جمعية المهندسين المصرية
Egyptian Society of Engineers

مجلة جمعية المهندسين المصرية

مبنى جمعية المهندسين المصرية

العدد الثانى ٢٠١٨
المجلد السابع والخمسون

استعراض لتأثير التقنيات الحديثة في خفض استهلاك الطاقة في المباني والتجمعات العمرانية بمصر

دكتور/ شكري محمد البليهي*

الملخص

الطاقة هي المحرك الأساسي للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، وتعطي استراتيجية التنمية المستدامة "رؤية مصر ٢٠٣٠" اهتمام كبير بقطاع الطاقة، بحيث يصبح قادراً علي تلبية كافة متطلبات التنمية المستدامة من موارد الطاقة المتجددة وغير المتجددة. وحالياً تزداد باطراد احتياجات مصر من الطاقة نتيجة النمو السكاني والعمراني، مما أدى الى نشوء عجز في إنتاج المنتجات البترولية والكيماوية بمصر، كما يعتبر قطاع المباني المستهلك الأكبر للطاقة المنتجة في مصر، وفي هذا السياق يهدف هذا البحث الي استعراض وتوضيح تأثير التقنيات الحديثة في خفض استهلاك الطاقة في المباني والتجمعات العمرانية المصرية، وخلص هذا البحث الي ضرورة التوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة لزيادة نصيبها في مزيج الطاقة بمصر، بالإضافة الي ضرورة تطبيق معايير التصميم البيئي للمبني ومكوناته، ومعايير المدينة الذكية والنقل المستدام لخفض استهلاك الطاقة، خاصة عند تصميم وتنفيذ وإصدار تراخيص المباني الجديدة ومخططات المدن والقري الجديدة والقائمة، كما خلُص البحث الي أن تطبيق التقنيات الحديثة لتوفير الطاقة، ونظم الإدارة الآلية لمرحلة استعمال المبني ضروري، إلا أن كثير منها ما زال يمثل تكلفة إضافية عالية بالنسبة لكثير من مُلاك ومُستعملي المباني، مُقارنة بثمن الطاقة المتوفرة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، تقنيات توفير الطاقة، التنمية المستدامة، البناء صفر الطاقة.

١- مقدمة

تعتبر تنمية موارد الطاقة وحسن إدارتها واستخدامها من أهم سياسات واستراتيجيات التنمية، وتعتمد مصر في تحقيق التنمية الاقتصادية والتكنولوجية علي عدة مصادر من الطاقة المتاحة وهي البترول والغاز الطبيعي، والطاقة المائية...، وحالياً تزداد بإطراد احتياجات مصر من الزيت الخام، والغاز الطبيعي، والمنتجات البترولية والكيماوية، بسبب الإتجاه الي استخدام وسائل التكنولوجيا الحديثة والكثير من الأجهزة الكهربية سواء بالمنازل أو أماكن العمل كنتيجة للإرتفاع النسبي لمستوي معيشة كثير من المصريين، وبهدف تحسين أنماط الحياة، والذي أدي بدوره الي أن تعطى استراتيجية التنمية المستدامة: رؤية مصر ٢٠٣٠ إهتمام بالغ بقطاع الطاقة، وبحيث يصبح قادراً علي تلبية كافة متطلبات التنمية الوطنية المستدامة من موارد الطاقة وتعظيم الاستفادة من مصادرها المتنوعة التقليدية والمتجددة، وبما يؤدي الي المساهمة الفعالة في تعزيز النمو الإقتصادي والتنافسية الوطنية والعدالة الإجتماعية والحفاظ علي البيئة مع تحقيق ريادة في مجالات الطاقة المتجددة والإدارة الرشيدة للموارد، ولذلك تأتي هذه الورقة البحثية لتوضيح وتأكيد الدور الذي يمكن أن تقوم به التقنيات الحديثة لخفض استهلاك الطاقة في المباني والتجمعات العمرانية وذلك للمساهمة في تحقيق أهداف رؤية مصر للتنمية المستدامة، وفي هذا السياق يتكون هذا البحث من:

١-١- المشكلة البحثية

يتسم مزيج الطاقة في مصر حالياً بعدم التوازن أي أنه غير أمن في الوضع الحالي حيث يساهم الوقود الأحفوري غير المتجدد (الغاز الطبيعي والبترول) بحوالي ٩٠% من إجمالي احتياجات الطاقة في مصر[١]، كما وصل العجز في احتياجات مصر من الزيت الخام والمتكثفات حوالي ٧٠٤%، ومن الغاز الطبيعي حوالي ٨,١٦%[٢]، وكذلك

* مدرس بقسم الهندسة المعمارية – معهد مصر العالي للهندسة والتكنولوجيا – المنصورة smhelbellahy@gmail.com

وصل العجز في إنتاج المنتجات البترولية والكيماوية بمصر الي ٢١,٢%[٣] وذلك نتيجة زيادة الحاجة الي الطاقة بصورة هائلة وبشكل متزايد، حيث وصل معدل الزيادة في استهلاك الطاقة من ٥:٧% سنوياً نتيجة النمو السكاني والعمراني، وكذلك نتيجة الإتجاه الي استخدام وسائل التكنولوجيا الحديثة واستعمال الكثير من الأجهزة الكهربية الحديثة سواء بالمنازل أو أماكن العمل بهدف تحسين أنماط الحياة. كما زادت نسبة استهلاك قطاع المباني بالتجمعات العمرانية خصوصاً القطاع المنزلي بالنسبة لباقي الأغراض نتيجة ضرورة استمرار التوسع العمراني، حيث وصل حالياً استهلاك قطاع المنازل الي حوالي ٤١,٩% من إجمالي الطاقة الكهربائية المباعة علي مستوي مصر، كما هو موضح بالشكل رقم (١).

شكل رقم ١- يوضح نسبة الطاقة المستخدمة من القطاعات المختلفة بمصر(الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مارس ٢٠١٧)[٢].

١-٢-هدف البحث

يهدف البحث الي استعراض وشرح تأثيرالتقنيات الحديثة في خفض استهلاك الطاقة في المباني والتجمعات العمرانية، وكذلك تأثير تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة (أنظمة التسخين الشمسي الحراري،الخلايا الفوتوفولطية..) في توفير الطاقة بالمباني والمدن، وفي زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة بمصر، وتقليل الإعتماد علي مصادر الطاقة غير المتجددة.

١-٣- المنهجية البحثية

اعتمد البحث علي المنهج الإستقرائي لمراجعة الكتابات النظرية التي ترتبط بموضوع البحث حيث تم التعرف علي بعض المفاهيم والمصطلحات المتعلقة بترشيد الطاقة، والتقنيات المستخدمة لخفض استهلاك الطاقة في المباني والتجمعات العمرانية...، وكذلك اعتمد البحث علي المنهج الوصفي التحليلي في تقريرأهمية دمج التكنولوجيا الحديثة لخفض استهلاك الطاقة المستهلكة خلال عمر المبني، والتجمعات العمرانية...، واعتمد البحث في تحديد طبيعة التأثير الذي يتحقق من خلال تطبيق كل تقنية من التقنيات الحديثة علي نتائج الدراسات والتقارير العلمية السابقة، حيث أن تطبيق هذه التقنيات في مشروع بحثي جديد للتحقق من مدي تأثيرها الفعلي في خفض استهلاك الطاقة والمفاضلة بينها يحتاج الى إمكانيات فنية ومادية غير متاحة لإنجازها في هذه الورقة البحثية.

٢- مفاهيم ومصطلحات

العمارة الموفرة للطاقة: هي عمارة تهدف الي تقليل استهلاك الطاقة في المباني سواء في الإنشاء أو لأغراض التحكم المناخي أو لغيرها من الأغراض اللازمة لتشغيل المبني كالإضاءة و تسخين المياه و أجهزة الطهي...الخ[٤].

ترشيد الطاقة: هو الاستخدام الأمثل لموارد الطاقة و هو عبارة عن مجموعة من الإجراءات أو التقنيات التي تؤدي الي خفض استهلاك الطاقة دون المساس براحة الأفراد أو إنتاجيتهم واستخدام الطاقة عند الحاجة الحقيقية لها، حيث أن تحسين كفاءة الطاقة و ترشيد استهلاكها لا يعني منع استهلاك الطاقة بقدر ما يعني استخدام هذه الطاقة بإسلوب أكثر كفاءة بما يحد من إهدارها[٥].

٣- الطاقة في مصر

تُكافح مصر حالياً من أجل تلبية إحتياجاتها المتزايدة من الطاقة نتيجة النمو الحضري والإقتصادي، وقد حددت استراتيجية التنمية المستدامة رؤية مصر ٢٠٣٠[٦]، هدفاً طموحاً يتعلق بتعزيز الإدارة الرشيدة والمستدامة لقطاع الطاقة بهدف الوصول بمزيج الطاقة الي المستويات العالمية، وبحيث يتم تنويع المزيج الحالي لإنتاج الكهرباء، شكل (٢)، ليعتمد بحلول عام ٢٠٣٠ علي الزيت والغاز بنسبة ٢٧% فقط و٥% طاقة كهرومائية و١٦% طاقة شمسية و١٤% طاقة الرياح و٢٩% فحم، و٩% طاقة نووية[٦].. وفي هذا السياق يتم بإيجاز عرض مصادر الطاقة في مصر، والوضع الحالي للطاقة، وأهمية ترشيد الطاقة.

٣-١- مصادر الطاقة

أ- مصادر الطاقة غير المتجددة

البترول: يعتبر الزيت الخام من المصادر الرئيسية للطاقة في مصر ويبلغ احتياطي مصر نحو ٣,٥ مليار برميل (٥٠٠ مليون طن) حتي نهاية عام ٢٠١٦، والذي يمثل ٠,٢٢% من الاحتياطي العالمي[٧].

الغاز الطبيعي: يعد الغاز الطبيعي أحد أهم مصادر الطاقة، فهو أقل تلويثاً للبيئة من البترول والفحم، وهو مورد طاقة مهم للصناعات الكيماوية، ويمثل احتياطي مصر ١% من الاحتياطي العالمي، حيث بلغ نحو ٦٥,٢ تريليون قدم^{3} (١,٨ تريليون متر^{3}) من احتياطيات الغاز الطبيعي حتي نهاية عام ٢٠١٦[٧].

الفحم: تتوفر في مصر نوعيات مختلفة من المواد الفحمية، ويمكن استخدامها في الصناعة وإنتاج الكهرباء...، و يعتبر منجم فحم المغارة بسيناء أكبر مناجم إنتاج الفحم الحجري وتبلغ كميات الإحتياطي بالمنجم من ٢١ : ٥٥ مليون طن[٨].

الطاقة النووية: أوضحت الدراسات أن كميات اليورانيوم الموجودة في مصر محدودة، وتسعي مصر حالياً لاستخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء، حيث أنها لا تساهم مباشرة في انبعاثات غازات الدفيئة، إلا أن هناك حاجة الي بذل جهود أكبر للتغلب علي مشاكل الحصول علي تكنولوجيا الإنتاج، والسلامة والاقتصاد واستخدام اليورانيوم وإدارة النفايات.

ب- مصادر الطاقة المتجددة

الطاقة الكهرومائية: مصدر متجدد للطاقة وتكاليف تشغيلها منخفضة، ويتم توليد الطاقة الكهربائية حالياً من عدة محطات مقامة علي السدود والقناطر علي امتداد نهر النيل كالسد العالي، وخزان أسوان (٢،١)، وإسنا، ونجع حمادي، وتنتج مصر حوالي ١٣,٨ تيراواط من الطاقة الكهرومائية (٣,٢ مليون طن زيت مكافئ)، يمثل ٠,٣% من إنتاج العالم من الطاقة المائية حتي نهاية عام ٢٠١٦[٧]، كما أنها تساهم بنسبة ٧% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في مصر، كما فى شكل رقم (٢).

شكل رقم ٢- يوضح مزيج مصادر الطاقة الكهربائية المولدة بمصر (الشركة القابضة لكهرباء مصر، ٢٠١٦)

الطاقة الشمسية: تعتبر مصر من الدول الغنية بالإشعاع الشمسي، حيث يتراوح متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي ما بين ٢٠٠٠- ٣٢٠٠ ك.و.س/م^{2}/السنة، وتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩ -١١ ساعة/ يوم، لذلك فإن الطاقة الشمسية متاحة بكثافة عالية في جميع مناطق مصر، والتي يمكن استغلالها في تسخين المياه للأغراض المنزلية والصناعية، وكذلك إزالة ملوحة المياه، وفي التبريد والتكييف، وفي توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الفوتوفولطية. ومن المتوقع مع انخفاض تكلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية تدريجياً ازدياد انتشار مثل هذه التكنولوجيا، وتنتج مصر حاليًا ١٤٠ميجاوات فقط من الطاقة الشمسية، وسوف تتزايد في الفترة المقبلة[٩].

طاقة الرياح: تعتبر أحد أنواع الطاقة النظيفة الغير ملوثة، وتعتمد كمية الكهرباء التي ينتجها أحد توربينات الرياح علي أربعة عوامل أساسية هي سرعة الرياح وارتفاع البرج وطول الأرياش وكثافة الهواء، ويتم تخزين الطاقة في بطاريات لعدم دوام طاقة الرياح حيث يتوقف عملها علي مستوي معين من سرعة الرياح، وكما هو الحال مع الطاقة الشمسية، فإن انخفاض تكلفة تركيب وحدات طاقة الرياح تدريجيًا يجعل طاقة الرياح أكثر قدرة علي المنافسة، و تعتبر منطقة غرب خليج السويس ومناطق شمال وجنوب البحر الأحمر والعوينات والوادي الجديد والساحل الشمالي وسيناء من المناطق الصالحة لإقامة مشروعات مزارع الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية[١٠]، وصل إنتاج مصر من طاقة الرياح ٧٥٠ ميجاوات حتي عام ٢٠١٦[٩]، وسوف تتزايد في الفترة المقبلة.

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس): هي المواد العضوية المتخلفة ذات المنشأ النباتي أو الحيواني والقمامة ونفايات المنازل والمدن وبعض مخلفات الصناعات الغذائية وصناعة الأخشاب، وهناك ثلاثة أساليب للاستفادة من طاقة الكتلة الحيوية هي: تجفيف المخلفات النباتية والحيوانية لحرقها، والتحليل الكيماوي، والبيوجاز (غازحيوي)، وتتسم طاقة الكتلة الحيوية المتوفرة بكميات كبيرة في مصر(٢٤مليون طن مخلفات زراعية، ٢٠ مليون طن مخلفات بلدية سنوية)[١١]بأنها طاقة متجددة باستمرار، وتشير الدراسات الي أن طاقة المخلفات الصلبة تقدر بنحو ١٤,٥ مليون طن بترول مكافئ سنوياً[١٠]، كما أن التقنية الحديثة في محطات تحويل النفايات إلي طاقة تقلل من الملوثات الموجودة

بالنفايات علي نحو فعال لضمان أقل معدل للانبعاثات.

٣-٢- الوضع الحالي للطاقة في مصر

* بلغ استهلاك مصر من مصادر الطاقة (زيت خام، غاز طبيعي، فحم، طاقة مائية، طاقة رياح، طاقة شمسية) حوالي ٩١ مليون طن مكافئ عام ٢٠١٦[٧].

* بلغ حجم الطاقة الكهربائية المولدة نحو ١٨٥,٦ مليار ك، و، س عام ٢٠١٦، وجاءت غالبية الطاقة المولدة من المصادر الحرارية والتي تضم المنتجات البترولية و الغاز الطبيعي، وذلك بنسبة ٩٠%، تلتها المصادر المائية بنسبة ٧%، ثم طاقة الرياح و الطاقة الشمسية بنسبة ٣%، كما هو موضح بشكل رقم (٢).

* الزيادة المطردة في معدل استهلاك الكهرباء، حيث وصل معدل الزيادة الي ٧:٥% سنوياً.

* انخفاض حجم إنتاج الزيت الخام بنسبة 4.8%، وحجم إنتاج الغاز الطبيعي بنسبة 5.7%، و ارتفاع الاستهلاك المحلي من المنتجات البترولية والغازات بحوالى 2.3%، و7% علي الترتيب نهاية عام ٢٠١٦[3]، كما تجدر الإشارة الي زيادة استهلاك قطاع الكهرباء من السولار والمازوت وكذلك الغاز الطبيعي، كما ارتفع معدل استهلاك البنزين بأنواعة بحوالي ١٧,٣% في المتوسط.

* البطئ في التوسع لاستخدام الطاقات البديلة والمتجددة.

* أيضاً وجود عجز في إنتاج المنتجات البترولية والكيماوية بمصر بنسبة تصل الي ٢١,٢%، حيث أن إنتاج مصر من المنتجات البترولية يبلغ ٣١,٢ مليون طن، شكل رقم (٣)، بينما إستهلاكها يبلغ ٣٩,٦ مليون طن، كما أن قيمة صادرات مصر من الزيت الخام أقل من قيمة واردتها من المنتجات البترولية[٣].

* عدم تنويع مصادر الطاقة بالمستويات المطلوبة.

* إرتفاع نسبة فاقد نقل الكهرباء المباعة.

* استهلاك قطاع النقل حوالي ٣٢,٤% من إجمالي استهلاك المواد البترولية في مصر عام٢٠١٣.

* انخفاض كفاءة بعض محطات إنتاج الكهرباء.

* استمرار صدور ملوثات غازية وإن كانت بنسبة أقل نسبياً، وبما يخالف المعايير الواردة باللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ والمعدلة بالقانون رقم (٩) لسنة ٢٠٠٩ بشأن حماية البيئة، وذلك عند استخدام الوقود البترولي في عملية إنتاج الطاقة نظراً لإحتواء الوقود الأحفوري مثل الفحم والبترول علي العديد من المكونات التي تؤثر سلبياً بشكل مباشر وغير مباشر علي الصحة العامة[١٣].

شكل رقم ٣- يوضح كمية إنتاج واستهلاك مصر من الزيت الخام والغاز الطبيعي (وزارة التخطيط، ٢٠١٦)[٣]

٣-٣- أهمية ترشيد الطاقة[٤]

*زيادة كفاءة استخدام الموارد المحلية النادرة للطاقة.

* الحفاظ علي الاحتياطيات المحدودة للطاقة الأحفورية مثل البترول ومشتقاته للأجيال القادمة.

* خفض فاتورة وكمية المنتجات البترولية المستوردة من الخارج، وكذلك خفض قيمة فاتورة كهرباء المستهلك.

* دعم صناعة المعدات الموفرة للطاقة المحلية الصنع، وبما يساعد في تنمية الاقتصاد الوطني ككل.

* خفض الاستثمارات اللازمة لإنشاء المشروعات الجديدة لإنتاج الطاقة وتوجيهها نحو استكمال وتحسين جودة الخدمات الأخري.

* خفض الانبعاثات المؤثرة سلباً علي البيئة نتيجة التوفير في استهلاك الوقود الإحفوري.

* تجنب انقطاع التيار في الفترة التي يزيد فيها الطلب علي الطاقة وترتفع فيها الأحمال للحد الأعلي.

٤- تقنيات خفض استهلاك الطاقة

٤-١- تقنيات خفض استهلاك الطاقة بالمباني

يشيع حالياً استخدام مصطلح "البناء صفر الطاقة" أو المنخفض استهلاك الطاقة، والتي تهدف للإنتقال الي مصادر طاقة متجددة لتوفير احتياجات المبني من الطاقة في جميع أنحاء العالم، ويمكن للتقنيات التالية أن تنجح في تحقيق هدف خفض استهلاك الطاقة بالمبني، إذا أُخذ في الاعتبار عند الاستعانة بها مفهوم دورة حياة المبني أثناء مرحلة التصميم[١٤]، والذي يعتبر وسيلة فعالة لخفض الطاقة المتضمنة في المبني ومكوناتة بالإضافة الي طاقة تشغيل المبني:

أ- تصميم المبني بإسلوب يتم فيه:

* الاستعانة بأفكار تصميمية لتشكيل الموقع العام والمبني بحيث تستهلك أقل كمية من الطاقة ومواد البناء، وتدمج تقنيات استدامة متجددة أكثر[١٥]، ويوضح شكل رقم (٥،٤) مباني معهد مصدر بأبوظبي، والذي ينتج طاقة شمسية أكثر مما يستهلك (Plus Energy Buildings)، كما أن توجيه المبني والتشكيل المعماري لفتحات الواجهات، ونظام التظليل الذكي والمسطحات الخضراء والمياة، ومواد البناء المستدامة، ودمج التكنولوجيا الحديثة لخفض استهلاك الطاقة بنسبة تفوق المعدلات بنظام تقييم المباني (LEED)، كلها عوامل تحقق خفض استهلاك الطاقة، وكذلك تحقق الصحة والرفاهية لمستعملي المباني.

شكل رقم ٥،٤- يوضحان دمج التشكيل المعماري للواجهات مع نظم التظليل الذكي والتقنيات النظيفة لتوفير استهلاك الطاقة في مدينة مصدر بأبوظبي
(المصدر: مدينة مصدر، www.masdar.ae)[١٥]

* كذلك تقليل الاحتياج الي الوقود الحفري والاعتماد بصورة أكبر علي الطاقات المتجددة المنتجة بموقع المبني مثل طاقة الخلايا الفوتوفولطية الشمسية، من خلال تشجيع فكرة المباني صفرية الطاقة (Zero Energy Buildings) شكل رقم (٦).

شكل رقم ٦- يوضح استخدام وحدات الطاقة الشمسية بأسطح مباني سكنية بألمانيا لتوفير الطاقة اللازمة لتشغيل المباني،[١٦](source : www.bine.info)
(Ludmilla housing estate– energy-plus standards)

* تقليل الطاقة المتضمنة في المبني من خلال استخدام مواد بناء ذات محتوي طاقة أقل، وقابلة لإعادة الاستخدام والتدوير، ومحلية، وأطول عمراً، وكذلك استخدام نظم إنشاء قليلة الاستهلاك للطاقة. بالإضافة الي الاستعانة بالتجهيزات الحديثة الموفرة للطاقة أثناء تشغيل المبني كمواقد الطهي والتسخين ذات الكفاءة العالية، والأجهزة المكتبية (الحواسب الآلية، الطابعات، أجهزة التصوير،....الخ)، كما يمكن استخدام أنظمة التسخين الشمسي الحراري (السخانات الشمسية) بدلاً من السخانات الكهربائية، شكل رقم (٨،٧).

* وبما أن ٢٠٪ : ٦٠٪ من جميع الطاقة المستخدمة في

شكل رقم ٨،٧- يوضحان استخدام نظم التسخين الشمسي للمياة علي أسطح مباني الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة، وأسطح أحد فنادق مدينة الغردقة[١٧،٩]

المباني تتأثر بتصميم وتشييد غلاف المبني، وحيث أظهرت المحاكاة علي عدد كبير من أنواع المباني في المناخات المختلفة علي نطاق واسع أن تقليل تسرب الهواء يمكن أن يوفر ٥٪ : ٤٠٪ من طاقة التدفئة والتبريد[١٨]، لذلك يجب سد مواضع تسرب الهواء في النوافذ والأبواب[١٩]، ويوضح شكل(٩) استخدام إطارات الشبابيك المحكمة ضد تسريب الحرارة والزجاج المزدوج/الثلاثي، والمزود بغاز الأرجون أو الكربيتون لمنع انتقال الحرارة من الخارج الى الداخل، ومعامل انتقال الحرارة ٠,٠٨ وات/ متر^{٢} أو أقل[٢٠].

شكل رقم ٩- يوضح استخدام الإطارات المحكمة و الفواصل الهوائية بين ألواح الزجاج لعزل الحرارة بالشبابيك (العمارة والتحكم البيئي، ٢٠١٨) [٢٠]

* كما يجب تطبيق المعايير العلمية المعمارية لتصميم مكونات غلاف المبني من الحوائط، والأبواب والشبابيك، والأسطح والأرضيات الواردة بالكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني[٢١]، كالتظليل والتوجية، واستخدام الألوان الفاتحة والملمس الخشن...الخ. وعزل جميع الحوائط والأسطح والأرضيات بحيث يكون معامل الإنتقال الحراريU-Value بمتوسط لا يزيد عن ٠,١٥ وات/ متر٢، حيث أثبتت الدراسات أن العزل الجيد للأسطح والحوائط الخارجية يمكن أن يوفر من ٦: ٨% من استهلاك المبني للطاقة[٢٢]، كما أن استخدام ألواح العزل الفراغية بتقنية النانو، والتي تتميز بالحد الأقصي للعزل الحراري (التوصيل الحراري لهذه المواد أقل عشر مرات من مواد العزل التقليدية[١٥]) والحد الأدني لسمك العزل (٤:٢ مم)، وبالتالي توفر في المساحة التي تحتاجها مقارنة بمواد العزل التقليدية، بالإضافة الي استخدام مادة الأيروجيل Aerogel وهي مادة هلامية شفافة تشبه الزجاج، وتعتبر عازل جيد للحرارة، والصوت، حيث تقلل درجة الحرارة بما يعادل سمك ٢٠:١٠ سم من زجاج النوافذ العادي، فضلاً عن أنها خفيفة الوزن، و يتم استخدامها كمادة عازلة في ملئ التجاويف بين الألواح الزجاجية، كما يمكن خفض تكلفة الإضاءة في حدود ١٥% عن طريق:

- الإكثار من استخدام ضوء النهار، وإطفاء إنارة الأماكن غير المشغولة، والاحتفاظ بمعدات الإضاءة والجدران والسقوف والأرضيات نظيفة، واستبدال اللمبات العادية بلمبات الفلورسنت أو اللمبات الموفرة للطاقة (الليد)، وكذلك الفصل بين إنارة أماكن ممارسة الأنشطة وإنارة الأماكن المحيطة يمنح المرونة لاختيار مستويات الإنارة الملائمة لأماكن العمل، مما يحسن نوعية الإنارة ويقلل من الإنارة غير اللازمة، ويمكن ذلك باستخدام مصابيح الطاولات وتوفير مفاتيح تحكم فردية لخفت الإضاءة، وعند طلاء الأسطح الداخلية يستحسن استخدام الوان فاتحة لزيادة إنعكاس الضوء، حيث أن الألوان الفاتحة للجدران والفرش تحسن من شدة الإضاءة.
- تركيب أجهزة الاستشعار الضوئي، وهي وحدات ضبط إلكترونية تُعدل أوتوماتيكياً مستوي خروج الأنوار الإلكترونية بناء علي مقدار الضوء المحيط المكتشف. وفي المناطق التى تتلقى مقادير متفاوتة من ضوء النهار خلال اليوم، تستطيع أجهزة الضبط بالاستشعار الضوئي أن تعدل مستويات الضوء الاصطناعي حسبما يلزم لإكمال الضوء الطبيعي المتوافر للمحافظة علي أفضل مستويات الضوء، ويتوقف التوفير في الطاقة والتكاليف الي حد كبيرعلي مدي توافر الضوء الطبيعي.
- خفض درجة الحرارة القصوي لسخان المياه المحددة في المصنع من ٨٠ درجة مئوية، الي ٤٦ درجة مئوية أو أقل دون أن يؤثر سلباً علي الأداء، حيث أن درجة حرارة المياه اللازمة للاستعمالات المنزلية تتراوح بين ٤٠ : ٤٣ درجة مئوية، ومن فوائد ذلك إمكانية توفير١٨% من طاقة تسخين المياه، حيث تنفق المنازل التي تستخدم سخانات مياه كهربائية ربع فاتورة الكهرباء تقريباً فقط لتسخين المياه، بالإضافة الي تخفيض مقدار القشور المتكونة في معدات التسخين.
- تركيب مواد عازلة للأنابيب وخزانات المياه يخفض فقد حرارة المياه الساخنة في الخزان فيقلل من الطاقة اللازمة للمحافظة علي درجة حرارة الماء المطلوبة.

ب- الإدارة الآلية لمرحلة استعمال المبنى

تتأثر كمية الطاقة المستهلكة في تشغيل المبني بإسلوب استعمال وإدارة المبني (خطط التحكُم، جداول تشغيل المبني، عدد وسلوك الشاغلين)، وقد تم تطوير فكرة المبني الذكي الذي يوفر في تكلفة التشغيل بالإضافة الي كفاءة وفعالية البيئة الداخلية، والاستفادة المثلي من التركيب الإنشائي لمكوناته، ونظم الإدارة وتنسيق العلاقات المتبادلة بينهم. كما يتميز بخصائص التحكم الآلي، وتحقيق رد الفعل المناسب تجاه احتياجات شاغلي المبني ومتطلبات الفراغ، والتكيف علي أساس الأداء البيئي المتغير. وتعني تقنية التشغيل الآلي للمبني: أن المبني يتم التحكم فيما بداخلة من أنظمة التدفئة والتبريد والتهوية والخزانات والمصاعد وجميع الأنظمة الميكانيكية والكهربائية، من خلال أنظمة تحكم ذكية متصلة بشبكة التشغيل. ويوفر التشغيل الآلي للمبني الإدارة المركزية والسيطرة علي المناخ والإضاءة وسبل الأمن والأمان وتحسين كفاءة الطاقة، وتوفير عوامل الراحة لمستخدمي المبني والحد من الانبعاثات الضارة بالبيئة وتعزيز الإنتاجية، ويعرض جدول رقم (١) بعض

التقنيات الذكية التي تساهم في خفض طاقة تشغيل المبنـــي.

جدول رقم ١- يعرض بعض التقنيات الذكية ومقدار مساهمتها في خفض طاقة تشغيل المبني[٢٣]

System	Technology	Energy savings
HVAC	Variable frequency drive	15-50% of pump or motor energy
HVAC	Smart thermostat	5-10% HVAC
Plug load	Smart plug	50-60%
Plug load	Advanced power strip	25-50%
Lighting	Advanced lighting controls	45%
Lighting	Web-based lighting management system	20-30% above controls savings
Window shading	Switchable film	32 – 43%
Window shading	Smart glass	20 – 30%
Building automation	BAS	10-25% whole building
Analytics	Cloud-based energy information system (EIS)	5-10% whole building
Sources: Hydraulic Institute, Euro pump, and DOE2004; DOE2016b; Boss2016; GSA2012; BEEx2015; Lutron 2014; InvisiShade2016; SageGlass2016; RavenWindow2016; Gilliland 2016		

٤-٢- تقنيات خفض استهلاك الطاقة بالتجمعات العمرانية

* تطبيق تقنيات خفض استهلاك الطاقـــة الســـابقة الـــذكر لإنجاز مباني عالية الكفاءة في استخدام الطاقة يساهم بدوره في خفض استهلاك الطاقة علي مستوي المجاورة، والحي، والمدينة، و علي سبيل المثال التوسع فـــي فكـــرة المبـــاني صفرية الطاقة لتصبح تجمعات عمرانية صـــفرية الطاقـــة (Zero Energy Districts)، يساهم في خفض طاقـــة تشـــغيل مجموعات المباني من ناحية، وتحول المباني الي وحـــدات لإنتاج الطاقة النظيفة من ناحية أخري، شكل رقم (٦).

* الاعتماد بشكل كامل علي مصـــادر الطاقـــة المتجـــددة (الشمسية، الرياح) لتشغيل كافة مرافق الشوارع والحدائق، شكل رقم (١٠،١١) بالإضافة الي استخدام أســـاليب تقنيـــة عالية في عمليات الزراعة والري المبرج بـــالكمبيوتر فـــي الحدائق الخاصة أو العامة أو في الزراعة عموماً يساهم في خفض استهلاك الطاقة وتقليل التلوث الناتج عن اســـتهلاك الطاقة الأحفورية.

* الاتجاه الي مفهوم المدينة الذكية التي تستخدم المعلومات والتكنولوجيا والإتصالات لتحسين أداء مجالات متنوعة مثل الكهرباء، واستخدام المياه، و مواقف الســـيارات و حركـــة المرور، وإدارة النفايات. وتوفر المدن الذكية طرق جديـــدة للإدارة وزيادة الكفاءة وخفض النفقات، وخفض اســـتهلاك الطاقة، وبالتالي انخفاض انبعاثات الكربـــون فـــي المدينـــة وتحسين نوعية الحياة.

* كما أن إعطاء الأولويـــة لحركـــة المشـــاة ثـــم ركـــوب الدراجات، ثم استخدام النقل العام وكخيار أخير الســـيارات الخاصة في مخططات المدن الجديدة. وكذلك خفض الطلب علي السفر إلي أقصي حد ممكن؛ والذي يمكن تحقيقه عـــن طريق مفهوم تخطيط حضري ذكي يقلـــل المســـافات بـــين المنشآت الهامة، ويساهم بدورة في خفض استهلاك الطاقـــة في وسائل النقل علي مستوي المدينة والإقليم. بالإضافة أن له جانب اجتماعي مهم؛ حيث يخفض فاتورة النقل وخاصة بالنسبة للمواطن ذو الدخل المنخفض الذي يكون محظوظـــاً عندما تقع المنشآت الرئيسية مثل مكان العمـــل، ومراكـــز التسوق ومنشآت الرعايـــة الصـــحية والتعلـــيم والخـــدمات الإدارية ضمن نطاق حركة المشاة أو ركوب الدراجات.

شكل رقم ١٠- يوضح استخدام توربينات الرياح والخلايا الشمسية لإنارة أحد الشوارع[٢٤]

شكل رقم ١١- يوضح استخدام خلايا الطاقة الشمسية علي أسطح أحد مبانى جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية بالسعودية (KAUST Solar Park)[٢٥]

* كما أن استخدام المركبات ذات المحركات عالية الكفاءة، وكذلك التي تسير بالغاز الطبيعي والكهرباء يساهم في تقليل الاعتماد علي مصادر الطاقة التقليدية والحفاظ علي البيئـــة من التلوث.

* زيادة التوسع في استخدام وحدات إنتاج الطاقة المتجـــددة علي مستوى المبـــاني والخـــدمات المتنوعـــة بالتجمعـــات العمرانية، يساهم في تحقيق هدف مصر من تنويـــع مـــزيج الطاقة، والوصول بحصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقـــة المصري الي ٣٧,٢% قبل عام ٢٠٣٥.

٥- مناقشة

تستهدف استراتيجية التنمية المستدامة لقطاع الطاقة في مصر (رؤية مصر ٢٠٣٠)، زيادة الاعتماد علـــي الطاقـــة المتجددة (الشمسية، الرياح) لتصل الي ٣٠% من مصـــادر إنتاج الطاقة الكهربائية قبل عام ٢٠٣٠م[٦]، لما لها من دور في التقليل من مشاكل تغير المناخ، بالإضـــافة الـــي تقليـــل الاعتماد علي المنتجات البترولية التي يتم استيرادها حاليـــاً

من الخارج بشكل متزايد، إلا أن ذلك يتوقف علي حل المشاكل المتعلقة بإنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح خصوصاً مشكلة التكلفة الأولية العالية (Initial Cost High) لمكوناتها وتركيبها مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية.

كما أن خفض استهلاك الطاقة في قطاع المباني يحتم الاهتمام بتطبيق المعايير الواردة بالكود المصري لكفاءة الطاقة في المباني، وغيره من معايير التصميم البيئي للمبني ومكوناته، والذي يتطلب بدورة زيادة الوعي بأهمية الاستعانة بالمهندسين المعماريين في تصميم المباني السكنية للاستفادة من خبرتهم في تصميم وتنفيذ المبني وكذلك في تطبيق التقنيات الحديثة لخفض استهلاك الطاقة بالمبني خصوصاً أن قطاع المنازل في مصر يعتبر حالياً المستهلك الأول للكهرباء المنتجة في مصر، شكل رقم (١)،

أن نسبة كبيرة من المباني السكنية في القري والمدن المصرية يتم تشييدها حالياً دون الاستعانة بالمهندسين المعماريين وغيرهم من التخصصات الأخري، مما جعل معظم المباني المنتجة غير مطابقة للمواصفات والمعايير البيئية والقانونية. وحيث أن مرحلة استعمال المبني تستهلك حوالي ٨٠% من إجمالي الطاقة الكامنة في دورة حياة المبني والتي يمكن عند تطبيق تقنيات عزل الحرارة عالية الكفاءة لمكونات غلاف المبني الخارجي بالإضافة الي تطبيق معاييرالتصميم البيئي للمبني عموماً والاستعانة بالأجهزة والنظم الحديثة عالية الكفاءة اللازمة لتشغيل المبني لها دور كبير في خفض طاقة استعمال المبني، أيضاً تحسين إسلوب إدارة المبني (خطط التحكُم، جداول تشغيل المبني، سلوك الشاغلين)، يساهم في خفض الطاقة المستهلكة في تشغيل المبني. يعني ذلك أن تحسين كفاءة مرحلة تشغيل المبني يساهم في خفض الطاقة المستهلكة، وهذا ما أكدته وكالة حماية البيئة الأمريكية من أنه يمكن زيادة كفاءة الطاقة بالمبني بنسبة ١٠: ٣٠%، عند تحسين كفاءة مرحلة تشغيل المبني، وهذا يساهم فى تحقيق ما تستهدفه وزارة الطاقة الأمريكية من خفض الطاقة المستهلكة في المباني بنسبة ٥٠% قبل عام ٢٠٣٠م[٢٦].

أيضاً الأخذ في الاعتبار ضرورة زيادة دمج وحدات إنتاج الطاقة المتجددة في منظومة تشغيل مرافق وخدمات المدن (إنارة، ري، خدمات عامة...)، بالإضافة الي تطبيق معايير المدينة الذكية، والنقل المستدام عند وضع مخططات المدن والقري الجديدة والقائمة، يساهم في خفض استهلاك الطاقة بالإضافة الي زيادة نسبة الاعتماد علي مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة بمصر.

إلا أن الاستعانة بكثير من التقنيات الحديثة لتوفير الطاقة ونظم الإدارة الآلية لمرحلة إستعمال وتشغيل المبني ما زالت تمثل تكلفة إضافية عالية جداً بالنسبة لكثير من ملاك ومستعملي المباني في مصر، مقارنة بالقيمة الاقتصادية للطاقة التي يتم توفيرها.

٦- الخلاصة

تطبيق معايير التصميم البيئي للمبني ومكوناته، ومعايير المدينة الذكية والنقل المستدام وكذلك تقنيات خفض استهلاك الطاقة بالمباني هام جداً خاصة في مرحلة تصميم وتنفيذ وإصدار تراخيص تصميمات المباني ومخططات المدن والقري الجديدة والقائمة لتحقيق خفض استهلاك الطاقة بقطاع البناء.

رغم أهمية الاستعانة بالتقنيات النظيفة الحديثة لتوفير الطاقة، ونظم الإدارة الآلية لمرحلة استعمال المبني، إلا أن كثير منها ما زال يمثل تكلفة إضافية عالية جداً بالنسبة لكثير من ملاك ومستعملي المباني في مصر، مقارنة بثمن الطاقة التي يتم توفيرها.

أهمية تحقيق زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة بمصر، والذي يتطلب زيادة الاعتماد على تقنيات الطاقة المتجددة في تشغيل المباني، وخدمات ومرافق المدن (إنارة، ري، خدمات عامة،...).

REVIEW OF THE EFFECT OF MODERN TECHNOLOGIES ON REDUCING THE ENERGY CONSUMPTION IN THE BUILDINGS AND URBAN COMMUNITIES OF EGYPT

Dr. Eng. Shukri Mohammed El Bellahy

ABSTRACT

Energy is the main drive of economic and social development; the sustainable development strategy “Egypt vision 2030” gives great interest in the energy sector to enable fulfilling all requirements of sustainable development from renewable and non-renewable energy resources. Currently, Egypt’s energy needs are increasing steadily, as a result of population and urban growth, which led to currently deficit in the production of petroleum and chemical products in Egypt, also the building sector is the major consumer of the produced energy in Egypt. In this context, this research aims to review and explain the effect of modern technologies on reducing the energy consumption in the Egyptian buildings and urban communities. This research concluded the necessity to expand the use of renewable energy re-

Lecturer in department of architecture, Misr higher institute of Engineering & Technology, Mansoura. smhelbellahy@gmail.com

sources to increase its portion in Egypt energy mix, in addition to the necessity of applying the environmental design standards of the building and its components, the smart city standards and sustainable transport to reduce the energy consumption in the buildings, Especially when designing, implementing and issuing permits for new buildings and plans of the new and existing cities and Villages. The research also concluded that the use of modern energy saving technologies and the building automated management systems for building use phase is necessary, but most of them are still represent a high additional cost for many buildings owners and users compared to the saved energy price.

Key Words: Energy saving technologies, Renewable energy, Sustainable development, Zero energy building.

٧- المراجع

١- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، "التقرير السنوي أبريل ٢٠١٥"، www.nrea.gov.eg.

٢- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، "المعلوماتية نشرة إحصائية شهرية (يوليو ٢٠١٧)"، القاهرة،٢٠١٧.

٣- وزارة التخطيط و المتابعة و الإصلاح الإداري، "تقرير متابعة الأداء الاقتصادي والاجتماعي خلال الربع الرابع والعام المالي ٢٠١٥/٢٠١٦ "، القاهرة،٢٠١٦.

٤- وزارة الكهرباء و الطاقة المتجددة،"دليل ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية (الأهداف و المسئوليات و الإجراءات)"، القاهرة، ٢٠١٣.

٥- عباس محمد الزعفراني،"التصميم المناخي للمنشآت المعمارية"، رسالة دكتوراة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٠م.

٦- وزارة التخطيط و المتابعة و الإصلاح الإداري، "استراتيجية التنمية المستدامة (رؤية مصر ٢٠٣٠)"، القاهرة، ٢٠١٥.

7- BP Statistical Review of World Energy, London, 2017.

8- www.dostor.org, accessed, 2-07-2018.

9- www.nrea.gov.eg, accessed, 04-07-2018.

١٠- الجهاز المركزي للتعبئة العامة و الإحصاء، "مستقبل الطاقة في مصر"، القاهرة، ٢٠١٤.

١١- مجلة عالم الطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة،"الوقود الحيوي نظرة الي غد الطاقة من القمامة"، مارس ٢٠١٤.

١٢- الشركة القابضة لكهرباء مصر، "التقرير السنوي ٢٠١٥/٢٠١٦"، القاهرة،٢٠١٦.

١٣- وزارة البيئة، تقرير حالة البيئة في مصر لعام ٢٠١٥، إصدار ٢٠١٧.

١٤- شكري محمد البليهي، "فعالية استخدام المواد النانونية في تحسين كفاءة غلاف المبني"، المؤتمر الدولي الأول (المؤتمر التاسع للتنمية البيئية المستدامة) كلية الهندسة، جامعة المنوفية، ٢٠١٧.

١٥- مدينة مصدر، "مصدر الابتكار و الاستدامة"، (www.masdar.ae – accessed, 2-07-2018)، أبوظبي، ٢٠١٨.

16- www.bine.info., (accessed, 2-07-2018)

١٧- مجلة عالم الطاقة المتجددة و كفاءة الطاقة، "مياه ساخنة من طاقة نظيفة"، مارس ٢٠١٤.

18-International energy agency, technology Roadmap “Energy efficient building envelopes”, (www.iea.org), 2013.

١٩- إيهاب محمود عقبة، هشام سامح حسين، عمرو سليمان الجوهرى، "اقتصاديات الطاقة في ضوء الاتجاهات المعمارية البيئية وأليات التقييم البيئية العالمية وبرامج المحاكاه"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد الخامس والخمسون، ٢٠١٦.

٢٠- شكري محمد حسنين ، “كتاب العمارة والتحكم البيئي"، دار الكتاب الحديث، القاهرة، ٢٠١٨.

٢١-المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء، "الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني"، القاهرة، ٢٠٠٥.

22- Mohamed M. Mahdy, Mohamed Barakat, “Thermal Behaviour Assessment for the Different Building Envelope Parts In Egypt under Climate Change Scenarios”, Journal of Engineering Science and Military Technologies, Volume (1), Issue (2), 2017.

23- King Jennifer, Perry Christopher, “Smart Buildings: Using Smart Technology to save Energy in Existing Buildings”, American Council for an Energy-Efficient Economy, 2017.

24- (www.solar-streetlights.com, accessed, 09-07-2018)

25- (http://saudi-sia.com – accessed, 09-07-2018).

26- Department of energy, "Research and development needs for building integrated solar technologies", https://energy.gov, United States, 2014.

جمعية المهندسين المصرية
Egyptian Society of Engineers

Journal of the Egyptian Society of Engineers

Library of
the Egyptian Society of Engineers

No. 2 - 2018
VOLUME 57