



الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة  
Saudi Standards, Metrology and Quality Org.

## اثر استبدال اجهزة تكييف بأجهزة حديثة عن طريق اختبار الاداء والمردود المادي Investigation of potential energy savings and payback ratio in renewing old split-type and window-type air-conditioners

### ملخص تنفيذي

في السنوات الماضية شهدت المملكة العربية السعودية تطور ونمو مطرد بالاقتصاد والتعداد السكاني والذي أدى إلى زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية. أجهزة التكييف استحوذت على النصيب الأكبر في استهلاك الطاقة حيث أنها تستهلك % 50 من الطاقة الكهربائية المنتجة وذلك بسبب جو المملكة الحار وأيضا التأخير في سن اللوائح والتنظيمات الخاصة باستعمال أجهزة التكييف بالمملكة. إحدى التحديات الكبيرة التي تواجه استهلاك الطاقة الكهربائية بالمملكة العربية السعودية هو أن أغلب أجهزة التكييف في المنازل والمنشآت الحكومية والمنشآت التجارية هو أن الأجهزة العاملة تعتبر قديمة وقد ركبت قبل وضع و تطبيق المواصفات الخاصة بتنظيمات أداء أجهزة التكييف من قبل الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة في عام 2013 بالإضافة إلى ذلك فإن أداء المكيفات القديمة قبل تطبيق المواصفات الخاصة بها في درجات الحرارة العالية لم تختبر. تحديث أجهزة التكييف القديمة بأجهزة جديدة مطابقة للمواصفات السعودية قد يساهم بحفض تكاليف استهلاك الكهرباء على المستهلكين للنصف كما يحفف العبء على شركة الكهرباء. وبما أن تخفيف العبء سيحدث في جميع الفترات خصوصا وقت الذروة فإن انقطاعات الكهرباء سوف تقل. كما أن وحدات التكييف الجديدة تستخدم المبرد ( فريون R-410A) الذي يعتبر أكثر صداقة للبيئة من R-22 والذي تم الاستغناء عنه بمرحل في الدول المتقدمة. عند مقارنة R-410A ب R-22 في الوحدات الجديدة فإن R-22 لديه أفضلية ب % 5 إلى % 15 في معامل أداء التكييف COP و % 5 زيادة في سعة التبريد. كما تم نشره في عدة أبحاث. في هذا البحث تمت دراسة ستة أجهزة تكييف مستعملة من النوع المنفصل (Split Units) ثمانية وحدات شبك (Window Units) بسعة تبريد 18,000 وحدة حرارة بريطانية / ساعة (Btu/hr) والتي لها اعمار تتراوح ما بين 3 إلى 32 سنة في غرفة اختبار ومعايرة أجهزة التبريد في هيئة المواصفات والمقاييس والجودة وقد قورنت نتائج الاختبارات بوحدات جديدة من نفس النوع.

بالنسبة لوحدات التكييف المنفصلة (Split Units) فإن النتائج المخبرية وجدت أن معدل معامل الأداء (EER) للوحدات المنفصلة القديمة مقارنة بالوحدات الجديدة كان % 68 بينما سعة التكييف للوحدات المنفصلة القديمة مقارنة بالوحدات الجديدة كانت % 93 وهذا الضعف في الأداء قد يصبح أكثر جلاء في حالة لو أن الوحدات الجديدة المدروسة كانت تستخدم R-22 مقارنة ب R-410A. وقد تم عمل دراسة اقتصادية مبنية على أساس استرجاع المبلغ المدفوع في سعر وحدات u1575 التكييف الجديدة من التخفيض الناتج في فاتورة الكهرباء لتبين الفترة الزمنية التي يسترجع المستخدم الاستثمار في شراء وحدات جديدة عند استبدال الوحدات القديمة. بالنسبة لشريحة الاستهلاك للكهرباء بقيمة 0.05 ريال / كيلو وات ساعة فإن فترة استرجاع الاستثمار المادي يتراوح بين 16 إلى 48 سنة مما يعني أنه من غير المجدي ماديا للسكانين ومالكي المساكن الذي يدفعون الفاتورة في هذه الشريحة عملية تغيير الأجهزة القديمة بأجهزة جديدة. أما للشريحة الاستهلاكية الثانية 0.1 ريال / كيلو وات ساعة فإن فترة استرداد الاستثمار المبدئي تتراوح ما بين 8 إلى 24 سنة مما يعني أنها لا زالت غير مجدية ماديا لمستخدمي التكييف في القطاع السكني. في حالة تم تحفيز السكانين ومالكي أجهزة التكييف القديمة بتعويضهم ما قيمته 500 ريال من سعر الوحدات الجديدة فإن فترة استرداد المبلغ المستثمر من التوفير في قيمة الفاتورة سيقبل الى ما بين 6 إلى 19 سنة للشريحة



الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة  
Saudi Standards, Metrology and Quality Org.

الاستهلاكية الثانية. بالمقارنة فإن فترة استرداد تكاليف الأجهزة من التخفيض في الاستهلاك قد يقل إلى سنتين للمباني التجارية ( سعر شريحة الكهرباء 0.24 - 0.16 ريال/ كيلوات ساعة ) و الحكومية 0.32 ( ريال / كيلو وات ساعة ). وبناء على النتائج المخبرية والتحليل الاقتصادي تم وضع مخطط استهلاكي لتقييم أفضل خيار وفترة في عملية إحلال الأجهزة القديمة بجديدة بناء على ساعات العمل وسعر شريحة الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك تم دراسة أثر استبدال الجهاز الضاغط , (Compressor) والذي يعتبر قلب جهاز التكييف , في دائرة التبريد على أداء الأجهزة القديمة وقد وجد تحسن بمعيار الأداء بما يعادل 9 % و سعة تكييف 3% . أما بالنسبة لوحدات التكييف الشباك , (Window Units) النتائج المخبرية وجدت أن معدل معامل الأداء (EER) للوحدات القديمة مقارنة بالوحدات الجديدة كان , 55 % بينما سعة التكييف للوحدات القديمة مقارنة بالوحدات الجديدة كانت % 77 بناء عليه فإن فترة استرداد مبلغ جهاز تكييف جديد من التوفير في قيمة فاتورة الكهرباء للشريحة الاستهلاكية الأقل 0.05 ( ريال/ كيلو وات ساعة ) تتراوح ما بين 8 إلى 23 سنة مما يعني أنها غير مجدية . أما بالنسبة للشريحة الاستهلاكية الثانية 0.10 ( ريال/ كيلو وات ساعة) فإن فترة استرداد الاستثمار في شراء أجهزة تكييف جديدة تتراوح بين 4 إلى 11 سنة مما يعني أنها لا تزال غير مجدية . في حالة وجود دعم حكومي بقيمة 500 ريال للسكان لتحفيزهم في تبديل أجهزة التكييف القديمة فإن فترة استرجاع سعر أجهزة التكييف الجديدة تتراوح بين 3 إلى 8 سنوات . لكن فترة استرداد الاستثمار المبدئي في قيمة الأجهزة الجديدة قد تقل إلى سنة تشغيلية فقط بالنسبة للشرائح الاستهلاكية التجارية (0.16 - 0.24 ريال / كيلو وات ساعة) و الحكومية 0.32 ( ريال/ كيلو وات ساعة) وقد وضعت خريطة توضيحية بنيت على أسس سعر الاستهلاك , وساعات التشغيل لمساعدة مالكي المنشآت التجارية والمسؤولين الحكوميين في تحديد أفضل فترة لعملية استبدال أجهزة التكييف الشباك القديمة .بالإضافة إلى ذلك فقد درس أثر تبديل الجهاز الضاغط لوحد تكييف قديمة و قد وجد أن تحسين أداء الجهاز الشباك كان بنسبة % 21 وتحسين سعة التكييف بنسبة % 20.5 نتائج هذا البحث أوضحت صورة من حالة أداء أجهزة التكييف المستخدمة في المملكة العربية السعودية كما ستساعد صانعي القرار في اتخاذ مراجعات مستقبلية في تسعيرة شرائح الكهرباء و الدعم الحكومي لتسعيرة الكهرباء أو آلية ونظم تطبيق الدعم الحكومي.



الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة  
Saudi Standards, Metrology and Quality Org.

## Investigation of potential energy savings and payback ratio in renewing old split-type and window-type air-conditioners

### Abstract

The Kingdom of Saudi Arabia has been in rapid economic and population growth in recent years which resulted in electricity consumption surge. Air-conditioners (A/Cs) were reported to be responsible for 50% of the electricity consumption in the Kingdom due to hot weather conditions as well as the delay in implementing minimum performance standards for A/Cs. One of the challenges facing the electric consumption current status is that most of the installed A/Cs in existing buildings, whether residential, commercial or governmental, are old and have been installed before regulations and standards by Saudi Standards, Meteorological and Quality Organization (SASO) for A/Cs systems were enforced in 2013. In addition, the performance of pre-standards A/Cs under high temperature were not tested. Renewing old A/Cs with new and efficient ones could save half of the electricity consumption which would reduce utility bill for building owners as well as reduce the load on the utility company. Since the load reduction would be during peak period, power outage would be reduced. Furthermore, new A/Cs units are equipped with more environmentally friendly refrigerant, R-410A, than the old A/C, R-22, which has been phased-out in developed countries. When R22 is compared against R410A in new units, R22 AC has 5% to 15% gain in COP and 5% gain in capacity compared to R-410A is reported in the literature. In this research, six used split units and eight used window units with rated capacity of 18,000 Btu/hr, that had been in operation from 3 to 32 years, were tested in SASO A/C testing chamber and their performances were compared against new split units.

In regards to split units, testing results show that EER and cooling capacity of the used split-type units compared to the new one are 68% and 93%, respectively. Such performance degradation would be more profound if new units use R22 instead of R410a. Payback ratios were investigated for different annual operation hours and for different electricity rate, representing different sectors. For the lowest residential tariff (SR0.05/kWh), average payback ratio is between 16 to 48 years which means it is not feasible for building owners to replace the existing split unit. For the second residential tariff (SR0.1/kWh), average payback ratio is between 8 to 24 years which means it is still not feasible for a building owner to replace the existing unit. If the government subsidized the unit by SR500, average payback ratio would be between 6 to 19 years. However, payback ratio becomes very attractive, as low as 2 years, for commercial building owner (SR0.16-0.24/kWh) and governmental building owner (SR0.32/kWh). From the payback analysis, a map was developed showing economically feasible split unit replacement regions for different desired payback ratios at different operation hours and electricity rates. The developed map can help the government or a building owner on when to replace existing split units. Furthermore, the effect of replacing the used compressor, which is the heart of an A/C, with a new rotary compressor was investigated on only one split unit. Results show that compressor replacement improved the used split unit EER by 9% and capacity by 3%.



الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة  
Saudi Standards, Metrology and Quality Org.

In regards to window units, testing results show that average EER and cooling capacity of the used window-type units compared to the new one are 55% and 77%, respectively. For the lowest residential tariff (SR0.05/kWh), average payback ratio is between 8 to 23 years which means it is not feasible for a building owner to replace the existing split unit. For the second residential tariff (SR0.1/kWh), average payback ratio is between 4 to 11 years which means it is still not feasible for a building owner to replace the existing unit. If the government subsidized the unit by SR500, average payback ratio would be between 3 to 8 years. However, payback ratio becomes very attractive, as low as 1 year, for commercial building owner (SR0.16-0.24/kWh) and governmental building owner (SR0.32/kWh). A map was developed showing economically feasible window unit replacement regions for different desired payback ratios at different operation hours and electricity rates. The developed map can help the government or a building owner on when to replace existing window units. Furthermore, the effect of replacing the used compressor with a new rotary compressor was investigated on only two window units. Results show that compressor replacement improved the used split unit EER by 21.1% and capacity by 20.5%. The research conducted in this project can be used by decision makers to assess the situation of millions A/Cs and possibly review the electricity prices and how government subsidize are given.