمالية للمصابيح المستخدمة في الجلسات الخارجية

$$4000 = 40 \times 25 + 60 \times 50 \text{ وات}$$

- ساعات استخدام أجهزة الإضاءة

أ - صيفاً

يقدر المعدل اليومي لتشغيل أجهزة الإضاءة في أيام الصيف بحوالي 6.5 ساعة، كما وتقدر عدد أيام الصيف بحوالي 215 يوماً، وعليه فإن عدد ساعات عمل أجهزة الإضاءة صيفاً هو:

$$1398 = 6.5 \times 215 \text{ ساعة (1400 ساعة تقريباً)}$$

إدارة الطاقة

المصابيح المتوهجة

$$1394 + 964 = 2358 \text{ ديناراً (2360 ديناراً تقريباً)}$$

تكاليف استبدال المصابيح المتوهجة السنوية

يقدر العمر التشغيلي للمصابيح المتوهجة حسب النشرات الفنية للشركات المصنعة 1000 ساعة. عمل، وحيث أن عدد ساعات عمل المصابيح السنوية هو 2650 ساعة، وعليه فإن المصابيح المتوهجة سيتم استبدالها حوالي 2.5 مرة سنوياً. تقدر تكاليف الاستبدال وعلى اعتبار أن سعر المصباح الواحد 0.35 ديناراً كما يلي:

$$290 \times 2.5 \times 0.35 = 279 \text{ ديناراً.}$$

تكاليف البديل الثاني - استخدام مصابيح SL-E-

15W بدلاً من المصابيح المتوهجة W60

أ - تكاليف التشغيل (التكاليف المتغيرة)

على اعتبار استبدال جميع المصابيح المتوهجة المستخدمة في أجهزة الإضاءة (الفونائيس) وعلى اختلاف قدراتها 40-60 وات والبالغ عددها 290 مصباحاً بمصابيح SL-E- 15W نجد أن:

$$\text{القدرة الإجمالية للمصابيح} = 15 \times 290 = 4.350 \text{ ك.و.}$$

كميات الاستهلاك صيفاً:

$$\text{قدرة المصابيح المستخدمة} \times \text{عدد الساعات}$$

$$4.35 \times 1400 = 6090 \text{ ك.و.س}$$

تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية في المصابيح صيفاً

$$6090 \times 0.60 = 365 \text{ ديناراً}$$

كميات الاستهلاك شتاء:

$$\text{قدرة المصابيح المستخدمة} \times \text{عدد الساعات}$$

$$(4.350 - 0.750) \times 1275 = 4590 \text{ ك.و.س}$$

تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية في المصابيح شتاء

$$4590 \times 0.60 = 275 \text{ ديناراً}$$

مجموع التكاليف السنوية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في

ب - شتاء

يقدر المعدل اليومي لتشغيل أجهزة الإضاءة في أيام الشتاء بحوالي 8.5 ساعة ، كما تقدر عدد أيام الشتاء بحوالي 150 يوماً، وعليه فإن عدد ساعات عمل أجهزة الإضاءة صيفاً هو:

$$1275 = 8.5 \times 150 \text{ ساعة.}$$

وعليه فإن عدد ساعات تشغيل أجهزة الإضاءة في المطاعم سنوياً تقدر بحوالي 2650 ساعة.

تكاليف استهلاك أجهزة الإضاءة المتوهجة

تختلف كميات استهلاك الطاقة الكهربائية في أجهزة الإضاءة ما بين أشهر الصيف والشتاء، حيث يتم إطفاء أجهزة الإضاءة في الجلسات الخارجية شتاء، كما ويختلف عدد ساعات تشغيل الأجهزة من فصل إلى آخر، وعليه تقدر كميات الاستهلاك كما يلي:

• كميات الاستهلاك صيفاً:

$$\text{قدرة المصابيح المستخدمة} \times \text{عدد الساعات}$$

$$16.6 \times 1400 = 23240 \text{ ك.و.س}$$

تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية في المصابيح صيفاً

$$23240 \times 0.60 = 1394 \text{ ديناراً}$$

• كميات الاستهلاك شتاء

$$\text{قدرة المصابيح المستخدمة} \times \text{عدد الساعات}$$

$$(16.6 - 4) \times 1275 = 16063 \text{ ك.و.س}$$

تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية في المصابيح شتاء

$$16063 \times 0.60 = 964 \text{ ديناراً}$$

مجموع التكاليف السنوية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في

المصابيح المتوهجة

$$275 + 365 = 640 \text{ ديناراً}$$

ب - تكاليف الاستثمار في تركيب البديل

يقدر سعر المصباح (SL-E- 15W) 6 دنانير وعليه

فتبلغ الكلفة الإجمالية لهذه المصابيح

$$290 \times 6 = 1740 \text{ ديناراً}$$

يضاف إلى ذلك كلفة تركيب للمصابيح حوالي 60

ديناراً وعليه تصبح تكاليف الاستثمار حوالي 1800 دينار.

ثانياً: الإضاءة الموضعية - استبدال أجهزة

الإضاءة الموضعية المتوهجة بأجهزة هالوجين

أ - تكاليف التشغيل للمصابيح المتوهجة

الموضعية (التكاليف المتغيرة)

على اعتبار استبدال جميع المصابيح المتوهجة المستخدمة

في أجهزة الإضاءة الموضعية في كل من البوفيه و الجداريات

وعرض المبيعات ذات القدرة W100 والتي يقدر عددها

25 مصباحاً بمصابيح الهالوجين 20 وات واستبدال جميع

المصابيح المتوهجة المستخدمة في بوابة المدخل الرئيسي

0W15 وبالبلغ عددها تسعة مصابيح بمصابيح الهالوجين

50 وات. نجد أن:

1- تكاليف استهلاك أجهزة الإضاءة المتوهجة السنوية

(التكاليف المتغيرة)

القدرة الإجمالية للمصابيح المتوهجة

$$100 \times 25 + 150 \times 9 = 3.850 \text{ ك.و.س}$$

كميات الاستهلاك السنوية = قدرة المصابيح × عدد

الساعات السنوية

$$10203 = 2650 \times 3.850 \text{ ك.و.س}$$

التكاليف السنوية للاستهلاك = سعر ك.و.س × كمية

الاستهلاك السنوية

$$10203 \times 0.06 = 612 \text{ ديناراً}$$

2- تكاليف استبدال المصابيح المتوهجة الموضعية السنوية

يقدر العمر التشغيلي للمصابيح المتوهجة حسب

النشرات الفنية للشركات المصنعة 1000 ساعة عمل [1]،

وحيث إن عدد ساعات عمل المصابيح السنوية هو 2650

ساعة، وعليه فإن المصابيح المتوهجة سيتم استبدالها حوالي

2.5 مرة سنوياً. تقدر تكاليف الاستبدال كما يلي وعلى

اعتبار أن سعر المصباح الواحد دينار واحد.

$$1 \times 2.5 \times 34 = 85 \text{ ديناراً}$$

وعليه فالتكاليف السنوية المتغيرة للمصابيح المتوهجة

الموضعية = 612 + 85 = 697 ديناراً (700 دينار تقريباً)

ب - تكاليف البديل

(Low Voltage Halogen 20.50 W)

1- التكاليف المتغيرة

أ - تكاليف استهلاك الطاقة الكهربائية

القدرة الإجمالية لأجهزة الهالوجين

$$(8+20) \times 25 + (8+50) \times 9 = 1,222 \text{ ك.و.}$$

حيث إن قدرة المحمول والتمتات الإلكترونية لجهاز

الهالوجين هي 8 وات

كميات الاستهلاك السنوية = قدرة الأجهزة المستخدمة

× عدد الساعات

$$1.222 \times 2650 = 3238 \text{ ك.و.س}$$

التكلفة السنوية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في الأجهزة

$$194 = 3238 \times 0.06 \text{ ديناراً}$$

ب - تكاليف استبدال مصابيح الهالوجين السنوية

يقدر العمر الوسطي لمصابيح الهالوجين 4000 ساعة.

عمل [7]، وحيث إن عدد ساعات عمل المصابيح السنوية

في المطاعم هو 2650 ساعة عمل، فعليه يصبح عدد مرات

إدارة الطاقة

عشر شهراً، وللبديل الثاني (الإضاءة الموضوعية) هي حوالي سبعة عشر شهراً. وهذا يعكس مدى العائد الاقتصادي لهذين البديلين.

ب - المردود الاقتصادي للبديلين

يمثل (الجدولان رقم 7، 8) ملحق حسابات الجدوى الاقتصادية للاستثمار حيث اعتمدت الاعتبارات التالية في الحسابات:-

- فترة الاستثمار للبديل (المصباح الموفرة للطاقة SL-15W) ثلاث سنوات.

- فترة الاستثمار البديل

(أجهزة الهالوجين) خمسة

عشر عاما (العمر الوسطي

للمحول والتمتمات

الإلكترونية).

- معدل الخصم 10%.

- أسعار الأجهزة وتوابعها

حسب أسعار السوق المحلي

يظهر الجدول رقم (7) أن

مجمل الوفر بالقيمة الحالية

NPV للبديل (الإضاءة

العامة) هو حوالي 3400

دينار، يظهر الجدول رقم

(8) مجمل الوفر بالقيمة الحالية NPV للبديل (الإضاءة

الموضوعية) هو حوالي 2900 دينار، أي ان مجموع الوفر

للبديلين معا حوالي 6300 دينار.

ج- معدل العائد الداخلي للبديلين.

يبلغ معدل العائد الداخلي IRR للبديل الأول 236%.

كما يبلغ معدل العائد الداخلي للبديل الثاني 105%.

استبدال المصابيح السنوية 0.66 مرة بالسنة، على اعتبار أن سعر المصباح الواحد هو 2.5 دينار فإن تكاليف الاستبدال السنوية للمصابيح هي:

$$0.66 \times 2.5 \times 34 = 56 \text{ ديناراً}$$

وعليه فمجمل التكاليف المتغيرة السنوية لأجهزة

$$194 + 56 = 250 \text{ ديناراً}$$

2- التكاليف الثابتة

يقدر سعر جهاز الإضاءة 16 ديناراً، وعليه فتبلغ الكلفة

الإجمالية لهذه الأجهزة

$$134 \times 16 = 544 \text{ ديناراً}$$

جدول رقم(7): وفر بديل الإضاءة العامة (دينار أردني)

السنة	التكلفة الرأسمالية	الوفر في الاستهلاك	تكلفة استهلاك المصابيح المتوهجة	إجمالي الوفر	صافي الوفر
1999	1800-	860	140	1000	800-
2000	0	1720	280	2000	2000
2001	0	1720	280	2000	2000
2002	0	860	140	1000	1000
الإجمالي	1800-	5160	840	6000	4200

3.422	القيمة الحالية الصافية
236%	السعر الأساسي للربح

يضاف إلى ذلك كلفة تركيب للمصابيح حوالي 100 دينار، وعليه تصبح تكاليف الاستثمار حوالي 650 ديناراً.

الجدوى الاقتصادية للمشروع

أ - فترة استرداد رأس المال

يلاحظ من نتائج الحسابات أن فترة استرداد رأس المال

في البديل الأول (الإضاءة العامة) هي أقل من سنة (أحد

جدول رقم (8): وفر بديل الإضاءة بمصابيح البقعة (دينار أردني)

المتوهجة في الصالات والممرات والجلسات الصيفية ومصابيح البقعة Spot Light في المدخل وأماكن عرض المعروضات. وقد وجد من خلال التجارب المختلفة التي تم تنفيذها أن أفضل المصابيح التي يمكن استخدامها هي المصليح الموفرة للطاقة -SL- Electronic ذات اللون الدافئ (warm light) في الصالات والممرات والجلسات الصيفية واستخدام أجهزة الهالوجين ذات الفولتية المنخفضة في المدخل وأماكن المعروضات .

- تبلغ كلفة الاستثمار لهذه المصابيح والأجهزة حوالي 2450 دينار بالأسعار المحلية.

التكلفة الرأسمالية	الوفر في الاستهلاك	استبدال المصابيح	إجمالي الوفر	صافي الوفر	القيمة الحالية الصافية للوفر
650-	209	14.5	223.5	426.5-	427-
	418	29	447	447	406
	418	29	447	447	369
	418	29	447	447	336
	418	29	447	447	305
	418	29	447	447	278
	418	29	447	447	252
	418	29	447	447	229
	418	29	447	447	209
	418	29	447	447	190
	418	29	447	447	172
	418	29	447	447	157
	418	29	447	447	142
	418	29	447	447	129
	418	29	447	447	118
	209	14.5	223.5	223.5	54
650-	6270	435	6705	6055	2920

2920	القيمة الحالية الصافية
105%	السعر الأساسي للربح

- وقد أظهرت النتائج ما يأتي:

- أولاً: تبلغ فترة استرجاع رأس المال للبديل الأول (الإنلرة العامة) أحد عشر شهراً.
- ثانياً: تحقيق وفر مالي يقدر بحوالي 6300 دينار بالقيمة الحالية وذلك لفترة استثمار تعادل 3 سنوات على فاتورة الطاقة الكهربائية.
- ثالثاً: خفض أحمال الإضاءة من 20.45 ك.و. إلى 3.17

وهذا مؤشر واضح على الجدوى الاقتصادية لتنفيذ مثل هذه البدائل.

نتائج الدراسة

أظهرت الدراسة أن أهم برامج ووسائل ترشيد الاستهلاك التي يمكن تطبيقها على أحمال الإضاءة الداخلية للمطاعم هي إعادة تصميم الإدارة وذلك باستخدام مصابيح إضاءة ذات كفاءة عالية بدلا من المصابيح

إدارة الطاقة

ومعدل الحرارة الصافي 1.33. والمبالغ المتوفرة من توفير الطاقة سنوياً تتراوح بين 1.71 إلى 3.4 ملايين دولار.

المراجع

- 1- Kam W.Li & Priddy, A.P” .Power Plant PHILIPS, “ISL Catalogue ‘97-‘98”, Philips Lighting B.V, 1997.
- 2- P.W.O’CALLAGHAN, “Building for energy conservation”, Bergamon Press, 1978.
- 3- التقرير السنوي لشركة الكهرباء الوطنية لعام 1999.
- 4- وزارة الطاقة والثروة المعدنية ، "مسح استهلاك الطاقة للقطاع المتري" ، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 1995.
- 5- شركة الكهرباء الوطنية، "دراسة توقعات الأحمال الكهربائية"، 1995.
- 6- وزارة الأشغال العامة والإسكان، "كود الإنارة الداخلية، دستور البناء الوطني الأردني، المجلد 23، ج2، 1988، عمان.

ك.و. وهذا سيؤدي إلى خفض أحمال المطاعم بما يعادل 17.28 ك.و.

رابعاً: الحصول على مستويات إنارة أعلى من المستويات الحالية ومطابقة للمواصفات الأردنية [7] ، خاصة بالممرات والمدخل الرئيسي ومكان عرض المبيعات بحيث يتم إبراز المعروضات بالصورة المناسبة.

خامساً: خفض تكاليف الصيانة لأجهزة الإضاءة.

سادساً: خفض أحمال التبريد بسبب استخدام مصابيح ذات كفاءة عالية تعطي طاقة حرارية أقل.

سابعاً: يؤدي تقليل الأحمال الكهربائية إلى إطالة عمر الكبلات.

من النتائج تبين أن الكفاءة الحرارية الكلية لمنظومات توليد الطاقة المتعددة الأغراض تتراوح في حدود 85%

ملخص

يعتبر الترشيح في استهلاك الطاقة الكهربائية من المواضيع التي يجب إعطاؤها المزيد من الاهتمام خاصة وأن فرص ترشيح الاستهلاك متوفرة، وفي العديد من مجالات الصناعة، حيث إن ترشيح الاستهلاك يعني رفع كفاءة استخدام الأجهزة، وخفض تكاليف إنتاج الطاقة مما ينعكس إيجابياً على الاقتصاد الوطني.

تتناول هذه الورقة طرق ترشيح استهلاك الطاقة الكهربائية، كما تتناول بالتفصيل دراسة لحالة ميدانية لترشيح استهلاك الطاقة في مجال الإضاءة، حيث يشكل هذا الجانب جزءاً مهماً في قطاع استهلاك الطاقة الكهربائية.

وخلصت الدراسة إلى العديد من النتائج والتوصيات التي يمكن الاستفادة منها وتعميمها على مختلف القطاعات التي تمثل الإضاءة فيها جانباً مهماً من فاتورة استهلاك الكهرباء.