كلية الهندسة- جامعة الفيوم
الدراسات العليا- الهندسة المعمارية

نحو منهجية رقمية متكاملة بإستخدام برنامج Trensys لزيادة إنتاج الطاقات المتجددة بالتجمعات السكنية بمصر.

اعداد

م.م/ أمل ربيع طنطاوي

مدرس مساعد بقسم الهندسة المعمارية-كلية الهندسة- جامعة النهضة.

مقدم الى

قسم العمارة-كليه الهندسه- جامعه الفيوم

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الدكتوراة الفلسفية في الهندسة المعمارية.

لجنة الاشراف

ا.د/ منى حسن سليمان

أستاذ ورئيس قسم الهندسة المعمارية -كليه الهندسه-جامعة الفيوم

ا.م.د/ محمد عبد الفتاح العيسوي.

استاذ مساعد بقسم الهندسة المعماريه-كليه الهندسه-جامعة الفيوم

جامعة الفيوم

٢٠٢٠

Fayoum University
College of Engineering
Department of Architecture

Towards an integrated digital methodology using Trensys program to increase the production of renewable energies in residential communities in Egypt.

Presented by

Amal Rabeaa Tantawy
Assistant Lecturer of Architecture, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Nahda University

A Thesis submitted in partial fulfillment Of
The requirements of the degree of Doctor of Philosophy

Supervision

Professor Doctor : Mona Hassan Soliman
Professor of Architectural Design and Head of the Department of Architecture, .Faculty of Engineering, Fayoum University

Associate Professor : Mohammed Al-Essawy.
Associate Professor of Architecture, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Fayoum University.

FAUOYM UNIVERSITY
2020

إهداء:

إلي روح والدي الغالي و الحبيب..

والى أحب وأغلى الناس الى قلبي والدتي الحبيبة..

والى زوجي العزيز وأبنائي احبائي صبا وفهد.

والى أستاذتي الفاضلة /أ.د/منى سليمان.

والى أستاذي الفاضل/أ.م.د/ محمد عبد الفتاح العيسوي

وإلي اخوتي الاعزاء ...اهدي لكم جميعا هذا الجهد المتواضع تعبيرا.

عن عميق حبي واحترامي واعتزازي بكم ....والى كل من يسعى في بناء وتعمير الارض وأسأل الله العظيم الذي أعانني على إتمامه أن يجعله علما نافعا وعملا طيبا متقبلا خالصا لوجهه تعالى .

شكر وتقدير

الحمد لله الذي وفقني لإنهاء هذا العمل, وأدعو الله أن يجعله علم ينتفع به وأن يكون خالصاً لوجهه تعالى

أتقدم بالشكر و التقدير إلي أستاذتي الفاضلة والعزيزة **أ.د. منى حسن سليمان** قدوتي الغالية وأستاذتي الفاضلة على الاشراف والإرشاد المتواصل وعلى كل ما قدمته من عون ورعاية واهتمام طوال مراحل العمل فكان لها الفضل في إخراج البحث بهذه الصورة, وجزاها الله خيرا.

كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير الي أستاذي الفاضل **أ.م.د. محمد عبد الفتاح العيسوي** لقاء الجهد والدعم الكبير والتوجيه المستمر طوال مراحل العمل .

فلكما اساتذتي كل الشكر والتقدير وجزاكما الله عنا كل الخير.

كما اتقدم بالشكر والعرفان لكل من عاونني على اتمام هذا البحث

والله ولي التوفيق.

فهرس المحتويات:

إهداء..... أ
شكر وتقدير..... أ
فهرس المحتويات ..... ب
فهرس الجداول..... ج
فهرس الأشكال..... ح
ملخص الرسالة ..... د
المقدمة ..... ذ
إشكالية البحث ..... س
مجال البحث..... س
أهداف البحث ..... ش
فرضية البحث ..... ص
منهجية البحث والأدوات المستخدمة ..... ض
مكونات البحث..... ط
الهيكل التخطيطي للدراسة ..... غ
الباب الأول:تكامل الطاقات الجديدة والمتجددة والتصميم البيئي المستدام في المباني السكنية..... ١
الفصل الأول: الطاقات الجديدة والمتجددة..... ٢
١-١- المقدمة..... ٤
١-٢- تعريف الطاقات الجديدة(غيرالتقليدية) والمتجددة. ٤
١-٣- مميزات وعيوب الطاقات الجديدة والمتجددة. ٥
١-٤- مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية..... ٦
١-٤-١ - الطاقة الشمسية..... ٦
١-٤-٢ - طاقة الرياح..... ٩
١-٤-٣ - طاقة المياه..... ١٢
١-٤-٤ - طاقة حرارة باطن الأرض..... ١٧
١-٤-٥- طاقة الكتلة الحيوية. ٢٠
١-٥- إستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة..... ٢٢
١-٥-١- وضع الطاقة التقليدية في مصر..... ٢٢
١-٥-٢- أزمة الطاقة في مصر..... ٢٣
١-٥-٣- أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر..... ٢٤
١-٥-٤- مصادر الطاقات الجديدة(غير التقليدية) والمتجددة الأكثر إستخداما في مصر..... ٢٥
١-٥-٥- معوقات وتحديات الدولة المصرية نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة..... ٢٦
١-٥-٦- الفرص والإمكانات المصرية لدعم استدامة التصميم المعماري واستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة..... ٢٧
١-٦- إنجازات ومبادرات مصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة..... ٣٠
١-٦-١- قوانين وتشريعات الدولة المصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة..... ٣٠
١-٦-٢- الكود المصري لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المباني..... ٣٢
١-٦-٣- نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS في مصر ٣٤
١-٦-٤- صناعة تقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر..... ٣٦
١-٦-٥- أمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر ٣٧
١-٧- خلاصة الفصل..... ٤٣
الفصل الثاني :المباني السكنية المستدامة. ٤٥
٢-١- المقدمة..... ٤٧
٢-٢- الاستدامة. ٤٧
٢-٢-١- نبذة تاريخية عن مفهوم الاستدامة. ٤٨
٢-٢-٢- الاستدامة- تعريفات. ٤٨
٢-٢-٣- مبادئ التنميه المستدامة. ٥٠
٢-٢-٤- أسباب ظهور مفهوم التنمية المستدامة ٥٠
٢-٢-٥- اهداف التنمية المستدامة. ٥١
٢-٣- المباني السكنية المستدامة: ٥١
٢-٣-١-تعريف المسكن المستدام. ٥١
٢-٣-٢-مبادئ المسكن المستدام. ٥١
٢-٣-٣-المباني السكنية وإستهلاك الطاقة..... ٥٣
٢-٣-٤-إستراتيجيات واليات تحقيق الإستدامة في المباني السكنية. ٥٤
٢-٤-إتجاه عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة في المباني السكنية..... ٥٤

٢-٤-١- تعريف عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة. ٥٥
٢-٤-٢- هدف عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة. ٥٥
٢-٤-٣- خصائص عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة. ٥٥
٢-٤-٤-إستراتيجيات تفعيل تقنيات الطاقات المتجددة بالمباني السكنية. ٥٦
٢-٤-٥-تقنيات الطاقات المتجددة الشائعة الإستخدام في المباني السكنية ٥٦
٢-٥- تجارب عالمية لتطبيق عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة في المباني السكنية: ٥٩
٢-٥-١- منزل (Earth ship Iron bank) بأستراليا. ٥٩
٢-٥-٢- منزل(Heliotrope Tour) في المانيا. ٦٠
٢-٥-٣- مشروع المجمع السكني بانجلترا (the Bed ZED) ٦١
٢-٥-٤- مشروع مجمع سكني (Boston Fusion) بالولايات المتحدة الأمريكية. ٦٢
٢-٦-خلاصة الفصل. ٦٥
الباب الثاني: دور التكنولوجيا الرقمية و تقنيات الطاقة المتجددة في توفير الراحة الحرارية بالمباني السكنية ٦٧
الفصل الثالث: أنظمة التبريد الحراري الشمسي ٦٨
٣-١- المقدمة..... ٧٠
٣-٢- مفهوم تكييف الهواء..... ٧١
٣-٣- دورة عمل تكييف الهواء..... ٧١
٣-٤- الطاقة الحرارية الشمسية. ٧٣
٣-٤-١- تعريف الطاقة الحرارية الشمسية..... ٧٣
٣-٤-٢- مفهوم التبريد الحراري الشمسي..... ٧٣
٣-٤-٣- هدف التبريد الحراري الشمسي..... ٧٣
٣-٤-٤- فوائد التبريد الحراري الشمسي..... ٧٣
٣-٤-٥- أسباب إختيار أنظمة التبريد الحراري الشمسي للدراسة..... ٧٣
٣-٤-٦- مكونات أنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ٧٤
٣-٤-٧- الفكرة الأساسية لعمل أنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ٧٥
٣-٤-٨- تطبيقات استخدام أنظمة التبريد في الحياة العملية..... ٧٥
٣-٥- تاريخ تطور انظمة التبريد الحراري الشمسي (الدراسات العالمية السابقة)... ٧٦
٣-٦- موقف منظومة التبريد الحراري الشمسي من خطة وكالة الطاقة العالمية (IEA)..... ٧٦
٣-٧- أنواع أنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ٧٨
٣-٧-١- نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب Solid Desiccant cooling System..... ٧٩
٣-٧-٢- نظام التبريد بتقنية القاذف Ejector Cooling System..... ٨٠
٣-٧-٣- نظام التبريد بتقنية الإدمصاص Adsorption cooling System ٨٢
٣-٧-٤-نظام التبريد بتقنية الإمتصاص Absorption cooling System..... ٨٤
٣-٨- مقارنة أنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ٨٧
٣-٩- خلاصة الفصل..... ٨٩
الفصل الرابع: منهجية المُحاكاة وإعدادات الدراسة التطبيقية: ٩٠
٤-١- المقدمة ٩٢
٤-٢- طرق تقييم كفاءة أنظمة التبريد الحراري الشمسي ٩٢
٤-٢-١- المنهج التجريبي (التجارب المعملية)..... ٩٣
٤-٢-٢- منهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية (باستخدام الحاسب الآلي)..... ٩٤
٤-٣- مقارنة بين المنهج التجريبي ومنهج المُحاكاة الطبيعية ٩٧
٤-٤- أقسام برامج التصميم البيئي..... ٩٩
٤-٤-١- برامج التحليل (analysis) البيئي ٩٩
٤-٤-٢- برامج التوصيات البيئية ٩٩
٤-٤-٣- برامج المُحاكاة البيئية ٩٩
٤-٤-٣-١- مفهوم المُحاكاة بالحاسب الآلي ١٠٠
٤-٤-٣-٢- برامج المُحاكاة الخاصة باستهلاك الطاقة في المباني ١٠٠
٤-٤-٣-٣- برنامج (Wat sun)..... ١٠١
٤-٤-٣-٤- برنامج (Poly sun) ١٠٢
٤-٤-٣-٥- برنامج (F-chart) ١٠٤
٤-٤-٣-٦-برنامج (Energy plus)..... ١٠٦

٤-٤-٣-٧- برنامج (IES)..... ١٠٨
٤-٤-٣-٨- برنامج (TRNSYS)..... ١٠٩
٤-٥- مقارنة بين برامج مُحاكاة الطاقة في المباني ١١٤
٤-٦- صلاحية البرنامج ومعايرة نسبة الخطأ لبرنامج (TRNSYS),(Program validity) ١١٧
٤-٧- خلاصة الفصل ١١٨
الباب الثالث: المُحاكاة الطبيعية للطاقة داخل المباني السكنية بالحالة الدراسة التطبيقية باستخدام الحاسب الآلي.... ١٢٠
الفصل الخامس: المُحاكاة لمنظومة التبريد االشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان ١٢١
٥-١- المقدمة..... ١٢٤
٥-٢- منهجية الدراسة التطبيقية..... ١٢٥
٥-٣- أهداف الدراسة التطبيقية..... ١٣٠
٥-٤- أسباب إختيار عينة الدراسة التطبيقية..... ١٣٠
٥-٥- محاكاة إستهلاك الطاقة في المباني..... ١٣٠
٥-٦- عينة الدراسة التطبيقية(مشروع الإسكان المتوسط-القاهرة الجديدة..... ١٣١
٥-٦-١- توصيف عينة الدراسة التطبيقية..... ١٣١
٥-٦-٢- موقع عينة الدراسة التطبيقية..... ١٣١
٥-٦-٣- نماذج الوحدات السكنية بعينة الدراسة التطبيقية..... ١٣٢
٥-٧-المرحلة الأولى بالدراسة التطبيقية(متغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الشمسي..... ١٣٣
٥-٧-١- الدراسة التحليلية لإستهلاك الطاقة بالوحدات السكنية..... ١٣٣
٥-٧-١-١- بناء وإدخال النموذج بالبرنامج (TRNSYS)..... ١٣٣
٥-٧-١-٢- تحديد المتغيرات والبدائل للغلاف الخارجي للوحدات السكنية..... ١٣٤
٥-٧-١-٣- فرضيات الدراسة التحليلية (المحاكاة)..... ١٣٦
٥-٧-١-٤- النتائج القياسية للدراسة التحليلية..... ١٣٨
٥-٧-١-٤-١- نتائج إستهلاك الطاقة للبديل الأساسي للغلاف الخارجي (السطح- المتكرر)..... ١٣٨
٥-٧-١-٤-٢- نتائج إستهلاك الطاقة للبدائل والمتغيرات للغلاف الخارجي لدور السطح ١٣٩
٥-٧-١-٤-٣- نتائج إستهلاك الطاقة للبدائل والمتغيرات للغلاف الخارجي لدور المتكرر ١٤٤
٥-٧-٢- تقييم البدائل طبقا للوفر الكلي في الطاقة المستهلكة سنويا ١٤٧
٥-٧-٣- التقييم الإقتصادي لبدائل التصميم للغلاف الخارجي للوحدات السكنية..... ١٤٨
٥-٧-٣-١- تمهيد ١٤٨
٥-٧-٣-٢- طريقة حساب معيار فترة الإسترداد ١٤٨
٥-٧-٣-٣- حسابات التكلفة الإقتصادية التنفيذية لبدائل الغلاف الخارجي ١٤٩
٥-٧-٣-٤- حسابات قيمة الوفر في إستهلاك الطاقة ١٥٠
٥-٧-٤- إستنتاج البدائل التصميمية الأنسب للغلاف الخارجي للوحدات السكنية بأدوار السطح والمتكرر..... ١٥٢
٥-٨- المرحلة الثانية بالدراسة التطبيقية(عملية المحاكاة بعد دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية)..... ١٥٣
٥-٨-١- التعريف بأنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ١٥٣
٥-٨-٢- مكونات منظومة التبريد الحراري الشمسي..... ١٥٥
٥-٨-٣- طريقة عمل منظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص..... ١٥٦
٥-٨-٤- تصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي ببرنامج محاكاة الطاقة المستخدم (TRNSYS)..... ١٥٨
٥-٨-٥- قراءات ونتائج المحاكاة لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية (البديل الأساسي- البديل الأفضل).. ١٦٣
٥-٨-٥-١-قراءات محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (شمال/شرق) بالدور السطح..... ١٦٥
٥-٨-٥-٢-قراءات محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالدور السطح..... ١٧٢
٥-٨-٥-٣-قراءات محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (شمال/شرق) بالدور المتكرر..... ١٧٩
٥-٨-٥-٤-قراءات محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالدور المتكرر ١٨٦
٥-٩- نتائج الدراسة التطبيقية..... ١٩٤
٥-١٠- خلاصة الفصل..... ٢٠١
الباب الرابع: الخلاصة -النتائج –التوصيات..... ٢٠٢
الفصل السادس :الخلاصة -النتائج -التوصيات..... ٢٠٣
الخلاصة ٢٠٤
النتائج ٢٠٦
التوصيات ٢١٤
المراجـــــع..... ٢١٧
الملحقات..... ٢٢٦
ABSTRACT..... ٢٤٤

فهرس الجداول:

جدول(١-١) الإستهلاك القومي للطاقة التقليدية في مصر منذ عام ٢٠١٦ حتى عام ٢٠٢٢ : ٢٣

جدول(١-٢) تشريعات الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية من الاقدم الى الاحدث منذ عام ١٩٨٦ حتى عام ٢٠١٩: ... ٣١

جدول(١-٣) فئات التصنيف بنظام الهرم الأخضر والأوزان النسبية لها ٣٤

جدول(١-٤) بعض المشاركات المصرية في تصنيع التقنيات والمعدات المختلفة للطاقات الجديدة والمتجددة..... ٣٦

جدول (٢-١) المشاريع السكنية العالمية المطبقة لاليات تفعيل بعض تقنيات الطاقات المتجددة ٦٣

جدول(٣-١) نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب:..... ٧٩

جدول(٣-٢) نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف..... ٨٠

جدول (٣-٣) نظام التبريد بتقنية الإدمصاص..... ٨٢

جدول(٣-٤) نظام التبريد الحراري الشمسي تقنية الإمتصاص..... ٨٤

جدول (٣- ٥) مقارنة بين طرق أنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ٨٧

جدول (٤- ١) مقارنة بين طرق تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي(المنهج التجريبي والمُحاكاة الطبيعية):..... ٩٧

جدول (٤- ٢) مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية WAT SUN:..... ١٠١

جدول (٤- ٣) مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(Poly sun):..... ١٠٢

جدول (٤- ٤) مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(F-chart):..... ١٠٤

جدول (٤- ٥) مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(Energy plus):..... ١٠٦

جدول (٤- ٦) مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(IES – VE):..... ١٠٨

جدول (٤- ٧) مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(TRNSYS):..... ١٠٩

جدول (٤- ٨) مقارنة بين برامج مُحاكاة الطاقة في المباني: ١١٤

جدول (٥-١)البدائل الاساسية للغلاف الخارجي للوحدات السكنيه لادوار (السطح –المتكرر)..... ١٣٤

جدول (٥-٢)بدائل متغيرات عناصر الغلاف الخارجي للوحدات السكنيه(السطح- المتكرر) ١٣٥

جدول(٥-٣)حسابات الإستهلاك الكلي للطاقه على مدار العام (كيلو وات. ساعه) (النسبه المئويه)..... ١٤٧

جدول(٥-٤) حسابات التكلفه الإقتصاديه التنفيذية لبدائل الغلاف الخارجي..... ١٤٩

جدول(٥-٥) الأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة..... ١٥٠

جدول(٥-٦): قيمة إستهلاك الطاقه طبقا لبدائل الوحدات السكنيه (جنيه مصري) على مدار العام..... ١٥١

جدول(٥-٧): قيمة فترة الإسترداد بالسنه لبدائل الغلاف الخارجي للدورين (السطح –المتكرر)..... ١٥١

جدول (٥-٨) مكونات وعناصر منظومة التبريد الحراري الشمسي الامتصاصية..... ١٥٩

جدول(٥-٩) الحالات الاربعة المختارة للوحدات السكنية في المرحلة الثانية للدراسة التطبيقية..... ١٦٠

جدول (٥-١٠) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الشمسي بالوحدة السكنية (شمال / شرق) سطح ١٦٥

جدول (٥- ١١) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الشمسي بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) سطح..... ١٧٢

جدول (٥-١٢) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الشمسي بالوحدة السكنية (شمال / شرق) متكرر..... ١٧٩

جدول (٥- ١٣) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الشمسي بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) متكرر..... ١٨٦

جدول (٥-١٤) كمية وقيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي (كيلو وات / ساعة – النسبة المئوية- الجنية المصري) ١٩٧

جدول (٥-١٥) قيمة فترة الإسترداد بالسنه لمنظومة التبريد الشمسي للوحدات السكنية سنويا..... ١٩٨

فهرس الأشكال:

شكل(١-١) فكرة عمل المجمعات الشمسية..... ٦
شكل(١-٢) فكرة عمل المجمعات الشمسية المركزة(مرايا القطع المكافئ المستطيلة)..... ٧
شكل(١-٣) فكرة عمل الخلايا الكهروضوئية الشمسية على أسطح المنازل. ٨
شكل(١-٤) توربينات الرياح والالواح الشمسية المثبتة فوق المنازل ٩
شكل(١-٥) كيفية عمل توربينات الرياح. ١٠
شكل(١-٦) توربين كهرومائي و توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية. ١٢
شكل (١-٧)مزارع الأمواج (wave farm) لتوليدالكهرباء باستخدام الطاقة المائية. ١٣
شكل (١-٨) قطاع عرضي لمخطط المحطة. ١٤
شكل(١-٩) طريقة-الأبراج،-وهذه-كانت تجريبية-وبنيت-عام-٢٠٠٣-بإيرلندا. ١٥
شكل(١-١٠) أجزاء العنفات التي تثبت الى قاع البحر. ١٥
شكل(١-١١) الإستخدام المباشر لطاقة حرارة باطن الأرض ١٧
شكل(١-١٢)الاستخدام الغير مباشر في توليد الكهرباء من طاقة حرارة باطن الأرض ١٨
شكل (١-١٣) طريقة عمل المراجل البخارية لحرق الكتلة الحيوية..... ٢٠
شكل(١-١٤)المشروعات المصرية المنفذة بطاقة الرياح بقدرة تزيد عن ١٠٠٠ميجاوات. ٣٧
شكل:(١-١٥) المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة حوالى ١٤٠ميجاوات ٣٨
شكل(١-١٦) مشروع الألواح من الطاقة الشمسية بقدرة ٥ جيجا فى العام باسوان..... ٣٩
شكل(١-١٧) مشروع الالواح الشمسية فوق سطح المنى الهندسي بهيئة الطاقة المتجددة-مصر ٤١
شكل(١-١٨) مشروعات الخلايا الشمسية بعدد من القرى المحرومة من خدمات الكهرباء ٤١
شكل(١-١٩) المشروعات المصرية المنفذة بالطاقة الشمسية بقدرة تزيد عن ٣٠٠ميجاوات. ٤٢
شكل(١-٢٠) الإنجازات المصرية المنفذة في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة..... ٤٢
شكل(٢-١) الخلايا الشمسية على أسطح المنازل. ٥٦
شكل(٢-٢) مكونات نظام التسخين الشمسي لحمامات السباحة المنزلية. ٥٧
شكل (٢-٣) فكرة عمل المجمعات الشمسية..... ٥٨
شكل (٢-٤) طريقة عمل مركزات الطاقة الشمسية(مرايا القطع المكافئ المستطيلة) ٥٨
شكل(٢-٥) توربينات الرياح والالواح الشمسية المستخدمة لتوليد الطاقة فوق اسطح المنازل. ٥٨
شكل (٢-٦) منزل Earth ship Iron bank والالواح الشمسية المستخدمة لتوليد الطاقة فوق اسطح المنزل..... ٥٩
شكل(٢-٧) الالواح الشمسية المستخدمة لتوليد الطاقة فوق سطح المنزل، مع اظهار المبنى من الداخل. ٦٠
شكل(٢-٨) الخلايا الشمسية والباديكير فوق أسطح المنازل..... ٦١
شكل(٢-٩) قطاع بالباديكير المستخدم للتهوية فوق أسطح المنازل..... ٦١
شكل (٢-١٠) المساحات الخضراء التي تلتف من مستوى الشارع في المجمع السكني بوسطن فيوجن. ٦٢
شكل (٢-١١) اللباد الذي يغطي الخلايا الشمسيه والسقف الحراري المستخدم في المجمع السكني. ٦٢
شكل(٣-١) وقوع جمهورية مصرالعربية داخل منطقة الحزام الشمسي العالمي. ٧١
شكل(٣-٢) نظرة عامة على المكونات الأساسية لأنظمة التبريد الحراري الشمسي..... ٧٤
شكل(٣-٣) جميع الأنظمة المستخدمة في التبريد الشمسي (الكهربية- الحرارية) ٧٨
شكل (٥-١) الفكرة الرئيسية للمشروع التطبيقي..... ١٢٨
شكل (٥-٢) هيكل الدراسة التطبيقية. ١٢٩

شكل (٥-٣) موقع عينة الدراسة التطبيقية: مشروع الاسكان المتوسط (سكن مصر) بمدينة القاهرة الجديدة..... ١٣١
شكل (٥-٤) موقع عينة الدراسة التطبيقية: مشروع الاسكان المتوسط (سكن مصر) بمدينة القاهرة الجديدة..... ١٣٢
شكل(٥-٥)لنموذج النمطي المختار للدراسه التحليليه.....١٣٢
شكل (٥-٦)اختيار الوحدة (١) شمال شرق و الوحدة (٣) جنوب غرب للدراسه البحثيه..... ١٣٣
شكل (٥-٧) محاكاة إدخال الاحمال التقديرية المكتسبة بالبديل الاساسي للغلاف الخارجي..... ١٣٧
شكل (٥-٨) نتائج استهلاك الطاقة (الحمل الحراري) بالكيلو وات / ساعة للبديل الاساسي للوحدات ١٣٨
شكل (٥-٩) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل السقف للوحدة (ش/ق) للدور السطح يوم ١٩ يونيو..... ١٣٩
شكل (٥-١٠) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل السقف للوحدة (ج/غ) للدور السطح يوم ١٩ يونيو..... ١٤٠
شكل (٥-١١) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور السطح.....١٤١
شكل (٥-١٢) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور السطح..... ١٤١
شكل (٥-١٣) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور السطح..... ١٤٢
شكل (٥-١٤) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور السطح.....١٤٣
شكل (٥-١٥) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور المتكرر..... ١٤٤
شكل (٥-١٦) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور المتكرر..... ١٤٤
شكل (٥-١٧) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور المتكرر..... ١٤٥
شكل (٥-١٨) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور المتكرر..... ١٤٦
شكل (٥-١٩) وحدة التبريد بالامتصاص من الخارج..... ١٥٤
شكل (٥-٢٠) المكونات الرئيسية لوحدة التبريد بالامتصاص من الداخل..... ١٥٤
شكل (٥-٢١) وحدة التبريد بالامتصاص من الخارج واتصالها بمكونات منظومة التبريد الحراري الاخرى..... ١٥٥
شكل (٥-٢٢) درجات حرارة الماء الداخل لوحدة التبريد بالامتصاص..... ١٥٧
شكل (٥-٢٣) دورة سريان وسيط التبريد (الماء-بروميد الليثيوم) داخل وحدة التبريد بالامتصاص..... ١٥٨
شكل (٥-٢٤) بناء و ادخال النموذج لمنظومة التبريد الحراريه الشمسيه الامتصاصية..... ١٦١
الشكل (٥-٢٥) واجهة البرنامج عند تصميم منظومة التبريد الحراريه الشمسيه ا لتبريد الوحدة السكنيه بالطاقة الشمسية..... ١٦٢
شكل (٥-٢٦) الهدف الاساسي للمشروع التطبيقي والدراسة البحثية..... ١٦٤
شكل(٥-٢٧) متوسط درجات الحرارة خلال ساعات اليوم ١٩ يونيو للوحدات السكنية المختارة.....١٩٩

ملخص الرسالة:

زاد الطلب مع التطور المعماري والعمراني في الأونة الأخيرة على كميات الطاقة المستهلكة ولذلك يتناول البحث دراسة وحساب تدفقات الطاقة المتجددة (Renewable energy Flows) وهي كمية الطاقات المتجددة المتولدة داخل المباني السكنية لتوفير الراحة الحرارية للشاغلين باستخدام تقنيات الطاقة المتجددة وماتقدمه من كمية وفر في الاستهلاك الكهربي المعتاد ,ويتحقق ذلك بدراسة سيناريوهات فحص واختبار كفاءة تلك التقنيات المنتجة للطاقة المتجددة, من أجل اقتراح حلول مستدامة ضمن حدود التكلفة الاقتصادية المقبولة وذلك باستخدام برامج التصميم الباراميتري مثل برنامج (TRNSYS) حيث سيتم في هذا البحث حصر لأهم المَحددات والاستراتيجيات النابعة من الثورة الرقمية والتي تساعد على الاستغلال الأمثل للطاقات المتجددة داخل نماذج المباني السكنية النمطية التكرار محل الدراسة البحثية، ويمكن تلخيص اهم ماجاء في الرسالة على النحو التالي:

أولا: الإطار النظري: ويتناول عرض المفاهيم العامة للدراسة النظرية شاملة محورين بالدراسة البحثية وهما:

- الطاقة الجديدة والمتجددة.
- المباني السكنية المستدامة.

المحور الأول: الطاقة الجديدة والمتجددة.

يتناول المحور الأول دراسة لنُظم وأنواع الطاقات المتجددة ويتم ذلك من خلال تعريف بالطاقات الجديدة والمتجددة وأهميتها والتعرف على مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية، ثم عرض لإستراتيجيات وسياسات وإنجازات ومبادرات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة في المجالات المختلفة.

المحور الثاني: المباني السكنية المستدامة.

يتناول المحور الثاني مبادئ واسس التصميم البيئي للمباني السكنية حيث يعتبر مدخلا لتحقيق التنمية المستدامة من خلال التعرف على مفهوم التنمية المستدامة اجمالا, ثم مفهوم التصميم البيئي للمباني السكنية , عرض لاستراتيجيات عملية التصميم البيئي للمباني السكنية,ثم دراسة معدل ارتفاع الاستهلاك الكهربائي في المباني السكنية ومدى مساهمة القطاع السكني في إمكانية توفير الطاقة المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية و تفعيل التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة بها من خلال تطبيق أحد أهم الاتجاهات المعمارية الحديثة البيئية وهو اتجاه عمارة التقنيات الحديثة الموفرة للطاقة والمنتجة لها أيضاً.

ثانيا: الإطار التحليلي:

ويتناول هذا الإطار الدراسة التحليلية للأدوات التي سيتم إستخدامها في الدراسة التطبيقية بهدف الوصول لأساسيات نظرية اعتمدت عليها التكنولوجيا الرقمية في زيادة كفاءة الطاقة المتجددة داخل المباني السكنية باستخدام التقنيات الحديثة وبرامج محاكاة الطاقة ويضم محورين أساسيين:

- أنظمة التبريد الحراري الشمسي.
- منهجية المحاكاة واعدادات الدراسة التطبيقية.

المحور الأول : أنظمة التبريد الحراري الشمسي.

يتم في هذا المحور من البحث تناول أهم التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة التي تعمل على توفير الراحة الحرارية داخل المباني السكنية , وتعتبر أنظمة التبريد الحراري الشمسي من أهم تلك التقنيات ,ويقوم الفصل بدراستها والتعرف عليها وتناول اهم الاسباب التي ادت الى اختيارها للدراسة التطبيقية اللاحقة.

المحور الثاني: منهجية المحاكاة واعدادات الدراسة التطبيقية:

يتناول هذا المحور دراسة البرامج الحاسوبية المُستخدمة في عمليات المُحاكاة للطاقات المُتجددة بالمباني من خلال التعريف إجمالاً بمفهوم المُحاكاة والنمذجة وعرض لأهم برامج المُحاكاة الطبيعية المُستخدمة في الآونة الأخيرة ثم التعريف ببرنامج (TRNSYS) المُستخدم بالدراسة للمُحاكاة وأسباب اختياره للحالة الدراسية وأمثلة لاستخداماته.

ثالثا: الإطار التطبيقي:

ويتمثل في بلورة وصياغة مفاهيم الدراسة تطبيقيا للوصول للمنهج المقترح للدراسة التطبيقية وهو عبارة عن تحليل عملي لنتائج المُحاكاة ووضع منهجية للمُقارنة والتحليل ثم عرض لأهم النتائج وتفسير أسباب زيادة كفاءة الطاقة المُتجددة داخل المباني السكنية ويتناول هذا الاطار محور أساسي وهو:

- المُحاكاة الطبيعية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان المتوسط.

المحور الأول : المُحاكاة الطبيعية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان المتوسط:

ويتناول هذا المحور وضع منهجية رقمية متكاملة لتحقيق التكامل والدمج بين الكفاءة في تصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدة السكنية والكفاءة في توليد الطاقة المتجددة اللازمة للتبريد وتحقيق الراحة الحرارية داخل الوحدة السكنية .

وقد تم اختيار المشروع التطبيقي للدراسة مشروع الاسكان المتوسط الموجود في مدينة القاهرة الجديدة، و تخصيص الدراسة على الاسكان المتوسط لانه يتميز بالنمطية والتكرارية وبالتالي عند تحقيق وفربالاستهلاك الكهربي المعتاد فإنه بتكرار عدد الوحدات يتضاعف الوفر ، وينقسم المشروع التطبيقي الى مرحلتين هما:

المرحلة الاولى:

وهي خاصة بتصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدات السكنية بالدور السطح والمتكرر طبقا لمتغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية.

المرحلة الثانية :

خاصة بتصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي التي تعمل بتقنية الامتصاص من خلال متغيرات المرحلة الثانية من عملية المحاكاة بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي.

وقد تم الوصول من نتائج الدراسة التطبيقية الى توفير ٨٣% من الاستهلاك الكهربي المعتاد شهريا بالوحدات السكنية.

من خلال :

١. بدائل التكنولوجيا الرقمية المستخدمة لحساب التدفقات الطاقة والانبعاثات .

٢. وضع المقاييس المُستخدمة لرفع الطاقة من خلال المُدخلات .

٣. صياغة النموذج التطبيقي المُقترح .

رابعا: (النتائج – التوصيات):

وفيه يتم عرض وتقديم أهم النتائج التي تم التوصل إليها في البحث بالإضافة إلى الوصول لمجموعة من التوصيات الأكاديمية التي تدعو للمزيد من الدراسات البحثية في مجال محاكاة انتاج الطاقة والتصميم البيئي المُستدام ، والمراجع والملاحق البحثية التي تم الإستعانة بها في الدراسة البحثية.

المقدمة :

يمثل الانسان مكونا من مكونات النظام البيئي والمجال البيئي و يحتل مكانه خاصة ومتميزة في علاقته مع البيئة فإنه أكثر الاحياء تأثيرا في البيئة . فتعتبر العلاقة بين الانسان والوسط الطبيعي من اهم محددات البيئة إذ إن الوسط الطبيعي خلق لمد العون للانسان وان العلاقة بين الطبيعة والانسان في المراحل الاولي من تاريخه كانت علاقة انسجام وتناغم وارتباط وثيق ، فبعد أن كانت الطبيعة مصدر استفادة من خير وعطاء تغيرت النظرة الى الطبيعة مع العلم الحديث، خاصة مع ظهور الصناعة التى جعلت الانسان يتدخل في الطبيعة باعتبارها موضوعا لنشاطه وسيطرته حيث سعى الى تغييرها وتطويعها لتلبية طموحاته وقد أدي ذلك الى الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية والاسراف في استنزاف تلك الموارد دون مراعاة الأثار الجانبية التى أصابت الارض والتغيرات السلبية في تكوينها مما ادي الى حدوث خلل في التوازن البيئي ، وبعد أن لاحظ الانسان كل هذه الاضرار والسلبيات على البيئة لجأ الى الحفاظ على الطبيعة مرة اخرى وسعى الى حفظ مواردها وتطورت افكاره في التخطيط والتعمير دون اغفال الجانب البيئي.

ظهر في أواخر القرن العشرين مصطلح الاستدامة وتبلورت مفاهيمه وتعاريفه،و تعتبر الاستدامة والحفاظ على الموارد الطبيعية من أكثر المفاهيم حداثة وشيوعا في الوقت الحالي بسبب قلة المصادر واستنزافها، والاستدامة هي في الاساس طريقة ومنهج علمي وسياسي وأسلوب حياة مستمر ديناميكي ،ولتطوير الارض والبيئة المبنية ، بما يحقق التوازن بين احتياجات التنمية في الحاضر والمستقبل من ناحية وبين احتياجات التنمية لأجيال المستقبل البعيد من ناحية اخرى .

إن الطاقة هي المحرك الأول، والدعامة الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة بكل جوانبها الاقتصادية,الاجتماعية,البيئية ليبقي الجانب البيئي هو حجر الزاوية بالنسبة لعملية التنمية المستدامة ,ولكن مع مشكلة نضوب مصادر الطاقة التقليدية والتي يعتمد عليها تشغيل معظم المباني وخاصة التجمعات السكنية وينتج عنها أنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري ورفع درجة حرارة الأرض مما يؤدي إلى تقلب المناخ , وانتشار التلوث البيئي ولذلك وجب التوجه نحو الطاقات المتجددة التي لا تنضب والتي يمكن أن تؤمن أضعاف معدل الاستهلاك الحالي للطاقة في العالم إذا ما تم استغلالها بالشكل الصحيح .

تؤكد كل المؤشرات على أن استهلاك الكهرباء في مصر يزيد بنسبة كبيرة وخاصة القطاع السكني حيث يمثل ٤٥% من إجمالي استهلاك الكهرباء من مصادر الطاقة التقليدية وذلك طبقاً لاحصاءات وزارة الكهرباء عام ٢٠١٩ .[١]

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٩) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ، في مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation 5-11-2019

إشكالية البحث:

تتلخص المشكلة البحثية في ثلاث نقاط وهي كالتالي :

١- إغفال دور الثورة الرقمية وبرامج الحاسب الآلي للمُحاكاة الطبيعية في فحص تقنيات الطاقة المتجددة المتوفرة حالياً بالأسواق العالمية والمحلية وعن ما يمكن أن توفره هذه التقنيات من طاقة داخل التجمعات السكنية من أجل أن تُصبح مستدامة عن طريق استخدام برامج المحُاكاة للطاقة

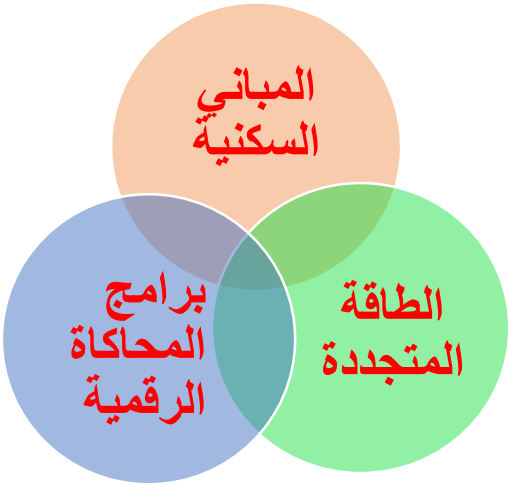
٢- ظهور مشكلة نقص الطاقة التقليدية بصورة واضحة وخاصة في وجود الطلب المستمر والمتزايد عليها وخاصة بالمباني السكنية حيث تعتبر الأكثر استهلاكاً للطاقة بمعدل يصل إلى ٤٥% من إجمالي الطاقة المستهلكة سنوياً بحسب إحصاءات وزارة الكهرباء لعام ٢٠١٨ ، حيث أن القطاع السكني له فرصة هائلة في توفير كم كبير من الطاقة إذا تم الاستخدام الأمثل للطاقة به .

٣- إقتصار معايير تقييم كفاءة استخدام الطاقة المتجدده في مصر على الكود المصري لتحسين كفاءة الطاقة في المباني بجزئيه(السكني والتجاري) منذ عام ٢٠٠٨م[٢] ، ولكن دون الزام للجهات المعنية باستخدامه بتطبيق هذا الكود، كما انه لا يعطي المبنى الذي تم تقييمه به اعتمادا رسميا مثل نظام التقييم (LEED)،وتوجد ايضا نظام الهرم الاخضر التقييمي في مصر (GPRS) ولكنه لم يتم تطبيقه او العمل به واعتماده حتى الان،لذا فإن عدم وجود قائمة مرجعية واضحة ممنهجة لقياس كفاءة استخدام الطاقة المتجددة ضمن قوانين البناء المصري المعتمدة وخاصة المناطق السكنية , والتي يمكن أن يتم الاستعانة بها كأداة مُفيدة للمُصممين والمخططين العمرانيين تساعدهم على تصميم تجمعات سكنية مستدامة.

مجال البحث :

تنتمي الدراسة الى مجال التصميم والتخطيط البيئي الذى يعني بدمج منظومة تصميم المباني وتخطيط المدن وبما تحتويه من علاقات اقتصادية واجتماعية وبيئية وسكانية بالبيئة الطبيعية بما تحويه من موارد وامكانات وطاقات ، وتختص الدراسة في البحث الوصول إلى منهج مقترح واضح لتطوير التصميم البيئي للمباني السكنية في عصر برامج الثورة الرقمية لمحاكاة اداء الطاقة في المباني ولتحقيق أعلى كفاءة لتقنيات الطاقات الجديدة والمتجددة المسُتخدمة لتوفير إلاستهلاك الكهربي المعتاد، ولحساب تدفقات الطاقة المنتجة من حرارة وكهرباء داخل المباني السكنية المستدامة.

[2] 2016 Energy Efficiency Project. All Rights Reserved. Developed & Designed by 3HandsEG



شكل: يوضح المجال البحثي للرسالة.

المصدر :الباحثة(٢٠١٩).

أهمية البحث :

- تظهر أهمية البحث في دراسة كيفية رفع كفاءة الطاقة المتجددة في الفراغات السكنية ,حيث تعتبر التجمعات السكنية من أهم المناطق التي يجب توفير أمداد الطاقة بها وذلك للاستخدامات السكنية المتعددة وذلك من خلال دراسة التكنولوجيا الرقمية وبرامج مُحاكاة الطبيعية للطاقة وكيفية تأثيرها على كفاءة استخدام الطاقة
- الطاقات المتجددة نظيفة وصديقة للبيئة ولا ينتج عنها أي ملوثات أو مسببات أمراض .
- تعتبر الطاقات المتجددة حل أنسب لأزمة الطاقة .
- التعرف على تقنيات الطاقة وفحص دورها وكفاءتها وتطويرها .
- نشر ثقافة الحفاظ على البيئة وتأمين الموارد الطبيعية لخدمة مستقبل الأجيال الحالية والقادمة .

أهداف البحث :

الهدف الرئيسي:

وضع مقترح لمنهجية تطبيق التكامل والدمج داخل الوحدة السكنية بين منظومة التبريد الحراري الشمسي بما يمثل أنظمة الطاقات المتجددة الفعالة (Active Renewable Energies Systems) والبديل الافضل للغلاف الخارجي للمباني السكنية (Passive Renewable Energies Systems) مما يزيد انتاج الطاقة المتجددة المستخدمة لتبريد الوحدة السكنية ويزيد الوفر والترشيد في الاستهلاك الكهربائي التقليدي , ويحافظ على الراحة الحرارية طوال اليوم داخل الفراغات السكنية.

الأهداف الفرعية :

١. وضع منهجية تكنولوجية (باستخدام برامج المُحاكاة) واستناداً للمعايير التقييمية العالمية للاستدامة بالمنازل والأكواد التصميمية البيئية لتُساعد في عملية تصميم التجمعات السكنية المستدامة .

٢. صـــياغة مُحددة لقياس وتقييم مدى كفاءة الإنتاج المُحتملة للطاقة من تدابير تكنولوجيات الطاقات المتجددة في القطاع السكني

٣. تحليل عملي لنتائج المُحاكاة ووضع منهجية للمُقارنة والتحليل ثم عرض لأهم النتائج وتفسير أسباب زيادة كفاءة الطاقة المُتجددة داخل التجمعات السكنية, والوصول لمجموعة من التوصيات الأكاديمية التي تدعو للمزيد من الدراسات البحثية في مجال الطاقة والتصميم البيئي المُستدام.

٤. دراسة الأثر المناخي لهذه التقنيات الحديثة .

الفرضية البحثية:

تفترض الدراسة البحثية أنه إذا تم الإعتماد على استخدام التكنولوجيا الرقمية الاستخدام الأمثل وتطويعها في مجال الطاقات المتجددة عن طريق اســـتخدام أحد برامج المُحاكاة الطبيعية للطاقة (Trensys) في فحص ودراسة أمثلة مُختارة لأحدث التقنيات المستخدمة حالياً في شركات الطاقات المتجددة محلياً وعالمياً ومحاولة تطبيقها عن طريق النموذج الافتراضي التطبيقي مع إدخال قياسات مُناسبة للمناخ المصري فإن ذلك يمكن من زيادة كفاءة استخدام الطاقات المتجددة والوصول بالدراسة البحثية إلى منهج واضح وقائمة مرجعية مُفصلة لتقييم مدي كفاءة استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة في المباني السكنية في مصر .

الإضافة العلمية :

من خلال وضـع منهجية رقمية متكاملة ضـمن حدود التكلفة الاقتصـادية المقبولة وذلك باسـتخدام برامج التصميم البارامتري مثل برنامج (TRNSYS) لتحقيق الكفاءة في توليد الطاقة الشمسية المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية داخل وحدات الإسكان المتوسط من خلال :

١. البدائل والمتغيرات للمدخلات التكنولوجيا الرقمية المســـتخدمة لحســـاب تدفقات الطاقة والانبعاثات والمفاضلة بينها .

٢. وضع المقاييس المُستخدمة لرفع الطاقة من خلال المُدخلات .

٣. صياغة النموذج التطبيقي المُقترح .

فقد تم الوصـول لمقترح لمنهجية القياس المَتبعة لقياس تدفقات الطاقة المتجددة بالحالة الدراسـية و تطبيق التكامل والدمج داخل الوحدة السكنية بين:

١. منظومة التبريد الحراري الشـمسـي الإمتصـاصـي (Solar Cooling Absorption System) والذي يمثل أنظمة الطاقات المتجددة الفعالة (Active Renewable Energies Systems)

وبين:

٢. البديل الافضل للغلاف الخارجي للمباني السكنية (The most appropriate External Building Envelope) والذي يمثل التصـميم الشـمسـي السالب للطاقات المتجددة (Passive Renewable Energies Systems)

مما يزيد انتاج الطاقة المتجددة المستخدمة لتبريد الوحدة السكنية ويزيد الوفر والترشيد في الاستهلاك الكهربائي التقليدي , ويحافظ على الراحة الحرارية طوال اليوم داخل الفراغات السكنية.

خطة الدراسة :

الوصول إلى تحقيق الأهداف وإثبات الفرضيات التى تقوم عليها الدراسة ولذا يحتوي البحث على ثلاث أجزاء رئيسية وهي (الدراسة النظرية – الدراسة التحليلية – الدراسة التطبيقية) تتمثل في مقدمة وخمسة فصول متتالية في تسلسل لتترجم بشكل مباشر المنهجية المتبعة في البحث كما يلي :

منهجية تسلسل البحث والأدوات المستخدمة :

يعتمد البحث على التركيبة البنائية الاساسية لمنهج البحث العلمي الذى يقوم على الخطوات التالية :

- التعرف على مشكلة البحث وتحديث معالمها وجوانبها الأساسية.
- تحديد الهدف من البحث .
- طرح الفروض العلمية للبحث .
- البحث في الإطار النظري للمشكلة من خلال الدراسة النظرية .
- الدراسة التحليلية لاستنباط الأسس والمعايير واختبار المنهجية المقترحة .
- الدراسة التطبيقية تأكيدا للإشكالية وإثبات الفرضية وتحقيق الأهداف
- رصد النتائج وتحليلها .
- تقديم التوصيات والتوجهات.

وسعيا للوصول إلى تحقيق أهداف الدراسة فإنها تعتمد خلال المراحل المختلفة للبحث على بعض مناهج البحث العلمي لضمان جودة البحث وتوثيق المعلومات نذكرها فيما يلي:

–المنهج الوصفي :الذى يقوم على جمع المعلومات وإلقاء الضوء على الخلفيات النظرية للاتجاهات المختلفة التى اهتمت بها الدراسة .

المنهج التحليلي والاستنباطي : وذلك لتحليل المعلومات المستجدة من الدراسة النظرية والتحليلية واستنباط الأسس والمعايير المرتبطة بموضوع الدراسة في إطار منهجية علمية.

المنهج التحليلي المقارن : وذلك بهدف رصد وتحليل عينات الدراسة باستخدام برنامج المحاكاة ويتم استخراج النتائج وتوضحيها بيانيا.

مكونات البحث:

وقد قُسمت الدراسة إلى ثلاثة أبواب تشمل ستة فصول كالتالي :

الدراسة النظرية:

الباب الأول (تكامل الطاقات المتجددة و التصميم البيئي المستدام في المباني السكنية): ويتكون من فصلين ويشمل الدراسة النظرية والهدف من هذا الباب هو تكوين قاعدة بيانات ولمحة عامة عن المجال البحثي تًمكن من تحقيق أهداف الدراسة من خلال:

الفصل الاول (الطاقات الجديدة والمتجددة):

يتناول الفصل الأول دراسة لنُظم وأنواع الطاقات المتجددة ويتم ذلك من خلال تعريف بالطاقات الجديدة والمتجددة وأهميتها والتعرف على مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية، ثم عرض لإستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة من خلال دراسة وضع الطاقة التقليدية في مصر وماهي أزمة الطاقة في مصر و أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة ثم يأتي بعد ذلك عرض لمصادر الطاقات الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر، ودراسة معوقات وتحديات الدولة نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة وعرض إنجازات ومبادرات الدولة المتعددة في هذا المجال من قوانين وتشريعات و دراسة سوق الصناعة المصرية لتقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة وينتهي الفصل بأمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر في المجالات المختلفة.

الفصل الثاني (المباني السكنية المستدامة):

يتناول الفصل الثاني مبادئ واسس التصميم البيئي للمباني السكنية حيث يعتبر مدخلا لتحقيق التنمية المستدامة من خلال التعرف على مفهوم التنمية المستدامة اجمالا, ثم مفهوم التصميم البيئي للمباني السكنية , عرض لاستراتيجيات عملية التصميم البيئي للمباني السكنية,ثم دراسة معدل ارتفاع الاستهلاك الكهربائي في المباني السكنية ومدى مساهمة القطاع السكني في إمكانية توفير الطاقة المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية و تفعيل التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة بها من خلال تطبيق أحد أهم الاتجاهات المعمارية الحديثة البيئية وهو اتجاه عمارة التقنيات الحديثة الموفرة للطاقة والمنتجة لها أيضاً , ودراسة اكثر تقنيات الطاقات المتجددة شيوعا في الاستخدام في المنازل ودراسة استراتيجيات وآليات تطبيق هذا الاتجاه على المباني السكنية ،ثم عرض أمثلة لمباني ومجمعات سكنية قائمة عالمية مستدامة تتبنى نهج تفعيل تقنيات الطاقات المتجددة في المباني السكنية المعاصرة , لأجل فتح آفاق مستقبلية أوسع في كيفية تقديم نتاج سكني مستدام ومعاصر ومنتج للطاقة وإستخلاص النتائج والدروس المستفادة منها لتطبيقها في مصر

الدراسة التحليلية:

الباب الثاني: (دور التكنولوجيا الرقمية و تقنيات الطاقة المتجددة في توفير الراحة الحرارية بالمباني السكنية):

ويتكون هذا الباب من فصلين ويتناول الدراسة التحليلية للأدوات التي سيتم إستخدامها في الدراسة التطبيقية بهدف الوصول لأساسيات نظرية اعتمدت عليها التكنولوجيا الرقمية في زيادة كفاءة الطاقة المتجددة داخل المباني السكنية باستخدام التقنيات الحديثة وبرامج محاكاة الطاقة ويضم :

الفصل الثالث (أنظمة التبريد الحراري الشمسي) :

يتم في هذا الفصل من البحث تكامل التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة التي تعمل على توفير الراحة الحرارية داخل المباني السكنية , وتعتبر أنظمة التبريد الحراري الشمسي من أهم تلك التقنيات ,ويقوم الفصل بدراستها والتعرف عليها وتناول اهم الاسباب التي ادت الى اختيارها للدراسة التطبيقية اللاحقة, في خطوات متتالية تتمثل في عرض مفهوم تكييف الهواء, ومفهوم التبريد الحراري للهواء بالطاقة الشمسية , ونبذة تاريخية عن انظمة التبريد الحراري الشمسي ومراحل تطورها, والدراسات السابقة لتطور أنظمة التبريد الحراري الشمسي (الأمثلة العالمية) ثم يتناول موقف منظومة التبريد الحراري الشمسي من خطة وكالة الطاقة العالمية (IEA Road Map), وماهي أنواع أنظمة التبريد الحراري الشمسي وتحليلها والمقارنة بينها لاختيار الافضل لاستخدامة في الدراسة التطبيقية.

الفصل الرابع (منهجية المحاكاة وإعدادات الدراسة التطبيقية) :

يتناول هذا الفصل دراسة البرامج الحاسوبية المُستخدمة في عمليات المُحاكاة للطاقات المُتجددة بالمباني من خلال التعريف إجمالاً بمفهوم المُحاكاة والنمذجة وعرض لأهم برامج المُحاكاة الطبيعية المُستخدمة في الآونة الأخيرة ثم التعريف ببرنامج (TRNSYS) المُستخدم بالدراسة للمُحاكاة وأسباب اختياره للحالة الدراسية وأمثلة لاستخداماته للطاقة المتجددة . وماهي حدود دراسة المحاكاة الرقمية, التعريف بالبيانات والمدخلات الخاصة بالنموذج التطبيقي بالبرنامج.

الدراسة التطبيقية:

الباب الثالث: (المُحاكاة الطبيعية للطاقة داخل المباني السكنية بالحالة الدراسة التطبيقية باستخدام الحاسب الآلي):

يتناول هذا الباب المشروع التطبيقي وهو عبارة عن تحليل عملي لنتائج المُحاكاة ووضع منهجية للمُقارنة والتحليل ثم عرض لأهم النتائج وتفسير أسباب زيادة كفاءة الطاقة المُتجددة داخل المباني السكنية, حيث يتناول هذا الباب وضع منهجية رقمية متكاملة لتحقيق التكامل والدمج بين الكفاءة في تصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدة السكنية والكفاءة في توليد الطاقة المتجددة لتحقيق الراحة الحرارية داخل الوحدة السكنية من خلال :

١. بدائل التكنولوجيا الرقمية المستخدمة لحساب التدفقات الطاقة والانبعاثات .

٢. وضع المقاييس المُستخدمة لرفع الطاقة من خلال المُدخلات .

٣. صياغة النموذج التطبيقي المُقترح .

ويشمل هذا الباب فصلين يقُدم الدراسة التطبيقية وتهدف بالنهاية إلى استخلاص النتائج والخروج بالتوصيات الاكاديمية الهامة في المجال البحثي قيد الدراسة , ويتناول مايلي:

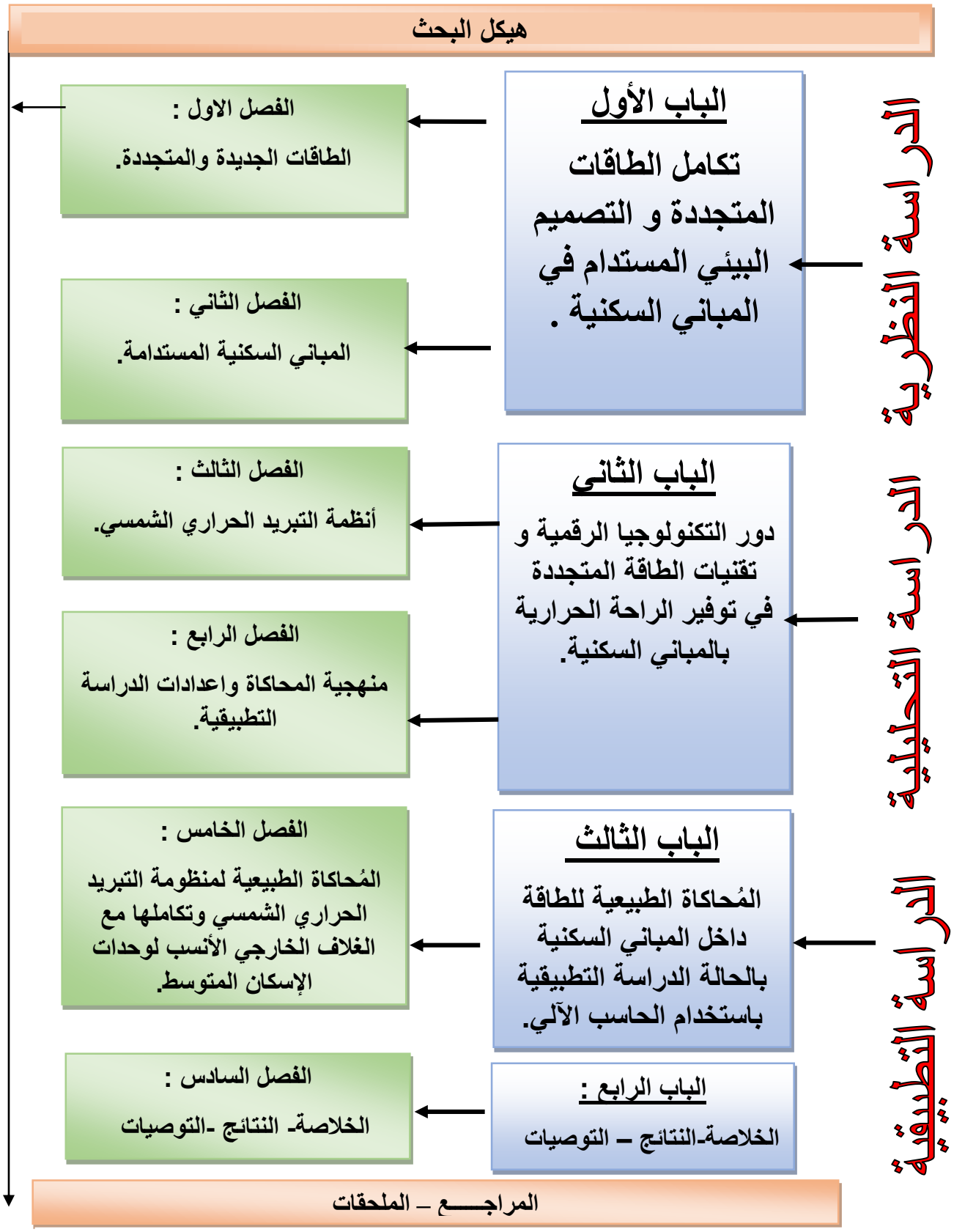
الفصل الخامس (المُحاكاة الطبيعية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان المتوسط) :

يتناول هذا الفصل منهجية الدراسة التطبيقية وأهدافها وأسباب إختيار عينة الدراسة التطبيقية, والمحاكاة الطبيعية لاستهلاك الطاقة بالمباني ,ثم التعريف بعينة الدراسة التطبيقية من خلال توصيفها وعرض لنماذج الوحدات السكنية بعينة الدراسة التطبيقية, و ينقسم المشروع التطبيقي الى مرحلتين الاولى خاصة بتصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدات السكنية بالدور السطح والمتكرر طبقا لمتغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية , والمرحلة الثانية خاصة بتصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي التي تعمل بتقنية الامتصاص من خلال متغيرات المرحلة الثانية من عملية المحاكاة بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي.

الفصل السادس (النتائج – التوصيات):

وفي هذا الفصل يتم عرض وتقديم أهم النتائج التي تم التوصل إليها في البحث بالإضافة إلى الوصول لمجموعة من التوصيات الأكاديمية التي تدعو للمزيد من الدراسات البحثية في مجال محاكاة انتاج الطاقة والتصميم البيئي المُستدام .

نحو منهجية رقمية متكاملة بإستخدام برنامج Trensys لزيادة إنتاج الطاقات المتجددة بالتجمعات السكنية بمصر.



الهيكل التخطيطي للدراسة، المصدر:(الباحثة،٢٠١٩)

الباب الأول:

تكامل الطاقات الجديدة والمتجددة والتصميم البيئي المستدام في المباني السكنية.

الفصل الأول:

الطاقات الجديدة والمتجددة

الباب الأول:(تكامل الطاقات الجديدة والمتجددة والتصميم البيئي المستدام في المباني السكنية)

الفصل الأول: الطاقات الجديدة والمتجددة:

١-١- المقدمة.

١-٢- تعريف الطاقات الجديدة(غيرالتقليدية) والمتجددة.

١-٣- مميزات وعيوب الطاقات الجديدة والمتجددة.

١-٤- مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية.

١-٤-١ - الطاقة الشمسية.

١-٤-٢ - طاقة الرياح.

١-٤-٣ - طاقة المياه.

١-٤-٤ - طاقة حرارة باطن الأرض.

١-٤-٥- طاقة الكتلة الحيوية.

١-٥- إستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة.

١-٥-١- وضع الطاقة التقليدية في مصر.

١-٥-٢- أزمة الطاقة في مصر.

١-٥-٣- أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر.

١-٥-٤- مصادر الطاقات الجديدة(غير التقليدية) والمتجددة الأكثر إستخداما في مصر

١-٥-٥- معوقات وتحديات الدولة المصرية نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة.

١-٥-٦- الفرص والإمكانات المصرية لدعم استدامة التصميم المعماري واستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة.

١-٦- إنجازات ومبادرات مصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة.

١-٦-١- قوانين وتشريعات الدولة المصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة.

١-٦-٢- الكود المصري لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المباني.

١-٦-٣- نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS في مصر .

١-٦-٤- صناعة تقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر.

١-٦-٥- أمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر .

١-٧- خلاصة الفصل.

١ – ١ –المقدمة:

إن تحقيق التنمية المستدامة يتطلب توفر خدمات الطاقة فهي المحرك الأول والدعامة الأساسية لتحقيق تنمية إقتصادية وإجتماعية،ليبقى الجانب البيئي هو حجر الزاوية بالنسبة لعملية التنمية المستدامة,ولكن مع مشكلة نضوب مصادر الطاقة التقليدية وتلوث البيئة الناشئ عن الإفراط في حرق النفط والفحم ومع زيادة أسعارها ترتب على ذلك مشاكل إقتصادية كبيرة وخاصة في دول العالم النامي,لذلك وجب التوجه نحو الطاقات المتجددة التى لا تنضب والتي يمكن أن تؤمن أضعاف معدل الإستهلاك الحالي للطاقة في العالم إذا ماتم إستغلالها بالشكل الصحيح وتفعيل التقنيات الحديثة المعنية بتحويل تلك الطاقات إلى صور الطاقة الثلاث من كهرباء وحرارة وحركة وبالتالي فإن توجه المصممين والمخططين للعمران البيئي أمر حتمي نحو التوظيف الإيجابي للطاقة المتجددة, لذا يناقش هذا الفصل من الدراسة البحثية دراسة لنُظم وأنواع الطاقات المتجددة ويتم ذلك من خلال التعريف بالطاقات الجديدة والمتجددة وأهميتها والتعرف على مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية، ثم عرض لإستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة من خلال دراسة وضع الطاقة التقليدية في مصر وماهي أزمة الطاقة في مصر و أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة ثم يأتي بعد ذلك عرض لمصادر الطاقات الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر، وماهي معوقات وتحديات الدولة نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة حيث تعتمد فرص تطبيق وتنفيذ برنامج صناعة تقنيات الطاقات المتجددة في مصر بدرجة كبيرة على التغلب على المعوقات والتحديات التى تواجهها ، و دراسة سوق الصناعة المصرية لتقنيات ومعدات الطاقات الجديدة لأن تعزيز قيام الصناعة المحلية لتقنيات الطاقات المتجددة في مصر يؤدي الى تشجيع الاستثمار في نظم انتاج الكهرباء في مصر ودعم عمليات البحوث والتطوير في تنفيذ برامج الطاقة المتجددة ، وينتهي الفصل بأمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر في المجالات المختلفة المعمارية والعمرانية بهدف إنتاج عمران مستدام صديق للبيئة ومولد ومنتج للطاقة أيضا مما يساهم في الحفاظ على حقوق الأجيال الحالية والأجيال القادمة في بيئة أرضية صحية وطاقة متجددة لا تنضب.

١ – ٢ –تعريف الطاقات الجديدة(غير التقليدية) والمتجددة:

الطّاقة المتجددة هي الطّاقة المُستَمّدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد ولا تنفذ ، وتنتج الطّاقة المتجددة من الرياح والمياه والشمس, كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر أو من طاقة حرارية أرضية وكذلك طاقة الكتلة الحيوية الناتجة من المحاصيل الزراعية والأشجار المنتجة للزيوت.[١]

[١] سعود يوسف عياش ،(١٩٨١)، تكنولوجيا الطاقة البديلة، كتاب، دار النشر:الكويت. وحدة النشر والترجمة.

١-٣- مميزات وعيوب الطاقات الجديدة والمتجددة[١]:

أولا: المميزات:

تكمن إيجابيات الطاقات الجديدة والمتجددة في العديد من النقاط يمكن ذكر أهمها فيما يلي:

- تعتبر الطاقة المتجددة طاقة دائمة لا تنضب.
- تعطي طاقة نظيفة خالية من الشوائب والنفايات والمخلفات.
- تحافظ على صحة الإنسان.
- تعتبر طاقة محافظة على البيئة، ولا تسبب لها أي أضرار.
- تخفض نسبة الكوارث الطبيعية الناتجة عن ظاهرة الإحتباس الحراري.
- لا تتسبب في إنتاج الأمطار الحامضية المؤذية للنباتات.
- تشكل حماية لمختلف انواع الكائنات الحية، خاصة تلك المهددة بالانقراض
- تحمي المياه الجوفية ومياه البحار والأنهار والثروة السمكية من التلوث والانقراض.
- تساهم في تحقيق الأمن الغذائي من خلال استخدامها في المجال الزراعي.

ثانيا: العيوب:

- ارتفاع تكلفة التطوير حيث يتطلب تطوير محطات الطاقة المتجددة الكثير من التكلفة في كل من البحوث وتصنيع المكونات اللازمة لإتمام عمليات إستخدامها بنجاح.
- تقلبات الطقس وذلك لأن جميع مصادر الطاقة المتجددة تقريباً معرضة لتقلبات الطقس وتغير الظروف المناخية، فالأمطار الوفيرة أو الرياح البطيئة يمكن أن تقلل من إنتاج تلك الطاقة، كما أن التغير المناخي المتوقع في بعض الأماكن قد يجعل من الصعب إنتاج الطاقة المتجددة بها.
- الصيانة المستمرة لتقنيات الطاقات الجديدة والمتجددة.
- عدم توافرها في جميع الأماكن حيث لا تتوافر كثافة إشعاع الطاقة الشمسية أو المياه والرياح في جميع المناطق، مما يتطلب إنشاء المزيد من مرافق البنية التحتية لنقل الطاقة.
- توفير المساحات الكبيرة ،فمثلا يتطلب إنتاج كمية كبيرة من الطاقة المتجددة إقامة الكثير من الألواح الشمسية ومزارع الرياح، فهناك حاجة لمساحات شاسعة من الأرض لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة المتجددة.

[١] سعود يوسف عياش ،(١٩٨١)، تكنولوجيا الطاقة البديلة، كتاب، دار النشر:الكويت. وحدة النشر والترجمة.

١-٤-مصادر الطاقات الجديدة(غير التقليدية) والمتجددة وتطبيقاتها العملية:

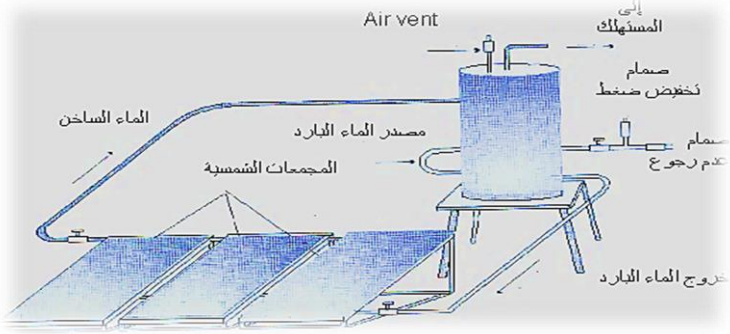
١-٤-١- الطاقة الشمسية:

وهي إحدى مصادر الطاقة التي يمكن الإعتماد عليها بشكل كبير كما أن لها العديد من الإستخدامات والتي تشمل عمليات التسخين والتبريد وعمليات توليد الطاقة الكهربائية. هذا وتختلف تطبيقات الطاقة الشمسية بإختلاف التكنولوجيا المطبقة للحصول على الغرض المطلوب [١]

أمثلة تطبيقية لإستخدامات الطاقة الشمسية:[٢]

١- **تسخين المياه وتسخين حمامات السباحة بواسطة الطاقة الشمسية:**حيث تقوم المجمعات الشمسية بتجميع الطاقة الشمسية وإستخدامها في تسخين الماء وتتناسب كمية الطاقة الحرارية المجمعة مع كمية ضوء الشمس المباشر الذي يتم إستقباله، وتحتاج إلى عدد أكبر من المجمعات الشمسية ووحدات تخزين أكبر سعة وأنظمة تحكم أكثر تعقيدا من مثيلاتها التي تستخدم لتسخين الهواء، ويمكن أيضًا إستخدام الطاقة الشمسية في تبريد المياه وفى هذه الحالة يمكن أن يستفاد من الحرارة المجمعة من الشمس على مدار العام.

٢- **تسخين /تبريد الهواء في الفراغات المختلفة بواسطة الطاقة الشمسية:** مجمعات الطاقة الشمسية المتوسطة الحرارة كما بالشكل (١-١)التي تستخدم لتدفئة أو تكييف الفراغات وتعمل بنفس فكرة عمل سخانات الأنظمة الشمسية.



شكل(١-١) فكرة عمل المجمعات الشمسية،المصدر :http://energy.blogspot.com

[١] هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،(٢٠١٨)،التقرير النهائي، مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة ، في جمهورية مصر العربية

[٢] سعود يوسف عياش ،(١٩٨١)، تكنولوجيا الطاقة البديلة، كتاب، دار النشر:الكويت. وحدة النشر والترجمة.

٣- **مركزات الطاقة الشمسية:** وهي تقوم بتركيز الطاقة الشمسية بدرجات حرارية تتراوح بين(٥٠-٥٠٠٠) درجة مئوية في الشكل(١-٢) كافية لإنتاج طاقة حرارية كبيرة تقوم بتوليد البخار الذي يستخدم في تشغيل التوربينات البخارية لتوليد الكهرباء.

شكل(١-٢) فكرة عمل المجمعات الشمسية المركزة(مرايا القطع المكافئ المستطيلة).

المصدر: http://energy.blogspot.com

٤-**التسخين / التبريد الشمسي السلبي:** حيث تقوم الأبنية التي تستخدم الطاقة الشمسية السلبية بتجميع ضوء الشمس للمساعدة في تسخين الأماكن وأحيانًا في تسخين المياه هذا ويتم التحكم في ضوء الشمس وإستخدام أساليب أخرى للمحافظة على برودة المبنى في أثناء فصل الصيف متعلقة بالغلاف الخارجي للمبنى مثل توجيه المبنى وتشكيل الأسقف والفراغات والتحكم بنسب وإرتفاعات الفتحات ومواد البناء وإستخدام التظليل والتحكم في حركة الرياح وغيرها من معالجات التصميم الشمسي السلبي لتجنب مشاكل زيادة درجة الحرارة في فصل الصيف أو البرودة في فصل الشتاء.

٥- **الإضاءة الطبيعية:** هي أنظمة للإضاءة تستخدم الضوء الصادر من الشمس لكي يكمل أو يحل محل الإضاءة الصناعية وعلى الرغم من أن أنظمة الإضاءة النهارية يمكن أن تطبق واقعيًا على أي مبنى إلا أنها تكون أكثر كفاءة إذا تم وضعها في المراحل الأولى من التصميم الخاص بالمبنى والعامل الرئيسي في أنظمة الإضاءة النهارية وذلك يتضمن نوافذ جيدة التصميم ونظام لمراقبة الأسقف وإضاءة للأرفف وتصميمات أخرى لكي تساعد في توزيع ونشر الضوء في الداخل ووسائل للتحكم في الضوء لأنظمة الإضاءة الصناعية داخل المبنى.

٦- **الخلايا الشمسية الضوئية(الخلايا الكهروضوئية)** : تعمل الخلايا الكهروضوئية بشكل مختلف عن الأنظمة الحرارية للطاقة الشمسية كما في الشكل(١-٣) فهى تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء بدون تحريك لأي أجزاء وبدون إنتاج مخلفات للوقود أو تلويث للهواء أوإنتاج إنبعاثات للغازات الضارة .

شكل(١-٣) فكرة عمل الخلايا الكهروضوئية الشمسية على أسطح المنازل، المصدر:
http://eng-gate.net.renewable-energy/solar-energy

مميزات وعيوب الطاقة الشمسية:[١]

أولا: المميزات:

- التقنيات التي تستخدم في هذا النوع من الطاقة المتجددة بسيطة نسبياً عند مقارنتها بالتقنيات التي تستخدم في مصادر الطاقة الأخرى مثل الرياح.
- تعتبر الطاقة الشمسية مصدراً آمناً بيئياً، كما أنّها طاقة صديقة للبيئة فلا تُحدث أي شكل من أشكال تلوث الجو، وذلك يجعل منها محافظة على البيئة والحياة البيئية بشكل عام.
- تعتبر مصدراً دائماً للطاقة، فلا تفنى إلا عند فناء العالم.
- لا يلزم لإنتاج هذه الطاقة استخدام أي نوع من الوقود مما يجعلها مصدر قليل التكلفة.
- لا تحتاج في الغالب هذه الطاقة إلى الكثير من القطع المتحركة لإنتاجها.

ثانيا: العيوب:

- كفاءة الخلايا الشمسية تقدر بحوالي ٢٠ % فقط، وعلى الرغم من ذلك فما تزال الدراسات العلمية وعمليات البحث والتطوير على الخلايا قائمة لرفع معدل الكفاءة.
- ارتفاع أسعار البطاريات التي تستخدم في تخزين الطاقة الشمسية، كما أنه من الصعب تخزين هذه الطاقة بدون خسارة كميات كبيرة منها.
- تكلفة إنشاء نظام شمسي مكلف تقريباً، ولكن على فترات طويلة يكون استخدام هذه الطاقة مربح.
- عدم توفر الطاقة الشمسية لطوال اليوم، كما أنّ وجودها أو عدم وجودها يتغير بتغير فصول السنة مما يجعل هذا المصدر غير ثابت .

[١] سعود يوسف عياش ، مرجع سابق.

- ارتفاع تكلفة المعدات التي تحول الطاقة الحرارية الناتجة من الشمس لطاقة كهربائية أو طاقة كهرومغناطيسية مما يصعب وجود مثل هذه المعدات في بعض الأحيان.

١-٤-٢- طاقة الرياح:

تُعرّف طاقة الرياح بأنّها شكل من أشكال الطاقة التي تقوم فيها التوربينات بتحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقةٍ ميكانيكية أو كهربائية يمكن استخدامها في توليد الطاقة،وهي نتاج تاثير الإشعاع الشمسي الناتج عن مجموعةٍ من العوامل التي تتضمن التسخين غير المتكافئ للغلاف الجوي للأرض عن طريق إشعاع الشمس والاختلافات في الطبوغرافيا وتناوب الأرض.

أمثلة تطبيقية لإستخدامات طاقة الرياح:[١]

١- استخدام توربينات الرياح فوق سطح المنازل:

في مدينة دونجتان الصينية كما في الشكل(١-٤) يتم دمج الواح الخلايا الشمسية وطواحين الهواء الصغيرة وتثبيتها فوق أسطح المباني السكنية لتوفير ما يمكن من الطاقة بالافكار المبتكرة للتقنيات مما يقلل من الطلب على احتياجات الطاقة التقليدية بنسبة تصل الى مايقرب من ٧٠ % .[٢]

شكل(١-٤) توربينات الرياح والالواح الشمسية المثبتة فوق المنازل

المصدر: http://af.cnwindsolar.com/green-energy/wind-power-system

٢- استخدام طاقة الرياح في أغراض التحلية والحصول على الماء النظيف :

حيث تقوم توربينات الرياح في هذه الحالة ليس لتوليد الكهرباء وإنما لتحلية المياه ,حيث بدلاً من أن يحتوي التوربين بداخلها على مولد ومحول ومكونات كهربائية فإنه يحتوي على مكونات ميكانيكية تُستخدم لأغراض التحلية. حيث تستخدم توربينات طاقة الرياح تقنيتان مختلفتان للحصول على المياه الصالحة للشرب ,عن طريق تحويل الهواء إلى ماء او عن طريق تحويل الماء الملوث أو المالح إلى ماء صالح للشرب.

---

[١] سعود يوسف عياش ، مرجع سابق.

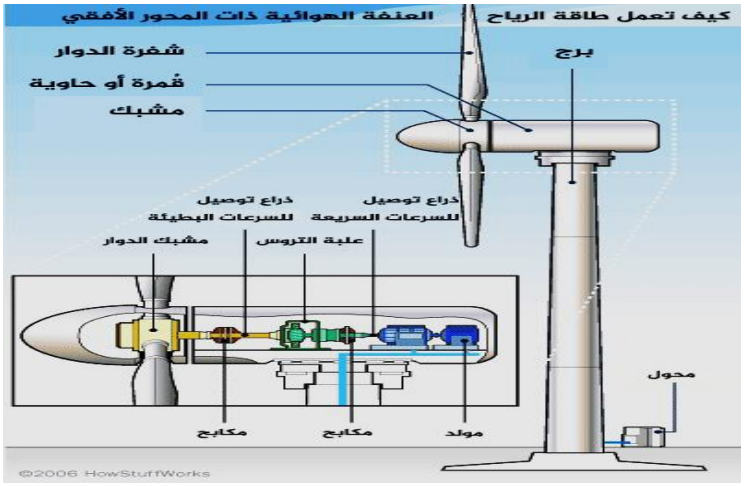
[٢] Herbert Girardet (٣١ July ٢٠٠٩). "Dongtan - the world's first eco-city". World Business Council for Sustainable Development.

٣- إستخدام طاقة الرياح في إنتاج طاقة ميكانيكية:

توربينات الرياح يمكنها أيضا إنتاج طاقة ميكانيكية (حركية) حيث يتمّ استخدام الطاقة الحركية للرياح لخلق الطاقة الميكانيكية والتي تستخدم في عدد كبير من التطبيقات، مثل ضخ المياه، الري، تجفيف الحبوب وتسخين المياه.

٤-استخدام توربينات الرياح لانتاج الكهرباء :

المكونات الرئيسية لتوربين الرياح كما يظهر في الشكل(١-٥) هي شفرات دوَّارة تحمل على عمود ومولد يعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربية، فعندما تمر الرياح على الشفرات تخلق دفعة هواء ديناميكية تتسبب في دوران الشفرات، وهذا الدوران يشغل المولد فينتج طاقة كهربية، كما جهزت تلك التوربينات بجهاز تحكم في دوران الشفرات (فرامل) لتنظيم معدلات دورانها ووقف حركتها إذا لزم الأمر، وتعتمد كمية الطاقة المنتجة من توربين الرياح على سرعة الرياح وقطر الشفرات؛ لذلك توضع التوربينات التي تستخدم لتشغيل المصانع أو للإنارة فوق أبراج؛ لأن سرعة الرياح تزداد مع الإرتفاع عن سطح الأرض وعادة يتم تخزين الكهرباء الزائدة عن الاستخدام في بطاريات، ولأن هناك بعض الأوقات التي تقل فيها سرعة الرياح، مما يصعب معه إنتاج الطاقة الكهربية، فإن مستخدمي طاقة الرياح يجب أن يكون لديهم مولدًا احتياطيًّا يعمل بالديزل أو بالطاقة الشمسية لاستخدامه في تلك الأوقات ،المكان الأفضل لوضع التوربينات عمل حقل رياح.



شكل(١-٥) كيفية عمل توربينات الرياح.

المصدر: http://af.cnwindsolar.com/green-energy/wind-power-system

مميزات وعيوب طاقة الرياح:[1]

أولا المميزات:

- تُعدّ طاقة الرياح واحدة من أسرع المصادر نمواً لتوليد الكهرباء الجديدة في العالم
- إنّ الطاقة الكهربائية المنتجة من طاقة الرياح نظيفة أي لا تنتج أيّ تلوث أو غازات.
- ساعدت طاقة الرياح على توفير كمية كبيرة من النفقات والتكاليف التي كانت تدفعها الدول مقابل الحصول على مولدات كهربائية، وإنشاء محطّاتٍ خاصة بالكهرباء.
- تساعد طاقة الرياح على التنمية الاقتصادية وذلك لأنه بالإضافة إلى أنّ طاقة الرياح طاقة قليلة التكلفة فإنّ طاقة الرياح هي مصدر للكهرباء يتمّ إنتاجه محلياً ولا تتطلب الوقود، ممّا يمكن المجتمعات المحلية من الحفاظ على الأموال في اقتصادها وخلق فرص العمل وزيادة قاعدة الضرائب التي تعتبر من فوائد التنمية الاقتصادية الأخرى للمجتمعات المحلية التي تستخدم طاقة الرياح.
- القدرة على استخدامها في أغلب الأوقات.
- يمكن استخدام الأراضي الموجودة فيها) طواحين الهواء كحقول زراعية.
- من الممكن استخدام طواحين (مولّدات) صغيرة الحجم توضع في أعلى المباني.

ثانيا العيوب:

- تُسبّب الإزعاج والضوضاء بسبب صوتها العالي أثناء الدوران وخاصة المثبتة فوق المنازل.
- تقتل بعض الطيور التي تصطدم بها أثناء طيرانها، أو وقوفها عليها خصوصا في فترة هجرتها.
- اختيار الموقع المناسب لإنشاء التوربينات ، حيث لا يمكن تطبيقها في كافة المناطق بصورة عامة وتتطلب أماكن ذات طبيعة خاصة مثال(مفتوحة–مرتفعة– ....غيرها)
- لا يمكن لهذه الطاقة أن تزود قطاع النقل مما يؤدي إلى إعتماد قطاع النقل فقط على المنتجات النفطية.
- على الرغم من أنّها طاقة متجددة إلا انها موسمية كما أنّه في بعض الاحيان لا تتوافق سرعة الرياح مع الطاقة الكهربائية.
- التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء والإهتزازات الصادرة عنها قد تزعج الأشخاص القاطنين بجوار حقول الرياح، ولتقليل هذه التأثيرات يفضل إنشاء حقول الرياح في مناطق بعيدة عن المناطق السكنية.
- الأثر البيئي السلبي لعمليات البناء والتشغيل المتعلقة بالتوربينات.

[1] سعود يوسف عياش ، مرجع سابق.

١-٤-٣- طاقة المياه[١]:

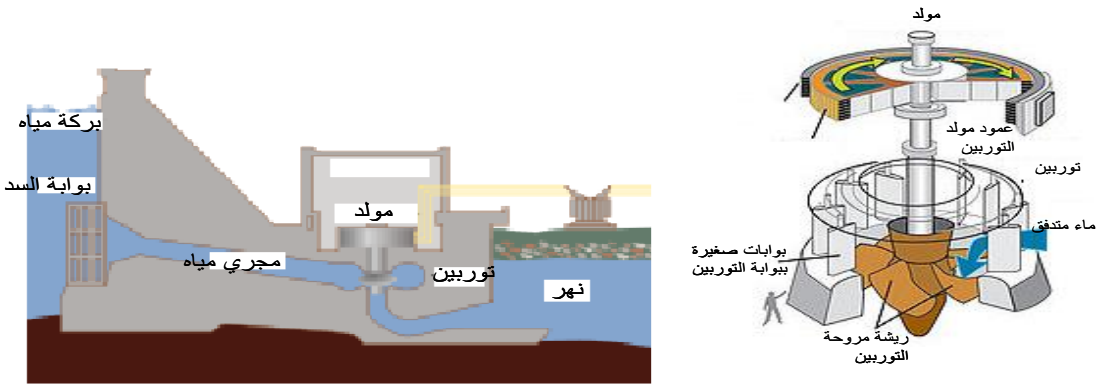
الطاقة المائية هي الطاقة المستمدة من حركة المياه المستمرة والتي لا يمكن ان تنفذ ،وهي من مصادر الطاقة المتجددة، وبمعنى آخر هي الاستفادة من حركة المياه لأغراض مفيدة.

أمثلة لإستخدامات الطاقة المائية:

- **الطاقة الكهرومائية** والمقصود هنا السدود والمنشآت النهرية التي تنتج الكهرباء من تحول الطاقة الحركية الي طاقة ميكانيكية ثم الي طاقة كهربائية.
- **طاقة الامواج** وهي الطاقة الحركية التي تنتج من حركة الامواج في البحار و المحيطات.
- **طاقة (المد و الجزر)** و هي الطاقة الناتجة عن دوران القمر حول الارض و دوران الارض حول الشمس و حول نفسها.

اولا : إستخدامات الطاقة الكهرومائية:

تعتمد طريقة التوليد على تحويل طاقة المياه الكامنة إلى طاقة حركية, ثم إلى طاقة كهربائية كما في الشكل (١-٦) و ذلك عن طريق بناء سد على مجرى مائي, فتتكون بحيرة اصناعيه بسعة مائية كبيرة وتعتمد الطاقة الكامنة في ذلك الخزان الكبيرعلى كمية المياه التي يحتويها وبالتالي كتلتها، فعند فتح المنفذ المائي في السد, تتدفق المياه بتأثير الجاذبية, وتتحول طاقة الدفق الكامنة إلى طاقة حركية, والطاقة الكامنة تتحول بكاملها إلى طاقة حركية, تقوم الطاقة الحركية للمياه (قوة الدفع) بشغل آلي هو تدوير توربينات المولد وتنقل طاقة التدوير الآلية إلى قلب المولد حيث تقوم مع المجال المغناطيسي العالي بتوليد الطاقة الكهربائية بالحث المغناطيسي, ثم تنقل الطاقة الكهربائية المولدة إلى شبكة التغذية بتوتر عال لتقليل الهدر الناجم عن مقاومة التيار الكهربائي في الأسلاك.



شكل(١-٦) توربين كهرومائي و توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية ،المصدر:.https://ar.wikipedia.org

[١] احمد شفيق الخطيب،يوسف سليمان خير الله،(٢٠٠٢),القدرة المائية،كتاب، موسوعة الطاقة المستدامة، دارالنشر:مكتبة لبنان ناشرون.

ثانيا :إستخدام الطاقة من الأمواج:[1]

يستفيد علماء الطاقة من أمواج البحر، ويصنعون معدات خاصة تمكنهم من وضعها على سطح الماء حيث تقوم الأمواج برفعها وخفضها باستمرار كما في الشكل

(١-٧)، وهذا يؤدي إلى توليد حركة ميكانيكية يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية تُنقل عبر أسلاك للاستفادة منها وإن أول قام بتنفيذ فكرة الاستفادة من الأمواج هو رجل فرنسي يدعى Monsieur Girard حيث حاول عام ١٧٩٩ الاستفادة من حركة الأمواج في إمداد الطاحونة والمضخة بالطاقة، وإن اول مزرعة امواج تجارية عرفها العالم كانت فى البرتغال فى متنزه اجوكادورا الذى تعمل بقدرة ٧٥٠ كيلو وات, تعمل بتكنولوجيا تستخدم الحركة الناتجة عن تلاطم امواج سطح المحيطات لتوليد كهرباء.

شكل (١-٧) مزارع الأمواج (wave farm) لتوليدالكهرباء باستخدام الطاقة المائية ،المصدر :.https://ar.wikipedia.org

ثالثا إستخدام طاقة المد والجزر:

هى احد انواع الطاقات المتجددة والتى تتبع الطاقه الكهرومائية وتسمي بطاقة المد والجزر لانها تستغل حركتى المد والجزر في توليد الكهرباء ولكنها لها قيود على التواجد فلابد من إن يكون ارتفاع المد والجزر لا يقل عن ٥ متر، والمد والجزر من مصادر الطاقة الميكانيكية في الطبيعة، وهذه الظاهرة تنشا عن التجاذب بين الأرض والقمر، ويكون تأثير قوى التجاذب كبير في المنطقة التي يتعامد عليها القمر على سطح الأرض، ولا يتأثر سطح اليابس بهذه القوة بينما يتأثر سطح الماء ، وفي المحيطات ينبعج الماء إلى أعلى، وينجذب كذلك مركز الأرض في اتجاه القمر؛ مما يسبب مداً آخر في المنطقة المقابلة من الأرض.[2]

[1] بشير صبحي احمد،(٢٠١٦)،كتاب، مقدمة مصادرالطاقة المائية،مكتبة كتب الهندسة والتكنولوجيا.
[2] بشير صبحي احمد،(٢٠١٦)،كتاب، مقدمة مصادرالطاقة المائية،مكتبة كتب الهندسة والتكنولوجيا.

طرق توليد الكهرباء من ظاهرة المد والجذر :[1]

يمكن توليد الطاقة بواسطة المد والجذر اما عن طريق انشاء الحواجز المدية وتدعى بالطريقة الشاطئية, او عن طريق نصب توربينات مائية تشبه التوربينات المستخدمة في طاقة الرياح ولكنها تكون تحت الماء وتدعى بالطريقة البعيدة عن الشاطئ.

١- الطريقة الأولى (الطريقة الشاطئية):

وهي طريقة بناء السدود كما هو منفذ في محطة Rance بفرنسا والتي بُنيت عام ١٩٦٦ وتعمل بقوة ٢٤٠ ميجاوات . بُني هذا السد للتحكم في التيارات الناتجة عن المد والجذر وتوجيه هذه التيارات بطريقة تمر في فتحات التوربينات أو المراوح وبالتالي تدويرها والحصول على الطاقة الكهربائية، ولكن استخدام هذه التكنولوجيا تعتمد على وجود الأماكن المناسبة عند مصبات الأنهار مثلا أو في مضايق البحار، وهناك تقام السدود لاستخدامها. وللاستفادة من تيارات المد والجذر التي هي بطبيعة الحال ذو اتجاهين، لابد من تركيب المروحة على رأس متحرك ليتناسب مع اتجاه التيارات وبالتالي رفع نسبة الاستغلال، ويميز هذه التكنولوجيا اذا ما قورنت بتكنولوجيا توليد الطاقة من الريح ان كثافة المياه أعلى من كثافة الهواء ،و بالتالي يكون توليد الطاقة من الجذر للمروحة الواحدة أعلى عنه بالمقارنة بتوليدالكهرباء بواسطة الرياح، ويتم ذلك عند سرعة دوران منخفضة من خلال استخدام ناقل الحركة.

أجزاء محطات المد الجذرية:

إن مبدأ عمل المحطات المدية الجذرية كما بالشكل (١-٨) يشبه إلى حد ما المحطات الإلكترومائية إلى أن السد في محطة المد والجذر أكبر بكثير من المحطة المائية. وتتكون المحطة المدية الجذرية من المكونات الرئيسية التالية:

١- الحوض المدي أو المصب .
٢- الحاجز المدي .
٣- بوابات التحكم .
٤- التوربينات المدية.

شكل (١-٨) قطاع عرضي لمخطط المحطة ، المصدر:-http://kawngroup.com/tide-and-ebb-power-stations

[1] احمد شفيق الخطيب،يوسف سليمان خير الله،(٢٠٠٢),القدرة المائية،كتاب، موسوعة الطاقة المستدامة، دارالنشر:مكتبة لبنان ناشرون.

٢- الطريقة الثانية (الطريقة البعيدة عن الشاطئ) :

وتتم هذه الطريقة على مبدأ تركيب توربينات مائية بعرض البحر بعيداً عن اليابسة ولها عدة نماذج منها التوربينات التي تثبت على أبراج أو التي تثبت بقاع البحر.

١- نموذج الأبراج :

يعتمد هذا النموذج على تثبيت مروحة أو مروحتان على برج متين بحيث تكون تلك المراوح تحت سطح الماء. وتتحول طاقة حركة المروحة بواسطة المولد الكهربائي إلى كهرباء وفي شكل(١-٩) يظهر كيفية تثبيت المروحة على البرج وهي لمحطة تجريبة بُنيت عام ٢٠٠٢ بشمال إيرلندا وقوتها ٣٠٠ كيلوات تقريباً.

شكل(١-٩) طريقة-الأبراج-بإيرلندا،المصدر: http://kawngroup.com/tide-and-ebb-power-stations

٢- التوربينات التي تثبت في قاع البحر:

لها الشكل التالي (١-١٠) وهي منتشرة في مناطق مختلفة من العالم وهي مماثلة للنوع السابق من التوربينات المائية من حيث المبدأ والعمل.

شكل(١-١٠): أجزاء العنفات التي تثبت الى قاع البحر.
المصدر: http://kawngroup.com/tide-and-ebb-power-stations،

مميزات وعيوب طاقة المياة:[1]

أولا:المميزات:

- الطاقة متجددة فيمكن توليدها بشكل مستمر عكس الطاقات التقليدية الغير متجددة القابلة للنفاذ.
- المياه التي تستخدم لتوليد الطاقة الكهرومائية يمكن أعادة استخدامها مرة أخرى.
- هي طاقة صديقة للبيئة لا تسبب أي تلوث ، وذلك لعدم وجود تفاعل كيميائي ضار لتوليدها.
- تمثل ثروة هائلة تم إيجادها من لا شيء وذلك لأن طبيعة الدول هي إنشاء السدود للتحكم في المياه عند حدوث الفيضانات ولكن يتم استغلالها أيضاً في توليد الطاقة الكهربائية بكل بساطة بدون تكاليف مرتفعة.
- الدولة التي تعتمد على إنتاج الطاقة الكهرومائية ترتاح كثيراً وتوفر على نفسها التفكير في نفاذ الكهرباء بل أصبح عندها مصدر متجددة غير قابل للنفاذ، وبهذا يزداد فرص جذب الصناعة في هذه الدولة.

ثانيا: العيوب:

- يجب أن يكون ارتفاع المد والجذر ٥ متر ولذلك يوجد في العالم ١٠٠ موقع فقط يتوفر فيها هذا الشرط.
- استخدام هذه تقنية توربينات المياه في المياه المالحة يعرض القطع المعدنية المستخدمة إلى الصدأ وبالتالي لا بد من العناية والصيانة الدائمة وهذا ما قد يرفع من التكاليف وبالتالي تنخفض الأرباح.
- لاستخدام تقنيات الطاقة المائية يجب أن يتم إنشاء خزانات المياه على مساحات هائلة من الأراضي التي توجد على مجرى النهر من الاراضي التي تمتاز بالخصوبة المرتفعة وبالتالي يتم إهدار مساحات واسعة صالحة للزراعة فهذا يعرض البيئة النباتية والزراعة بالخطورة ويهدد حياة الإنسان القائمة في الأصل على وجود النباتات والأراضي الزراعية.
- خطورة وضرر قد تواجه الثروة السمكية نتيجة السدود فهذا يحدث نتيجة ارتفاع درجة حرارة المياه نتيجة الزيادة في حركتها، فهذا يؤدي إلى توقف هجرة الأسماك مع الأنهار، فمحطات توليد الطاقة الكهرومائية قد تضر الحياة النباتية والسمكية وحياة الإنسان بصورة مباشرةَ.

[1] بشير صبحي احمد،مرجع سابق.

١-٤-٤- طاقة حرارة باطن الأرض:[١]

وهي الحرارة المستخرجة من باطن الأرض وهي طاقة نظيفة يمكن الإعتماد عليها ومصادر الطاقة الحرارية المستخرجة من باطن الأرض متعددة فهي تبدأ من الأراضي الضحلة والماء الساخن والصخور الساخنة وحيث نجدهم على بعد أميال قليلة من سطح الأرض والصخور البركانية المنصهرة التي توجد على أعماق كبيرة من السطح حيث تكون درجة الحرارة هناك مرتفعة جدًا وتسمى المجما أي الصخر البركاني المنصهر.

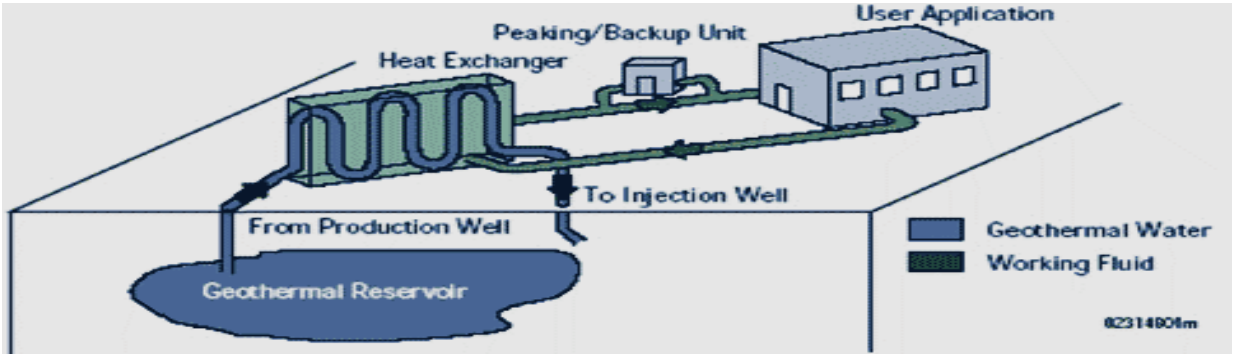
الإستخدامات التطبيقية لطاقة حرارة باطن الأرض:

هناك اسلوبين للاستفادة من طاقة حرارة باطن الأرض

- الإستخدام المباشر
- الإستخدام الغير مباشر

أولا :نظام الإستخدام المباشر لطاقة حرارة باطن الأرض :

يستخدم التسخين الحراري الأرضي المباشر الماء من الينابيع الساخنة أو المياه الجوفية الساخنة في التسخين و التبريد و التجفيف و التدفئة و العلاج الطبيعي و المزارع السمكية و زراعة الفطر و زراعة و تجفيف المحاصيل في البيوت الزجاجية وازابة الثليج ، و تحلية المياه و انتاج المعادن والكيماويات، و تصل درجة الحرارة في الاستخدام المباشر ما بين ٢٠ الي ١٥٠ درجة مئوية و من الدول التي تستخدم التسخين الحراري المباشر فرنسا, و ألمانيا, و أيلاند, و الولايات المتحدة, و الصين ويعتمد هذا النظام علي ضخ سائل الي باطن الأرض فيكتسب حرارتها ثم تستخدم مضخات الحرارة لسحب الحرارة من ذلك السائل واستخدامها في التكييف أو التدفئة وبعد ذلك يعاد ضخ السائل مرة اخري الي باطن الأرض وهو مايعرف بالتدفئة بالحرارة الارضية كما يظهر في الشكل(١-١١) عرض لمكونات نظام التدفئة بالحرارة الارضية.

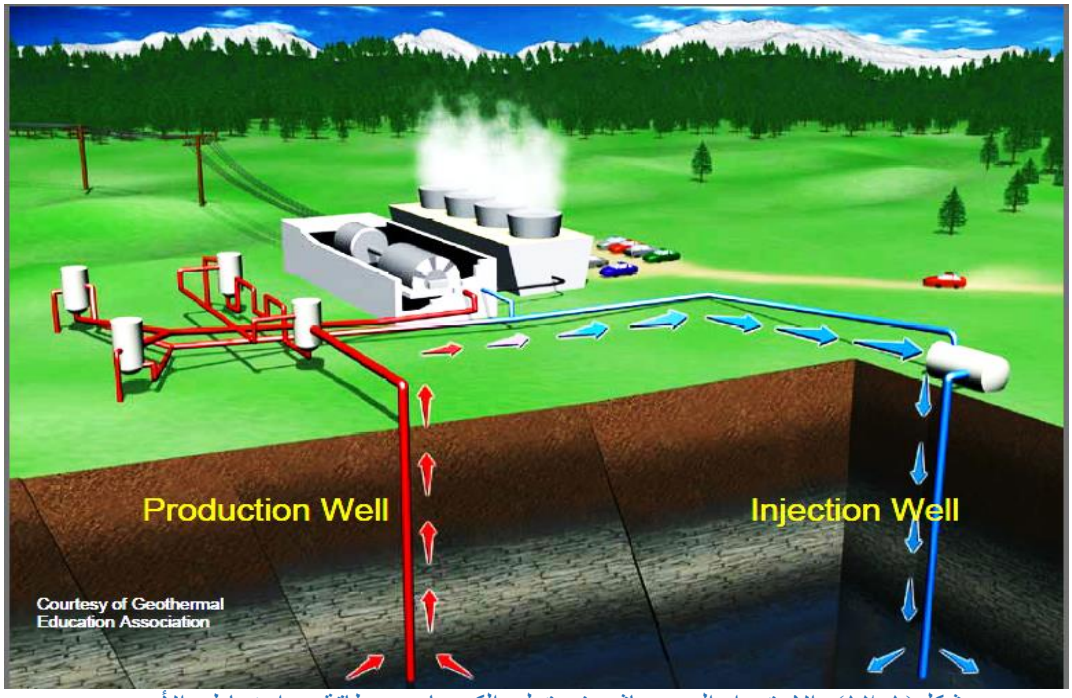


شكل(١-١١) : الإستخدام المباشر لطاقة حرارة باطن الأرض
المصدر:http://kawngroup.com/geothermal-energy

[١] عمار عامر ياسر ،(٢٠١٢)، رسالة ماجيستير، التصميم البيئى وكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة فى المبانى السكنية : دراسة حالة الطاقة فى قطاع غزة – فلسطين، قسم عمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

ثانيا :نظام الإستخدام الغير مباشر لطاقة حرارة باطن الأرض:

استخدام طاقة حرارة باطن الأرض للحصول علي الكهرباء (تحويل الطاقة الحرارية الي طاقة كهربائية) حيث تستخدم لتوليد الكهرباء و يحتاج الي درجة حرارة عالية لا تقل عن ١٢٠ درجة مئوية ، وتاتي فكرة توليد الكهرباء بالبخار أو الماء الساخن تتمثل في حفر بئرين متجاورين في المنطقة ذات النشاط الحراري كما في الشكل(١-١٢) بحيث يتم ربطهما معا بواسطة فتحة أسفلها وعند دفع الماء البارد من فتحة أحد البئرين فإنه يخرج بخارا من فتحة البئر الآخر بفعل الحرارة وتجرى عليه عمليات تحكم لتناسب ضغطه ودرجة حرارته مع متطلبات تشغيل التوربينات البخارية المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية.[١]



شكل(١-١٢): الاستخدام الغير مباشر في توليد الكهرباء من طاقة حرارة باطن الأرض .
المصدر:http://kawngroup.com/geothermal-energy

[١] عمار عامر ياسر ،(٢٠١٢)، رسالة ماجيستير، التصميم البيئي وكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة في المباني السكنية : دراسة حالة الطاقة في قطاع غزة – فلسطين، قسم عمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

مميزات وعيوب طاقة حرارة باطن الأرض:

أولا:المميزات:

- تستخدم لتوفير الحرارة والكهرباء.
- طاقة غير ملوِّثة للبيئةحيث لا تصدر عنها أي انبعاثات أو تكون في بعض الأحيان ذات انبعاثات قليلة.
- مصدر طبيعي ومتوفر؛ حيث أنّ التدفق المستمر للحرارة من باطن الأرض يضمن طاقةً غير محدودة لمليارات السنين القادمة.
- تتواجد في مناطق عديدة من العالم ليتم استغلالها في تطبيقات مختلفة.
- البخار المستخدم في توليد الكهرباء يتم تكثيفه وإعادته للأرض مرة أخرى.
- استخدام الطاقة بشكلٍ مباشر وفعّال أكثر بنسبة ٧٠% من الاستخدام غير المباشر.
- تكون تكلفة التشغيل قليلة حالما يتم انشاء محطة توليد الطاقة، وهو ما يجعل تكلفة توليد الكهرباء أقل.
- تستخدم المضخات الحرارية للتسخين والتبريد في كل مكانٍ تقريباً

ثانيا: العيوب:

- يتطلّب حفر الآبار العمودية الوصول لأعماقٍ سحيقة أسفل سطح الأرض، مما يعني ارتفاع تكلفة إقامة محطات توليد الكهرباء.
- تُشكّل عملية الحفر وسحب المياه المتكررة في بعض المناطق خللاً في استقرار الأرض، مما يؤدي لحدوث الاهتزازات الأرضي.
- حدوث تآكل للرواسب المعدنية المستخرجة من باطن الأرض؛ بسبب وجود المياه وتعرّضها للهواء عند خروجها للسطح لاحقاً.
- احتماليّة نفاذ بخار الماء وصعوبة وجوده في المواقع التي تنخفض فيها درجات الحرارة.
- الحاجة لاستبدال وتغيير الأنابيب القديمة بأخرى جديدة بعد مرور بضع سنوات.
- تعد طاقة متجددة فقط إذا كان معدل استخراج الماء أو البخار أقل من معدل إعادته للأرض ثانية.

١-٤-٥- طاقة الكتلة الحيوية:[١]

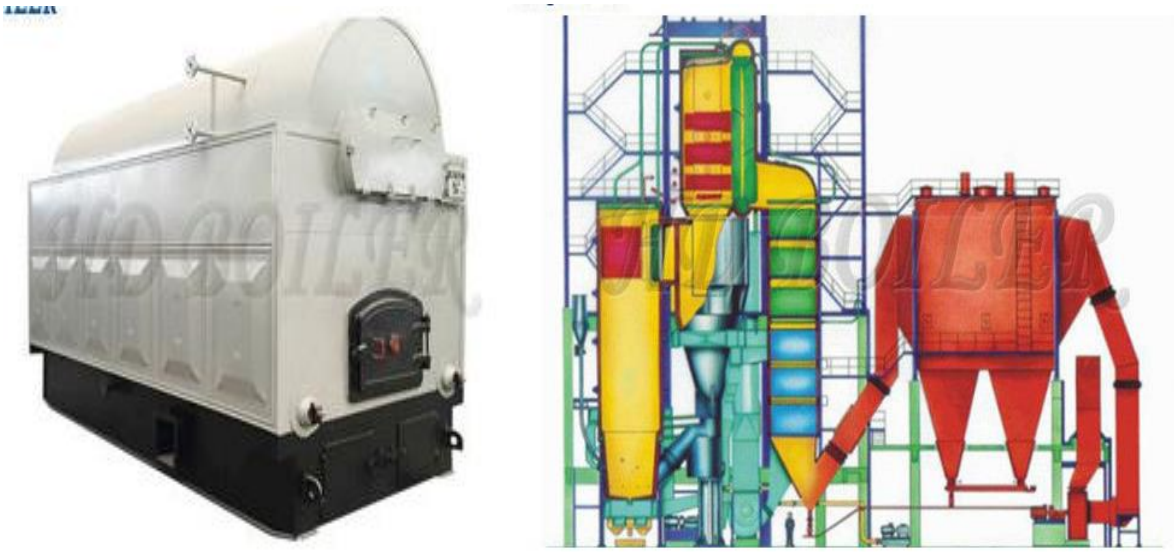
يطلق مفهوم الكتلة الحيوية على كل من مخلفات الغابات والمحاصيل الزراعية وكذلك المحاصيل التي تزرع خصيصًا لإنتاج الطاقة وأي مواد عضوية، فالكتلة الحيوية توفر ميزة إنتاج الأكسيجين إثناء علميات النمو كما أنها تنطلق أثناء عمليات الإحتراق أو التحول ويتولد عنها نسبة من الكربون والسموم أقل من الوقود الأحفورى.

الإستخدامات التطبيقية لطاقة الكتلة الحيوية :

تختلف تكنولوجيا الكتلة الحيوية بإختلاف الغرض من استخدامها ولها العديد من الإستخدامات يتضمن مايلى:-

١- الطاقة الحيوية:

تقوم أنظمة الإحتراق المباشر بحرق الكتلة الحيوية في غلايات لإنتاج البخار الذي يستخدم بعد ذلك لإنتاج الطاقة الحرارية. وهناك تكنولوجيا الحرق المصاحب حيث يتم إستبدال الكتلة الحيوية بالفحم حيث يوجد مراجل بخارية تقوم بحرق كلا الوقودين كما في الشكل(١-١٣) كذلك يمكن تحويل الكتلة الحيوية إلى وقود غازي يستخدم بد لا من الغاز الطبيعي في توربينات الإحتراق.



شكل (١-١٣):طريقة عمل المراجل البخارية لحرق الكتلة الحيوية.
المصدر:https://www.indiamart.com/proddetail/biomass-energy

[١] سعود يوسف عياش ، مرجع سابق.

٢ – الوقود الحيوي:

الوقود الحيوي هو الطاقة المستمد من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الإحفوري والوقود النووي ، وقد بدأت بعض المناطق بزراعة أنواع معينة من النباتات خصيصا لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي، منها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة وأيضا اللفت، في أوروبا. وقصب السكر في البرازيل. وزيت النخيل في جنوب شرق آسيا ،وهذا النوع من التكنولوجيا يقوم على إنتاج وقود سائل يستخدم في وسائل النقل وهذا الوقود مصنوع من الكتلة الحيوية للنباتات السليلوزية (المواد الليفية والتي تختلف تمامًا عن الحبيبات النشوية مثل الذرة) وهذه النباتات السليلوزية يمكن أن تستخدم كبديل للبترول الذي يستخدم في محركات الإحتراق الداخلي .

مميزات وعيوب طاقة الكتلة الحيوية:

أولا:المميزات:

- مصدر طاقة متجدد لأنه يعتمد على مخلفات الكائنات الحية.
- الكتلة الحيوية متوفرة بجميع انحاءالعالم اينما وجدت الكائنات الحية لذلك، يمكن لكل دولة الاستفادة منها .
- لا يسهم حرق الكتلة الحيوية والوقود الحيوي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون،وذلك لأنه عندما تنمو النباتات فإنها تستهلك ثاني أكسيد الكربون وتعطي الأكسجين. وعندما يتم حرقها فإنها تعطي نفس كمية ثاني أكسيد الكربون التي تستهلكها.
- عمل مصدر انتاج غاز ميثان بجانب المنزل من خلال (دفن السماد) وبالتالي يقلل من فواتير الغاز .

ثانيا: العيوب:

- زراعة المحاصيل تحتاج إلى أن تنمو في مساحات واسعة والتي نحتاجها أيضاً في إنتاج محاصيلنا الغذائية .
- قد يزداد تلوث المياه بسبب استخدام الأسمدة لزراعة النباتات.
- يلزم عناية خاصة واهتمام زراعي.
- من الممكن أن ينشأ نقص في المياه وقد يحد ذلك من إنتاج المحاصيل الأخرى.

١-٥-إستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة:

تعتمد فرص تطبيق وتنفيذ برنامج صناعة تقنيات الطاقات المتجددة في مصر بدرجة كبيرة على التغلب على المعوقات والتحديات التى تواجهها ، والهدف من دراسة قطاع الطاقة المتجددة في مصر هو اعطاء دفعة لاستخدام طاقات بديلة بهدف خفض احتياجاتنا من مصادر الطاقة التقليدية ،والمحافظة على البيئة، و تعزيز قيام الصناعة المحلية لتقنيات الطاقات المتجددة في مصر مما سيؤدي الى تشجيع الاستثمار في نظم انتاج الكهرباء في مصر ودعم عمليات البحوث والتطوير في تنفيذ برامج الطاقة المتجددة ولذا انتهجت الدولة المصرية العديد من الإستراتيجيات والسياسات والإجراءات والمبادرات في مجال تطبيق وتفعيل إستخدام الطاقات الجديدة (غير التقليدية) والمتجددة، وفي الجزء التالي من الفصل تتناول الدراسة البحثية بصورة تفصيلية وضع الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر.

١-٥-١- وضع الطاقة التقليدية في مصر:[١]

تعرف مصادر الطاقة التقليدية بغير المتجددة وهي المصادر التي تنضب نتيجة الاستخدام المستمر، فهي محدودة العمر مثل البترول والغاز والفحم، وهذه الأنواع الثلاثة تسمى بالوقود الحفري، وترجع أهمية هذه المصادر إلى ما تختزنه من طاقة كيميائية من السهل إطلاقها كطاقة حرارية عند احتراقها(تفاعلها مع الأكسجين)، وهذه المصادر تكونت منذ فترات طويلة من الزمن ولا يمكن تعويضها، فبمجرد استخدامها تفقد إلى الأبد، ويصل استهلاك مصر من الطاقة غير المتجددة حوالي ٩٢,٥ % ، وهذة الطاقة ملوثة للبيئة وتنتج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الذي يتزايد معدلات انبعاثه سنويا والمتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري ورفع درجة حرارة الأرض مما يؤدي إلي تقلب المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر وغرق المناطق المنخفضة ودلتا الأنهار الخصبة.

[١] حسن حسين التملي،(٢٠١٦)، أزمة الطاقة في مصر و الحلول المقترحة، ورقة بحثية، هندسة القوى الكهربية، كلية الهندسة، جامعة المنيا.

١-٥-٢- أزمة الطاقة في مصر:

تواجه مصر فى حاضرها و مستقبلها نقصا فى مصادر الطاقة التقليدية نتيجة للاستهلاك المستمر والمتزايد للطاقة التقليدية من منتجات بترولية وغاز طبيعي وخاصة بالسنوات الاخيرة كما في الجدول (١-١):

جدول(١-١): يوضح الإستهلاك القومي للطاقة التقليدية في مصر منذ عام ٢٠١٦ حتى عام ٢٠٢٢ :

(%) معدل النمو		معدل استهلاك الطاقة الأولي			السنة
الغاز الطبيعي	المنتجات البترولية	الاجمالي	الغاز الطبيعي	المنتجات البترولية	
٥,٥٦٪	١,٧٨٪	٨٤,٤٥	٥٦,٠٤	٢٨,٤١	٢٠١٦
٥,٤٨٪	٢,٤٥٪	٨٨,٢١	٥٩,١١	٢٩,١٠	٢٠١٧
٥,٥٠٪	٢,٣٩٪	٩٢,١٦	٦٢,٣٦	٢٩,٨٠	٢٠١٨
٥,٢٨٪	٢,٣٤٪	٩٦,١٥	٦٥,٦٦	٣٠,٥٠	٢٠١٩
٥,٢٤٪	٢,٢٨٪	١٠٠,٢٩	٦٩,١٠	٣١,١٩	٢٠٢٠
٥,١٥٪	٢,٢٣٪	١٠٤,٥٤	٧٢,٦٥	٣١,٨٩	٢٠٢١
٥,١٣٪	٢,٥٠٪	١٠٩,٠٧	٧٦,٣٨	٣٢,٦٩	٢٠٢٢

المصدر:٢٠١٩-١١-٢ Ministry of Electricity and Energy: www.moee.gov.eg

مصر تمتلك العديد من المقومات الطبيعية حيث إنه طبقا للدراسات التي أجريت من الجهات المختصة يتضح ما يلي:

- الاحتياطي فى مصر من البترول حوالي ٣,٧ مليار برميل ، و من الغاز الطبيعي حوالي ٦٨,٥ تريليون قدم مكعب .
- حصة مصر و حصة الشريك الأجنبي من إنتاج الزيت الخام و المتكثفات و الغاز الطبيعي لن تفي بتغطية كامل احتياجات مصر ، و عليه ظهرت الحاجة لاستكمالها من السوق العالمية و بأسعار السوق .
- و تجدر الإشارة إلي تناقص إنتاجية الآبار الحالية نظرا للتقادم الزمني الطبيعي ، و أن الاكتشافات الحديثة شملت آبارا صغيرة و متوسطة لا تعوض النقص فى مصادر الطاقة و يواكب ذلك ارتفاع معدلات الاستهلاك ، حيث زاد استهلاك الكهرباء بمعدل حوالي ٧ % سنويا خلال الاعوام من ١٩٩٥ إلي ٢٠١٦

- نظرا لدرجة التشبع السكاني القصوي التي وصل إليها الحيز المعمور الحالي فى الوادي و الدلتا فإن الأمر يستوجب توجيه الزيادة السكانية – و التي تقدر بستين مليون نسمة حتي عام ٢٠٥٠ – إلي محاور تنموية جديدة خارج الوادي و الدلتا فى صحراوات مصر و سواحلها ، وإنشاء مجتمعات عمرانية جديدة تعتمد علي الأساليب و التقنيات الحديثة ، وسوف يكون من أولويات البنية الأساسية لهذه المجتمعات إمدادها بالطاقة الكهربية اللازمة.

١-٥-٣- أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر:

نظرا لأهمية الطاقة في الحياة اليومية وبالتالي ظهور أهمية إستراتيجية لإستخدامات مصادر الطاقة المتجددة وتتمثل أهم أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر فيما يلي:

١. تحقيق أمن الطاقة:

- إن اكتشاف كميات جديدة من مصادر الطاقة المختلفة يضمن استمرار عملية التصدير على المدى البعيد, واستخدام التكنولوجيا المتطورة لزيادة الإنتاج وخفض تكلفة عمليات التنقيب والإنتاج, واستقرار أسواق مصادر الطاقة وعدم انخفاض أسعارها, وتوفر عوامل اقتصادية وسياسية عالمية تساعد على استمرار حاجة العالم لهذه المصادر, وتوفر سيولة مادية واستثمارات أجنبية لدعم عمليات التنقيب والتطوير الداعمة لإنتاجها.

٢. تحقيق الأمن الإقتصادي:

- توفير أرقام هائلة في ميزانيات الدولة والمخصصة لشراء مصادر للطاقة من دول أخرى والإعتماد على نفسها في توفير طاقة كافية لتغطية احتياجاتها من المصادر الطبيعية والمتجددة
- إن تقنيات الطاقات المتجددة والخدمات المتعلقة بها لها بالغ الأثر في العديد من التطبيقات الحيوية في حياة الإنسان مما يتيح فتح سوق كبيرة لتسويق تلك التقنيات مما يحقق الأمن الإقتصادي،حيث أن من أهم المردودات الإيجابية لإستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة هي المردودات الإقتصادية مما يسمى بالإقتصاد الأخضر والذي يهدف إلى إعادة تشكيل وتصويب الأنشطة الاقتصادية لتكون أكثر مساندة للبيئة والتنمية الاجتماعية وتحقيق دخل أعلي للفرد مقارنة بنظيره في ظل النماذج الاقتصادية التقليدية ، وتقليل البصمة البيئية بنسبة ٥٠ % تقريبا في العام ٢٠٥٠ مقارنة بنهج العمل المعتاد من النظام الاقتصادي العالمي السائد حاليا والأزمات العديدة المتزامنة.

٣. تحقيق أمن البيئة:

- ان التغيّير السلبي الملموس في الظروف المناخية في مصر بسبب عوامل انتاج الطاقة التقليدية من حرق للنفط والغاز جعل إستخدام مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة ضرورة لا غنى عنها لأنها تعمل على تقليل التلوث والإنبعاثات الكربونية وتقليل ظاهرة الإحتباس الحراري.

٤. تحقيق الأمن الإجتماعي:

- نظراً لإرتفاع الإستهلاك وإزدياد الحاجة إلى توفير مصادر بديلة للطاقة في العالم كل يوم مع ارتفاع النمو السكاني والحاجة المستمرة إلى تغذية المنشآت والمصانع المختلفة بالطاقة فإن التوجه نحو إستخدام الطاقة المتجددة سوف يتيح توفير عدد كبير من الشرائح الوظيفية الجديدة في كثير من المجالات والتخصصات،بداية من الأبحاث والتصنيع إلى الخدمات والتركيب والصيانة والتوزيع وغيرها من الوظائف المرتبطة بتقنيات الطاقة الجديدة و المتجددة.

١-٥-٤- مصادر الطاقات الجديدة(غير التقليدية) والمتجددة الأكثر إستخداما في مصر:[١]

وتعد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من أهم الطاقات المتجددة في مصر وأكثرها إستخداما ومن المؤكد أن تلعب مصادر الطاقة المتجددة دوراً هاماً في مستقبل الدولة المصرية وفيما يلي إستعراض لأهم مصادر الطاقة المتجددة في مصر.

الطاقة الشمسية:

- مصر إحدى دول منطقة الحزام الشمسي الأكثر مناسبة لتطبيقات الطاقة الشمسية تم إصدار أطلس شمس مصر مشتملا علي قراءات تم حصرها على مدى سنوات لجميع مناطق الجمهورية، ومتضمنا أيضا عام نمطي يتم فيه تمثيل البيانات المتوقعة لكل أيام العام مثل الإشعاع الشمسي وساعات سطوع الشمس.
- تُظهر نتائج الأطلس تراوح متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي ما بين ٢٠٠٠ – ٣٢٠٠ ك.و.س/م٢/السنة.
- يتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩ – ١١ ساعة/ يوم، وهو ما يعني توافر فرص الاستثمار في مجال تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة.

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٨) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،تشريعات الطاقة المتجددة ،مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation ٢-١١-٢٠١٩

طاقة الرياح:

تعتبر مصر من البلدان الرائدة في المنطقة العربية في مجال أستخدام طاقة الرياح واستغلال هذه الطاقة لإنتاج الكهرباء على نطاق واسع ومن خلال التعاون بين أجهزة الدولة مع هيئة الأرصاد الجوية ومعامل ريزو الدنمركية تم إصدار أطلس رياح يشمل جميع أنحاء الجمهورية في ديسمبر ٢٠٠٥، وخلص الأطلس إلى توافر مناطق واعدة تتمتع بسرعات رياح عالية وهي:

منطقة غرب خليج السويس – على جانبي النيل – بعض المناطق بسيناء – الغردقة والزعفرانة ، بما يؤهل لإقامة مشروعات كبرى لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح وقد تم تقسيمها الي ثلاث انواع بناء على سرعة الرياح:

- مناطق سرعة الرياح بها عالية ، مثل خليج السويس تبلغ حوالى ١٠,٥ م/ث على ارتفاع ٥٠ م.
- مناطق سرعة الرياح بها متوسطة ، مثل مناطق شرق وغرب النيل تبلغ حوالى ٧,٥ م/ث على ارتفاع ٨٠ م.
- مناطق سرعة الرياح بها منخفضة والتي تمثل معظم مناطق مصر.

١-٥-٥- معوقات وتحديات الدولة المصرية نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة:[١]

١- توفير التمويل:

مر تمويل برامج الطاقة المتجددة وما ارتبط بها من مشروعات في مصر بثلاث مراحل فالمرحلة الأولي تم الاعتماد فيها على المنح المتقدمة من الهيئات الدولية لإنشاء مشروعات الطاقة المتجددة وذلك في نهاية الثمانينيات وبداية التسعينات والمرحلة الثانية خلال منتصف التسعينات وتم الاعتماد فيها على التمويل المشتركة بين الحكومة والمنح ومع دخول الألفية الجديدة تم الاعتماد على التمويل الذاتي ، ومع التحول نحو التمويل الذاتي يحتاج تنمية الاستثمارات توفير قروض ميسرة تجذب مستثمر القطاع الخاص او الحكومة مما يدعم تكلفة الانتاج.

٢- التوعية الثقافية:

زيادة الاعلام والتوعية الثقافية بأهمية التنمية المستدامة والحفاظ علي البيئة وضرورة التحول الكامل نحو الطاقات المتجددة في مصر.

٣- دعم جاذبية المناخ الاستثماري :

التوسع في جذب الإستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة ، وحيث ان تعريفة الكهرباء المولدة من طاقة الرياح تباع بأقل من تكلفة إنتاجها يعتبر ذلك عائقا أمام تقديم أسعار جاذبة للإستثمار في مصر بقطاع الطاقات المتجددة.

[١] فريد كافي ، (٢٠١٦),"الطاقات المتجددة بين تحديات الواقع ومأمول المستقبل : التجربة الالمانية نموذجا "،بحوث اقتصادية عربية ،العددان ٧٤\٧٥

٤- دعم صناعة تقنيات الطاقة المتجدده:

بدأت المصانع المصرية في إنتاج بعض المعدات الخاصة بصناعة الطاقة الشمسية مثل الالواح الشمسية والسخانات الشمسية والمولدات الكهربية الشمسية وأيضا معدات طاقة الرياح مثل أبراج التروبينات ولديها ميزة نسبية وتستوفي الشروط القياسية ولكن للحصول على نفس الميزة لبعض المنتجات الاخري مثل الشفرات لابد من التوسع في برامج الطاقة المتجددة بما يبرر ضرورة التوسع في صناعات الطاقة المتجددة والتمتع بمميزات اقتصاديات الحجم الكبيرمما يسهم كثيرا في مستقبل اقامة مشروعات طاقة الرياح والطاقة الشمسية بتكلفة أقل في مصر ، وفيما يلي أمثلة لإسهامات شركات الطاقة المصرية في صناعة تقنيات الطاقة المتجددة.

١-٥-٦- الفرص والإمكانات المصرية لدعم استدامة التصميم المعماري واستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة:[١]

من أهم الإمكانات المتوافرة في مصر والتي تدعم عملية التصميم المعماري المستدام هي وجود العديد من المنظمات الرسمية والهيئات الحكومية التي تدعم تحقيق استدامة التصميم المعماري واستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة ويذكر منها:

١- وحدة المدن المستدامة والطاقة المتجددة :

تم تشكيل وحدة المدن المستدامة والطاقة المتجددة طبقاً للقرار الوزاري رقم (٥١٢) لسنة ٢٠١٤ , تقوم هذه الوحدة بوضع واقتراح الاستراتيجيات والخطط اللازمة لضمان توافر معايير العمران الأخضر المستدام في المدن الجديدة وعلى الأخص فيما يتعلق باستخدامات مصادر الطاقة وتقدم هذه الوحدة الدعم الفني والتقني والاستشارات والدراسات اللازمة سواء على مستوى المدن الجديدة القائمة أو المدن المزمع انشاؤها ومن مهام الوحدة ما يلي :

- اقتراح الأطر الاستراتيجية والمعايير ذات الصلة بمصادر ونظم واستخدامات الطاقة في المدن الجديدة خاصة فيما يتعلق منها بترشيد الاستهلاك واستخدام المصادر المتجددة مع مراعاة تنوع الموارد الطبيعية والخصائص المناخية والجغرافية في مصر.
- إعداد الخطط العاجلة وطويلة المدى والبرامج التنفيذية اللازمة لترشيد استهلاك الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة في المدن الجديدة بما في ذلك الإجراءات التنظيمية والتحفيزية ذات الصلة .

[١] إبراهيم الغيطاني ،(٢٠١٢)، آفاق الطاقة المتجددة في مصر: فرص الخروج من شبح نضوب الطاقة، ورقة بحثية، المركز المصري للدراسات والمعلومات.

- إعداد وتنفيذ برامج التوعية وبناء القدرات والمهارات اللازمة لإعداد الكوادر بالمدن الجديدة والعمل على تكوين فرق عمل متخصصة في المجالات ذات الصلة بالهيئة وأجهزة المدن مع العمل أيضاً على تدريب ورفع الوعي للمختصصين والعاملين في قطاع التشييد بصفة عامة .
- التعاون والتنسيق وتبادل المعلومات مع الوحدة المركزية لكفاءة وترشيد الطاقة والجهات الوطنية المختصة في كافة المجالات المتعلقة بانشطة وحدة المدن المستدامة والطاقة المتجددة .
- تفعيل استخدام المواصفات والأكواد ونظم التقييم بالتخطيط والتصميم المستدام بشكل عام وبالطاقة على وجه الخصوص مثل الكود المصري لكفاءة الطاقة بالمباني.
- تقديم الدعم الفني اللازم لعمل الدراسات الخاصة باستخدام برامج المحاكاة والحسابات المتعلقة برفع جودة البيئة الداخلية والخارجية للمباني في المدن الجديدة وكذلك التخطيط والتصميم الأخضر المستدام بكافة عناصره .
- اقتراح المعايير والاشتراطات الملزمة للمصانع بالمدن الجديدة من أجل تطبيق تكنولوجيات الإنتاج النظيف , وذلك بالتنسيق مع وزارتي الصناعة ووزارة الدولة لشئون البيئة والعمل على تضمين ذلك في اشتراطات التراخيص الصناعية .
- العمل على نشر النظم المتعلقة بالإدارة البيئية المتكاملة في المدن الجديدة بما في ذلك إدارة المخلفات مع التركيز على إعادة الاستخدام وإعادة التدوير وذلك من خلال شراكة مجتمعية متكاملة بما يتماشى مع المتطلبات المحلية وظروف وواقع العمران المصري وما تشترطه القوانين واللوائح المصرية .
- تنظيم الدورات التدريبية ذات الصلة , فقد نظمت الوحدة المركزية للمدن المستدامة والطاقة المتجددة بالهيئة دورة تدريبية عن تكنولوجيا الطاقة الشمسية وكفاءة الطاقة لمجموعة من المتدربين من عدة دول أفريقية , منها السودان جنوب السودان , الصومال , جيبوتي , أوغندا , رواندا , وكينيا .

٢- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك :

صدر القرار الجمهوري رقم ٣٢٦ لعام ١٩٩٧ بشأن إنشاء جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك للتأكد من أن أنشطة توليد ونقل وتوزيع وبيع الطاقة الكهربائية تتم كلها في إطار الالتزام بالقوانين واللوائح السارية في جمهورية مصر العربية وخاصة تلك المتعلقة بحماية البيئة .

٣- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة :

تم إنشاء أول وزارة مستقلة للقوى الكهربائية بالقرار الجمهوري رقم ١٤٧ لسنة ١٩٦٤ وتلا ذلك عدة قرارات معدلة أخرها القرار الجمهوري رقم ١١٠٣ لسنة ١٩٧٤ بتنظيم وزارة الكهرباء , حيث تهدف هذه الوزارة إلى زيادة نسبة الطاقة المولدة من الطاقات المتجددة إلى ٢٠% من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في مصر عام ٢٠٢٢ حيث تساهم الطاقة المائية فيها بحوالي ٦% بالإضافة إلى ١٢% من طاقة الرياح و ٢% من مصادر الطاقات المتجددة الأخرى , وقد تضمنت الاستراتيجية إنشاء محطات رياح بمساهمة القطاع الخاص ليصل إجمالي القدرات المركبة من الرياح إلى حوالي (٧٢٠٠ ميجاوات) بحلول عام ٢٠٢٢ .

٤- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة :

تم إنشاء هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في عام ١٩٨٦ حيث تهدف إلى زيادة استخدام الطاقة المتجددة وتشجيع تصنيع معداتها محلياً واستغلال مصادرها على المستوى التجاري كطاقة نظيفة ومستدامة , يسمح قانون إنشاء الهيئة بإنشاء شركات لإنشاء وتشغيل وصيانة مشروعات الطاقة المتجددة وذلك لإيجاد عنصر جذب للمستثمرين للدخول مع الهيئة في مشروعات مشتركة بما يحقق تنفيذ السياسة الحالية لقطاع الكهرباء بتشجيع الشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة على الاستثمار في مجال إنشاء محطات توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة بالمشاركة مع القطاع الخاص .

٥- الهيئات والمنظمات غير الحكومية والمبادرات التي تدعم اتجاه الاستدامة في المباني المصرية :

لعبت المنظمات غير الحكومية دوراً بارزاً في مجالات التنمية بشكل عام منذ أواخر القرن الماضي حيث أكد مؤتمر القاهرة للسكان والتنمية لسنة ١٩٩٤ , على الجهود التي تبذلها المنظمات غير الحكومية في مجال التأثير في سياسات التنمية , على أساس اعتبارها شريك شرعي وفعلي للحكومات في عملية التنمية فمن الضروري إقامة مشاركة واسعة النطاق وفعالة بين الحكومات والمنظمات غير الحكومية للمساعدة في وضع

وتنفيذ ورصد الأهداف المتعلقة بالسكان والتنمية , ثم امتدت بعد ذلك مشاركات المؤسسات غير الحكومية لتشمل وتركز على محاور التنمية المستدامة وقضايا الحفاظ على البيئة وحل مشكلات مصادر الطاقة .

١-٦-إنجازات ومشروعات مصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة:

بدأت مصر إسهاماتها ومبادراتها المميزة في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة،حيث يقوم البحث برصد وتحليل المبادرات والإنجازات المصرية في مجال الطاقات المتجددة كمثال محلي تطبيقي للاستثمار وتوفير استهلاك الطاقات إبتداء من سن القوانين والتشريعات وإطلاق الكود المصري لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة ومبادرة نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS وصولا إلى وضع السوق المصري من صناعة تقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة وأهم الأمثلة التطبيقية لمشاريع الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر.

١-٦-١- قوانين وتشريعات الدولة المصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة:[١]

إن سياسات التطوير في القوانين والتشريعات في مصر تقوم باعتبار قطاع الطاقة المتجددة هو المحرك الرئيسي للتنمية وقد تم إعطاء أولوية كبيرة لتطوير هذا القطاع ، كما في الجدول(١-٢) يظهر عرض لأهم تشريعات الدولة المصرية في قطاع الطاقات المتجددة من **الأحدث إلى الأقدم**

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٨) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،تشريعات الطاقة المتجددة ،مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation ٢-١١-٢٠١٩

جدول(١-٢):تشريعات الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية من الأحدث الى الأقدم منذ عام ٢٠١٩حتى عام ١٩٨٦:

القانون	سنة التشريع	رقم القرار	نبذة مختصرة عن القانون
١-القانون الصادر في ١١ أبريل ٢٠١٩، يشمل أربع قرارات لوزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية وجاءت القرارات كالتالي:	٢٠١٩	٢٩٤	بشأن العمل بنظام الهرم الأخضر لتقييم استدامة المبانى.
		٣١١	بشأن العمل بالكود المصرى لاختبارات مهمات الإنارة الداخلية والخارجية.
		٩٧٧	بشأن العمل بالكود المصرى لتبريد المناطق
		١٠٨٧	اعتبار المرحلة الأولى من الدليل الإرشادى لتصميم المستشفيات والمنشآت الصحية الخضراء ونظام تقييم المستشفيات الخضراء جزءًا لا يتجزأ من كود المعايير التصميمية للمستشفيات والمنشآت الصحية الجديدة.
٢- صدور كتاب دوري رقم ٣ صدر في اغسطس ٢٠١٧:	٢٠١٧	٣	بشأن تعديل القواعد التنظيمية الخاصة بتشجيع تبادل واستخدام الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية بنظام صافي القياس.
٣- صدور قرار جمهوري رقم ١١٦ صدر في أكتوبر ٢٠١٦ :	٢٠١٦	١١٦	تخصيص بعض المساحات المملوكة للدولة لصالح هيئة الطاقة الجديدة و المتجددة لاستخدامها في مشروعات الطاقة المتجددة سواء بنفسها أو طرحها للمستثمرين بنظام حق الانتفاع وفقا للقواعد التي يقررها مجلس الوزراء.
٤- صدور قرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٢٥٣٢ صدر في سبتمبر ٢٠١٦:	٢٠١٦	٢٥٣٢	بشأن تعديل اسعار الطاقة الكهربائية الموردة للشركة المصرية لنقل الكهرباء، ولإنشاء ٤٣٠٠ ميجاوات من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح خلال برنامج تعريفة التغذية (٢٠١٥-٢٠١٧) منها ٢٠٠٠ ميجاوات من الرياح و٢٠٠٠ ميجاوات من مشروعات الطاقة الشمسية (الخلايا الفوتوفلطية)، علاوة على ٣٠٠ ميجاوات للمشروعات الشمسية أقل من ٥٠٠ كيلووات.
٥- صدور القرار الجمهورى بالقانون ٨٧ صدر في يوليو ٢٠١٥:	٢٠١٥	٨٧	بشأن إصدار قانون الكهرباء،و يهدف القانون إلى تنظيم ومتابعة ومراقبة وتطوير كل ما يتعلق بنشاط الكهرباء إنتاجاً ونقلاً وتوزيعاً واستهلاكاً، وبما يضمن توفرها وكفاءتها وجودتها واستمرارها في الوفاء بمتطلبات أوجه الاستخدام المختلفة بأنسب الأسعار، مع الحفاظ على البيئة، وإلى جذب وتشجيع الاستثمار.
٦- صدور قانون رقم ٢٠٣ صدر في ديسمبر ٢٠١٤:	٢٠١٤	٢٠٣	بشان تحفيز انتاج الكهرباء من مشروعات حكومية عن طريق هيئة الطاقة المتجددة والمتضمن تنفيذ عدد ٤ اليات : مشروعات حكومية عن طريق هيئة الطاقة المتجددة ومشروعات تطرحها الشركة المصرية لنقل الكهرباء والبناء والتملك والتشغيل , بنظام الاتفاقيات الثنائية.وعدم تغيير تعريفة شراء الكهرباء المتفق عليها .

٧-صدور القرار الجمهوري رقم ١٣٥ صدر في أكتوبر ٢٠١٤:	٢٠١٤	١٣٥	بشان تعديل قانون هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ليسمح للهيئة ببيع الكهرباء المنتجة من مشروعاتها لإحدى الشركات التابعة للشركة القابضة لكهرباء مصر أو المستثمرين من القطاع الخاص ، وانشاء شركات سواء بمفردها أو مع شركاء آخرين لإنشاء وتشغيل وصيانة مشروعات الطاقة المتجددة وايضا قيام الهيئة بتنفيذ مشروعات إنتاج واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة (رياح - شمسى , وخلافه)
٨-صدور قرار السيد رئيس مجلس الوزراء رقم ١٩٤٧صدر في سبتمبر ٢٠١٤:	٢٠١٤	١٩٤٧	بشان تحديد أسعار شراء الطاقة الكهربائية الموردة للشركة المصرية لنقل الكهرباء أو لشركات توزيع الكهرباء من محطات انتاج الكهرباء المستخدمة لمصادر الطاقة المتجددة (شمس . رياح) والتي سيتم التعاقد معها بنظام تعريفة التغذية وتتولى هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة اتاحة الاراضي للشركات بنظام حق الانتفاع .
٩-صدور قرار اعادة هيكلة التعريفة الكهربائية صدر في يوليو ٢٠١٤:	٢٠١٤		اعادة هيكلة التعريفة الكهربائية اعتباراً من يوليو ٢٠١٤ مع زيادة سعر البيع من محطات الطاقة المتجددة القائمة بنفس الزيادة السنوية لبيع الكهرباء إلى المستهلكين.
١٠- صدور قرار تعديل اسم وزارة الكهرباء والطاقة صدر في مارس ٢٠١٤:	٢٠١٤		بشأن تعديل اسم وزارة الكهرباء والطاقة ليصبح وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة.
١١- صدور قرار رقم٤٨٢ بشأن إعتماد الكود المصري للطاقة صدر في ٢٠٠٥:	٢٠٠٥	٤٨٢	يتم العمل بالكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني.
١٢- صدور قانون ١٠٢ صدر في يونيه ١٩٨٦:	١٩٨٦	١٠٢	قرار السيد رئيس الجمهورية بإنشاء هيئة تنمية وإستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة.

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩) من وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٨) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،تشريعات الطاقة المتجددة ،مصر،متاح على ٢-١١-٢٠١٩ http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation

١-٦-٢- الكود المصري لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المباني:[١]

لقد تم إنجاز هذا الكود في إطار مشروع تحسين كفاءة الطاقة والحد من أنبعاث غازات الاحتباس الحراري والممول من كل من وزارة الكهرباء والطاقة ومرفق البيئة العالمي والبرنامج الإنمائي بالأمم المتحدة ضمن نشاط مشترك بين المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء وجهاز تخطيط الطاقة حيث تم في يونيو ٢٠٠٤ إصدار النسخة الإنجليزية عن هذا الكود والذي تم إعداده من أعضاء لجان إعدد الكود المتخصصين وتحت إشراف مجموعة خبراء متخصصين معينين من قبل الأمم المتحدة , ثم استتبع ذلك البدء في إعداد الكود المصري

[١] اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري ،(٢٠٠٨)،الكود المصري لتحسين كفاءة الطاقة في المباني بجزئيه(السكني والتجاري) ،المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء.

لتحسين كفاءة الطاقة في المباني ومنذ عام ٢٠٠٨م ، تم اعتماد واصدار الكود المصري لتحسين كفاءة الطاقة في المباني بجزئيه(السكني والتجاري).

ويأتي الجزء الأول من الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة الذي يختص بالمباني السكنية مساهمة في مجال تطوير وسائل تكنولوجيا البناء في جمهورية مصر العربية , وتعود أهمية هذا الكود إلى الفائدة الكبيرة التي يشكلها كمرجع أساسي يحتاج إليه المصمم في أعمال الغلاف الخارجي للمبنى , التهوية الطبيعية والراحة الحرارية , ونظم أجهزة التكييف والتبريد ونظم الإضاءة الطبيعية والصناعية , ونظم القوى الكهربائية في المباني , هذا بالإضافة إلى ما يحتويه الكود من ملاحق مساعدة .

وفيما يختص بما جاء في الكود المصري بشأن الطاقة المتجددة:

يجب أن تعامل الطاقة المتجددة المجمعة (الضوئية والحرارية) من خارج الموقع نفس معاملة الطاقة المشتراة من مصادر الطاقة وتسعر كما هو الحال في الطاقة المباعة , كما يجب أن تستبعد الطاقة المستخرجة من مصادر الطاقة المتجددة المجمعة داخل الموقع من تكلفة الطاقة السنوية للتصميم المقترح, ويجب أن يحدد تحليل وأداء أي نظام للطاقة المتجددة طبقاً لمعايير الأداء الهندسي بالطرق المعتمدة.

وأهم ماتم تناوله في الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة الذي يختص بالمباني السكنية مايلي:

يتناول الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة الذي يختص بالمباني السكنية العديد من المعايير التصميمية لعدة عناصر خاصة بالغلاف الخارجي والداخلي للمبني السكني ويمكن إيجازها في النقاط التالية:

١- الغلاف الخارجي للمبنى
٢- التهويةالطبيعية والراحة الحرارية
٣- نظم تكييف الهواء والتهوية القسرية
٤- نظم تسخين المياه
٥- نظم الإضاءة الطبيعية والاصطناعية
٦- نظم توزيع القوى الكهربائية
٧- الأداء الكلي للمبنى

١-٦-٣- نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS في مصر [١]:

The Green Pyramid Rating System

نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني المستدامة (The Green Pyramid Rating System – GPRS) نظام الهرم الأخضر هو نظام التصنيف المحلي للمباني المستدامة داخل مصر وقد تم إعداده استناداً على النسخة الثالثة من النظام العالمي (LEED) ويتكون النظام من سبع فئات تصنيف رئيسية مماثلة لنظام ليد والتي تشتمل بدورها على بعض الفئات الفرعية ويهدف نظام الهرم الأخضر إلى بناء منهج كامل للاستدامة من خلال تقييم الأداء في سبعة مجالات رئيسية ، ويوضح جدول رقم(١-٣) الوزن النسبي لكل فئة في نظام الهرم الأخضر كما يلي :

جدول رقم(١-٣) فئات التصنيف بنظام الهرم الأخضر والأوزان النسبية لها ،

فئات التقييم بنظام الهرم الأخضر	الوزن النسبي
الموقع المستدام , إمكانية الوصول , علم البيئة	١٥٪
كفاءة استخدام الطاقة	٢٥٪
كفاءة المياه	٣٠٪
المواد والموارد	١٠٪
جودة البيئة في الأماكن المغلقة	١٠٪
الإدارة	١٠٪
الابتكار والقيمة المضافة	نقاط إضافية.

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩):

إن نظام الهرم الأخضر هو نظام تصنيف حيث يساعد على تحديد ما يشكل البناء الاخضر المصري و لتحقيق هذا الهدف فان نظام التصنيف هذا تم بنائه على القوانين المصرية ودمج المنهجيات والتقنيات الازمة لذلك وهناك ثلاث مستويات للحصول على شهادة الأبنية الخضراء وفقا لنظام التصنيف المصري للعمارة الخضراء والحصول على نقاط الائتمان من خلال تلبية معايير معينة كما يلي :

حيث يتم تقييم المشاريع بناءاً على نقاط الاعتماد التراكمية وفقاً لفئات التصنيف التالية , تقييم معتمد ٤٩- ٤٠ نقطة , الهرم الفضي ٥٩:٥٠ نقطة , الهرم الذهبي ٧٩:٦٠ نقطة , الهرم الأخضر ٨٠ نقطة وما فوق كما يتم تصنيف المشاريع التي يقل رصيدها عن ٤٠ نقطة على أنها "غير مؤهلة" ويمكن استخدام نظام الهرم الأخضر المصري لتقييم المباني الجديدة سواء في مرحلة التصميم أو ما بعد التشييد.

[١] وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية،(٢٠١٩)، تقرير المجلس المصري للبناء الأخضر لنظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS ، متاح على الرابط http://www.hbrc.edu.eg/a/gbc.html ٢-١١-٢٠١٩

الأطراف المسئولة عن التقييم والتصنيف بنظام الهرم الأخضر:

تتم عملية تصنيف المباني واعتمادها بواسطة اللجنة الرئيسية للتقييم بنظام الهرم الأخضر كما يلي :

١- اللجنة الرئيسية للتقييم بنظام الهرم الأخضر :

تتولى اللجنة الرئيسية GPRS توجيه عملية التقييم والموافقة بتمرير جميع الطلبات الواردة إلى واحدة من مجموعات تقييم GRPS متعددة التخصصات التي تم تشكيلها لهذا الغرض .

٢- مجموعات أو فرق التقييم بنظام الهرم الأخضر :

يتألف كل فريق من فرق التقييم من عدد من الخبراء بعضهم يتبع مركز البحوث الوطنية للبناء ممن لديهم الدراية الفنية اللازمة للتقييم باستخدام GPRS كما أن منح شهلادة GPRS هي مسئولية رئيس لجنة GPRS ولا تقوم أي من مجموعات تقييم GPRS بإصدار الشهادات بموجب هذا النظام تقوم فرق التقييم بتقديم تقرير إلى رئيس لجنة GPRS يشتمل على توصية لإصدار شهادة الهرم الأخضر المناسبة للمشروع .

ويذكر أنه على الرغم من مضي العديد من السنوات على بداية تفعيل النظام إلا أنه ما زال يفتقر إلى التطبيق حيث لم يتم تسجيل اعتماد أية مباني حتى الآن على المستوى الحكومي وغير الحكومي مما يتطلب إعادة دراسة أوجه القصور سواء على مستوى معايير التصنيف أو على مستوى القائمين بعملية التقييم .

أهداف نظام تقييم الهرم الأخضر :

- توفير معايير للممارسات التصميمية الجيدة ليتم تقييمها للحصول على اعتمادها كمباني خضراء.
- تمكين مصممي المباني والمطورين من اتخاذ قراراتهم استناداً على مدى تأثير المشروع على البيئة.
- تحفيز الوعي والطلب على تحقيق الاستدامة واعتماد المباني الخضراء مع السماح بإجراء حوار مستنير مع الأطراف المعنية لفهم إمكانية تطبيق المعايير المدرجة بنظام الهرم الأخضر أثناء عملية التصميم وكيفية تطوير وتعديل التصميمات للوصول للمستوى المطلوب.
- المساهمة بشكل كبير في بناء أكثر استدامة في مصر مما يضمن بيئه سليمة ونظيفة وصحية .
- توفير مرجعية تحدد المعايير البيئية الواجب توافرها في المباني بمصر.
- تشجيع المصممين نحو الاهتمام بالتأثير السلبي للمبنى علي البيئة مع توفير الراحة لمستخدميه.
- تشجيع تصميم وتشييد المباني الخضراء والمستدامة لتحقيق كفاءة استخدام الطاقة والمواد والمياه والمحافظة على البيئة.
- الوصول لبيئة أكثر نظافة, وتوفير الطاقة المتجددة من خلال تطبيق البناء الأخضر.
- تشجيع الحلول المبتكرة التي تقلل من التأثيرات البيئية.
- رفع مستوى الوعي بفوائد المباني ذات التأثير المنخفض على البيئة.

١-٦-٤- صناعة تقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر:[١]

بدأت مصر إسهاماتها في مجال تصنيع تقنيات الطاقات المتجددة وخاصة تلك المتعلقة بتطبيقات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح .

جدول(١-٤):بعض المشاركات المصرية في تصنيع التقنيات والمعدات المختلفة للطاقات الجديدة والمتجددة.

اسم التقنية	شكل توضيحي	المشاركات المصرية لتقنيات الطاقة المتجددة.
١- لوحات الخلايا الشمسية		• تجميع لوحات الخلايا الشمسية. • تصنيع الواح الطاقة الشمسية المتجددة. • تركيب وحدات وهياكل وشاسيهات الخلايا شمسية.
٢- توربينات طاقة الرياح.		• تصميم وتصنيع وتجميع وتركيب وصيانة واصلاح توربينات طاقة الرياح. • صناعة ابراج حاملة لتوربينات توليد الطاقة الكهربائية من الرياح.
٣-السخانات الشمسية.		• تصنيع و تجميع سخانات شمسية. • تصنيع وتجميع مستلزمات انتاج سخانات المياه بالطاقة الشمسية .

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩)

[١] غرفة الصناعات الهندسية،(٢٠١٩)،إتحاد الصناعات المصرية،التقرير السنوي ، متاح على http://www.ceiegypt.org ٢٠١٩-١١-٣

١-٦-٥- أمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر:

يقوم البحث بتقديم المبادرات المصرية التطبيقية في مجال الطاقات المتجددة الأكثر إستخداما في مصر وهي (الطاقة الشمسية- طاقة الرياح) ورصد لكمية الكهرباء المنتجة منها كمثال محلي تطبيقي للاستثمار وتوفير استهلاك الطاقات التقليدية والإعتماد بصورة أكبر على الطاقات المتجددة.

اولا:مشروعات طاقة الرياح:[١]

١- محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٥٤٥ ميجاوات بالزعفرانة:

تضم المزرعة عدد ٧٠٠ توربينة من طرازات مختلفة (٦٠٠ ك.و - ٦٦٠ ك.و - ٨٥٠ ك.و)

تم تنفيذ هذه المحطة على عدة مراحل اعتبارا من عام ٢٠٠١ وذلك من خلال بروتوكوبت تعاون حكومي مع كل من المانيا والدنمارك واسبانيا واليابان.

٢- محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٢٤٠ ميجاوات (جبل الزيت ١):

تم تنفيذ المحطة بالتعاون مع بنك التعمير الألماني KfW وبنك الاستثمار الاوروبي EIB والمفوضيةالأوروبية EU ، نوع التوربينة G٨٠عدد التربينات ١٢٠ تربينة وقدرة كل تربينة ٢ م.و(٢٤٠م.و).

٣- محطة رياح بجبل الزيت بقدرة ٢٢٠ م و (جبل الزيت ٢):

- تم تنفيذ المحطة بالتعاون مع الوكالية اليابانية للتعاون الدولي JICA.
- نوع التوربينة G٨٠
- عدد التربينات ١١٠ تربينة وقدرة كل تربينة ٢ م.و(٢٢٠م.و).
- الشركات المنفذة: (GAMESA).
- تم الإنتهاء من تنفيذ المشروع و تشغيله في ٢٠١٨/٧/٢٤

شكل(١-١٤):المشروعات المصرية المنفذة بطاقة الرياح بقدرة تزيد عن ١٠٠٠ميجاوات.

المصدر:الباحثة،(٢٠١٩).

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٩) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،مشروعات الطاقة الجديدة ولمتجددة في مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation ٢-١١-٢٠١٩

ثانيا: مشروعات الطاقة الشمسية:[1]

١- المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة حوالى ١٤٠ميجاوات :

- يعتبرالمشروع من أحد٣مشروعات تم تنفيذهاعلى مستوى قارة أفريقيا ،وتعتمد أساساعلى ارتباط الدورة المركبة بالحقل الشمسي، ويسهم المشروع فى تكوين الكوادر الفنية الوطنية القادرة على التعامل مع هذه التقنية.
- قدرة المشروع: ١٤٠ميجاوات و بدأ تشغيل المحطة تجاريا اعتبارا من عام ٢٠١١
- يبلغ إجمالى مساحة الحقل الشمسى ٦٤٤ألف متر مربع، وإجمالى المجمعات الشمسية ١٩٢٠مجمع شمسى تحتوى على ٥٣٧٦٠مرايا.
- التكلفة الكلية :حوالى ٣٤٠مليون دولار امريكى
- بلغت نسبة التصنيع المحلى فى المكون الشمسى .٥٠%

شكل:(١-١٥) المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة حوالى ١٤٠ميجاوات
المصدر:http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarThermal

٢- محطة خلايا فوتوفلطية بقدرة ٥٠ م.و بنظام تعريفة التغذية (مجمع بنبان للطاقة الشمسية – أسوان):

الموقع: قرية بنبان بمحافظة أسوان،

تكلفة التمويل: بتكلفة من ٢ إلى ٣ مليارات دولار

نبذه عن المشروع: تم البدء في المشروع عام ٢٠١٨ ومدته حتى ٢٠٢٢، بعد اتخاذ واعتماد دراسة الجدوى من قبل إحدى الشركات الصينية، حيث تم الاتفاق على شراكة بين شركة "جى سى ال" والهيئة العربية للتصنيع، حيث تستهدف الدولة أن تسهم المصادر المتجددة بنسبة ٢٠% من إجمالى الطاقة الكهربائية المنتجة بحلول عام ٢٠٢٢، ويقام مشروع إنشاء أكبر محطة طاقة شمسية فى مصر بـ"بنبان" على مساحة ٨ آلاف و٤٣٤ فدان، ويستهدف توليد ١٤٦٥ ميجاوات، من الطاقة الشمسية النظيفة ، وبدأ العمل فى المشروع فى مارس ٢٠١٨، عقب تشغيل محطة "انفينيتى" أولى المحطات، بسعة ٥٠ ميجا وات، وتم ربطها بمحطة محولات بنبان

[1] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٩) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،مشروعات الطاقة الجديدة ولمتجددة في مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation ٢-١١-٢٠١٩

والتى تتصل بخط كهرباء سيلوه المرتبط بالشبكة الموحدة وبدأت الدولة فى تمويل وتنفيذ البنية التحتية لمشروعها الذى يقع على مساحة كيلو متر مربع، حيث تم تسوية أرض المشروع وبناء الطرق والأسوار، تمهيدا لإقامة الألواح الشمسية، والتى تستهدف توليد ٥٠ ميجا وات من الطاقة الشمسية.

شكل(١-١٦): مشروع الألواح من الطاقة الشمسية بقدرة ٥ جيجا فى العام باسوان
المصدر:http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarThermal

تفاصيل المشروع:

- يعد المشروع نواة جديدة لتوليد الطاقة الكهربائية فى مصر من الشمس، ودعم الشبكة القومية كأحد أهم أهداف المشروع.
- تم اختيار موقع المشروع بمنطقة بنبان بمحافظة أسوان، بناءً على دراسات وتقارير وكالة ناسا الفضائية وبعض المؤسسات العلمية العالمية التى أكدت أن موقع المشروع واحد من أكثر المناطق سطوعاً للشمس فى العالم.
- يضم الموقع ٤٠ محطة شمسية لتوليد الكهرباء تحت الإنشاء.
- تبلغ قدرة كل محطة ٥٠ ميجا وات.
- إجمالى الطاقة الناتجة من الشمس تعادل ٩٠% من إنتاج السد العالى للطاقة الكهربائية.
- سيتم إنشاء المحطات من النوع المعزولة بالغاز GIS بالكامل لأول مرة فى مصر.
- تدعم المحطات الجديدة التوجه نحو الاستفادة من الطاقة المتجددة النظيفة.

- يعد أكبر تجمع لمحطات طاقة شمسية بنظام الخلايا الفولطية بدون تخزين على مستوى العالم.
- المحطة مقامة على مساحة ٢٥٠ فدان، بتكلفة مالية تقدر بمليار جنيه.
- تبلغ حجم الألواح الشمسية المستخدمة فى المحطة نحو ٢٠٠ ألف لوحة شمسية تنتج ٥٠ ميجا وات من الطاقة النظيفة، التى تتمكن من إنارة ٧٠ ألف منزل.
- بدأ العمل فى مشروع الطاقة الشمسية عام ٢٠١٥، وفقاً للقرار الجمهورى رقم ٢٧٤ لسنة ٢٠١٤.
- تبلغ تكلفة المشروع الاستثمارية نحو ٤٠ مليار جنيه مصرى.
- يقام المشروع على مساحة ٨٨٤٣,٣ فدان على الطريق الصحراوى "أسوان – القاهرة" أمام قرية بنبان.
- تم اختيار ٣٩ شركة متخصصة فى إنتاج الطاقة طبقاً للمواصفات العالمية منها ١٠ شركات عالمية وعربية و٣٠ شركة مصرية بواسطة هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة من إجمالى ٢٠٠ شركة تقدمت لتنفيذ هذا المشروع الضخم.
- الشركات التى تم اختيارها وقعت عقودها مع وزارة الكهرباء والهيئة بنظام الـPOT بحق انتفاع لمدة ٢٥ عاماً.
- بمجرد الانتهاء من إنشاء المحطات الأربع الرئيسية، تكون هذه المحطات جاهزة لاستقبال منتج الكهرباء المولدة من محطات الطاقة الشمسية لرفعها إلى الشبكة الموحدة، ومنها إلى شركات التوزيع المختصة على مستوى الجمهورية.
- يوفر المشروع العملاق ٢٠ ألف فرصة عمل خلال مدة الإنشاءات التى تستمر على مدار ٤ سنوات.
- كما سيوفر المشروع ٦ آلاف فرصة عمل ثابتة فى الشركات بصفة دائمة عند بدء العمل الفعلى للمشروع.
- الاتفاق مع وزارة التربية والتعليم، لتنفيذ مقترح محافظ أسوان لتحويل المدرسة الثانوية الصناعية ببنبان إلى مدرسة للطاقة الشمسية لتضم كافة حرف الطاقة الشمسية من بدايتها وحتى محطات توليد الكهرباء بجميع جوانبها.

٣- محطات خلايا كهروضوئية فوق أسطح المنازل بقدرة ٣٠ ميجا وات:

تم تنفيذ محطتين شمسيتين باستخدام نظم الخلايا الكهروضوئية فوق سطح المبني الهندسي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بقدرة ٣٠ ميجا وات.

شكل(١-١٧) : مشروع الالواح الشمسية فوق سطح المنى الهندسي بهيئة الطاقة المتجددة-مصر
المصدر:http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarThermal

٤- مشروعات لا مركزية معتمدة على الطاقة الشمسية بقدرة ٣٢ ميجاوات:

مشروع التغذية الكهربية للمناطق والقري والتجمعات الغير مرتبطة بالشبكة الموحدة باستخدام الخلايا الفوتوفولطية :

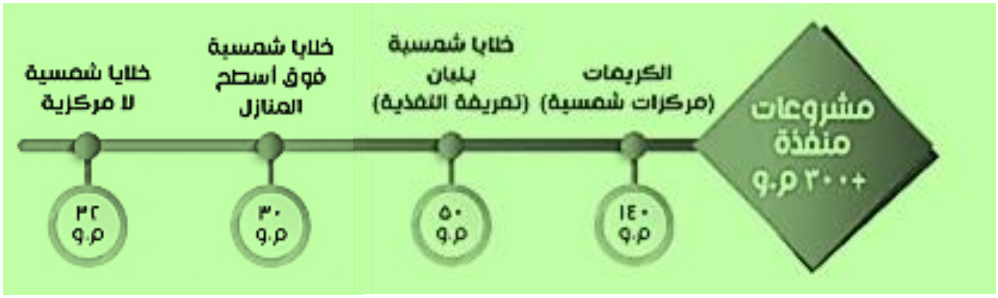
قامت وزارة الكهرباء والطاقة ممثلة في هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بتنفيذ مشروع تغذية القرى والتجمعات الغير مرتبطة بالشبكة بالطاقة الكهربية باستخدام انظمة الخلايا الفوتوفلطية في عدة مناطق هي (القناة – البحيرة – جنوب القاهرة – مصر الوسطى – مصر العليا) ،

القري والتجمعات السكنية المحرومة من خدمات الكهرباء:

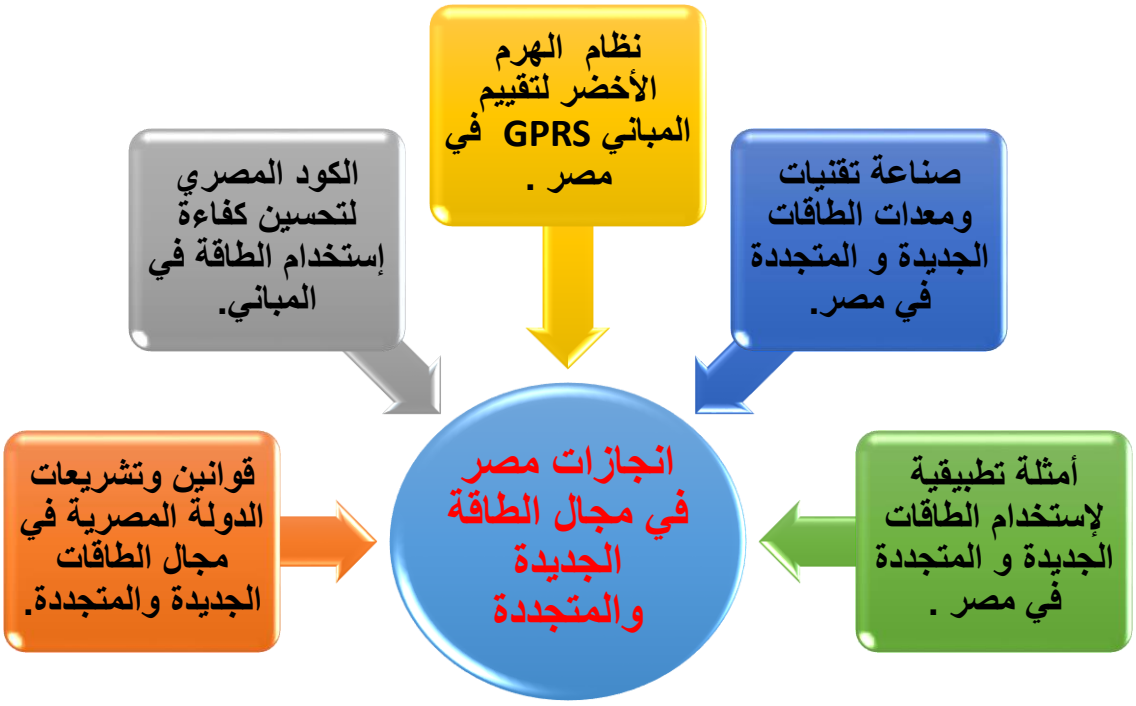
تم تنفيذ مشروعات الخلايا الشمسية في عدد ٢١١ قرية وتجمع سكني ، بنظام مستقل لكل وحدة (منزل–مسجد–وحدة صحية– مدرسة– مبنى اداري) وتنقسم المشروعات الى حزمتين:

- الحزمة الاولى تم انشاء ٣٦٠٢ مشروع خلايا شمسية في محافظات الوادي الجديد وقنا والاقصر واسوان.
- الحزمة الثانية تم انشاء ٣٣٤١ مشروع خلايا شمسية في محافظات مطروح وشمال وجنوب سيناء ومحافظة البحر الاحمر و سوهاج.

شكل(١-١٨): (مشروعات الخلايا الشمسية بعدد من القرى المحرومة من خدمات الكهرباء)
المصدر:http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarThermal



شكل(١-١٩):المشروعات المصرية المنفذة بالطاقة الشمسية بقدرة تزيد عن ٣٠٠ميجاوات.
المصدر:الباحثة،(٢٠١٩).



شكل(١-٢٠):الإنجازات المصرية المنفذة في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة.
المصدر،الباحثة(٢٠١٩)

١-٨- خلاصة الفصل:

تناول الفصل الأول دراسة لنُظم وأنواع الطاقات المتجددة ويتم ذلك من خلال تعريف بالطاقات الجديدة والمتجددة وأهميتها والتعرف على مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية، ثم عرض لإستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة من خلال دراسة وضع الطاقة التقليدية في مصر وماهي أزمة الطاقة في مصر و أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة ثم يأتي بعد ذلك عرض لمصادر الطاقات الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر، ودراسة معوقات وتحديات الدولة نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة وعرض إنجازات ومبادرات الدولة المتعددة في هذا المجال من قوانين وتشريعات ونظام تقييم للإستدامة والطاقة في المباني و دراسة سوق الصناعة المصرية لتقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة وينتهي الفصل بأمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر في المجالات المختلفة.

ويمكن تلخيص اهم ماتم دراسته في هذا الفصل الى النقاط التالية:

- تعريف الطاقات الجديدة(غيرالتقليدية) والمتجددة.
- أهمية الطاقات الجديدة والمتجددة.
- مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة وتطبيقاتها العملية.
- إستراتيجيات وسياسات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة.
- وضع الطاقة التقليدية في مصر.
- أزمة الطاقة في مصر.
- أسباب التوجه نحو الطاقات الجديدة والمتجددة في مصر.
- مصادر الطاقات الجديدة(غير التقليدية) والمتجددة الأكثر إستخداما في مصر
- معوقات وتحديات الدولة المصرية نحو الإستخدام الأمثل للطاقات الجديدة والمتجددة.
- إنجازات ومبادرات مصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة.
- قوانين وتشريعات الدولة المصرية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة.
- الكود المصري لتحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المباني.
- نظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS في مصر .
- صناعة تقنيات ومعدات الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر.
- أمثلة تطبيقية لإستخدام الطاقات الجديدة و المتجددة في مصر .

ويمكن إجمال النتائج التي توصلت اليها الدراسة عن وضع الطاقة في مصر الاتي :

- المشروعات المصرية المنفذة بطاقة الرياح توفر طاقة كهربية بقدرة تزيد عن ١٠٠٠ميجاوات:
  - محطة رياح بجبل الزيت بقدرة ٢٢٠ ميجا وات (جبل الزيت ٢)
  - محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٢٤٠ ميجاوات (جبل الزيت ١)
  - محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٥٤٥ ميجاوات بالزعفرانة.
- المشروعات المصرية المنفذة بالطاقة الشمسية توفر طاقة كهربية بقدرة تزيد عن ٣٠٠ميجاوات:
  - المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة حوالى ١٤٠ميجاوات :
  - محطة خلايا فوتوفلطية بقدرة ٥٠ م.و بنظام تعريفة التغذية (مجمع بنبان للطاقة الشمسية –أسوان)
  - محطات خلايا فوتوفلطية فوق أسطح المنازل بقدرة ٣٠ ميجا وات
  - مشروعات لا مركزية معتمدة على الطاقة الشمسية بقدرة ٣٢ ميجاوات
- يتراوح متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي ما بين ٢٠٠٠ – ٣٢٠٠ ك.و.س/م٢/السنة و يتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩ – ١١ ساعة/ يوم، وهو ما يعني توافر فرص الاستثمار في مجال تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة.
- مناطق سرعة الرياح بها عالية ، مثل خليج السويس تبلغ حوالى ١٠,٥ م/ث على ارتفاع ٥٠ م.
- مناطق سرعة الرياح بها متوسطة ، مثل مناطق شرق وغرب النيل تبلغ حوالى ٧,٥ م/ث على ارتفاع ٨٠ م.
- أستخدام الطاقات المتجددة يقوم بتقليل البصمة البيئية بنسبة ٥,٠ % تقريبا في العام ٢٠٥٠.
- التحول نحو الاقتصاد الأخضر يحقيق دخل أعلي للفرد مقارنة بنظيره في ظل النماذج الاقتصادية الحالية .
- إن البحث والتطوير المستمر قد يساعد في خلق ميادين اقتصادية جديدة متعلقة بميادين تكنولوجيا الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وتوفير فرص العمل الدائمة وتحسين البيئة.
- تعد العوائق التمويلية ونقص الخبرات والكفاءات الفنية والبحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة من اهم التحديات التي تواجه قطاع الطاقة المتجددة في مصر.
- تعتبرصناعة تقنيات الطاقة المتجددة أحد أهم الوسائل الواجب إستغلالها لإن باستخدامها في توفير الطاقة المتجددة يساهم بشكل كبير في توفير النفقات الإقتصادية على المدى البعيد, وتوفير التمديدات للطاقة, مما يعود بالفائدة الإقتصادية على الفرد والمجتمع.

الفصل الثاني:

المباني السكنية المستدامة.

الباب الأول: تكامل الطاقات المتجددة و التصميم البيئي المستدام في المباني السكنية.

الفصل الثاني :المباني السكنية المستدامة.

٢-١- المقدمة.

٢-٢- الاستدامة.

٢-٢-١- نبذة تاريخية عن مفهوم الاستدامة.

٢-٢-٢- الاستدامة- تعريفات.

٢-٢-٣- مبادئ التنميه المستدامة.

٢-٢-٤- أسباب ظهور مفهوم التنمية المستدامة .

٢-٢-٥- اهداف التنمية المستدامة.

٢-٣- المباني السكنية المستدامة:

٢-٣-١-تعريف المسكن المستدام.

٢-٣-٢-مبادئ المسكن المستدام.

٢-٣-٣-المباني السكنية وإستهلاك الطاقة.

٢-٣-٤-إستراتيجيات واليات تحقيق الإستدامة في المباني السكنية.

٢-٤-إتجاه عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة في المباني السكنية

٢-٤-١- تعريف عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة.

٢-٤-٢- هدف عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة.

٢-٤-٣- خصائص عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة.

٢-٤-٤-إستراتيجيات تفعيل تقنيات الطاقات المتجددة بالمباني السكنية.

٢-٤-٥-تقنيات الطاقات المتجددة الشائعة الإستخدام في المباني السكنية .

٢-٥- تجارب عالمية لتطبيق عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة في المباني السكنية:

٢-٥-١- منزل (Earth ship Iron bank) بأستراليا.

٢-٥-٢- منزل(Heliotrope Tour) في المانيا.

٢-٥-٣- مشروع المجمع السكني بانجلترا (the Bed ZED) .

٢-٥-٤- مشروع مجمع سكني (Boston Fusion) بالولايات المتحدة الأمريكية.

٢-٦-خلاصة الفصل.

٢-١- المقدمة:

تعتبر التنمية الشاملة بشكل عام والتنمية العمرانية والاستدامة بشكل خاص من اهم الشؤن والقضايا التي يعتمد عليها مستقبل الشعوب في العالم لما تحتويه من ابعاد وتفاصيل هامة تتعلق بحقوق الاجيال القادمة في توفير الطاقة ووقف استنزاف الثروات الطبيعية والقضاء على التلوث بكافة اشكاله والحد من تدمير طبقة الاوزون والتغيرات الحرارية في العالم لذا ستتناول الدراسة في هذا الفصل التعرف على مفهوم التنمية المستدامة والتجمعات السكنية المدمجة المستدامة وماهو اثرها في البيئة ويظهر في هذا الجزء من البحث اندماج التصميم البيئي والاستدامة والمباني السكنية وعلاقة كل منهم بالاخر حيث ان جميعهم يعبروا عن الفلسفة الحالية التي تراعي في التشكيل للفراغ العمراني والانشطة المحددة للمناطق العمرانية السكنية البعد البيئي والاقتصادي والاجتماعي والانساني ويتناول الفصل الثاني نبذة عن مفهوم وتعريفات الاستدامة ومبادئ التنميه المستدامة وأسباب ظهورها وأهم اهدافها ، ثم عرض لمفهوم التصميم البيئي ويشتق منه التصميم البيئي للمباني السكنية , وعرض لاستراتيجيات عملية التصميم البيئي للمباني السكنية,ثم دراسة معدل ارتفاع الاستهلاك الكهربائي في المباني السكنية ومدى مساهمة القطاع السكني في إمكانية توفير الطاقة المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية و تفعيل التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة بها من خلال تطبيق وإتباع أحد أهم الاتجاهات والمناهج المعمارية الحديثة البيئية وهو اتجاه عمارة التقنيات الحديثة الموفرة للطاقة والمنتجة لها أيضاً , ودراسة اكثر تقنيات الطاقات المتجددة شيوعا في الاستخدام في المنازل ودراسة استراتيجيات وآليات تطبيق هذا الاتجاه على المباني السكنية ،ثم عرض أمثلة لمباني ومجمعات سكنية قائمة عالمية مستدامة تتبنى نهج تفعيل تقنيات الطاقات المتجددة في المباني السكنية المعاصرة , لأجل فتح آفاق مستقبلية أوسع في كيفية تقديم نتاج سكني مصري مستدام ومعاصر ومنتج للطاقة.

٢-٢- الاستدامة:

إن كلمة " الاستدامة " في اللغة العربية وبالرجوع إلى المعني اللغوي الذى هو المدخل الرئيسي لمفهوم وتحديد المعني الدقيق لهذه الكلمة تأتي من الفعل " استدام " الذى جذره " دوم " بمعني المواظبة على الأمر وبالتالي يشير إلى طلب الاستمرار في الأمر والمحافظة عليه و " التنمية المستديمة " هي تلك التنمية التى يديم استمراريتها السكان أما " التنمية المستدامة " هي التنمية المستمرة والمتواصلة بشكل تلقائي غير متكلف.[١]

[١] ماجدة أبو زنط وعثمان غنيم (٢٠٠٥)التنمية المستديمة إطار فكري دراسة في فلسفة ،بحث علمي، المنارة ،، المجلد ١٢، العدد ١.

٢-٢-١- نبذة تاريخية عن مفهوم الاستدامة:[١]

وللتنمية المستدامة جذور تاريخية فلقد كانت القضايا البيئية محط الاهتمام من الانسان منذ قديم الأزل ولقد وضعت المجتمعات قديما القوانين والتشريعات من أجل استخدام الموارد الطبيعية ولكن بتطور الحضارات بدأ التعدي على البيئة وكان الاعتداء أكثر عنفا بعد الثورة الصناعية في نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن العشرين ، وظهرت العديد من ردود نتيجة للتأثيرات السلبية على البيئة.

ففي عام ١٩٧٦ كلفت لجنة من صفوة الاقتصاديين العالميين بوضع تقرير حول إصلاح النظام العالمي من أجل معالجة إحدي أهم القضايا التى تمس مستقبل الأجيال القادمة وهي كيفية الحد من التمييز في العلاقات بين الدول الصناعية الكبري ودول العالم الثالث بهدف تأسيس نظام عالمي جديد تدفع لجميع الدول ودون استثناء حقهم الشرعي في حياة كريمة ومريحة.

وكان مفهوم التنمية المستديمة قد تبلور لأول مرة في بداية ثمانينات القرن الماضي عندما بدأ العالم يستيقظ على ضجيج العديد من المشكلات البيئية الخطيرة التى أصبحت تهدد أنماط الحياة فوق الأرض فكان لابد من إيجاد فلسفة تنموية جديدة تساعد على التغلب على هذه المشكلات .

وفي تقدير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية عام ١٩٨٧ م الذى كان يحمل عنوان " مستقبلنا المشترك " أو "Our common future" والذى عرف التنمية المستدامة على انها : التنمية التى تواجه احتياجات الأجيال المستقبلية لتحقيق احتياجاتهم.

٢-٢-٢- الاستدامة- تعريفات:

تعددت التعريفات للاستدامة ومفاهيمها من العلماء والباحثون ويعرض الفصل أهم هذه التعريفات فيما يلي :

١. تعرف التنمية المستدامة بأنها " التنمية التى لا تلوث البيئة المحيطة بها ولا تستنزف مواردها وتقوم على الإدارة البشرية المثلي للموارد الطبيعية وتدعم حق المشاركة الشعبية في جميع مراحل التنمية وتساوي بين كل الأجيال في حق الاستفادة من الموارد الطبيعية".[٢]

---

[١] سماء راضي حسين أحمد(٢٠١٣) دور كود التشكيل العمراني في تحقيق مجتمعات عمرانية مستدامة بمصر ،رسالة دكتوراة،قسم عمارة،كلية الهندسة،جامعة المنصورة

[٢] وليد محمد عبد الوهاب نصار(٢٠٠٨) تكامل المشروعات الحضرية الذكية مع البيئة العمرانية المحيطة،رسالة دكتوراة،قسم تخطيط عمراني،كلية الهندسة ،جامعة عين شمس.

٢. " هي التنمية التى توازن بين مكونات البيئة وتحافظ على سلامة هذه النظم البيئية وكذلك هي مجموعة السياسات التى تنقل المجتمع لوضع أفضل". [١]

٣. " التنمية التى تحقق احتياجات الأجيال الحالية بدون إضعاف قدرة الأجيال القادمة على تحقيق احتياجاتهم".[٢]

٤. " التنمية المستدامة هي تغيير اجتماعي اقتصادي إيجابي لا يغفل النظم الإيكولوجية والاجتماعية التى تقوم عليها المجتمعات ويتطلب بنجاح سياسة متكاملة وأساليب تخطيط ودراسات اجتماعية ".[٣]

٥. " التنمية المستدامة تقوم بصيانة وتحسين جودة الحياة البشرية من الناحية الاجتماعية والاقتصادية والبيئية ومساعدة الكوادر الموجودة "[٤]

٦. "التنمية المستدامة هي وسيلة لرفع المستوي الاجتماعي اخذ في الاعتبار تواجد الحالات البيئية الباقية التى تدعمن حياة الإنسان في مستوي محدد خلال الأجيال المستقبلية ".[٥]

٧. " هي وسيلة للإبقاء على ما هو بكر في البيئة ولهذا العديد من المؤشرات مثل (الدخل – العمالة – الصحة – الإسكان – رفاهية الإنسان".[٦]

ومن دراسة التعريفات السابقة نستنتج التالي :

- التنمية المستدامة تهتم بالاحتياجات الحالية والمستقبلية بالتساوي .
- التنمية المستدامة تحقق " الأمان الاقتصادي " لما توفره من فرص عمل وإنعاش للاقتصاد المحلي والعدالة الاقتصادية.
- التنمية المستدامة تحقق : التوافق مع البيئة وحماية الموارد والاستهلاك المسئول للموارد
- التنمية المستدامة تحقق : العدالة الاجتماعية حيث يكون لجميع فئات المجتمع الحق في التمتع بمستوي مناسب من الخدمات المرافق والحياة.

---

[١] مديحة حامد عبد الستار(٢٠١٠) الهوية كمدخل لاستدامة العمران في ضوء شراكة المجتمع،رسالة ماجيستير،قسم عمارة، كلية الهندسة،جامعة المنصورة.

[٢] سماء راضي حسين أحمد(٢٠١٣) دور كود التشكيل العمراني في تحقيق مجتمعات عمرانية مستدامة بمصر،رسالة دكتوراة،قسم عمارة،كلية الهندسة،*جامعة المنصورة*

[٣] سماء راضي حسين أحمد(٢٠١٣)،مرجع سابق.

[٤] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي الاسكوا ،(٢٠١٣)، نحو اقتصاد اخضر(مسارات الى التنمية المستدامة والقضاء على الفقر)،مرجع لواضعي السياسات، الامم المتحدة، نيويورك.

[٥] وليد محمد عبد الوهاب نصار(٢٠٠٨) ، مرجع سابق.

[٦] وليد محمد عبد الوهاب نصار(٢٠٠٨) ، مرجع سابق.

٢-٢-٣- مبادئ التنميه المستدامة:[١]

إن العلاقة بين التنمية من جهة والبيئة من جهة أخري هي التى حددت المباديء الأساسية التى قام عليها مفهوم التنمية المستدامة ومحتواها وهي :

١- استخدام أسلوب النظم (approach systems) شرطا أساسيا لإعداد وتنفيذ خطط التنمية المستدامة لأنه أسلوب متكامل يهدف للمحافظة على حياة المجتمعات من خلال الاهتمام بجميع جوانبها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية ودون ان يتقدم أى جانب على حساب الجوانب الأخري أو يؤثر فيها بشكل سلبي .

٢- تحقيق المشاركة الشعبية حيث أن التنمية المستديمة عبارة عن ميثاق يقر بمشاركة جميع الجهات ذات العلاقة في اتخاذ قرارات في مجال تخطيط التنمية المستديمة ووضع السياسات وتنفيذها.

٣- المستقبلية: بمعنى أن الموارد المتاحة ليست ملكا للجيل الحالي فقط ولكن أيضا ملكا للأجيال المستقبلية

٤- استقرار الزيادة السكانية.

٥- تحقيق المساواة والعدالة الاجتماعية

٦- تقليل الملوثات والنفايات الناجمة عن الإنسان لأنه يجب أن لا تزيد عن معدلات القدرة البيئية على التخلص منها وإعادة تدويرها.

٧- التحول من استخدام الموارد غير المتجددة إلى الموارد المتجددة.

٨- استخدام الموارد المحلية المتاحة بدل جلب الموارد من مناطق بعيدة.

٢-٢-٤- أسباب ظهور مفهوم التنمية المستدامة :[٢]

منذ السبعينات والثمانينات من هذا القرن تعددت العوامل المؤدية لظهور التنمية المستدامة ومنها:

١- أزمة النفط : كان لأزمة النفط التى ظهرت في السبعينيات العديد من التداعيات مما ادي ألى لفت النظر إلى خطورة الاستغلال المفرط للثروات الطبيعية الغير متجددة وتلوث البيئة فجأت التنمية المستدامة كرد فعل على استنزاف المورد الأولية وتلوث البيئة .

٢- فشل سياسات التنمية التى أتبعتها دول العالم الثالث والتى كان من تبعاتها :

- زيادة هائلة في الدين الخارجي
- تراجع الإنتاج الصناعي
- تزايد الفروق بين الطبقات الاجتماعية .

---

[١] هديل موفق محمود، اوس جواد جعفر،(٢٠١٤)، الاعتبارات البيئية في تصميم المباني واستثمار التكنولوجيا المعاصرة في تصميمها، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية،بغداد ، العراق.

[٢] هديل موفق محمود، مرجع سابق.

٣- عولمة الاقتصاد والذى كان له أسوأ الأثر في :

- زيادة الفروق بين المجتمع الواحد وبين المجتمعات الدولية .
- إضعاف سلطة الدولة .
- تشجيع ظهور النزعات العرقية والعنصرية.

٤- الاستغلال السلبي للبيئة والموارد الطبيعية والقضاء على البيئة بالملوثات والتوسع الصناعي بمخلفاته وأثاره الضارة.

٢-٢-٥- اهداف التنمية المستدامة:[١]

- تحقيق التوازن بين إدارة الموارد من أجل استمرار المحافظة على المصادر البشرية والطبيعية.
- حماية البيئة لتجنب التدهور البيئي .
- تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية.
- تطوير آليات عملية التنمية المستدامة وتنظيم الاستفادة من القدرات المحلية.
- مشاركة جميع أطراف المجتمع كطرف فعال في عمليات التنمية المستدامة.

٢-٣- المباني السكنية المستدامة:[٢]

إن تحقيق المسكن المستدام يتطلب توفر خدمات الطاقة فهي المحرك الأول والدعامة الأساسية لتحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية , حيث أن اعتماد وإتباع اتجاه العمارة الحديثة للتقنيات فتح المجال بتطوره ووسائله المتقدمة لإيجاد معالجات تقنية وأنظمة تعمل على توفير الطاقة واستغلال معطيات الطبيعة أفضل استغلال بما لا يضر بها أيضاً , وتصميم المسكن المستدام هو من أهم المتطلبات الإنسانية في الوقت الحالي , ولكن ومع مشكلة نضوب مصادر الطاقة التقليدية وتلوث البيئة , ترتب على ذلك آثار سلبية بيئية واقتصادية كبيرة .

٢-٣-١-تعريف المسكن المستدام:

هو المسكن الذي يلبي الاحتياجات الحقيقية للساكنين في الوقت الحاضر بشكل كفء في استغلال الموارد بما يحقق كيان مريح ومحافظ على البيئة , إن تصميم المسكن المستدام يعني تحمل المسئولية تجاه استدامة الموارد بما يسمح للأجيال القادمة لأن يكون لها الحق في مسكن صحي لائق يلبي احتياجاتها الفيزيائية والنفسية .

٢-٣-٢-مبادئ المسكن المستدام:

- **كفاءة التعامل مع الطاقة :**

وتعني التقليل من تكلفة استهلاكها داخل المسكن مع توفير الراحة لمستخدميه , وذلك لتوفير بيئة معيشية أكثر صحية , والتقليل من التأثير السلبي على البيئة و تحقيق كفاءة التعامل مع الطاقة يتطلب اتخاذ مجموعة الاعتبارات التصميمية مثل : اختيار الموقع , وكفاءة غلاف المبني , كفاءة أنظمة التشغيل ,

---

[١] هديل موفق محمود، مرجع سابق.

[٢] ضياء رفيق مرجان،(٢٠١٣)، مفاهيم وتطبيقات لإمكانية التخطيط والتصميم المستدام في السكن، مجلة المخطط والتنمية، العدد(٢٧).

وتطوير التقنيات المحلية في إنتاج الطاقة، كما يجب مراعاة كافة الإجراءات التي تضمن أن يستخدم المبنى أقل طاقة ممكنة في عمليات التبريد والتدفئة والإضاءة وذلك باستخدام الوسائل الفنية والمنتجات التي تحافظ على الطاقة المتوفرة وتحول دون سوء استخدامها.

- **كفاءة التعامل مع المواد :**

تعني كفاءة التعامل مع المواد الاقتصادية في استهلاك المواد والطاقة اللازمة لتصنيع ونقل وتشغيل تلك المواد , ويكون ذلك من خلال : استعمال المواد المحلية بالموقع والمواد الملائمة للمناخ المحلي لرفع كفاءة الأداء البيئي للمسكن , وتقليل تكاليف إنشائه ، وهي المواد ذات التأثير الحميد على البيئة بحيث يجب مراعاة استخدام مواد البناء والمنتجات التي تؤدي لخفض تدمير وتلوث البيئة ، فيمكن اختيار الخشب شريطة أن لا يدمر ذلك الغابات كما تؤخذ في الاعتبار المواد الأخرى على أساس عدم سمية العناصر التي تنتجها.

- **تحقيق الكفاءة الوظيفية :**

يحقق المسكن المستدام الكفاءة الوظيفية من خلال ملاءمة الفضاءات لأغراضها الوظيفية دون إهدار أو تقصير , مع تحقيقه للمرونة التصميمية التي تقبل الامتدادات في المستقبل لملاءمة التغييرات المستقبلية للمسكن .

- **كفاءة الأداء البيئي :**

يحقق المسكن المستدام كفاءة الأداء البيئي من خلال توفيره لكافة عناصر الراحة لمستخدميه مع الاستجابة لمحددات الموقع في التصميم والبعد عن المناطق الخطرة وغير الصحية وإدخال العمليات الطبيعية في التصميم كالإشعاع الشمسي والإضاءة والتهوية الطبيعية , واستعمال التقنيات النظيفة والبعد عن المواد ذات الانبعاثات السامة أو التأثير الصحي السلبي على الساكنين .

- **البيئة الصحية الداخلية:**

إن تصميم المباني الخضراء يضع الأولوية للصحة والبيئة، للحفاظ على الموارد وأداء المبنى خلال دورة حياته وتعتبر معظم المباني الخضراء ذات كفاءة ونوعية متميزة وذلك أن عمرها الافتراضي أطول من مثيلتها التقليدية وتكلفة تشغيلها وصيانتها أقل وتوفر درجة أعلى من الرضا لدى مستعمليها عن المباني التقليدية، لذلك يجب اتخاذ كافة الاحتياطيات لضمان عدم إصدار مواد البناء أو الأنظمة الإنشائية للمبنى أية غازات سامة تنتشر في جو البيئة الداخلية للمبنى ، كما يتعين العمل على تجديد الهواء بالداخل وتنقيته بواسطة المزروعات والمرشحات.

- **التشكيل المرتبط بالبيئة المحيطة:**

يجب مراعاة ضرورة ربط التشكيل والتصميم الخاص بالمبنى بالموقع المقام عليه، بالمنطقة وبالطقس، وذلك مع زيادة الاهتمام بالجانب البيئي للموقع هذا مع توفير وسائل إعادة تدوير المخلفات (waste recycling). ويجب مراعاة تجانس العلاقة بين شكل المبنى و قاطنيه والطبيعة المحيطة.

- **التصميم الجيد:**

يجب مراعاة الحصول على تصميم يحقق كفاءة مستمرة في العلاقات بين المساحات المستخدمة، مسارات الحركة، تشكيل المبنى، النظم الميكانيكية وتكنولوجيا البناء. كما يراعي التعبير الرمزي عن تاريخ المنطقة والأرض وكذلك القيم والمبادئ الروحية التي يجب دراستها، وذلك حتى يصبح المبنى متميزا بسهولة الاستعمال، جودة البناء، وجمال الشكل.

٢-٣-٣-المباني السكنية وإستهلاك الطاقة:[١]

إن المبني السكني يعتبر من أهم المباني إستخداما ومن أكثرها حاجة لتوفير الطاقة ،و هو ايضا رد فعل ينشئة الإنسان تجاه القوى البيئة الخارجية لتوفير بيئة داخلية ثابتة , يبذل فيها الإنسان أقل طاقة أو مجهود لإدامة الراحة الحرارية ، وان مع ظهور مشكلة نقص الطاقة التقليدية بصورة واضحة وخاصة في وجود الطلب المستمر والمتزايد عليها وخاصة بالمباني السكنية حيث تعتبر الأكثر استهلاكاً للطاقة في مصر بمعدل يصل إلى ٤٥% من إجمالي الطاقة المستهلكة سنوياً بحسب إحصاءات وزارة الكهرباء لعام ٢٠١٩ مما يجعل القطاع السكني له فرصة هائلة في توفير كم كبير من الطاقة إذا تم الاستخدام الأمثل للطاقة به ، ومنذ عام ٢٠٠٨ كان نصف سكان العالم يقطن في مناطق حضرية , ويتوقع بأن يرتفع ذلك المعدل إلى ٧٠% بحلول ٢٠٥٠ , تشير مبادرة المباني المستدامة والمناخ لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة على أن المباني السكنية تستخدم ما يقارب من ٤٠% من استهلاك الطاقة العالمية , و ٢٥% من المياه في العالم , و ٤٠% من المصادر العالمية بينما تقوم تقريباً بطرح ثلث الأنبعاثات الغازية التي تسبب الاحتباس الحراري,لذا تقدم المباني السكنية الخضراء الإمكانيات الأكبر لإنجاز تخفيض ملحوظ في الإنبعاثات الغازية للاحتباس الحراري في البلدان المتقدمة والنامية ,وكذلك يمكن تخفيض استهلاك الطاقة في المباني السكنية بنسبة ٣٠% إلى ٨٠% باستخدام تقنيات حديثة ذات كفاءة عالية ومتاحة تجارياً

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٩) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ، في مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation ٥-١١-٢٠١٩

وفيما يلي أهم الأسباب التي تجعل كفاءة استهلاك الطاقة في المباني وخاصة السكنية بمثابة الغرض الأساسي لخطة توفير الطاقة على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية :

- تستهلك المباني السكنية تقريباً ٦٠% من كهرباء العالم .
- الاستخدام الحالي للطاقة والمياه في المباني السكنية عادة يكون أدنى من احتمال الكفاءة , الأمر الذي يمنح فرص توفير كبيرة.
- قطاع الاسكان هو المساهم الأكبر في الانبعاثات الغازية للاحتباس الحراري .
- يترافق الاستثمار الأخضر مع كفاءة استهلاك الطاقة في المساكن مع مدخرات كبيرة مباشرة وغير مباشرة , الأمر الذي من شأنه المساعدة في تعويض التكاليف الإضافية .
- ينتج عن استدامة المساكن بيئات سكنية أكثر صحية .

٢-٣-٤-اليات تحقيق الإستدامة في المباني السكنية:[١]

- الاستخدام الرئيسي للمواد المتوفرة بشكل كبير في البيئة المحلية للموقع ولا تحتاج لقدر كبير من التصنيع (توفير الطاقة) وغير مؤذية لصحة الإنسان .
- ضمان مرونة المبني باستيعاب التغيرات المحتملة في المستقبل المنظور .
- التوجه نحو نظام كفئ لتوفير الطاقة (العزل الحراري . الإضاءة الطبيعية) بالاعتماد على المناخ المحلي واستعمال تقنيات الطاقات المتجددة مثل الخلايا الشمسية وأدوات تخفيض الحرارة الطبيعية
- استخدام مواد يمكن تكريرها وإعادة استخدامها في حال هدم المبني .
- يجب أن تتمتع المنشآت بالجمال وتبعث الراحة في النفس (إضاءة كافية . ألوان طبيعية)
- استخدام التخضير كعنصر من عناصر التصميم .

٢-٤- إتجاه عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة في المباني السكنية:[٢]

إن إتجاه عمارة التقنيات الفائقة هو إتجاه بيئي بحت فتح المجال بالتطور التقني الى إيجاد معالجات تعمل على توفير الطاقة (كهرباء- حرارة) في المباني وإستغلال معطيات الطبيعة من طاقات جديدة ومتجددة أفضل إستغلال.

[١] ضياء رفيق مرجان،(٢٠١٣)، مفاهيم وتطبيقات لإمكانية التخطيط والتصميم المستدام في السكن، مجلة المخطط والتنمية، العدد(٢٧).

[٢] راما أحمد, (٢٠١٢), التطور التقني لإتجاه عمارة التقنيات الفائقة ضمن إطار التصميم المستدام,رسالة ماجيستير, الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة دمشق, سوريا.

٢-٤-١-تعريف عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة:

هو اتجاه معماري نشأ بفعل الحاجة للتغيير والإبداع في السبعينيات من القرن العشرين كوليد لمرحلة الحداثة في مرحلتها المتأخرة، يسعى لتحقيق نتاج معماري بيئي منصهر بتأثيرات التقدم العلمي المتسارعة، ومستفيد من نجاحات التكنولوجيا لإنتاج نمط من البناء يحقق حضوراً عالياً للتقنيات البنائية العالية، واستثماراً كبيراً لمصادر الطاقات المتجددة، واعتبر المبنى أشبه بآلة متطورة تسعى لخدمة الهدف الأول للعملية التصميمية وهو الوظيفة.

٢-٤-٢-الهدف الرئيسي لعمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة:

السعى لتحقيق استدامة أكبر للمبنى، وإستغلال الطاقة المتجددة الطبيعية لتوفير الطاقة.

رؤية عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة:

أطلقت عمارة التقنيات الحديثة مقاييس جديدة في الانجاز البيئي، و احتلت النواحي البيئية جانبا كبيرا من الاهتمام، وذلك بالاستفادة من المعطيات البيئية للمناخ واستخدامها لجعل المباني ملائمة لمختلف المناخات البيئات المختلفة، وأصبحت تتكيف مع الظروف السائدة من خلال تكوينها المعماري والإنشائي التقني، واستخدام التقنيات الحديثة المتاحة من الطاقات الجديدة والمتجددة لتوفير الطاقة.

٢-٤-٣-خصائص عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة:

- الاعتماد بصورة كبيرة على احدث المستجدات التقنية في استخدام الطاقات المتجددة في البناء وتوفير الطاقة.
- يعد المبنى من وجهة نظر هذا التوجه المعماري آلة تتطور بتطور أدائها التقني والتكنولوجي.
- الجانب الوظيفي النفعي في المبنى هو الهدف الأول في هذا الإتجاه بعيدا عن الرمزية والزخرفات.
- المرونة وشمولية الفراغ من خلال استغلال خصائص مواد البناء بالشكل الأمثل،وذلك لتحقيق ديناميكية المبنى، وقدرته على التأقلم مع المتغيرات الوظيفية.
- الشفافية والانسجام مع المحيط البيئي من خلال احترام.
- تبني مبدأ التعبيرية وإعطاء صورة صريحة عن النظام الإنشائي المستخدم وعن الاستخدامات الوظيفية للمبنى وآلية الحركة، من خلال التكوين والواجهات.
- تحقيق استدامة اكبر للمبنى والسعي لتوفير الطاقة الصناعية، واتباع الطرق الحديثة واستغلال إمكانيات المواد المختلفة لهذا الغرض .
- تصميم المبنى بطريقة تتيح الاستفادة بنسبة كبيرة من الطاقة الطبيعية من إضاءة طبيعية وتهوية وذلك بغرض تعزيز مبدأ الاستدامة، وتحقيق بيئة صحية للعمل.

٢-٤-٤-إستراتيجيات تفعيل تقنيات الطاقات المتجددة بالمباني السكنية:

إستخدم إتجاه عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة العديد من الاستراتيجيات بغرض تفعيل إستخدام مصادر الطاقات المتجددة في المباني وخاصة السكنية لتحقيق استدامة أكبر وإستغلال الطاقة الطبيعية،حيث احتلت النواحي البيئية جانبا كبيرا من الاهتمام في هذا الإتجاه ويذكر منها ما يلي:

- استخدام مرايا موصولة بأجهزة كمبيوتر تتغذى ببرامج زمنية شمسية لتأمين الطاقة الحرارية والإنارة اللازمة داخل المبنى، كما تؤمن هذه الأنظمة إطفاء الأضواء بشكل أوتوماتيكي عند الحاجة.
- استخدام السقوف المضاعفة في عملية العزل الحراري في البيئات قاسية المناخ.
- استخدام الجدران المضاعفة لخلق دورات هوائية مناسبة استناداً إلى فهم حركة هبوب الرياح الموسمية.
- تطبيق فكرة الإنارة الطبيعية غير المباشرة والمنعكسة من السقوف بواسطة أسطح عاكسة.
- إستخدام الخلايا الشمسية وهي خلايا كهربائية مشحونة تشكل نموذجاً شمسيا يؤمن تحويلاً مباشراً لأشعة الشمس إلى كهرباء، وقد تكون هذه الخلايا مرفقة بإطار من الألمنيوم من أجل مرونة تشكيلها لوضعها على الواجهات والسقوف والجدران، كما أنها قابلة للدمج بعازل حراري وصوتي.

٢-٤-٥-تقنيات الطاقات المتجددة الشائعة الإستخدام في المباني السكنية :[١]

تتعدد تطبيقات تقنيات الطاقات المتجددة وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسيةفي المباني السكنية ونذكر منها:

١- تقنية الخلايا الكهروضوئية:

الخلايا الشمسية الضوئية(الفوتوفولطيه) كما في الشكل(٢-١) وتعمل الخلايا الفوتوفولطية بشكل مختلف عن الأنظمة الحرارية للطاقة الشمسية فهى تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء بدون تحريك لأي أجزاء وبدون إنتاج مخلفات للوقود أو تلويث للهواء أوإنتاج إنبعاثات للغازات الضارة ، و تتروح قدرة اللوح الواحد من الألواح الشمسية الإنتاجية بين ١٠٠وات الى ٣٢٠ وات ، ومتوسط احتياج بناية سكنية بمسطح ٤٠٠ متر مربع ،سته أدوار ١١١ لوح شمسي أي يحتاج الى ٣٥ كيلو وات ، ويقدر الوفر في الكهرباء بعد سنة من التشغيل حوالي ٦٥ كيلو وات / ساعة

شكل(٢-١): الخلايا الشمسية على أسطح المنازل.
المصدر: http://www.solareng.net/solar-power/transform

[١] عمار عامر ياسر ،(٢٠١٢)، رسالة ماجيستير، التصميم البيئى وكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة فى المبانى السكنية : دراسة حالة الطاقة فى قطاع غزة – فلسطين، قسم عمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

طريقة عمل الخلايا الكهروضوئية:

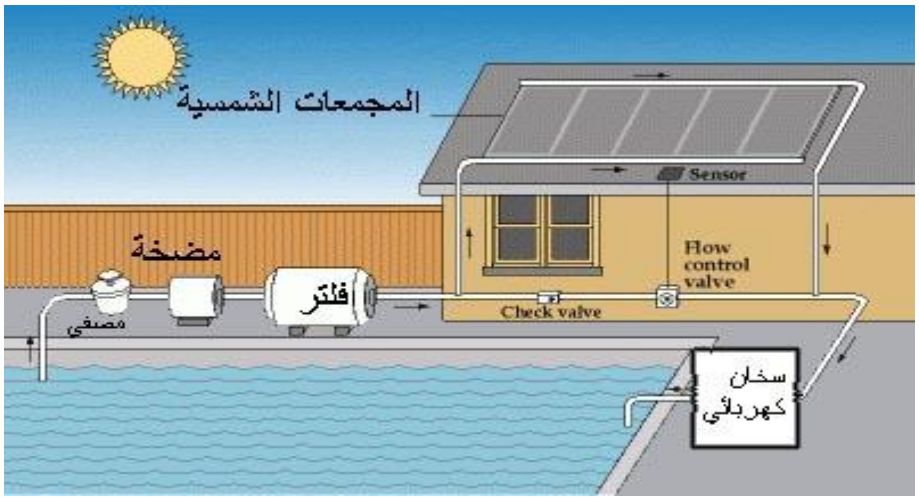
عند سقوط الاشعة الشمس على الخلية الضوئية تتولد كهرباء نتيجة لحركة الالكترونات تنتقل هذه الطاقة عبر الكابلات الى المولد الكهربى الرئيسى ثم يتغير التردد ويسير منه الى المنزل عبر الاسلاك لكل غرفة حسب التوزيع ، يتم توصيل جهاز لقياس كمية الكهرباء بالساعة الى المنزل.

٢- تقنية المجمعات (السخانات) الشمسية :

السخانات الشمسية وسيلة لاستغلال الطاقة الحرارية الناتجة من اشعة الشمس في تسخين المياه للمنازل و الأغراض التجارية, و تحقق هذه النظم جدوى اقتصادية أعلى من الطاقة الشمسية الفولتضوئية حيث يمكن توفير ٨٠% من فاتورة الكهرباء المنزلية ، والسخان الشمسي يقوم بتسخين الماء و تخزينه خلال النهار للأستخدام طول اليوم ٢٤ ساعة, عكس السخان الكهربائ ي التقليدي الذي يمكنه التسخين في اي وقت نهاراً و ليلاً و بالتالي سعة تنك السخان الشمسي تكون اكبر بكثير. فمثلاً منزل متوسط يحتاج الي سخانات كهربائية اجمالي سعتها ٥٠-٧٠ لتر, فهذا المنزل سوف تحتاج الي سخان شمسي سعة ٢٥٠-٣٠٠ لتر لها العديد من الاستخدامات في المباني السكنية مثل:

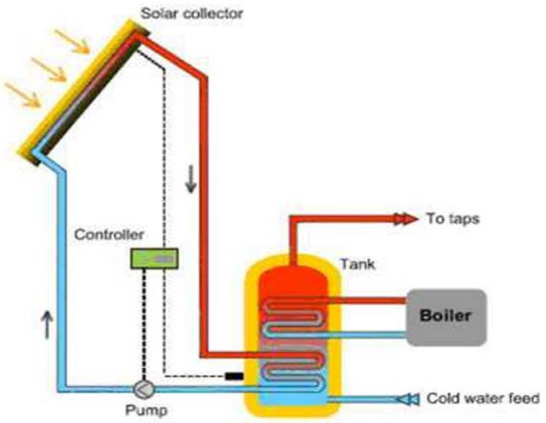
- **تسخين المياه وتسخين حمامات السباحة**

كما في الشكل(٢-٢) بواسطة الطاقة الشمسية حيث تقوم المجمعات الشمسية بتجميع الطاقة الشمسية وإستخدامها في تسخين الماء والهواء وتتناسب كمية الطاقة الحرارية المجمعة مع كمية ضوء الشمس المباشر الذي يتم إستقباله.



شكل(٢-٢): مكونات نظام التسخين الشمسي لحمامات السباحة المنزلية.
المصدر: http://www.solareng.net/solar-power/transform

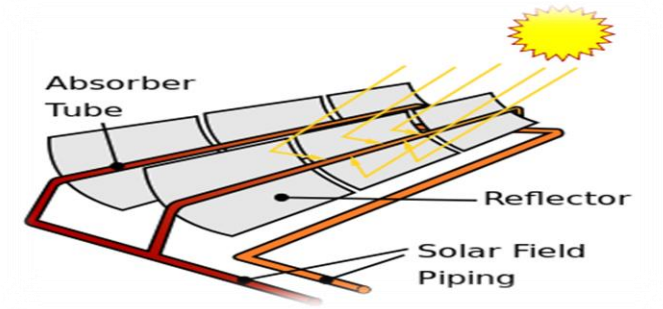
- **تسخين /تبريد الأماكن بواسطة مجمعات الطاقة الشمسية:**



مجمعات الطاقة الشمسية المتوسطة الحرارة التي تستخدم لتدفئة الفراغات تعمل بنفس فكرة عمل سخانات الأنظمة الشمسية لتسخين المياة كما في الشكل (٢-٣)، وتحتاج إلى عدد أكبر من المجمعات الشمسية ووحدات تخزين أكبروأنظمة تحكم أكثر تعقيدا أمن مثيلاتها التي تستخدم لتسخين المياه .ويمكن أيضًا إستخدام الطاقة الشمسية في التبريد وفى هذه الحالة يمكن أن يستفاد من الحرارة المجمعة من الشمس على مدار العام.

شكل (٢-٣): فكرة عمل المجمعات الشمسية.
المصدر: http://www.solareng.net/solar-power/transform

- **مركزات الطاقة الشمسية:**



وهي التي تقوم بتركيز الطاقة الشمسية بدرجات تتراوح بين ٥٠ الى ٥٠٠٠ مره لإنتاج طاقة حرارية كبيرة تقوم بتوليد البخار الذي يستخدم في تشغيل التوربينات البخارية لتوليد الكهرباء كما في الشكل (٢-٤).

شكل (٢-٤): طريقة عمل مركزات الطاقة الشمسية(مرايا القطع المكافئ المستطيلة)
المصدر: http://energy.blogspot.com

٣-تقنية توربينات الرياح (استخدام توربينات الرياح فوق سطح المنازل):

حيث يتم دمج الواح الخلايا الشمسية وطواحين الهواء الصغيرة وتثبيتها فوق أسطح المباني السكنية كما في الشكل (٢-٥) لتوفير ما يمكن من الطاقة مما يقلل من الطلب على احتياجات الطاقة التقليدية ، حيث ان تقنية توربينات الرياح المنزلية عندما تدور المروحة بتوربين الرياح فوق اسطح المنازل بسرعة رياح ٠,٨٥٠ كم بالساعة تولد ١٥٠٠ وات من الكهرباء ، ويعتبر أقصى ناتج كهربائي من توربين الرياح المنزلي هو ٢٢٠٠ وات من سرعة رياح تبلغ ٦١ كم بالساعة.بنسبة ٧٠ %.

شكل(٢-٥): توربينات الرياح والالواح الشمسية المستخدمة لتوليد الطاقة فوق اسطح المنازل.
المصدر: http://af.cnwindsolar.com/green-energy

٢-٥-تجارب عالمية لتطبيق عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة في المباني السكنية:

تعددت التجارب العالمية للمباني السكنية في استخدام تقنيات الطاقات المتجددة ومن أكثر التقنيات شيوعا وإستخداما في المنازل البيئية العالمية قي تقنية الألواح الكهروضوئية ، وفي هذا النطاق يتم عرض الأمثلة التالية:

٢-٥-١- منزل (Earth ship Iron bank) بأستراليا:[١]

يقع في مدينة "أونكابارينجا" جنوبيّ أستراليا، وشيدت جدرانه بين عامي ٢٠١٣ و٢٠١٤ باستخدام ١٠٠٠ إطار سيارة، كما أن الجدران والسقف مصنوعة من الزجاج المُعاد تدويره كما في الشكل (٢-٦) والمواد الصديقة للبيئة، هذا بالإضافة إلى كونه مزودًا بالاواح الشمسية لتوفير الكهرباء من الطاقة الشمسية.

الشكل (٢-٦): منزل Earth ship Iron bank والالواح الشمسية المستخدمة لتوليد الطاقة فوق اسطح المنزل.
المصدر: https://citymag.indaily.com.au/commerce/home-future-earthship-ironbank

١ https://citymag.indaily.com.au/commerce/home-future-earthship-ironbank/ [١] ٤-١١-٢٠١٩

٢-٥-٢- منزل(Heliotrope Tour) في المانيا:[١]

عبارة عن بناء أسطواني بارتفاع (١٤ م)،استخدم في بنائه الوحدات سابقة التجهيز، وهو مبني صديق للبيئة، تم استخدام الخشب في بناءه، وفكرة المبنى مستوحاة من زهرة الهيليوتروب التي تدور أوراقها مع دوران الشمس كما في الشكل (٢-٧)، وتوجد حديقة علي السطح وتراس حلزوني خارجي يلتف حول هيكل المبنى و حقق المبني كفاءة استخدام الطاقة من خلال دوران المنزل للاستفادة من الإشعاع الشمسي في جميع الأوقات من النهار، مع استخدام الخلايا الشمسية التي تدار بالكمبيوتر لامتصاص أكبر قدر من أشعة الشمس ، حيث تستخدم في جمع الحرارة الشمسية من أجل إنتاج الطاقة وتسخين المياه وفي أعمال التدفئة، وينقسم المبني إلى ثلاث مستويات للاستفادة من الضوء، مع زيادة مسطح الفتحات لاستخدام الإضاءة الطبيعية، والجانب الآخر معزول حرارياً للحفاظ على البرودة في أوقات الصيف لتقليل الفقد الحراري ، ويتفاعل المبني مع البيئة من خلال ارتكازه على قاعدة متحركة يتم دورانها في ساعات اليوم المختلفة ليواجه الشمس أيام الشتاء أو يعاكسها أثناء الصيف، بحسب احتياج الساكن ، بالإضافة إلي تنقية مياه الأمطار تلقائيا وجمعها وإعادة استخدامها، ويتم التخلص من المواد الكيميائية الضارة بالبيئة لتدمج في دورة المياه الطبيعية، مع تنقية مياه الصرف الصحي في برك متتالية في الفناء الأمامي للمنزل.

شكل(٢-٧): الالواح الشمسية المستخدمة لتوليد الطاقة فوق سطح المنزل، مع اظهار المبنى من الداخل.
المصدر:https://en.wikipedia.org/wiki/Heliotrope_(building)

[١] https://en.wikipedia.org/wiki/Heliotrope_(building) ٢٨-١٠-٢٠١٩

٢-٥-٣- مشروع المجمع السكني بانجلترا (the Bed ZED) :[١]

يقع في جنوب العاصمة لندن بانجلترا في مقاطعة ساتن، هاكبرج Hack bridge، Sutton ، للمعماري بيل دانستر، المشروع عبارة عن مجمع سكني يحتوي على شقق سكنية مختلفة النمط وبعض الورش لعمل الحرفين وهو مجمع متكامل مع استخدام لبعض التقنيات الجديدة في حفظ الطاقة وتقليل الهدر منها، والمشروع يعمل بأقل كمية من الطاقة حيث تعمل السيارات المستخدمة في المجمع بالطاقة الشمسية ووقود الزيت الكحولي الذي ليس له تلوث مثل تلوث وقود البنزين وباقي منتجات النفط، ومصدر الطاقة في المشروع هي الخلايا الشمسية الموجودة علي أسطح المباني في الشكل(٢-٨)، بالإضافة إلي مصدر حرق مخلفات الحيوانات والزراعة والتي تحرق في أفران خاصة في وجود أنظمة التبادل الهوائي داخل الفراغات من خلال البادكيرات أعلى المباني كما في الشكل(٢-٩)، كما يوجد أنظمة جمع وتخزين مياه الأمطار ومعالجتها لتلائم الاستخدام اليومي من احتياجه الشرب والاغتسال الطبخ دون الحاجة إلي استخدام شبكات الماء المحلية، مع استخدام مواد مستدامة محلية قابلة للتدوير مثل الزجاج والخرسانة والخشب المستدام والعوازل الطبيعة للحرارة وغير الضارة بالبيئة، لذلك يعتبر هذا المبني من المباني صفر في استخدام الطاقة Zero Energy Building، بالإضافة إلي أن الطاقة المتولدة تزيد عن احتياجات المبني ويتم إمداد شبكة الكهرباء بالفائض عن احتياجات المبني.

شكل(٢-٨):الخلايا الشمسية والباديكير فوق أسطح المنازل،المصدر: https://www.tboake.com/gallery/bedzed.html

شكل(٢-٩): قطاع بالباديكير المستخدم للتهوية فوق المنازل،المصدر: https://www.tboake.com/gallery/bedzed.html

[١] https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village ٣-١١-٢٠١٩

٢-٥- ٤- مشروع مجمع سكني (Boston Fusion) بالولايات المتحدة الأمريكية:[١]

هو مشروع للمعماري: كريستان يورجنسون ويقع في مدينة بوسطن بالولايات المتحدة الأمريكية ويقع المشروع علي مسطح ١٩٥ ألف متر مربع، وهو مصمم علي أنه تل من التلال المنتشرة في الأرياف، وارتفاع هذا التل ١٧ طابقاً، ويوجد بالطوابق الثلاثة العلوية شقق سكنية صغيرة ممتدة حتى سطح السقف، بينما يوجد أسفل منها المساحات المكتبية والمقاهي والمحلات التجارية، إلى جانب المساحات الخضراء المفتوحة والممرات المنحدرة، التي تبدأ من مستوى الشارع وصولاً إلى سقف المبنى، وقد تم استخدام العناصر النباتية في تجميل البيئة ويعتبر المشروع من أوائل المشروعات التي تضم أسقف علي شكل منصات صاعدة خضراء وتم تطبيق مبادئ التكنولوجيا الصديقة للبيئة في جميع أجزاء المبنى، بمساعدة فريق Icopal المتخصص بصناعة الأسقف والأغشية العازلة للمياه، فقد قام بيه يورجنسن بتكليف فريق Icopal لابتكار نسيج مصنوع من اللباد (مادة مصنوعة من الخشب والغراء يتم كبسها لتصبح مستوية) لتنقية الهواء، ليغطي السقف الحراري ومجموعة الخلايا الشمسية التي تقوم بتوليد الطاقة الكهربائية الموجودة في السقف الأخضر كما في شكل (٢-١٠)،(٢-١١) ويتم توليد الطاقة في الجزء المسمي Energitag (السقف الحراري) تبلغ مساحته ٤٦٠٠ متر مربع يقوم بتوليد حرارة بمقدار ١٥٥٠ ميجا وات في الساعة سنويا لتبلغ الطاقة السنوية التي ينتجها المشروع ١٦٦٠ ميجا وات في الساعة سنويا وهي تعادل الكمية التي يستهلكها حوالي ٤٠٠ منزل في العام ،وقد راعي المصمم مبادئ الإستدامة في التصميم من استخدام العناصر النباتية لتجميل البيئة وكفاءة استخدام الطاقة واستخدام مصادر الطاقة المتجددة

شكل (٢-١٠): المساحات الخضراء التي تلتف من مستوى الشارع حتي سقف المبنى متماشيا مع طبوغرافية الأرض في المجمع السكني بوسطن فيوجن.المصدر: https://www.archdaily. /Boston-fusion-bay-arch/zoom roof

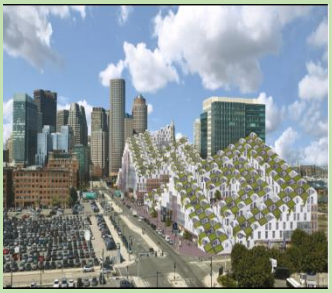
شكل (٢-١١): اللباد الذي يغطي الخلايا الشمسيه والسقف الحراري المستخدم في المجمع السكني.
المصدر: https://www.archdaily. /boson-fusion-bay-arch/zoom roof

[١] https://www.archdaily.com/٩٠٣٥٦/boston-fusion-bay-arch/zoom_roof ٣-١١-٢٠١٩

جدول (٢-١)تجميعي : المشاريع السكنية العالمية المطبقة لاليات تفعيل بعض تقنيات الطاقات المتجددة فيها مثال (تقنية الالواح الشمسية):

تقنية الألواح الشمسية

المشروع السكني تطبيق عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة	الدولة	توصيف المشروع	صور توضيحية للمشروع
١-منزل (Earth ship Iron bank)	استراليا	الجدران والسقف مصنوعة من الزجاج المُعاد تدويره والمواد الصديقة للبيئة، هذا بالإضافة إلى كونه مزودًا بالطاقة الشمسية.	
٢-منزل(Heliotrope Tour)	المانيا	استخدام الخلايا الشمسية التي تدار بالكمبيوتر لامتصاص أكبر قدر من أشعة الشمس ، حيث تستخدم في جمع الحرارة الشمسية من أجل إنتاج الطاقة وتسخين المياه وفي أعمال التدفئة.	
٣- مشروع المجمع السكني (the Bed ZED)	انجلترا	استخدم المشروع بعض التقنيات الجديدة في حفظ الطاقة حيث ان المشروع يعمل بأقل كمية من الطاقة حيث تعمل السيارات المستخدمة في المجمع بالطاقة الشمسية، كذلك الخلايا الشمسية الموجودة علي أسطح المباني، بالإضافة إلي مصدر حرق مخلفات الحيوانات والزراعة والتي تحرق في أفران خاصة في وجود أنظمة التبادل الهوائي داخل الفراغات من خلال البادكيرات أعلى المباني.	

٤- مشروع مجمع سكني (Boston Fusion)	امريكا	يعتبر المشروع من أوائل المشروعات التي تضم أسقف علي شكل منصات صاعدة خضراء وتم تطبيق مبادئ التكنولوجيا الصديقة للبيئة في جميع أجزاء المبنى، ومجموعة الخلايا الشمسية التي تقوم بتوليد الطاقة الكهربائية الموجودة في السقف الأخضر	

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩)

- **النتائج:**

- ضرورة تشجيع الإنتاج السكني المستدام المحلي المعتمد على الطاقات المتجددة وخاصة تقنيات الطاقة الشمسية مثل الخلايا الكهروضوئية لما لها من توفير هائل في الطاقة الكهربائية التقليدية بالمنازل .
- تفعيل وتطوير معدات تقنيلت الطاقة المتجددة في السوق المصري المحلي.

٢-٦-خلاصة الفصل:

يتناول الفصل قضية هامة في حياة الإنسان , بل وتعتبر من أولويات الاحتياج الإنساني ألا وهو المسكن والمأوى, وكيف يكون هذا المسكن مستدام وموفر للطاقة بل ومنتج لها أيضاً , ويتضح ذلك في الفصل من خلال تطبيق وتفعيل التقنيات الحديثة التي تساعد المسكن على الاكتفاء الذاتي من الطاقة المتجددة , وفي هذا السياق يأتي الفصل في خطوات متتابعة من أجل تحقيق الهدف الأساسي للبحث وهو تفعيل عمارة التقنيات الحديثة بوصفها الاتجاه الأمثل نحو التصميم السكني المستدام وكيفية تصميم المسكن المستدام وما هي مبادئه , ثم يتطرق البحث إلى حجر الزاوية الأهم وهو تطبيق أحد أهم الاتجاهات المعمارية الحديثة البيئية وهو اتجاه عمارة التقنيات الحديثة الموفرة للطاقة والمولدة لها أيضاً , ودراسة اكثر تقنيات الطاقات المتجددة شيوعا في الاستخدام في المنازل ودراسة استراتيجيات وآليات تطبيق هذا الاتجاه على المباني السكنية ،ثم يقوم الفصل بطرح أمثلة تطبيقية لمباني ومجمعات سكنية قائمة عالمية مستدامة تتبنى نهج تفعيل تقنيات الطاقات المتجددة وحققت ولو جزء من مفاهيم الاستدامة في المباني السكنية المعاصرة , لأجل فتح آفاق مستقبلية أوسع في كيفية تقديم نتاج سكني مصري مستدام ومعاصر ومنتج للطاقة.

ويخلص البحث الى رصد قدر مايمكن ان توفره كل تقنية من الكهرباء المولدة من الطاقة المتجددة عن بديلتها من كمية الكهرباء المولدة من مصدر طاقة تقليدي، ففي تقنية الالواح الشمسية تتروح قدرة اللوح الواحد من الألواح الشمسية الإنتاجية بين ١٠٠وات الى ٣٢٠ وات ، ومتوسط احتياج بناية سكنية بمسطح ٤٠٠ متر مربع ،سته أدوار ١١١ لوح شمسي أي يحتاج الى ٣٥ كيلو وات ، ويقدر الوفر في الكهرباء بعد سنة من التشغيل حوالي ٦٥ كيلو وات / ساعة ، وفي تقنية توربينات الرياح المنزلية عندما تدور المروحة بتوربين الرياح فوق اسطح المنازل بسرعة رياح ٠,٨٥٠ كم بالساعة تولد ١٥٠٠ وات من الكهرباء ، ويعتبر أقصى ناتج كهربائي من توربين الرياح المنزلي هو ٢٢٠٠ وات من سرعة رياح تبلغ ٦١ كم بالساعة.

يمكن إجمال النتائج التي توصلت اليها الدراسة في الفصل الى الاتي :

- في تقنية الالواح الشمسية تتروح قدرة اللوح الواحد من الألواح الشمسية الإنتاجية بين ١٠٠وات الى ٣٢٠ وات ، ومتوسط احتياج بناية سكنية بمسطح ٤٠٠ متر مربع ،سته أدوار ١١١ لوح شمسي أي يحتاج الى ٣٥ كيلو وات ، ويقدر الوفر في الكهرباء بعد سنة من التشغيل حوالي ٦٥ كيلو وات / ساعة .
- توفر توربينات الرياح المنزلية عندما تدور المروحة بتوربين الرياح فوق اسطح المنازل بسرعة رياح ٠,٨٥٠ كم بالساعة ١٥٠٠ وات من الكهرباء ، ويعتبر أقصى ناتج كهربائي من توربين الرياح المنزلي هو ٢٢٠٠ وات من سرعة رياح تبلغ ٦١ كم بالساعة.

- تم دراسة مقدار استهلاك الطاقة في المباني السكنية بشكل خاص اذ يصل الاستهلاك في القطاع السكني المصري إلى ٤٥% من إجمالي الطاقة المستهلكة سنوياً بحسب إحصاءات وزارة الكهرباء لعام ٢٠١٦.
- يمكن تخفيض استهلاك الطاقة في المباني السكنية بنسبة ٣٠% إلى ٨٠% باستخدام تقنيات حديثة ذات كفاءة عالية ومتاحة تجارياً
- ضرورة تفعيل عمارة التقنيات الحديثة بوصفها الاتجاه الأمثل نحو التصميم السكني المستدام.
- استنتاج ان من أهم الاتجاهات المعمارية الحديثة البيئية هو اتجاه عمارة التقنيات الحديثة الموفرة للطاقة والمولدة لها أيضاً .
- استنباط استراتيجيات وآليات تطبيق هذا الاتجاه على المباني السكنية العالمية.
- البحث والتطوير المستمر في مجال المسكن المستدام يساعد في خلق نتاج سكني مصري مستدام.
- التنمية البيئية هي أفضل طريق للتنمية الإقتصادية ,لأنها تعمل على صرفا أقل للطاقة وإستغلالا أمثل للموارد الطبيعية مما يسهم في خفض تكاليف التشغيل وترشيد إستهلاك الطاقة، مما يسبب فوائد إقتصادية كبيرة للفرد والمجتمع ككل.
- إستخدام التقنيات الفائقة للطاقات المتجددة أدى إلى الوصول لعمارة تنتج طاقة أكثر مما تستهلك فأصبحت عنصرا داعما للبيئة والطاقة .
- ضرورة وجود إطار تشريعي وقانوني منظم لعملية توفير الطاقة عن طريق التقنيات الحديثة.
- حتمية نشر ثقافة إستخدامات الطاقة المتجددة على مستوى المجتمعات بكل أطرافها (الحكومات– الأفراد– المستثمرون ورجال الأعمال) وإبراز مدى أهمية هذه الثقافة في حماية البيئة وتوفير إحتياجات الطاقة.
- تعميم إستخدام المصادر المتجددة للطاقة في القطاعات المتعددة في مصر , خاصة وأنها تعتبر رئة جديدة.
- يجب على الدولة الإستمرار في سن القوانين وإصدار تشريعات من شأنها البناء السكني المستدام من اجل تحسين الاستخدام وتطوير الإنتاج في مجال الطاقة المتجددة .
- ضرورة تفعيل المشاركة بين القطاعين الخاص والعام في مجال الاستثمارات في الطاقة الجديدة .
- دعم عمليات البحث العلمي وتوفير الإمكانات اللازمة لذلك في مجال المساكن المستدامه .
- تشجيع الإنتاج السكني المستدام المحلي المعتمد على الطاقات المتجددة .
- حتمية تقليل الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة والتحول بشكل كبير نحو تقنيات الطاقة الحديثة في التصميم المعماري والعمراني للمباني السكنية بهدف إنتاج عمران سكني مستدام صديق للبيئة ومولد ومنتج للطاقة أيضاً , مما يساهم في الحفاظ على حقوق الأجيال الحالية والأجيال القادمة في مناخ صحيح وبيئة سكنية مستدامة وصديقة وغير ضارة بالبيئة .

الباب الثاني:

دور التكنولوجيا الرقمية و تقنيات الطاقة المتجددة في توفير الراحة الحرارية بالمباني السكنية .

الفصل الثالث:

أنظمة التبريد الحراري الشمسي.

الباب الثاني: دور التكنولوجيا الرقمية و تقنيات الطاقة المتجددة في توفير الراحة الحرارية بالمباني السكنية .

الفصل الثالث: أنظمة التبريد الحراري الشمسي :

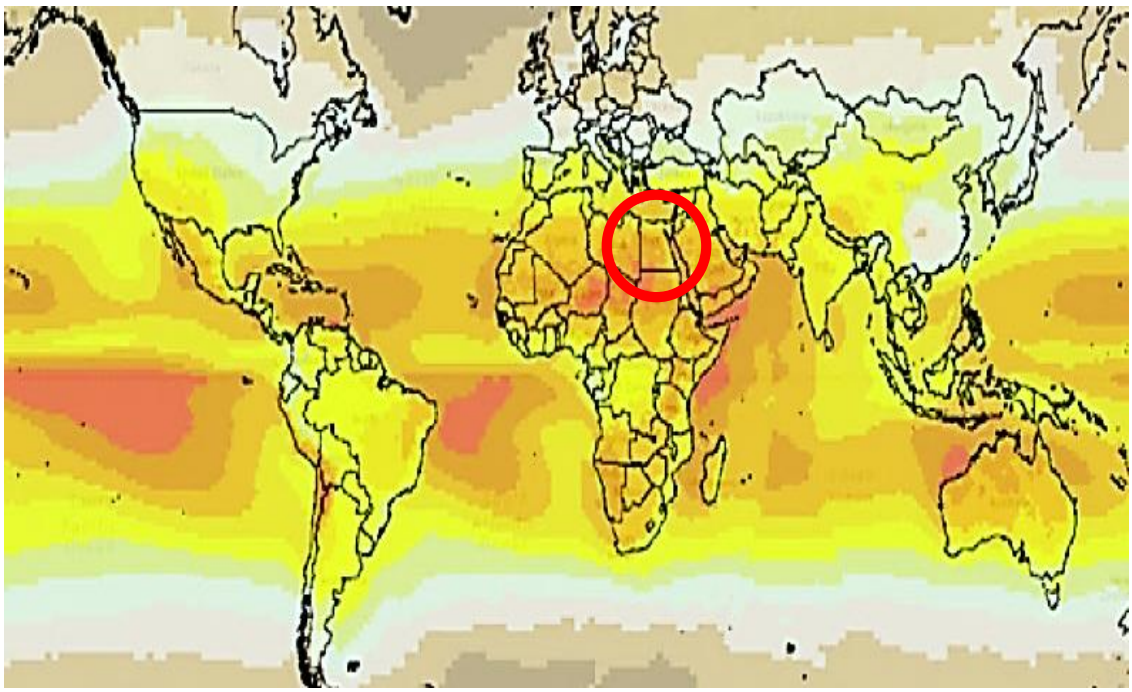
٣-١- المقدمة.
٣-٢- مفهوم تكييف الهواء.
٣-٣- دورة عمل تكييف الهواء.
٣-٤- الطاقة الحرارية الشمسية.
٣-٤-١- تعريف الطاقة الحرارية الشمسية.
٣-٤-٢- مفهوم التبريد الحراري الشمسي.
٣-٤-٣- هدف التبريد الحراري الشمسي.
٣-٤-٤- فوائد التبريد الحراري الشمسي.
٣-٤-٥- أسباب إختيار أنظمة التبريد الحراري الشمسي للدراسة.
٣-٤-٦- مكونات أنظمة التبريد الحراري الشمسي.
٣-٤-٧- الفكرة الأساسية لعمل أنظمة التبريد الحراري الشمسي.
٣-٤-٨- تطبيقات استخدام أنظمة التبريد في الحياة العملية.
٣-٥- تاريخ تطور انظمة التبريد الحراري الشمسي (الدراسات العالمية السابقة).
٣-٦- موقف منظومة التبريد الحراري الشمسي من خطة وكالة الطاقة العالمية (IEA).
٣-٧- أنواع أنظمة التبريد الحراري الشمسي.
٣-٧-١- نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب Solid Desiccant cooling System.
٣-٧-٢- نظام التبريد بتقنية القاذف Ejector Cooling System
٣-٧-٣- نظام التبريد بتقنية الإدمصاص Adsorption cooling System .
٣-٧-٤-نظام التبريد بتقنية الإمتصاص Absorption cooling System.
٣-٨- مقارنة أنظمة التبريد الحراري الشمسي.
٣-٩- خلاصة الفصل.

٣-١- المقدمة:

في الجزء السابق من البحث الخاص بالدراسة النظرية تم تناول مصادر الطاقة المتجددة وإمكانياتها في حل أزمة الطاقة ودور مصر من الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية حيث أظهرت الدراسة النظرية أن هناك طلب ضروري لإستخدام الطاقات المتجددة المستدامة التي توفر الراحة الحرارية في المباني وخاصة المباني السكنية نظراً لما تستهلكه من القدر الأكبر من الطاقة عن غيرها في قطاع المباني وخاصة للتبريد والتكييف خلال موسم الصيف الحار , ووقوع مصر في منطقة الحزام الشمسي يجعلها من الدول الأكثر فرصا لتطبيقات الطاقة الشمسية، طبقا لبيانات أطلس شمس مصر [١]، حيث تُظهر نتائج الأطلس تراوح متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي ما بين ٢٠٠٠-٣٢٠٠ ك.و.س/م٢/السنة، كما يتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩-١١ ساعة/يوم , وخاصة شهور الصيف (يونيو – سبتمبر) , مما يجعل الطاقة الشمسية متاحة على نطاق واسع ويمكن إستغلالها في تطبيق أنظمة التبريد الحراري الشمسي , وهو ما يختص به هذا الفصل في الدراسة والتحليل, وجدير بالذكر أن العديد من تقنيات التبريد الحراري الشمسي التي تم تطويرها في الآونة الأخيرة متاحة في الأسواق المصرية,مما ييسر الحصول عليها من أجل التطبيقات المختلفة في مجال التبريد الحراري الشمسي.

تنقسم أنظمة التبريد بالطاقة الشمسية إلى نوعين , النوع الأول هو نظام التبريد الشمسي السلبي والذي يطبق قبل إنشاء المبنى , ويعتمد على التحكم في توجيه المبنى وإختيار مواد البناء ذات خصائص حرارية معينة والتحكم في نسب وشكل الفتحات والكتل للمبنى بغرض وهدف تفريق الضوء وتوفير مساحات طبيعية للتهوية وغيرها من الإجراءات التي يمكن تطبيقها على المبنى للتحكم في الراحة الحرارية قبل تصميمه وسوف يتم تطبيق وتنفيذ التصميم الشمسي السلبي على المرحلة الأولى من المشروع التطبيقي كما سيرد في الدراسة التطبيقية لاحقاً من تصميم الغلاف الخارجي الأفضل حراريا للوحدات السكنية والانسب في ترشيد الطاقة الكهربائية بها, والنوع الثاني من التبريد الحراري الشمسي هو تطبيق أنظمة التبريد الحراري الشمسي على المبنى القائم بالفعل , وهو ما سيتم تناوله بالدراسة التحليلية خلال هذا الفصل وسيتم تطبيقه على المرحلة الثانية من المشروع التطبيقي في الدراسة التطبيقية لاحقاً .

[١] http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarIntro ٣-١١-٢٠١٩



منطقة الحزام الشمسي العالمي.

موقع جمهورية مصر العربية.

شكل(٣-١) وقوع جمهورية مصر العربية داخل منطقة الحزام الشمسي العالمي.[١] ،
المصدر: Worldwide CSP-Solar thermal capacity.com

٣-٢- مفهوم تكييف الهواء:

الفكرة العامة التي بنى عليها التبريد (قديماً وحديثاً) , هو تحويل أحد غازات التبريد (وسيط التبريد) مثل (الفريون – نشادر – بروميد الليثيوم) إلى سائل بالضغط ثم بتبخيره تحت ضغط منخفض فيمتص الحرارة اللازمة للتبخير من الوسط المحيط به , وفي الطريقة التقليدية (التكيفات بالكهرباء) يستخدم المضخات (compressor الضاغط) لإعادة ضغط هذه الأبخرة لتحويلها إلى سائل مرة أخرى لتعيد الدورة من جديد أما في نظرية الامتصاص فيستخدم سائل له قدرة كبيرة على امتصاص غاز التبريد (بروميد الليثيوم Li br) وبذلك يتحول الغاز إلى سائل بدلاً من ضغطه .

٣-٣- دورة عمل تكييف الهواء:

الحرارة تتدفق طبيعياً من المكان الساخن إلى المكان البارد لذلك تدخل الحرارة إلى المنزل ولا تتوقف عن التدفق إلى أن تصبح درجة حرارة المنزل مساوية لدرجة الحرارة خارج المنزل , وعندما نقوم بسحب الحرارة من المنزل فإننا نقوم بعملية التبريد وهذا ما يقوم به التكييف فهو ينقل الحرارة من المكان البارد إلى المكان الساخن أى بعكس إتجاه تدفقها الطبيعي , لذلك يعتبر المكيف مضخة

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة،(٢٠١٩), تقرير هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،(الطاقة الشمسية في مصر)، متاح على موقع http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarIntro ٣-١١-٢٠١٩

حرارية ودورة التبريد في المكيف تقوم على مفاهيم الديناميكا الحرارية ومنها مفهوم (التبخر) فمثلاً عند غمر اليد في ماء فاتر ثم تجفيفها يحدث شعور بالبرودة هنا وهو تبخر الماء لأن التبخر يحتاج إلى أمتصاص الحرارة حتى يتم عمليته , وفي المكيف تحتاج إلى (طاقة كهربائية) توفر لنا قدرة (شغل) لإتمام هذه العملية . [1]

المكونات الأساسية لدورة التبريد في المكيف : [2]

١- (الضاغط)Compressor يقوم بضغط (غاز التبريد) فتزداد الحرارة بين جزيئاته ويزداد الضغط وينتقل إلى المكيف .

٢- المكثف (Condenser) يقوم بتحويل غاز التبريد إلى الحالة السائلة وينتج عن ذلك ارتفاع في درجة الحرارة ويتم التخلص من هذه الحرارة إلى الجو المحيط بواسطة الهواء الطبيعي أو المروحة صمام التمدد (expansion valve) ويعمل على حفظ الضغط وحفظ درجة حرارة (المبرد) ويقوم على الخنق أو التضييق الجزء لمرور (وسيلة التبريد) وفكرة عمل الصمام من فكرة عمل البالون وخروج الهواء منه فعند تضييق عنق البالون يخرج الهواء منخفض الضغط ومنخفض درجة الحرارة .

٣- المبخر (evaporator) : عبارة عن أنبوب معدني ملتف وظيفته التبخير حيث يحول السائل المبرد إلى غاز بارد وينتج عن ذلك امتصاص الهواء الساخن من الغرفة إلى المكيف وبملامسة هذا الهواء الساخن لأنابيب المخبر الباردة فإنه يبرد ثم يتم دفعه بواسطة المروحة في التكييف فيتدفق الهواء البارد إلى الغرفة , غاز التبريد المستخدم دائماً يكون سريعة الانتشار , وسريعة التبخر أسرع من الماء مثل (غاز بروميد الليثيوم – الفريون) ,الميزة الأساسية في غاز التبريد(وسيط التبريد) المستخدم هي سرعة الانتشار.

[1] https://www.syr-res.com/article/٧٨٢٤.htm ٧-١١-٢٠١٩
[2] https://www.carriermaintenance.com/٩٦٣/Components-Air-Conditionerb on ٧-١١-٢٠١٩

٣-٤- الطاقة الحرارية الشمسية

وتعد من اهم اشكال وصور الطاقة الشمسية والاكثر انتشارا واستخداما.

٣-٤-١-تعريف الطاقة الحرارية الشمسية:

هو التحويل الحراري للطاقة الشمسية, فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق استخدام المجمعات الشمسية , المولدة للحرارة والتي يمكن الإستفادة منها في أغراض التدفئة أو تبريد وتسخين المياه والتبريد للهواء أو توليد الكهرباء وغيرها حيث تمثل تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر أنتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية .

٣-٤-٢-مفهوم التبريد الحراري الشمسي:

هو تكييف الهواء باستخدام تقنيات التتبع للشمس خلال فصل الصيف .

٣-٤-٣-الهدف الأساسي من أستخدام الطاقة الشمسية :

تخفيف استغلال الطاقة من مصادرها الغير متجددة وإستخدام المصادر المتجددة عوضاً وخصوصاً في أنظمة التكييف التي تعتبر المستهلك الأكبر للطاقة في مختلف القطاعات والتطبيقات .

٣-٤-٤ فوائد التبريد الشمسي :

١- تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية المعتادة .

٢_ تقليل نسبة الغازات والانبعاثات الكربونية الضارة التي تنبعث من أنظمة التكييف التقليدية , والتي تعد عاملاً وسبباً أساسياً في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري .

٣-٤-٥- التبريد الحراري بالطاقة الشمسية (أسباب أختيارها للدراسة) : [١]

تنتج الأنظمة الحرارية الشمسية (الطاقة الحرارية) المكتسبة من الإشعاع الشمسي من خلال تسخينها لسائل يمر داخل المجمعات الشمسية ، ولم يتم تطبيقها على نطاق واسع في دول العالم الثالث ويحتاج إلى المزيد من البحث والتطوير، ان أنظمة التبريد بالطاقة الشمسية الحرارية يمكن تثبيتها في أي مكان , ويعد استخدام الطاقة الحرارية الشمسية للتبريد في المناخ الحار أمراً ضرورياً الآن مما يحد بشكل كبير من الاستهلاك الكهرباء ويساهم في توفير طاقة الوقود الاحفوري التقليدية و ايضا الحد من حمولة الذروة الكهربائية , وكذلك خفض إنبعاثات الكربون. وتوفير مبردات صديقة للبيئة ,

[١] برنامج الامم المتحدة للبيئة(UNEP),(٢٠١٤), ورقة البرنامج البحثية,دمج الطاقة الشمسية الحرارية في المباني- دليل سريع للمهندسين المعماريين والبنائين

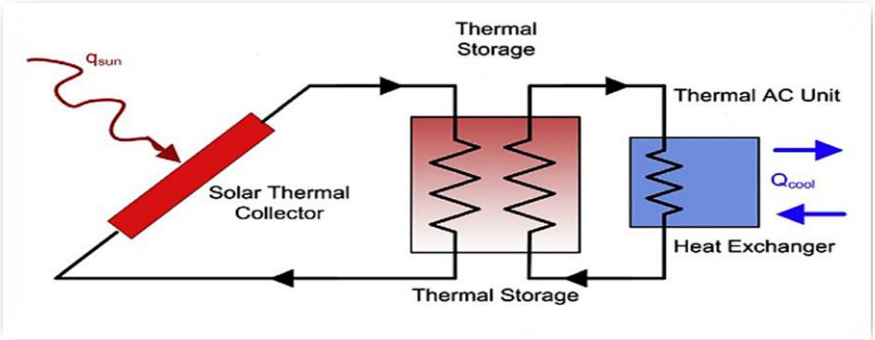
ويمكن تلخيص أهم الأسباب العلمية التي أدت الى إختيار أنظمة التبريد الحراري الشمسي للدراسة البحثية التحليلية والتطبيقية لاحقا في النقاط التالية:

- تخفيف ذروة الطلب على الكهرباء.
- طريقة صديقة للبيئة لأنها تقلل انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون و تقليل انبعاث غازات الكلورفلور والتي تعد عاملا أساسياً في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري.
- تكلفة تشغيل أنظمة التبريد الحراري الشمسي منخفضة,حيث تقلل من استخدام الكهرباء باهظة الثمن في المكيفات التقليدية.
- تتميز هذه التقنيات ببساطة التصنيع ومن مواد متوفرة محليا.
- متطلبات صيانة أنظمة التبريد الحراري الشمسي قليلة .
- إستخدام أنظمة التبريد الحراري يعتبر مثاليا للبلدان التي تتمتع بشمس مشرقة معظم أيام السنة وكذلك فى المناطق النائية حيث لا توجد وسائل التبريد التقليدية بسبب نقص المياه و مصادر الطاقة أو عدم الثقة بتواجدها طوال الوقت.
- أنظمة التبريد الحراري الشمسي تعمل بدون ضجيج أو أجزاء متحركة
- تتميز بعدم وجود أي نوع من الملوثات للبيئة.
- لا يتطلب تشغيلها أي مصدر للطاقة غير الشمس .

٣-٤-٦- مكونات أنظمة التبريد الحراري الشمسي:[١]

١. يتكون نظام التبريد الحراري الشمسي من أربعة مكونات أساسية:

- المجمع الحراري solar collector
- الخزان الحراري thermal storage
- وحدة التبريد الحراري thermal AC Unit
- نظام تبادل الحرارة Heat Exchanger



شكل(٣-٢) نظرة عامة على المكونات الأساسية لأنظمة التبريد الحراري الشمسي.
المصدر:http://salembenmoussa.blogspot.com

[١] Otanicar, Todd, Robert A Taylor and Patrick E Phelan, (٢٠١٢),Prospects for solar cooling– An economic and environmental assessment. Solar Energy,

٢. المكونات الأخرى الفرعية والتي تختلف من تقنية لأخري من تقنيات أنظمة التبريد الحراري الشمسي:

- مضخة الماء الساخن
- سخان إضافي
- مضخة مياه مبردة
- برج تبريد
- مضخة مياه مكثفة
- وحدة معالجة الهواءوغيرهامن المتطلبات اللازمة لكل نظام تبريدي حراري شمسي على حده.

٣-٤-٧-الفكرة الأساسية لعمل أنظمة التبريد الحراري الشمسي:

- دورة العمل في جميع أنظمة التبريد الحراري الشمسي هي عبارة عن دورة تبريد تعمل بالحرارة فعند امدادها بالطاقة الحرارية يعمل الضاغط الحرارى على تحويل الطاقة الحرارية لاحداث تمدد حجمى عالى وضغط يصل الى اكثر من ٢٠ ضغط جوى. بمعنى انه يستبدل الضاغط الكهربى الموجود فى دائرة التبريد بالفريون بالضاغط الحرارى مع بقاء نفس مكونات دائرة التبريد الباقية، وسخانات شمسية (مجمعات شمسية) لإنتاج لحرارة لتشغيل المنظومة، والطاقة الحرارية الزائدة يتم تخزينها فى خزانات حرارة لتشغيل المنظومة خلال ساعات الليل.
- تستقبل المنظومة الطاقة الحرارية فتعمل على اصدار غاز التبريد الذى يكمل مساره فى اجزاء الدائرة لتنتج طاقة التبريد. للاستفادة منها فى التكييف يتم استغلال طاقة التبريد المنتجة فى تبريد الماء الذى يتم توزيعة على الغرف من خلال شبكة مواسير مياه بعدها يتم تكييف هواء الغرف من خلال مبادلات حرارة ومروح لتقليب الهواء ونقل الحرارة بين الهواء والماء داخل المواسير.

٣-٤-٨-تطبيقات استخدام أنظمة التبريد في الحياة العملية:

- أنظمة التكييف المركزية
- وحدات التكييف الصغيرة
- غرف تجميد وتبريد المواد الغذائية.
- غرف تجميد سيارات النقل .
- ثلاجات منزلية

وتناقش الدراسة التحليلية في هذا الفصل أنظمة التبريد الحراري الشمسي بغرض المقارنة بينها واختيار الافضل والانسب لتبريد الوحدات السكنية قيد الدراسة البحثية .

٣-٥-تاريخ تطور انظمة التبريد الحراري الشمسي (الدراسات العالمية السابقة):

لقد مرت تطبيقات أنظمة التبريد الحراري الشمسي بالعديد من التطورات عبر خمسة عقود زمنية متتالية, وقد تم في الجزء الخاص بملحقات الدراسة البحثية عرض لهذه الدراسات البحثية السابقة المختصة بمجال فحص تقنيات التبريد الحراري الشمسي وأهم التطورات بها منذ عام ١٩٦٢م حتى عام ٢٠١٧م.

وبعد الإطلاع على الدراسات البحثية السابقة تم إستنتاج مايلي:

- اقتصرت كل دراسة سابقة على كل نظام تبريدي حراري شمسي على حده من حيث فحص أداءه وكفاءته التشغيلية، وعمره الإفتراضي ، وتكاليف تركيبه،وصيانته،...وغيرها، ولم تتم إجراء المقارنة بين جميع انظمة التبريد الشمسي معا سواء الأنظمة الحرارية أو الكهربية (الحرارية الخاصة بالمجمعات الشمسية والكهربية الخاصة بالخلايا الشمسية) .
- لذا سيتم عرض لجميع الأنظمة ،وقد تم تركيز الدراسة على انظمة التبريد الشمسي الحراري التي تعتمد على المجمعات الشمسية للحصول على الطاقة الحرارية , وايضا التي توفر المدى الحراري المناسب (٢٠-٢٤) درجة مئوية المطلوب تحقيقها داخل المباني السكنية قيد الدراسة البحثية.
- ثم إجراء المقارنة بينهم وإستنتاج النظام الأمثل لتطبيقة على الحالة الدراسية التطبيقية لاحقا.

٣-٦- موقف منظومة التبريد الحراري الشمسي من خطة وكالة الطاقة العالمية (International Energy Agency (IEA)):[١]

يتناول بالتفصيل التعريف بالوكالة الدولية للطاقة وموضع انظمة التبريد الحراري الشمسي منها.

٣-٦-١- التعريف بالوكالة الدولية للطاقة(IEA):

هي منظمة دولية تعمل في مجال البحث والتطوير والتسويق لتقنيات الطاقة المتجددة واستخداماتها, موقعها دولة فرنسا, مركزها باريس و من الإصدارات الهامة التي تقوم بنشرها الوكالة الدولية للطاقة : نشراتها السنوية عن أهم إحصاءات الطاقة لإصداراتها "Key Energy Statistics" ونظرة على الطاقة في العالم " World Energy Outlook "وموسوعة اقصاديات الطاقة ,, "Bibel der Energiewirtschaft" , وقد تشكلت المنظمة عام ١٩٧٣ من ١٦ دولة صناعية بغرض التصرف الجماعي لمواجهة أزمة النفط العالمية.

[١] https://www.iea.org/ IEA ,٢٠١٩

٣-٦-٢- مهام الوكالة الدولية للطاقة(IEA):

- تسهيل نقل التكنولوجيا والطاقة المتجددة وتوفير الخبرة للتطبيقات والسياسات.
- تعمل على تنفيذ خطتها والتي تهدف بحلول عام ٢٠٥٠ أن يكون نصيب الفرد من الطاقة الحرارية الشمسية (٥ kw) في جميع أنحاء العالم.
- التعاون الدولي من اجل تعزيز المعرفة الجماعية ونشر ثقافة اهمية استخدام تقنيات الطاقة الحرارية الشمسية في اعمال التدفئة والتبريد وغيرها.
- خفض إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحلول عام ٢٠٥٠

٣-٦-٣- موقف أنظمة التبريد الحراري الشمسي من خطة وكالة الطاقة الدولية (IEA):[١]

أولا: حالة ووضع انظمة التبريد الشمسي العالمي منذ ٢٠٠٤حتى عام ٢٠١٩:

- ينمو السوق العالمي للتبريد الشمسي بمعدل سنوي حوالي ٤٠% منذ عام ٢٠٠٤ وحتى عام ٢٠١٩ وحوالي ١٢٠٠ نظام تبريدي شمسي مختلفة الأحجام والأنواع والخصائص تم تركيبهم وإستخدامهم في جميع انحاء العالم بحلول عام ٢٠١٩ ومعظم هذه الأنظمة تم تفعيل أستخدامها في قارة أوروبا بنسبة عالية تصل إلى ٧٥% ومع مرور الوقت يزداد استخدام التبريد الشمسي في العديد من المناطق وخاصة المناطق الشديدة الحرارة وذات أشعاع شمسي كبير , بما في ذلك أستراليا , الهند , بعض المناطق في الشرق الأوسط .
- وقد توافر العديد من أنظمة التبريد الشمسية للإستخدام السكني وخاصة تلك التي توفر (حوالي ٢٠ كيلووات) ويزداد أستخدامها خاصة في القطاع السكني في وسط أوروبا .
- أهم أسباب نمو وإنتعاش سوق أنظمة التبريد الشمسية هو القدرة على خفض الطلب على الكهرباء وخاصة في أوقات الذروة وخاصة في البلدان ذات المناخات الحارة والجافة .
- إن تكلفة أنظمة التبريد الشمسي مستمر في الانخفاض بنسبة تصل إلى ٤٥ – ٥٥% أعتماداً على حجم النظام التبريدي , وذلك خلال الفترة منذ عام ٢٠٠٧ وحتى عام ٢٠١٩ .

ثانيا: موقف أنظمة التبريد الحراري الشمسي من خارطة الطريق لوكالة الطاقة العالمية (IEA ٢٠٥٠ map) حتى عام ٢٠٥٠ :

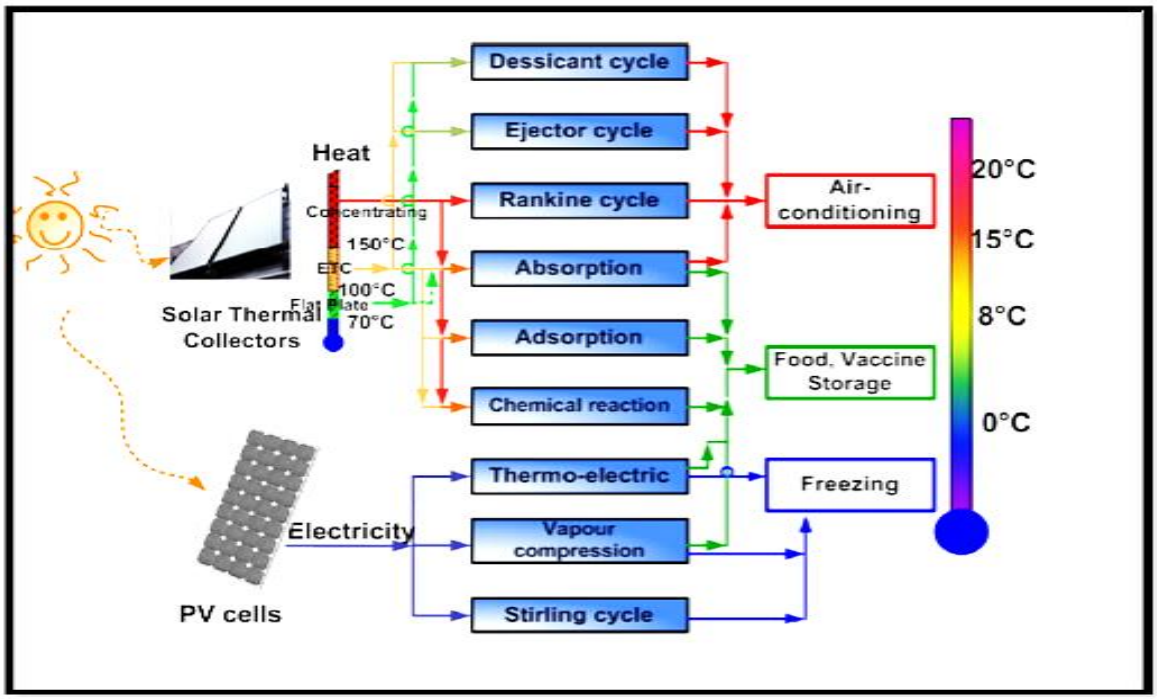
- وفقاً لخارطة الطريق لوكالة الطاقة الدولية (IEA ٢٠٥٠) فإن أستخدام الطاقة الشمسية في أنظمة التبريد وتكيف الهواء سوف يساهم في توفير حوالي أكثر من ١٠٠٠ جيجا واط من الطاقة اللازمة للتبريد , وهو ما يقرب حوالي ٢٠% من توفير الطاقة المهدرة في التبريد بحلول عام ٢٠٥٠ لذلك فإن توجه التبريد الشمسي يساهم بشدة في تحقيق هدف وكالة الطاقة .

[١] Ren٢١, Renewables ٢٠١٨ Global Status Report. ٢٠١٨: Paris, REN٢١ Secretariat.

٣-٧-أنواع أنظمة التبريد الحراري الشمسي:[١]

ومن أجل إختيار نظام التبريد الحراري الشمسي الأنسب للدراسة التطبيقية لاحقا , يجب دراسة أكثر الأنواع شيوعا وإنتشارا في مجال التبريد الحراري الشمسي , وفي الجزء التالي من الفصل سيتم عرض تلك الأنظمة وطريقة عملها ومميزات وعيوب كل منها , ثم اختيار النظام الأفضل للدراسة البحثية , وفي الشكل(٣-٣) يظهر جميع انظمة التبريد الشمسي سواء الأنظمة الحرارية أو الكهربية (الحرارية الخاصة بالمجمعات الشمسية والكهربية الخاصة بالخلايا الشمسية) وقد تم تركيز الدراسة على انظمة التبريد الشمسي الحراري التي تعتمد على المجمعات الشمسية للحصول على الطاقة الحرارية , وايضا التي توفر درجات الراحة الحرارية (٢٠-٢٤) درجة مئوية المطلوب تحقيقها داخل المباني السكنية قيد الدراسة البحثية, وهم كالتالي:

- **نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب Solid Desiccant cooling System.**
- **نظام التبريد بتقنية القاذف Ejector Cooling System**
- **نظام التبريد بتقنية الإدمصاص Adsorption cooling System .**
- **نظام التبريد بتقنية الإمتصاص Absorption cooling System.**

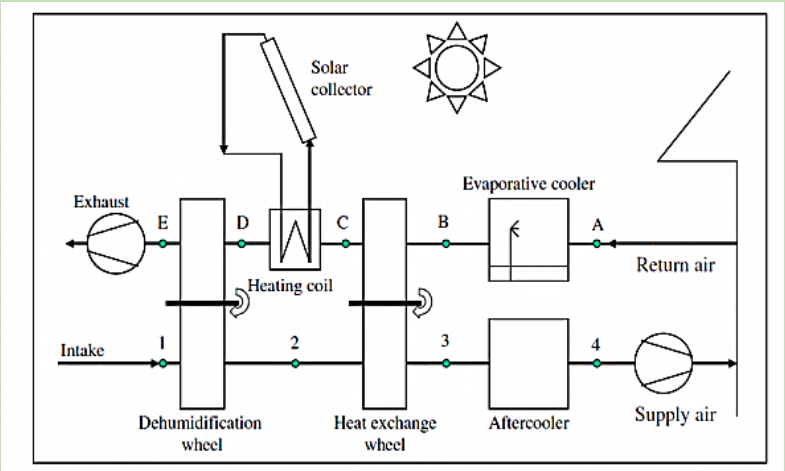


شكل(٣-٣) جميع انظمة التبريد الشمسي (الكهربية- الحرارية), واستخداماتها بناء على درجة التبريد المطلوبة
المصدر: Best, R and W Rivera, ٢٠١٥, A review of thermal cooling systems. Applied Thermal Engineering.

[١] Best, R and W Rivera, ٢٠١٥, A review of thermal cooling systems. Applied Thermal Engineering.

٣-٧-١- نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب Solid Desiccant cooling System

جدول(٣-١) نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب:

نظام التبريد بتقنية التجفيف الصلب Solid Desiccant cooling System:[١]		
فكرة عمل النظام	يتضمن الهواء المحيط حرارة محسوسة Sensible heat وحرارة كامنة Latent heat فالحرارة المحسوسة هي درجة الحرارة التي يمكن قياسها بالترمومتر والتي عند إنخفاضها يزداد الشعور بالراحة، أما الحرارة الكامنة فتتمثل في نسبة بخار الماء الموجود في الهواء داخل الحيز أو الحجرة المراد تكييفها. فكلما قلت نسبة بخار الماء ازداد معدل انتقال الحرارة بين جسم الإنسان والهواء المحيط وزاد الشعور بالراحة والفكرة الفيزيائية تتمثل في نزع الرطوبة من الهواء حيث يتم تمرير الهواء من خلال مجففات صلبة مثل السليكاجل او مادة الزيوليت ليتم سحب الرطوبة من الهواء للسماح بحدوث دورة تبريد فعالة عن طريق التبخير، هذه المواد المجففة يتم اعادة انتاجها من جديد باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية في دورة مستمرة الحدوث ،فهو يعمل علي نزع الرطوبة من الهواء الداخل الي الحيز المراد تكييفه بشكل مباشر باستخدام عجلتين مكونتين من مادة مجففة وماصة للرطوبة مثل هلام السيليكا أو الزيوليت أو كلوريد الليثيوم	
مكونات النظام	١- عجلة التجفيف الدوارة Desiccant Wheel المصنوعة من مجففات صلبة مثل السليكاجل او مادة الزيوليت. ٢- مبرد التبخير evaporative cooler ٣- المجمع الشمسي Solar collector. ٤- عجلة التبادل الحراري Heat exchanger Wheel .	
خطوات عمل النظام	١- الهواء القادم من الفراغ او الحيز المكيف يمر عبر مبرد تبخر مباشر فتنخفض درجة حرارته (من النقطة A الي النقطة B)، ثم يمر بعجلة التبادل الحراري (من النقطة B الي النقطة C) فيبرد جزء من عجلة التبادل الحراري. ٢- بعدها يمر الهواء على لفائف التسخين المتصلة بالمجمع الشمسي مما يعمل على تسخين الهواء وإرتفاع درجة حرارته والتي تتراوح بين ٥٠ درجة مئوية إلى ٧٥ درجة مئوية (من النقطة C الي النقطة D). ٣- ثم يمر الهواء الساخن المشبع ببخار الماء عبر عجلة التجفيف الصلب التي تمتص بخار الماء والرطوبة من الهواء (من النقطة D الي النقطة E) فيخرج منها هواء جافا ساخنا (من النقطة ١ الي النقطة ٢) على الجانب الاخر كما بالشكل. ٤- يعود الهواء الساخن الجاف مرة اخرى ليمر بعجلة التبادل الحراري المبردة (سابقا بعد مرور الهواء الرطب البارد بها	

[١] Sarbu, Ioan and Calin Sebarchievici, Review of solar refrigeration and cooling systems. Energy and Buildings, ٢٠١٣.

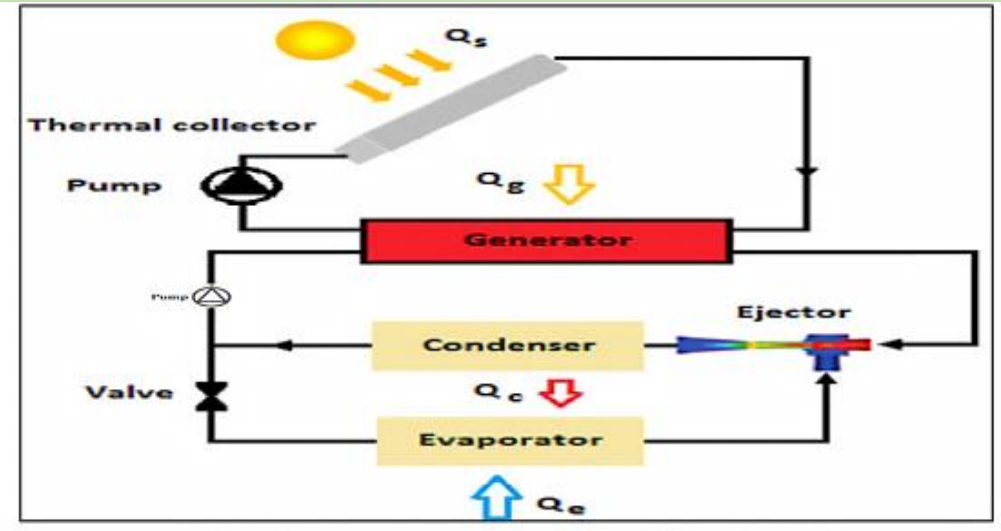
فيخرج الهواء منها جافا باردا منعشا متجها نحو الفراغ (من النقطة ٢ الي النقطة ٣) ومن (النقطة ٣ الى ٤).	
مميزات النظام	**عيوب النظام**
١- يتيح هذا النظام توفيريصل إلى٥٠٪ من الطاقة الأولية مقارنة بأنظمة التبريد بضغط البخار. ٢- يعد نظام التبريد بالتجفيف الصلب صديق للبيئة وغير ملوث لها.	من أهم عيوب نظام التبريد بالتجفيف الصلب أنه منخفض الكفاءة ويعد نظام أولي وبسيط يحتاج الى المزيد من التطوير والتحسين لزيادة كفاءة هذا النظام

المصدر :الباحثة،٢٠١٩

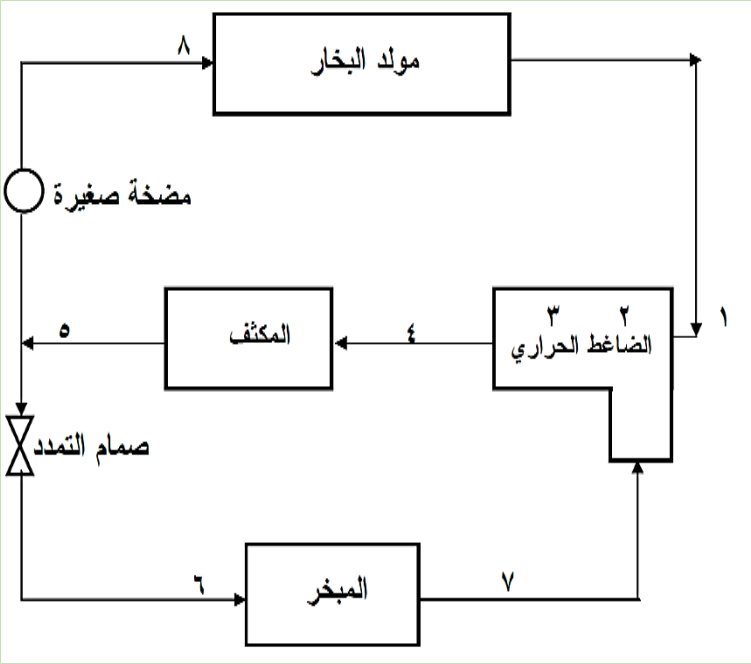
٣-٧-٢-نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف Ejector Cooling System

جدول(٣-٢) نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف :

نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف Ejector Cooling System[١]	
فكرة عمل النظام	إن نظام التبريد الذي يعمل بالقاذف (Jet- pump & ejector) والسبب في تسميته بـ (الضاغط الحراري) استنادًا إلى طبيعة عمله, , هو نظام اقتصادي يستغل وجود مصدر حراري دون الحاجة إلى القدرة الميكانيكية أو الكهربائية لتشغيله, وهذا المصدر يكون عادة بدرجة حرارة منخفضة, ويمكن الحصول عليه من الحرارة المتبددة من محرك أو من تجميع الطاقة الشمسية أو من مرجل غازي أو نقطي أو غيرها.



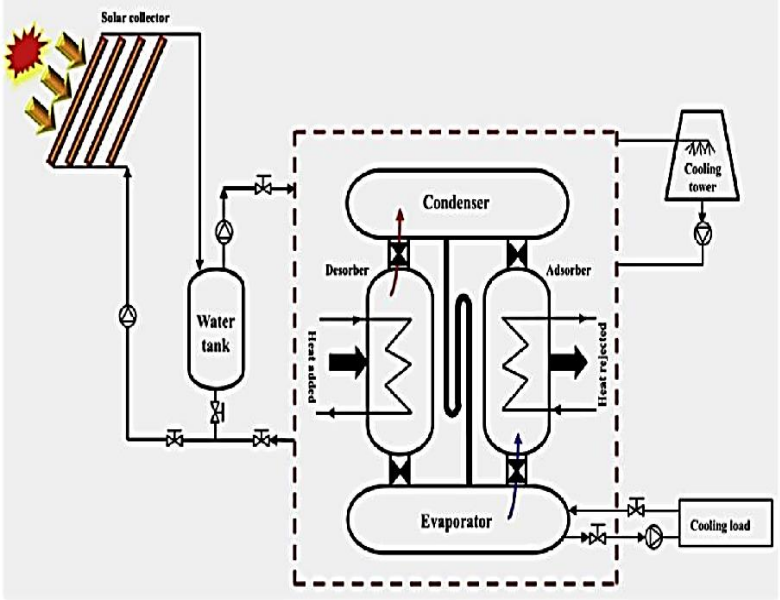
[١] Ghafoor, Abdul and Anjum Munir, Worldwide overview of solar thermal cooling technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ٢٠١٥

مكونات النظام	١ – مولد البخار Generator ٢ –المجمع الشمسي. solar collector ٣ –القاذف الحراري Ejector ٤ –المكثف Condenser ٥ – صمام التمدد. Valve ٦ –المبخر. Evaporator ٧ – المضخة. Pumps	
خطوات عمل النظام	١ – يدخل سائل التبريد إلى مولد البخار الذي يستمد طاقته الحرارية من المجمع الشمسي. ٢ –ونتيجة التبادل الحراري يتحول سائل التبريد إلى بخار ذي ضغط ودرجة حرارة عاليين. ٣ – ثم يدخل إلى الضاغط ويمر عبر المنفث فيكتسب سرعة عالية تفوق سرعة الصوت. ٤ –ونتيجة لهذه السرعة يتولد تخلخل في الضغط في مخرج المنفث مما يتسبب في سحب بخار مانع التبريد من المبخر الذي يمتزج بالبخار الخارج من المنفث. ٥ – ويمر المزيج إلى الناشر حيث تقل سرعته كثيرًا, ويزداد كل من ضغطه ودرجة حرارته. ٦ – ويمر بعدها إلى المكثف, حيث يبرد ويتحول إلى الحالة السائلة. ٧ –ثم يمر جزء منه عبر مضخة صغيرة لإعادته إلى المولد والجزء الآخر يمر عبر صمام التمدد الذي يقوم بدوره بخفض الضغط إلى ضغط المبخر, إن الحرارة اللازمة لتبخر سائل التبريد في المبخر تمثل سعة التبريد للنظام.	

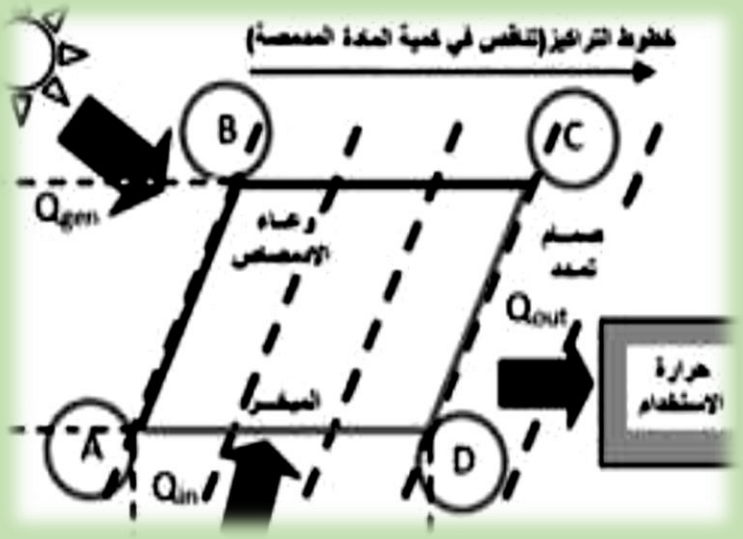
مميزات النظام	عيوب النظام
١ – بساطة التصميم. ٢ – إنخفاض تكاليف الإنشاء. ٣ – ملائم الاستخدام في مجالات متعددة. ٤ – قلة أعمال الصيانة الدورية فيه لعدم وجود أجزاء متحركة فيه.	١ –انخفاض معامل الأداء في نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف COP حيث تتراوح بين (٠,٣–٠,٢)، وهو معامل أداء منخفض جدا مقارنة بأنظمة التبريد الحراري الشمسي الأخرى، لذا لا يفضل إعتماده للدراسة البحثية التطبيقية في مجال المباني السكنية. ٢ –نظام التبريد بتقنية القاذف لا يأخذ صورة الطاقة الحرارية كما هي في جميع أنظمة التبريد وإنما يقوم بتحويلها إلى طاقة ميكانيكية لتشغيل النظام.

٣-٧-٣- نظام التبريد بتقنية الإدمصاص Adsorption cooling System

جدول (٣-٣) نظام التبريد بتقنية الإدمصاص:

<table>
<tr><th colspan="3">نظام التبريد بتقنية الإدمصاص Adsorption cooling System[١]</th></tr>
<tr><td>فكرة عمل النظام</td><td colspan="2">١-عملية الادمصاص (Adsorption) هي عبارة عن العملية (Solid – sorption) أي ارتباط مادة سائلة مع مادة صلبة لتشكلان ما يسمى بزوج العمل او (وسيط العمل) حيث تدعي المادة الصلبة بمادة الادمصاص (adsorbent) وهي التي ستقوم بالادمصاص بينما تدعي المادة السائلة بالمادة المدمصة (adsorbale), وهي التي ستتبخر وتعطي وسيط التبريد العامل في دائرة الادمصاص .
٢-نقسم أزواج العمل إلى عدة أنواع وذلك وفقاً لنوع التبريد المراد الحصول عليه, فبالنسبة لمواد الادمصاص الأكثر استخدامًا والمتداولة تجاريًا هي حبيبات السيليكاجيل والزيوليت والكربون المنشط, أما المواد المدمصة فهي الماء والأمونيا والميثانول،حيث يستخدم غالباً الماء مع الزيوليت من أجل درجة حرارة تبريد فوق الصفر المئوي, والكربون المنشط مع الميثانول من أجل درجة الحرارة صفر مئوي ودونها, بينما يستخدم السيليكاجيل مع الماء لعمليات التكييف والراحة .</td></tr>
<tr><td>مكونات النظام</td><td>١- وعائين الادمصاص (وعاء لمادة الإدمصاص الصلبة (adsorbent) ، (وعاء للمادة المدمصة السائلة desorber)
٢- المكثفCondenser
٣- المبخر evaborator
٤- صمام التمدد.valve
٥- المجمع الشمسي. solar collector
٦- الخزان الحراري thermal water tank
٧- السخان المساعدauxilary
٨- برج التبريد cooling tower
٩- غرفة التبريدcooling coil</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>خطوات عمل النظام</td><td colspan="2">١. مرحلة التسخين ورفع الضغط (heating) من النقطة (A) إلى النقطة (B) حيث يبدأ الوعاء في هذه المرحلة بتلقي الحرارة من المنبع الحراري (المجمع الشمسي), لتبدأ درجة حرارة مادة الادمصاص بالارتفاع ويرتفع معها الضغط من ضغط التبخير إلى ضغط التكثيف , بينما يكون الوعاء مغلقاً ويعمل ذلك على امتزاز المادة المدمصة من قبل مادة الادمصاص لتصل إلى حد الإشباع الخاص.</td></tr>
</table>

[١] Ullah, Kr, R Saidur, Hw Ping, Rk Akikur, and Nh Shuvo, A review of solar thermal refrigeration and cooling methods. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ٢٠١٣



٢. مرحلة التوليد مع التكثيف (desorption) من النقطة (B) إلى النقطة (C) تستمر فيها زيادة درجة الحرارة ضمن الوعاء مع استمرار تلقي الطاقة الحرارية تحت ضغط التكثيف غلى أن تصل حتى درجة حرارة محددة, تبدأ عندها المادة المدمصة بالتبخر لتعطي وسيط التبريد الغازي العامل في الدائرة والذي سينتقل إلى المكثف بعد أن يفتح صمام التحكم للوعاء.

٣. مرحلة التبريد (Cooling): من النقطة (C) إلى النقطة (D) يقوم الوعاء في هذه الفترة بطرح الحرارة وهو بحالة الإغلاق, وتبدأ درجة حرارة الادمصاص بالانخفاض والتي تحث على انخفاض الضغط إلى ضغط التبخير, وبالوقت نفسه يتم أيضاً طرح حرارة وسط التبريد ويتحول إلى سائل.

٤. مرحلة التبخير والادمصاص (adsorption): من النقطة (D) إلى النقطة (A) يستمر انخفاض درجة الحرارة في الوعاء مع دخول وسط التبريد غلى المبخر وتبخره, ثم عملية سحب هذا الوسيط وادمصاصه من قبل مادة الادمصاص تحت ضغط التبخير, وذلك عن طريق الصمام المفتوح بين المبخر والوعاء.

ربط نظام التبريد الشمسي بعملية الادمصاص:

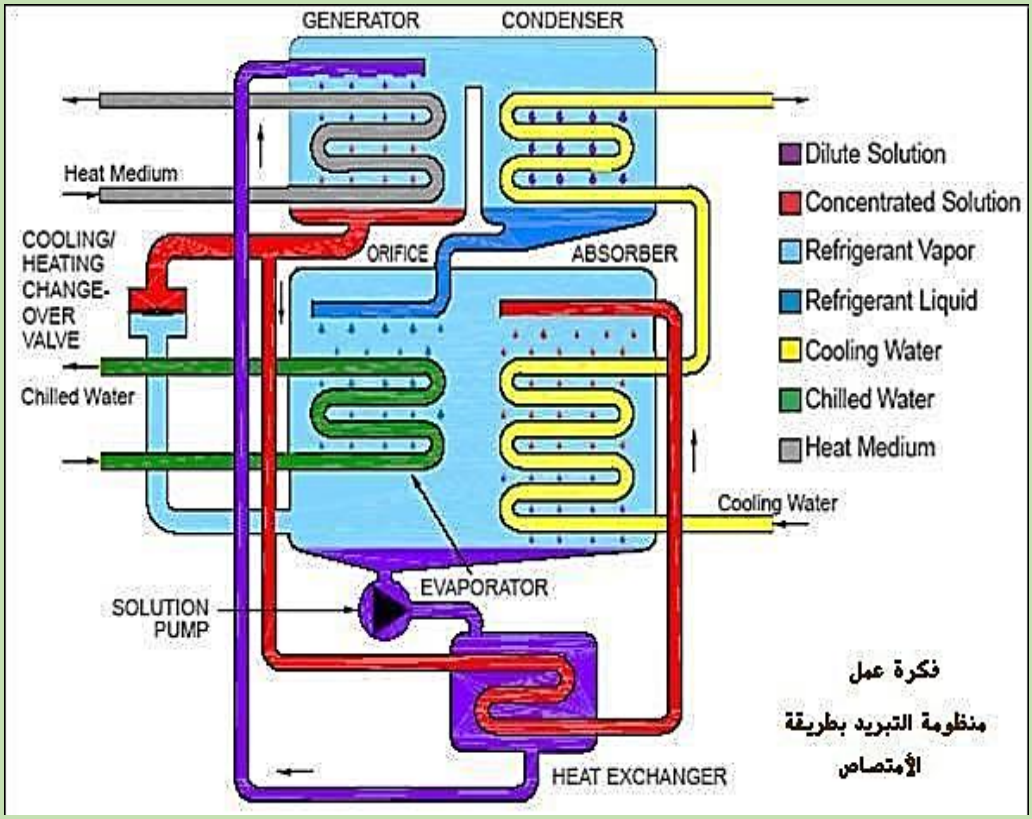
إن عملية ربط دائرة التبريد الادمصاصية مع دائرة الطاقة الشمسية تمكننا من الحصول على الطاقة اللازمة والمحولة عن طريق الإشعاع الشمسي لتشغيل دائرة الادمصاص ويدعي النظام الناتج من دمج الدائرتين بنظام (التبريد الادمصاصي الشمسي) , يعد وعاء الادمصاص نقطة الوصل بين الدائرتين, حيث تتمثل دائرة الطاقة الشمسية بمجموعة اللواقط الشمسية مع الخزان الحراري والسخان المساعد .

مميزات النظام	عيوب النظام
١ – امن الاستخدام ولا توجد مخاطر او اضرار عن ارتفاع درجات الحرارة به. ٢ – انخفاض تكاليف الصيانة. ٣ – يعتبر النظام صديق للبيئة وغير ملوث. ٤ – منخفض الاستهلاك في الكهرباء. ٥ – إمكانية تطبيق النظام المصمم على المكيفات التي تعمل بسعة تشغيل صغيرة والموضوعة ضمن الأمكنة الصغيرة بأحمال ثابتة ومستمرة كغرف القيادة والتحكم والمحركات في الروافع الكهربائية الثقيلة .	١–انخفاض المعامل الحراري COP حيث تتراوح بين (٠,٦–٠,٤)، مقارنة بنظام التبريد بتقنية الإمتصاص . ٢ – إرتفاع التكاليف الأولية للنظام. ٣–لا يمكن تطبيقة لاغراض التبريد لمساحات كبيرة كالمنازل والمكاتب، ومناسب اكثر للفراغات الصغيرة المساحة.

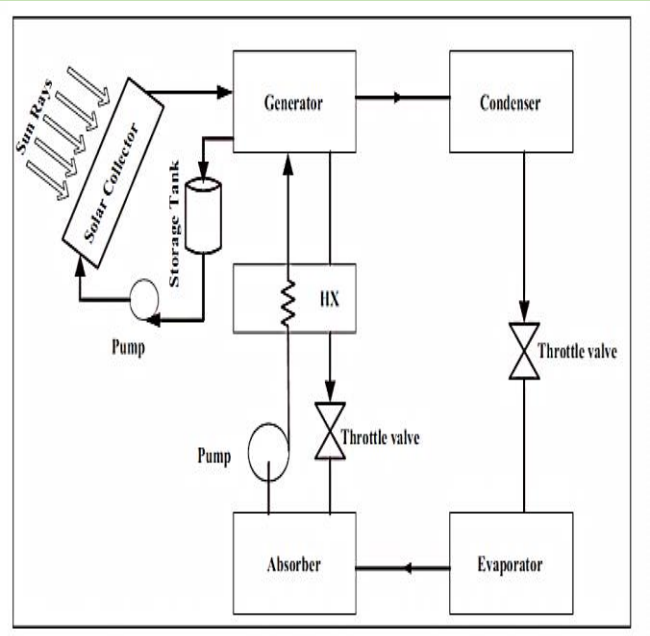
المصدر :الباحثة،٢٠١٩

٣-٧-٤-نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص Absorption cooling System

جدول نظام التبريد الحراري الشمسي تقنية الإمتصاص(٣-٤):

نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص Absorption cooling System [١]	
فكرة عمل النظام	– الامتصاص هي عمليه يتم فيها خلط مادتين كلا منهما في حاله فيزيائية مختلفه فمثلا احدهما تكون في الحاله الغازيه والمادة الاخرى تكون في الحالة السائلة – هاتان المادتان عند خلطهما نحصل على خليط (محلول مخفف) المواد الشائعة الاستخدام في عملية التبريد الامتصاصي هي (الماء–بروميد الليثيوم) (H٢o–LiBr) ويكون الماء هو المبرد الممتص ويكون برميد الليثيوم هو الماص وذلك لشراهة امتصاص ماده برميد الليثيوم في الحالة السائلة لبخار الماء في الحالة الغازية 

[١] Bent Sorensen, Solar Power, in Renewable Energy Focus Handbook. ٢٠٠٩, Academic press: USA.
[١] Ghafoor, Abdul and Anjum Munir, Worldwide overview of solar thermal cooling technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ٢٠١٥

مكونات النظام	مكونات نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص: •وحدة التبريد بالإمتصاص. Absorption chiller Unite •الخزان الحراري. Storage Heater Tank •المجمع الشمسي. Solar Collector • برج التبريد.Cooling tower •انابيب التبريد. Cooling Coil •المبادل الحراري المساعد Heat exchanger Auxiliary •مضخات المياة. Pumps •صمامات التمدد.Valve Extension •وحدة التحكم بالتشغيل. Controller مكونات دوره وحدة التبريد الامتصاصية absorption chiller Unite Components) (: تتكون من اربعة مكونات رئيسية وهي : المولد Generator المكثف condenser المبخر evaporator الممتص Absorber	
خطوات عمل النظام	١.دورة التبريد الامتصاصية في التجربة سوف تعمل بالمادتين(الماء–بروميد الليثيوم) (H٢o–LiBr) ويكون الماء هو المبرد الممتص ويكون برميد الليثيوم هو الماص بنسبة ٦٥% من بروميد الليثيوم و٣٥% من الماء, مما يعني ان دائرة التبريد بالامتصاص فيها وسيط التبريد (الماء–بروميد الليثيوم). ٢.ان المحلول المخفف (الماء–بروميد الليثيوم) يكون داخل وحدة التبريد موجود في الممتص Absorber)) وعبر الأنابيب يتم ضخ المحلول المخفف إلى المولد (Generator), ويقوم المولد بتسخين المحلول المخفف بداخله وذلك عبر الحرارة الواصله إليه من المجمع الشمسي(Solar Collector) المتصل به. ٣.نتيجة للتسخين العالي داخل المولد (Generator), يتم فصل بروميد الليثيوم عن الماء , فيتبخر الماء الى أعلى السطح داخل المولد , وينزل المحلول المركز (بروميد الليثيوم)المتبقي الي قاع المولد ويعود عبر الانابيب مرة اخرى الى الممتص Absorber)). ٤.يتحرك بخار الماء من المولد(Generator) نحو المكثف (condenser), ولأن بخار الماء القادم من المولد ساخن تكون درجة حرارة المكثف عالية فيلزم تبريده , حتى يتكثف بخار الماء فيتم تركيب برج التبريد(Cooling tower) بالمكثف ,وتوصيل انابيب داخلها ماء بارد درجة حرارته ٣٢درجة مئوية الى المكثف , فيتكثف بخار الماء الموجود بالمكثف ويتحول الى ماء بارد درجة حرارته ١٠ درجة مئوية يتجمع في قاع المكثف (condenser), ينتقل الى المبخر (evaporator)عبر انابيب وصمام التمدد(Valve Extension) . ٥.وفي المبخر لأن الضغط الجوي به هو تحت ضغط تفريغ باستخدام صمام التمدد تصل حرارة الماء به الى ٤ درجة مئوية ,	

فيتبخر الماء المبرد (chilled water) ويتحول الى بخار ماء بارد يمر بلفائف التبريد (Cooling coil) وهي الوحدة الداخلية للتكييف الموجودة داخل المبنى والمتصلة بالمبخر (evaporator) والموجود بداخلها المياه المبرده عند ٧درجة مئوية (chilled water), فعندما ياتي الهواء من الخارج فيلامس هذه الانابيب المبردة تقل درجة حرارة الهواء ويدخل الى المبنى وهو بارد فيتحقق تكييف الهواء.

أنواع مبردات الإمتصاص (دورة الإمتصاص من حيث التكرار) :

١-مبردات الامتصاص أحادية التأثير (أحادية التكرار) (single effect absorption chillers):

تستخدم مبردات الإمتصاص ذات التكرار الفردي (دورة واحدة) بشكل أساسي في تبريد المباني وذلك لأنها تتطلب درجة حرارة منخفضة نسبياً تتراوح بين (٦٥° مئوية إلى ١٥٠° مئوية) وهذه الحرارة (المدى الحراري) مناسب لتبريد المنازل ويستخدم لتوليدة مجمعات شمسية (مسطحة) أو مجمعات ذات (الأنابيب المفرغة) .

٢-مبردات الإمتصاص ثنائية التأثير (ثنائية التكرار)(Double effect absorption chillers):

تمر المبردات في هذا النوع على دورتين من التوليد الحراري اللازم لفصل المادة الممتصة(الماء) من الماص(بروميد الليثيوم) , بدرجة حرارة (مدى حراري) يتراوح بين (١٥٥ مئوية – ٢٠٥ مئوية) وهذا النوع مناسب لتبريد مصانع حفظ الاغذية و أيضاً يمكن أن يستخدم المجمعات الشمسية المسطحة أو المجمعات الشمسية ذات الأنابيب المفرغة .

٣-مبردات الإمتصاص ثلاثية التأثير (ثلاثية التكرار) (Triple effect absorption chillers):

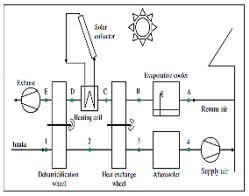
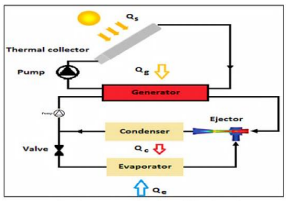
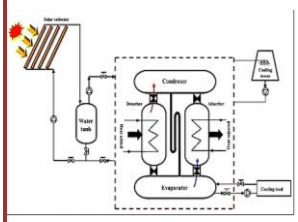
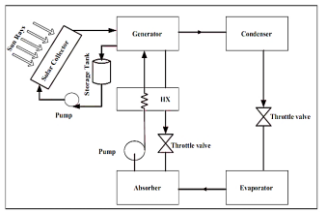
تمر المبردات في هذا النوع على ثلاث دورات من التوليد الحراري مما يتطلب درجة حرارة عالية جداً تتراوح من (٤٠٠ مئوية – ١٠٠٠ مئوية) حتى يتم فصل المبرد من الماص وهذا النوع من المبردات يستخدم المجمعات الشمسية المركزة التي توفر هذه الدرجة الحرارية العالية (مناسب للمشاريع الضخمة).

مميزات النظام	عيوب النظام
١-الأكثر كفاءة والأكبر في قيمة المعامل الحراري COP حيث تتراوح بين (٠,٧-٨,.)، وبالتالي هو النظام التبريدي الأكثر ملائمة للمباني. ٢-امن الاستخدام ولا توجد به مخاطر عند الإستخدام. ٣- يتميز بانخفاض التكاليف الأولية والصيانة. ٤-النظام صديق للبيئة وغير ملوث . ٥-منخفض الاستهلاك في الكهرباء.	١- يحتاج الى المزيد من التطوير والتحسين في المستمر.

المصدر :الباحثة،٢٠١٩

٣-٨- مقارنة أنظمة التبريد الحراري الشمسي:

وبعد دراسة أنظمة التبريد الحراري الشمسي الاكثر شيوعا في مجال تكييف الهواء بالطاقة الشمسية المتجددة الحرارية والتي تعتمد على المجمعات الشمسية للحصول على الطاقة الحرارية وليس الخلايا الكهروضوئية, وايضا التي توفر درجات الراحة الحرارية (٢٠-٢٤) درجة مئوية المطلوب تحقيقها داخل المباني السكنية قيد الدراسة البحثية, تمت مقارنة هذه الانظمة سابقة الذكر في الجدول(٣-٦) من أجل المفاضلة بينهما وإختيار النظام التبريدي الشمسي الأفضل تمهيدا لإعتمادة في الدراسة التطبيقية البحثية،جدول (٣- ٥) يوضح مقارنة بين طرق أنظمة التبريد الحراري الشمسي:

اسم النظام	١- نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية التجفيف الصلب.	٢- نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف.	٣- نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإدمصاص.	٤- نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص
فكرة العمل فيزيائيا	نزع الرطوبة من الهواء حيث يتم تمرير الهواء من خلال مجففات صلبة مثل السليكاجل او مادة الزيوليت ليتم سحب الرطوبة من الهواء للسماح بحدوث دورة تبريد فعالة .	تتمثل الفكره الفيزيائية في طبيعة عمل النظام حيث يعمل بالقاذف (ejector)	ارتباط مادة سائلة مع مادة صلبة لتشكلان ما يسمى بزوج العمل او (وسيط العمل) حيث تدعي المادة الصلبة بمادة الادمصاص (adsorbent) وهي التي ستقوم بالادمصاص بينما تدعي المادة السائلة بالمادة المدمصة (adsorbale), وهي التي ستتبخر وتعطي وسيط التبريد العامل في دائرة الادمصاص	يتم خلط مادتين كلا منهما في حاله فيزيائية مختلفه فمثلا احدهما تكون في الحاله الغازيه والمادة الاخرى تكون في الحالة السائلة وتكون المادة السائلة هي الممتص والمادة الغازية هي الماص.
تركيب النظام				
مميزات النظام	يتيح هذا النظام توفير ما يصل إلى ٥٠٪ من الطاقة الأولية مقارنة بأنظمة التبريد بضغط البخار ويعد نظام التبريد بالتجفيف الصلب صديق للبيئة وغير ملوث لها.	بساطة التصميم وإنخفاض تكاليف الإنشاء وقلة أعمال الصيانة الدورية فيه لعدم وجود أجزاء متحركة فيه.	امن الاستخدام ولا توجد به مخاطر وانخفاض تكاليف الصيانة ويعتبر النظام صديق للبيئة وغير ملوث ومنخفض الاستهلاك في الكهرباء .	الأكثر كفاءة والأكبر في قيمة المعامل الحراري COP حيث تتراوح بين (٠,٧-٨,.)، وهو النظام التبريدي الأكثر ملائمة للمباني و امن الاستخدام ولا توجد به مخاطر وانخفاض تكاليف الصيانة ويعتبر النظام صديق للبيئة وغير ملوث

				ومنخفض الاستهلاك في الكهرباء.
عيوب النظام	نظام التبريد بالتجفيف الصلب و يعد نظام بدائي وبسيط يحتاج الى المزيد من التطوير والتحسين في كفاءة هذا النظام	انخفاض معامل الأداء في نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية القاذف COP حيث تتراوح بين (٠,٣-٢,٠)، وهو معامل أداء منخفض جدا مقارنة بأنظمة التبريد الحراري الشمسي	انخفاض المعامل الحراري (٠,٤Cop -٠,٦) مقارنة بنظام التبريد بتقنية الإمتصاص و إرتفاع التكاليف الأولية للنظام ولا يمكن تطبيقة لاغراض التبريد لمساحات كبيرة ومناسب اكثر للفراغات الصغيرة المساحة.	يحتاج الى المزيد من التطوير والتحسين في المستمر.

المصدر :الباحثة،٢٠١٩

الاستنتاج العام من دراسة أنظمة التبريد الحراري الشمسي :

- يتضح من الدراسة التحليلية السابقة لأنظمة التبريد الحرارية الشمسية ، أن نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص أحادية التكرار بزوج عمل (ماء- ليثيوم) هو الأكثر كفاءة والأكبر في قيمة أداء المعامل الحراري COP حيث تتراوح بين (٠,٨-٠,٧)، وهو النظام التبريدي الأكثر ملائمة للمباني عموما ويمكن إعتماده في الدراسة التطبيقية على المباني السكنية محل الدراسة البحثية بخلاف الأنظمة الأخرى ذات قيم أداء لمعاملات حرارة أقل ومحدودة ولا تتحمل تبريد وتكييف مساحات كبيرة من الفراغات الداخلية للمباني.
- يفضل في المناخات الحارة إستخدام أنظمة التبريد الحرارية الشمسية التي يتضمن تركيبها وتشغيلها بشكل أساسي على المجمعات الشمسية وتأخذ الطاقة الحرارية بصورتها الأولية المستمدة من الشمس دون تحويلها، عن أنظمة التبريد الكهروضوئية التي تستخدم الخلايا الشمسية التي يتم فيها تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية من أجل التبريد مما يتسبب في كمية فقد للطاقة الحرارية الشمسية أثناء التحويل من صورة طاقة إلى أخرى، وإرتفاع قيمة تكاليفها ، وقصر مدة عمرها الإفتراضي مقارنة بأنظمة التبريد الحرارية الشمسية.
- إن إستخدام دورات التبريد الإمتصاصية أحادية التكرار أو ثنائية التكرار أو ثلاثية التكرار يتوقف على درجة التبريد المطلوبة، مثلا نحتاج نظام تبريد حراري شمسي ذو دورة أحادية التكرار لتكييف الهواء في المباني ، بينما نحتاج الى نظام تبريد حراري شمسي ذو دورة ثنائية التكرار لأغراض التجميد (مخازن حفظ الأدوية والأغذية).
- أن نظام التبريد الإمتصاصي (ماء - ليثيوم) أحادي التكرار هو الأنسب لإستخدامه وإعتماده في تبريد المباني السكنية موضوع الدراسة البحثية .

٣-٩-خلاصة الفصل:

- العقبة في تصميم أنظمة التبريد الشمسي الحراري هو عدم وجود معايير ومواصفات ومكونات ثابتة لإتباعها، ويرجع السبب في ذلك لإختلاف الظروف المناخية وخصائص المباني في كل حالة دراسية محددة.
- إن الإبتكار والتعديل الدائم في تصميم أنظمة التبريد الحراري الشمسي هام لتحقيق أقصى كفاءة متوقعة للنظام وهذا يتطلب العديد من الأدوات المختلفة للدراسة والتطبيق من الباحثين والخبراء في مجال التبريد الحراري الشمسي حول العالم بصورة مستمرة.
- تستهلك أنظمة تبريد وتكييف الهواء التقليدية بالمباني الجزء الأكبر من الإستهلاك الكهربي الشهري المعتاد وخاصة في موسم الصيف في الدول والمناطق ذات المناخات الحارة والسطوع الشمسي الشديد ، لذا فإن فرص التوفير في الإستهلاك الكهربي بأنظمة التبريد الحراري الشمسي المتجددة مرتفعة جدا.
- إن أنظمة التبريد الحراري الشمسي تعمل على تقليل نسبة التلوث البيئي وخفض إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون .
- يتزايد استخدام أنظمة التبريد بالطاقة الشمسية تمشيا مع أهداف الطاقة النظيفة وبموجب سياسة وكالة الطاقة الدولية ، والتي تنص على أن أنظمة التبريد الشمسي سوف سوف تساهم بحوالي ٢٠٪ من إجمالي استخدام الطاقة في التبريد والتكييف بحلول عام ٢٠٥٠ .
- أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية يمكن أن تستخدم فقط حوالي ٣٥ ٪ من طيف الإشعاع الشمسي، بينما النظم الحرارية الشمسية تعمل بكفاءة في درجات الحرارة المحيطة العالية وتستخدم حوالي ٩٥ ٪ من طيف الإشعاع الشمسي .
- أظهرت الأنظمة الكهربائية الشمسية أداءً أقل في المناخات الحارة حيث يتم تقليل كفاءة التحويل من الطاقة الشمسية إلى الكهربائية بزيادة في درجة حرارة البيئة المحيطة.
- بدأ استخدام وتطوير أنظمة التبريد الحرارية الشمسية في الستينيات بتقنيات مختلفة وقد تم تطويرها لتكون مناسبة أكثر لإنتاج وتوفير الطاقة الشمسية.

الفصل الرابع:
منهجية المُحاكاة وإعدادات الدراسة التطبيقية

الباب الثاني: دور التكنولوجيا الرقمية و تقنيات الطاقة المتجددة في توفير الراحة الحرارية بالمباني السكنية

الفصل الرابع: منهجية المُحاكاة وإعدادات الدراسة التطبيقية:

١.٤. المقدمة .

٢.٤. طرق تقييم كفاءة أنظمة التبريد الحراري الشمسي .

١.٢.٤. المنهج التجريبي (التجارب المعملية).

٢.٢.٤. منهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية (باستخدام الحاسب الآلي).

٣.٤. مقارنة بين المنهج التجريبي ومنهج المُحاكاة الطبيعية .

٤.٤. أقسام برامج التصميم البيئي.

١.٤.٤. برامج التحليل (analysis) البيئي .

٢.٤.٤. برامج التوصيات البيئية .

٣.٤.٤. برامج المُحاكاة البيئية .

١.٣.٤.٤. مفهوم المُحاكاة بالحاسب الآلي .

٢.٣.٤.٤. برامج المُحاكاة الخاصة باستهلاك الطاقة في المباني .

٣.٣.٤.٤. برنامج (Wat sun)

٤.٣.٤.٤. برنامج (Poly sun)

٥.٣.٤.٤. برنامج (F-chart)

٦.٣.٤.٤. برنامج (IES)

٧.٣.٤.٤. برنامج (Energy plus)

٨.٣.٤.٤. برنامج (TRNSYS)

٥.٤. مقارنة بين برامج مُحاكاة الطاقة في المباني .

٦.٤. صلاحية البرنامج ومعايرة نسبة الخطأ لبرنامج (TRNSYS),(Program validity) .

٧.٤. خلاصة الفصل .

١.٤. المقدمة:

في الفصل السابق من الدراسة البحثية تم دراسة وتحليل أنظمة التبريد الحراري الشمسي وقد تم إعتماد نظام التبريد الحراري الشمسي الذي يعمل بتقنية الإمتصاص (Absorption chiller) للدراسة التطبيقية ولكن أولاً يجب الإعداد لهذه الدراسة التطبيقية من خلال عدة إجراءات أهمها تحديد الطريقة العلمية التي سيتم بها تقييم هذا النظام وتهيئته للعمل والتطبيق , وفي هذا الفصل يتم عرض المنهجيات العلمية التي يُمكن بها تقييم مدى جدوى وكفاءة الأداء لنظام التبريد الحراري الشمسي, وتعتبر من أكثر الطرق الشائعة الإستخدام على نطاق عالمي واسع لتقييم أنظمة الطاقات المتجددة هي :

١. المنهج التجريبي (التجارب المعملية)

٢. المُحاكاة الديناميكية الطبيعية (الحاسب الآلي)

وقد تم تناول كلتا الطريقتين العلميتين بالتفصيل, والمقارنة بينهما وإعتماد الأفضل للدراسة البحثية التطبيقية والتي تهدف إلى تقييم مدى التكامل بين التصميم الأفضل للغلاف الخارجي المباني السكنية مع تصميم نظام التبريد الشمسي الحراري الأفضل لتحقيق الراحة الحرارية الملائمة للظروف المناخية في مدينة القاهرة في مصر في قطاع الإسكان المتوسط , وفي مجال المُحاكاة الديناميكية الطبيعية يتناول الفصل عرض لأهم برامج مُحاكاة الطاقة في المباني وعيوب ومميزات كل منها , والمقارنة بينها وإستنتاج البرنامج الأنسب لإجراء الدراسة التطبيقية.

٢.٤. طرق التقييم لكفاءة أداء أنظمة التبريد الحراري الشمسي :

من أجل تقييم مدى الجدوي ونجاح الأداء لنظام التبريد الشمسي توجد طريقتين علميتين تم استخدامهم والعمل بهم على نطاق واسع وهم :

١. التصنيع الأولى للنموذج في معامل تجريبية (الدراسات التجريبية).

٢. المُحاكاة الديناميكية الطبيعية (دراسات المُحاكاة).

وفيما يلي شرح مفصل لكل منهما:

١.٢.٤. المنهج التجريبي (التجارب المعملية):[١]

الدراسات التجريبية :

- التجربة هي نشاط استقصائي يشمل التدخل في النظام المُراد تقييمه عن قُرب لمعرفة خصائصه.
- للدراسة التجريبية دوراً هاماً في الممارسة العلمية وتُعتبر علاقتها بالنظام المُراد دراسته هي الأكثر واقعية لحدوثها في الظروف الطبيعية للتجربة , مما يُساهم في تكوين مرجع جيد حول الأنظمة الحقيقية الملموسة، وقد ثبت أن الدراسات التجريبية قد تم تصميمها من أجل التأكد من صحة الفرضيات.

الدراسات التجريبية السابقة في مجال تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي

(من عام ١٩٦٢م . حتى عام ٢٠١٠م):

تم تناول تسلسل الدراسات التجريبية التقييمية السابقة في مجال أنظمة التبريد الحراري الشمسي منذ عام ١٩٦٢ حتى عام ٢٠١٠، وتم إدراجها في الجزء الخاص بملحقات الدراسة البحثية.

مميزات الدراسة التجريبية:[٢]

- حدوثها في الظروف الطبيعية.
- مرجع جيد للأنظمة التطبيقية الملموسة.
- الدراسة الأكثر قُربًا من الشيئ المُراد تقييمه.
- توفر الدراسة التجريبية فرصة جيدة لتحديد العلاقات بين الأسباب والنتائج أثناء التجربة.
- قادره على معرفة طريقة عمل النظام وخطوات تصميمه بوضوح وأكثر واقعية من الطرق التقيمية الأخرى.

عيوب الدراسة التجريبية:[٣]

- الدراسات التجريبية لا تُمكن الباحث من التنبؤ الصحيح والتحليل الدقيق لنتائج تصميم الأنظمة (مثال الأنظمة الحرارية الشمسية) كما هو مطلوب, وتزويد الباحث بالمعلومات الكافية حول مُتغيرات كل مُكون فيه .
- في الدراسات التجريبية يُمكن ظهور العديد من التغيرات التي لا يُمكن السيطرة عليها أثناء إجراء التجربة, مما يؤثر على النتائج وصحتها .
- الدراسة التجريبية تحدث في بيئة مُعينة، وبالتالي فإن النتائج تكون صعبة التعميم .

[١] Parke, Emily, Experiments, Simulations, and Lessons from Experimental Evolution. ٢٠١٥.
[٢] Odle, Teresa and Richard Mayer, Experimental Research. ٢٠١١
[٣] Hyung-Gi Yoon, Numerical and experimental study on the design of a stratified thermal storage system. Applied thermal engineering, ٢٠٠٤

- الظروف المناخية وقت إجراء التجربة قد تؤثر على النتائج فمثلاً عند اختيار النظام في فصل آخر غير فصل الصيف يؤثر ذلك على نتائج الدراسة التجريبية, وبالتالي فإن السيطرة الكاملة على ظروف التجربة إجمالاً غير ممكن في كثير من الأحيان .
- قد يكون البحث التجريبي قادراً على معرفة طريقة العمل وتطورات التصميم وما إلى ذلك أفضل من غيره , ولكن قد لا يكون قادراً على شرح جميع الأسباب .
- تقتصر مُدة الدراسة التجريبية على بضع ساعات أو أيام فقط في مُعظم الأحيان, وقليل جدًا منها ما تم تنفيذه لمُدة موسم كامل أو سنة للتقييم الشامل للأنظمة.
- عند البحث في الدراسات التجريبية لنظام التبريد الشمسي وُجِد أنه لم يتم تقديم نظام التبريد الحراري الشمسي كاملاً بكل تفاصيله في المُدخلات الحرارية لكل مُكون أو خلال أي مرحلة من مراحل عمل وتشغيل النظام
- في الدراسة التجريبية لا تتوفر أي معلومات وبيانات حول إمكانية التغيير في الغلاف الخارجي للمبنى (الأسقف . النوافذ . الحوائط) المُراد تركيب نظام تبريد شمسي حراري به, من أجل المُفاضلة بين مواد البناء وتكاملها مع التصميم الأنسب للنظام التبريدي .

٢.٢.٤. منهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية (باستخدام الحاسب الآلي):[١]

المحاكاة الطبيعية:

المحاكاة هي عملية تقليد لأداة حقيقية أو عملية فيزيائية أو حيوية, تحاول المحاكاة أن تمثل وتقدم الصفات المميزة لسلوك نظام مجرد أو فيزيائي بوساطة سلوك نظام آخر يحاكي الأول ، وهي محاولة إعادة عملية ما في ظروف اصطناعية مشابهة إلى حد ما للظروف الطبيعية.[٢]

هدف المحاكاة الطبيعية:

تهدف المحاكاة إلى دراسة وبناء نماذج مبرمجة لتقليد نظام حقيقي قائم , وذلك بهدف دراسة النتائج المتوقعة.

أهمية المحاكاة الطبيعية:

في الآونة الأخيرة ومع بداية القرن الحادي والعشرين تطورت العمارة واندمجت بالتكنولوجيا الرقمية التي تعد منصة الابتكار والاستدامة وأداة فعالة ومميزة لتحقيق رفاهية المجتمع وراحة المستخدمين بما في ذلك التجمعات السكنية وتطبيقات الطاقة المتجددة بها حيث ظهر العديد من برامج المحاكاة حيث يعتبر نظام المحاكاة هو الأفضل والأقرب في التعلم بهدف إيصال مختلف الأفكار البسيطة والمعقدة .

[١] Ssembatya, Martin, Manoj K Pokhrel and Rajesh Reddy, Simulation studies on performance of solar cooling system in UAE conditions. Energy Procedia, ٢٠١٤.

[٢] https://ar.wikipedia.org/wiki٩

دراسات المحاكاة الرقمية :

- المُحاكاة الرقمية هي نمذجة حاسوبية للنظام المُراد تقييمه وهي تُكَمِل الدراسات التجريبية الملموسة.
- منهج المُحاكاة يعمل أيضاً على إعطاء معلومات حول النظام المُراد إختباره وفحصه كالدراسات التجريبية ولكن بصورة أشمل.

دراسات المحاكاة الطبيعية الديناميكية السابقة في مجال تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي(من عام ١٩٦٧م . حتى عام ٢٠١٧م):

تم تناول تسلسل دراسات المحاكاة الطبيعية الديناميكية التقييمية السابقة في مجال أنظمة التبريد الحراري الشمسي منذ عام ١٩٦٧ حتى عام ٢٠١٧، وتم إدراجها في الجزء الخاص بملحقات الدراسة البحثية.

نتائج الدراسات السابقة لمنهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية:

وقد أشارت معظم الدراسات السابقة لدراسات المُحاكاة في مجال أنظمة التبريد الحراري الشمسي أن برنامج (TRNSYS) هو البرنامج الأكثر استخداماً , وفي وصف مكونات النظام التبريدي الشمسي ومواصفاته والتحقق من صحة النتائج مثل (كمية الفقد الحراري . كمية الطاقات المنتجة . كمية الاستهلاك الكهربي . مساحة المجمع الشمسي . حجم الخزان الحراري .....) وغيرها من المتغيرات المتعلقة بأنظمة الطاقة الشمسية ,كل هذه القياسات البارامترية يقوم برصدها بدقة عالية برنامج (TRNSYS).

مميزات منهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية:[١]

- يتميز منهج المُحاكاة الطبيعية بالسرعة عن المنهج التجريبي في الحصول على النتائج .
- تتميز المُحاكاة الديناميكية الطبيعية بأنها غير مُكلفة مثل الدراسات التجريبية .
- عند استخدام منهج المُحاكاة لتقييم الأنظمة, فإنه يزود الباحث بجميع المعلومات والبيانات اللازمة عن تأثير المُتغيرات في تصميم أداء النظام, وفي جميع مراحل التشغيل .
- المُحاكاة تُمكن الباحث من استكشاف ظروف جديدة حول (النظام المُراد تقييمه قد تكون غير موجودة في إعدادات الدراسة التجريبية.
- تُمكن المُحاكاة الحاسوبية من إعطاء بيانات حول التكاليف المادية , وإجراء الدراسات الاقتصادية للمشاريع والأنظمة مثل دراسات الجدوى ودراسات فترة الاسترداد (Pay back Method).
- المُحاكاة هي أداة قوية ومميزة للتقييم والتطوير في تصميم الأنظمة المُراد فحصها ومُحاكاة طريقة عملها وتشغيلها.

[١] Paul Breeze, Truman Storvick, Shang_Tian Yang, Aldo V Da Rosa, Harsh K Gupta, Roy Sukanta, Mukesh Doble, P Maegaard, and Gianfranco Pistoia, Renewable Energy Focus Handbook. ٢٠٠٩, Academic Press, .

- تُمكن المُحاكاة الباحث من استخدام بيانات طقس ومُدخلات مناخية متعددة, وإجراء المُحاكاة لمُدد زمنية طويلة (موسم) أو (سنة) في منتهي السرعة والدقة على عكس الدراسات التجريبية التي تكون مُقيدة بظروف مناخية معينة (وقت إجراء التجربة) , وقِصر مدة التقييم.
- يوفر منهج المُحاكاة سهولة إدخال البناء الأولي للنماذج والتحكم في عناصره من (مواد بناء . نظام إنشائي) وصولاً للشكل النهائي للمبنى داخل البرنامج , ودمج الأنظمة به ورصد تأثير المتغيرات على النتائج والقراءات ساعياً أو اقل من ذلك (جزء من الثانية).
- دراسات المُحاكاة تتميز بالمرونة والتفاصيل الدقيقة للأنظمة في أي موقع في جميع أنحاء العالم.
- تُعتبر دراسات المُحاكاة قديمة تقريبًا مثل الدراسات التجريبية منذ أواخر الستينات, ولكن منذ عام (٢٠٠٠) فإن مُعظم الأبحاث والكتابات المُتاحة حول مُحاكاة أنظمة التبريد الحراري الشمسي أكثر من الدراسات التجريبية لأنظمة التبريد الشمسي .

عيوب منهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية[١]:

- من السهل حدوث أخطاء عند إفتراض وإدخال قيم غير دقيقة في مُعلمات ومدخلات النظام.
- أحياناً يحدث إهمال لبعض العوامل الهامة (Factors) في حالة الإدخال الخاطئ .
- مستوى عالي من المهارة والتدريب العلمي مطلوب عند ممارسة دراسات المُحاكاة , وذلك من أجل الحصول على نتائج دقيقة وصحيحة.
- إن النمذجة الخاطئة أو عدم التحكم في المطلوب في حالة وجود بعض المشاكل الفيزيائية في الأنظمة مثل (حمل التسرب . المبادلات الحرارية . سوء العزل . عيوب في المُجمع الشمسي) يؤدي إلى صعوبة النمذجة والحسابات, مما يعني أن أي أخطاء في المُدخلات يُصاحب ذلك أخطاء في المُخرجات ، لذا يتطلب مهارة وخبرة عالية من الباحث عند التعامل مع برامج المُحاكاة.

[١] Mehmood, Aamir, Adeel Waqas and Hafiza Tahira Mahmood, Stand-alone PV System Assessment for Major Cities of Pakistan Based on Simulated Results: A Comparative Study. NUST Journal of Engineering Sciences (NJES) Islamabad, ٢٠١٣

٣.٤. مقارنة بين المنهج التجريبي ومنهج المُحاكاة الطبيعية :

وبعد دراسة المنهج التجريبي ومنهج المُحاكاة الطبيعية الاكثر شيوعا في مجال تقييم أنظمة الطاقات المتجددة، تمت مقارنة طرق التقييم لكفاءة أداء أنظمة التبريد الحراري الشمسي سابقة الذكر في الجدول(٤-١)، من أجل المفاضلة بينهما وإختيار المنهج التقييمي الأفضل تمهيدا لإعتمادة في الدراسة التطبيقية البحثية.

جدول (٤- ١) يوضح مقارنة بين طرق تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي(المنهج التجريبي والمُحاكاة الطبيعية):

طرق تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي	مميزات طرق تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي	عيوب طرق تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي
منهج الدراسات التجريبية (التجارب المعملية)	١. حدوثها في الظروف الطبيعية. ٢. مرجع جيد للأنظمة التطبيقية الملموسة. ٣. الدراسة الأكثر قُربًا من الشيئ المُراد تقييمه. ٤. توفر الدراسة التجريبية فرصة جيدة لتحديد العلاقات بين الأسباب والنتائج أثناء التجربة. ٥. قادره على معرفة طريقة عمل النظام وخطوات تصميمه بوضوح وأكثر واقعية من الطرق التقيمية الأخرى.	١. الدراسات التجريبية لا تُمكن الباحث من التنبؤ الصحيح والتحليل الدقيق لنتائج تصميم الأنظمة (مثال الأنظمة الحرارية الشمسية) كما هو مطلوب, وتزويد الباحث بالمعلومات الكافية حول مُتغيرات كل مُكون فيه . ٢. في الدراسات التجريبية يُمكن ظهور العديد من التغيرات التي لا يُمكن السيطرة عليها أثناء إجراء التجربة, مما يؤثر على النتائج وصحتها . ٣. الدراسة التجريبية تحدث في بيئة مُعينة، وبالتالي فإن النتائج تكون صعبة التعميم . ٤. الظروف المناخية وقت إجراء التجربة قد تؤثر على النتائج فمثلاً عند اختيار النظام في فصل آخر غير فصل الصيف يؤثر ذلك على نتائج الدراسة التجريبية, وبالتالي فإن السيطرة الكاملة على ظروف التجربة إجمالاً غير ممكن في كثير من الأحيان . ٥. قد يكون البحث التجريبي قادراً على معرفة طريقة العمل وتطورات التصميم وما إلى ذلك أفضل من غيره , ولكن قد لا يكون قادراً على شرح جميع الأسباب . ٦. تقتصر مُدة الدراسة التجريبية على بضع ساعات أو أيام فقط في مُعظم الأحيان, وقليل جدًا منها ما تم تنفيذه لمُدة موسم كامل أو سنة للتقييم الشامل للأنظمة. ٧. عند البحث في الدراسات التجريبية لنظام التبريد الشمسي وُجد أنه لم يتم تقديم نظام التبريد الحراري الشمسي كاملاً بكل تفاصيله في المُدخلات الحرارية لكل مُكون أو خلال أي مرحلة من مراحل عمل وتشغيل النظام . ٨. في الدراسة التجريبية لا تتوفر أي معلومات وبيانات حول إمكانية التغيير في الغلاف الخارجي للمبنى (الأسقف ـ النوافذ ـ الحوائط) المُراد تركيب نظام تبريد شمسي حراري به, من أجل المُفاضلة بين مواد البناء وتكاملها مع التصميم الأنسب للنظام التبريدي

منهج المُحاكاة الطبيعية الديناميكية	١. يتميز منهج المُحاكاة الطبيعية بالسرعة عن المنهج التجريبي في الحصول على النتائج . ٢. تتميز المُحاكاة الديناميكية الطبيعية بأنها غير مُكلفة مثل الدراسات التجريبية . ٣. عند استخدام منهج المُحاكاة لتقييم الأنظمة, فإنه يزود الباحث بجميع المعلومات والبيانات اللازمة عن تأثير المُتغيرات في تصميم أداء النظام, وفي جميع مراحل التشغيل . ٤. المُحاكاة تُمكن الباحث من استكشاف ظروف جديدة حول (النظام المُراد تقييمه قد تكون غير موجودة في إعدادات الدراسة التجريبية. ٥. تُمكن المُحاكاة الحاسوبية من إعطاء بيانات حول التكاليف المادية , وإجراء الدراسات الاقتصادية للمشاريع والأنظمة مثل دراسات الجدوى ودراسات فترة الاسترداد (Pay back Method). ٦. المُحاكاة هي أداة قوية ومميزة للتقييم والتطوير في تصميم الأنظمة المُراد فحصها ومُحاكاة طريقة عملها وتشغيلها. ٧. تُمكن المُحاكاة الباحث من استخدام بيانات طقس ومُدخلات مناخية متعددة, وإجراء المُحاكاة لمُدد زمنية طويلة (موسم) أو (سنة) في منتهي السرعة والدقة على عكس الدراسات التجريبية التي تكون مُقيدة بظروف مناخية معينة (وقت إجراء التجربة) , وقِصر مدة التقييم. ٨. يوفر منهج المُحاكاة سهولة إدخال البناء الأولي للنماذج والتحكم في عناصره من (مواد بناء - نظام إنشائي) وصولاً للشكل النهائي للمبنى داخل البرنامج , ودمج الأنظمة به ورصد تأثير المتغيرات على النتائج والقراءات ساعياً أو اقل من ذلك (جزء من الثانية). ٩. دراسات المُحاكاة تتميز بالمرونة والتفاصيل الدقيقة للأنظمة في أي موقع في جميع أنحاء العالم. ١٠. تُعتبر دراسات المُحاكاة قديمة تقريبًا مثل الدراسات التجريبية منذ أواخر الستينات, ولكن منذ عام (٢٠٠٠) فإن مُعظم الأبحاث والكتابات المُتاحة حول مُحاكاة أنظمة التبريد الحراري الشمسي أكثر من الدراسات التجريبية لأنظمة التبريد الشمسي .	١. من السهل حدوث أخطاء عند إفتراض وإدخال قيم غير دقيقة في مُعلمات ومدخلات النظام. ٢. أحياناً يحدث إهمال لبعض العوامل الهامة (Factors) في حالة الإدخال الخاطئ . ٣. مستوى عالي من المهارة والتدريب العلمي مطلوب عند ممارسة دراسات المُحاكاة , وذلك من أجل الحصول على نتائج دقيقة وصحيحة. ٤. إن النمذجة الخاطئة أو عدم التحكم في المطلوب في حالة وجود بعض المشاكل الفيزيائية في الأنظمة مثل (حمل التسرب - المبادلات الحرارية - سوء العزل - عيوب في المُجمع الشمسي) يؤدي إلى صعوبة النمذجة والحسابات

المصدر:الباحثة,(٢٠١٩)

الاستنتاج العام للمقارنة :

- تم اعتماد منهج المحاكاة الديناميكية الطبيعية للدراسة البحثية وذلك لتعدد مميزاتها وقلة عيوبها مقارنة بمنهج الدراسات التجريبية للتقييم.
- ان الدراسات التجريبية لا تُمكن الباحث من التنبؤ الصحيح بأداء نظام التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي المُقترح, وعدم إمكانية التحكُم في متغيرات النظام, لذا تم استبعاده وعدم اعتماده لإجراء التقييم المطلوب على النظام التبريدي الشمسي بتقنية الامتصاص الذي تم إختياره للدراسة والتطبيق في الفصل الثالث من الرسالة.

٤.٤. أقسام برامج التصميم البيئي:[١]

يُعتبر مجال برامج التصميم البيئي من المجالات المفيدة في مرحلة التصميم المعماري للمبنى بدرجة كبيرة, وقد لوحظ في السنوات الأخيرة من القرن الحالي تطور مكثف في برامجيات التصميم البيئي , حيث أن أهمية هذه البرامج ليست موجهة فقط نحو المُحافظة على الطاقة ولكنها تُعطي فهماً مُسبقاً حول كيفية عمل المباني, وعما إذا كانت هذه المباني تقدم إرتياح بشري أم لا , ومن أنواع برامج التصميم البيئي:

١. برامج التحليل البيئي . ٢. برامج التوصيات البيئية .٣ . برامج المُحاكاة البيئية.

١.٤.٤. برامج التحليل البيئي:

وهي البرامج التي تقوم بأعمال التحليل البيئي مثل تحليل البيانات المُناخية وتحديد الخطوط العريضة للتصميم القائم على الأحوال المُناخية لأي مدينة, وغيرها من أنواع التحليل البيئي للعناصر الطبيعية المختلفة المؤثرة على التصميم المعماري للمبنى .

٢.٤.٤. برامج التوصيات البيئية :

وهي البرامج التي تقوم بالتوصيات والمُحاكات المُناخية الملائمة.

٣.٤.٤. برامج المُحاكاة البيئية:

وهي البرامج التي تقوم بمُحاكاة المبنى في السلوك البيئي مثل استهلاك الطاقة أو الإضاءة أو الانتقال الحراري وغيرها .

[١] راما أحمد, (٢٠١٢), التطور التقني لإتجاه عمارة التقنيات الفائقة ضمن إطار التصميم المستدام,رسالة ماجيستير, الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة دمشق, سوريا.

١.٣.٤.٤. مفهوم المُحاكاة (النمذجة الرقمية بالحاسب الالي):

المحاكاة بالحاسوب (computer simulation) أو تشغيل النموذج على الحاسوب، هو برنامج حاسوبي أو شبكة من أجهزة الكمبيوتر، تحاول عمل محاكاة نموذج مجردة من النظام المعين (أي محاكاة نظرية بالحاسوب)، وإن محاكيات الحاسوب أصبحت جزءا أساسيا ومفيدا للنمذجة الرياضية للعديد من الأنظمة الطبيعية في الفيزياء (الفيزياء الحسابية)، والفيزياء الفلكية والكيمياء والبيولوجيا والتنمية المعمارية والعمرانية ، والنظم البشرية في الاقتصاد وعلم النفس والعلوم الاجتماعية والدراسات في عملية هندسة التكنولوجيا الجديدة، تدخل في العديد من الصناعات وتوفر العديد من التجارب التي تحتاج إلى وقت ومال.[١]

ويختص البحث بدراسة برامج المُحاكاة الخاصة بسلوك الطاقة داخل المباني

٢.٣.٤.٤. برامج المُحاكاة الخاصة باستهلاك الطاقة في المباني :

تم تطوير العديد من برامج النمذجة الرقيمة ومُحاكاة أنظمة الطاقات بحيث تتسم هذه البرامج بالسرعة الحسابية وإنخفاض التكاليف وسهولة الاستخدام للباحثين ودقة النتائج وقلة مُعامل الخطأ (صلاحية البرنامج) مع التجارب الواقعية (Validation) ويختص البحث بدراسة برامج مُحاكاة الطاقة الشمسية في المباني ومن أكثر البرامج إنتشارًا في هذا المجال :

١. برنامج المُحاكاة**(Watsun)**
٢. برنامج المُحاكاة**(Poly sun)**
٣. برنامج المُحاكاة**(F– chart)**
٤. برنامج المُحاكاة**(Energy Plus)**
٥. برنامج المُحاكاة**(IES)**
٦. برنامج المُحاكاة**(TRNSYS)**

وفيما يلي عرض ومفاضلة بين هذه البرامج لاختيار البرنامج الذي سيتم إعتماده للدراسة التطبيقية لاحقاً .

[١] http://www.almaden.ibm.com/st/past_projects/fractures/٢٥-٨-٢٠١٩

٣.٣.٤.٤. برنامج المحاكاة (Wat sun) : [١]

جدول (٤- ٢) يوضح مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية WAT SUN:

برنامج المحاكاة (WAT SUN)	
التعريف بالبرنامج	يُستخدم برنامج المُحاكاة (Wat sun) بصورة أساسية لمُحاكاة أنظمة الطاقة الشمسية, وقد تم تطويره في جامعة واترلو (Water loo) بكندا, في أوائل عام ١٩٧٠م
وظيفة البرنامج	يقوم البرنامج بمُحاكاة نوعين من الأنظمة الشمسي: ١. نظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية بدون تخزين. ٢ .نظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية مع التخزين. ولذلك فهو برنامج مُحاكاة متخصص في مُحاكات عمليات التدفئة بالطاقة الشمسية فقط.

مدخلات البرنامج	مخرجات البرنامج
▪ يقوم البرنامج بجمع وتخزين المعلومات والمدخلات مع بيانات الطقس كل ساعة في الموقع المطلوب عمل المُحاكاة فيه . ▪ يستخدم برنامج (Wat sun) عند المدخلات المناخية بيانات الطقس من النوع (TMY) وهي أحد أنواع بيانات الطقس, كما سيرد لاحقاً في الدراسة.	▪ يقوم البرنامج بإعطاء تقارير ساعياً , شهرياً حول بيانات مثل (الإشعاع الشمسي وكمية الطاقة التي تم تجميعها والأحمال الإضافية وحرارة الماء بالمُجمع الشمسي وغيرها) من مُتغيرات أنظمة التسخين الشمسي. ▪ يقوم البرنامج بحساب أداء النظام الشمسي لتسخين المياه على المدى الطويل. ▪ والتحليل الاقتصادي لتقييم التكاليف, والأرباح التي يجنيها نظام التدفئة الشمسي.

[١] D. Thevenard. A simple tool for the simulation of active solar systems: WATSUN reborn. in Third Solar Building Conference. ٢٠٠٨. Fredericton N.B.

مميزات البرنامج	عيوب البرنامج	صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ)
▪ مُحاكاة أنظمة الطاقة الشمسية ▪ حساب أداء النظام الشمسي لتسخين المياه على المدى الطويل ▪ إجراء التحليل الاقتصادي لنظام التدفئة الشمسي اثناء المحاكاة.	▪ لا يمكن لبرنامج wat sun مُحاكاة أنظمة التبريد الحراري الشمسي .	تم التحقق من صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ) من قبل المطورين للبرنامج وكانت لا تقل عن (٥%) مُقارنة بالأنظمة الحقيقية .
الإستنتاج		
لم يتم استخدام برنامج (Wat sun) في الدراسة البحثية التطبيقية وذلك لأنه لا يستطيع مُحاكاة أنظمة التبريد الحراري الشمسي محل الدراسة البحثية المطلوبة.		

المصدر:الباحثة,(٢٠١٩)

٤.٣.٤.٤. برنامج المحاكاة (Poly sun)[١]:

جدول (٤- ٣) يوضح مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(Poly sun):

برنامج المحاكاة (Poly sun)	
التعريف بالبرنامج	هو برنامج محاكاة طبيعية يقوم بتوفير المحاكاة الديناميكية للأنظمة الحرارية الشمسية ويعمل على تطويرو تحسين النظام الحراري الشمسي قيد المحاكاة.
وظيفة البرنامج	▪ يوفر برنامج المُحاكاة (Poly sun) مُحاكاة ديناميكية للأنظمة الحرارية الشمسية. ▪ يعمل على تحسين الأنظمة التي يقوم بمُحاكاتها وهي مثل : (تسخين المياه بالطاقة الشمسية بالمنازل , تسخين حمامات السباحة) وغيرها من الأنظمة الشمسية ولكنها بصورة مُبسطة . ▪ يتلاءم مع بيانات الطقس في حوالي أكثر من (٦,٣٠٠) موقع عالميًا .

مدخلات البرنامج	مخرجات البرنامج
▪ يقوم البرنامج بجمع وتخزين المعلومات والمدخلات (الاحمال الحرارية- مواصفات النظام – سعة النظام- القدرة التشغيلية للنظام- غيرها) ▪ ادخال بيانات الطقس كل ساعة في الموقع المطلوب عمل المُحاكاة فيه.	▪ يُقدم البرنامج تقارير حول دراسات الجدوى الاقتصادية للأنظمة التي يقوم بمحاكاتها . ▪ أعطاء تقارير حول انبعاثات غازات الدفيئة الثمانية الأكثر أهمية .

[١] Kalogirou, Soteris A., Chapter ١١ - Designing and Modeling Solar Energy Systems, in Solar Energy Engineering (Second Edition), S.A. Kalogirou, Editor. ٢٠١٤, Academic Press: Boston.

مميزات البرنامج	عيوب البرنامج	صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ)
▪ توفير المحاكاة الديناميكية للأنظمة الحرارية الشمسية. ▪ تطوير و تحسين الأنظمة التي يقوم بمُحاكاتها. ▪ يتلاءم مع بيانات الطقس في حوالي أكثر من (٦,٣٠٠) موقع عالميًا . ▪ برنامج ذو جدوى اقتصادية وتوازن بيئي حيث يتضمن أعطاء تقارير حول انبعاثات غازات الدفيئة الثمانية الأكثر أهمية. ▪ يمكن البرنامج المستخدمين من إجراء مقارنة الانبعاثات الخاصة بالنظام الشمسي المتكامل والوقود التقليدي.	▪ يقوم البرنامج بإجراء المُحاكاة في مُدة زمنية (ساعة او جزء من الساعة) فقط (مُدد زمنية قصيرة) .	▪ تمت مُعايرة نسبة الخطأ للبرنامج وهي تتراوح بين ٥% الى ١٠%.
الإستنتاج		
لم يتم استخدام برنامج (Poly sun) في الدراسة البحثية التطبيقية وذلك لأنه لا يستطيع مُحاكاة (بناء وإدخال النموذج للمبنى) وإجراء التكامل مع نظام التبريد الشمسي الحراري الامتصاصي , موضوع الدراسة البحثية .		

المصدر:الباحثة,(٢٠١٩)

٥.٣.٤.٤. برنامج المحاكاة (F-chart)[١,٢]:

جدول (٤- ٤) يوضح مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(F-chart):

برنامج المحاكاة (F-chart)	
التعريف بالبرنامج	▪ طريقة وبرنامج f-chart هي وسيلة لتقدير الأداء الحراري السنوي لأنظمة التدفئة النشطة الشائعة في التطبيقات السكنية ، باستخدام الهواء أو السائل كمائع يعمل. يتم استخدام المخطط f لتقدير جزء الحمل الكلي للتدفئة الذي يمكن توفيره بواسطة النظام الشمسي. ▪ هو برنامج متخصص في مُحاكاة وتقييم أداء المُجمعات الشمسية فقط (Solar collectors) من حيث (نوع المُجمع و سعة المُجمع للتخزين و معدلات تدفق الماء داخل المُجمع .....) وغيرها من المُتغيرات الخاصة بالمُجمعات الشمسية فقط.
وظيفة البرنامج	▪ يُستخدم البرنامج (F-chart) في تطوير وتحسين المُجمعات الشمسية بكل أنواعها: المُجمعات الشمسية المسطحة(Plate Solar collectors) المُجمعات الشمسية المفرغة(evacuated tube Solar collectors) المُجمعات الشمسية المركزة(ConCentrated Solar collectors) وغيرها من أنواع المجمعات الشمسية المتعددة . ▪ يُعطي البرنامج تقارير بيانية (Graphical reports) حول تقدير الأداء الحراري للمُجمعات الشمسية وغيرها من البيانات والمخرجات

مدخلات البرنامج	مخرجات البرنامج
▪ ادخال جميع مواصفات المجمع الشمسي مثل النوع و السعة التخزينية و معدلات دخول وخروج الماء من المُجمع الشمسي، وغيرها من المتغيرات اللازمة لإجراء المحاكاة الطبيعية.	▪ يعطي البرنامج تقارير بيانية حول اداء ومدى كفاءة المجمع الشمسي .

[١] Klein, Sa, Pi Cooper, Tl Freeman, Dm Beekman, Wa Beckman, and Ja Duffie, A method of simulation of solar processes and its application. Solar Energy, ١٩٧٥

[٢] Klein, Sanford Alan, Wa Beckman and Ja Duffie, A design procedure for solar heating systems. Solar Energy, ١٩٧٦

مميزات البرنامج	عيوب البرنامج	صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ)
▪ تقدير الأداء الحراري السنوي لأنظمة التدفئة النشطة الشائعة في التطبيقات السكنية	▪ لا يُمكن لبرنامج (F-chart) مُحاكاة الأنظمة الشمسية المتكاملة وإدخال نموذج المبنى إلى البرنامج , ولكن يستخدم لتقييم معاملات الأداء للمجمعات الشمسية فقط (Solar collectors Fractions). ▪ لايوفر برنامج (F- chart) المرونة والأداء التفصيلي في التقييم والفحص مثل برامج المحاكاة الأخرى. ▪ لا يوفر هذا البرنامج مرونة إجراء المحاكاة التفصيلية والتحقيق في الأداء بنفس الطريقة التي يوفرها TRNSYS	▪ تمت مُعايرة نسبة الخطأ للبرنامج وهي تتراوح بين ٩% الى ١٥%.
الإستنتاج		
لم يتم استخدام برنامج (F- chart) في الدراسة البحثية وذلك لأنه لا يُمكن لبرنامج (F-chart) مُحاكاة الأنظمة الشمسية المتكاملة وإدخال نموذج المبنى إلى البرنامج , ولكن يستخدم لتقييم معاملات الأداء للمجمعات الشمسية فقط كما ذكر سابقا، ولذلك لم يتم اعتماده في الدراسة التطبيقية المطلوبة للبحث .		

المصدر :الباحثة,(٢٠١٩)

٦.٣.٤.٤ـ برنامج المحاكاة (Energy plus):[١,٢]

جدول (٤- ٥) يوضح مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(Energy plus):

برنامج المحاكاة (Energy Plus)	
التعريف بالبرنامج	▪ برنامج (energy plus) من برامج مُحاكاة الأداء الحراري للطاقة داخل المبنى ▪ Energy Plus مشتقة من كل من تحليل أحمال المباني والديناميكا الحرارية للنظام (BLAST) و DOE-٢ وتم إصدارها في عام ١٩٩٦. تم تطوير كل من BLAST و DOE-٢ لبناء الطاقة ومحاكاة الأحمال بعد أزمة الطاقة في أوائل السبعينيات. ▪ تم استخدام البرامج من قبل مهندسي التصميم والمهندسين المعماريين لتصميم وحجم معدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)
وظيفة البرنامج	▪ حيث يقوم ببناء النموذج وحساب الأحمال الحرارية وإجراء المُحاكاة الديناميكية للنموذج ككل. ▪ تم استخدام البرنامج من قبل المهندسين والباحثين في مجالات متعددة منها (التدفئة. التبريد. تسخين المياه . .....) . ▪ في برنامج (energy plus) يُمكن للباحث تصميم الأغلفة الخارجية للمباني والتحكم في مُتغيراتها , والتركيب الكلي للمباني والنظم الميكانيكية ذات الصلة به. ▪ يمكن البرنامج الباحث من حساب وتقدير الأحمال سواء كانت أحمال تبريد أو أحمال تدفئة.
مدخلات البرنامج	**مخرجات البرنامج**
▪ يقوم البرنامج بجمع وتخزين المعلومات والمدخلات مع بيانات الطقس كل ساعة في الموقع المطلوب عمل المُحاكاة فيه . ▪ يقوم البرنامج بجمع وتخزين المعلومات والمدخلات (الاحمال الحرارية- مواصفات النظام – سعة النظام- القدرة التشغيلية للنظام- غيرها)	▪ يُقدم البرنامج (energy plus) المُحاكاة ساعياً . ▪ تقديم التقارير حول القراءات والنتائج, و يقدم الحلول القائمة على التوازن البيئي الحراري. ▪ يقوم بحسابات خاصة مُتعلقة بمدى التلوث الجوي.

[١] Energy Plus, Getting Stared with EnergyPlus, in Energy Plus Documentation. ٢٠١٥, NREL: United States Crawley, Drury B., Linda K. Lawrie, Frederick C. Winkelmann, W. F. Buhl, Y. Joe Huang, Curtis O. Pedersen, Richard

[٢] Arasteh, Dariush, Modeling windows in energy plus with simple performance indices. Lawrence Berkeley National Laboratory, ٢٠١٠

مميزات البرنامج	عيوب البرنامج	صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ)
▪ يقوم البرنامج على تحسين وتطوير أنظمة الطاقات بالمباني ▪ تحليل تكاليف تكلفة دورة حياة المعدات وتحسين أداء الطاقة. يشتمل Energy Plus على رمز جديد تمامًا ونموذجي ▪ باستخدام هذا البرنامج ، يمكن للمستخدم تحديد مظاريف البناء والتركيب المادي للمبنى والأنظمة الميكانيكية ذات الصلة. ▪ يمكنه حساب أحمال التدفئة والتبريد اللازمة للحفاظ على نقاط مجموعة التحكم الحراري ، والظروف عبر نظام التكييف الثانوي	▪ عدم وجود المجمعات الشمسية من ضمن مكتبة البرنامج الرئيسي كعنصر ومكون للنظام الشمسي وهو عنصر هام جداً في تلك الأنظمة الحرارية الشمسية, ولذلك يلجأ الباحثين والمصممين إلى إدخال المجمعات الشمسية إلى البرنامج على هيئة (مُعادلات رياضية. أو كود) مما يؤثر على النتائج والكثير من العمل لتحسين وتطوير المُجمع الشمسي بالبرنامج	▪ تمت مُعايرة نسبة الخطأ للبرنامج وهي حوالي ٢,٧%.
الإستنتاج		
لا يُمكن استخدام برنامج (energy plus) في البحث وذلك لأن المُجمع الشمسي مُكون رئيسي وهام ضمن النظام الحراري الشمسي التبريدي العامل بتقنية الامتصاص قيد الفحص والتطبيق في هذا البحث		

المصدر :الباحثة,(٢٠١٩)

٧.٣.٤.٤. برنامج المحاكاة (IES – VE):[١]

جدول (٤- ٦) يوضح مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(IES - VE):

<table>
<tr><th colspan="4">برنامج المحاكاة (IES– VE)</th></tr>
<tr><td>التعريف بالبرنامج</td><td colspan="3">▪ برنامج المحاكاة (IES– VE) وهو اختصار Integrated Environment Solutions أي البيئة الافتراضية المُتكاملة (Virtual Environment)
▪ يعد البرنامج أداة مرنة لتحليل الأداء والتغيير السلوكي لنظام جاهز أو مستقبلي. قلل ذلك من عدم اليقين في النظام مما يقلل من الآثار البيئية قبل تنفيذ المشروع.</td></tr>
<tr><td>وظيفة البرنامج</td><td colspan="3">▪ يُستخدم برنامج البيئة الافتراضية المُتكاملة (IES– VE) في تصميم وبناء النظام عن طريق تكوين نموذج ثلاثي الأبعاد .
▪ يقوم بعمل تحليل لسلوك الطاقة و تحليل لإنبعاثات الكربون .</td></tr>
<tr><td colspan="2">مدخلات البرنامج</td><td colspan="2">مخرجات البرنامج</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ إدخال مواد البناء والإنشاءات (الهيكل البنائي للمبني)
▪ الأحمال الحرارية المُكتسبة (Heat gains) الداخلية للمبنى وغيرها.
▪ ادخال معلومات عن عدد الشاغلين
▪ المدخلات المناخية * المعُدات المثبتة داخل المبني .* الإضاءة .
▪ التسريب * الحرارة الداخلية . وغيرها من المُتغيرات.</td><td colspan="2">يُقدم القراءات والنتائج (سنوياً. شهرياً. ساعياً) .</td></tr>
<tr><td>مميزات البرنامج</td><td>عيوب البرنامج</td><td colspan="2">صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ)</td></tr>
<tr><td>▪ يقوم البرنامج ببناء النموذج ثلاثي الابعاد
▪ يقوم البرنامج (IES– VE) بتصميم الأنظمة المنخفضة الاستهلاك للطاقة وعالية الأداء.
▪ يحتوى على قاعدة بيانات واسعة من المدخلات المناخية العالمية.
▪ يعمل على توفير الوقت.
▪ يخفض النفقات على استخدام المواد واستخدام المعدات بالدراسة التجريبية</td><td>عدم وجود نماذج لأنظمة الطاقة الشمسية في مكتبة البرنامج الرئيسية.</td><td colspan="2">تم التحقق من صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ) من قبل المطورين للبرنامج وكانت تتراوح بين (٧% الى ١٣%) مُقارنة بالأنظمة الحقيقية .</td></tr>
</table>

المصدر :الباحثة,(٢٠١٩)

[١] Ies, Ve, Virtual Environment (VE) by Integrated Environment Solutions (IES), ٢٠٠٩

الإستنتاج
لم يتم استخدام واعتماد برنامج (IES – VE) للدراسة التطبيقية وذلك لعدم وجود نماذج لأنظمة الطاقة الشمسية في مكتبة البرنامج الرئيسية.

٨.٣.٤.٤. برنامج المحاكاة (TRNSYS):[١,٢]

جدول (٤- ٧) يوضح مواصفات برنامج المحاكاة الديناميكية الطبيعية(TRNSYS):

برنامج المحاكاة (TRNSYS)	
التعريف بالبرنامج	▪ TRNSYSهو برنامج مُحاكاة للعمليات الحرارية الديناميكية لأنظمة الطاقة واسع الإنتشار عالميًا, وهو اختصار للمصطلح (Transient System Simulation) ▪ تم تطوير برنامج TRNSYS في الأساس من أجل تطبيقات الطاقة الشمسية, وبعد التطوير المستمر للبرنامج أصبح البرنامج الآن قادر على إجراء عمليات المُحاكاة الديناميكية لجميع أنظمة الطاقات المتجددة وعملياتها الحرارية المتعددة . ▪ تم إطلاق الإصدار الأول من برنامج (TRNSYS) في الولايات المتحدة الأمريكية, في جامعة وسيكونسين (Wisconsin university) عام ١٩٧٧م , بواسطة أعضاء مختبر الطاقة الشمسية في جامعة ويسكونسين.
وظيفة البرنامج	▪ يقوم (TRNSYS) بإجراء المُحاكاة لأنظمة وتقنيات الطاقة مثل إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بواسطة الخلايا الكهروضوئية (P.V) , وأنظمة التدفئة والتبريد التي تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية . ▪ لدى البرنامج القدرة على ربط مكونات النظام المُراد تقييمه ومُحاكاته بأي طريقة يرغب فيها الباحث. ▪ يوجد بالبرنامج ملحق خاص (بالمعادلات الرياضية الحسابية) الخاصة بتصميم جميع عناصر أنظمة الطاقات المتجددة ، مثل حساب (مساحة المُجمع الشمسي, سرعة تدفق المياه داخل الخزان الحراري, زاوية ميل المُجمع الشمسي , درجة الحرارة للخزان الحراري, ...) وغيرها من العناصر التي تحتاج في تصميمها إلى حسابات ومعادلات رياضية قبل إدراجها إلى البرنامج لمُحاكاة أداءها.

[١] Almeida, P, Mj Carvalho, Ricardo Amorim, J Farinha Mendes, and V Lopes, Dynamic testing of systems–Use of TRNSYS as an approach for parameter identification. Solar Energy, ٢٠١٤

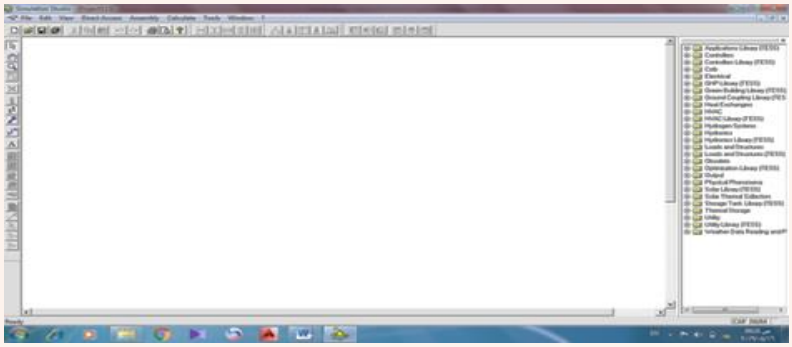
[٢] Klein, Sh and Wa Beckman, TRNSYS, a Simulation program. ASHRAE Trans, ١٩٧١

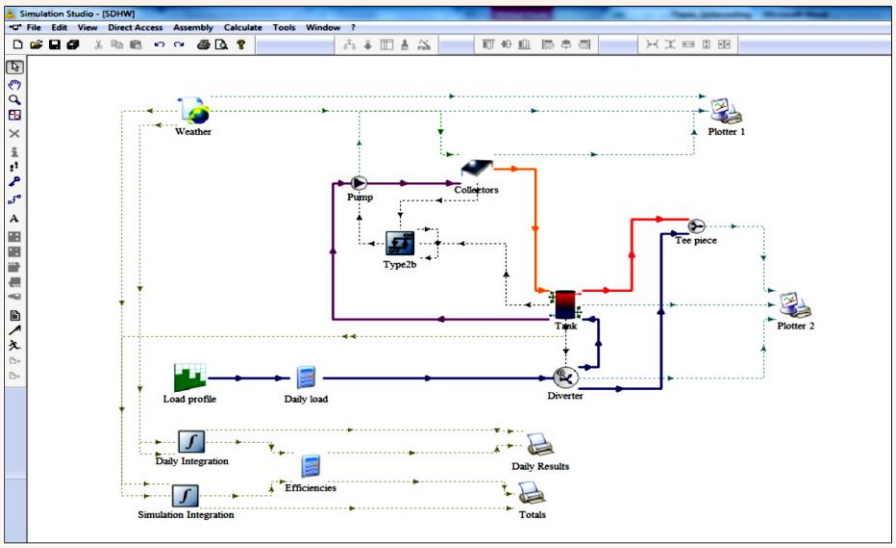
مدخلات البرنامج	مخرجات البرنامج
▪ قام متخصصوا أنظمة الطاقة الحرارية (TESS) بتطوير المكتبة الخاصة بالبرنامج وهي اختصار Thermal Energy System Specialists , وتحتوى مكتبة TRNSYS القياسية على حوالي (٥٠٠) عنصر (Type) من العناصر الهامة واللازمة لتصميم أنظمة الطاقات المتجددة المتعددة مثل (الخزان الحراري . برج التبريد . وحدة التبريد الامتصاصية . صمامات التمدد . مضخات المياه . المراوح . توربينات المياه . توربينات الرياح . مضخات الحرارة الأرضية) وغيرها من التقنيات المكونة للأنظمة المُراد مُحاكاتها وفحصها بالبرنامج . ▪ إدخال مواد البناء والإنشاءات (الهيكل البنائي للمبني) ▪ الأحمال الحرارية المكُتسبة (Heat gains) الداخلية للمبنى وغيرها. ▪ ادخال معلومات عن عدد الشاغلين ▪ المدخلات المناخية ▪ . المعُدات المثبتة داخل المبني . ▪ الإضاءة . ▪ التسريب . ▪ الحرارة الداخلية . وغيرها من المُتغيرات.	▪ يقوم البرنامج (TRNSYS) بتقديم تقارير عن القراءات والنتائج التي يحصل عليها البرنامج من المخرجات (Out puts) وعرضها بطريقتين: ١. رسومات بيانية (Graphical) ٢. تقارير رقمية (Numbers sheets) ▪ يقوم البرنامج بإجراء المُحاكاة (سنويًا . شهريًا . ساعيًا . جزء من الساعة) , ويفضل إجراء المُحاكاة سنوياً أو موسمياً حتى يتحقق التقييم الكامل لكفاءة الأنظمة .

مميزات البرنامج	عيوب البرنامج	صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ)
▪ يتميز البرنامج بدقة عالية في النتائج ▪ يقوم بحساب السلوك والأداء الحراري للطاقات داخل المباني. ▪ بناء وإدخال النموذج للمبني ودمجها بتقنية الطاقة المتجددة المراد إستخدامها ▪ التحكم في جميع عناصر الغلاف الخارجي للمبني ببدائلة ومتغيراتة المختلفة وتقييم أداء أنظمة الطاقات المتجددة وفحصها.	يحتاج الى المزيد من التحسين والتطوير واجراء الابحاث والدراسات له.	تم مُعايرة نسبة الخطأ في جامعة ويسكونيسن (Wisconsin university) الأمريكية , وجمعية المهندسين الأمريكية (ASHRAE) وكانت نسبة الخطأ لا تتعدى (٢%).

واجهة البرنامج الرسومية (TRNSYS Programme Inter Face)[١]

- تم تصميم واجهة رسومية للبرنامج تُسمى باستوديو المُحاكاة (Simulation Studio), وفي هذا الاستوديو يوجد الأيقونات (Icons) جاهزة في قائمة يمين الشاشة , من أجل سحبها وإسقاط العنصر المطلوب (Type) إلى شاشة العمل لتصميم النظام المطلوب مُحاكاته بالبرنامج , كما يظهر في الشكل (٤-١)
- لبناء وتصميم النظام الحقيقي يتطلب كل مكون (Type) إعدادات خاصة به للمدخلات, قد تكون من داخل البرنامج أو عن طريق إدراج الملفات الخارجية إلى البرنامج بصيغ متعددة (CAD –Excel) او غيرها.
- نحصل على النتائج من خلال الطابعات (Printers) أو الراسم البياني (Plotters) , وهي (Types) يُمكن أيضًا سحبها من القائمة وإسقاطها داخل شاشة العمل للبرنامج للحصول على القراءات والنتائج .



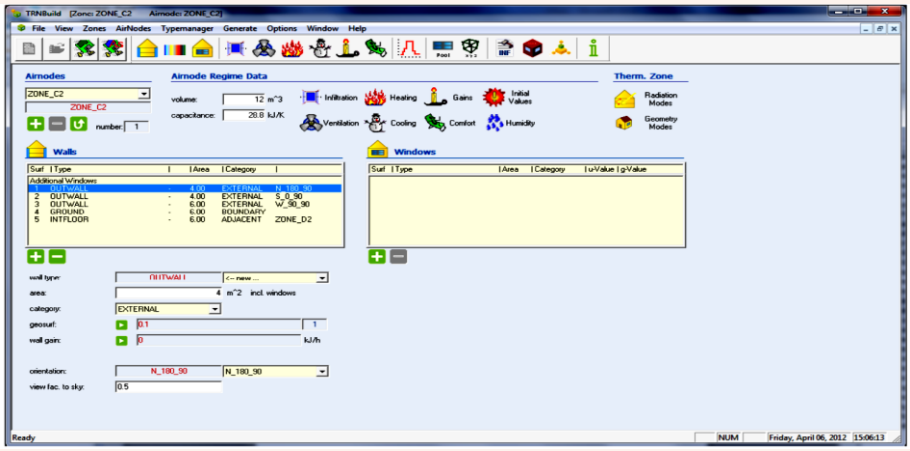


شكل (٤-١): واجهة استوديو وعناصر برنامج المحاكاة TRNSYS

Model diagram in TRNSYS simulation studio view

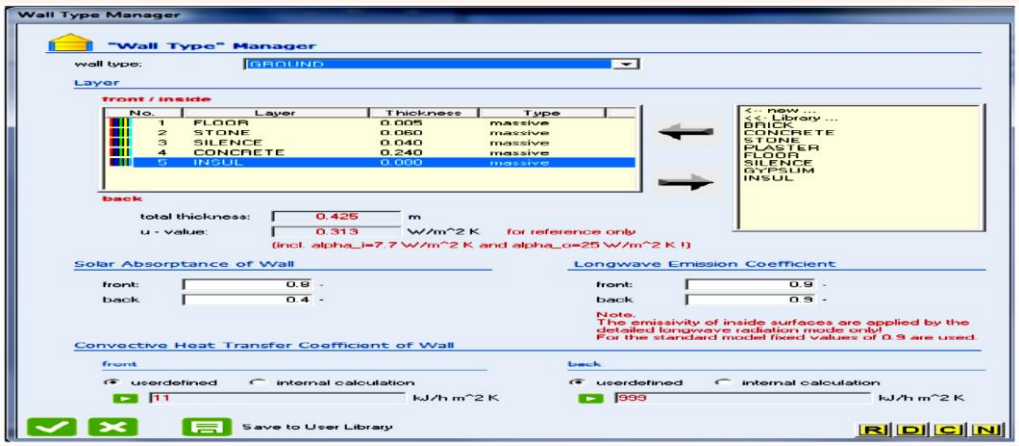
[١] Khan, T, Ia Chaudhry and A Rehman, Design of a Solar Updraft Tower Power Plant for Pakistan and its Simulation in TRNSYS. ٢٠١٤

- يتميز برنامج (Trnsys) عن جميع البرامج بوجود البرنامج الفرعي للبناء (TRNEBUILD) وهو داعم للبرنامج الأصلي ويُعتبر أحد أدواته التي يتم استخدامها في بناء نماذج المباني والتحكم بها في الإصدار (Version ١٦) تم تطوير (TRNSYS ٣d) لبناء ثلاثي الأبعاد للمباني بواسطة البرنامج (Sketch up) أو البرنامج (Auto cad) لإجراء التصميم الهندسي للمبنى (Geometrg)
- إن البرنامج الفرعي (TRNBUILD) في واجهته الرسومية يوجد العديد من القوائم التي تحتوى على العديد من الخيارات للتعديل في المبنى من جميع عناصره (نوافذ . حوائط . أسقف . أرضيات . نُظم إنشائية) وطبقات الأسقف . والتعديل بالمواد البنائية أو إدخال الإضاءة . المُعدات . عدد الشاغلين . الأحمال التقديرية وغيرها كما يظهر في الشكل (٤-٢) , (٤-٣)



شكل (٤-٢): ادخال الانواع المختارة من النوافذ والحوائط من البرنامج الفرعي TRNBUILD

TRNBuild wall and windows types and area selection



شكل (٤-٣): التحكم في إختيار وإدخال النظام الإنشائي للنموذج من البرنامج الفرعي TRNBUILD

TRNBuild wall type manager with construction materials

بيانات الطقس في البرنامج Data Weathe (TRNSYS[1])
▪ إن بيانات الطقس والمدُخلات البيانية هي مُدخلات هامة ورئيسية عند تصميم أنظمة الطاقات ببرامج المُحاكاة المُتعددة . ▪ يحتوى برنامج (trnsys) مع مكتبة مزودة بأنواع بيانات الطقس الرئيسية العالمية مثل (EPW – TMY٣ – TMY٢ – TMY-IWEC) ويتم عرضها بالتفصيل فيما يلي : ١ (TMY) وهي إختصار (Typical Metrological year) سنة القياس النموذجية وهي مجموعة من البيانات المناخية العالمية وتنقسم إلى ثلاث أنواع : (TMY) : يحتوى هذا النوع على بيانات مناخية حول ٢٦ موقع في أمريكا منذ عام ١٩٥٢م –١٩٧٥م . (TMY٢) : يضم هذا النوع بيانات مناخية حول (٢٣٩) من جميع انحاء العالم (١٩٧٦– ١٩٩٠) . (TNY٣) : يضم هذا النوع بيانات مناخية حول (١٠٢٠)موقع في جميع أنحاء العالم منذ (١٩٩١– ٢٠٠٥). ٢. (IWEC) International Weather For Energy calcalations بيانات الطقس العالمية لحسابات الطاقة وقد تم إنشاء قاعدة البيانات المناخية (IWEC) بواسطة جمعية المهندسين الأمريكية (ASHRAE) وهي تضُم حوالي (٢٢٧) موقعاً عالمياً من عام (١٩٨٢م حتى عام ١٩٩٩م) . ٣. Energy Plusweather (EPW) بيانات الطقس للطاقة المتقدمة : وقد تم تطوير هذا النوع في الولايات المتحدة الأمريكية من قِبل متخصصون في الطاقة ويضُم أكثر من (٢٠١٠) موقع له بيانات مناخية حول العالم . أهمية بيانات الطقس والمدُخلات المناخية في المُحاكاة: ▪ لضمان واقعية وصحة النتائج مع الأنظمة الحقيقية في ظروف مناخية صحيحة وفعلية لضمان الحصول على النتائج الدقيقة وصحة المُحاكاة . ▪ يُذكر أن البيانات المناخية لجمهورية مصر العربية لمدينة القاهرة (محل الدراسة البحثية لاحقاً) يندرج من ضمن نوع (TMY٢) من أنواع بيانات الطقس العالمية الموجودة في مكتبة برنامج (TRNSYS)
الاستنتاج
نستنتج من دراسة برنامج محاكاة الطاقة المتعددة TRNSYS هو الأنسب للدراسة البحثية التطبيقية .

المصدر :الباحثة,(٢٠١٩)

[1] Banister, Carsen J, William R Wagar and Michael R Collins, Validation of a single tank, multi-mode solar-assisted heat pump TRNSYS model. Energy Procedia, ٢٠١٤

٤.٥. مقارنة بين برامج مُحاكاة الطاقة في المباني :

وبعد دراسة أكثر أنواع برامج المحاكاة الطبيعية شيوعا في مجال أنظمة الطاقات المتجددة، تمت مقارنة برامج المحاكاة سابقة الذكر في الجدول(٤-٤)، من أجل المفاضلة بينها وإختيار برنامج المحاكاة الأفضل تمهيدا لإعتمادة في الدراسة التطبيقية البحثية.

جدول (٤- ٨) يوضح مقارنة بين برامج مُحاكاة الطاقة في المباني:

برنامج المحاكاة	التوصيف	اسباب عدم الإعتماد للدراسة التطبيقية
برنامج المحاكاة (Wat sun)	▪ يُستخدم برنامج المُحاكاة (Wat sun) بصورة أساسية لمُحاكاة أنظمة الطاقة الشمسية, وقد تم تطويره في جامعة واترلو (Water loo) بكندا, في أوائل عام ١٩٧٠م . ▪ هو برنامج مُحاكاة متخصص في مُحاكات عمليات التدفئة بالطاقة الشمسية فقط. ▪ يقوم البرنامج بجمع وتخزين المعلومات والمدخلات مع بيانات الطقس كل ساعة في الموقع المطلوب عمل المُحاكاة فيه . ▪ يقوم البرنامج بإعطاء تقارير ساعياً , شهرياً حول مُتغيرات أنظمة التسخين الشمسي. ▪ يقوم البرنامج بحساب أداء النظام الشمسي لتسخين المياه على المدى الطويل, والتحليل الاقتصادي لتقييم التكاليف, والأرباح التي يجنيها نظام التدفئة الشمسي. ▪ يستخدم برنامج (Wat sun) عند المدخلات المناخية بيانات الطقس من النوع (TMY) ▪ تم التحقق من صحة البرنامج (مُعايرة الخطأ) من قبل المطورين للبرنامج وكانت لا تقل عن (٥%) مُقارنة بالأنظمة الحقيقية .	▪ لم يتم استخدام برنامج (Wat sun) في الدراسة البحثية التطبيقية وذلك لأنه لا يستطيع مُحاكاة أنظمة التبريد الحراري الشمسي محل الدراسة البحثية المطلوبة.
برنامج المحاكاة Poly-Sun	▪ يوفر برنامج المُحاكاة (Poly sun) مُحاكاة سنوية ديناميكية للأنظمة الحرارية الشمسية. ▪ يعمل على تحسين الأنظمة التي يقوم بمُحاكاتها من الأنظمة الشمسية ولكن بصورة مُبسطة . ▪ يقوم البرنامج بإجراء المُحاكاة في مُدة زمنية (ساعة او جزء من الساعة) فقط (مُدد زمنية قصيرة) . ▪ يتلاءم مع بيانات الطقس في حوالي أكثر من (٦,٣٠٠) موقع عالميًا . ▪ يُقدم البرنامج تقارير حول دراسات الجدوى الاقتصادية للأنظمة التي يقوم بمحاكاتها . ▪ تمت مُعايرة نسبة الخطأ للبرنامج وهي تتراوح بين ٥% الى ١٠%.	▪ لم يتم استخدام برنامج (Poly sun) في الدراسة البحثية التطبيقية وذلك لأنه لا يستطيع مُحاكاة (بناء وإدخال النموذج للمبنى) وإجراء التكامل مع نظام التبريد الشمسي الحراري الامتصاصي , موضوع الدراسة البحثية . ▪ لا يقوم باجراء عملية المحاكاة لمدد طويلة كموسم اوسنة.
	▪ برنامج متخصص في مُحاكاة وتقييم أداء المُجمعات الشمسية فقط . ▪ يُعطي البرنامج تقارير بيانية (Graphical reports) حول تقدير الأداء الحراري للمُجمعات الشمسية وغيرها من البيانات والمخرجات .	▪ لم يتم استخدام برنامج (F-chart) في الدراسة البحثية وذلك لأنه لا يُمكن لبرنامج (F-chart) مُحاكاة الأنظمة الشمسية المتكاملة وإدخال نموذج المبنى إلى

برنامج المحاكاة (F-chart)	▪ يُستخدم البرنامج (F-chart) في تطوير وتحسين المُجمعات الشمسية بكل أنواعها. ▪ لا يُمكن لبرنامج (F-chart) مُحاكاة الأنظمة الشمسية المتكاملة وإدخال نموذج المبنى إلى البرنامج , ولكن يستخدم لتقييم معاملات الأداء للمجمعات الشمسية فقط (Solar collectors Fractions). ▪ لايوفر برنامج (F- chart) المرونة والأداء التفصيلي في التقييم والفحص مثل برامج المحاكاة الأخرى.	البرنامج , ولكن يستخدم لتقييم معاملات الأداء للمجمعات الشمسية فقط كما ذكر سابقا، ولذلك لم يتم اعتماده في الدراسة التطبيقية المطلوبة للبحث .
برنامج المحاكاة Energy) (plus	▪ يقوم ببناء النموذج وحساب الأحمال الحرارية وإجراء المُحاكاة الديناميكية للنموذج ككل. ▪ تم استخدام البرنامج من قبل المهندسين والباحثين في مجالات متعددة منها (التدفئة- التبريد- تسخين المياه - .....) . ▪ في برنامج (energy plus) يُمكن للباحث تصميم الأغلفة الخارجية للمباني والتحكم في مُتغيراتها , والتركيب الكلي للمباني والنظم الميكانيكية ذات الصلة به. ▪ يُقدم البرنامج (energy plus) المُحاكاة ساعياً , وتقديم التقارير حول القراءات والنتائج, و يقدم الحلول القائمة على التوازن البيئي الحراري, ويقوم بحسابات خاصة مُتعلقة بمدى التلوث الجوي. ▪ يقوم البرنامج على تحسين وتطوير أنظمة الطاقات بالمباني ▪ عدم وجود المجمعات الشمسية من ضمن مكتبة البرنامج الرئيسي كعنصر . ▪ يلجأ الباحثين والمصممين إلى إدخال المجمعات الشمسية إلى البرنامج على هيئة (مُعادلات رياضية- أو كود) مما يؤثر على النتائج والكثير من العمل لتحسين وتطوير المُجمع الشمسي بالبرنامج .	▪ لا يُمكن استخدام برنامج energy (plus) في البحث وذلك لأن المُجمع الشمسي مُكون رئيسي وهام ضمن النظام الحراري الشمسي التبريدي العامل بتقنية الامتصاص قيد الفحص والتطبيق في هذا البحث .
برنامج المحاكاة (VE-IES)	▪ يُستخدم برنامج البيئة الافتراضية المُتكاملة (IES- VE) في تصميم وبناء النظام عن طريق تكوين نموذج ثلاثي الأبعاد وإدخال مواد البناء والإنشاءات (الهيكل البنائي للمبني) والأحمال الحرارية المُكتسبة (Heat gains) الداخلية للمبنى وغيرها . ▪ يقوم البرنامج ببناء النموذج وجمع وتوفير معلومات عن عدد الشاغلين - المدخلات المناخية - المعدات المثبتة داخل المبني - الإضاءة - التسريب - الحرارة الداخلية - وغيرها من المُتغيرات. ▪ يقوم البرنامج (IES- VE) بتصميم الأنظمة المنخفضة الاستهلاك للطاقة وعالية الأداء ماعدا أنظمة الطاقة الشمسية. ▪ يقوم بعمل تحليل لسلوك الطاقة و تحليل لإنبعاثات الكربون ▪ يُقدم القراءات والنتائج (سنوياً- شهرياً- ساعياً) . ▪ يحتوى على قاعدة بيانات واسعة من المدخلات المناخية العالمية.	▪ لم يتم استخدام واعتماد برنامج (IES – VE) للدراسة التطبيقية وذلك لعدم وجود نماذج لأنظمة الطاقة الشمسية في مكتبة البرنامج الرئيسية.
	▪ هو برنامج مُحاكاة للعمليات الحرارية الديناميكية لأنظمة الطاقة واسع الإنتشار عالميًا, وهو اختصار للمصطلح (Transient System Simulation) ▪ تم تطوير برنامج TRNSYS في الأساس من أجل تطبيقات الطاقة الشمسية, وبعد التطوير المستمر للبرنامج أصبح TRNSYS الآن قادر على إجراء عمليات المُحاكاة الديناميكية لجميع أنظمة الطاقات المتجددة وعملياتها الحرارية المتعددة . ▪ يقوم (TRNSYS) بإجراء المُحاكاة لأنظمة وتقنيات الطاقة مثل إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بواسطة الخلايا الكهروضوئية (P.V) , وأنظمة التدفئة والتبريد التي تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية . ▪ لدى البرنامج القدرة على ربط مكونات النظام المُراد تقييمه ومُحاكاته بأي طريقة يرغب فيها الباحث.	▪ لايوجد اسباب لعدم إعتماده للدراسة التطبيقية البحثية.

برنامج المحاكاة (TRNSYS)	▪ يوجد بالبرنامج ملحق خاص (بالمعادلات الرياضية الحسابية) الخاصة بتصميم جميع عناصر أنظمة الطاقات المتجددة . ▪ يقوم البرنامج (TRNSYS) بتقديم تقارير عن القراءات والنتائج التي يحصل عليها البرنامج من المخرجات (Out puts) وعرضها بطريقتين: ١- رسومات بيانية (Graphical) ٢- تقارير رقمية (Numbers sheets) ▪ قام متخصصوا أنظمة الطاقة الحرارية (TESS) بتطوير المكتبة الخاصة بالبرنامج وهي اختصار Thermal Energy System Specialists , وتحتوى مكتبة TRNSYS القياسية على حوالي (٥٠٠) عنصر (Type) من العناصر الهامة واللازمة لتصميم أنظمة الطاقات المتجددة المتعددة. ▪ يقوم البرنامج بإجراء المُحاكاة (سنويًا - شهريًا - ساعيًا - جزء من الساعة) , ويفضل إجراء المُحاكاة سنوياً أو موسمياً حتى يتحقق التقييم الكامل لكفاءة الأنظمة . ▪ تم تصميم واجهة رسومية للبرنامج تُسمى باستوديو المُحاكاة (Simulation Studio), وفي هذا الاستوديو يوجد الأيقونات (Icons) جاهزة في قائمة يمين الشاشة , من أجل سحبها وإسقاط العنصر المطلوب (Type) إلى شاشة العمل لتصميم النظام المطلوب مُحاكاته بالبرنامج. ▪ يحتوى برنامج (trnsys) مع مكتبة مزودة بأنواع بيانات الطقس الرئيسية العالمية مثل (– TMY ٢– TMY ٣IWEC - EPW – TMY)	

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩)

الإستنتاج العام للمقارنة بين برامج المحاكاة الطبيعية الديناميكية:

نستنتج من المقارنة السابقة لبرامج محاكاة الطاقة المتعددة أن برنامج المحاكاة TRNSYS هو الأنسب للدراسة البحثية التطبيقية وذلك للأسباب التالية:

أسباب أختيار برنامج المُحاكاة (TRNSYS) للدراسة البحثية التطبيقية:

١. يتميز البرنامج بدقة عالية في النتائج ومُعامل نسبة خطأ مقبوله (٢%) .

٢. يسمح البرنامج للباحث من حساب السلوك والأداء الحراري للطاقات داخل المباني.

٣. بناء وإدخال النموذج للمبني وتقنية الطاقة المتجددة المراد إستخدامها ، والتحكم في جميع عناصر الغلاف الخارجي للمبني ببدائلة ومتغيراتة المختلفة وتقييم أداء أنظمة الطاقات المتجددة وفحصها .

٤. التحسين والتطوير الفعال والمستمر للأنظمة المختلفة لجميع أنواع الطاقات المتجددة (الشمسية . الرياح . باطن الأرض .....) في أغراض التبريد والتدفئة .

٥. التحليل المفصل والمعادلات الحسابية لكل المكونات والعناصر.

٦. إجراء المُحاكاة الديناميكية بسهولة وسرعة ولمدد زمنية طويلة (موسم– سنويا).

٧. إنخفاض تكاليف استخدامه مقارنة بالدراسات التجريبية.

٨. يحتوى على مكتبة ضخمة يتوفر فيها العديد من المكونات اللازمة لبناء الأنظمة أكثر من (٥٠٠) مكون .
٩. وضوح واجهة البرنامج الرسومية وسهولة التعامل معها والحصول على النتائج والتقارير.

٦.٤. صلاحية البرنامج ومعايرة نسبة الخطأ لبرنامج (TRNSYS),[١](Programme validity):

تم مُعايرة نسبة الخطأ في جامعة ويسكونيسن (Wisconsin university) الأمريكية , وجمعية المهندسين الأمريكية (ASHRAE) وكانت نسبة الخطأ لا تتعدى (٢%) من الأنظمة الواقعية للطاقة المتجددة , مما يدل على صلاحية البرنامج للعمل به كأكثر البرامج دقة وصحة ومُعامل خطأ مقبول , وقد تم وصف برنامج (TRNSYS) من قبل خبراء الطاقة بأنه برنامج النمذجة والمحاكاة لأنظمة الطاقات المتجددة الأكثر إكتمالاً, وهو في تطوير مستمر من خلال الجامعة المصُممه له .[٢]

خلاصة برنامج محاكاة الطاقة المستخدم(TRNSYS) :

هو برنامج محاكاة يستخدم أساسا في مجالات هندسة الطاقة المتجددة ومحاكاة التطبيقات الهامة للطاقة الشمسية في المباني.وقد تم معايرة معامل الخطا في جامعة (Wisconsin) ويسكونسون الامريكية وجمعية المهندسين الامريكية (ASHRAE) والعديد من الدراسات البحثية الموثقة وكان لا يتعدي ٢% مما يدل على صلاحيته للعمل كأكثر برامج محاكاة الطاقه دقة، ومن أحد تطبيقاته الأساسية هو المحاكاة الديناميكية للسخان الشمسي وذلك بنمذجة ظروف المناخ على طول العام واستخدامه في تصميم منظومة التبريد الامتصاصية الحرارية الشمسية TRNSYSهو برنامج محاكاة نظم عابرة مع هيكل وحدات. وهي تعترف بلغة وصف النظام التي يحدد فيها المستخدم المكونات التي تشكل النظام والطريقة التي ترتبط بها. وتشمل مكتبة TRNSYS العديد من المكونات التي توجد عادة في أنظمة الطاقة الحرارية والكهربائية، فضلا عن روتين العناصر للتعامل مع مدخلات بيانات الطقس أو غيرها من الوظائف التي تعتمد على الوقت وإخراج نتائج المحاكاة، طبيعة وحدات TRNSYS يعطي البرنامج مرونة هائلة، ويسهل إضافة إلى برنامج من النماذج الرياضية غير المدرجة في مكتبة ترنسيس القياسية،TRNSYS هو مناسب تماما لتحليلات مفصلة من أي نظام يعتمد سلوكه على مرور الوقت. أصبح ترنسيس من البرمجيات المرجعية للباحثين والمهندسين في جميع أنحاء العالم. وتشمل التطبيقات الرئيسية: أنظمة الطاقة الشمسية (أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية والضوئية)، والمباني منخفضة الطاقة وأنظمة التكييف، وأنظمة الطاقة المتجددة، والتوليد المشترك للطاقة، وخلايا الوقود.

[١] Almeidaa, Patrícia, Ricardo Amorim, Maria João Carvalho, João Farinha Mendes, and Vitor Lopes, Dynamic testing of systems–use of TRNSYS as an Approach for Parameter Identification. Energy Procedia, ٢٠١٢
[٢] http://www.trnsys.com/٦-١١-٢٠١٩

٧.٤. خلاصة الفصل:

- لتقييم جدوى أداء وكفاءة عمل نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الامتصاص الذي تم اختياره وإعتماده بنهاية الفصل الثالث من الدراسة البحثية تم عرض ودراسة وتحليل إثنين من أنواع التقييم الأكثر استخدامًا على نطاق واسع عالميًا, وهما (الدراسات التجريبية التقييمية) و (دراسات المُحاكاة الديناميكية الطبيعية التقييمية) ودراسة مميزات وعيوب كلاً منهما والدراسات السابقة في مجال التبريد الشمسي الحراري لكل منهما, حيث كانت الدراسات التجريبية هي الأقرب وذات علاقة مباشرة مع الأنظمة الشمسية الحقيقية, وقد أجريت أول دراسة تجريبية لنظام تبريد شمسي في عام ١٩٦٢م, ومنذ عام ٢٠٠٠م, حتى الوقت الحالي , أصبح عدد الدراسات التجريبية قليل ومحدود مُقارنة بدراسات المُحاكاة الطبيعية الديناميكية, وقد تم مُقارنة نتائج دراسات المُحاكاة والدراسات التجريبية ووجد أن نتائج وقراءات المُحاكاة بالحاسب الآلي هي الأصح والأدق, لذا تم إعتماد منهج المُحاكاة للتقييم وفحص أداء نظام التبريد الحراري الشمسي للدراسة البحثية التطبيقية لاحقًا.
- تم عرض برامج المُحاكاة المختصة بمُحاكاة السلوك الحراري للطاقة في المباني, وقد تم إختيار وإعتماد برنامج TRNSYS للتقييم والفحص كأكثر برنامج ملاُئمة لهذا البحث, وذلك لأنه برنامج شامل يدعم العديد من البرامج الأخرى الفرعية وإمكانية إدراجها وإدخالها على مشروع المُحاكاه الذي يتم إجراءه به , وقد تم تصميمه بالأساس لمُحاكاة أنظمة الطاقة الشمسية عام ١٩٧٧م, في جامعة ويسكونسين الأمريكية, وقد تم تطويره بعد ذلك ليشمل دراسات المُحاكاة بجميع أنظمة الطاقات المتجددة بإختلاف أنواعها وتقنياتها, وقد تم إدراج مكتبة ضخمة به تحتوى على حوالي (٥٠٠) عنصر (Type) لاستخدامها في بناء وتصميم أنظمة الطاقات المتجددة, وقد تم تصميم هذه المكتبة بواسطة خبراء منظمة الطاقة الحرارية العالمية (TEES).
- يقوم البرنامج (TRNSYS) بالسماح بالتحكم في نموذج البناء للمبنى وتصميم الغلاف الخارجي له والتعديل في جميع مكوناته ومن ثم إدخاله على نظام الطاقة ودمجه به وإعطاء نتائج المُحاكاة لهذا التكامل, لذا تم اختياره للدراسة التطبيقية لاحقًا .
- تُعد بيانات الطقس والمدُخلات المُناخية بيانات هامة ورئيسية لأنظمة الطاقات المتجددة, ويحتوى برنامج Trnsys على قاعدة بيانات مناخية ضخمة لجميع المدن والمواقع في جميع أنحاء العالم تندرج تحت عدة أنواع من البيانات المناخية مثل (IWEC – EPW – TMY٣ – TMY٢ – TMY) ، وتتوفر بيانات الطقس والمدخلات المناخية لمدينة القاهرة بجمهورية مصر العربية من ضمن نوع بيانات الطقس (TMY٢) محل الدراسة البحثية التطبيقية في الفصل الخامس.

- تم مُعايرة نسبة الخطأ لبرنامج المُحاكاة TRNSYS بواسطة جمعية المهندسين الأمريكية (ASHRRAE) والمطورين والخبراء في جامعة ويسكونسين الأمريكية (Wisconsin) , ووجد أنها لا تتعدى (٢%) وهي نسبة مقبولة, ووصف بأنه البرنامج الأكثر اكتمالاً لمُحاكاة أنظمة الطاقة الشمسية .

الباب الثالث:

المُحاكاة الطبيعية للطاقة داخل المباني السكنية بالحالة الدراسة التطبيقية باستخدام الحاسب الآلي.

الفصل الخامس:

المُحاكاة الطبيعية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان المتوسط.

الباب الثالث: المُحاكاة الطبيعية للطاقة داخل المباني السكنية بالحالة الدراسة التطبيقية باستخدام الحاسب الآلي:

الفصل الخامس: المُحاكاة الطبيعية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان المتوسط.

٥- ١- المقدمة.

٥-٢- منهجية الدراسة التطبيقية.

٥-٣- أهداف الدراسة التطبيقية.

٥-٤- أسباب إختيار عينة الدراسة التطبيقية.

٥-٥- محاكاة إستهلاك الطاقة في المباني

٥-٦- عينة الدراسة التطبيقية(مشروع الإسكان المتوسط-القاهرة الجديدة).

٥-٦-١- توصيف عينة الدراسة التطبيقية.

٥-٦-٢- موقع عينة الدراسة التطبيقية.

٥-٦-٣- نماذج الوحدات السكنية بعينة الدراسة التطبيقية.

٥-٧-المرحلة الأولى بالدراسة التطبيقية(متغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية).

٥-٧-١- الدراسة التحليلية لإستهلاك الطاقة بالوحدات السكنية.

٥-٧-١-١- بناء وإدخال النموذج بالبرنامج (TRNSYS).

٥-٧-١-٢- تحديد المتغيرات والبدائل للغلاف الخارجي للوحدات السكنية.

٥-٧-١-٣- فرضيات الدراسة التحليلية (المحاكاة).

٥-٧-١-٤- النتائج القياسية للدراسة التحليلية.

٥-٧-١-٤-١- نتائج إستهلاك الطاقة للبديل الأساسي للغلاف الخارجي (السطح- المتكرر).

٥-٧-١-٤-٢- نتائج إستهلاك الطاقة للبدائل والمتغيرات للغلاف الخارجي لدور السطح .

٥-٧-١-٤-٣- نتائج إستهلاك الطاقة للبدائل والمتغيرات للغلاف الخارجي لدور المتكرر .

٥-٧-٢- تقييم البدائل طبقا للوفر الكلي في الطاقة المستهلكة سنويا .

٥-٧-٣- التقييم الإقتصادي لبدائل التصميم للغلاف الخارجي للوحدات السكنية.

٥-٧-٣-١- تمهيد .

٥-٧-٣-٢- طريقة حساب معيار فترة الإسترداد .

٥-٧-٣-٣- حسابات التكلفة الإقتصادية التنفيذية لبدائل الغلاف الخارجي .

٥-٧-٣-٤- حسابات قيمة الوفر في إستهلاك الطاقة .

٥-٧-٤- إستنتاج البدائل التصميمية الأنسب للغلاف الخارجي للوحدات السكنية بأدوار السطح والمتكرر.

٥-٨- المرحلة الثانية بالدراسة التطبيقية(عملية المحاكاة بعد دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي).

٥-٨-١- التعريف بأنظمة التبريد الحراري الشمسي.

٥-٨-٢- مكونات منظومة التبريد الحراري الشمسي.

٥-٨-٣- طريقة عمل منظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص.

٥-٨-٤- تصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي ببرنامج محاكاة الطاقة المستخدم (TRNSYS).

٥-٨-٥- قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية (البديل الأساسي- البديل الأفضل).

٥-٨-٥-١-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (شمال/شرق) بالدور السطح بالغلاف الخارجي الأنسب.

٥-٨-٥-٢-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالدور السطح بالغلاف الخارجي الأنسب.

٥-٨-٥-٣-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (شمال/شرق) بالدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب.

٥-٨-٥-٤-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب.

٥-٩- نتائج الدراسة التطبيقية.

٥-١٠- خلاصة الفصل.

٥-١- المقدمة:

يتناول هذا الفصل قياس مدى كفاءة انتاج الطاقة الشمسية باستخدام تقنية التبريد الحراري الشمسي بالامتصاص بالمباني السكنية ودمجها وتكاملها مع تأثير مكونات وتصميم الغلاف الخارجي للوحدات على الطاقه المستهلكه، مع دراسة البدائل التصميمية المتاحه تكنولوجيا وإقتصاديا للغلاف الخارجي ودورها في تحسين كفاءة ترشيد إستهلاك الطاقة بتلك الوحدات عن طريق تحسين الأداء الحراري للوحدات السكنيه، مع دراسة خاصه لفترة الإسترداد لتلك البدائل لإستخلاص جدواها الإقتصادي مع جدواها التصميمي بمشروع الإسكان المتوسط بمدينة (القاهرة الجديدة) ويهدف هذا الفصل الى تحليل عملي لنتائج المُحاكاة ووضع منهجية للمُقارنة والتحليل ثم عرض لأهم النتائج وتفسير أسباب زيادة كفاءة الطاقة المُتجددة داخل التجمعات السكنية بمشروع الاسكان المتوسط بالقاهرة الجديدة , والوصول لمجموعة من التوصيات الأكاديمية التي تدعو للمزيد من الدراسات البحثية في مجال الطاقة والتصميم البيئي المُستدام.

تم الوصول لمقترح لمنهجية القياس المَتبعة لقياس تدفقات الطاقة المتجددة بالحالة الدراسية , من مراحل وبدائل المُدخلات المقترحة في كل مرة والمُفاضلة بينهم ويتحقق ذلك من خلال وضع منهجية رقمية متكاملة ضمن حدود التكلفة الاقتصادية المقبولة وذلك باستخدام برامج التصميم البارامتري مثل برنامج (TRNSYS) لتحقيق الكفاءة في توليد الطاقة الشمسية المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية داخل وحدات الإسكان المتوسط من خلال :

١. بدائل التكنولوجيا الرقمية المستخدمة لحساب تدفقات الطاقة والانبعاثات .

٢. وضع المقاييس المُستخدمة لرفع الطاقة من خلال المُدخلات .

٣. صياغة النموذج التطبيقي المُقترح .

٥-٢- منهجية الدراسة التطبيقية:

تتمثل منهجية اجراء وتنفيذ الدراسة التطبيقية في عدة خطوات متتالية بهدف الوصول الى:

- تصميم الغلاف الخارجي الانسب والافضل اقتصاديا وترشيدا للطاقة الكهربائية للوحدة السكنية من حيث تقليل الاحمال الحرارية للوحدة السكنية بالأدوار السطح والمتكرر.
- تصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الامتصاص لتغطية الاحمال الحرارية داخل الوحدة السكنية والحفاظ على درجات الراحة الحرارية طوال اليوم بموسم الصيف.

وقد تم اختيار يوم ١٩ يونيو لقراءة نتائج المحاكاة لانه طبقا لبرنامج المحاكاة TRNSYS تم تسجيل اعلى درجة حرارة في الموسم الصيفي فيه لمدينة القاهرة محل الدراسة التطبيقية , وقد تم تنفيذ المشروع التطبيقي على مرحلتين كالتالي:

المرحلة الأولى (تصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدات السكنية بالدور السطح والمتكرر طبقا لمتغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية):

١- تحديد النموذج النمطي السكني:

تم تحديد مشروع الإسكان المتوسط بمدينة القاهرة الجديدة من اجل متوسطي الدخل بمساحات تتراوح بين ١٠٠ – ١١٦ م٢ ، ويشتمل المشروع على ١٣٢ عمارة سكنية مكونة من اربع ادوار بواقع ١٦ وحدة سكنية بالعمارة باجمالي عدد ٢١١٢ وحده سكنيه وهو عباره عن عدد من النماذج النمطيه التكرار لمشاريع الإسكان المتوسط التي تنفذها الدولة.

٢- تحديد الوحدات السكنية محل الدراسة التطبيقية:

في الدور الواحد تم اختيار الوحدة السكنية (الشمالية-الشرقية) عن الوحدات السكنية ذات الإتجاه الشمالي السائد و اختيار الوحدة السكنية (الجنوبية-الغربية) عن الوحدات السكنية ذات الإتجاه الجنوبي السائد لاجراء المحاكاة الطبيعية.

٣- دراسة الوضع القائم الأساسي للغلاف الخارجي للوحدة السكنية:

تم تصميم الغلاف الخارجي الانسب والافضل للوحدات السكنية بالدور السطح وللوحدات السكنية بالدور المتكرر وذلك لإختلافهما, حيث ينقسم الغلاف الخارجي بالوحده السكنيه في الدور السطح كالتالي:

- السقف.
- الحوائط الخارجيه.
- الفتحات الخارجيه.

بينما ينقسم الغلاف الخارجي للمبنى بالوحده السكنيه في الدور المتكرر كالتالي:

- الحوائط الخارجيه.
- الفتحات الخارجيه.

ثم محاكاة نموذج البناء بالبديل الأساسي للغلاف الخارجي لكلا من الدور السطح والدور المتكرر للوحدات :

- البديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدة (ش/ق) للدور السطح.
- البديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدة(ج/غ) للدور السطح.
- البديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدة (ش/ق) للدور المتكرر.
- البديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدة(ج/غ) للدور المتكرر.

وتم الحصول على نتائج الأحمال الحرارية للوحدات السكنية المختارة بالبديل الاساسي للغلاف الخارجي بالسطح والمتكرر.

٤- تحديد البدائل التصميمية للغلاف الخارجي للوحدة السكنية:

وبعد ذلك تقديم مجموعة من البدائل لمواد البناء المكونة للغلاف الخارجي و الشائعة الإستخدام في مثل هذه المشاريع ,بغرض فحصها والمفاضلة بينها بالمحاكاة بالبرنامج TRNSYS واختيار الاقل توصيلا للحرارة للفراغ السكني والاكثر وفرا وترشيدا في الاستهلاك الكهربي كالتالي:

- بدائل مواد البناء المكونة للغلاف الخارجي للدور السطح (اسقف-حوائط خارجية-فتحات خارجية) للوحدات(ش/ق),(ج/غ).
- بدائل مواد البناء المكونة للغلاف الخارجي للدور المتكرر(حوائط خارجية-فتحات خارجية) للوحدات(ش/ق),(ج/غ).

وقد تم تحديد بدائل كل عنصر من العناصر السابقه طبقا للبديل الأساسي والذي تم تصميم الوحده السكنيه عليه، إضافة إلى بدائل العنصر طبقا لما هو دارج الإستخدام بالقاهرة وفي حدود المتاح تكنولوجيا وإقتصاديا، ودراسة تأثير كل متغير مع ثبات باقي المتغيرات طبقا للبديل الأساسي.

ثم اجراء عمليات المحاكاة المتكررة للاغلفة الخارجية بالبرنامج وقياس الاحمال الحرارية للوحدات السكنية بجميع البدائل من مواد البناء .

٥- الدراسة الإقتصادية : إجراء دراسة معيار فترة الإسترداد Payback Method:

ونظرا لأهمية وعدم إغفال البعد الإقتصادي في الدراسة التطبيقية للمشروع تم إجراء دراسات اقتصادية بهدف استكمال الركيزة الاساسية للدراسة وهي تحقيق الترشيد والتوفير في التكاليف المعتادة وتم ذلك من خلال دراسة مدى الوفر الاقتصادي واستخدام طريقة (دراسة معيار فترة الإسترداد Payback Method) وذلك لتطبيقها في المشروع والإستعانة بها كدليل ومنظور

إقتصادي إسترشادي مبسط ومقبول لإختيار البديل الأفضل للغلاف الخارجي للوحدة السكنية في الدور السطح والمتكرر .

٦- اختيار البديل الخارجي الأنسب للوحدات السكنية:

وفي نهاية المرحلة الأولى من الدراسة التطبيقية تم اختيار البديل الخارجي الافضل للوحدات السكنية بناء على:

- الترشيد في الاستهلاك الكهربي.
- اقل فترة استرداد للبديل.

المرحلة الثانية (عملية المحاكاة بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي):

لإجراء المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص ,تم بنائها بإستخدام البرنامج (TRNSYS), ثم ادخال نموذج الوحدة السكنية قيد الدراسة ودمجها بالنظام التبريدي الحراري الشمسي بواسطة برنامج المحاكاة ,ووضع فرضيات المحاكاة وادخال جميع المدخلات الحرارية والبنائية والمناخية اللازمة لإتمام عمليات المحاكاة المتعددة التي سيتم اجراءها، وتم تحديد التالي:

١- تحديد موعد اجراء المحاكاة للدراسة التطبيقية للمرحلة الثانية.

قد تم اختيار يوم ١٩ يونيو لاظهار نتائج عمليات المحاكاة للحالة الدراسية بمدينة القاهرة وذلك للأسباب التالية:

- عند اجراء المحاكاة بالبرنامج TRNSYS و بعد تحديد المدخلات المناخية لموقع الحالة التطبيقية بالقاهرة تم تسجيل أعلى درجة حرارة طوال العام في يوم ١٩ يونيو.
- ولضمان نجاح فحص واختبار اقصى كفاءة وقدرة تشغيلية للنظام التبريدي الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص محل الدراسة التطبيقية بالمرحلة الثانية، تم اجراء اختباره في اكثر الايام حرارة على مدار شهور السنة وهو يوم ١٩ يونيو.

٢- دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي التي تعمل بتقنية الامتصاص بالوحدات السكنية قيد الدراسة والتطبيق:

تم دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي التي تعمل بتقنية الامتصاص بالوحدات السكنية قيد الدراسة والتطبيق, والحصول على قراءات ونتائج عمليات المحاكاة التي اجريت بالبرنامج((TRNSYS للتحقق من كفاءة اداء منظومة التبريد الحراري الشمسي لموسم الصيف ساعيا خلال الاربعة الاشهر الحارة من بداية شهر يونيو وحتى نهاية شهر سبتمبر

وقد تم تطبيق المرحلة الثانية من المشروع (دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية)على اربع حالات من الوحدات السكنية التي تشمل البيديل الأنسب والأفضل لكل منها كالتالي:

- دمج منظومة التبريد الشمسي بالوحدات السكنية ذات البديل الأفضل بالسطح واجراء المحاكاة للنماذج:(ش/ق), (ج/غ).
- دمج منظومة التبريد الشمسي بالوحدات السكنية ذات البديل الأفضل بالمتكرر واجراء المحاكاة للنماذج:(ش/ق), (ج/غ).

٣- الدراسة الإقتصادية : إجراء دراسة معيار فترة الإسترداد لمنظومة التبريد الحراري الشمسي Payback Method:

وفيها يتم تطبيق معيار فترة الإسترداد لمنظومة التبريد الحرارية الشمسية الإمتصاصية بهدف التعرف على الجدوى الاقتصادية لإستخدام منظومة التبريد الحراري الشمسي من عدمه.

وذلك بغرض:

١- إختبار وفحص أداء وكفاءة منظومة التبريد الحراري الشمسي في تغطية الأحمال الحرارية في حالة تطبيق البديل الأفضل والأنسب إقتصاديا للغلاف الخارجي للسطح والمتكرر للوحدات السكنية والذي تم إستخلاصه وإعتماده بنهاية المرحلة الأولى من المشروع التطبيقي.

وبالمقارنة بينهم وإستخلاص النتائج والقراءات وإجراء الدراسات الإقتصادية على جدوى إستخدام منظومة التبريد الحراري الشمسي من عدمه **توصل البحث الى ان بتطبيق التكامل والدمج داخل الوحدة السكنية بين منظومة التبريد الحراري الشمسي والبديل الخارجي الافضل يزيد انتاج الطاقة المتجددة المستخدمة لتبريد الوحدة السكنية ويزيد الوفر والترشيد في الاستهلاك الكهربائي التقليدي , ويحافظ على الراحة الحرارية طوال اليوم داخل الفراغات السكنية.**

شكل (٥-١) يوضح الفكرة الرئيسية للمشروع التطبيقي. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

هيكل الدراسة التطبيقية

شكل (٥-٢) يوضح هيكل الدراسة التطبيقية، المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٣- أهداف الدراسة التطبيقية:

تهدف الدراسة التطبيقية الى:

- وضع منهجية علمية للتوصل الى منهجية رقمية متكاملة لزيادة إنتاج الطاقات المتجددة بالمباني السكنية النمطية التكرار بمصر.
- تحديد معايير إختيار عينة الدراسة التطبيقية وطرق تحليل النتائج.
- التعريف بعينة الدراسة التطبيقية واجراء الدراسات التحليلية.
- اليات التنفيذ للمشروع التطبيقي التجريبي.

٥-٤- أسباب إختيار عينة الدراسة التطبيقية:

من أهم الأسس التي تم بناء عليها إختيار عينة الدراسة التطبيقية (مشروع وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانيه للإسكان المتوسط) مايلي:

- المشروع القومي للإسكان من أهم المشاريع التي تتبناها الدولة ومؤسساتها المعنية لتوفير المسكن الملائم وخاصة لفئات الدخل المتوسط.
- توجه الدولة المصرية نحو توفير طاقة نظيفة من مصادر آمنة ومستدامة للطاقة ، وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.
- ضمان ان الدعم التي توفره الدولة المصرية لهذا النوع من المشاريع يكون في موضعه الصحيح
- تتميزالوحدة السكنية في مشاريع الإسكان المتوسط بأنها وحدات نمطية تكرارية , فعندما يتحقق الوفر والترشيد في الإستهلاك الكهربي ويزداد إنتاج الطاقة الشمسية المتجددة بأحدها فإن الوفر يتضاعف ويتكرر كلما زاد وتكرر عدد هذه الوحدات السكنية .
- نظرا لتكرار الدولة في إنشاء مثل هذه المشاريع بإستمرار لتغطية العجز في الإسكان لهذه الشريحة من السكان , فإنه يمكن إعتبار هذه الدراسة البحثية التجريبية منهجا للتطبيق قابلا للتنفيذ الفعلي حاليا ومستقبلا وبمقاييس كبيرة بما يحققه من توفير راحة حرارية مثالية داخل الوحدة السكنية وبتكاليف إقتصادية مقبولة.

٥-٥- محاكاة إستهلاك الطاقة في المباني:

لقد توافرت برامج المحاكاة للمساعدة على فحص التقنيات المتخصصة في إنتاج الطاقة المتجددة بالمباني , ومنها برنامج (TRNSYS) وهو من البرامج المميزة التي تعمل محاكاة للتقنيات , لأنه وبزيادة الإهتمام بمجالات الحاسب الآلي خلال السنوات السابقه، تم تفعيل دوره في عمليات التصميم خلال مراحلها المختلفه، وكان لابد أن يواكب ذلك ثوره في عملية التصميم المناخي ذي الحسابات المعقده والتي ساعد فيها الحاسب الآلي على تبسيطها مما يساعد المصمم على الإهتمام بالنواحي البيئيه للمباني، خاصة وأنه لم تعد البرامج قاصره على التحليلات المناخيه فقط بل شملت

دراسة السلوك البيئي الكامل للمبنى بعد تصميمه وأثر المعالجات المناخيه المعماريه والميكانيكيه في السلوك البيئي وتأثيرها على إستهلاك الطاقه بالمبنى.

٥-٦- عينة الدراسة التطبيقية(مشروع الإسكان المتوسط (القاهرة الجديدة):

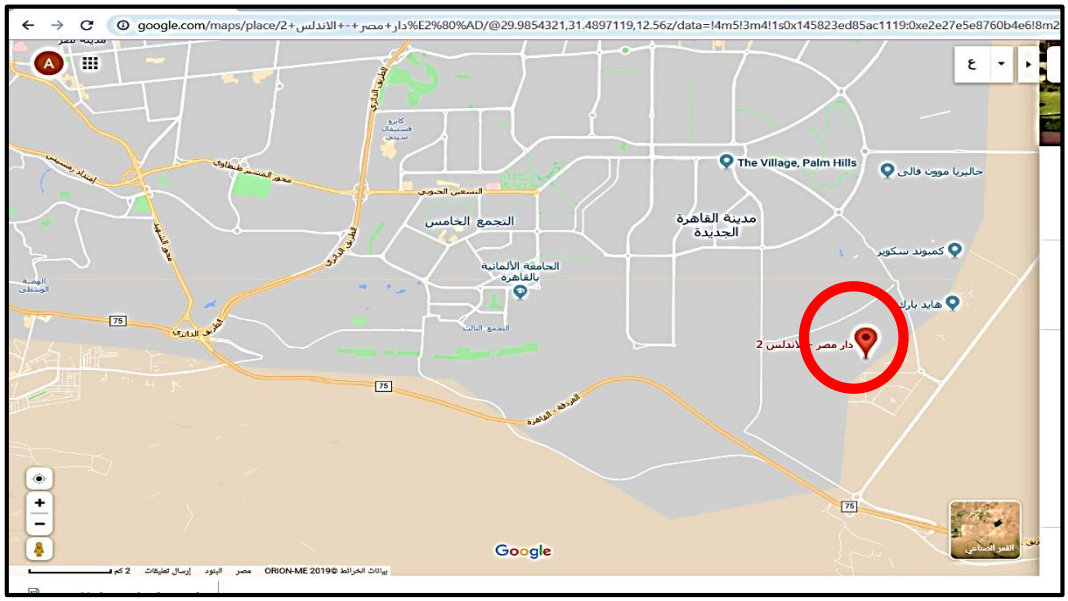
من ضمن مشاريع وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانيه – هيئة المجتمعات العمرانيه الجديده، مشروع الإسكان المتوسط بمدينة القاهرة الجديدة.

٥-٦-١- توصيف عينة الدراسة التطبيقية:

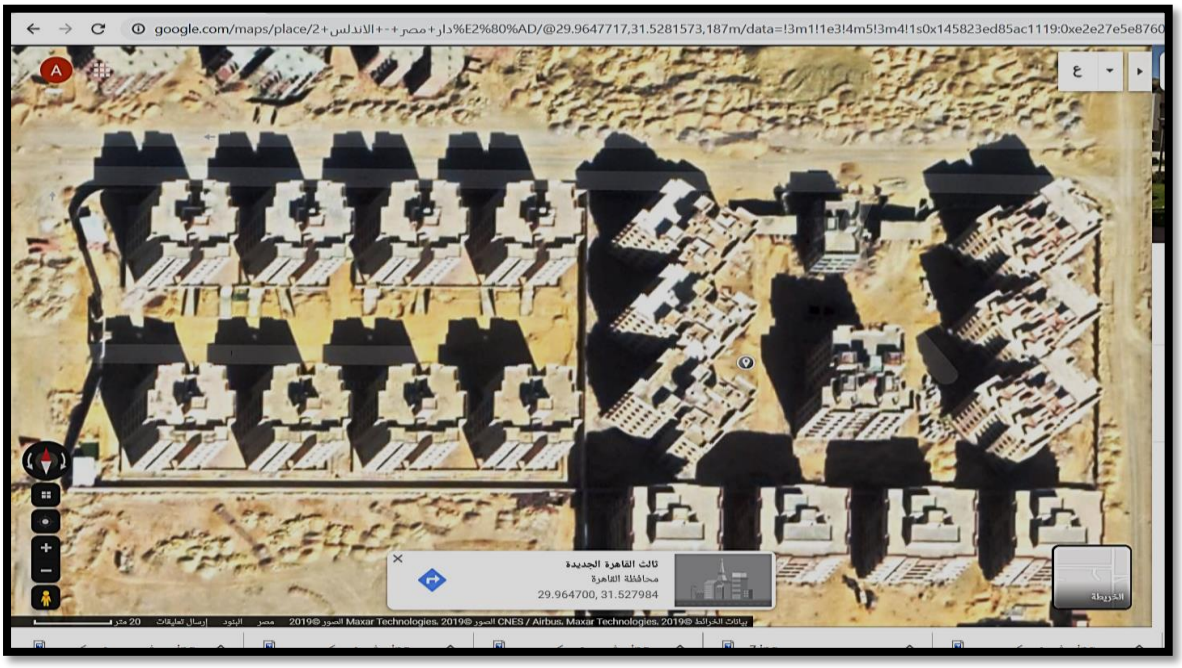
صممت هذه النماذج من اجل متوسطي الدخل بمساحات تتراوح بين ١٠٠ – ١١٦ م٢ ، ويشتمل المشروع على ١٣٢ عمارة سكنية مكونة من اربع ادوار بواقع ١٦ وحدات سكنية بالعمارة باجمالي عدد ٢١١٢ وحده سكنيه وهو عباره عن عدد من النماذج النمطيه للإسكان داخل تجمع عمراني متكامل الخدمات.

٥-٦-٢- موقع عينة الدراسة التطبيقية:

مشروع الإسكان المتوسط (سكن مصر) بمدينة القاهرة الجديدة , وقد تم إختيار إجراء الدراسة التطبيقية على مدينة القاهرة الجديدة وذلك لان برنامج المحاكاة TRNSYS يدعم المدخلات المناخية وبيانات الطقس الخاصة بها ويظهر في الشكل (٥-٣)،(٥-٤).



شكل (٥-٣): موقع عينة الدراسة التطبيقية: مشروع الاسكان المتوسط (سكن مصر) بمدينة القاهرة الجديدة
المصدر: https://www.google.com/maps/place ٧-١١-٢٠١٩



شكل (٥-٤): موقع عينة الدراسة التطبيقية: مشروع الاسكان المتوسط (سكن مصر) بمدينة القاهرة الجديدة
المصدر: ٢٠١٩-١١-٧ https://www.google.com/maps/place

٥-٦-٣- نماذج الوحدات السكنية بعينة الدراسة التطبيقية:

يتتكون المشروع من نموذجين سكنيين نمطيين، يوضح شكل رقم (٥-٥) النموذج النمطي المختار للدراسه التحليليه، حيث يتكون من وحده نمطيه سكنيه بعدد أربع وحدات بالدور الواحد وبإرتفاع المبنى السكني من دور أرضي وثلاثة أدوار متكرره.

شكل(٥-٥): لنموذج النمطي المختار للدراسه التحليليه،المصدر:(كراسة شروط مشروع الاسكان المتوسط (سكن مصر) بالقاهرة الجديدة)،٢٠١٨

٥-٧-المرحلة الأولى بالدراسة التطبيقية(متغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية):

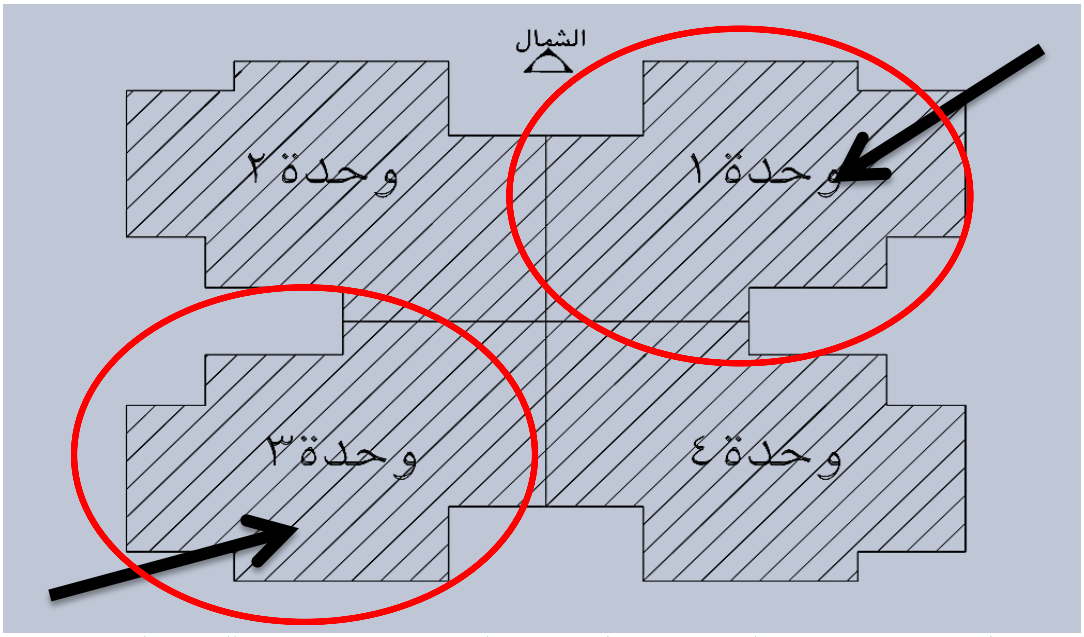
تتناول متغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية قيد الدراسة التطبيقية كما يلي :

٥-٧-١- الدراسة التحليلية لإستهلاك الطاقة بالوحدات السكنية.

بناء وإدخال النموذج السكني المحدد للدراسة التطبيقية بالبرنامج المحاكاة (TRNSYS).

٥-٧-١-١- بناء وإدخال النموذج بالبرنامج (TRNSYS):

يحتوي النموذج على عدد (٤) وحدات سكنيه بالدور الواحد، وقد تم تحديد إجراء الدراسه التحليليه لكلا من الوحدات السكنيه بالدور المتكرر والوحدات السكنيه بالدور الأخير نظرا لإختلاف سقف الوحده السكنيه بالدور الأخير عن الدور المتكرر، وبالتبعيه إختلاف تأثير ذلك على الطاقه المستهلكه بالوحده، وبناء على ذلك ومع إختلاف توجيه الوحدات السكنيه بالدور الواحد فقد تم تصنيف بدائل الوحدات السكنيه محل الدراسه و اختيار الوحدة السكنية رقم (١) ذات التوجيه (شمال- شرق) عن الإتجاه الشمالي السائد والوحدة السكنية رقم(٣) ذات التوجيه (جنوب-غرب)عن الإتجاه الجنوبي السائد كما بالشكل(٥-٦) لاجراء المحاكاة الطبيعية لتأثير عناصر الغلاف الخارجي للوحدات السكنية على الراحة الحرارية وإستهلاك الطاقة داخل الوحدة,كما يلي :



شكل رقم (٥-٦): اختيار الوحدة (١) شمال شرق و الوحدة (٣) جنوب غرب للدراسه البحثيه، المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٧-١-٢- تحديد المتغيرات والبدائل للغلاف الخارجي للوحدات السكنية:

ينقسم الغلاف الخارجي للمبنى ذا التأثير المباشر على الراحة الحرارية للفراغ، وبالتبعيه التأثير المباشر على إستهلاك الطاقة الكهربائية بالوحده السكنيه في الدور السطح كالتالي:

- السقف.
- الحوائط الخارجيه.
- الفتحات الخارجيه.

بينما ينقسم الغلاف الخارجي للمبنى بالوحده السكنيه في الدور المتكرر كالتالي:

- الحوائط الخارجيه.
- الفتحات الخارجيه.

والمطلوب هو تصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدات السكنية بالأدوار السطح والمتكرر فلابد أولا من التعرف على البديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدات السكنيه بكل منها, وثانيا ذكر البدائل والمتغيرات في الغلاف الخارجي للسطح والمتكرر كما يلي في الجداول التالية:

أولا :البديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدات السكنيه (السطح- المتكرر):

تم تصميم الوحدة السكنية طبقا للبديل الاساسي الذي استخدمته هيئة المجتمعات العمرانية في المشروع الاسكان المتوسط كالتالي:

جدول رقم (٥-١): البدائل الاساسية للغلاف الخارجي للوحدات السكنيه لادوار (السطح –المتكرر):

البديل الاساسي في الوحدات السكنيه للدور الأخير (السطح)	
البديل الأساسي للسقف	سقف خرسانه مسلحه ٢٠سم / عزل رطوبه / رمل ومونه ٨سم / بلاط ٢سم
البديل الأساسي للحوائط	حوائط خارجيه سمك ١٢ سم من الطوب الطفلي المفرغ
البديل الأساسي للفتحات	الألومنيوم وزجاج شفاف ٦ مم
البديل الاساسي في الوحدات السكنيه للدور المتكرر	
البديل الأساسي للحوائط	حوائط خارجيه سمك ١٢ سم من الطوب الطفلي المفرغ
البديل الأساسي للفتحات	الألومنيوم وزجاج شفاف ٦ مم

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

ثانيا: بدائل ومتغيرات الغلاف الخارجي للوحدات السكنيه (السطح– المتكرر) :

وقد تم تحديد بدائل كل عنصر من العناصر السابقه طبقا للبديل الأساسي والذي تم تصميم الوحده السكنيه عليه، إضافة إلى بدائل العنصر طبقا لما هو شائع الإستخدام بالقاهرة وفي حدود المتاح تكنولوجيا وإقتصاديا، ودراسة تأثير كل متغير مع ثبات باقي المتغيرات طبقا للبديل الأساسي، ويتضح من جدول رقم (٥-٢) بدائل الغلاف الخارجي للوحده السكنيه لادوار السطح والمتكرر:

جدول (٥-٢): بدائل متغيرات عناصر الغلاف الخارجي للوحدات السكنيه(السطح- المتكرر) :

رقم وكود البديل	البيان والتوصيف
بدائل الوحدات السكنيه للدور الأخير (السطح)	
أولا: بدائل السقف :	
بديل (٢) / س	البديل الأساسي + عزل حراره ٣سم بوليسترين .
بديل (٣) / س	البديل الأساسي + عزل حراره ٥سم بوليسترين .
ثانيا: بدائل الحوائط الخارجيه :	
بديل (٢) / ح	حوائط خارجيه سمك ٢٥ سم من الطوب الطفلي المفرغ
بديل (٣) / ح	حوائط خارجيه سمك ٢٥ سم من الطوب الأسمنتي المصمت
بديل (٤) / ح	حوائط خارجيه سمك ١٢ سم من الطوب الأسمنتي المصمت
بديل (٥) / ح	حوائط خارجيه مزدوجه سمك ١٢ سم طوب طفلي مفرغ بينهما فراغ هوائي ٥سم
بديل (٦) / ح	حوائط خارجيه مزدوجه سمك ١٢ سم طوب طفلي مفرغ بينهما عزل حراري ٥سم بوليسترين .
ثالثا: بدائل الفتحات الخارجيه :	
بديل (٢) / ف	فتحات من الشيش الخشبي بالخارج وبالداخل شبابيك زجاج شفاف ٦مم
بديل (٣) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج ملون أزرق ٦ مم Single Blue
بديل (٤) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج عاكس ٦ مم Single Reflected
بديل (٥) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج مزدوج Glass (Low-E)
بدائل الوحدات السكنيه للدور المتكرر	
اولا: بدائل الحوائط الخارجيه :	
بديل (٢) / ح	حوائط خارجيه سمك ٢٥ سم من الطوب الطفلي المفرغ
بديل (٣) / ح	حوائط خارجيه سمك ٢٥ سم من الطوب الأسمنتي المصمت
بديل (٤) / ح	حوائط خارجيه سمك ١٢ سم من الطوب الأسمنتي المصمت
بديل (٥) / ح	حوائط خارجيه مزدوجه سمك ١٢ سم طوب طفلي مفرغ بينهما فراغ هوائي ٥سم
بديل (٦) / ح	حوائط خارجيه مزدوجه سمك ١٢ سم طوب طفلي مفرغ بينهما عزل حراري ٥سم بوليسترين .
ثانيا: بدائل الفتحات الخارجيه :	
بديل (٢) / ف	فتحات من الشيش الخشبي بالخارج وبالداخل شبابيك زجاج شفاف ٦مم
بديل (٣) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج ملون أزرق ٦ مم Single Blue
بديل (٤) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج عاكس ٦ مم Single Reflected
بديل (٥) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج مزدوج Glass (Low-E)

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٧-١-٣- فرضيات الدراسة التحليلية (المحاكاة):

تم إدخال مجموعة من الفرضيات لعمليات المحاكاة الطبيعية بالبرنامج TRNSYS ثابتة طوال فترة التجربة وهي كالتالي:

- تحديد الفترة الزمنية المطبق عليها المحاكاة وهي اربعة شهور موسم الصيف(يونيو –سبتمبر) ، وقد تم اختيار يوم ١٩ يونيو لقراءة نتائج المحاكاة لانه سجل اعلى درجة حرارة في الموسم الصيفي لمدينة القاهرة محل الدراسة التطبيقية.
- درجة الراحه الحراريه عند درجة حراره ٢٤ درجه مئويه.
- لا يوجد أجهزه داخليه تعمل بخلاف الأجهزه النمطيه لكل مسكن.
- العمل على تحقيق الراجه الحراريه بالتبريد فقط.(خلال موسم الصيف)
- فترة عمل الفراغ لمدة ٢٤ ساعه يوميا (بإفتراض وجود مستخدمي للفراغ طوال اليوم).
- أعمال التكييف لفراغ الإستقبال وغرف النوم فقط ولا يوجد أية أعمال للتكييف بفراغات الحمام والمطبخ والسلم الرئيسي للمبنى السكني.
- نسبة الإشغال طبقا لمتوسط عدد أفراد الأسره (٥ أفراد للأسره الواحده).
- البيانات المناخيه المستخدمه لمدينة القاهره , والتي يوفرها البرنامج TRNSYS
- الخصائص الحراريه للمواد المستخدمه تم تحديدها طبقا للكود المصري لمواصفات بنود أعمال العزل الحراري.

إدخال الأحمال التقديرية الاساسية والمعتادة في الوحدة السكنية (Load estimation) الى البرنامج TRNSYS:

تم اجراء المحاكاة ساعيا خلال يوم ١٩ يونيو بعد إدخال الاحمال التقديرية الاساسية والمعتادة في الوحدة السكنية (Load estimation) الى البرنامج TRNSYS كما في الشكل (٥-٧)وتطبيقها على (الوحدة (١) شمال –شرق) و(الوحدة (٣) جنوب– غرب) مع الوضع في الاعتبار تطبيق البديل الاساسي لمواد البناء للوحدة السكنية وهي:

١- الاحمال الحرارية المكتسبة من الحوائط , الاسقف ، النوافذ بالوحدة السكنية. Heat gain through walls,windows,roofs

٢-الاحمال المكتسبة نتيجة الاشعاع الشمسي على الحوائط,الاسقف،النوافذ بالوحدة السكنية. Solar heat gain through walls,windows,roofs.

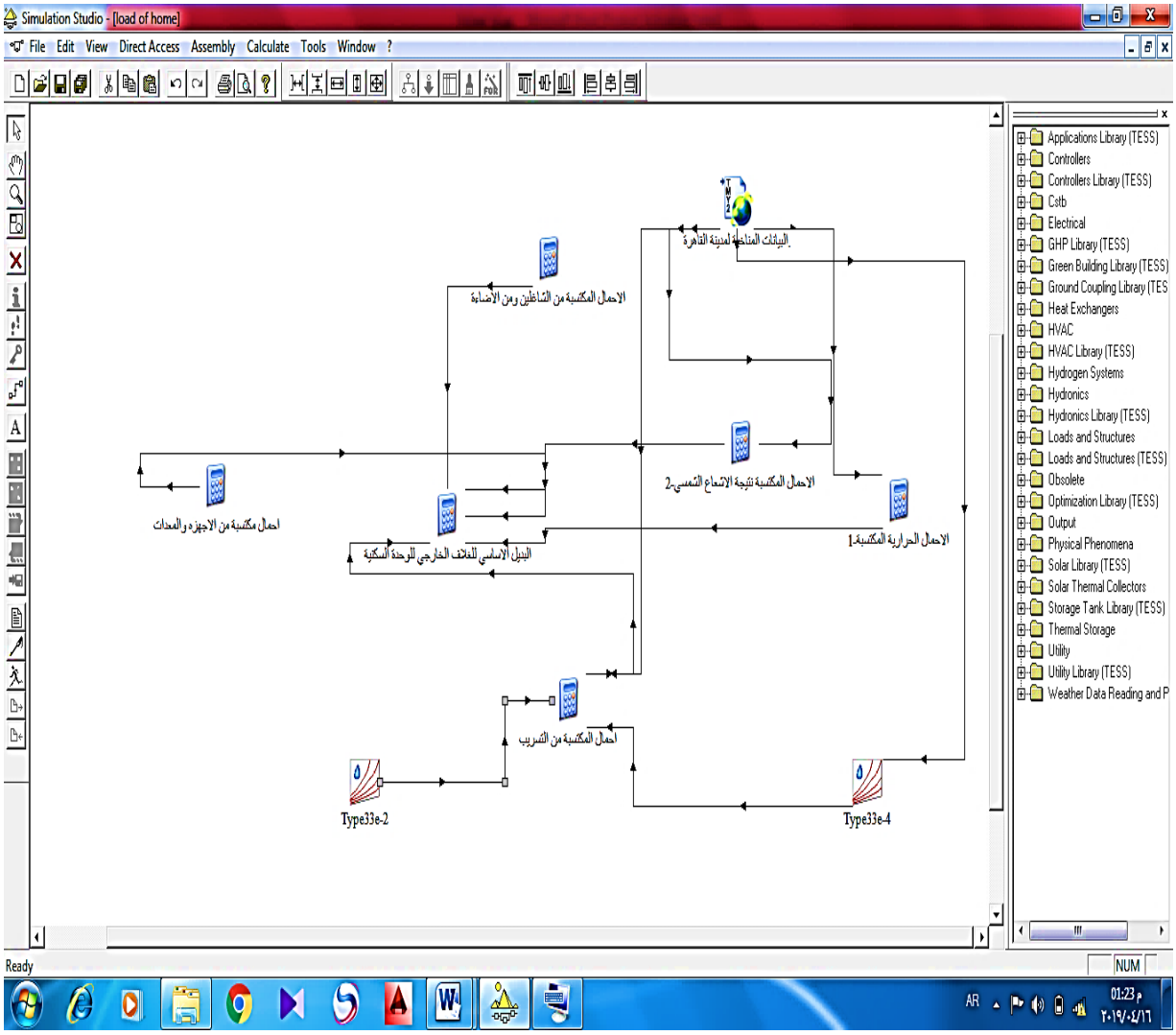
٣-الاحمال المكتسبة من الاضاءة الداخلية بالوحدة السكنية.Heat gain of lighting

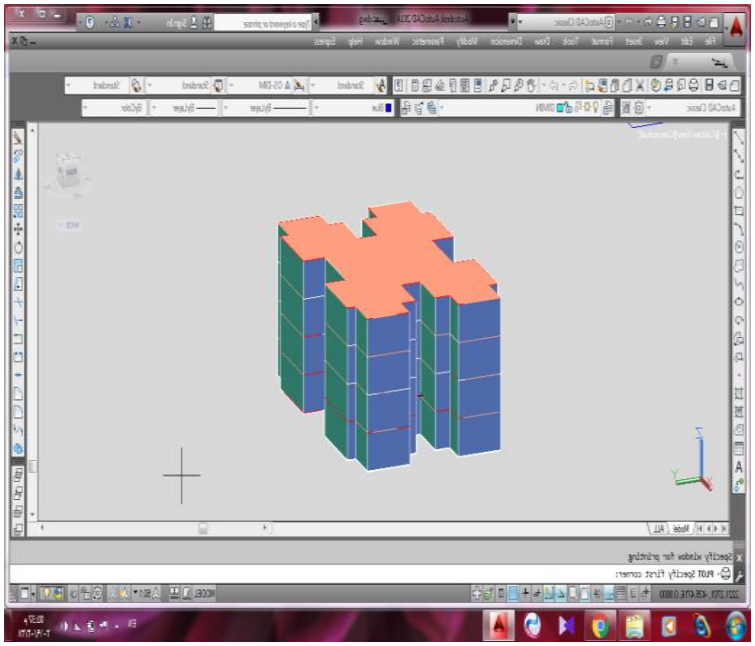
٤-الاحمال المكتسبة من تسريب الهواء بالوحدة السكنية .Heat gain of infiltration

٥-الاحمال المكتسبة من التهوية بالوحدة السكنية .Heat gain of ventilation

٦-الاحمال المكتسبة من الاشخاص الشاغلين للوحدة السكنية Heat gain of occupance

٧-الاحمال المكتسبة من الاجهزة الكهربائية بالوحدة السكنية. Heat gain of equipments





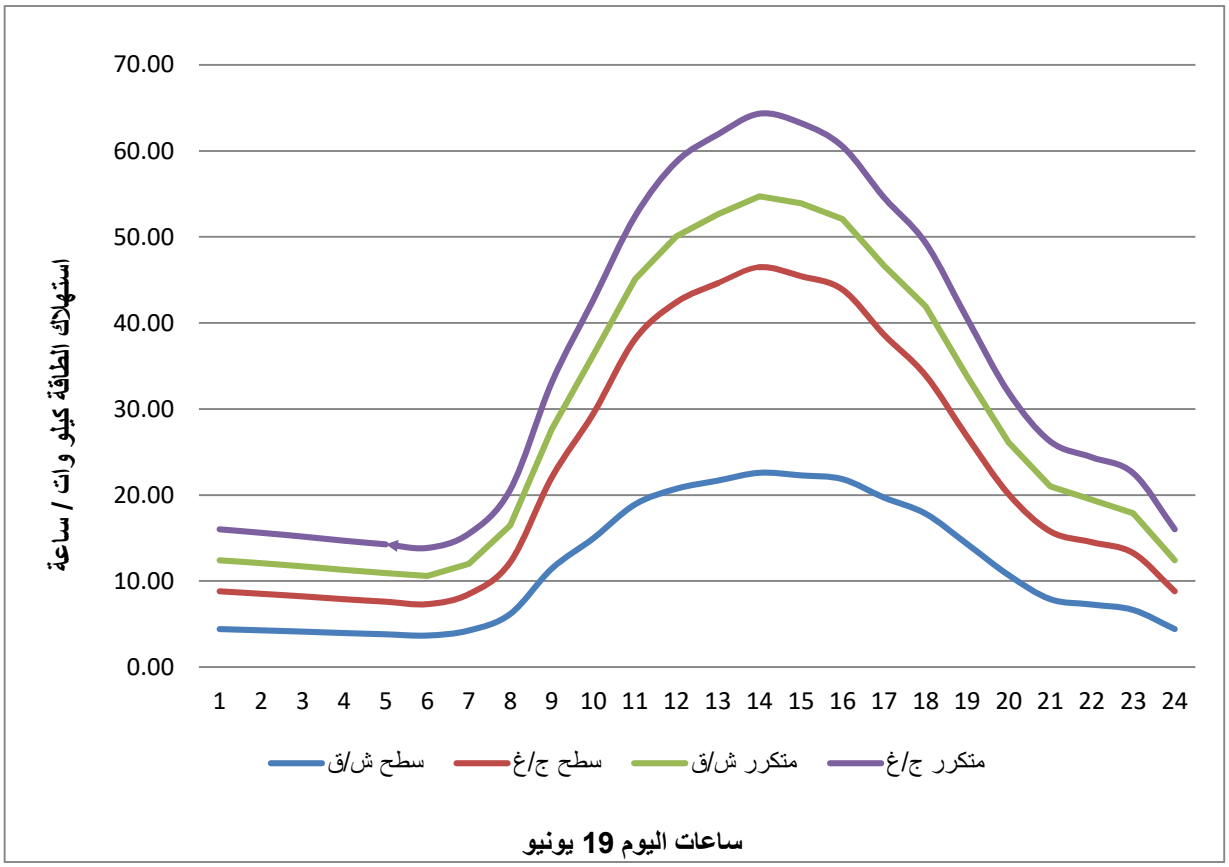
شكل رقم (٥-٧): محاكاة إدخال الاحمال التقديرية المكتسبة بالبديل الاساسي للغلاف الخارجي للوحدة السكنية ببرنامج TRNSYS.

المصدر:(الباحثة، ٢٠١٩، باستخدام البرنامج TRNSYS).

٥-٧-١-٤- النتائج القياسية للدراسة التحليلية:

٥-٧-١-٤-١- نتائج إستهلاك الطاقة للبديل الأساسي للغلاف الخارجي (السطح- المتكرر):

يوضح الشكل (٥-٨) استهلاك الطاقة للبديل الاساسي لكلا من الوحدة (١) شمال-شرق والوحدة (٢) جنوب – غرب لأدوار (السطح-المتكرر) يوم ١٩ يونيو.



شكل (٥-٨) نتائج استهلاك الطاقة (الحمل الحراري) بالكيلو وات / ساعة للبديل الاساسي للوحدات ((١)شمال شرق- (٢)الجنوب غرب) للدور السطح والمتكرر يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

النتائج:

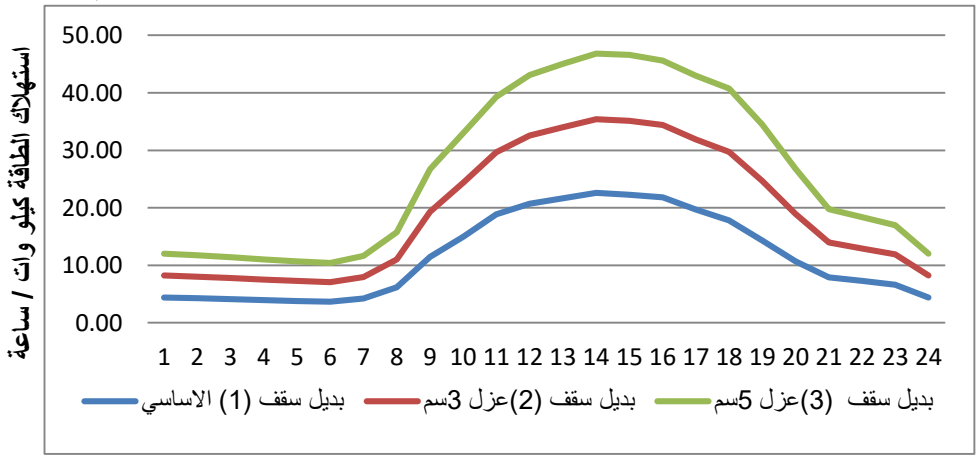
- ان الغلاف الخارجي للوحدات السكنية بالدور السطح أكثر تعرضا للإشعاع الشمسي من الغلاف الخارجي للوحدات السكنية بالدور المتكرر وذلك لأنها تتعرض للإشعاع الشمسي من السقف والحوائط الخارجية والفتحات الخارجية بينما في المتكرر تتعرض للإشعاع الشمسي من الحوائط الخارجية والفتحات الخارجية فقط وبالتالي تزيد كمية الأحمال الحرارية بالدور السطح عن كمية الأحمال الحرارية بالدور المتكرر ,نتيجة لذلك تحتاج الوحدات السكنية بالدور السطح الى إستهلاك كمية طاقة كهربائية أكبر قد تصل الى الضعف عنها في الدور المتكرر, لتغطية تلك الاحمال الحرارية ,حيث سجلت اعلى قيمة للاستهلاك اليومي حوالي ٩,٥ Kw/hr للدور

المتكرر ,و سجلت اعلى قيمة للاستهلاك اليومي حوالي Kw/hr ٢٣ للدور السطح من يوم ١٩ يونيو .

- يظهر تأثير التوجيه في الوحدات السكنيه بالدور السطح المعرض للإشعاع الشمسي على السقف محدود , بينما يظهر بصورة أكثر تأثيرا في السقف غير المعرض للإشعاع الشمسي بالوحدات السكنية بالأدوار المتكررة.
- زيادة إستهلاك الطاقه في الوحدات السكنية ذات التوجيه الجنوبي عن الوحدات السكنية ذات التوجيه الشمالي بنسبة٣٠٪.
- إن إستهلاك الطاقه بالوحدات السكنية بالدور السطح ذات السقف المعرض للشمس يزداد في التوجيه الجنوبي حيث يبلغ قيمتة في الوحدة ((٣) ج/غ سطح) حوالي (٢٣,٩٠ kw/hr)عن الوحدة ((١)ش/ق سطح) الذي بلغ(٢١ kw/hr) في التوجيه الشمالي في حدود زياده ١٢,٥ % ,بينما تصل الزياده في التوجيه الجنوبي بالسقف غير المعرض للشمس بالدور المتكرر في حدود ٢٠ % عن التوجية الشمالي فيه حيث يبلغ قيمتة في الوحدة ((٣) ج/غ متكرر) حوالي(٩,٥٧ kw/hr)عن الوحدة ((١)ش/ق متكرر) الذي بلغ(٨,٢٥ kw/hr) .
- أفضل التوجيهات بصوره عامه إتجاه الشمال الشرقي سواء للمتكرر أو السطح، بينما الأسوأ في التوجيه الجنوب الغربي.

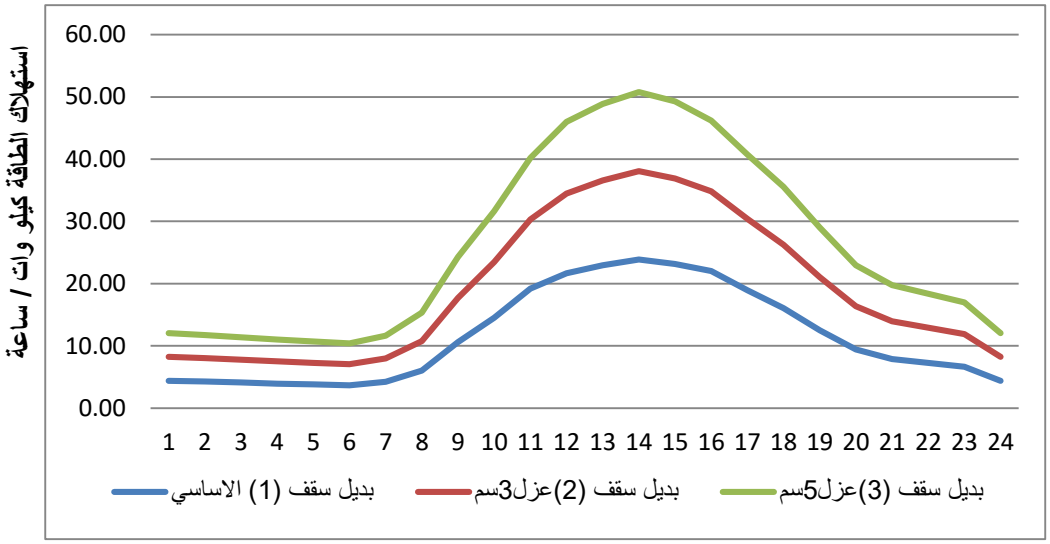
٥-٧-١-٤-٢- نتائج إستهلاك الطاقة للبدائل والمتغيرات للغلاف الخارجي لدور السطح الأسقف:

اولا: استهلاك الطاقة لبدائل السقف للوحدة (ش/ق) الدور السطح يوم ١٩ يونيو، في (٥-٩):



شكل (٥-٩) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل السقف للوحدة (ش/ق) للدور السطح يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

ثانيا: استهلاك الطاقة لبدائل السقف للوحدة (ج/غ) الدور السطح(الدور الاخير) يوم ١٩ يونيو:



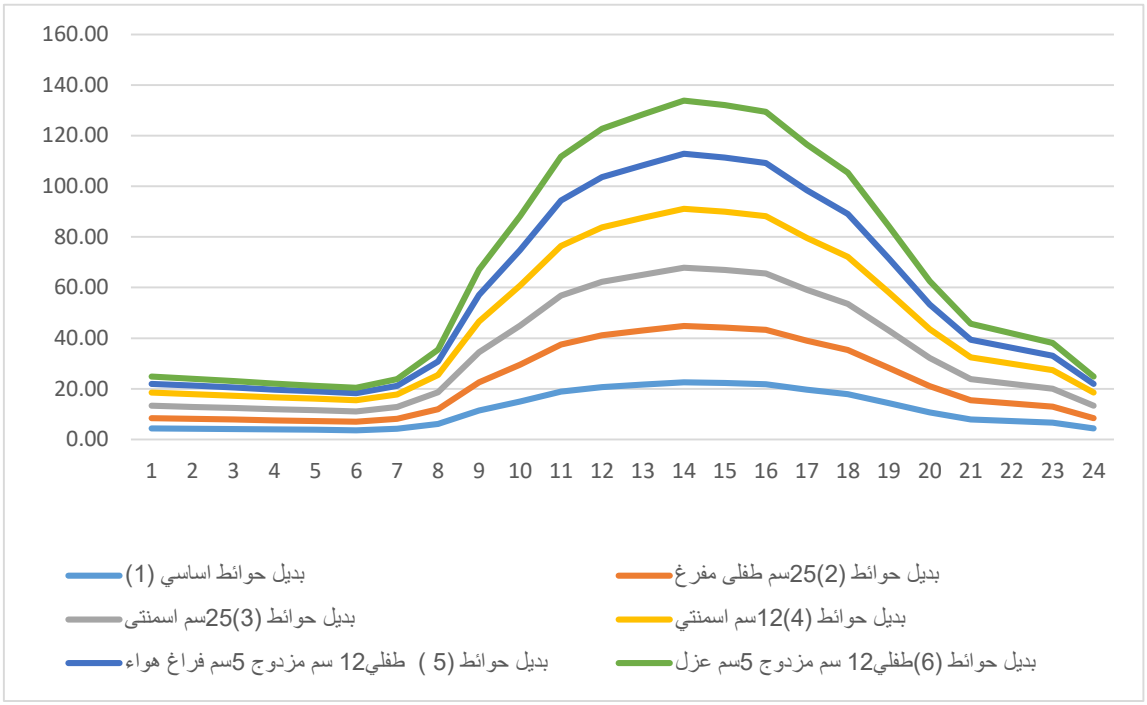
شكل (٥-١٠) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل السقف للوحدة (ج/غ) للدور السطح يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

النتائج:

- تأثير طبقات العزل الحراري في خفض الطاقه المستهلكه يظهر بصوره أكبر من تأثير عدم وجوده في البديل الأساسي للسقف, حيث يؤدي إستخدام الطبقه العازله للحراره إلى خفض الطاقه المستهلكه بصوره ملحوظه حيث تصل إلى نسبه تقريبيه ٨٠% من الطاقه المستهلكه بدون إستخدام العزل الحراري بالسقف.
- إن إختلاف سمك الطبقه العازلة للحراره من مادة البوليسترين من سمك ٣سم إلى سمك ٥سم على الطاقه المستهلكه ذو تأثير محدود حيث تصل نسبة إستهلاك الطاقه في السمك الأكبر ٥سم إلى ما يقارب ٩٥% من الطاقه المستهلكه لسمك ٣سم.
- نستنتج ان البديل (س/٣) من بدائل الاسقف هو افضل البدائل لانه اقل استهلاكا في الطاقة سواء في الوحدة (ش/ق) او الوحدة(ج/غ) للدور السطح.

الحوائط الخارجية:

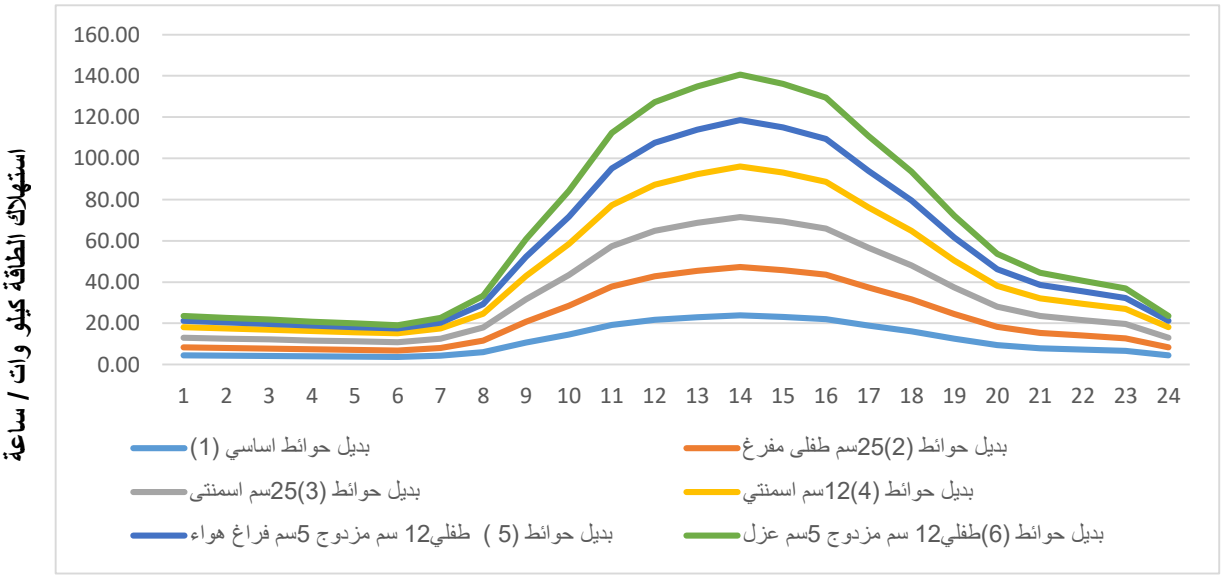
أولا: استهلاك الطاقة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ش/ق) الدور السطح ليوم ١٩ يونيو:



ساعات اليوم ١٩ يونيو

شكل (٥-١١) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور السطح يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

ثانيا:استهلاك الطاقة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ج/غ) الدور السطح ليوم ١٩ يونيو:



ساعات اليوم ١٩ يونيو

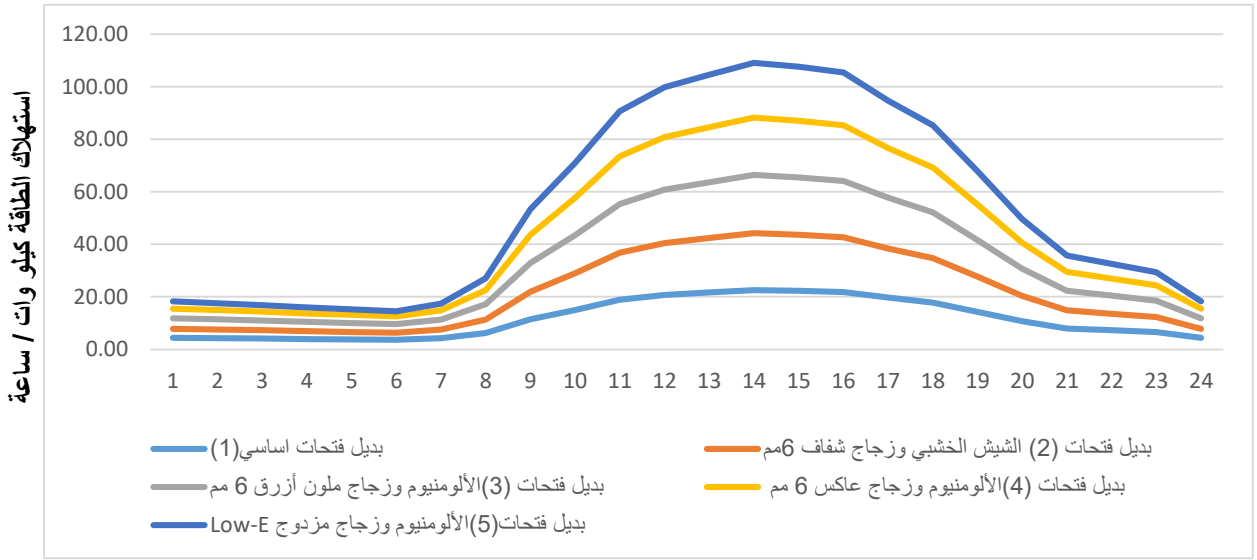
شكل (٥-١٢) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور السطح يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

النتائج:

- تقارب الفروقات في الاستهلاك للطاقة بين بدائل الحوائط الخارجية للدور السطح بينما يظهر التباين والاختلاف واضحا في الاستهلاك للطاقة بين بدائل الحوائط في الدور المتكرر كما يظهر في الشكل(٥-١١),(٥-١٢) في المنحنيات التالية, وذلك بسبب تعرض السقف في وحدات الدور السطح للاشعاع الشمسي بينما السقف في الدور المتكرر غير معرض للشمس.
- تاثير التوجية الشمالي للحوائط في الوحدة (ش/ق)اقل استهلاكا في الطاقة عن التوجية الجنوبي في الوحدة (ج/غ) بنسبة تصل ١٠%.
- تاثير استخدام الحوائط المزدوجة ذو العزل الحراري ٥سم على استهلاك الطاقة اقل بنسبة ضئيلة عن استخدام الحوائط المزدوجة ذو الفراغ الهوائي ٥سم.
- يصل استخدام الطوب المصمت في استهلاك الطاقة الى ٢٠% اكثر عن البديل الاساسي, وذلك بسبب زيادة قيمة الموصلية الحرارية له.
- نستنتج ان البديل (ح/٦) من بدائل الحوائط الخارجية هو افضل البدائل لانه اقل استهلاكا في الطاقة سواء في الوحدة (ش/ق) او الوحدة(ج/غ) للدور السطح.

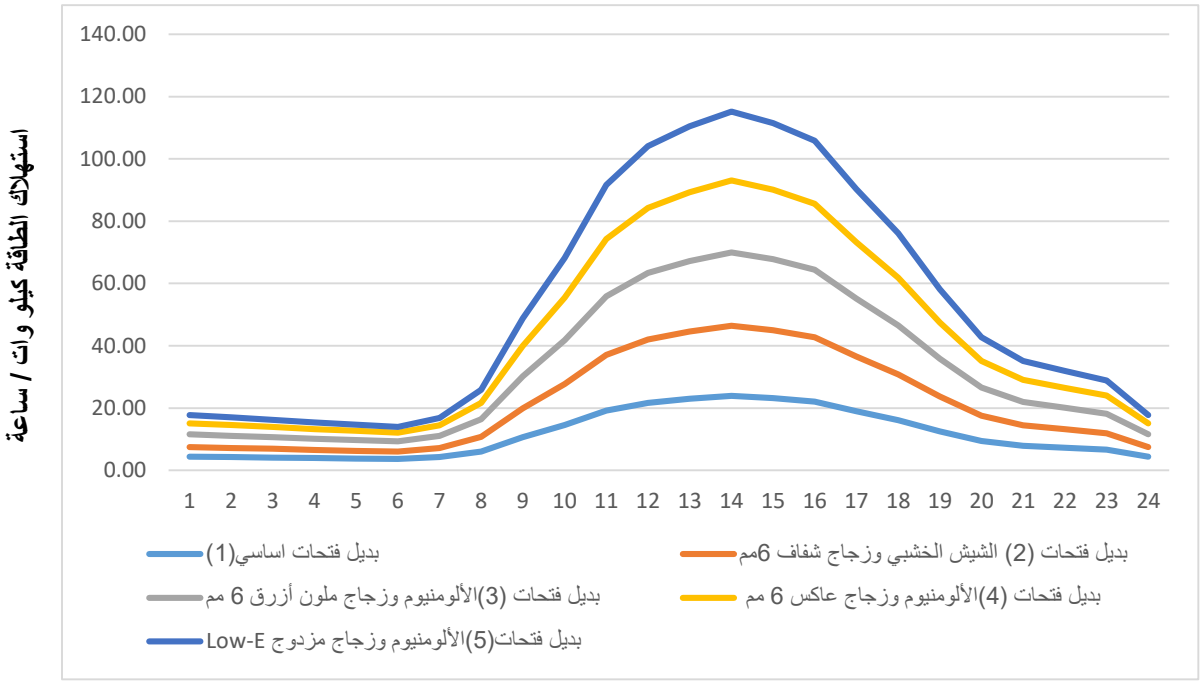
الفتحات الخارجية:

أولا: استهلاك الطاقة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ش/ق) الدور السطح ليوم ١٩ يونيو:



شكل (٥-١٣) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور السطح يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

ثانيا: استهلاك الطاقة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ج/غ) الدور السطح ليوم ١٩ يونيو:



ساعات اليوم ١٩ يونيو

شكل (٥-١٤) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور السطح يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

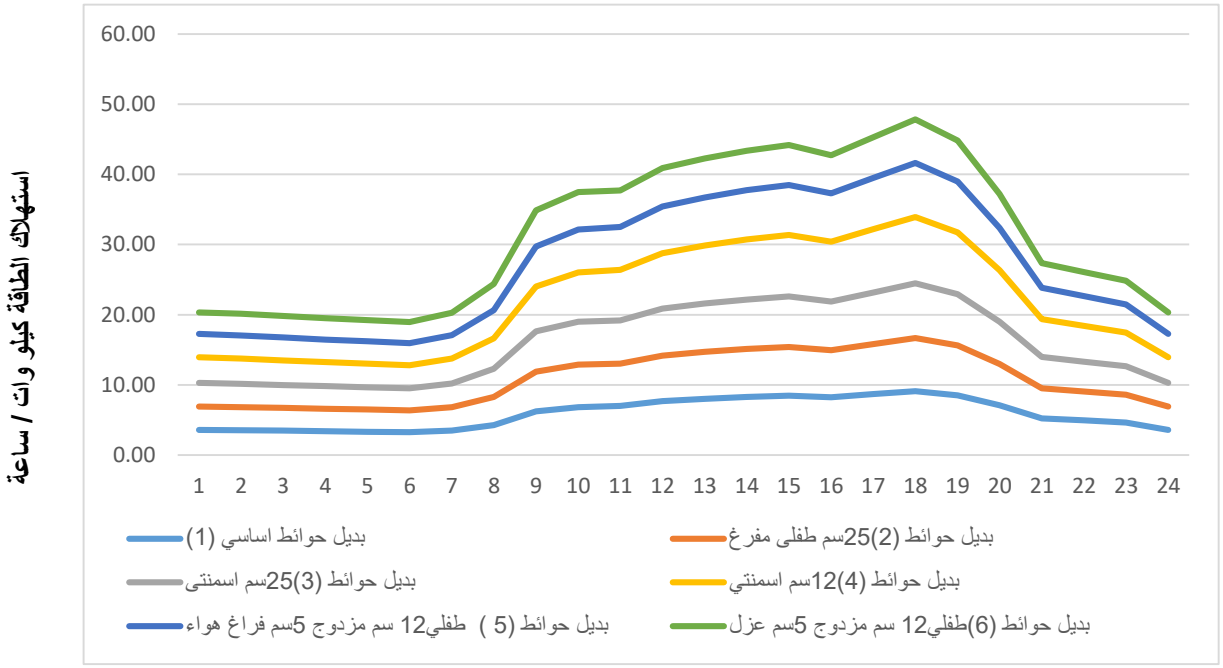
النتائج:

- تقارب الفروقات ايضا في الاستهلاك للطاقة بين بدائل الفتحات الخارجية للدور السطح بينما يظهر التباين والاختلاف واضحا في الاستهلاك للطاقة بين بدائل الفتحات في الدور المتكرر كما يظهر في الشكل(٥-١٣),(٥-١٤) في المنحنيات التالية, وذلك بسبب تعرض السقف في وحدات الدور السطح للاشعاع الشمسي بينما السقف في الدور المتكرر غير معرض للشمس.
- تاثير التوجية الشمالي للفتحات في الوحدة (ش/ق)اقل استهلاكا في الطاقة عن التوجية الجنوبي في الوحدة (ج/غ) بنسبة تصل ١٥%.
- تاثير استخدام الزجاج المزدوج (LOW-E GLASS)على استهلاك الطاقة اقل بنسبة متوسطة عن استخدام الزجاج العاكس.
- نستنتج ان البديل (ف/٥) من بدائل الفتحات الخارجية هو افضل البدائل لانه اقل استهلاكا في الطاقة سواء في الوحدة (ش/ق) او الوحدة(ج/غ) للدور السطح.

٥-٧-١-٤-٣- نتائج إستهلاك الطاقة للبدائل والمتغيرات للغلاف الخارجي للدور المتكرر:

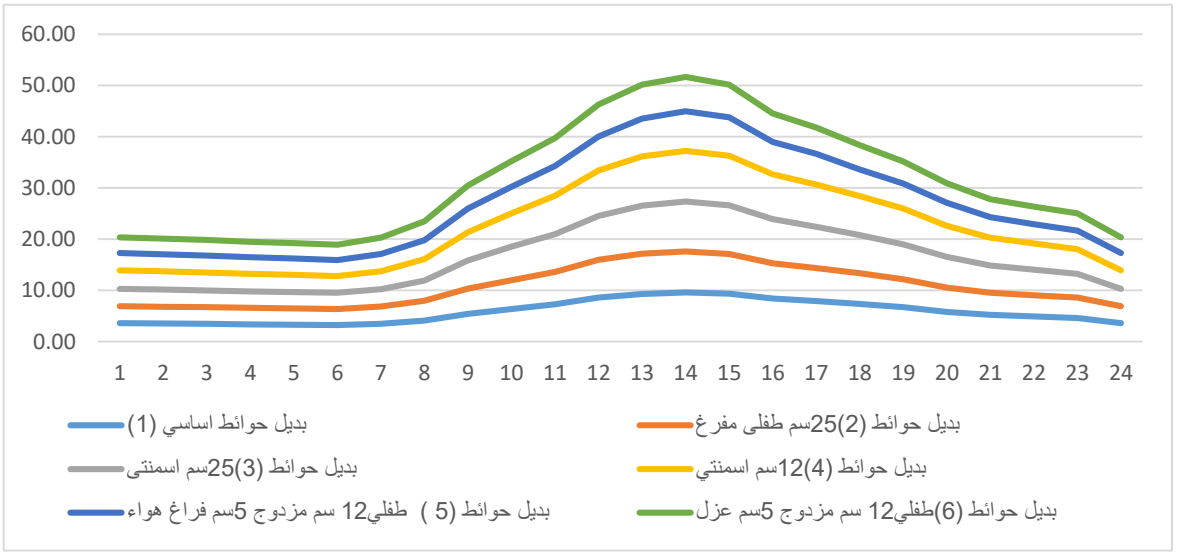
الحوائط الخارجية:

أولا: استهلاك الطاقة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ش/ق) الدور المتكرر ليوم ١٩ يونيو:



شكل (٥-١٥) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور المتكرر يوم ١٩ المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

ثانيا:استهلاك الطاقة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ج/غ) الدور المتكررليوم ١٩ يونيو:



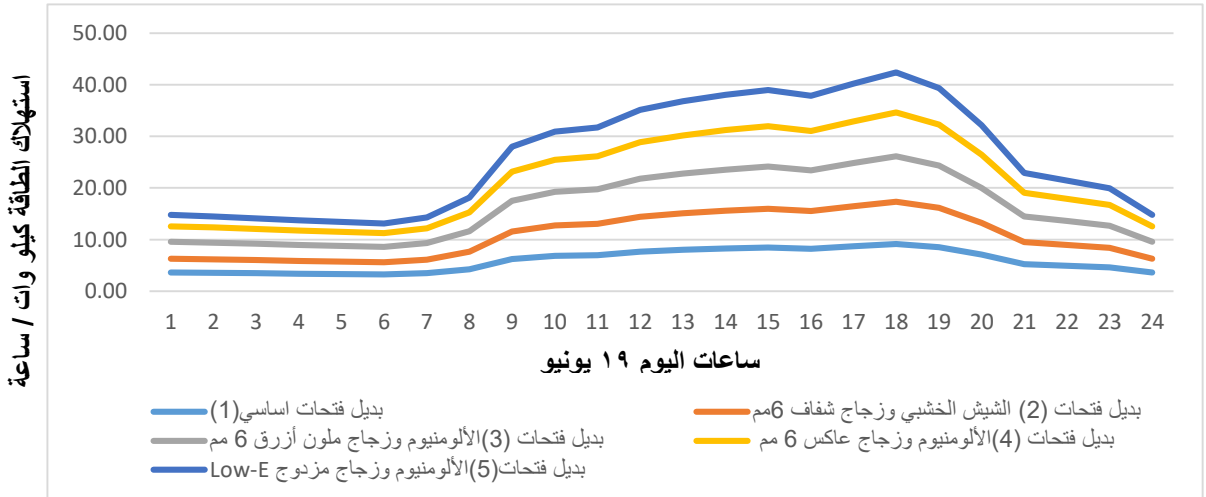
شكل (٥-١٦) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الحوائط الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور المتكرر يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

النتائج:

- كما تم الذكر سابقا بانه يظهر التباين والاختلاف واضحا في الاستهلاك للطاقة بين بدائل الحوائط في الدور المتكرر في الشكل(٥-١٥),(٥-١٦) وذلك بسبب عدم تعرض السقف في وحدات الدور المتكرر للاشعاع الشمسي .
- تاثير التوجية الشمالي للحوائط في الوحدة (ش/ق)اقل استهلاكا في الطاقة عن التوجية الجنوبي في الوحدة (ج/غ) بنسبة تصل ٢٢%.
- إختلاف سمك الحوائط له تأثير على تخفيض نسبة الطاقه المستهلكه، حيث يؤدي إستخدام الحوائط الخارجيه سمك ٢٥سم إلى خفض الطاقه المستهلكه بمتوسط نسبه تقريبيه حوالي ٩٠% من الطاقه المستهلكه في الحوائط سمك ١٢ سم.
- تاثير استخدام الحوائط المزدوجة ذو العزل الحراري ٥سم على استهلاك الطاقة اقل بنسبة ضئيلة عن استخدام الحوائط المزدوجة ذو الفراغ الهوائي ٥سم.
- يصل استخدام الطوب المصمت في استهلاك الطاقة الى ٢٠% اكثر عن البديل الاساسي, وذلك بسبب زيادة قيمة الموصلية الحرارية له.
- تأثير الحوائط المزدوجه ذو العزل الحراري ٥سم او ذو الفراغ الهوائي في خفض نسبة إستهلاك الطاقه أكبر من تأثير إستخدام الحوائط سمك ٢٥سم من الطوب الطفلي المفرغ.
- نستنتج ان البديل (ح/٦) من بدائل الحوائط الخارجية هو افضل البدائل لانه اقل استهلاكا في الطاقة سواء في الوحدة (ش/ق) او الوحدة(ج/غ) للدور المتكرر.

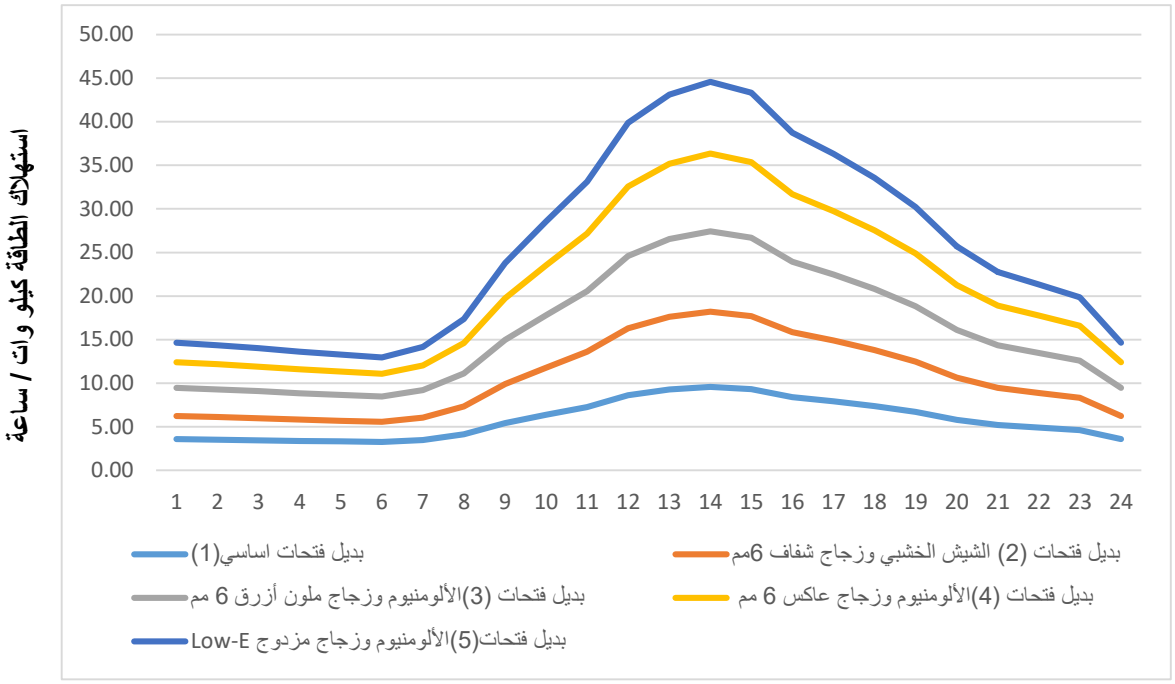
الفتحات الخارجية:

أولا: استهلاك الطاقة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ش/ق) الدور المتكررليوم ١٩ يونيو:



شكل (٥-١٧) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ش/ق) للدور المتكرر يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

ثانيا: استهلاك الطاقة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ج/غ) الدور المتكرر ليوم ١٩ يونيو:



شكل (٥-١٨) نتائج استهلاك الطاقة بالكيلو وات / ساعة لبدائل الفتحات الخارجية للوحدة (ج/غ) للدور المتكرر يوم ١٩ يونيو. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

النتائج:

- كما تم الذكر سابقا بانه يظهر التباين والاختلاف واضحا في الاستهلاك للطاقة بين بدائل الفتحات الخارجية في الدور المتكرر في الشكل(٥-١٧),(٥-١٨) , وذلك بسبب عدم تعرض السقف في وحدات الدور المتكرر للاشعاع الشمسي .
- تأثير نوع الزجاج المفرد (الملون – العاكس) يؤدي إلى خفض الطاقه المستهلكه في حالة الزجاج الشفاف، إلا أن تأثير إستخدام الزجاج الملون تصل فيه الطاقه المستهلكه إلى نسبة تقريبيه ٩٢% من الطاقه المستهلكه في حالة الزجاج الشفاف، بينما تأثير الزجاج العاكس ما يقارب ٨٢% من الطاقه المستهلكه للزجاج الشفاف.
- تأثير إستخدام الشيش أو أية وسائل إظلال خارجيه على الزجاج لها أكبر الأثر في خفض الطاقه المستهلكه بنسبه تقريبيه تصل إلى ٦٥% من الطاقه المستهلكه بالزجاج الشفاف في حالة الفتحات الجنوبيه، ونسبه تقريبيه ٧٥% من الطاقه المستهلكه بالزجاج الشفاف .
- تاثير التوجية الشمالي للفتحات في الوحدة (ش/ق)اقل استهلاكا في الطاقة عن التوجية الجنوبي في الوحدة (ج/غ) بنسبة تصل ١٨%.

- تاثير استخدام الزجاج المزدوج (LOW-E GLASS)على استهلاك الطاقة اقل بنسبة متوسطة عن استخدام الزجاج العاكس.
- نستنتج ان البديل (ف/٥) من بدائل الفتحات الخارجية هو افضل البدائل لانه اقل استهلاكا في الطاقة سواء في الوحدة (ش/ق) او الوحدة(ج/غ) للدور المتكرر.

٥-٧-٢- تقييم البدائل طبقا للوفر الكلي في الطاقة المستهلكة سنويا :

جدول رقم (٥-٣): حسابات الإستهلاك الكلي للطاقه على مدار العام (كيلو وات. ساعه) (النسبه المئويه)
للوفر طبقا لبدائل الغلاف الخارجي لوحدات السكنيه بالدور الاخير والدور المتكرر:

الوحدات السكنيه	بديل أساسي دور أخير	بدائل السقف			بديل أساسي متكرر	بدائل الحوائط الخارجيه					بدائل الفتحات الخارجيه			
		بديل ٢/س	بديل ٣/س			بديل ٢/ح	بديل ٣/ح	بديل ٤/ح	بديل ٥/ح	بديل ٦/ح	بديل ٢/ف	بديل ٣/ف	بديل ٤/ف	بديل ٥/ف
وحده السطح ش/ق	٦٨٩٣,١	٤٥٧٨,١	٤٢٣٨.			٦٦١٣,٧	٧٥٨٢,٤	٨٠٦٤,٩	٥٤٨٠	٤٤٥٢.	٥٣٧٦.	٦٣٨٩,٩	٥٨١٠.	٤٢٨٠,٦١
		٣٣,٦٪	٣٨,٥٪			٤٪	-١٠٪	-١٦,٩٪	٢٠,٥٪	٣٥,٤٪	٢٢٪	٧,٣٪	١٥,٧٪	٣٧,٩٪
وحده السطح ج/غ	٧٢٩٢,٨	٤٤٧٠,٧	٤١٣١.			٦٦٣١,٢	٧٧٣٠,٤	٨٢٤٠,٩	٥٠٣٩,٣	٤٠١١	٥٠٨٣.	٦٦٨٠.	٥٨٧٨.	٤٢٨٠,٩٠
		٣٨,٦٩٪	٤٣,٣٤ %			٩٪	-٦٪	-١٢,٩٪	٣٠,٩٪	٤٥٪	٣٠,٣٪	٨,٤٪	١٩,٤٪	٤١,٣٪
وحده المتكرر ش/ق					٣٤٩٠,٨	٣١٠٦,٨	٣٦٩٠,٨	٣٩٤٠,٨	٢٥٣٠,٨	٢٠١٠.	٢٤٧٣	٣١٤٦,٦	٢٨٥٢,٤	٢٠٧٨,١٢
						١١٪	-٥,٧٪	-١٢٪	٢٧,٥٪	٤٢,٤٪	٢٩٪	٩,٨٦٪	١٨,٢٩٪	٤٠,٤٧٪
وحده المتكرر ج/غ					٣٨٩٠,٦	٣٤٣٩,٣	٤٠٧٠,٩	٤٣٤٤,٣	٢٥٨٨,١	٢٠٠٧.	٢٥٥٦.	٣٤٠٧,٨	٢٩٨٨.	٢١٢٥,٨٤
						١١,٦٪	-٤,٦٪	-١١,٦٪	٣٣,٥٪	٤٨,٤٪	٣٤,٣٪	١٢,٤١٪	٢٣,١٨٪	٤٥,٣٦٪

بدائل متغيرات عناصر الغلاف الخارجي للوحدات السكنيه للدور السطح والمتكرر

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

النتائج:

يوضح جدول رقم (٥-٣) مصفوفة البدائل لمتغيرات عناصر الغلاف الخارجي للدور السطح والدور المتكرر وبدائل الوحدات السكنيه محل الدراسه، وموضح بها القيمه الإجماليه للطاقه المستهلكه لكل وحده سكنيه مع حساب النسبه المئويه للوفر في الطاقه المستهلكه لنفس الوحده السكنيه بالبديل الأساسي؛ حيث يتضح أنه طبقا لحسابات نسبة ترشيد الطاقه، أفضل الحلول: بديل (٣/س) للسقف، (٦/ح) للحوائط ، (٥/ف) للفتحات، ويتبقى تأثير العنصر الإقتصادي للوصول لأنسب البدائل ترشيدا للطاقة وايضا مقبول إقتصاديا وهو ما سيتم ذكره في الجزء التالي من الدراسه البحثيه.

٥-٧-٣- التقييم الإقتصادي لبدائل التصميم للغلاف الخارجي للوحدات السكنية:

ان الجانب الإقتصادي من أكثر الجوانب تأثيرا على نجاح المشاريع، وخاصة المشاريع التي تتسم بطابع الدعم والموجهه لفئات محدده.

٥-٧-٣-١- تمهيد :

من الضروري في هذه الدراسه الأخذ في الإعتبار التقييم الإقتصادي للمعالجات السابقه ودراسة أثر مردودها الإقتصادي على الوحده السكنيه والمستهلك , وقد تم إختيار طريقة دراسة فترة الإسترداد Payback Method لتطبيقها في المشروع والإستعانة بها كدليل إقتصادي إسترشادي مبسط لإختيار البديل الأفضل للغلاف الخارجي للوحدة السكنية في الدور السطح والمتكرر.

تعريف معيار فترة الإستردادPayback Method :

ويقصد بها الفترة الزمنية التي تسترد خلالها التكلفة المبدئية من المتحصلات النقدية ، وتقوم هذه الطريقة على أنه كلما استردت قيمة الاستثمار في وقت أقصر كلما كان الاستثمار مقبولا أكثر ويعبر عن فترة الاسترداد بعدد السنوات .

مميزات معيار فترة الإستردادPayback Method :

- تعتبر من الطرق المبسطه للحسابات الإقتصاديه.
- تقوم بحساب فترة الإسترداد لتكلفة الإستثمار لأي مشروع به تدفقات نقديه ثابته أو متغيره ناتجه عن ذلك الإستثمار.
- يعطي مؤشر مبدئي إسترشادي للقرار التصميم الإقتصادي بدراسات الجدوى الإقتصاديه.

عيوب معيار فترة الإستردادPayback Method :

- لا يأخذ في إعتباره فرق القيمه السوقيه للمبلغ مع الزمن، (ويمكن أخذها في الإعتبار من خلال تكلفة معدل التضخم بدراسات أكثر تفصيلا في حالة القبول المبدئي للحل التصميمي إقتصاديا).
- لا يعطي توقعات الأرباح فيما بعد فترة الإسترداد (يمكن حسابه بطرق أخرى إلا أن المهم في الدراسه البحثيه فترة الإسترداد لأثرها المباشر على المفاضله بين البدائل التصميميه).

٥-٧-٣-٢- طريقة حساب معيار فترة الإسترداد :

يمكن حسابها من المعدله المبسطه التاليه:

$$\text{فترة الإسترداد (سنه)} = \frac{\text{تكلفة الإستثمار}}{\text{العائد المتوقع سنويا}}$$

إلا أنه في حالة إن كان العائد المتوقع سنويا غير ثابت، فيمكن حسابها من المعادله التاليه:

فترة الإسترداد (سنه) = قيمة آخر فتره سنويه صحيحه قبل الإسترداد مباشرة + القيمه المطلقه للمبلغ المتبقي للإسترداد / قيمة التدفق النقدي في العام التالي المباشر بعده

ومن خلال تلك الدراسه البحثيه يمكن إعتبار التالي:

- تكلفة الإستثمار: هي فرق التكلفه المتوقعه نتيجة اللجوء إلى التعديلات التصميميه من خلال البدائل المختلفه لتصميم الغلاف الخارجي، وسيتم حسابها من واقع متوسط التكلفه الفعليه طبقا لأسعار السوق خلال ذلك العام.
- العائد المتوقع سنويا: هو قيمة المبلغ الذي تم توفيره من خلال ترشيد إستهلاك الطاقه سنويا، وسيتم حسابه من خلال التكلفه الفعليه لإستهلاك الكهرباء طبقا للشرائح التصاعديه.

٥-٧-٣-٣- حسابات التكلفة الإقتصادية التنفيذية لبدائل الغلاف الخارجي :

يوضح جدول رقم (٥-٤) حسابات التكلفه الإقتصاديه لبدائل الغلاف الخارجي، مع ملاحظة أن:

- التكلفه من واقع متوسط أسعار التنفيذ بالسوق المصري للعام الحالي.
- حساب التكلفه تم على أساس حساب تكلفة فرق تنفيذ البند ما بين البديل والتصميم الأساسي.
- حساب التكلفه للكميات بإجمالي دور كامل (٤ وحدات سكنيه), باعتبار مساحة الوحدة ١٠٠م٢

جدول رقم (٥-٤) حسابات التكلفه الإقتصاديه التنفيذية لبدائل الغلاف الخارجي:

م	البديل	توصيف بند المعالجه	الكميه	فرق التكلفه عن البديل الأساسي (جنيه)/م٢	إجمالي التكلفه
١	بديل (٢) / س	زيادة عزل حراره ٣سم بوليسترين ذو كثافه عاليه	٤٥٦ م٢	٦٠/م٢	٢٧٣٦٠
٢	بديل (٣) / س	زيادة عزل حراره ٥سم بوليسترين ذو كثافه عاليه	٤٥٦م٢	١٠٠/م٢	٤٥٦٠٠
٣	بديل (٢) / ح	حوائط سمك ٢٥ سم من الطوب الطفلي المفرغ بدلا من ١٢سم	٢١١ م٢	٩٠/م٢	١٨٩٩٠
٤	بديل (٣) / ح	حوائط خارجيه سمك ٢٥ سم من الطوب الأسمنتي المصمت	٢١١ م٢	٢٢٠/م٢	٤٦٤٢٠
٥	بديل (٤) / ح	حوائط خارجيه سمك ١٢ سم من الطوب الأسمنتي المصمت	٢١١ م٢	٦٠/م٢	١٢٦٦٠
٦	بديل (٥) / ح	حوائط خارجيه مزدوجه سمك ١٢ سم طوب طفلي مفرغ بينهما فراغ هوائي ٥سم بدلا من الحائط المفرد	٢١١ م٢	٨٠/م٢	١٦٨٨٠

٧	بديل (٦) / ح	حوائط خارجيه مزدوجه سمك ١٢ سم طوب طفلي مفرغ بينهما عزل حراره ٥سم بوليسترين بدلا من الحائط المفرد	٢١١ م٢	٢٧٤٣٠
٨	بديل (٢) / ف	فتحات من الشيش الخشبي بالخارج وبالداخل شبابيك زجاج شفاف ٦مم	٥٤ م٢	١٨٩٠٠
٩	بديل (٣) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج ملون أزرق ٦ مم Single Blue	٥٤ م٢	١٦٢٠
١٠	بديل (٤) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج عاكس ٦ مم Single Reflected	٥٤ م٢	٢١٦٠
١١	بديل (٥) / ف	شبابيك خارجيه من الألومنيوم وزجاج مزدوج ١٨ مم (Double (Low-E	٥٤ م٢	٥١٣٠

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٧-٣-٤- حسابات قيمة الوفر في إستهلاك الطاقة :

يوضح جدول رقم (٥-٦) حسابات قيمة تكلفة إستهلاك الطاقه لبدائل الغلاف الخارجي، مع ملاحظة:

- الحسابات طبقا للأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة للعام (٢٠١٩ – ٢٠٢٠) وهي كالتالي:
- الحسابات تمت على أساس توفير الدعم للشرائح الثلاث الأولى، الحسابات تمت بتقسيم الإستهلاك الشهري طبقا للشرائح المحدده وحساب قيمة الإستهلاك شهريا ومن ثم التجميع لحساب القيمه الإجماليه السنويه لكل وحده وذلك لكلا من البديل الأساسي وبدائل الغلاف الخارجي لإستخراج قيمة الفارق والذي يعد القيمة التي تم توفيرها.

جدول رقم (٥-٥) يوضح الأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة :

م	رقم الشريحه		التكلفه للكيلو وات ساعه
١	الشريحه الأولى	صفر ـ ٥٠ كيلو وات ساعه	٣٠ قروش
٢	الشريحه الثانيه	٥١ ـ ١٠٠ كيلو وات ساعه	٤٠ قروش
٣	الشريحه الثالثه	١٠١ ـ ٢٠٠ كيلو وات ساعه	٥٠ قروش
٤	الشريحه الرابعه	٢٠١ ـ ٣٥٠ كيلو وات ساعه	٨٢ قروش
٥	الشريحه الخامسه	٣٥١ ـ ٦٥٠ كيلو وات ساعه	١٠٠ قروش
٦	الشريحه السادسه	٦٥١ ـ ١٠٠٠ كيلو وات ساعه	١٤٠ قروش
٧	الشريحه السابعة	أكثر من ١٠٠٠ كيلو وات ساعه	١٤٥ قروش

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

جدول رقم (٥-٦): قيمة إستهلاك الطاقه طبقا لبدائل الوحدات السكنيه (جنيه مصري) على مدار العام:

الوحدات السكنيه	بديل أساسي دور أخير	بدائل متغيرات عناصر الغلاف الخارجي للوحدات السكنيه									
		بدائل السقف		بديل أساسي متكرر	بدائل الحوائط الخارجيه				بدائل الفتحات الخارجيه		
		بديل ٢/س	بديل ٣/س		بديل ٢/ح	بديل ٣/ح	بديل ٤/ح	بديل ٥/ح	بديل ٦/ح	بديل ٢/ف	بديل ٣/ف	بديل ٤/ف	بديل ٥/ف
وحده السطح ش/ق	٥١٨٤	٢٨٠١	٢٥٢٥		٤٩٠٨	٥٨٦٨	٦٣٦٠	٣٧٧٥	٢٧٤٨	٣٦٧٢	٤٦٨٥	٤١٠٦	٢٥٧٥
وحده السطح ج/غ	٥٥٨٠	٢٧١٢	٢٤٣٦		٤٩٢٧	٦٠٢٥	٦٥٣٥	٣٣٢٤	١٧٤١	٣٣٧٩	٤٩٧٥	٤١٧٣	٢٥٧٥
وحده المتكرر ش/ق				١٩٠٥	١٦٠٠	٢٠٧٢	٢٢٨٠	١١١٨	٨٢٢	١٠٨٠	١٦٣٠	١٣٨٤	٨٥٨
وحده المتكرر ج/غ				٢٢٤٠	١٨٦٦	٢٣٨٧	٢٦١٤	١١٦٤	٨٠٠	١٢٠٠	١٨٣٦	١٥٠٢	٨٨٢

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

وقد تم حساب فترة الإسترداد لكل بديل من البدائل السابقه في الجدول رقم (٥-٧) من خلال إحتساب التكلفه الكليه للبديل وقيمة الوفر الناتج عنه في إستهلاك الطاقه بالجنيه المصري، وذلك على مستوى الدور الواحد وكانت النتائج كما يلي:

جدول رقم (٥-٧): قيمة فترة الإسترداد بالسنه لبدائل الغلاف الخارجي للدورين (السطح –المتكرر) :

وقد تم استثناء البدائل (ح٣- ح٤) ، وذلك لانها تزيد من قيمة الطاقة المستهلكة والنتائج بالسالب.

الدور	البديل		تكلفة تنفيذ البديل (ج)	قيمة إستهلاك الطاقه للتصميم الأساسي (ج)	قيمة إستهلاك الطاقه للبديل المعدل (ج)	قيمة الوفر في الطاقه (ج)	فترة الإسترداد (سنه)
السطح	السقف	بديل (٢/س)	٢٧٣٦٠	١٠٧٦٤	٥٥١٣	٥٢٥١	٥,٢
		بديل (٣/س)	٤٥٦٠٠		٤٩٦١	٥٨٠٣	٧,٨
	الحوائط	بديل (٢/ح)	١٨٩٩٠	١٠٧٦٤	٩٨٣٥	٩٢٩	٢٠,٤
		بديل (٥/ح)	١٦٨٨٠		٧٠٩٩	٣٦٦٥	٤,٦
		بديل (٦/ح)	٢٧٤٣٠		٤٤٨٩	٦٢٧٥	٤,٣

	الفتحات	بديل (٢/ف)	١٨٩٠٠	١٠٧٦٤	٧٠٥١	٣٧١٣	٥
		بديل (٣/ف)	١٦٢٠		٩٦٦٠	١١٠٤	١,٤
		بديل (٤/ف)	٢١٦٠		٨٢٧٩	٢٤٨٥	٠,٨
		بديل (٥/ف)	٥١٣٠		٥١٥٠	٥٦١٤	٠,٩
الدور	البديل		تكلفة تنفيذ البديل (ج)	قيمة إستهلاك الطاقه للتصميم الأساسي (ج)	قيمة إستهلاك الطاقه للبديل المعدل (ج)	قيمة الوفر في الطاقه (ج)	فترة الإسترداد (سنه)
المتكرر	الحوائط	بديل (٢/ح)	١٨٩٩٠	٤١٤٥	٣٤٦٦	٦٧٩	٢٧,٩
		بديل (٥/ح)	١٦٨٨٠		٢٢٨٢	١٨٦٣	٩
		بديل (٦/ح)	٢٧٤٣٠		١٦٢٢	٢٥٢٣	١٠,٨
	الفتحات	بديل (٢/ف)	١٨٩٠٠	٤١٤٥	٢٢٨٠	١٨٦٥	١٠
		بديل (٣/ف)	١٦٢٠		٣٤٦٦	٦٧٩	٢,٣
		بديل (٤/ف)	٢١٦٠		٢٨٨٦	١٢٥٩	١,٧
		بديل (٥/ف)	٥١٣٠		١٧٤٠	٢٤٠٥	٢,١

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٧-٤- إستنتاج البدائل التصميمية الأنسب للغلاف الخارجي للوحدات السكنية بأدوار السطح والمتكرر: وبناء على الدراسات السابقة والمحاكاة الطبيعية لأداء البدائل والمتغيرات بالغلاف الخارجي للوحدة السكنية بالبرنامج (TRNSYS) فإن الغلاف الخارجي الافضل في مدينة القاهرة الجديدة طبقا لكمية التوفير في الطاقة ودراسة فترة الإسترداد الإقتصادية فإن أنسب الحلول لبدائل الغلاف الخارجي بالحالة الدراسية للوحدات السكنية في السطح والمتكرر مايلي:

١- الدور السطح (الأخير):

- السقف (بديل(٢)/س) إستخدام طبقه عازله للسقف سمك ٣سم من البوليسترين المبثوق ، بفترة استرداد ٥سنوات, ومتوسط توفير ٤٠% من استهلاك الطاقة سنويا.
- الحوائط (بديل(٥)/ح) إستخدام الحوائط المزدوجه من الطوب الطفلي المفرغ سمك ١٢سم وبينهما فراغ هوائي سمك ٥سم ، بفترة استرداد ٤سنوات ونصف. ومتوسط توفير ٣٣% من استهلاك الطاقة .

- الفتحات (بديل(٤)/ف) إستخدام الفتحات الخارجيه من الزجاج العاكس ، بفترة استرداد ٨ أشهر. ومتوسط توفير ٢٣% من استهلاك الطاقة .

٢- الدور المتكرر:

- الحوائط (بديل(٥)/ح) إستخدام الحوائط المزدوجه من الطوب الطفلي المفرغ سمك ١٢سم وبينهما فراغ هوائي سمك ٥سم ، بفترة استرداد ٤سنوات ونصف. ومتوسط توفير ٣٣% من استهلاك الطاقة .
- الفتحات (بديل(٤)/ف) إستخدام الفتحات الخارجيه من الزجاج العاكس ، بفترة استرداد ٨ أشهر. ومتوسط توفير ٢٣% من استهلاك الطاقة .

٥-٨- المرحلة الثانية بالدراسة التطبيقية(عملية المحاكاة بعد دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي).

٥-٨-١- التعريف بأنظمة التبريد الحراري الشمسي:

تعمل انظمه التبريد الحراري بالحراره بدلا من الكهرباء لتشغيل الضاغط compressor في نظام التبريد التقليدي ويفضل دائما تركيب نظام التبريد الحراري عندما تكون كميه الطاقه الحراريه المهدره كبيره وخاصه في المناطق الحاره ذات الاسطاع الشمسي الكبير مثل مصر حيث تقع مصر في منطقه الحزام الشمسي وعندئذ يكون من الأنسب استخدام الطاقه الشمسيه. في انظمة التبريد والتكييف للهواء في هذه المناطق.

الانواع المستخدمة في انظمه التبريد الحراري:

تنقسم أنظمة التبريد الحراري الشمسي إلى نظام مفتوح ونظام مغلق كالتالي:

١- أنظمة التبريد ذات حلقة التبريد المفتوحة مثل:

- نظام التجفيف الصلب Solid Desiccant System
- نظام التجفيف السائل Liquid Desiccant System

٢- أنظمة التبريد ذات حلقة التبريد المغلقة مثل:

- نظام الإمتصاص Absorption System
- نظام الإدمصاص Adsorption System

وبعد الدراسة التحليلية التي سبق ذكرها في الفصل الثالث من الرسالة الخاص بفحص أنظمة التبريد الحراري الشمسي وإجراء المقارنة بينها , تم إختيار نظام التبريد بالإمتصاص Absorption System بإعتباره النظام الأمثل لتبريد وتكييف الهواء بالمباني السكنية محل الدراسة البحثية, وهو من اهم الانواع المستخدمة في انظمه التبريد الحراري النظام الذي فيه يتم استخدام تقنية الامتصاص

وفي هذه التقنيه يتم الحصول على الاثر التبريدي بواسطه تغيرات فيزيائيه وكيميائيه في حالة المواد بين اثنتين من المواد احدهما يمثل الماده الماصه والاخرى تمثل المادة الممتصة وسيتم تناول مفهومها وكيفيه عمل هذه التقنية بالتفصيل فيما يلي :

تقنية التبريد الامتصاصي : Absorption cooling Unite

- مفهوم عمليه الامتصاص:

– الامتصاص هي عمليه يتم فيها خلط مادتين كلا منهما في حاله فيزيائية مختلفه فمثلا احدهما تكون في الحاله الغازيه والمادة الاخرى تكون في الحالة السائلة

– هاتان المادتان عند خلطهما نحصل على خليط (محلول مخفف)

المواد الشائعة الاستخدام في عملية التبريد الامتصاصي هي (الماء–بروميد الليثيوم) (H٢o–LiBr) ويكون الماء هو المبرد الممتص ويكون برميد الليثيوم هو الماص وذلك لشراهة امتصاص ماده برميد الليثيوم في الحالة السائلة لبخار الماء في الحالة الغازية.

شكل (٥-١٩) يوضح وحدة التبريد بالامتصاص من الخارج.

- مكونات دوره وحدة التبريد الامتصاصية absorption chiller (Unite Components) :

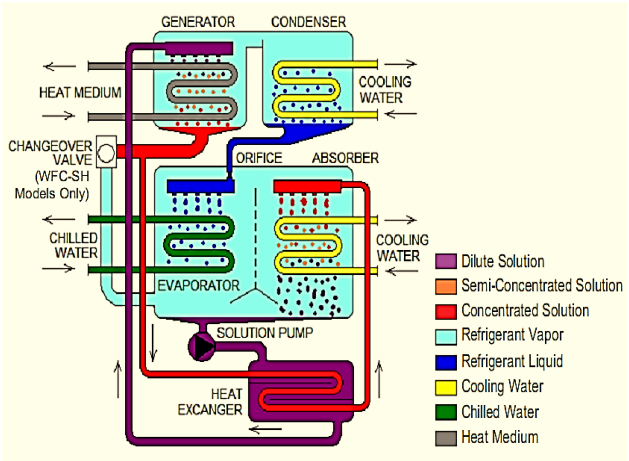
تتكون من اربعة مكونات رئيسية،الشكل(٥–١٩)،(٥–٢٠) وهي :

المولد Generator

المكثف condenser

المبخر evaporator

الممتص Absorber



شكل (٥-٢٠) يوضح المكونات الرئيسية لوحدة التبريد بالامتصاص من الداخل. Source: https://simonsboiler.com.au/product/shuangliang-absorption-chiller-on ١٥-١١-٢٠١٩

ويزداد على تقنية الامتصاص (Absorption chiller unite) باقي مكونات منظومة التبريد الحراري الشمسي كما يلي:

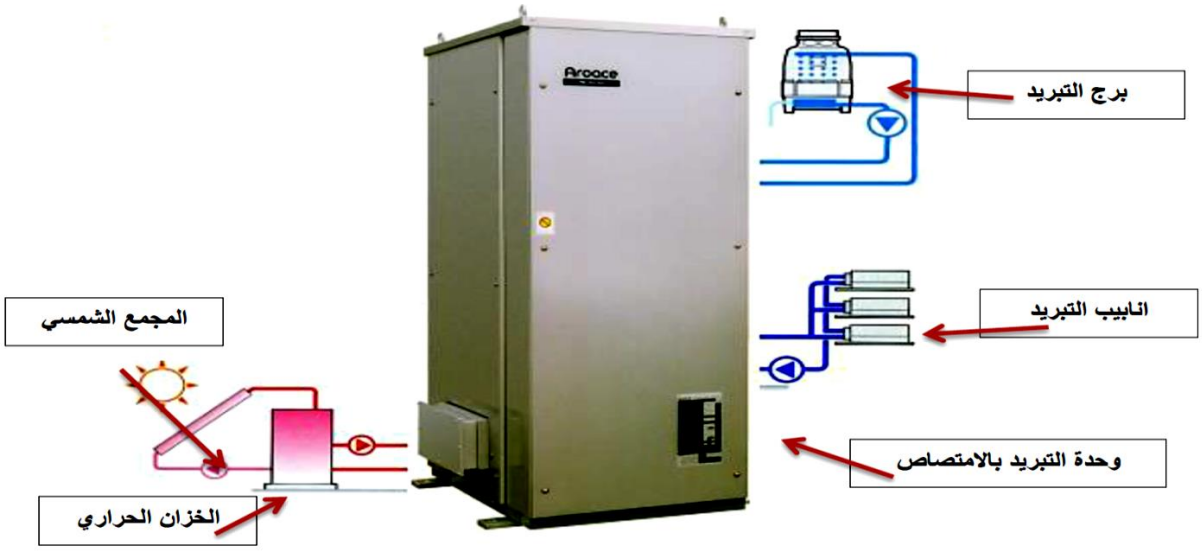
٥-٨-٢- مكونات منظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص:

المكونات الفعلية اللازمة لتصميم وتشغيل نظام التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي، في(٥-٢١):

- وحدة التبريد بالإمتصاص. Absorption chiller Unite
- الخزان الحراري. Storage Heater Tank
- المجمع الشمسي. Solar Collector
- برج التبريد. Cooling tower
- انابيب التبريد. Cooling Coil
- المبادل الحراري المساعد Heat exchanger Auxailary
- مضخات المياة. Pumps
- صمامات التمدد. Valve Extension
- وحدة التحكم بالتشغيل. Controler

وعند إدخال المكونات بالبرنامج للمحاكاة يزيد عليها المدخلات المناخية للمنطقة محل الدراسة

- بيانات الطقس. Data Weather



شكل (٥-٢١) يوضح وحدة التبريد بالامتصاص من الخارج واتصالها بمكونات منظومة التبريد الحراري الاخرى(المجمع الشمسي-الخزان الحراري-برج التبريد-انابيب التبريد) . المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٨-٣- طريقة عمل منظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص:

خطوات العمل:

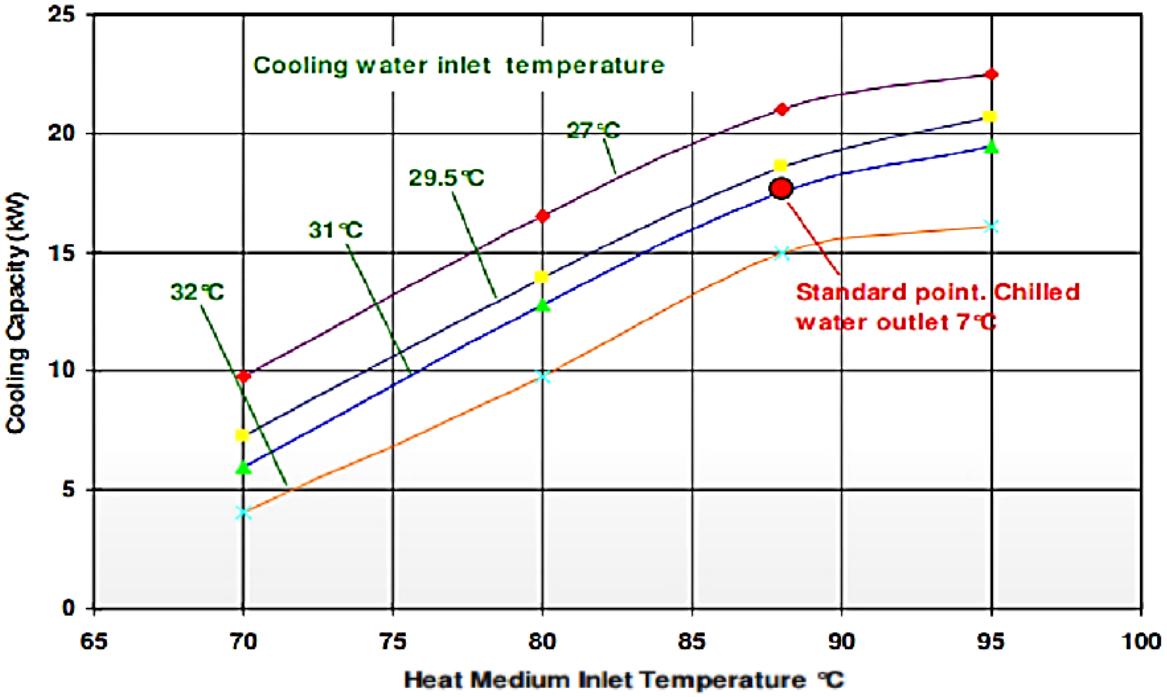
١. دورة التبريد الامتصاصية في التجربة سوف تعمل بالمادتين(الماء-بروميد الليثيوم) (H٢o-LiBr) ويكون الماء هو المبرد الممتص ويكون برميد الليثيوم هو الماص بنسبة ٦٥% من بروميد الليثيوم و٣٥% من الماء, مما يعني ان دائرة التبريد بالامتصاص فيها وسيط التبريد (الماء-بروميد الليثيوم).

٢. ان المحلول المخفف (الماء-بروميد الليثيوم) يكون داخل وحدة التبريد موجود في الممتص(Absorber) وعبر الأنابيب يتم ضخ المحلول المخفف إلى المولد (Generator), ويقوم المولد بتسخين المحلول المخفف بداخله وذلك عبر الحرارة الواصله إليه من المجمع الشمسي(Solar Collector) المتصل به.

٣. نتيجة للتسخين العالي داخل المولد (Generator), يتم فصل بروميد الليثيوم عن الماء , فيتبخر الماء الى أعلى السطح داخل المولد , وينزل المحلول المركز (بروميد الليثيوم)المتبقي الي قاع المولد ويعود عبر الانابيب مرة اخرى الى الممتص (Absorber).

٤. يتحرك بخار الماء من المولد(Generator) نحو المكثف (condenser), ولأن بخار الماء القادم من المولد ساخن تكون درجة حرارة المكثف عالية فيلزم تبريده , حتى يتكثف بخار الماء فيتم تركيب برج التبريد(Cooling tower) بالمكثف ,وتوصيل انابيب داخلها ماء بارد درجة حرارته ٣٢درجة مئوية الى المكثف , فيتكثف بخار الماء الموجود بالمكثف ويتحول الى ماء بارد درجة حرارته ١٠ درجة مئوية يتجمع في قاع المكثف (condenser), ينتقل الى المبخر (evaporator)عبر انابيب وصمام التمدد(Valve Extension) .

٥. وفي المبخر لأن الضغط الجوي به هو تحت ضغط تفريغ باستخدام صمام التمدد تصل حرارة الماء به الى ٤ درجة مئوية , فيتبخر الماء المبرد (chilled water) ويتحول الى بخار ماء بارد يمر بلفائف التبريد (Cooling coil) وهي الوحدة الداخلية للتكييف الموجودة داخل المبنى والمتصلة بالمبخر (evaporator) والموجود بداخلها المياه المبرده عند ٧درجة مئوية (chilled water) كما في الشكل(٥-٢٢), فعندما ياتي الهواء من الخارج فيلامس هذه الانابيب المبردة تقل درجة حرارة الهواء ويدخل الى المبنى وهو بارد فيتحقق تكييف الهواء.



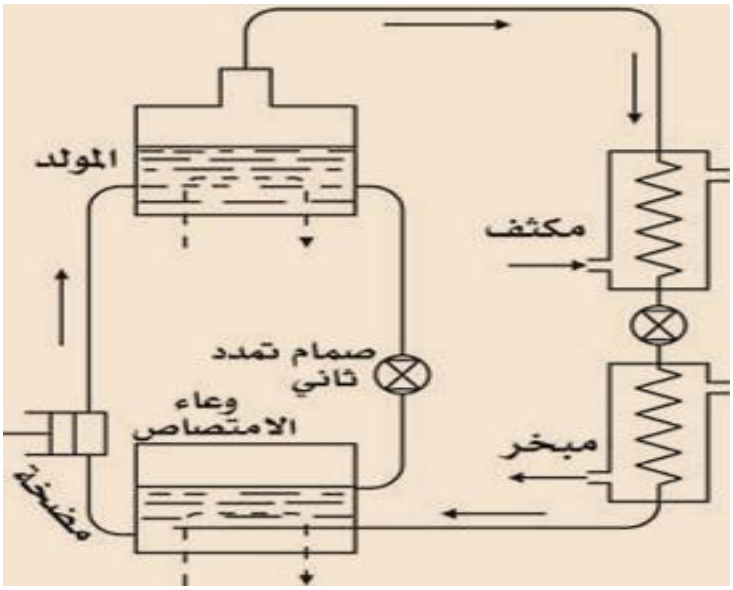
شكل (٥-٢٢) يوضح درجات حرارة الماء الداخل لوحدة التبريد بالامتصاص(water-inlet) ٣٢درجة مئوية, وخروجها عند الدرجة المطلوبة٧ درجة مئوية(water-outlet)، المصدر: YAZAKI (HWF-SC٥) ABSORPTION CHILLER PERFORMANCE CHARACTERISTICS

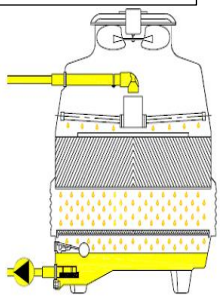
فكرة العمل فيزيائيا:

- من المعروف فيزيائيا ان الماء يغلي عند درجة حرارة ١٠٠مئوية,وايضا تحت ضغط جوي ٧٦٠مليميتر زئبق, وعندها يتحول الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية.
- وفي المبخر عندما نقوم بتقليل الضغط الجوي حتى يصل الى ضغط تفريغ ٦ مليميتر زئبق باستخدام صمام التمدد (valve extension), فإن الماء سوف يتبخر عند درجة حرارة ٤ مئوية, ممايعمل على تقليل درجة حرارة الماء الذي يمر في انابيب التبريد(chilled water tubes) الى ٧ درجة مئوية (chilled water), وعندما يلامس الهواء القادم من الخارج تلك الانابيب المبردة تقل درجة حرارته ويدخل الى الغرفة هواء بارد كما بالشكل(٥-٢٣) .

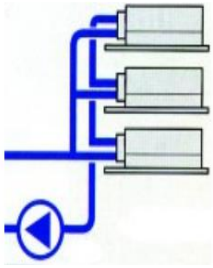
المجمع الشمسي والخزان الحراري

برج التبريد





انابيب التبريد



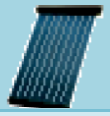
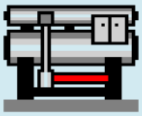
شكل (٥-٢٣) يوضح دورة سريان وسيط التبريد (الماء-بروميد الليثيوم) داخل وحدة التبريد بالامتصاص واتصالها بمكونات منظومة التبريد الحراري الاخرى(المجمع الشمسي-الخزان الحراري-برج التبريد-انابيب التبريد) . المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٨-٤-تصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي ببرنامج محاكاة الطاقة (TRNSYS):

محاكاة عملية التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالبرنامج (TRNSYS) (Solar Cooling Simulation System):

لإجراء المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص ,تم بنائها بإستخدام البرنامج (TRNSYS), والبرنامج يتيح العديد من المكونات والعناصر اللازمة لبناء أنظمة التبريد والتسخين للعديد من الطاقات المتجددة, ومنها نظام التبريد الحراري الشمسي الامتصاصي محل الدراسة التطبيقية, وقد تم إستيراد جميع مكونات المنظومة التبريدية سابقة الذكر بينما يزيد عليها المدخلات المناخية للمنطقة محل الدراسة و ايقونة الطابعة لإستخراج القراءات والنتائج في الجدول (٥-٨) من مكتبة البرنامج لاجراء المحاكاة الطبيعية لعمل المنظومة كالتالي :

الجدول (٥-٨) يوضح مكونات وعناصر منظومة التبريد الحراري الشمسي الامتصاصية من مكتبة البرنامج (TRNSYS) ووظيفة كل منها:

م	العنصر	التوصيف بالبرنامج	الوظيفة	الشكل
١	المجمع الشمسي Solar Collector	Type (٧١)	يقوم بتوصيل الماء الساخن إلى المساعد الحراري Type (٦)	
٢	المساعد الحراري Auxailary	Type (٦)	يقوم بتوصيل الماء الساخن من المجمع الشمسي Type (٧١) الى الخزان الحراري Type (٤a) يقوم ايضا بتسخين الماء في الأيام الغائمة وضعف الإشعاع الشمسي.	
٣	الخزان الحراري Storage Heater Tank	Type (٤a)	يقوم بتوصيل الماء الساخن من المساعد الحراري Type (٦) الي وحدة التبريد بالامتصاص Type (١٠٧)	
٤	وحدة تبريدالامتصاص Absorption chiller Unite	Type (١٠٧)	يقوم بتبريد الماء الساخن الداخل اليه من الخزان الحراري Type(٤a) الإمتصاص حتى يصل الى ٧°c ثم يقوم بارجاع الماء الى المجمع الشمسي Type (٧١) حتى تتكرر دورة السريان للماء مرة اخرى.	
٥	برج التبريد Cooling tower	Type (٥١b)	متصل بوحدة التبريد بالامتصاص Type(١٠٧) ومسؤل عن تبريد الماء الساخن القادم من المولد (generator) قبل دخوله الى المكثف (condencer) الموجودان داخل وحدة التبريد (chiller unite).	
٦	انابيب التبريد Cooling Coil	Type (٣٢)	متصل بالمبخر (evaborator) وهو الوحدة المثبته داخل الوحدة السكنيه(التكييف) وايضا متصل بوحدة التبريد بالامتصاص Type(١٠٧) من الجهة الأخرى وبه انابيب يمر بها الماء المبرد عند٧° فيلامسها بخار الماء (الهواء)الخارج من المبخر فيقل درجة حرارته ويدخل الى الغرفة هواء بارد.	
٧	مضخات المياة Pumps.	Type (٣b)	مسؤل عن ضخ ودفع المياه لسريانها داخل الانابيب والوصلات بين جميع عناصر المنظومة لضمان التكرار والاستمرار داخلها.	
٨	صمام التمدد Valve extension	Type(٦٤٩)	ولانه كلما انخفض ضغط الماء انخفضت درجة حرارته فان صمام التمدد Type(٦٤٩)مسؤل عن التحكم في ضغط الماء فيقوم بخفضه وبالتالي تقليل درجة حرارته قبل الوصول الى المبخر وانابيب التبريد Type(٣٢). ويوجد ايضا صمام تمدد بين المجمع الشمسي Type (٧١) والمساعد الحراري Type (٦) لتقليل ضغط الماء الساخن.	
٩	وحدة التحكم بالتشغيل Controler	Type(٢b)	مسؤل عن التحكم في تشغيل وايقاف منظومة التبريد الحرارية الشمسية عن العمل(ON/OF) حيث تتوقف المنظومة عن العمل ليلا وتبدأ بالعمل مرة اخرى مع الساعات الأولى من النهار.	

١٠	بيانات الطقس Data Weather	Type (١٠٩) Type (٣٣e)	مسؤل عن إدخال بيانات الطقس والمدخلات المناخية والطوبوغرافية لمنطقة الدراسة الى البرنامج (TRNSYS) وذلك حتى تتم المحاكاة الديناميكية للوحدة السكنية في مثل الظروف الموجودة بها على الطبيعة مثل: ١- ambient temperature ٢- relative humidity ٣- wind velocity ٤- wind direction ٥- The reflectance of the ground ٦- The slope of the surface ٧- The solar azimuth angle ٨- The percent relative humidity ٩- Pressure of the air ١- درجة الحرارة المحيطة ٢- الرطوبة النسبية ٣- سرعة الرياح ٤- اتجاه الرياح ٥- انعكاس الأرض ٦- منحدر السطح ٧- زاوية السمت الشمسي ٨- نسبة الرطوبة النسبية للهواء الرطب ٩- ضغط الهواء	Type109-TMY2-3 Type33e
١١	الاحمال الحرارية للوحدة السكنية Home Loads	Equations	مسؤل عن ادخال الاحمال الحرارية التقديرية الخاصة بالوحدة السكنية الى البرنامج ,	Equa
١٢	الطابعة Printer	Type(٢٥c)	مسؤل عن إستخراج وعرض القراءات والنتائج من عمليات المحاكاة المتكررة.	

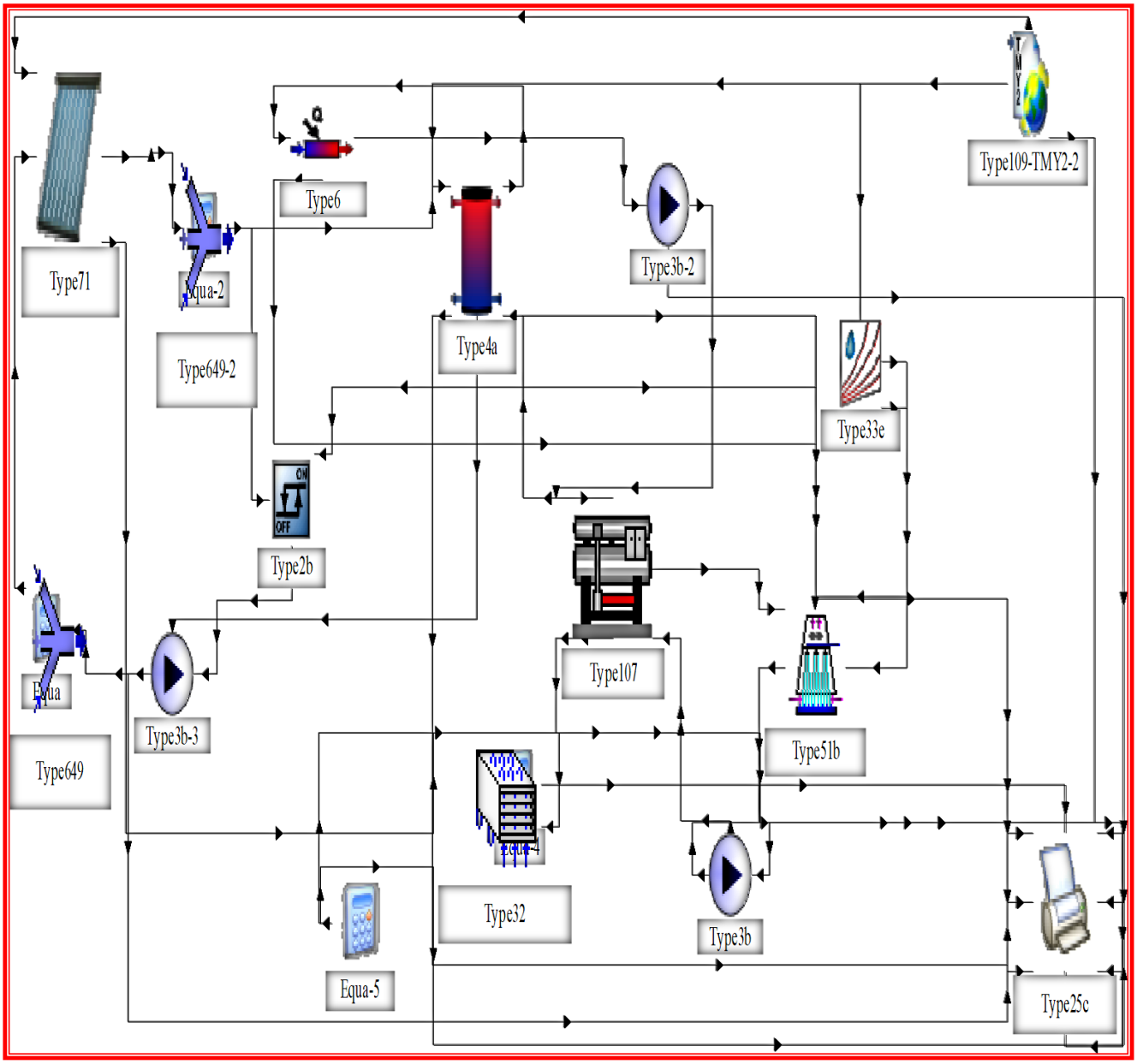
وقد تم إضافة المواصفات الفنية والجداول التصميمية لجميع العناصر في الملحقات بنهاية الرسالة البحثية .

المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

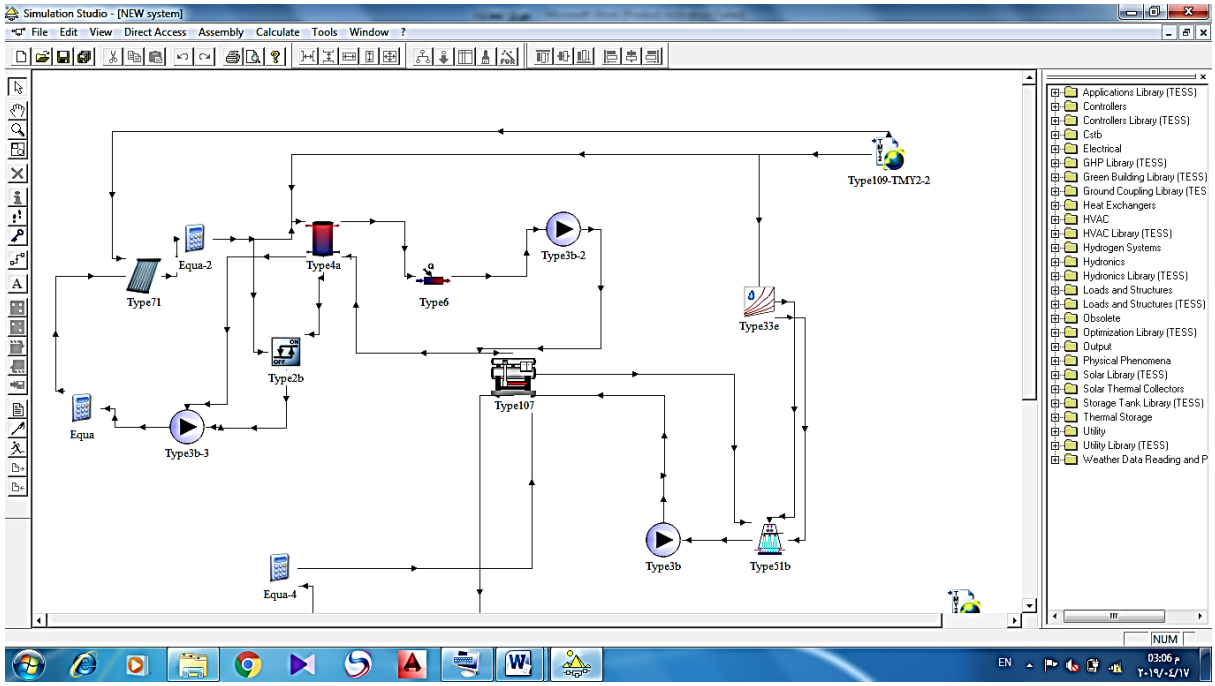
وقد تم بناء وتصميم المنظومة التبريدية في الشكل(٥-٢٣)،بالعناصر سابقة الذكر في الجدول (٥-٨) مع العلم انه يتم اجراء المحاكاة في كل مرة لبديل واحد فقط من الحالات الأربعة المختارة للوحدات السكنية في المرحلة الثانية للدراسة التطبيقية بعد دمج وتكامل منظومة التبريد بالوحدة السكنية قيد الدراسة كالتالي:

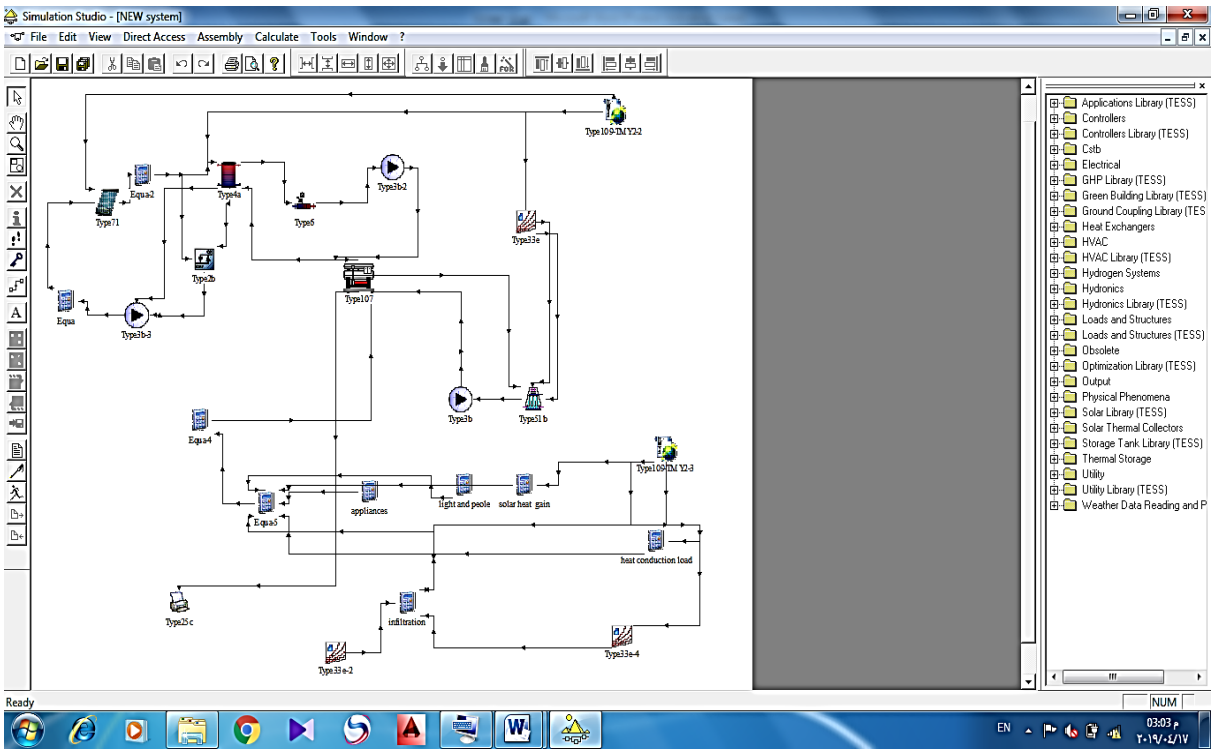
جدول(٥-٩):يوضح الحالات الأربعة المختارة للوحدات السكنية في المرحلة الثانية للدراسة التطبيقية:

م	نوع البديل	الوحدة السكنية	الدور
١	الأنسب	(ش/ق)	السطح
٢	الأنسب	(ج/غ)	السطح
٣	الأنسب	(ش/ق)	المتكرر
٤	الأنسب	(ج/غ)	المتكرر



شكل (٥-٢٤) يوضح بناء واد النموذج لمنظومة التبريد الحراريه الشمسيه الامتصاصية لتبريد الوحدة السكنيه ويوضح اتجاهات سريان الماء داخل دورة المنظومة وتكرارها بالبرنامج TRNSYS. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩، باستخدام البرنامج TRNSYS)).





في الشكل (٥-٢٥) يوضح واجهة البرنامج عند تصميم منظومة التبريد الحراريه الشمسيه الامتصاصية لتبريد الوحدة السكنيه بالطاقة الشمسية لتغطية احمال التبريد المعتاده خلال موسم الصيف (يونيو.يوليو.اغسطس. سبتمبر) بالبرنامج TRNSYS. المصدر:(الباحثة،٢٠١٩، باستخدام البرنامج TRNSYS).

٥-٨-٥- قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية (البديل الخارجي الأنسب و الأفضل).

نتائج المرحلة الثانية من المشروع التطبيقي :

بعد دمج وتكامل منظومة التبريد بالوحدات السكنية قيد الدراسة والتطبيق, نحصل على قراءات عمليات المحاكاة التي اجريت بالبرنامج(TRNSYS) للتحقق من كفاءة اداء منظومة التبريد الحراري الشمسي لموسم الصيف وبالتالي فقد تم محاكاة عمل المنظومة ساعيا خلال الاربعة الاشهر الحارة من بداية شهر يونيو وحتى نهاية شهر سبتمبر, وقد تم اختيار يوم ١٩ يونيو لاظهارنتائج عمليات المحاكاة العديدة التي تم اجرائها وذلك بسبب انه في يوم ١٩ يونيو تم تسجيل اعلى حمل حراري على مدار السنة لمدينة القاهرة ، وبلغ اعلى حمل حراري تم تسجيلة في شهر يونيو (٢٥ كيلو.وات/ساعة) للبديل الاساسي في الوحدات السكنية واكثر يوم ارتفاعا في درجات الحرارة (٤٠ درجة مئوية) طبقا للمدخلات المناخية لمدينة القاهره والتي يوفرها البرنامج (TRNSYS) . وكما تم الإشارة اليه سابقا أنه تم تطبيق المرحلة الثانية من المشروع (دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية)على أربعة حالات من الوحدات السكنية تشمل البديل الأفضل لكل منها, وذلك بغرض:

١-إختبار وفحص أداء وكفاءة منظومة التبريد الحراري الشمسي في تغطية الأحمال الحرارية في حالة تطبيق البديل الأفضل والأنسب إقتصاديا للغلاف الخارجي للسطح والمتكرر للوحدات السكنية والذي تم إستخلاصه وإعتماده بنهاية المرحلة الأولى من المشروع التطبيقي.

٢- المقارنة بينهم وإستخلاص النتائج والقراءات .

حالات الوحدات السكنية الأربعة المختارة قيد الدمج والتكامل مع منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي:

١- وحدة السطح ش/ق بالبديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدةالسكنية.

٢- وحدة السطح ج/غ بالبديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدةالسكنية.

٣- وحدة المتكرر ش/ق بالبديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدةالسكنية.

٤- وحدة المتكرر ج/غ بالبديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدةالسكنية.

مخرجات وقراءات منظومة التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص :

١- شدة الاشعاع الشمسي على المجمع الشمسي لمدينة القاهرة.

٢- درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع الشمسي.

٣- متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري.

٤- درجات حرارة دخول وخروج الماء الساخن من المولد داخل وحدة التبريد(Chiller).

٥- درجات حرارة دخول وخروج الماء المبرد من المبخر داخل وحدة التبريد(Chiller).

٦- درجات حرارة دخول وخروج الماء من برج التبريد(Cooling Tower).

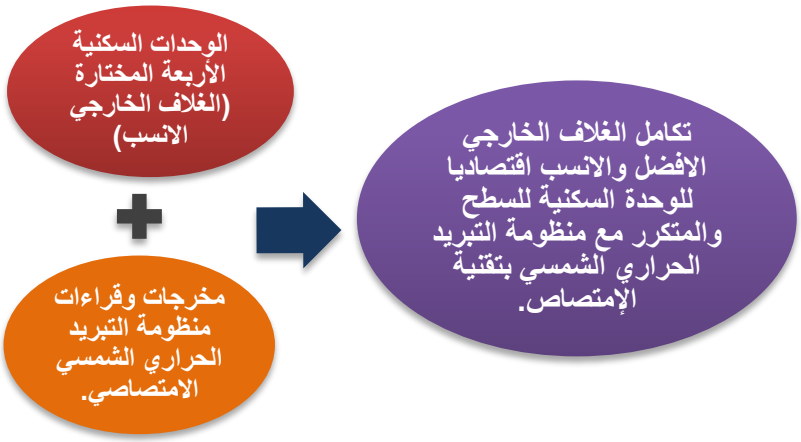
٧- معامل الأداء لمنظومة التبريد (C.O.P).

٨- كمية تدفق الطاقات للخزان الحراري.

٩- متوسط درجات الحرارة في الوحدات السكنية قبل وبعد دمج منظومة التبريد .

١٠-حساب قيمة الوفر(بالجنية المصري) لمنظومةالتبريد الحراري في استهلاك الكهرباء لموسم الصيف.

١١- حساب معيار فترة الإسترداد لمنظومةالتبريد الحراري وجدواها الإقتصادية.



شكل (٥-٢٦) :يوضح الهدف الاساسي للمشروع التطبيقي والدراسة البحثية،المصدر:الباحثة،(٢٠١٩).

وفيما يلي عرض لنتائج وقراءات عمليات المحاكاة الخاصة بفحص كفاءة منظومة التبريد الحراري الشمسي بعد دمجها بالحالات الأربعة سابقة الذكر اعلاه لكل قراءة على حده :

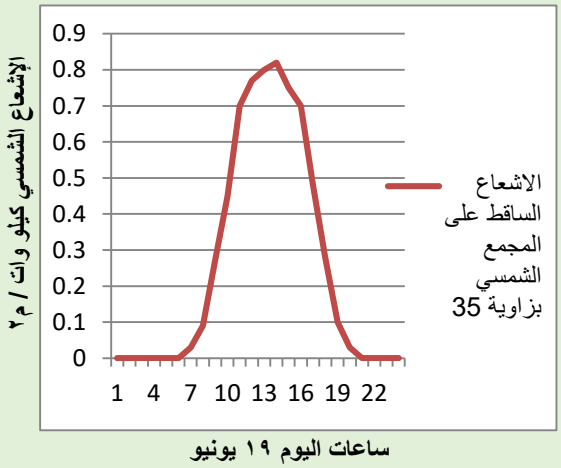
٥-٨-٥-١- قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (شمال/شرق) بالدور السطح بالغلاف الخارجي الأنسب:

جدول (٥-١٠) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية (شمال / شرق) بالغلاف الخارجي الأنسب يوم ١٩ يونيو بالدور السطح:

١- شدة الاشعاع الشمسي على المجمع الشمسي لمدينة القاهرة ليوم ١٩ يونيو:

الاشعاع الشمسي على السطح المائل للمجمع الشمسي بالكيلو وات / م٢، للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:

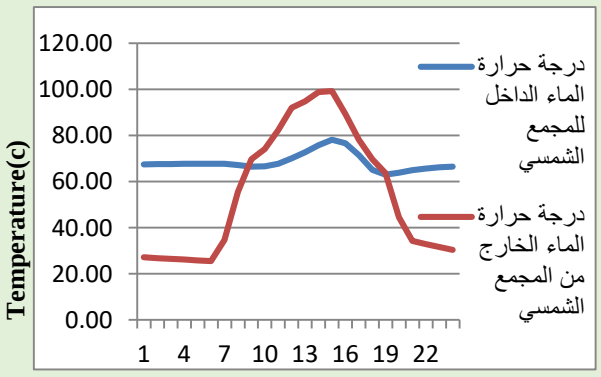


- لمحاكاة المنظومة ديناميكيا يتطلب الأمر توفر بيانات الإشعاع الشمسي للمكان موضوع الدراسة, وقد تم إستعمال بيانات الطقس والإشعاع الشمسي المتاحة لمدينة القاهرة ضمن قواعد بيانات برنامج المحاكاة (TRNSYS) ويوضح الشكل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على المجمع الشمسي المستخدم المائل بزاوية ٣٥ درجة , خلال يوم ١٩ يونيو.
- يتزايد كمية الاشعاع الشمسي تدريجيا منذ الصباح وحتى الظهيرة كأقصي شدة (٠,٨٢) كيلو وات/م٢ ثم تبدا بالإنخفاض التدريجي حتي حلول ساعات الليل.
- ان افضل زاوية ميل للمجمع الشمسي هي ٣٥ درجة, ولذلك دائما ما تكون زوايا ميل المجمعات الشمسية في مشروعات الطاقة الشمسية مصر ٣٥ درجة باتجاة الجنوب.[١]

٢- درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع الشمسي ليوم ١٩ يونيو:

درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- في ساعات توقف منظومة التبريدعن العمل ليلا تكون درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي هي نفس درجة حرارة الوسط المحيط بها
- ثم منذ شروق الشمس تبدأ درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي في الارتفاع قبل بدء تشغيل منظومة التبريد.
- مع بداية تشغيل المنظومة تبدا درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمعات الشمسية بالتباين والاختلاف وتصل درجة حرارة الماء الخارج الي ذروتها في الارتفاع بعد منتصف النهار عند الساعة الثانية ظهرا (١٠٠درجة مئوية) وذلك لقوة وشدة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت.

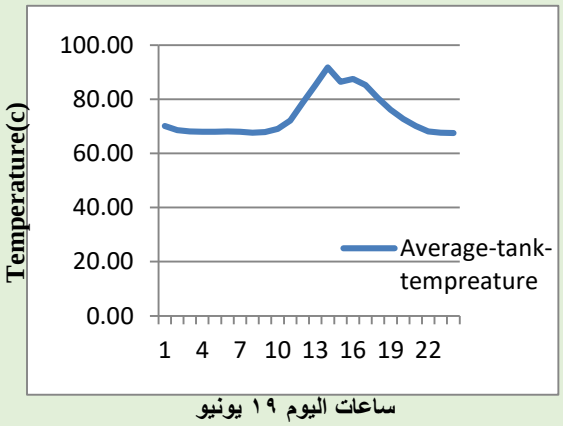
[١] https://ise-eg.com/ar.on ٢٥-١٢-٢٠١٩

- تتراوح درجات حرارة دخول الماء الى المجمع الشمسي مابين (٦٦ درجة مئوية كحد ادنى و٧٨درجة مئوية كحد اقصي), وهي بمعدل ثابت تقريبا طوال اليوم (مع حدوث زيادة طفيفة في منتصف اليوم).
- تقل درجة حرارة الماء الخارج من المجمع الشمسي ليلا تتراوح مابين(٢٧-٣٠) درجة مئوية ٢٥درجة وتبدأ في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية ظهرا حيث تصل الى ١٠٠درجة مئوية وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى.

٣ـ متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري (Tank heat) ليوم ١٩ يونيو:

متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:

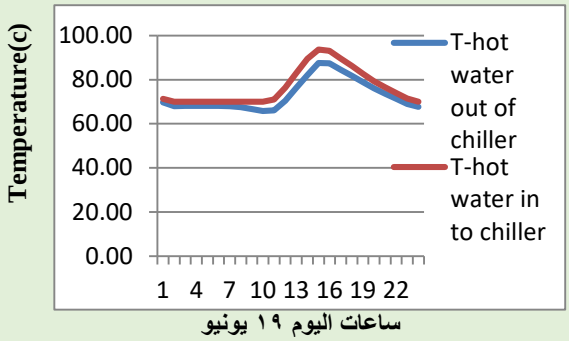


بعد خروج الماء الساخن من المجمع الشمسي يمر بمبادل حراري مساعد (auxiliary heater) للحفاظ على حرارة الماء وكمسخن مساعد في حالة الايام الغائمة او في حالة ضعف الاشعاع الشمسي ومنه يتم نقل الحرارة الى الخزان الحراري , ويوضح الشكل المقابل متوسط لدرجات حرارة الخزان الحراري ساعيا على مدار اليوم المختار ١٩ يونيو في الوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب , وقد تم ملاحظة التالي:

- عند ساعات توقف عمل منظومة التبريد عن العمل نجد ان درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري تبدأ بالإنخفاض النسبي الطفيف دون فقد كبير في حرارتها وذلك نتيجة العزل الجيد للخزان الحراري.
- وكذلك تنخفض درجة حرارة الخزان عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٧٠ درجة مئوية وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري المساعد.
- وتدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال ساعات اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لهاعند الثانية ظهرا (٩١ درجة مئوية) عند أقصى إشعاع شمسي.
- عند بداية عمل منظومة التبريد نلاحظ انخفاض الطاقة الحرارية داخل الخزان الحراري ويعوض ذلك الانخفاض في الحرارة بالمبادل الحراري المساعد والمتصل بالخزان الحراري وذلك حتى تعمل المنظومة بكامل كفائتها وتتم دورة التبريد المطلوبة.
- نلاحظ في الدور السطح ان درجات الحرارة داخل الخزان الحراري تنخفض عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٧٠ درجة مئوية, اي اقل من درجة حرارة الماء المطلوبة عند دخولها للمنظومة (لايقل عن ٨٠ درجة مئوية) لاتمام التبريد, وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري وتزداد تدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لها ٩١ درجة مئوية عند أقصى أشعاع شمسي في الدور السطح.

٤ـ درجات حرارة دخول وخروج الماءالساخن من المولد (generator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء الساخن من المولد للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

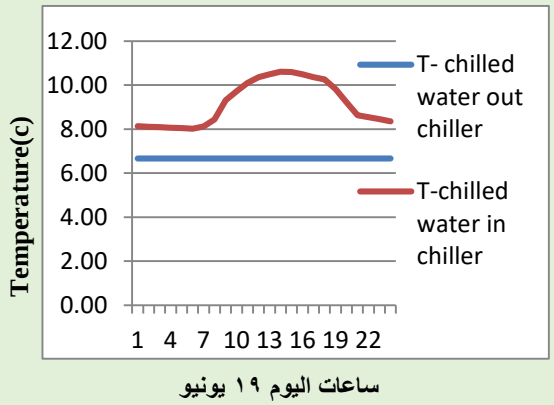


الملاحظات التحليلية:

- عندما تتوقف منظومة التبريد عن العمل ليلا تحدث حالة من الانخفاض التدريجي لدرجات الحرارة للماء الساخن القادم من المجمع الشمسي (collector)الي المولد(generator) والخارج منه بإتجاه المكثف (condenser) المتواجدان بداخل وحدة التبريد الامتصاصية (Absorption chiller unite) .
- تصل درجات حرارة الدخول والخروج للماء الساخن الى اقصى حالاتها بعد ساعتين من منتصف النهار بسبب قوة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت .
- تتقارب درجات حرارة دخول وخروج الماء الساخن الى المولد(generator) مابين (٦٩-٧٢) درجة مئوية, ٧٢ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٦٩ درجة للماء الساخن الخارج من المولد.
- وتبدأ درجات الحرارة في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية والثالثة ظهرا حيث تتراوح مابين(٨٧-٩٣) درجة مئوية ٩٣ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٨٧ درجة للماء الساخن الخارج من المولد, وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(ش/ق) للدور السطح.

٥ـ درجات حرارة دخول وخروج الماء المبرد من المبخر(evaporator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص (Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء المبرد من المبخر لوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



الملاحظات التحليلية:

- تعتبر محاكاة درجة حرارة الماء المبرد (Chilled Water) الخارج من وحدة التبريد بالامتصاص متغيرا هاما ومؤشرا رئيسيا في قياس نجاح اداء المنظومة من عدمها , وتكون درجة حرارة الماء المبرد(٧ درجة مئوية) كما ذكرنا سابقا عند التعرف على طريقة عمل المنظومة , لذلك فعند اجراء المحاكاة وكانت درجة حرارة الماء المبرد (٧ درجة مئوية) طوال ساعات اليوم فإن ذلك يدل على نجاح عملية المحاكاة, أما في حالة الإختلاف الكبير عن درجة الحرارة للماء المبرد المعروفة , فذلك يدل على حدوث خطأ في عملية المحاكاة للمنظومة التبريدية.
- عند تشغيل المنظومة يخرج الماء المبرد من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaporator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية فيمتص جزء من الحمل الحراري ويرجع مرة اخري

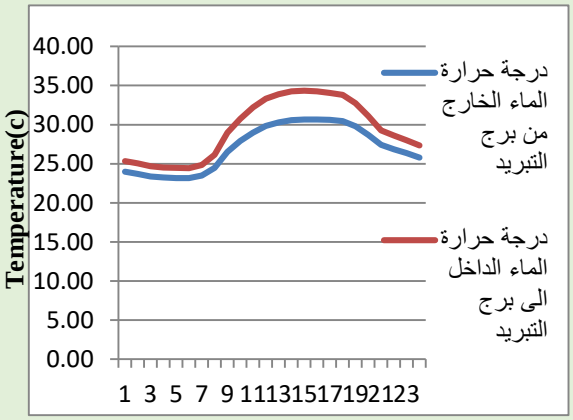
الى المبخر قادما من المكثف (condenser)عند ١٢ درجة مئوية, حيث ان درجة حرارة الماء الراجع لا ترتفع كثيرا وذلك نظرا لارتفاع معدل التدفق .

- في الدور السطح في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(شمال شرق) نجد ان الماء المبرد الخارج من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaporator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية ثابتة ,بينما تتدرج في الزيادة درجات الحرارة للماء المبرد الداخل الى المبخر حتى تصل الى ١١درجة مئوية كحد اقصى في الثانية ظهرا ثم تتدرج في الانخفاض مرة اخري .

٦- درجات حرارة دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:

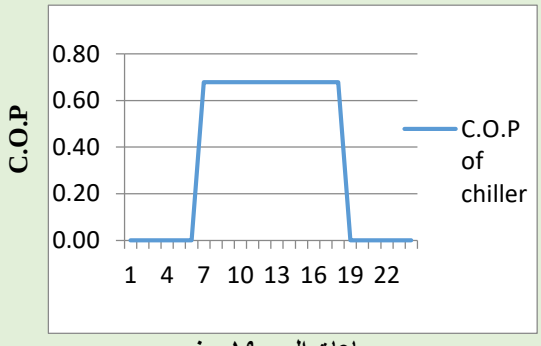


- تتقارب درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد في ساعات الليل وتبدا بالتباين والاختلاف مع الساعات الاولى من النهار فتزداد تدريجيا حتى تصل لاعلى القيم في الثانية بعد الظهر ثم تتدرج في الانخفاض التدريجي مرة اخري بحلول المساء.
- تزداد درجة حرارة الماء الداخل الى برج التبريد (cooling tower) نتيجة لزيادة حمل التبريد الناتج من ارتفاع درجة الحرارة داخل المكثف (condenser) داخل وحدة التبريد الامتصاصية وتصل الي اقصى درجة لها في الظهيره (٣٥ درجة مئوية) في الوحدة (شمال–شرق) ذات الغلاف الخارجي الأنسب بالدور السطح.
- تنخفض درجة حرارة الماء الخارج من برج التبريد عن الداخل اليه والمتجه نحو المبخر ويصل في اقصى درجاته الى (٣٠درجة مئوية) .

٧- معامل الأداء (C.O.P) لوحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) يوم ١٩ يونيو:

معامل الاداء (C.O.P)لمنظومة التبريد للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- من خلال محاكاة عمل منظومة التبريد الحرارية الشمسية خلال موسم الصيف (يونيو–سبتمبر) وجد ان متوسط معامل الاداء C.O.P لوحدة التبريد الامتصاصية في الوحدة (شمال– شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الأنسب يساوي (٠,٧) من الواحد الصحيح خلال ساعات اليوم وهو مدى مقبول لكفاءة اداء وحدة التبريد الامتصاصية.

- يبدا قياس مؤشر معامل اداء منظومة التبريد منذ بدء عملها في ساعات الصباح الأولى السابعة صباحا وحتى توقفها عن العمل مع حلول المساء في الثامنة مساء، وماعدا ذلك من ساعات اليوم تكون قيمة مؤشر معامل الأداء صفر.

٨- منحنيات دخول وخروج الطاقات من الخزان الحراري (storage tank) ليوم ١٩ يونيو:

يعتبر الخزان الحراري حجر الزاوية الرئيسي ومصدر الطاقات التي تشغل وحدة التبريد الامتصاصية وبالتالي تشغيل المنظومة الحرارية التبريدية الشمسية ككل , وفيما يلي توضيح للطاقات الداخلة والخارجة من الخزان الحراري وهم اربعة انواع من الطاقات المتدفقة كالتالي:

١- الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد "Q Auxiliary"

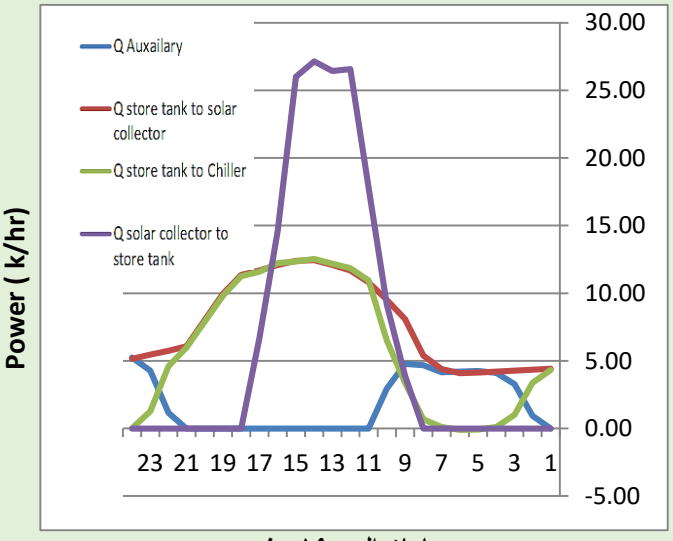
٢- الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى المجمع الشمسي "Q store tank to solar collector"

٣- الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى وحدة التبريد الامتصاصية "Q store tank to Chiller"

٤- الطاقة المتدفقة من المجمع الشمسي الى الخزان الحراري "Q solar collector to store tank"

تدفق الطاقات داخل الخزان الحراري للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- ان معدل تدفق الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد يتناسب عكسيا مع معدل تدفق الطاقة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, وذلك منطقي بسبب ان السخان الكهربي المساعد لايعمل الا في حالة ضعف شدة الاشعاع الشمسي او في الايام الغائمة او اثناء الرغبة في تشغيل المنظومة ليلا.
- بينما يتناسب معدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو وحدة التبريد الامتصاصية ومعدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو المجمع الشمسي طرديا طوال ساعات عمل المنظومة.
- ان اعلى نسبة في الطاقات المتدفقة تلك المنتجة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, حيث تصل الى ٢٧ كيلو وات/ساعة في اقصى درجاتها خلال اليوم ١٩ يونيو.

٩- حساب قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية:

قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد للوحدة (شمال شرق) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب:

تم إجراء المحاكاة الديناميكية لإختبار أداء المنظومة طوال العام ووجد أن الأشهر الأكثر تأثيرا في تقييم نجاحها هي شهور موسم الصيف ،أما ماعدا ذلك من باقي شهور العام فيمكن إهمال(Neglecting) قراءات ونتائج منظومة التبريد الشمسي بها وذلك لان قيم اداءها بالسالب او الصفر ، وذلك منطقي لأن منظومة التبريد تعمل بكفاءة وبكامل طاقتها في موسم الصيف ،لذا وبناء على نتيجة قراءات المحاكاة الديناميكيا طوال العام تم اعتبار التوفير الموسمي في الكهرباء عن موسم الصيف(يونيو–سبتمبر)هو المؤشر السنوي لما توفره منظومة التبريد الشمسية في الإستهلاك الكهربي المعتاد

لتبريد الوحدة السكنية (شمال شرق) للدور السطح محل الدراسة البحثية ،الحسابات طبقا للأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة للعام (٢٠١٩ – ٢٠٢٠) ، والحسابات تمت على أساس توفير الدعم للشرائح الثلاث الأولى، الحسابات تمت بتقسيم الإستهلاك الشهري طبقا للشرائح المحدده وحساب قيمة الإستهلاك شهريا ومن ثم التجميع لحساب القيمه الإجماليه السنويه لكل وحده وذلك لكلا من البديل الأساسي وبدائل الغلاف الخارجي لإستخراج قيمة الفارق والذي يعد القيمة التي تم توفيرها.

كما بالجدول التالي:

القيم / الشهر	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator K.W (الإستهلاك المعتاد)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar K.W (الوفر في الطاقة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs K.W (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs الجنية المصري (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator الجنية المصري (الإستهلاك المعتاد)	التوفير الشهري بالنسبة المئوية (%)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar الجنية المصري (الوفر في الطاقة)
يونيو	٦٦٥٢	٤٩٣١	١٧٢١	٢٤٩٥	٩٦٤٥	٧٤٪	٧١٤٩
يوليو	٦٨٣٣	٤٩٨٣	١٨٥٠	٢٦٨٢	٩٩٠٨	٧٢٪	٧٢٢٥
أغسطس	٦٤٤١	٤٧٣٣	١٧٠٨	٢٤٧٦	٩٣٣٩	٧٣٪	٦٨٦٢
سبتمبر	٥٥٩٨	٤٤٤٣	١١٥٥	١٦٧٤	٨١١٧	٧٩٪	٦٤٤٢
الأجمالي	٢٥٥٢٤	١٩٠٩٠	٦٤٣٤	٩٣٢٧	٣٧٠٠٩	–	٢٧٦٧٨
المتوسط الشهري	٦٣٨١	٤٧٧٢	١٦٠٩	٢٣٣٣	٩٢٥٢	٧٥٪	٦٩١٩

١٠-حساب معيار فترة الإسترداد Payback Method لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بعد دمجها في الوحدة السكنية:

قيمة فترة الإسترداد بالسنه لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي Solar Absorption cooling Chiller System للوحدة السكنية (شمال/شرق)بالدور السطح :

ونظرا لأهمية وعدم إغفال البعد الإقتصادي في الدراسة التطبيقية للمشروع تم إجراء دراسات اقتصادية بهدف استكمال الركيزة الاساسية للدراسة وهي تحقيق الترشيد والتوفير في التكاليف المعتادة وتم ذلك من خلال دراسة مدى الوفر الاقتصادي واستخدام طريقة (دراسة معيار فترة الإسترداد Payback Method) وذلك لتطبيقها في المشروع والإستعانة بها كدليل ومنظور إقتصادي إسترشادي مبسط ومقبول لإختبار مدى امكانية استخدام منظومة التبريد إقتصاديا :

يمكن حسابها من المعدله المبسطه التاليه:

$$\text{فترة الإسترداد (سنه)} = \frac{\text{تكلفة الإستثمار}}{\text{العائد المتوقع سنويا}}$$

ومن خلال تلك الدراسه البحثيه يمكن إعتبار التالي:

تكلفة الإستثمار: هي تكلفة منظومة التبريد الشمسي وسيتم حسابها من واقع التكلفه الفعليه طبقا لأسعار السوق خلال ذلك العام.

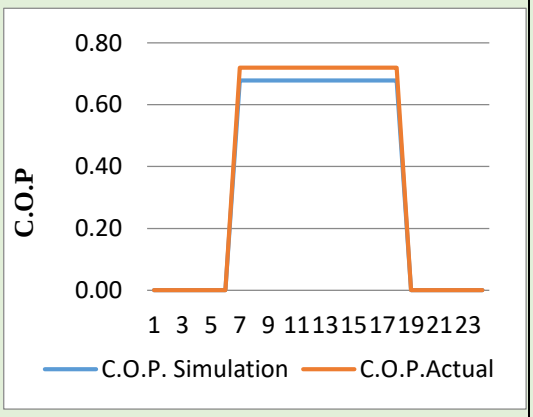
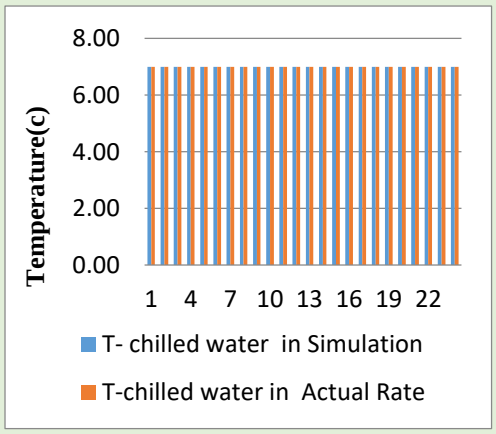
العائد المتوقع سنويا: هو قيمة المبلغ الذي تم توفيره من خلال ترشيد إستهلاك الطاقه سنويا، وسيتم حسابه من خلال التكلفه الفعليه لإستهلاك الكهرباء طبقا للشرائح التصاعديه كما بالجدول التالي:

تكلفة تركيب منظومة التبريد الشمسي	قيمة الوفر في الطاقه السنوي	فترة الإسترداد (سنه)
٤٨٠٠٠	٣٠١٤١	١,٦

نتيجة المحاكاة الديناميكية لأداء منظومة التبريد الحراري الشمسى الإمتصاصى بالوحدة (شمال/شرق) بالدور السطح ذات الغلاف الخارجى الأنسب:

بعد إجراء عملية المحاكاة الديناميكية للمنظومة التبريدية تم التوصل للنتائج التالية:

- تقارب بيانات عملية المحاكاة الديناميكية الإفتراضية لجميع مراحل وخطوات عمل المنظومة التبريدية مع مراحل وخطوات عملها الحقيقية (السابقة شرحها عند التعريف بأنظمة التبريد في الفصل الثالث).
- مقارنة اهم القراءات والمؤشرات المؤثرة في عمل منظومة التبريد بين نتائج المحاكاة بالوحدة السكنية ومؤشرات الشركة

الجهة / المؤشر	(Actual القيمةRate) الفعلية	(Simulation القيمةRate) الإفتراضية	المقارنة بين القيمة الفعلية والإفتراضية لأهم المؤشرات لكفاءة منظومة التبريد الحرارية الشمسية الإمتصاصية.
معامل الاداء والكفاءة للمنظومة C.O.P	الشركة المصنعة لمنظومة التبريد C.O.P.=٠,٧٢	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ش/ق)سطح C.O.P.=٠,٧٠	
درجة حرارة الماء المبرد الخارج من وحدة الامتصاص Chilled Water	الشركةالمصنعة لمنظومة التبريد Chilled Water=٧c	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ش/ق)سطح Chilled Water=٧c	

المصنعة (تم إختيار أكثر المؤشرات الدالة على كفاءة عمل المنظومة طبقا للشركة المصنعة لها)[٢]:

- تم التأكد من نجاح مؤشرات وقراءات عمل المنظومة ومطابقتها للمدى المقبول للقراءات والمؤشرات الفعلية للمنظومة الحرارية الشمسية الامتصاصية طبقا للشركة المصنعة لها في تغطية الأحمال الحرارية داخل الوحدة السكنية ، وإن تقارب وتطابق القراءات والمؤشرات دليل على نجاح عملية المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (شمال/شرق) بالدور السطح ذات الغلاف الخارجي الأنسب.

[٢] www.lgeaircon.com on ١-١-٢٠٢٠

- تم التاكد من تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة طوال موسم الصيف في حال تطبيق تركيبها بالوحدة السكنية فعليا.
- تم الحصول على وفر في الإستهلاك الكهربي الشهري المعتاد ومقداره(٧٥%) بما يعادل ٦٩١٩جنية مصري.
- تم عمل الدراسة الإقتصادية لجدوى إستخدام منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (شمال/شرق) بالدور السطح ذات الغلاف الخارجي الأنسب بتطبيق معيار فترة الإسترداد ووجد (١,٦) سنوات وهي فترة مقبولة إقتصاديا.

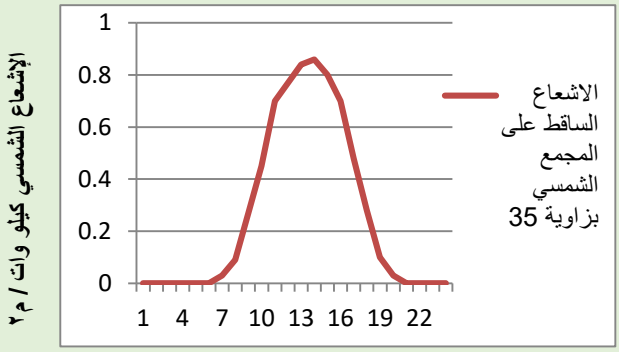
المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٨-٥-٢-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالدور السطح بالغلاف الخارجي الأنسب:

جدول (٥- ١١) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالغلاف الخارجي الأنسب يوم ١٩ يونيو بالدور السطح:

١- شدة الاشعاع الشمسي على المجمع الشمسي لمدينة القاهرة ليوم ١٩ يونيو:

الاشعاع الشمسي على السطح المائل للمجمع الشمسي بالكيلو وات / م٢، للوحدة (جنوب/غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



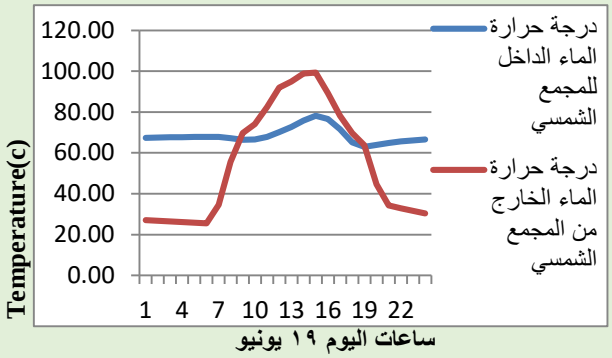
الملاحظات التحليلية:

- لمحاكاة المنظومة ديناميكيا يتطلب الأمر توفر بيانات الإشعاع الشمسي للمكان موضوع الدراسة, وقد تم إستعمال بيانات الطقس والإشعاع الشمسي المتاحة لمدينة القاهرة ضمن قواعد بيانات برنامج المحاكاة (TRNSYS) ويوضح الشكل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على المجمع الشمسي المستخدم المائل بزاوية ٣٥ درجة , خلال يوم ١٩ يونيو.
- يتزايد كمية الاشعاع الشمسي تدريجيا منذ الصباح وحتى الظهيرة كأقصي شدة (٠,٨٦) كيلو وات/م٢ ثم تبدا بالإنخفاض التدريجي حتي حلول ساعات الليل.
- ان افضل زاوية ميل للمجمع الشمسي هي ٣٥ درجة, ولذلك دائما ما تكون زوايا ميل المجمعات الشمسية في مشروعات الطاقة الشمسية مصر ٣٥ درجة باتجاة الجنوب.[٣]

[٣] https://ise-eg.com/ar.on ٢٥-١٢-٢٠١٩

٢- درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع الشمسي ليوم ١٩ يونيو:

درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع للوحدة (جنوب/غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

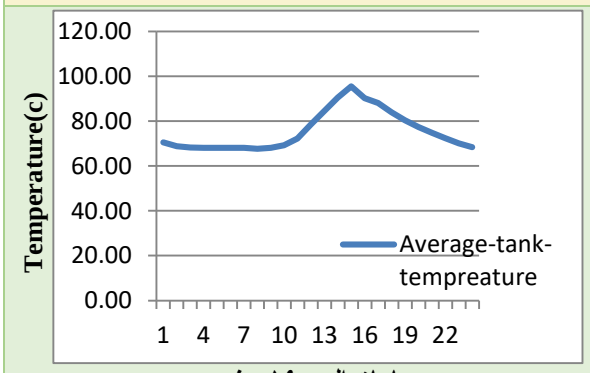


الملاحظات التحليلية:

- في ساعات توقف منظومة التبريدعن العمل ليلا تكون درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي هي نفس درجة حرارة الوسط المحيط بها
- ثم منذ شروق الشمس تبدأ درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي في الارتفاع قبل بدء تشغيل منظومة التبريد.
- مع بداية تشغيل المنظومة تبدا درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمعات الشمسية بالتباين والاختلاف وتصل درجة حرارة الماء الخارج الي ذروتها في الارتفاع بعد منتصف النهار عند الساعة الثانية ظهرا (١٠٠درجة مئوية) وذلك لقوة وشدة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت.
- تتراوح درجات حرارة دخول الماء الى المجمع الشمسي مابين (٦٦ درجة مئوية كحد ادنى و٧٨درجة مئوية كحد اقصي), وهي بمعدل ثابت تقريبا طوال اليوم (مع حدوث زيادة طفيفة في منتصف اليوم).
- تقل درجة حرارة الماء الخارج من المجمع الشمسي ليلا تتراوح مابين(٢٧-٣٠) درجة مئوية ٢٥درجة وتبدأ في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية ظهرا حيث تصل الى ١٠٠درجة مئوية وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى.

٣- متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري (Tank heat) ليوم ١٩ يونيو:

متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري للوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



الملاحظات التحليلية:

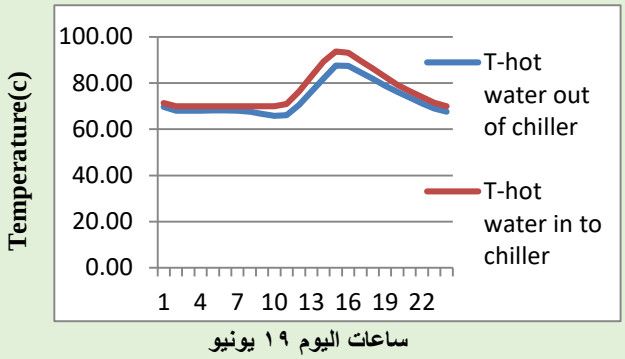
بعد خروج الماء الساخن من المجمع الشمسي يمر بمبادل حراري مساعد (auxiliary heater) للحفاظ على حرارة الماء وكمسخن مساعد في حالة الايام الغائمة او في حالة ضعف الاشعاع الشمسي ومنه يتم نقل الحرارة الى الخزان الحراري , ويوضح الشكل المقابل متوسط لدرجات حرارة الخزان الحراري ساعيا على مدار اليوم المختار ١٩ يونيو في الوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب , وقد تم ملاحظة التالي:

- عند ساعات توقف عمل منظومة التبريد عن العمل نجد ان درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري تبدأ بالإنخفاض النسبي دون فقد كبير في حرارتها وذلك نتيجة العزل الجيد للخزان الحراري.
- وكذلك تنخفض درجة حرارة الخزان عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٦٧ درجة مئوية وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري المساعد.
- وتدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال ساعات اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لهاعند الثانية ظهرا (٩٦ درجة مئوية) عند أقصى إشعاع شمسي.
- عند بداية عمل منظومة التبريد نلاحظ انخفاض الطاقة الحرارية داخل الخزان الحراري ويعوض ذلك الانخفاض في الحرارة بالمبادل الحراري المساعد والمتصل بالخزان الحراري وذلك حتى تعمل المنظومة بكامل كفائتها وتتم دورة التبريد المطلوبة.
- نلاحظ ان درجات الحرارة داخل الخزان الحراري تنخفض عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٦٧ درجة مئوية, اي اقل من درجة حرارة الماء المطلوبة عند دخولها للمنظومة (لايقل عن ٨٠ درجة مئوية) لاتمام التبريد, وذلك بسبب انخفاض

درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري وتزداد تدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لها ٩٦ درجة مئوية عند أقصى أشعاع شمسي .

٤- درجات حرارة دخول وخروج الماءالساخن من المولد (generator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء الساخن من المولد للوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

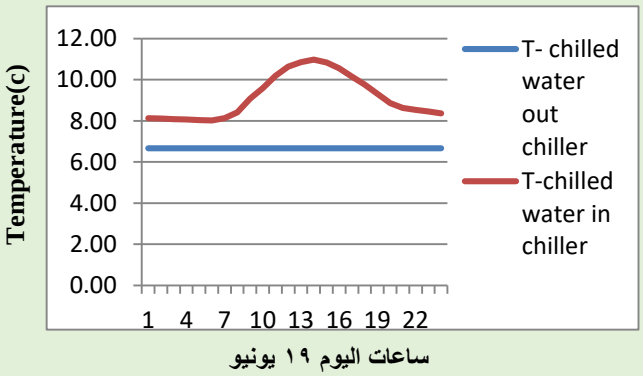


الملاحظات التحليلية:

- عندما تتوقف منظومة التبريد عن العمل ليلا تحدث حالة من الانخفاض التدريجي لدرجات الحرارة للماء الساخن القادم من المجمع الشمسي (collector)الي المولد(generator) والخارج منه بإتجاه المكثف (condencer) المتواجدان بداخل وحدة التبريد الامتصاصية (Absorption chiller unite) .
- تصل درجات حرارة الدخول والخروج للماء الساخن الى اقصى حالاتها بعد ساعتين من منتصف النهار بسبب قوة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت .
- تتقارب درجات حرارة دخول وخروج الماء الساخن الى المولد(generator) مابين (٦٥- ٧٠) درجة مئوية, ٧٠ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٦٥ درجة للماء الساخن الخارج من المولد.
- وتبدأ درجات الحرارة في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية والثالثة ظهرا حيث تتراوح مابين(٨٧-٩٤) درجة مئوية ٩٤ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٨٧ درجة للماء الساخن الخارج من المولد, وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(جنوب / غرب) للدور السطح.

٥- درجات حرارة دخول وخروج الماء المبرد من المبخر(evaborator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص (Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء المبرد من المبخر لوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



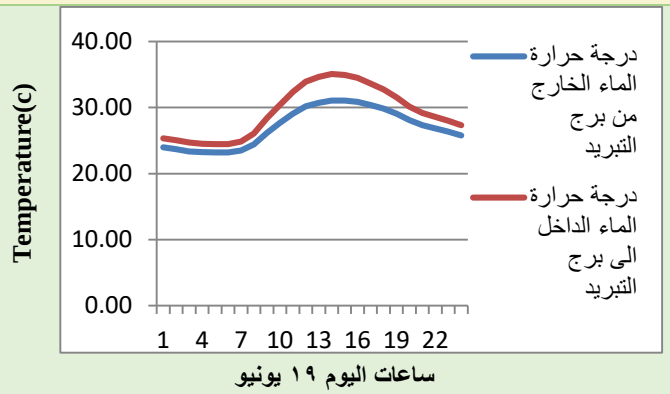
الملاحظات التحليلية:

- تعتبر محاكاة درجة حرارة الماء المبرد (Chilled Water) الخارج من وحدة التبريد بالامتصاص متغيرا هاما ومؤشرا رئيسيا في قياس نجاح اداء المنظومة من عدمها , وتكون درجة حرارة الماء المبرد(٧ درجة مئوية) كما ذكرنا سابقا عند التعرف على طريقة عمل المنظومة , لذلك فعند اجراء المحاكاة وكانت درجة حرارة الماء المبرد (٧ درجة مئوية) طوال ساعات اليوم فإن ذلك يدل على نجاح عملية المحاكاة, أما في حالة الإختلاف الكبير عن درجة الحرارة للماء المبرد المعروفة , فذلك يدل على حدوث خطأ في عملية المحاكاة للمنظومة التبريدية.
- عند تشغيل المنظومة يخرج الماء المبرد من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaborator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية فيمتص جزء من الحمل الحراري ويرجع مرة اخري الى المبخر قادما من المكثف (condencer)عند ١٢ درجة مئوية, حيث ان درجة حرارة الماء الراجع لا ترتفع كثيرا وذلك نظرا لارتفاع معدل التدفق

- في الدور السطح في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(جنوب–غرب) نجد ان الماء المبرد الخارج من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaborator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية ثابتة ,بينما تتدرج في الزيادة درجات الحرارة للماء المبرد الداخل الى المبخر حتى تصل الى ١١درجة مئوية كحد اقصى في الثانية ظهرا ثم تتدرج في الانخفاض مرة اخري .

٦- درجات حرارة دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) للوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

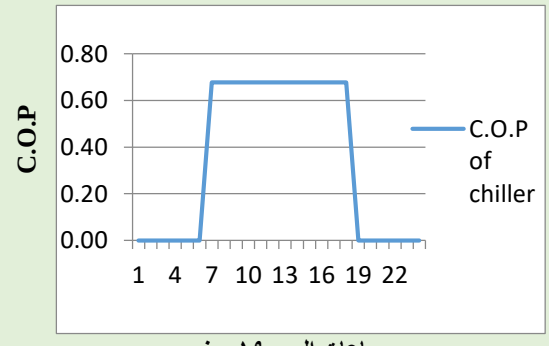


الملاحظات التحليلية:

- تتقارب درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد في ساعات الليل وتبدا بالتباين والاختلاف مع الساعات الاولى من النهار فتزداد تدريجيا حتى تصل لاعلى القيم في الثانية بعد الظهر ثم تتدرج في الانخفاض التدريجي مرة اخري بحلول المساء.
- تزداد درجة حرارة الماء الداخل الى برج التبريد (cooling tower) نتيجة لزيادة حمل التبريد الناتج من ارتفاع درجة الحرارة داخل المكثف (condenser) داخل وحدة التبريد الامتصاصية وتصل الي اقصى درجة لها في الظهيره (٣٧ درجة مئوية) في الوحدة (جنوب–غرب) ذات الغلاف الخارجي الأنسب بالدور السطح.
- تنخفض درجة حرارة الماء الخارج من برج التبريد عن الداخل اليه والمتجه نحو المبخر ويصل في اقصى درجاته (٣١درجة مئوية) .

٧- معامل الأداء (C.O.P) لوحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) يوم ١٩ يونيو:

معامل الاداء (C.O.P)لمنظومة التبريد للوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



الملاحظات التحليلية:

- من خلال محاكاة عمل منظومة التبريد الحرارية الشمسية خلال موسم الصيف (يونيو–سبتمبر) وجد ان متوسط معامل الاداء **C.O.P** لوحدة التبريد الامتصاصية في الوحدة (جنوب–غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الأنسب يساوي (٠,٧) من الواحد الصحيح خلال ساعات اليوم وهو مدى مقبول لكفاءة اداء وحدة التبريد الامتصاصية.
- يبدا قياس مؤشر معامل اداء منظومة التبريد منذ بدء عملها في ساعات الصباح الأولى السابعة صباحا وحتى توقفها عن العمل مع حلول المساء في الثامنة مساء، وماعدا ذلك من ساعات اليوم تكون قيمة مؤشر معامل الأداء صفر.

٨- منحنيات دخول وخروج الطاقات من الخزان الحراري (storage tanke) ليوم ١٩ يونيو:

يعتبر الخزان الحراري حجر الزاوية الرئيسي ومصدر الطاقات التي تشغل وحدة التبريد الامتصاصية وبالتالي تشغيل المنظومة الحرارية التبريدية الشمسية ككل , وفيما يلي توضيح للطاقات الداخلة والخارجة من الخزان الحراري وهم اربعة انواع من الطاقات المتدفقة كالتالي:

١-الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد "Q Auxailary"

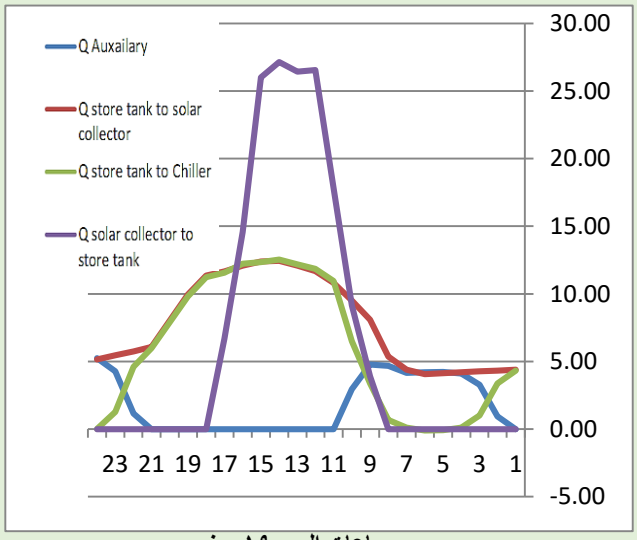
٢-الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى المجمع الشمسي "Q store tank to solar collector"

٣- الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى وحدة التبريد الامتصاصية "Q store tank to Chiller"

٤- الطاقة المتدفقة من المجمع الشمسي الى الخزان الحراري "Q solar collector to store tank"

تدفق الطاقات داخل الخزان الحراري للوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- ان معدل تدفق الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد يتناسب عكسيا مع معدل تدفق الطاقة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, وذلك منطقي بسبب ان السخان الكهربي المساعد لايعمل الا في حالة ضعف شدة الاشعاع الشمسي او في الايام الغائمة او اثناء الرغبة في تشغيل المنظومة ليلا.
- بينما يتناسب معدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو وحدة التبريد الامتصاصية ومعدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو المجمع الشمسي طرديا طوال ساعات عمل المنظومة.
- ان اعلى نسبة في الطاقات المتدفقة تلك المنتجة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري ,حيث تصل الى ٢٨ كيلو وات/ساعة في اقصى درجاتها خلال اليوم ١٩ يونيو.

٩- حساب قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية:

قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد للوحدة (جنوب غرب) للدور السطح بالغلاف الخارجي الانسب:

تم إجراء المحاكاة الديناميكية لإختبار أداء المنظومة طوال العام ووجد أن الأشهر الأكثر تأثيرا في تقييم نجاحها هي شهور موسم الصيف ،أما ماعدا ذلك من باقي شهور العام فيمكن إهمال(Neglecting) قراءات ونتائج منظومة التبريد الشمسي بها وذلك لان قيم اداءها بالسالب او الصفر ، وذلك منطقي لأن منظومة التبريد تعمل بكفاءة وبكامل طاقتها في موسم الصيف ،لذا وبناء على نتيجة قراءات المحاكاة الديناميكيا طوال العام تم اعتبار التوفير الموسمي في الكهرباء عن موسم الصيف(يونيو-سبتمبر)هو المؤشر السنوي لما توفره منظومة التبريد الشمسية في الإستهلاك الكهربي المعتاد لتبريد الوحدة السكنية (جنوب غرب) للدور السطح محل الدراسة البحثية ،الحسابات طبقا للأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة للعام (٢٠١٩ - ٢٠٢٠) ، والحسابات تمت على أساس توفير الدعم للشرائح الثلاث الأولى، الحسابات تمت بتقسيم الإستهلاك الشهري طبقا للشرائح المحدده وحساب قيمة الإستهلاك شهريا ومن ثم التجميع لحساب القيمه الإجماليه السنويه لكل وحده وذلك لكلا من البديل الأساسي وبدائل الغلاف الخارجي لإستخراج قيمة الفارق والذي يعد القيمة التي تم توفيرها.

كما بالجدول التالي:

القيم / الشهر	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator K.W (الإستهلاك المعتاد)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar K.W (الوفر في الطاقة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs K.W (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs الجنية المصري (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator الجنية المصري (الإستهلاك المعتاد)	التوفير الشهري بالنسبة المئوية (%)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar الجنية المصري (الوفر في الطاقة)
يونيو	٦٥٥٩	٤٩٦٢	١٥٩٧	٢٣١٥	٩٥١٠	٧٥٪	٧١٩٤
يوليو	٦٨٨٣	٥٠٢٢	١٨٦١	٢٦٩٨	٩٩٨٠	٧٢٪	٧٢٨١
أغسطس	٦٩٤٠	٤٨٥٣	٢٠٨٧	٣٠٢٦	١٠٠٦	٦٩٪	٧٠٣٦
سبتمبر	٦٥٨٧	٤٦٤٢	١٩٤٥	٢٨٢٠	٩٥٥١	٧٠٪	٧٦٣٠
الأجمالي	٢٦٩٦٩	١٩٤٧٩	٧٤٩٠	١٠٨٥٩	٣٠٠٤٧	–	٣٠١٤١
المتوسط الشهري	٦٧٤٢	٤٨٦٩	١٨٧٢	٢٧١٤	٧٥١٢	٧٢٪	٧٠٦٠

١٠-حساب معيار فترة الإسترداد Payback Method لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بعد دمجها في الوحدة السكنية:

قيمة فترة الإسترداد بالسنه لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي Solar Absorption cooling Chiller System للوحدة السكنية (جنوب/غرب)بالدور السطح :

ونظرا لأهمية وعدم إغفال البعد الإقتصادي في الدراسة التطبيقية للمشروع تم إجراء دراسات اقتصادية بهدف استكمال الركيزة الاساسية للدراسة وهي تحقيق الترشيد والتوفير في التكاليف المعتادة وتم ذلك من خلال دراسة مدى الوفر الاقتصادي واستخدام طريقة (دراسة معيار فترة الإسترداد Payback Method) وذلك لتطبيقها في المشروع والإستعانة بها كدليل ومنظور إقتصادي إسترشادي مبسط ومقبول لإختبار مدى امكانية استخدام منظومة التبريد إقتصاديا :

يمكن حسابها من المعدله المبسطه التاليه:

$$\text{فترة الإسترداد (سنه)} = \frac{\text{تكلفة الإستثمار}}{\text{العائد المتوقع سنويا}}$$

ومن خلال تلك الدراسه البحثيه يمكن إعتبار التالي:

تكلفة الإستثمار: هي تكلفة منظومة التبريد الشمسي وسيتم حسابها من واقع التكلفه الفعليه طبقا لأسعار السوق خلال ذلك العام.

العائد المتوقع سنويا: هو قيمة المبلغ الذي تم توفيره من خلال ترشيد إستهلاك الطاقه سنويا، وسيتم حسابه من خلال التكلفه الفعليه لإستهلاك الكهرباء طبقا للشرائح التصاعديه كما بالجدول التالي:

تكلفة تركيب منظومة التبريد الشمسي	قيمة الوفر في الطاقه السنوي	فترة الإسترداد (سنه)
٤٨٠٠٠	٣٠١٤١	١.٥

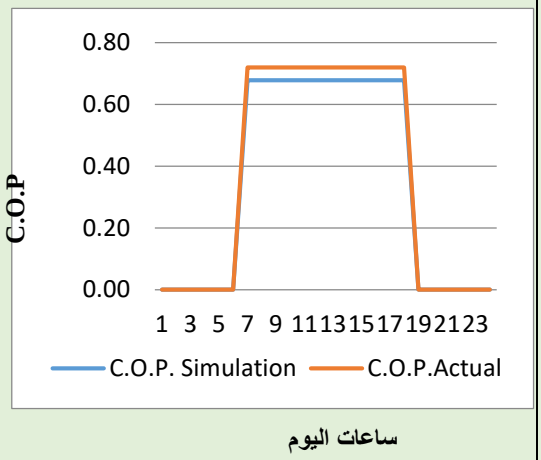
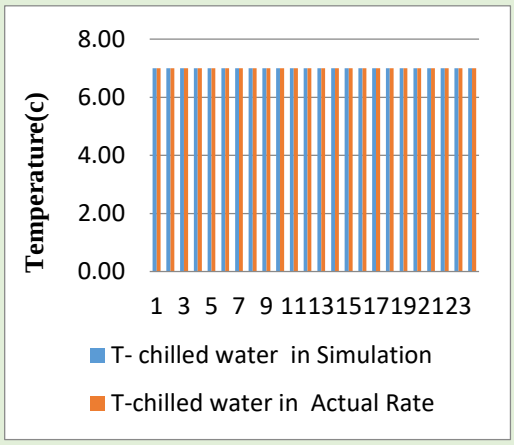
نتيجة المحاكاة الديناميكية لأداء منظومة التبريد الحرارى الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (جنوب/غرب) بالدور السطح ذات الغلاف الخارجي الأنسب:

بعد إجراء عملية المحاكاة الديناميكية للمنظومة التبريدية تم التوصل للنتائج التالية:

- تقارب بيانات عملية المحاكاة الديناميكية الإفتراضية لجميع مراحل وخطوات عمل المنظومة التبريدية مع مراحل وخطوات عملها الحقيقية (السابقة شرحها عند التعريف بأنظمة التبريد في الفصل الثالث).
- مقارنة اهم القراءات والمؤشرات المؤثرة في عمل منظومة التبريد بين نتائج المحاكاة بالوحدة السكنية ومؤشرات الشركة

المصنعة [٤](تم إختيار أكثر المؤشرات الدالة على كفاءة عمل المنظومة طبقا للشركة المصنعة لها):

- تم التأكد من نجاح مؤشرات وقراءات عمل المنظومة ومطابقتها للمدى المقبول للقراءات والمؤشرات الفعلية للمنظومة

الجهة / المؤشر	(Actual القيمةRate) الفعلية	(Simulation القيمةRate) الإفتراضية	المقارنة بين القيمة الفعلية والإفتراضية لأهم المؤشرات لكفاءة منظومة التبريد الحرارية الشمسية الإمتصاصية.
معامل الاداء والكفاءة للمنظومة C.O.P	الشركة المصنعة لمنظومة التبريد C.O.P.=٠,٧٢	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ج/غ)سطح C.O.P.=٠,٧٠	
درجة حرارة الماء المبرد الخارج من وحدة الامتصاص Chilled Water	الشركةالمصنعة لمنظومة التبريد Chilled Water=٧c	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ج/غ) سطح Chilled Water=٧c	

الحرارية الشمسية الامتصاصية طبقا للشركة المصنعة لها في تغطية الأحمال الحرارية داخل الوحدة السكنية ، وإن تقارب وتطابق القراءات والمؤشرات دليل على نجاح عملية المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (جنوب/غرب) بالدور السطح ذات الغلاف الخارجي الأنسب.

- تم التاكد من تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة طوال موسم الصيف في حال تطبيق تركيبها بالوحدة السكنية فعليا.
- تم الحصول على وفر في الإستهلاك الكهربي الشهري المعتاد ومقداره(٧٢٪) بما يعادل ٧٠٦٠ جنية مصري.

تم عمل الدراسة الإقتصادية لجدوى إستخدام منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (جنوب/غرب) بالدور السطح ذات الغلاف الخارجي الأنسب بتطبيق معيار فترة الإسترداد ووجد (١,٥) سنوات وهي فترة مقبولة إقتصاديا.

المصدر :(الباحثة،٢٠١٩).

[٤] www.lgeaircon.com on ١-١-٢٠٢٠

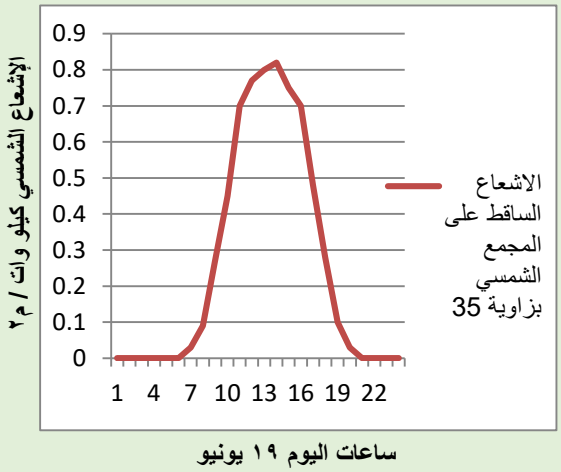
٥-٨-٥-٣-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (شمال/شرق) بالدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب:

جدول (٥- ١٢) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية (شمال / شرق) بالغلاف الخارجي الأنسب يوم ١٩ يونيو بالدور المتكرر:

١- شدة الاشعاع الشمسي على المجمع الشمسي لمدينة القاهرة ليوم ١٩ يونيو:

الاشعاع الشمسي على السطح المائل للمجمع الشمسي بالكيلو وات / م٢، للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:

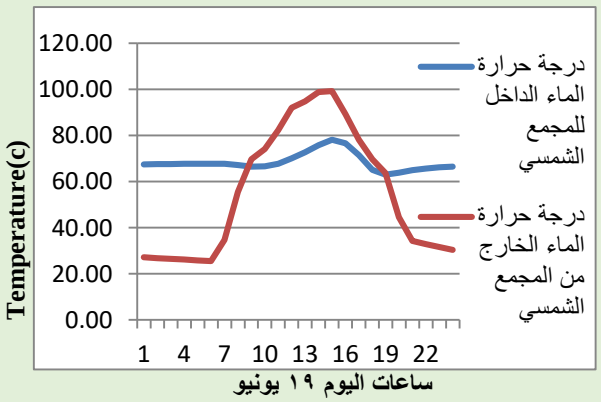


- لمحاكاة المنظومة ديناميكيا يتطلب الأمر توفر بيانات الإشعاع الشمسي للمكان موضوع الدراسة, وقد تم إستعمال بيانات الطقس والإشعاع الشمسي المتاحة لمدينة القاهرة ضمن قواعد بيانات برنامج المحاكاة (TRNSYS) ويوضح الشكل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على المجمع الشمسي المستخدم المائل بزاوية ٣٥ درجة , خلال يوم ١٩ يونيو.
- يتزايد كمية الاشعاع الشمسي تدريجيا منذ الصباح وحتى الظهيرة كأقصي شدة (٠,٨٢) كيلو وات/م٢ ثم تبدا بالإنخفاض التدريجي حتي حلول ساعات الليل.
- ان افضل زاوية ميل للمجمع الشمسي هي ٣٥ درجة, ولذلك دائما ما تكون زوايا ميل المجمعات الشمسية في مشروعات الطاقة الشمسية مصر ٣٥ درجة باتجاة الجنوب.[٥]

٢- درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع الشمسي ليوم ١٩ يونيو:

درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- في ساعات توقف منظومة التبريدعن العمل ليلا تكون درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي هي نفس درجة حرارة الوسط المحيط بها
- ثم منذ شروق الشمس تبدأ درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي في الارتفاع قبل بدء تشغيل منظومة التبريد.
- مع بداية تشغيل المنظومة تبدا درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمعات الشمسية بالتباين والاختلاف وتصل درجة حرارة الماء الخارج الي ذروتها في الارتفاع بعد منتصف النهار عند الساعة الثانية ظهرا (١٠٠درجة مئوية) وذلك لقوة وشدة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت.

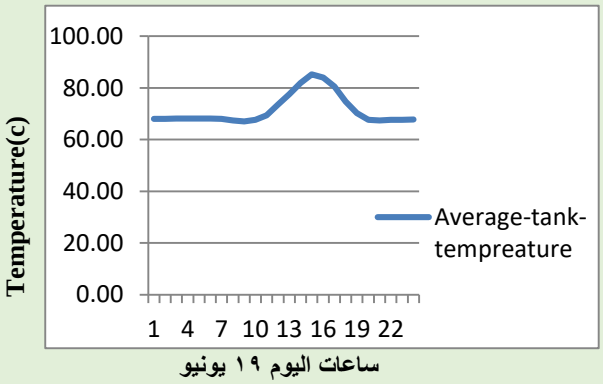
[٥] https://ise-eg.com/ar.on ٢٥-١٢-٢٠١٩

- تتراوح درجات حرارة دخول الماء الى المجمع الشمسي مابين (٦٦ درجة مئوية كحد ادنى و٧٨درجة مئوية كحد اقصي), وهي بمعدل ثابت تقريبا طوال اليوم (مع حدوث زيادة طفيفة في منتصف اليوم).
- تقل درجة حرارة الماء الخارج من المجمع الشمسي ليلا تتراوح مابين(٢٧-٣٠) درجة مئوية ٢٥درجة وتبدأ في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية ظهرا حيث تصل الى ١٠٠درجة مئوية وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى.

٣ـ متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري (Tank heat) ليوم ١٩ يونيو:

متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



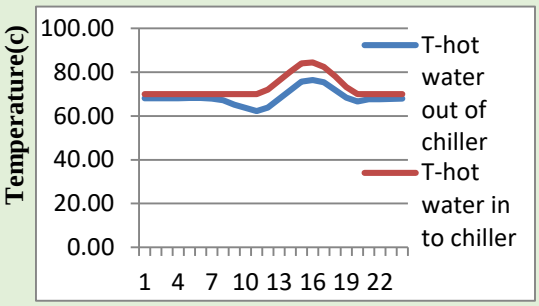
بعد خروج الماء الساخن من المجمع الشمسي يمر بمبادل حراري مساعد (auxiliary heater) للحفاظ على حرارة الماء وكمسخن مساعد في حالة الايام الغائمة او في حالة ضعف الاشعاع الشمسي ومنه يتم نقل الحرارة الى الخزان الحراري , ويوضح الشكل المقابل متوسط لدرجات حرارة الخزان الحراري ساعيا على مدار اليوم المختار ١٩ يونيو في الوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب , وقد تم ملاحظة التالي:

- عند ساعات توقف عمل منظومة التبريد عن العمل نجد ان درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري تبدأ بالإنخفاض النسبي الطفيف دون فقد كبير في حرارتها وذلك نتيجة العزل الجيد للخزان الحراري.
- وكذلك تنخفض درجة حرارة الخزان عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٦٧ درجة مئوية وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري المساعد.
- وتدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال ساعات اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لهاعند الثانية ظهرا (٨٥ درجة مئوية) عند أقصى إشعاع شمسي.
- عند بداية عمل منظومة التبريد نلاحظ انخفاض الطاقة الحرارية داخل الخزان الحراري ويعوض ذلك الانخفاض في الحرارة بالمبادل الحراري المساعد والمتصل بالخزان الحراري وذلك حتى تعمل المنظومة بكامل كفائتها وتتم دورة التبريد المطلوبة.
- نلاحظ ان درجات الحرارة داخل الخزان الحراري تنخفض عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٦٧ درجة مئوية, اي اقل من درجة حرارة الماء المطلوبة عند دخولها للمنظومة (لايقل عن ٨٠ درجة مئوية) لاتمام التبريد, وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري وتزداد تدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لها ٨٥ درجة مئوية عند أقصى أشعاع شمسي .

٤ـ درجات حرارة دخول وخروج الماءالساخن من المولد (generator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء الساخن من المولد للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:

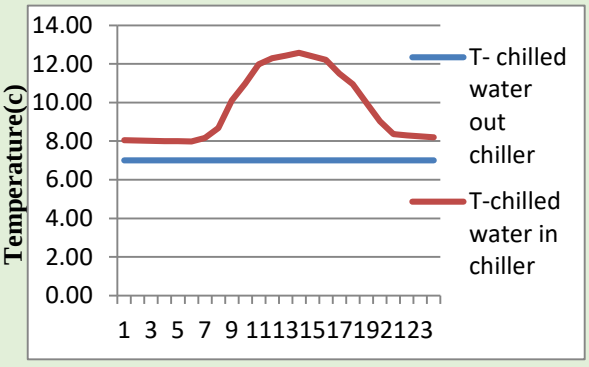


- عندما تتوقف منظومة التبريد عن العمل ليلا تحدث حالة من الانخفاض التدريجي لدرجات الحرارة للماء الساخن القادم من المجمع الشمسي (collector)الي المولد(generator) والخارج منه بإتجاه المكثف (condencer)المتواجدان بداخل وحدة التبريد الامتصاصية (Absorption chiller unite)
- تصل درجات حرارة الدخول والخروج للماء الساخن الى اقصى حالاتها بعد ساعتين من منتصف النهار بسبب قوة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت .
- تتقارب درجات حرارة دخول وخروج الماء الساخن الى المولد(generator) مابين (٦٧-٧٠) درجة مئوية, ٧٠ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٦٧ درجة للماء الساخن الخارج من المولد.
- وتبدأ درجات الحرارة في التباين والإختلاف مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل بالزيادة التدريجية الى ذروتها في الثانية والثالثة ظهرا حيث تتراوح مابين(٧٦-٨٥) درجة مئوية ٨٥ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٧٦ درجة للماء الساخن الخارج من المولد, وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(ش/ق) للدور المتكرر.

٥ـ درجات حرارة دخول وخروج الماء المبرد من المبخر(evaporator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص (Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء المبرد من المبخر لوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- تعتبر محاكاة درجة حرارة الماء المبرد (Chilled Water) الخارج من وحدة التبريد بالامتصاص متغيرا هاما ومؤشرا رئيسيا في قياس نجاح اداء المنظومة من عدمها , وتكون درجة حرارة الماء المبرد(٧ درجة مئوية) كما ذكرنا سابقا عند التعرف على طريقة عمل المنظومة , لذلك فعند اجراء المحاكاة وكانت درجة حرارة الماء المبرد (٧ درجة مئوية) طوال ساعات اليوم فإن ذلك يدل على نجاح عملية المحاكاة, أما في حالة الإختلاف الكبير عن درجة الحرارة للماء المبرد المعروفة , فذلك يدل على حدوث خطأ في عملية المحاكاة للمنظومة التبريدية.
- عند تشغيل المنظومة يخرج الماء المبرد من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaporator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية فيمتص جزء من الحمل الحراري ويرجع مرة اخري

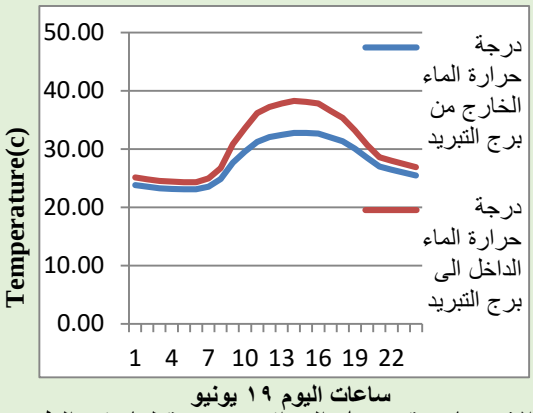
الى المبخر قادما من المكثف (condenser)عند ١٢ درجة مئوية, حيث ان درجة حرارة الماء الراجع لا ترتفع كثيرا وذلك نظرا لارتفاع معدل التدفق .

- في الدور المتكرر في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(شمال شرق) نجد ان الماء المبرد الخارج من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaporator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية ثابتة ,بينما تتدرج في الزيادة درجات الحرارة للماء المبرد الداخل الى المبخر حتى تصل الى ١١درجة مئوية كحد اقصى في الثانية ظهرا ثم تتدرج في الانخفاض مرة اخري .

٦- درجات حرارة دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:

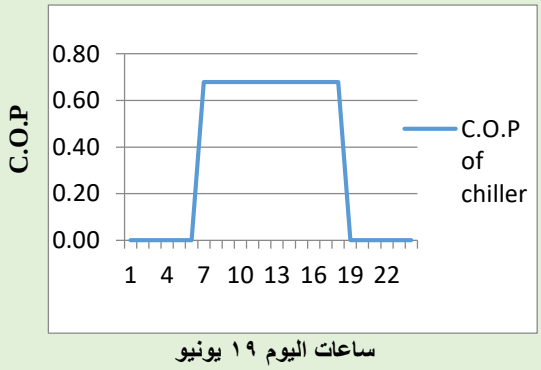


- تتقارب درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد في ساعات الليل وتبدا بالتباين والاختلاف مع الساعات الاولى من النهار فتزداد تدريجيا حتى تصل لاعلى القيم في الثانية بعد الظهر ثم تتدرج في الانخفاض التدريجي مرة اخري بحلول المساء.
- تزداد درجة حرارة الماء الداخل الى برج التبريد (cooling tower) نتيجة لزيادة حمل التبريد الناتج من ارتفاع درجة الحرارة داخل المكثف (condenser) داخل وحدة التبريد الامتصاصية وتصل الي اقصى درجة لها في الظهيره (٣٨ درجة مئوية) في الوحدة (شمال–شرق) ذات الغلاف الخارجي الأنسب بالدور المتكرر.
- تنخفض درجة حرارة الماء الخارج من برج التبريد عن الداخل اليه والمتجه نحو المبخر ويصل في اقصى درجاته الى (٣٢درجة مئوية) .

٧- معامل الأداء (C.O.P) لوحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) يوم ١٩ يونيو:

معامل الاداء (C.O.P)لمنظومة التبريد للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- من خلال محاكاة عمل منظومة التبريد الحرارية الشمسية خلال موسم الصيف (يونيو–سبتمبر) وجد ان متوسط معامل الاداء**C.O.P** لوحدة التبريد الامتصاصية في الوحدة (شمال– شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب يساوي (٠,٧) من الواحد الصحيح خلال ساعات اليوم وهو مدى مقبول لكفاءة اداء وحدة التبريد الامتصاصية.
- يبدا قياس مؤشر معامل اداء منظومة التبريد منذ بدء عملها في ساعات الصباح الأولى السابعة صباحا وحتى توقفها عن العمل مع حلول المساء في الثامنة مساء، وماعدا ذلك من ساعات اليوم تكون قيمة مؤشر معامل الأداء صفر.

٨- منحنيات دخول وخروج الطاقات من الخزان الحراري (storage tanke) ليوم ١٩ يونيو:

يعتبر الخزان الحراري حجر الزاوية الرئيسي ومصدر الطاقات التي تشغل وحدة التبريد الامتصاصية وبالتالي تشغيل المنظومة الحرارية التبريدية الشمسية ككل , وفيما يلي توضيح للطاقات الداخلة والخارجة من الخزان الحراري وهم اربعة انواع من الطاقات المتدفقة كالتالي:

١-الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد "Q Auxailary"

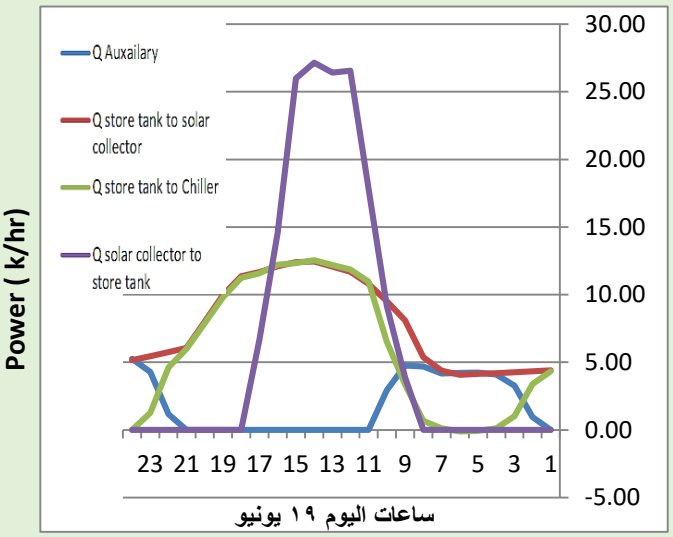
٢-الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى المجمع الشمسي "Q store tank to solar collector"

٣-الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى وحدة التبريد الامتصاصية "Q store tank to Chiller"

٤-الطاقة المتدفقة من المجمع الشمسي الى الخزان الحراري "Q solar collector to store tank"

تدفق الطاقات داخل الخزان الحراري للوحدة (شمال شرق) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- ان معدل تدفق الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد يتناسب عكسيا مع معدل تدفق الطاقة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, وذلك منطقي بسبب ان السخان الكهربي المساعد لايعمل الا في حالة ضعف شدة الاشعاع الشمسي او في الايام الغائمة او اثناء الرغبة في تشغيل المنظومة ليلا.
- بينما يتناسب معدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو وحدة التبريد الامتصاصية ومعدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو المجمع الشمسي طرديا طوال ساعات عمل المنظومة.
- ان اعلى نسبة في الطاقات المتدفقة تلك المنتجة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, حيث تصل الى ٢٧ كيلو وات/ساعة في اقصى درجاتها خلال اليوم ١٩ يونيو.

٩- حساب قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية:

قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد للوحدة (شمال شرق) للدور متكرر بالغلاف الخارجي الانسب:

تم إجراء المحاكاة الديناميكية لإختبار أداء المنظومة طوال العام ووجد أن الأشهر الأكثر تأثيرا في تقييم نجاحها هي شهور موسم الصيف ،أما ماعدا ذلك من باقي شهور العام فيمكن إهمال(Neglecting) قراءات ونتائج منظومة التبريد الشمسي بها وذلك لان قيم اداءها بالسالب او الصفر ، وذلك منطقي لأن منظومة التبريد تعمل بكفاءة وبكامل طاقتها في موسم الصيف ،لذا وبناء على نتيجة قراءات المحاكاة الديناميكيا طوال العام تم اعتبار التوفير الموسمي في الكهرباء عن موسم الصيف(يونيو-سبتمبر)هو المؤشر السنوي لما توفره منظومة التبريد الشمسية في الإستهلاك الكهربي المعتاد لتبريد الوحدة السكنية (شمال شرق) للدور المتكرر محل الدراسة البحثية ،الحسابات طبقا للأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة للعام (٢٠١٩ - ٢٠٢٠) ، والحسابات تمت على أساس توفير الدعم للشرائح الثلاث الأولى، الحسابات تمت بتقسيم الإستهلاك الشهري طبقا للشرائح المحدده وحساب

قيمة الإستهلاك شهريا ومن ثم التجميع لحساب القيمه الإجماليه السنويه لكل وحده وذلك لكلا من البديل الأساسي وبدائل الغلاف الخارجي لإستخراج قيمة الفارق والذي يعد القيمة التي تم توفيرها.

كما بالجدول التالي:

القيم / الشهر	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator K.W (الإستهلاك المعتاد)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar K.W (الوفر في الطاقة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs K.W (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs الجنية المصري (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator الجنية المصري (الإستهلاك المعتاد)	التوفير الشهري بالنسبة المئوية (%)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar الجنية المصري (الوفر في الطاقة)
يونيو	٤٨٥٦	٣٨٥٥	١٠٠١	٧١٣	٧٠٤١	٧٩٪	٥٥٨٩
يوليو	٥٠٩٢	٤٠٠٣	١٠٨٩	١٥٧٩	٧٣٨٤	٧٨٪	٧٣٨٣
أغسطس	٤٨٣٠	٣٩٦١	٨٦٩	٨٩٩	٧٠٠٣	٨٢٪	٥٧٤٣
سبتمبر	٤١٦٠	٣٨٩٠	٢٧٠	١٥٧	٦٠٣٢	٩٣٪	٥٦٤٠
الأجمالي	١٨٩٣٨	١٥٧٠٩	٣٢٢٩	٣٣٤٨	٢٧٤٦٠	-	١٦٩٧٢
المتوسط الشهري	٤٧٣٥	٣٩٢٧	٨٠٨	٨٣٧	٦٨٦٥	٨٣٪	٤٢٤٣

١٠-حساب معيار فترة الإسترداد Payback Method لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بعد دمجها في الوحدة السكنية:

قيمة فترة الإسترداد بالسنه لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي Solar Absorption cooling Chiller System للوحدة السكنية (شمال/شرق)بالدور المتكرر :

ونظرا لأهمية وعدم إغفال البعد الإقتصادي في الدراسة التطبيقية للمشروع تم إجراء دراسات اقتصادية بهدف استكمال الركيزة الاساسية للدراسة وهي تحقيق الترشيد والتوفير في التكاليف المعتادة وتم ذلك من خلال دراسة مدى الوفر الاقتصادي واستخدام طريقة (دراسة معيار فترة الإسترداد Payback Method) وذلك لتطبيقها في المشروع والإستعانة بها كدليل ومنظور إقتصادي إسترشادي مبسط ومقبول لإختبار مدى امكانية استخدام منظومة التبريد إقتصاديا :

يمكن حسابها من المعدله المبسطه التاليه:

$$\text{فترة الإسترداد (سنه)} = \frac{\text{تكلفة الإستثمار}}{\text{العائد المتوقع سنويا}}$$

ومن خلال تلك الدراسه البحثيه يمكن إعتبار التالي:

تكلفة الإستثمار: هي تكلفة منظومة التبريد الشمسي وسيتم حسابها من واقع التكلفه الفعليه طبقا لأسعار السوق خلال ذلك العام.

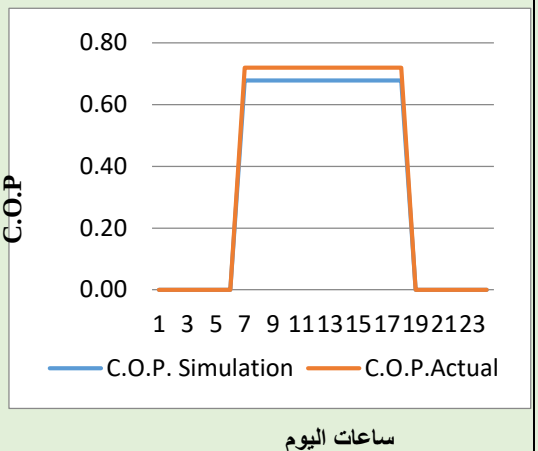
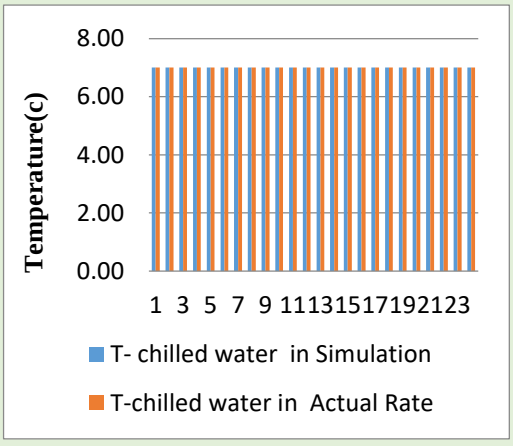
العائد المتوقع سنويا: هو قيمة المبلغ الذي تم توفيره من خلال ترشيد إستهلاك الطاقه سنويا، وسيتم حسابه من خلال التكلفه الفعليه لإستهلاك الكهرباء طبقا للشرائح التصاعديه كما بالجدول التالي:

تكلفة تركيب منظومة التبريد الشمسي	قيمة الوفر في الطاقه السنوي	فترة الإسترداد (سنه)
٤٨٠٠٠	١٦٩٧٢	٢,٨

نتيجة المحاكاة الديناميكية لأداء منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (شمال/شرق) بالدور المتكرر ذات الغلاف الخارجي الأنسب:

بعد إجراء عملية المحاكاة الديناميكية للمنظومة التبريدية تم التوصل للنتائج التالية:

- تقارب بيانات عملية المحاكاة الديناميكية الإفتراضية لجميع مراحل وخطوات عمل المنظومة التبريدية مع مراحل وخطوات عملها الحقيقية (السابقة شرحها عند التعريف بأنظمة التبريد في الفصل الثالث).
- مقارنة اهم القراءات والمؤشرات المؤثرة في عمل منظومة التبريد بين نتائج المحاكاة بالوحدة السكنية ومؤشرات الشركة

الجهة / المؤشر	(Actual Rate) القيمة الفعلية	(Simulation Rate) القيمة الإفتراضية	المقارنة بين القيمة الفعلية والإفتراضية لأهم المؤشرات لكفاءة منظومة التبريد الحرارية الشمسية الإمتصاصية.
معامل الاداء والكفاءة للمنظومة C.O.P	الشركة المصنعة لمنظومة التبريد C.O.P.=٠,٧٢	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ش/ق) متكرر C.O.P.=٠,٧٠	
درجة حرارة الماء المبرد الخارج من وحدة الامتصاص Chilled Water	الشركةالمصنعة لمنظومة التبريد Chilled Water=٧c	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ش/ق) متكرر Chilled Water=٧c	

المصنعة [٦](تم إختيار أكثر المؤشرات الدالة على كفاءة عمل المنظومة طبقا للشركة المصنعة لها):

- تم التأكد من نجاح مؤشرات وقراءات عمل المنظومة ومطابقتها للمدى المقبول للقراءات والمؤشرات الفعلية للمنظومة الحرارية الشمسية الامتصاصية طبقا للشركة المصنعة لها في تغطية الأحمال الحرارية داخل الوحدة السكنية ، وإن تقارب وتطابق القراءات والمؤشرات دليل على نجاح عملية المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (شمال/شرق) بالدور المتكرر ذات الغلاف الخارجي الأنسب.

[٦] www.lgeaircon.com on ١-١-٢٠٢٠

- تم التاكد من تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة طوال موسم الصيف في حال تطبيق تركيبها بالوحدة السكنية فعليا.
- تم الحصول على وفر في الإستهلاك الكهربي الشهري المعتاد ومقداره(٨٣٪) بما يعادل ٤٢٤٣ جنيه مصري.
- تم عمل الدراسة الإقتصادية لجدوى إستخدام منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (شمال/شرق) بالدور المتكرر ذات الغلاف الخارجي الأنسب بتطبيق معيار فترة الإسترداد ووجد (٢,٨) سنوات وهي فترة مقبولة إقتصاديا.

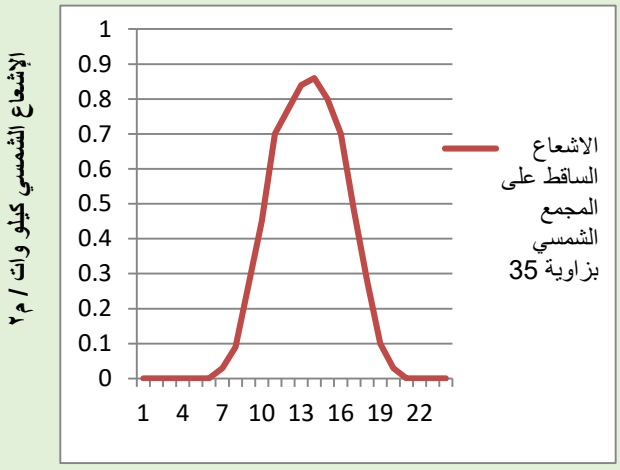
المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٨-٥-٤-قراءات ونتائج محاكاة دمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية (جنوب/غرب) بالدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب:

جدول (٥-١٣) قراءات ونتائج المحاكاة الطبيعية لدمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية (جنوب/ غرب) بالغلاف الخارجي الأنسب يوم ١٩ يونيو بالدور المتكرر:

١- شدة الاشعاع الشمسي على المجمع الشمسي لمدينة القاهرة ليوم ١٩ يونيو:

الاشعاع الشمسي على السطح المائل للمجمع الشمسي بالكيلو وات / م٢، للوحدة (جنوب/غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



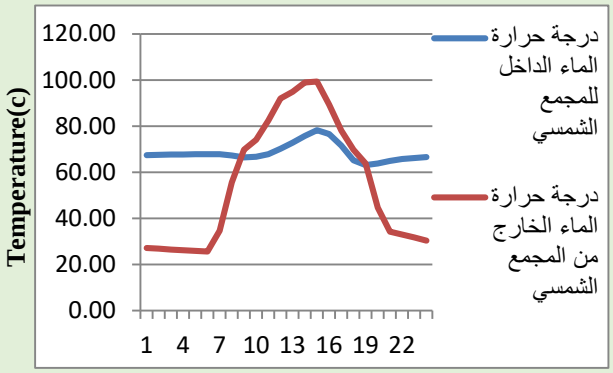
الملاحظات التحليلية:

- لمحاكاة المنظومة ديناميكيا يتطلب الأمر توفر بيانات الإشعاع الشمسي للمكان موضوع الدراسة, وقد تم إستعمال بيانات الطقس والإشعاع الشمسي المتاحة لمدينة القاهرة ضمن قواعد بيانات برنامج المحاكاة (TRNSYS) ويوضح الشكل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على المجمع الشمسي المستخدم المائل بزاوية ٣٥ درجة , خلال يوم ١٩ يونيو.
- يتزايد كمية الاشعاع الشمسي تدريجيا منذ الصباح وحتى الظهيرة كأقصي شدة (٠,٨٦) كيلو وات/م٢ ثم تبدا بالإنخفاض التدريجي حتي حلول ساعات الليل.
- ان افضل زاوية ميل للمجمع الشمسي هي ٣٥ درجة, ولذلك دائما ما تكون زوايا ميل المجمعات الشمسية في مشروعات الطاقة الشمسية مصر ٣٥ درجة باتجاة الجنوب.[٧]

[٧] https://ise-eg.com/ar.on ٢٥-١٢-٢٠١٩

٢ـ درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع الشمسي ليوم ١٩ يونيو:

درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمع للوحدة (جنوب/غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

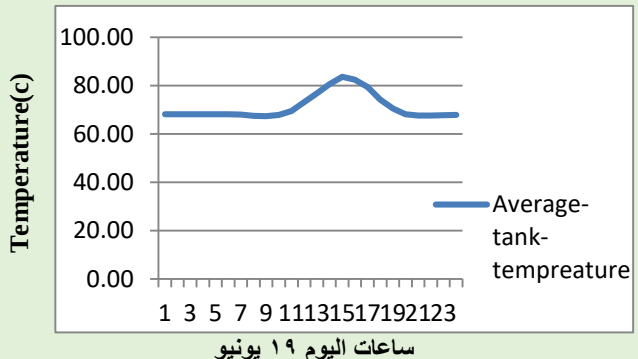


الملاحظات التحليلية:

- في ساعات توقف منظومة التبريدعن العمل ليلا تكون درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي هي نفس درجة حرارة الوسط المحيط بها
- ثم منذ شروق الشمس تبدأ درجة حرارة الماء في المجمع الشمسي في الارتفاع قبل بدء تشغيل منظومة التبريد.
- مع بداية تشغيل المنظومة تبدا درجات حرارة دخول وخروج الماء من المجمعات الشمسية بالتباين والاختلاف وتصل درجة حرارة الماء الخارج الي ذروتها في الارتفاع بعد منتصف النهار عند الساعة الثانية ظهرا (١٠٠درجة مئوية) وذلك لقوة وشدة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت.
- تتراوح درجات حرارة دخول الماء الى المجمع الشمسي مابين (٦٦ درجة مئوية كحد ادنى و٧٨درجة مئوية كحد اقصي), وهي بمعدل ثابت تقريبا طوال اليوم (مع حدوث زيادة طفيفة في منتصف اليوم).
- تقل درجة حرارة الماء الخارج من المجمع الشمسي ليلا تتراوح مابين(٢٧-٣٠) درجة مئوية ٢٥درجة وتبدأ في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية ظهرا حيث تصل الى ١٠٠درجة مئوية وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى.

٣ـ متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري (Tank heat) ليوم ١٩ يونيو:

متوسط درجات الحرارة داخل الخزان الحراري للوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



الملاحظات التحليلية:

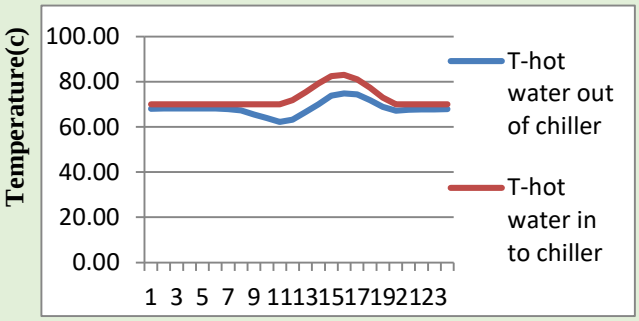
بعد خروج الماء الساخن من المجمع الشمسي يمر بمبادل حراري مساعد (auxiliary heater) للحفاظ على حرارة الماء وكمسخن مساعد في حالة الايام الغائمة او في حالة ضعف الاشعاع الشمسي ومنه يتم نقل الحرارة الى الخزان الحراري , ويوضح الشكل المقابل متوسط لدرجات حرارة الخزان الحراري ساعيا على مدار اليوم المختار ١٩ يونيو في الوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب , وقد تم ملاحظة التالي:

- عند ساعات توقف عمل منظومة التبريد عن العمل نجد ان درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري تبدأ بالإنخفاض النسبي دون فقد كبير في حرارتها وذلك نتيجة العزل الجيد للخزان الحراري.
- وكذلك تنخفض درجة حرارة الخزان عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٦٨ درجة مئوية وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري المساعد.

- وتدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال ساعات اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لهاعند الثانية ظهرا (٨٣ درجة مئوية) عند أقصى إشعاع شمسي.
- عند بداية عمل منظومة التبريد نلاحظ انخفاض الطاقة الحرارية داخل الخزان الحراري ويعوض ذلك الانخفاض في الحرارة بالمبادل الحراري المساعد والمتصل بالخزان الحراري وذلك حتى تعمل المنظومة بكامل كفائتها وتتم دورة التبريد المطلوبة.
- نلاحظ ان درجات الحرارة داخل الخزان الحراري تنخفض عند مرحلة بدء التشغيل لمنظومة التبريد وتكون ٦٧ درجة مئوية, اي اقل من درجة حرارة الماء المطلوبة عند دخولها للمنظومة (لايقل عن ٨٠ درجة مئوية) لاتمام التبريد, وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة الماء القادمة من المبادل الحراري وتزداد تدريجيا مع زيادة الاشعاع الشمسي الساقط على المجمع الشمسي خلال اليوم, تبدأ درجات حرارة الماء داخل الخزان الحراري في الإرتفاع الملحوظ وتصل لأعلى قيمة لها ٨٣ درجة مئوية عند أقصى أشعاع شمسي .

٤ـ درجات حرارة دخول وخروج الماءالساخن من المولد (generator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء الساخن من المولد للوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

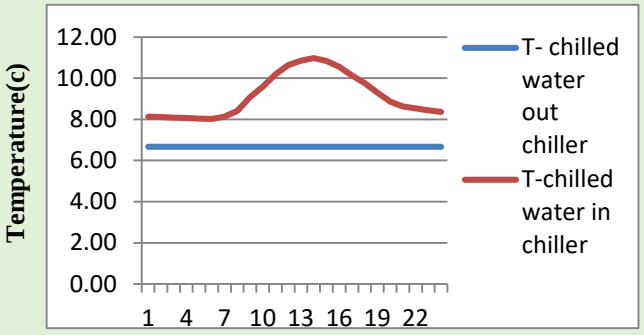


الملاحظات التحليلية:

- عندما تتوقف منظومة التبريد عن العمل ليلا تحدث حالة من الانخفاض التدريجي لدرجات الحرارة للماء الساخن القادم من المجمع الشمسي (collector)الي المولد(generator) والخارج منه بإتجاه المكثف (condencer) المتواجدان بداخل وحدة التبريد الامتصاصية (Absorption chiller unite) .
- تصل درجات حرارة الدخول والخروج للماء الساخن الى اقصى حالاتها بعد ساعتين من منتصف النهار بسبب قوة الاشعاع الشمسي في ذلك الوقت .
- تتقارب درجات حرارة دخول وخروج الماء الساخن الى المولد(generator) مابين (٦٨– ٧٠) درجة مئوية, ٧٠ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٦٨ درجة للماء الساخن الخارج من المولد.
- وتبدأ درجات الحرارة في الزيادة التدريجية مع ساعات النهار الأولى من السابعة صباحا حتى تصل الى ذروتها في الثانية والثالثة ظهرا حيث تتراوح مابين(٧٥–٨٣) درجة مئوية ٨٣ درجة للماء الساخن الداخل الى المولد , ٧٥درجة للماء الساخن الخارج من المولد, وبعد ذلك تبدأ في الإنخفاض التدريجي بحلول المساء مرة أخرى في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(جنوب / غرب) للدور المتكرر.

٥- درجات حرارة دخول وخروج الماء المبرد من المبخر(evaborator) الموجود داخل وحدة التبريد بالامتصاص (Absorption chiller unite) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء المبرد من المبخر لوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

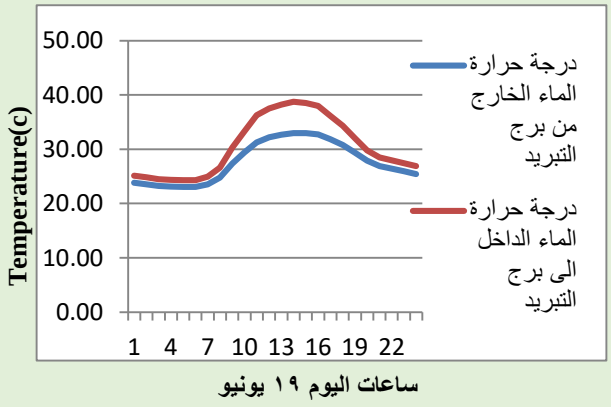


الملاحظات التحليلية:

- تعتبر محاكاة درجة حرارة الماء المبرد (Chilled Water) الخارج من وحدة التبريد بالامتصاص متغيرا هاما ومؤشرا رئيسيا في قياس نجاح اداء المنظومة من عدمها , وتكون درجة حرارة الماء المبرد(٧ درجة مئوية) كما ذكرنا سابقا عند التعرف على طريقة عمل المنظومة , لذلك فعند اجراء المحاكاة وكانت درجة حرارة الماء المبرد (٧ درجة مئوية) طوال ساعات اليوم فإن ذلك يدل على نجاح عملية المحاكاة, أما في حالة الإختلاف الكبير عن درجة الحرارة للماء المبرد المعروفة , فذلك يدل على حدوث خطأ في عملية المحاكاة للمنظومة التبريدية.
- عند تشغيل المنظومة يخرج الماء المبرد من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaborator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية فيمتص جزء من الحمل الحراري ويرجع مرة اخري الى المبخر قادما من المكثف (condencer)عند ١٢ درجة مئوية, حيث ان درجة حرارة الماء الراجع لا ترتفع كثيرا وذلك نظرا لارتفاع معدل التدفق .
- في الدور المتكرر في البديل الأنسب للغلاف الخارجي للوحدة(جنوب–غرب) نجد ان الماء المبرد الخارج من انابيب التبريد (cooling coil) والمتصل بالمبخر (evaborator) الموجود بداخل وحدة التبريد الامتصاصية عند ٧ درجة مئوية ثابتة ,بينما تتدرج في الزيادة درجات الحرارة للماء المبرد الداخل الى المبخر حتى تصل الى ١١درجة مئوية كحد اقصى في الثانية ظهرا ثم تتدرج في الانخفاض مرة اخري .

٦- درجات حرارة دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) ليوم ١٩ يونيو:

درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد (cooling tower) للوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



الملاحظات التحليلية:

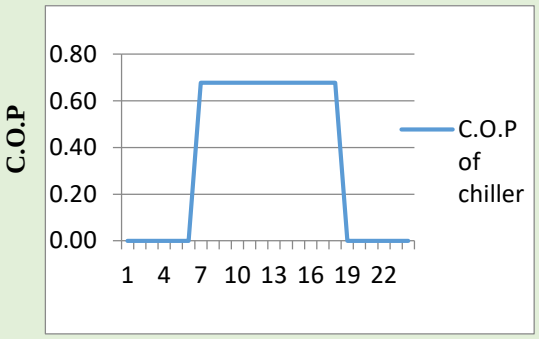
- تتقارب درجات دخول وخروج الماء من برج التبريد في ساعات الليل وتبدا بالتباين والاختلاف مع الساعات الاولى من النهار فتزداد تدريجيا حتى تصل لاعلى القيم في الثانية بعد الظهر ثم تتدرج في الانخفاض التدريجي مرة اخري بحلول المساء.
- تزداد درجة حرارة الماء الداخل الى برج التبريد (cooling tower) نتيجة لزيادة حمل التبريد الناتج من ارتفاع درجة الحرارة داخل المكثف (condenser) داخل

وحدة التبريد الامتصاصية وتصل الي اقصى درجة لها في الظهيره (٣٩ درجة مئوية) في الوحدة (جنوب–غرب) ذات الغلاف الخارجي الأنسب بالدور المتكرر.

- تنخفض درجة حرارة الماء الخارج من برج التبريد عن الداخل اليه والمتجه نحو المبخر ويصل في اقصى درجاته الى (٣٣درجة مئوية) .

٧ـ معامل الأداء (C.O.P) لوحدة التبريد بالامتصاص(Absorption chiller unite) يوم ١٩ يونيو:

معامل الاداء (C.O.P)لمنظومة التبريد للوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.



ساعات اليوم ١٩ يونيو

الملاحظات التحليلية:

- من خلال محاكاة عمل منظومة التبريد الحرارية الشمسية خلال موسم الصيف (يونيو–سبتمبر) وجد ان متوسط معامل الاداء **C.O.P** لوحدة التبريد الامتصاصية في الوحدة (جنوب– غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الأنسب يساوي (٠,٧) من الواحد الصحيح خلال ساعات اليوم وهو مدى مقبول لكفاءة اداء وحدة التبريد الامتصاصية.
- يبدا قياس مؤشر معامل اداء منظومة التبريد منذ بدء عملها في ساعات الصباح الأولى السابعة صباحا وحتى توقفها عن العمل مع حلول المساء في الثامنة مساء، وماعدا ذلك من ساعات اليوم تكون قيمة مؤشر معامل الأداء صفر.

٨ـ منحنيات دخول وخروج الطاقات من الخزان الحراري (storage tanke) ليوم ١٩ يونيو:

يعتبر الخزان الحراري حجر الزاوية الرئيسي ومصدر الطاقات التي تشغل وحدة التبريد الامتصاصية وبالتالي تشغيل المنظومة الحرارية التبريدية الشمسية ككل , وفيما يلي توضيح للطاقات الداخلة والخارجة من الخزان الحراري وهم اربعة انواع من الطاقات المتدفقة كالتالي:

١–الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد "Q Auxailary"

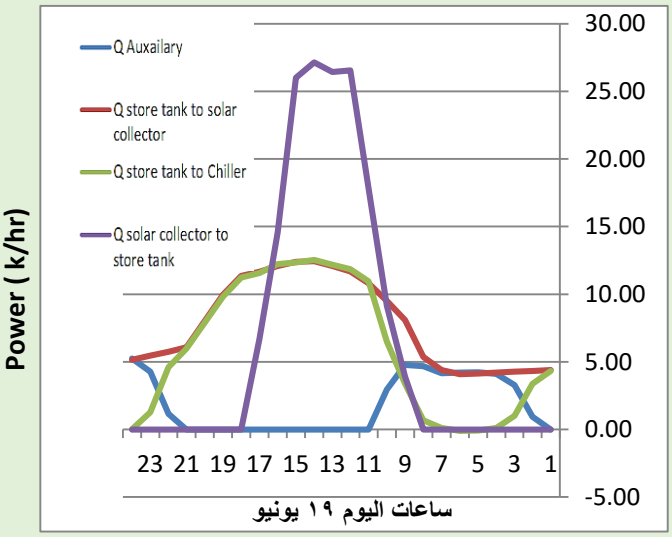
٢–الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى المجمع الشمسي "Q store tank to solar collector"

٣–الطاقة المتدفقة من الخزان الحراري الى وحدة التبريد الامتصاصية "Q store tank to Chiller"

٤–الطاقة المتدفقة من المجمع الشمسي الى الخزان الحراري "Q solar collector to store tank"

تدفق الطاقات داخل الخزان الحراري للوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب يوم ١٩ يونيو.

الملاحظات التحليلية:



- ان معدل تدفق الطاقة المضافة بواسطة السخان الكهربي المساعد يتناسب عكسيا مع معدل تدفق الطاقة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, وذلك منطقي بسبب ان السخان الكهربي المساعد لايعمل الا في حالة ضعف شدة الاشعاع الشمسي او في الايام الغائمة او اثناء الرغبة في تشغيل المنظومة ليلا.
- بينما يتناسب معدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو وحدة التبريد الامتصاصية ومعدل تدفق الطاقة من الخزان الحراري نحو المجمع الشمسي طرديا طوال ساعات عمل المنظومة.
- ان اعلى نسبة في الطاقات المتدفقة تلك المنتجة من المجمع الشمسي نحو الخزان الحراري, حيث تصل الى ٢٨ كيلو وات/ساعة في اقصى درجاتها خلال اليوم ١٩ يونيو.

٩- حساب قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدة السكنية:

قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي الناتج عن دمج منظومة التبريد للوحدة (جنوب غرب) للدور المتكرر بالغلاف الخارجي الانسب:

تم إجراء المحاكاة الديناميكية لإختبار أداء المنظومة طوال العام ووجد أن الأشهر الأكثر تأثيرا في تقييم نجاحها هي شهور موسم الصيف ،أما ماعدا ذلك من باقي شهور العام فيمكن إهمال(Neglecting) قراءات ونتائج منظومة التبريد الشمسي بها وذلك لان قيم اداءها بالسالب او الصفر ، وذلك منطقي لأن منظومة التبريد تعمل بكفاءة وبكامل طاقتها في موسم الصيف ،لذا وبناء على نتيجة قراءات المحاكاة الديناميكيا طوال العام تم اعتبار التوفير الموسمي في الكهرباء عن موسم الصيف(يونيو–سبتمبر)هو المؤشر السنوي لما توفره منظومة التبريد الشمسية في الإستهلاك الكهربي المعتاد لتبريد الوحدة السكنية (جنوب غرب) للدور المتكرر محل الدراسة البحثية ،الحسابات طبقا للأسعار التصاعديه لشرائح الكهرباء المنزليه المعلنه من خلال وزارة الكهرباء والطاقه المتجددة للعام (٢٠١٩ – ٢٠٢٠) ، والحسابات تمت على أساس توفير الدعم للشرائح الثلاث الأولى، الحسابات تمت بتقسيم الإستهلاك الشهري طبقا للشرائح المحدده وحساب قيمة الإستهلاك شهريا ومن ثم التجميع لحساب القيمه الإجماليه السنويه لكل وحده وذلك لكلا من البديل الأساسي وبدائل الغلاف الخارجي لإستخراج قيمة الفارق والذي يعد القيمة التي تم توفيرها.

كما بالجدول التالي:

القيم / الشهر	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator K.W (الإستهلاك المعتاد)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar K.W (الوفر في الطاقة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs K.W (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري بعدالتبريد الشمسي Qg-Qs الجنية المصري (القيمة المدفوعة)	الإستهلاك الشهري قبل التبريد الشمسي Q generator الجنية المصري (الإستهلاك المعتاد)	التوفير الشهري بالنسبة المئوية (%)	الطاقة الناتجة من التبريد الشمسي Q solar الجنية المصري (الوفر في الطاقة)
يونيو	٤٧٦٩	٣٩٣٨	٨٣١	٧٧٦	٦٩١٥	٨٢٪	٥٧١٠
يوليو	٥١٥٠	٤١٠٤	١٠٤٦	١٥١٦	٧٤٦٧	٧٩٪	٥٩٥٠
أغسطس	٥٣٤٦	٤٤٢٩	٩١٧	٨٩٦	٧٧٥١	٨٢٪	٦٤٢٢
سبتمبر	٥١٨٩	٤٣٤٧	٨٤٢	٧٩١	٧٥٢٤	٨٣٪	٦٣٠٣
الأجمالي	٢٤٣٨٥	١٦٨١٨	٣٦٣٦	٣٩٧٩	٢٩٦٥٧	–	٢٤٣٨٥
المتوسط الشهري	٥١١٣	٤٢٠٤	٩٠٩	٩٩٤	٧٤١٤	٨٢٪٥	٦٠٩٥

١٠-حساب معيار فترة الإستردادPayback Method لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بعد دمجها في الوحدة السكنية:

قيمة فترة الإسترداد بالسنه لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي Solar Absorption cooling Chiller System للوحدة السكنية (جنوب/غرب)بالدور المتكرر :

ونظرا لأهمية وعدم إغفال البعد الإقتصادي في الدراسة التطبيقية للمشروع تم إجراء دراسات اقتصادية بهدف استكمال الركيزة الاساسية للدراسة وهي تحقيق الترشيد والتوفير في التكاليف المعتادة وتم ذلك من خلال دراسة مدى الوفر الاقتصادي واستخدام طريقة (دراسة معيار فترة الإسترداد Payback Method) وذلك لتطبيقها في المشروع والإستعانة بها كدليل ومنظور إقتصادي إسترشادي مبسط ومقبول لإختبار مدى امكانية استخدام منظومة التبريد إقتصاديا :

يمكن حسابها من المعدله المبسطه التاليه:

$$\text{فترة الإسترداد (سنه)} = \frac{\text{تكلفة الإستثمار}}{\text{العائد المتوقع سنويا}}$$

ومن خلال تلك الدراسه البحثيه يمكن إعتبار التالي:

تكلفة الإستثمار: هي تكلفة منظومة التبريد الشمسي وسيتم حسابها من واقع التكلفه الفعليه طبقا لأسعار السوق خلال ذلك العام.

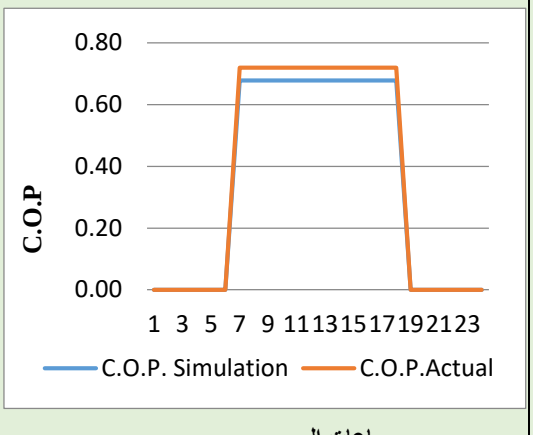
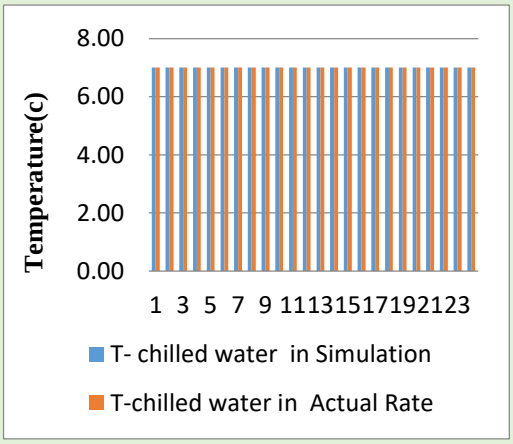
العائد المتوقع سنويا: هو قيمة المبلغ الذي تم توفيره من خلال ترشيد إستهلاك الطاقه سنويا، وسيتم حسابه من خلال التكلفه الفعليه لإستهلاك الكهرباء طبقا للشرائح التصاعديه كما بالجدول التالي:

تكلفة تركيب منظومة التبريد الشمسي	قيمة الوفر في الطاقه السنوي	فترة الإسترداد (سنه)
٤٨٠٠٠	٢٤٣٨٥	١,٩

نتيجة المحاكاة الديناميكية لأداء منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (جنوب/غرب) بالدور المتكرر ذات الغلاف الخارجي الأنسب:

بعد إجراء عملية المحاكاة الديناميكية للمنظومة التبريدية تم التوصل للنتائج التالية:

- تقارب بيانات عملية المحاكاة الديناميكية الإفتراضية لجميع مراحل وخطوات عمل المنظومة التبريدية مع مراحل وخطوات عملها الحقيقية (السابقة شرحها عند التعريف بأنظمة التبريد في الفصل الثالث).
- مقارنة اهم القراءات والمؤشرات المؤثرة في عمل منظومة التبريد بين نتائج المحاكاة بالوحدة السكنية ومؤشرات الشركة

الجهة / المؤشر	(Actual Rate) القيمة الفعلية	(Simulation Rate) القيمة الإفتراضية	المقارنة بين القيمة الفعلية والإفتراضية لأهم المؤشرات لكفاءة منظومة التبريد الحرارية الشمسية الإمتصاصية.
معامل الاداء والكفاءة للمنظومة C.O.P	الشركة المصنعة لمنظومة التبريد C.O.P.=٠,٧٢	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ج/غ) متكرر C.O.P.=٠,٧٠	
درجة حرارة الماء المبرد الخارج من وحدة الامتصاص Chilled Water	الشركةالمصنعة لمنظومة التبريد Chilled Water=٧c	المحاكاة للمنظومة بالوحدة السكنية(ج/غ) متكرر Chilled Water=٧c	

المصنعة [٨](تم إختيار أكثر المؤشرات الدالة على كفاءة عمل المنظومة طبقا للشركة المصنعة لها):

- تم التأكد من نجاح مؤشرات وقراءات عمل المنظومة ومطابقتها للمدى المقبول للقراءات والمؤشرات الفعلية للمنظومة الحرارية الشمسية الامتصاصية طبقا للشركة المصنعة لها في تغطية الأحمال الحرارية داخل الوحدة السكنية ، وإن تقارب وتطابق القراءات والمؤشرات دليل على نجاح عملية المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (جنوب/غرب) بالدور المتكرر ذات الغلاف الخارجي الأنسب.

[٨] www.lgeaircon.com on ١-١-٢٠٢٠

- تم التاكد من تحقيق الراحة الحرارية المطلوبة طوال موسم الصيف في حال تطبيق تركيبها بالوحدة السكنية فعليا.
- تم الحصول على وفر في الإستهلاك الكهربي الشهري المعتاد ومقداره(٨٢٪) بما يعادل ٦٠٩٥ جنية مصري.

تم عمل الدراسة الإقتصادية لجدوى إستخدام منظومة التبريد الحراري الشمسي الإمتصاصي بالوحدة (جنوب/غرب) بالدور المتكرر ذات الغلاف الخارجي الأنسب بتطبيق معيار فترة الإسترداد ووجد (١.٩) سنوات وهي فترة مقبولة إقتصاديا.

المصدر:(الباحثة،٢٠١٩).

٥-٩- نتائج الدراسة التطبيقية:

- تناول هذا الفصل قياس كمية انتاج الطاقة الشمسية باستخدام تقنية التبريد الحراري الشمسي بالامتصاص بالمباني السكنية ودمجها وتكاملها مع تأثير مكونات وتصميم الغلاف الخارجي للوحدات على الطاقه المستهلكه، مع دراسة البدائل التصميمية المتاحه تكنولوجيا وإقتصاديا للغلاف الخارجي ودورها في تحسين كفاءة ترشيد إستهلاك الطاقة بتلك الوحدات عن طريق تحسين الأداء الحراري للوحدات السكنيه، مع دراسة خاصه لفترة الإسترداد لتلك البدائل لإستخلاص جدواها الإقتصادي مع جدواها التصميمي.بمشروع الإسكان المتوسط بمدينة (القاهرة الجديدة) .
- وتم الوصول لمقترح لمنهجية القياس المَتبعة لقياس تدفقات الطاقة المتجددة بالحالة الدراسية , من مراحل وبدائل المُدخلات المقترحة في كل مرة والمُفاضلة بينهم ويتحقق ذلك من خلال وضع منهجية رقمية متكاملة ضمن حدود التكلفة الاقتصادية المقبولة وذلك باستخدام برامج التصميم البراميتري مثل برنامج **(TRNSYS)** لتحقيق الكفاءة في توليد الطاقة الشمسية المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية داخل وحدات الإسكان المتوسط من خلال :
  ١- بدائل التكنولوجيا الرقمية المستخدمة لحساب تدفقات الطاقة .
  ٢- وضع المقاييس المُستخدمة لرفع الطاقة من خلال المُدخلات .
  ٣- صياغة النموذج التطبيقي المُقترح .
- **<u>ولذلك انقسمت الدراسة التطبيقية الى قسمين:</u>**

المرحلة الأولى بالدراسة التطبيقية: تصميم الغلاف الخارجي الأفضل للوحدات السكنية بالادوار السطح والمتكررمن خلال (متغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية) ,وتم إستنتاج البدائل التصميمية الأنسب للغلاف الخارجي للوحدات السكنية بأدوار السطح والمتكرر:

٣- الدور السطح (الأخير):

- السقف (بديل(٢)/س) إستخدام طبقه عازله للسقف سمك ٣سم من البوليسترين المبثوق ، بفترة استرداد ٥سنوات, ومتوسط توفير ٤٠% من استهلاك الطاقة سنويا.
- الحوائط (بديل(٥)/ح) إستخدام الحوائط المزدوجه من الطوب الطفلي المفرغ سمك ١٢سم وبينهما فراغ هوائي سمك ٥سم ، بفترة استرداد ٤سنوات ونصف. ومتوسط توفير ٣٣% من استهلاك الطاقة .
- الفتحات (بديل(٤)/ف) إستخدام الفتحات الخارجيه من الزجاج العاكس ، بفترة استرداد ٨ أشهر. ومتوسط توفير ٢٣% من استهلاك الطاقة .

٤- الدور المتكرر:

- الحوائط (بديل(٥)/ح) إستخدام الحوائط المزدوجه من الطوب الطفلي المفرغ سمك ١٢سم وبينهما فراغ هوائي سمك ٥سم ، بفترة استرداد ٤سنوات ونصف. ومتوسط توفير ٣٣% من استهلاك الطاقة .

- الفتحات (بديل(٤)/ف) إستخدام الفتحات الخارجيه من الزجاج العاكس ، بفترة استرداد ٨ أشهر. ومتوسط توفير ٢٣% من استهلاك الطاقة .

- المرحلة الثانية بالدراسة التطبيقية (عملية المحاكاة بعد دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأساسي والأنسب للغلاف الخارجي):

لتغطيه الاحمال الحراريه المعتاده في الوحده السكنيه وترشيدها بالطاقه الشمسيه بدلا من الطاقه الكهربائيه تم تصميم منظومه تكييف للهواء تعمل وفقا لدوره الامتصاص بالطاقه الشمسيه لتحقيق الراحه الحراريه في الوحده السكنية بواقع مساحه ١٠٠ متر مربع ، تم استخدام برنامج المحاكاة الديناميكيه TRNSYS لحساب احمال التبريد ساعيا لموسم الصيف (يونيو-سبتمبر) وقد بلغت ذروتها بالبديل الاساسي للوحده السكنيه (٢٥كيلووات /الساعه) يوم ١٩يونيو في مدينة القاهرة محل الدراسة التطبيقية ، وقد تم التطبيق واجراء عمليات المحاكاه المتكرره بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي على الحالات الاربعة التاليه:

م	نوع البديل	الوحدة السكنية	الدور
١	الأنسب	(ش/ق)	السطح
٢	الأنسب	(ج/غ)	السطح
٣	الأنسب	(ش/ق)	المتكرر
٤	الأنسب	(ج/غ)	المتكرر

وبناء على الدراسة التحليليه في الفصل الثالث من الرساله الخاص بالمقارنه بين انظمه التبريد الحراريه الشمسيه والذي خلص الى اختيار نظام التبريد الحراري الامتصاصي وبالعوده الى المنتجات المتاحة في مصر في اسواق أنظمة التبريد الحراري الشمسي تم اختيار وحده التبريد بالامتصاص
(Absorption Chiller Unite) بسعة تصميمية حوالي ١٥كيلووات ،وتعمل الوحده بالماء كمائع تبريد ممتص، وبروميد الليثيوم كماص، وتنتج هذه الوحده التبريدية ماء مبردا عند ٧درجه مؤية ،وتصميم (مجمعين شمسيين مفرغ الانابيب بمساحه ١٦متر مربع متصلين على التوالي لتزويد المياه الساخنه بدرجه٨٥درجه مؤية الي خزان حراري بسعه ٢متر مكعب.كما تم توصيل كلا من برج التبريد وانابيب التبريد والمبادل الحراري المساعد والمضخات وصمامات التمدد) وذلك لتصميم وتشغيل منظومه التبريد الحراري الشمسي سابقه الذكر.

- وقد حققت منظومة التبريد نسبه مشاركة شمسيه وصلت الي ٩٥%
- ومتوسط معامل الاداء لوحده التبريد c. o. p. حوالي ٠,٧
- وكفاءة المجمعات الشمسيه ٨٦%
- تم نجاح منظومة التبريد الحراري الشمسي والتحقق من كفائتها بالمهمة المطلوبة في تكاملها مع الغلاف الخارجي الافضل للدور السطح والمتكرر في توفير الراحة الحرارية داخل الفراغات ٢٤ درجة مئوية وايضا ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية المعتادة بنسبة ٨٣% .
- ان منظومة التبريد الحراري الشمسي الامتصاصي قادرة على تغطية الاحمال الحرارية بالوحدات السكنية الثمانية المختارة مهما كانت الاختلافات بينهم سواء كانت بالبديل الاساسي او الافضل وفي الدور السطح او المتكرر وفي التوجيه الشمالي او الجنوبي , وانما من الافضل ان تتكامل مع الغلاف الخارجي الافضل لتزيد من معدل كفائتها وعمرها الافتراضي, حيث ان

ماتبذله المنظومة مع البديل الاساسي اكثر مما تبذله مع البديل الافضل للغلاف الخارجي للوحدات السكنية.

- أفضل التوجيهات بصوره عامه إتجاه الشمال الشرقي سواء للمتكرر أو السطح، بينما الأسوأ في التوجيه الجنوب الغربي.
- وفي حال التطبيق العملي على مستوى وحدات العمارة السكنية ٤وحدات في الدور ،ارضي وثلاثه ادوار بواقع ١٦وحده سكنيه يتم زياده السعه التصميمية لوحدة التبريد الامتصاصيه من ١٥كيلووات الى ٢٤٠كيلووات ويتم توصيلها لكافه الوحدات عبر الادوار بالوصلات الشبكيه اللازمه مع وضع وحده التحكم controller (التشغيل- الايقاف) بكل وحده سكنيه للتحكم في التشغيل الخاص بها.

أهم نتائج المحاكاة الديناميكية لمنظومة التبريد الشمسي:

١- مقارنة تجميعية لحساب قيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي في الوحدات السكنية (ش/ق) ,(ج/غ) ذات الغلاف الخارجي الأفضل للأدوار (السطح- المتكرر) خلال العام:

ومن القراءات والمخرجات الهامة لنظام التبريد الشمسي هو قيمة وكمية ماتوفره الطاقة الشمسية المنتجة بواسطة هذا النظام في الكهرباء بالكيلو وات / ساعة عن الاستهلاك الكهربائي المعتاد للوحدة السكنية اللازم لتكيف الهواء خلال موسم الصيف, والذي يحدده برنامج المحاكاة TRNSYS .

مدخلات ومعطيات إجراء الحسابات للإستهلاك الكهربي اللازم لتكييف الهواء بمنظومة التبريد الحراري الشمسي داخل الوحدة السكنية:

- تم أجراء الحسابات للإستهلاك الكهربي اللازم لتكييف الهواء بالوحدات السكنية بإفتراض تكييف الهواء ٢٤ ساعة في اليوم ولمدة الأربعة أشهر الصيفية (يونيو- سبتمبر) , مما يعني إختبار أقصى قدرة تشغيل لمنظومة التبريد مما يسمح بالتحقق والتأكد من كفائتها وقوة أدائها في تغطية الأحمال الكهربائية التقليدية اللازمة لتكييف الهواء ساعيا خلال موسم الصيف.
- تم حساب قيمة الإستهلاك الكهربائي بالجنية المصري طبقا لأسعار شرائح الكهرباء والتي إعتمدتها وزارة الكهرباء والطاقة لعام (٢٠٢٠-٢٠١٩).
- تمت الحسابات بإعتبار تشغيل تكييفات الهواء لتبريد مساحة حوالي ٨٥ متر مربع (ثلاث غرف نوم+ صالة) لكل وحدة سكنية بواقع تشغيل تكييف قدرة ١,٥حصان يستهلك حوالي ١,٥ (kw/hr) ساعيا لمدة اربعة اشهر لكل ١٦متر مربع , بالطاقة الكهربائية التقليدية ومقارنتها بنفس المساحة من الوحدة السكنية ولكن في حال تكييف الهواء داخلها بواسطة منظومة التبريد الحراري الشمسي , وحساب قيمة الوفر(كيلو وات / ساعة – النسبة المئوية- الجنية المصري.

تم اجراء الحسابات والحصول على النتائج في الجدول (٥-١٤) باعتبار المدخلات والمعطيات التالية:

١- اجمالي الاستهلاك الكهربائي قبل التبريد الشمسي لموسم الصيف (Q generator) وتقاس(KW/hr)
٢- اجمالي الطاقة الشمسية المنتجة من منظومة التبريد لموسم الصيف (Q solar)وتقاس(KW/hr)
١- الاستهلاك الكهربائي شهريا قبل التبريد الشمسي (Q١ generator) وتقاس(KW/hr).
٢- الطاقة الشمسية المنتجة من منظومة التبريد شهريا (Q٢ solar) وتقاس(KW/hr)
٣- الاستهلاك الكهربائي شهريا بعد التبريد الشمسي *(Qg ١-Qs ٢)*وتقاس (KW/hr)
٤- الاستهلاك الكهربائي شهريا قبل التبريد الشمسي بالجنية المصري.

٥- الاستهلاك الكهربائي شهريا بعد التبريد الشمسي بالجنية المصري.
٦- النسبة المئوية للتوفير (%).
٧- قيمة التوفير الشهري بالجنية المصري.

جدول (٥-١٤) يوضح كمية وقيمة الوفر في الاستهلاك الكهربائي (كيلو وات / ساعة – النسبة المئوية- الجنية المصري) بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي في الوحدات السكنية (ش/ق) ,(ج/غ) ذات الغلاف الخارجي الأفضل لأدوار (السطح- المتكرر) خلال أشهر موسم الصيف (من يونيو- الى سبتمبر) المعبرة عن الاستهلاك السنوي :

الوحدات السكنيه	اجمالي الاستهلاك الكهربائي قبل التبريد الشمسي لموسم الصيف Q generator (KW/hr)	اجمالي الطاقة الشمسية المنتجة من منظومة التبريد لموسم الصيف Q solar (KW/hr)	النسبة المئوية للتوفير (%)	قيمة التوفير الشهري بالجنية المصري
وحده السطح ش/ق	٢٥٥٢٤	١٩٠٩٠	٧٥٪	٦٩١٩
وحده السطح ج/غ	٢٦٩٦٩	١٩٤٧٩	٧٢٪	٧٠٦٠
وحده المتكرر ش/ق	١٨٩٣٨	١٥٧٠٩	٨٣٪	٤٢٤٣
وحده المتكرر ج/غ	٢٤٣٨٥	١٦٨١٨	٨٢٫٥٪	٦٠٩٥

المصدر :الباحثة،(٢٠١٩)

الاستنتاج (Conclusion)

- نجد ان الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الوحدات السكنية الجنوبية أعلى من الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الوحدات السكنية الشمالية, وذلك منطقي لأن التوجية الشمالي للوحدات السكنية الشمالية يجعلها دائما معرضة للرياح البحرية الشمالية مما يجعلها أقل دائما في درجات الحرارة عن الوحدات السكنية الجنوبية واكثر انتاجا للطاقة الشمسية لعمل منظومة التبريد وبالتالي الاكثر وفرا في الطاقة , بينما نجد أن كمية الطاقة الشمسية المنتجة في الوحدات السكنية الشمالية أقل عن كمية الطاقة الشمسية المنتجة في الوحدات السكنية الجنوبية والأقل وفرا في الطاقة ،وترتيب الوحدات من الأكثرتوفيرا في الكهرباء الى الاقل كالتالي:
  ١- الوحدة(جنوب/غرب) الدور السطح
  ٢- الوحدة(شمال/شرق) الدور السطح
  ٣- الوحدة(جنوب/غرب) الدور المتكرر
  ٤- الوحدة(شمال/شرق) الدور المتكرر
- نجد ان الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الدور السطح أعلى من الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الدورالمتكرر, وذلك منطقي لأن الغلاف الخارجي للوحدات السكنية في الدور السطح معرض للإشعاع الشمسي من خلال الأسقف والحوائط والفتحات ,بينما الغلاف الخارجي للوحدات السكنية في الدور المتكرر معرض للإشعاع الشمسي من خلال الحوائط والفتحات فقط , ولذلك نلاحظ أن الطاقة الشمسية المنتجة

من منظومة التبريد للوحدات السكنية في الدور السطح تغطي حوالي ٨٣% من الاستهلاك الكهربي المعتاد , والطاقة الشمسية المنتجة من منظومة التبريد للوحدات السكنية في الدور المتكرر تغطي حوالي ٧٢٪ من الاستهلاك الكهربي المعتاد, مما يدل على نجاح وكفاءة أداء منظومة التبريد الحراري الشمسي , وأن كمية الطاقة الشمسية المنتجة (Qs) تتناسب طرديا مع الاستهلاك الكهربي التقليدي (Q g)، مع العلم بأن قيمة التوفير هذه خاصة بالحالة الدراسية المعنية وغير ثابتة عند تركيب منظومة التبريد الشمسي في اي حالة دراسية اخرى.

٢-*مقارنة* تجميعية لحساب معيار فترة الإسترداد Payback Method لمنظومة التبريد الحراري الشمسي بعد دمجها في الوحدات السكنية (ش/ق) ,(ج/غ) ذات الغلاف الخارجي الأفضل للأدوار (السطح- المتكرر) خلال العام:

الوحدات السكنيه	تكلفة تركيب منظومة التبريد الشمسي	قيمة الوفر في الطاقه السنوي	فترة الإسترداد (سنه)
وحده السطح ش/ق بديل افضل	٤٨٠٠٠	٢٧٦٧٦	١,٦
وحده السطح ج/غ بديل افضل	٤٨٠٠٠	٣٠١٤١	١,٥
وحده المتكرر ش/ق بديل افضل	٤٨٠٠٠	١٦٩٧٢	٢,٨
وحده المتكرر ج/غ بديل افضل	٤٨٠٠٠	٢٤٣٨٥	١,٩

جدول رقم (٥-١٥): قيمة فترة الإسترداد بالسنه لمنظومة التبريد الشمسي للوحدات السكنية سنويا:

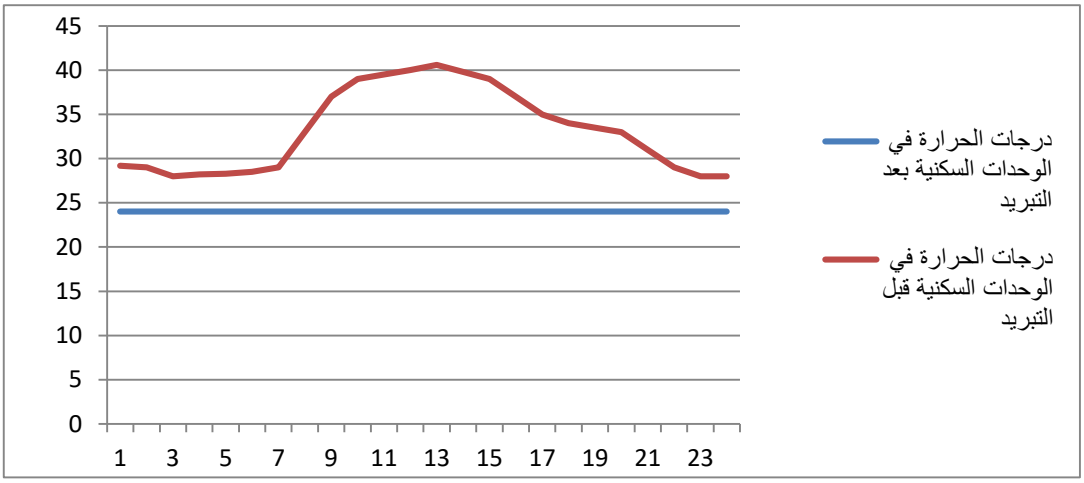
المصدر:الباحثة،(٢٠١٩)

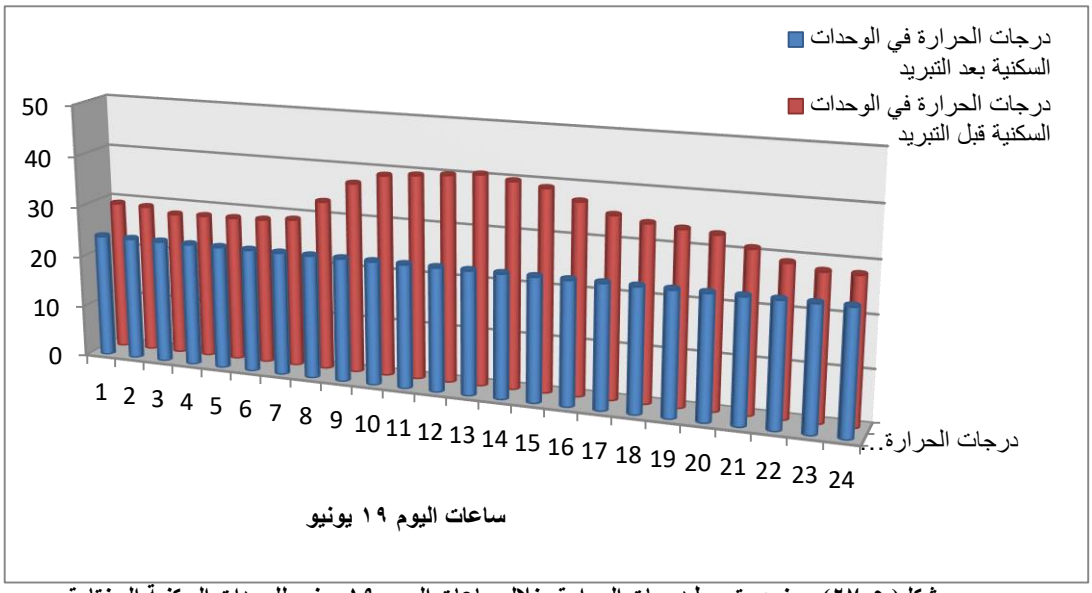
الاستنتاج (Conclusion):

- نستنتج من الجدول السابق ان الأكثر جدوى إقتصاديا في تركيب منظومة التبريد الحراري الشمسي هي الوحدة (جنوب-غرب) بالدور السطح بفترة إسترداد حوالي (١,٥) سنة وخمسة شهور ،وذلك منطقي لأنها الوحدة السكنية الأسوء في التوجية والأكثر تعرضا لأشعة الشمس المباشرة من السقف والحوائط والاكثر استهلاكا لمنظومة التبريد الشمسية.
- نستنتج من الجدول السابق ان الأقل جدوى إقتصاديا في تركيب منظومة التبريد الحراري الشمسي هي الوحدة (شمال -شرق) بالدور المتكرر بفترة إسترداد حوالي (٢,٨) سنتين وثمانية شهور وذلك منطقي لأنها الوحدة السكنية الأفضل في التوجية والأقل تعرضا لأشعة الشمس المباشرة من الحوائط فقط وبالتالي فهي الأقل استهلاكا لمنظومة التبريد الشمسية.
- نستنتج من معيار فترة الاسترداد ان بشكل عام تركيب منظومة التبريد الشمسي مقبول اقتصاديا في جميع الوحدات السكنية محل الدراسة، علما بان التقييم الاقتصادي للمنظومة تم بفرضية

تشغيلها في جميع فراغات الوحدة السكنية طوال اليوم في نفس الوقت ولكن فعليا ومع تشغيلها في بعض الفراغات وفي اوقات مختلفة تقل قيمة الوفر الكهربي،فإنه من المتوقع ان تزيد فترة الاسترداد للمنظومة التبريدية الشمسية نسبيا.

٣-منحنى متوسط درجات الحرارة في الوحدات السكنية قبل دمج منظومة التبريد وبعد دمج منظومة التبريد في اليوم ١٩ يونيو:





شكل(٥-٢٧) يوضح متوسط درجات الحرارة خلال ساعات اليوم ١٩ يونيو للوحدات السكنية المختارة .
المصدر:الباحثة،(٢٠١٩)

الاستنتاج (Conclusion):

- تم محاكاة درجات الحرارة للفراغات داخل الوحدة السكنية قبل دمج منظومة التبريد خلال ساعات اكثر يوم حرارة في الموسم الصيفي لمدينة القاهرة يوم ١٩ يونيو لكلا من الدورين السطح والمتكرر بالبديل الاساسي والبديل الافضل. تم ملاحظة ان بتطبيق البديل الافضل ينخفض متوسط الاحمال الحراري بنسبة ٣٠% فقط, حيث تم حساب متوسط درجات الحرارة خلال

ساعات اليوم لجميع البدائل وجد انها تتراوح من (٢٨درجة مئوية حد ادني) الى (٤٠درجة مئوية حد اقصى, وبالتالي يلزم تركيب ودمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية حتى يتم تغطية الاحمال الحرارية بصورة كاملة.

- ثم تم محاكاة درجات الحرارة للفراغات داخل الوحدة السكنية بعد دمج منظومة التبريد خلال نفس اليوم ١٩ يونيو , نجد ان منظومة التبريد الحراري الشمسي قد غطت الاحمال الحرارية للوحدة السكنية كاملة وقامت بتوصيل درجة الحرارة داخل الفراغات الى درجة الراحة الحرارية المطلوبة عند (٢٤ درجة مئوية).
- تم نجاح منظومة التبريد الحراري الشمسي والتحقق من كفائتها بالمهمة المطلوبة في تكاملها مع الغلاف الخارجي الافضل للدور السطح والمتكرر في توفير الراحة الحرارية داخل الفراغات السكنية.

٥-١٠- خلاصة الفصل:

تناول هذا الفصل منهجية الدراسة التطبيقية وأهدافها وأسباب إختيار عينة الدراسة التطبيقية, والمحاكاة الطبيعية لاستهلاك الطاقة بالمباني ,ثم التعريف بعينة الدراسة التطبيقية من خلال توصيفها وعرض لنماذج الوحدات السكنية بعينة الدراسة التطبيقية, و ينقسم المشروع التطبيقي الى مرحلتين الاولى خاصة بتصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدات السكنية بالدور السطح والمتكرر طبقا لمتغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية , والمرحلة الثانية خاصة بتصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي التي تعمل بتقنية الامتصاص من خلال عملية المحاكاة بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي، وخلص الفصل الى قياس كمية انتاج الطاقة الشمسية باستخدام تقنية التبريد الحراري الشمسي بالامتصاص بالمباني السكنية ودمجها وتكاملها مع تأثير مكونات وتصميم الغلاف الخارجي للوحدات على الطاقه المستهلكه، مع دراسة البدائل التصميمية المتاحه تكنولوجيا وإقتصاديا للغلاف الخارجي ودورها في تحسين كفاءة ترشيد إستهلاك الطاقة بتلك الوحدات عن طريق تحسين الأداء الحراري للوحدات السكنيه، مع دراسة خاصه لفترة الإسترداد لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وبدائل الغلاف الخارجي للوحدات السكنية لإستخلاص جدواها الإقتصادي مع جدواها التصميمي.بمشروع الإسكان المتوسط بمدينة (القاهرة الجديدة).

الباب الرابع:

الخلاصة والنتائج والتوصيات

الفصل السادس:

الخلاصة والنتائج والتوصيات

الفصل السادس: الخلاصة والنتائج والتوصيات:

وفي هذا الفصل يتم عرض خلاصة الدراسة البحثية في جميع مراحلها وتقديم أهم النتائج التي تم التوصل إليها في البحث بالإضافة إلى الوصول لمجموعة من التوصيات التي تدعو للمزيد من الدراسات البحثية في مجال محاكاة انتاج الطاقة والتصميم البيئي المُستدام .

حيث خلصت الدراسة إلى التأكد من الاشكالية في البحث وإثبات الفرضية البحثية وتحقيق الهدف الرئيسي من الدراسة والأهداف الفرعية المرجوة وذلك من خلال التتابع والتكامل بين مراحل الدراسة السابقة والتى من خلالها تم التوصل الى تحقيق **منهجية رقمية متكاملة بإستخدام برنامج TRNSYSلزيادة إنتاج الطاقات المتجددة بالتجمعات السكنية بمصر**، وفيما يلي عرض للخلاصة العامة للدراسة البحثية ومن ثم أهم النتائج والتوصيات.

الخلاصة :

ينقسم البحث الى ثلاثة اجزاء رئيسية كالتالي:

اولا : خلاصة الدراسة النظرية:

تهدف الدراسة النظرية الى تكوين قاعدة معلومات وخلفية نظرية عن مجال البحث، وتم ذلك من خلال الباب الاول ويتكون من فصلين:

خلاصة الفصل الاول: دراسة لنُظم وأنواع الطاقات المتجددة وتم ذلك من خلال التعريف بالطاقات الجديدة والمتجددة وأهميتها والتعرف على مصادرها وتطبيقاتها العملية، ثم عرض لأهم الإستراتيجيات وسياسات وإنجازات ومبادرات الدولة المصرية نحو إستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة في المجالات المختلفة.

خلاصة الفصل الثاني: التعرف على مفهوم التنمية المستدامة اجمالا, ثم مفهوم التصميم البيئي للمباني السكنية , عرض لاستراتيجيات عملية التصميم البيئي للمباني السكنية,ثم دراسة معدل ارتفاع الاستهلاك الكهربائي في المباني السكنية ومدى مساهمة القطاع السكني في إمكانية توفير الطاقة المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية و تفعيل التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة بها من خلال تطبيق أحد أهم الاتجاهات المعمارية الحديثة البيئية وهو اتجاه عمارة التقنيات الحديثة الموفرة للطاقة والمنتجة لها أيضاً.

ثانيا : خلاصة الدراسة التحليلية:

تهدف الدراسة التحليلية الى تحديد الأدوات التي سيتم إستخدامها في الدراسة التطبيقية بهدف الوصول لأساسيات نظرية اعتمدت عليها التكنولوجيا الرقمية في زيادة كفاءة الطاقة المتجددة داخل المباني السكنية باستخدام التقنيات الحديثة وبرامج محاكاة الطاقة، وتم ذلك من خلال الباب الثاني والذي يتكون من فصلين:

خلاصة الفصل الثالث :تناول أهم التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة التي تعمل على توفير الراحة الحرارية داخل المباني السكنية , وتعتبر أنظمة التبريد الحراري الشمسي من أهم تلك التقنيات ,ويقوم الفصل بدراستها والتعرف عليها وتناول اهم الاسباب التي ادت الى اختيارها للدراسة التطبيقية اللاحقة.

خلاصة الفصل الرابع: تناول دراسة البرامج الحاسوبية المُستخدمة في عمليات المُحاكاة للطاقات المُتجددة بالمباني وعرض لأهم برامج المُحاكاة الطبيعية المُستخدمة في الآونة الأخيرة ثم التعريف ببرنامج (TRNSYS) المُستخدم بالدراسة للمُحاكاة وأسباب اختياره للحالة الدراسية وأمثلة لاستخداماته للطاقة المتجددة ، وماهي حدود صلاحية البرنامج (معايرة نسبة الخطأ) الرقمية للبرنامج .

ثالثا: خلاصة الدراسة التطبيقية:

إن الدراسة التطبيقية تهدف إلى تحليل عملي لنتائج المُحاكاة ووضع منهجية للمُقارنة والتحليل ثم عرض لأهم النتائج وتفسير أسباب زيادة كفاءة الطاقة المُتجددة داخل المباني السكنية، ثم الوصول لوضع منهجية رقمية متكاملة لتحقيق الراحة الحرارية داخل الوحدة السكنية من خلال : تطبيق التكامل والدمج داخل الوحدة السكنية بين منظومة التبريد الحراري الشمسي بما يمثل أنظمة الطاقات المتجددة الفعالة (Active Renewable Energies Systems) والبديل الافضل للغلاف الخارجي للمباني السكنية بما يمثل انظمة الطاقات المتجددة السالبة (Passive Renewable Energies Systems) مما يزيد التوفير الشهري من إستهلاك الكهرباء و يزيد انتاج الطاقة المتجددة المستخدمة لتبريد الوحدة السكنية.

ويتم ذلك من خلال الباب الثالث ويتكون من فصل :

خلاصة الفصل الخامس:

تناول هذا الفصل منهجية الدراسة التطبيقية وأهدافها وأسباب إختيار عينة الدراسة التطبيقية, والمحاكاة الطبيعية لاستهلاك الطاقة بالمباني ,ثم التعريف بعينة الدراسة التطبيقية من خلال توصيفها وعرض لنماذج الوحدات السكنية بعينة الدراسة التطبيقية, و ينقسم المشروع التطبيقي الى مرحلتين الاولى خاصة بتصميم الغلاف الخارجي الانسب للوحدات السكنية بالدور السطح والمتكرر طبقا لمتغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية , والمرحلة الثانية خاصة بتصميم منظومة التبريد الحراري الشمسي التي تعمل بتقنية الامتصاص من خلال عملية المحاكاة بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات التصميم الأنسب للغلاف الخارجي، وخلص الفصل الى قياس كمية انتاج الطاقة الشمسية باستخدام تقنية التبريد الحراري الشمسي بالامتصاص بالمباني السكنية ودمجها وتكاملها مع تأثير مكونات وتصميم الغلاف الخارجي للوحدات على الطاقه المستهلكه، مع دراسة البدائل التصميمية المتاحه تكنولوجيا وإقتصاديا للغلاف الخارجي ودورها في تحسين كفاءة ترشيد إستهلاك الطاقة بتلك الوحدات

عن طريق تحسين الأداء الحراري للوحدات السكنيه، مع دراسة خاصه لفترة الإسترداد لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وبدائل الغلاف الخارجي للوحدات السكنية لإستخلاص جدواها الإقتصادي مع جدواها التصميمي.بمشروع الإسكان المتوسط بمدينة (القاهرة الجديدة).

النتائج:

أكدت الدراسة البحثية من خلال الدراسة النظرية والتحليلية والتطبيقية على الوجود الفعلي للاشكالية وهي إغفال دور الثورة الرقمية وبرامج الحاسب الآلي للمُحاكاة الطبيعية في فحص تقنيات الطاقة المتجددة المتوفرة حالياً بالأسواق العالمية والمحلية وعن ما يمكن أن توفره هذه التقنيات من طاقة داخل التجمعات السكنية من أجل أن تُصبح مستدامة عن طريق استخدام برامج المحُاكاة للطاقة و ظهور مشكلة نقص الطاقة التقليدية بصورة واضحة وخاصة في وجود الطلب المستمر والمتزايد عليها وخاصة بالمباني السكنية حيث تعتبر الأكثر استهلاكاً للطاقة بمعدل يصل إلى ٤٥% من إجمالي الطاقة المستهلكة سنوياً بحسب إحصاءات وزارة الكهرباء لعام ٢٠١٨ ،وبالتالي فإن القطاع السكني له فرصة هائلة في توفير كم كبير من الطاقة إذا تم الاستخدام الأمثل للطاقة به ، **وقد قسمت النتائج تبعا لنوع الدراسة كما يلي:**

نتائج الدراسة النظرية:

أولا: إجمالي النتائج التي توصلت اليها الدراسة عن وضع الطاقة المتجددة في مصر كالاتي :

١- المشروعات المصرية المنفذة بطاقة الرياح توفر طاقة كهربية بقدرة تزيد عن ١٠٠٠ميجاوات.

- محطة رياح بجبل الزيت بقدرة ٢٢٠ ميجا وات (جبل الزيت ٢)
- محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٢٤٠ ميجاوات (جبل الزيت ١)
- محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٥٤٥ ميجاوات بالزعفرانة.

٢- المشروعات المصرية المنفذة بالطاقة الشمسية توفر طاقة كهربية بقدرة تزيد عن ٣٠٠ميجاوات:

- المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات قدرة حوالى ١٤٠ميجاوات :
- محطة خلايا فوتوفلطية بقدرة ٥٠ م.و بنظام تعريفة التغذية (مجمع بنبان للطاقة الشمسية -أسوان)
- محطات خلايا فوتوفلطية فوق أسطح المنازل بقدرة ٣٠ ميجا وات
- مشروعات لا مركزية معتمدة على الطاقة الشمسية بقدرة ٣٢ ميجاوات

٣- يتراوح متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي ما بين ٢٠٠٠ – ٣٢٠٠ ك.و.س/م٢/السنة و يتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩ – ١١ ساعة/ يوم، وهو ما يعني توافر فرص الاستثمار في مجال تطبيقات الطاقة الشمسية المختلفة.

٤- مناطق سرعة الرياح بها عالية ، مثل خليج السويس تبلغ حوالى ١٠,٥ م/ث على ارتفاع ٥٠م

٥- مناطق سرعة الرياح بها متوسطة ، مثل مناطق شرق وغرب النيل تبلغ حوالى ٧,٥ م/ث على ارتفاع ٨٠ م.

٦- إستخدام الطاقات المتجددة يقوم بتقليل البصمة البيئية حتي تصل إلى ٥,٠ % تقريبا في بحلول عام ٢٠٥٠.

٧- تعد العوائق التمويلية ونقص الخبرات والكفاءات الفنية والبحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة من اهم التحديات التي تواجه قطاع الطاقة المتجددة في مصر.

٨- صناعة تقنيات الطاقة المتجددة تعتبر أحد أهم الوسائل الواجب إستغلالها في توفير الاستهلاك الكهربي وذلك لإن الطاقة المتجددة تساهم بشكل كبير في توفير النفقات الإقتصادية على المدى البعيد, مما يعود بالفائدة الإقتصادية على الفرد والمجتمع.

ثانيا : إجمالي النتائج التي توصلت اليها الدراسة عن المباني السكنية المستدامة كالاتي :

١- في تقنية الالواح الشمسية تتراوح قدرة اللوح الواحد من الألواح الشمسية الإنتاجية بين ١٠٠وات الى ٣٢٠ وات ، ومتوسط احتياج بناية سكنية بمسطح ٤٠٠ متر مربع ،سته أدوار ١١١ لوح شمسي أي يحتاج الى ٣٥ كيلو وات ، ويقدر الوفر في الكهرباء بعد سنة من التشغيل حوالي ٦٥ كيلو وات / ساعة .

٢- توفر توربينات الرياح المنزلية عندما تدور المروحة بتوربين الرياح فوق اسطح المنازل بسرعة رياح ٠,٨٥٠ كم بالساعة ١٥٠٠ وات من الكهرباء ، ويعتبر أقصى ناتج كهربائي من توربين الرياح المنزلي هو ٢٢٠٠ وات من سرعة رياح تبلغ ٦١ كم بالساعة.

٣- تم دراسة مقدار وحجم استهلاك الطاقة في المباني السكنية بشكل خاص حيث يصل الاستهلاك في القطاع السكني المصري إلى ٤٥% من إجمالي الطاقة المستهلكة سنوياً بحسب إحصاءات وزارة الكهرباء لعام ٢٠١٨.

٤- يمكن تخفيض استهلاك الطاقة في المباني السكنية بنسبة تتراوح من ٣٠% إلى ٨٠% باستخدام تقنيات حديثة ذات كفاءة عالية ومتاحة تجارياً

٥- تفعيل عمارة التقنيات الحديثة للطاقات المتجددة بوصفها الاتجاه الأمثل نحو التصميم السكني المستدام الموفرة للطاقة والمولدة لها أيضاً.

٦- التنمية البيئية هي أفضل طريق للتنمية الإقتصادية ,لأنها تعمل على إستهلاك أقل للطاقة وإستغلالا أمثل للموارد الطبيعية مما يسهم في خفض تكاليف التشغيل وترشيد إستهلاك الطاقة، مما يسبب فوائد إقتصادية كبيرة للفرد والمجتمع ككل.

نتائج الدراسة التحليلية :

ثالثا : إجمالي النتائج التي توصلت اليها الدراسة عن أنظمة التبريد الحراري الشمسي كالاتي :

١- يتضح من الدراسة التحليلية السابقة لأنظمة التبريد الحرارية الشمسية ، أن نظام التبريد الحراري الشمسي بتقنية الإمتصاص أحادية التكرار بزوج عمل (ماء- ليثيوم) هو الأكثر كفاءة والأكبر في قيمة أداء المعامل الحراري COP(٠,٧)، وهو النظام التبريدي الأكثر ملائمة للمباني عموما ويمكن إعتماده في الدراسة التطبيقية على المباني السكنية محل الدراسة البحثية بخلاف الأنظمة الأخرى ذات قيم أداء لمعاملات حرارة أقل ومحدودة ولا تتحمل تبريد وتكييف مساحات كبيرة من الفراغات الداخلية للمباني.

٢- يفضل في المناخات الحارة إستخدام أنظمة التبريد الحرارية الشمسية التي يتضمن تركيبها وتشغيلها بشكل أساسي على المجمعات الشمسية وتأخذ الطاقة الحرارية بصورتها الأولية المستمدة من الشمس دون تحويلها، عن أنظمة التبريد الكهروضوئية التي تستخدم الخلايا الشمسية التي يتم فيها تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية من أجل التبريد مما يتسبب في كمية فقد للطاقة الحرارية الشمسية أثناء التحويل من صورة طاقة إلى أخرى، وإرتفاع قيمة تكاليفها ، وقصر مدة عمرها الإفتراضي مقارنة بأنظمة التبريد الحرارية الشمسية.

٣- إن إستخدام دورات التبريد الإمتصاصية أحادية التكرار أو ثنائية التكرار أو ثلاثية التكرار يتوقف على درجة التبريد المطلوبة، مثلا نحتاج نظام تبريد حراري شمسي ذو دورة أحادية التكرار لتكييف الهواء في المباني ، بينما نحتاج الى نظام تبريد حراري شمسي ذو دورة ثنائية التكرار لأغراض التجميد (مخازن حفظ الأدوية والأغذية).

٤- أن نظام التبريد الإمتصاصي (ماء – ليثيوم) أحادي التكرار هو الأنسب لإستخدامه وإعتماده في تبريد المباني السكنية موضوع الدراسة البحثية .

٥- العقبة في تصميم أنظمة التبريد الشمسي الحراري هو عدم وجود معايير ومواصفات ومكونات ثابتة لإتباعها، ويرجع السبب في ذلك لإختلاف الظروف المناخية وخصائص المباني في كل حالة دراسية محددة.

٦- تستهلك أنظمة تبريد وتكييف الهواء التقليدية بالمباني الجزء الأكبر من الإستهلاك الكهربي الشهري المعتاد وخاصة في موسم الصيف في الدول والمناطق ذات المناخات الحارة والسطوع الشمسي الشديد ، لذا فإن فرص التوفير في الإستهلاك الكهربي بأنظمة التبريد الحراري الشمسي المتجددة مرتفعة جدا.

٧- إن أنظمة التبريد الحراري الشمسي تعمل على تقليل نسبة التلوث البيئي وخفض إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون .

٨- يتزايد استخدام أنظمة التبريد بالطاقة الشمسية تمشيا مع أهداف الطاقة النظيفة وبموجب سياسة وكالة الطاقة الدولية ، والتي تنص على أن أنظمة التبريد الشمسي سوف سوف تساهم بحوالي ٢٠٪ من إجمالي استخدام الطاقة في التبريد والتكييف بحلول عام ٢٠٥٠

٩- أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية يمكن أن تستخدم فقط حوالي ٣٥ ٪ من طيف الإشعاع الشمسي، بينما النظم الحرارية الشمسية تعمل بكفاءة في درجات الحرارة المحيطة العالية وتستخدم حوالي ٩٥ ٪ من طيف الإشعاع الشمسي .

١٠-أظهرت الأنظمة الكهربائية الشمسية أداءً أقل في المناخات الحارة حيث يتم تقليل كفاءة التحويل من الطاقة الشمسية إلى الكهربائية بزيادة في درجة حرارة البيئة المحيطة.

١١-بدأ استخدام وتطوير أنظمة التبريد الحرارية الشمسية في الستينيات بتقنيات مختلفة وقد تم تطويرها لتكون مناسبة أكثر لإنتاج وتوفير الطاقة الشمسية.

رابعا : إجمالي النتائج التي توصلت اليها الدراسة عن منهجية المحاكاة وإعدادات الدراسة التطبيقية كالاتي :

١- الدراسات التجريبية هي الأقرب وذات علاقة مباشرة مع الأنظمة الشمسية الحقيقية.

٢- أجريت أول دراسة تجريبية لنظام تبريد شمسي في عام ١٩٦٢م, ومنذ عام ٢٠٠٠م, حتى الوقت الحالي , أصبح عدد الدراسات التجريبية قليل ومحدود مُقارنة بدراسات المُحاكاة الطبيعية الديناميكية, وقد تم مُقارنة نتائج دراسات المُحاكاة والدراسات التجريبية ووجد أن نتائج وقراءات المُحاكاة بالحاسب الآلي هي الأصح والأدق.

٣- تم إعتماد منهج المُحاكاة للتقييم وفحص أداء نظام التبريد الحراري الشمسي للدراسة البحثية التطبيقية .

٤- تم إختيار وإعتماد برنامج TRNSYS للتقييم والفحص كأكثر برنامج ملاُئمة لهذا البحث, وذلك لأنه برنامج شامل يدعم العديد من البرامج الأخرى الفرعية وإمكانية إدراجها وإدخالها على مشروع المُحاكاه الذي يتم إجراءه به

٥- يقوم البرنامج (TRNSYS) بالسماح بالتحكم في نموذج البناء للمبنى وتصميم الغلاف الخارجي له والتعديل في جميع مكوناته ومن ثم إدخاله على نظام الطاقة ودمجه به وإعطاء نتائج المُحاكاة لهذا التكامل, لذا تم اختياره للدراسة التطبيقية لاحقًا .

٦- تُعد بيانات الطقس والمدُخلات المُناخية بيانات هامة ورئيسية لأنظمة الطاقات المتجددة, ويحتوى برنامج Trnsys على قاعدة بيانات مناخية ضخمة لجميع المدن والمواقع في جميع أنحاء العالم تندرج تحت عدة أنواع من البيانات المناخية مثل – TMY٢ – TMY٣ – EPW – IWEC)

(TMY ، وتتوفر بيانات الطقس والمدخلات المناخية لمدينة القاهرة بجمهورية مصر العربية من ضمن نوع بيانات الطقس (TMY٢) محل الدراسة البحثية التطبيقية في الفصل الخامس.

٧- تم مُعايرة نسبة الخطأ لبرنامج المُحاكاة TRNSYS بواسطة جمعية المهندسين الأمريكية (ASHRRAE) والمطورين والخبراء في جامعة ويسكونسين الأمريكية (Wisconsin) , ووجد أنها لا تتعدى (٢%) وهي نسبة مقبولة, ووصف بأنه البرنامج الأكثر اكتمالاً لمُحاكاة أنظمة الطاقة الشمسية .

نتائج الدراسة التطبيقية :

خامسا : إجمالي النتائج التي توصلت اليها الدراسة عن المُحاكاة الطبيعية لمنظومة التبريد الحراري الشمسي وتكاملها مع الغلاف الخارجي الأنسب لوحدات الإسكان المتوسط كالاتي :

- نتائج المرحلة الأولى بالدراسة التطبيقية(عملية المحاكاة **قبل** دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات الغلاف الخارجي الأنسب):

١- تم الوصول لمقترح لمنهجية القياس المُتبعة لقياس تدفقات الطاقة المتجددة بالحالة الدراسية , من مراحل وبدائل المُدخلات المقترحة والمُفاضلة بينهم ووضع منهجية رقمية متكاملة ضمن حدود التكلفة الاقتصادية المقبولة وذلك باستخدام برامج التصميم البارامتري **(TRNSYS)** لتحقيق الكفاءة في توليد الطاقة الشمسية المتجددة وخفض الانبعاثات الكربونية داخل وحدات الإسكان المتوسط.

٢- تم تصميم الغلاف الخارجي الأفضل للوحدات السكنية بالادوار السطح والمتكررمن خلال (متغيرات المرحلة الاولى من عملية المحاكاة قبل دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية) ,وتم إستنتاج البدائل التصميمية الأنسب للغلاف الخارجي للوحدات السكنية بأدوار السطح والمتكرر:

١- الدور السطح (الأخير):

- السقف (بديل(٢)/س) إستخدام طبقه عازله للسقف سمك ٣سم من البوليسترين المبثوق ، بفترة استرداد ٥سنوات, ومتوسط توفير ٤٠% من استهلاك الطاقة سنويا.
- الحوائط (بديل(٥)/ح) إستخدام الحوائط المزدوجه من الطوب الطفلي المفرغ سمك ١٢سم وبينهما فراغ هوائي سمك ٥سم ، بفترة استرداد ٤سنوات ونصف. ومتوسط توفير ٣٣% من استهلاك الطاقة .
- الفتحات (بديل(٤)/ف) إستخدام الفتحات الخارجيه من الزجاج العاكس ، بفترة استرداد ٨ أشهر. ومتوسط توفير ٢٣% من استهلاك الطاقة .

٢- الدور المتكرر:

- الحوائط (بديل(٥)/ح) إستخدام الحوائط المزدوجه من الطوب الطفلي المفرغ سمك ١٢سم وبينهما فراغ هوائي سمك ٥سم ، بفترة استرداد ٤سنوات ونصف. ومتوسط توفير ٣٣% من استهلاك الطاقة .
- الفتحات (بديل(٤)/ف) إستخدام الفتحات الخارجيه من الزجاج العاكس ، بفترة استرداد ٨ أشهر. ومتوسط توفير ٢٣% من استهلاك الطاقة .

- نتائج المرحلة الثانية بالدراسة التطبيقية (عملية المحاكاة **بعد** دمج منظومة التبريد الحراري الشمسي بالوحدات السكنية ذات الغلاف الخارجي الأنسب):

١- لتغطيه الاحمال الحراريه المعتاده في الوحده السكنيه وترشيدها بالطاقه الشمسيه بدلا من الطاقه الكهربائيه تم تصميم منظومه تكييف للهواء تعمل وفقا لدوره الامتصاص بالطاقه الشمسيه لتحقيق الراحه الحراريه في الوحده السكنية بواقع مساحه ١٠٠ متر مربع ' تم استخدام برنامج المحاكاة الديناميكيه TRNSYS لحساب احمال التبريد ساعيا لموسم الصيف (يونيو-سبتمبر) وقد بلغت ذروتها بالبديل الاساسي للوحده السكنيه (٢٥كيلووات /الساعه) يوم ١٩يونيو في مدينة القاهرة محل الدراسة التطبيقية ' وقد تم التطبيق واجراء عمليات المحاكاه المتكرره بعد دمج وتكامل منظومة التبريد الحراري الشمسي على الحالات الأربعة التاليه:

م	نوع البديل	الوحدة السكنية	الدور
١	الأنسب	(ش/ق)	السطح
٢	الأنسب	(ج/غ)	السطح
٣	الأنسب	(ش/ق)	المتكرر
٤	الأنسب	(ج/غ)	المتكرر

٢- بناء على الدراسة التحليليه في الفصل الثالث من الرساله الخاص بالمقارنه بين انظمه التبريد الحراريه الشمسيه والذي خلص الى اختيار نظام التبريد الحراري الامتصاصي وبالعوده الى المنتجات المتاحة في مصر في اسواق أنظمة التبريد الحراري الشمسي تم اختيار وحده التبريد بالامتصاص(Absorption Chiller Unite) بسعة تصميمية حوالي ١٥كيلووات 'وتعمل الوحده بالماء كمائع تبريد ممتص' وبروميد الليثيوم كماص' وتنتج هذه الوحده التبريدية ماء مبردا عند ٧درجه مؤية 'وتصميم (مجمعين شمسيين مفرغ الانابيب بمساحه ١٦متر مربع متصلين على التوالي لتزويد المياه الساخنه بدرجه٨٥درجه مؤية الي خزان حراري بسعه ٢متر مكعب.كما تم توصيل كلا من برج التبريد وانابيب التبريد والمبادل الحراري المساعد والمضخات وصمامات التمدد) وذلك لتصميم وتشغيل منظومه التبريد الحراري الشمسي سابقه الذكر.

٣- حققت منظومة التبريد نسبه مشاركة شمسيه وصلت الي ٩٠%

٤- متوسط معامل الاداء لوحده التبريد c. o. p. حوالي ٠,٧

٥- كفاءة المجمعات الشمسيه ٨٦%

٦- تم نجاح منظومة التبريد الحراري الشمسي والتحقق من كفائتها بالمهمة المطلوبة في تكاملها مع الغلاف الخارجي الافضل للدور السطح والمتكرر في توفير الراحة الحرارية داخل الفراغات ٢٤ درجة مئوية وايضا ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية المعتادة بنسبة ٨٣% .

٧- ان منظومة التبريد الحراري الشمسي الامتصاصي قادرة على تغطية الاحمال الحرارية بالوحدات السكنية الثمانية المختارة مهما كانت الاختلافات بينهم سواء كانت بالبديل الاساسي او الافضل وفي الدور السطح او المتكرر وفي التوجيه الشمالي او الجنوبي , وانما من الافضل ان تتكامل مع الغلاف الخارجي الافضل لتزيد من معدل كفائتها وعمرها الافتراضي, حيث ان ماتبذله المنظومة مع البديل الاساسي اكثر مما تبذله مع البديل الافضل للغلاف الخارجي للوحدات السكنية.

٨- أفضل التوجيهات بصوره عامه إتجاه الشمال الشرقي سواء للمتكرر أو السطح، بينما الأسوأ في التوجيه الجنوب الغربي.

٩- تم ملاحظة ان بتطبيق البديل الافضل للغلاف الخارجي للوحدة السكنية ينخفض متوسط الاحمال الحراري بنسبة ٣٠% فقط ,حيث تم حساب متوسط درجات الحرارة خلال ساعات اليوم لجميع البدائل وجد انها تتراوح من (٢٨درجة مئوية حد ادني) الى (٤٠درجة مئوية حد اقصى, وبالتالي يلزم تركيب ودمج منظومة التبريد الشمسية بالوحدة السكنية حتى يتم تغطية الاحمال الحرارية بصورة كاملة.

١٠- ثم تم محاكاة درجات الحرارة للفراغات داخل الوحدة السكنية بعد دمج منظومة التبريد خلال نفس اليوم ١٩ يونيو , نجد ان منظومة التبريد الحراري الشمسي قد غطت الاحمال الحرارية للوحدة السكنية كاملة وقامت بتوصيل درجة الحرارة داخل الفراغات الى درجة الراحة الحرارية المطلوبة عند (٢٤ درجة مئوية).

١١- تم نجاح منظومة التبريد الحراري الشمسي والتحقق من كفائتها بالمهمة المطلوبة في تكاملها مع الغلاف الخارجي الافضل للدور السطح والمتكرر في توفير الراحة الحرارية داخل الفراغات السكنية.

١٢- نجد ان الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الوحدات السكنية الجنوبية أعلى من الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الوحدات السكنية الشمالية, وذلك منطقي لأن التوجية الشمالي للوحدات السكنية الشمالية يجعلها دائما معرضة للرياح البحرية

الشمالية مما يجعلها أقل دائما في درجات الحرارة عن الوحدات السكنية الجنوبية واكثر انتاجا للطاقة الشمسية لعمل منظومة التبريد وبالتالي الاكثر وفرا في الطاقة , بينما نجد أن كمية الطاقة الشمسية المنتجة في الوحدات السكنية الشمالية أقل عن كمية الطاقة الشمسية المنتجة في الوحدات السكنية الجنوبية والأقل وفرا في الطاقة ،وترتيب الوحدات من الأكثرتوفيرا في الكهرباء الى الاقل كالتالي:

اولا:الوحدة(جنوب/غرب) الدور السطح

ثانيا:الوحدة(شمال/شرق) الدور السطح

ثالثا:الوحدة(جنوب/غرب) الدور المتكرر

رابعا:الوحدة(شمال/شرق) الدور المتكرر

١٣- نجد ان الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الدور السطح أعلى من الاستهلاك الكهربائي المعتاد اللازم لتكييف الهواء في الدورالمتكرر, وذلك منطقي لأن الغلاف الخارجي للوحدات السكنية في الدور السطح معرض للإشعاع الشمسي من خلال الأسقف والحوائط والفتحات ,بينما الغلاف الخارجي للوحدات السكنية في الدور المتكرر معرض للإشعاع الشمسي من خلال الحوائط والفتحات فقط , ولذلك نلاحظ أن الطاقة الشمسية المنتجة من منظومة التبريد للوحدات السكنية في الدور السطح تغطي حوالي ٨٣٪ من الاستهلاك الكهربي المعتاد , والطاقة الشمسية المنتجة من منظومة التبريد للوحدات السكنية في الدور المتكرر تغطي حوالي ٧٢٪ من الاستهلاك الكهربي المعتاد, مما يدل على نجاح وكفاءة أداء منظومة التبريد الحراري الشمسي , وأن كمية الطاقة الشمسية المنتجة (Qs) تتناسب طرديا مع الاستهلاك الكهربي التقليدي (Q g).

١٤- استنتاج ان الأكثر جدوى إقتصاديا في تركيب منظومة التبريد الحراري الشمسي هي الوحدة (جنوب-غرب) بالدور السطح بفترة إسترداد حوالي (١,٥) سنة وخمسة شهور ،وذلك منطقي لأنها الوحدة السكنية الأسوء في التوجية والأكثر تعرضا لأشعة الشمس المباشرة من السقف والحوائط والاكثر استهلاكا لمنظومة التبريد الشمسية.

١٥- استنتاج ان الأقل جدوى إقتصاديا في تركيب منظومة التبريد الحراري الشمسي هي الوحدة (شمال -شرق) بالدور المتكرر بفترة إسترداد حوالي (٢,٨) سنتين وثمانية شهور وذلك منطقي لأنها الوحدة السكنية الأفضل في التوجية والأقل تعرضا لأشعة الشمس المباشرة من الحوائط فقط وبالتالي فهي الأقل استهلاكا لمنظومة التبريد الشمسية.

١٦- نستنتج من معيار فترة الاسترداد ان بشكل عام تركيب منظومة التبريد الشمسي مقبول اقتصاديا في جميع الوحدات السكنية محل الدراسة.

١٧- أن تنفيذ الدراسة التطبيقية المقترحة يضمن التوجه العملي للدولة المصرية نحو توفير طاقة نظيفة من مصادر آمنة ومستدامة للطاقة ، وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.

١٨- أن تنفيذ الدراسة التطبيقية المقترحة يضمن ان الدعم التي توفره الدولة المصرية لهذا النوع من المشاريع يكون في موضعه الصحيح .

١٩- أن تنفيذ الدراسة التطبيقية المقترحة على وحدات الإسكان المتوسط النمطية التكرار, يضمن عند تحقق الوفر والترشيد في الإستهلاك الكهربي وزيادة إنتاج الطاقة الشمسية المتجددة بأحدها فإن الوفر يتضاعف ويتكرر كلما زاد وتكرر عدد هذه الوحدات السكنية .

٢٠- إستخدام التقنيات الفائقة للطاقات المتجددة أدى إلى الوصول لعمارة تنتج طاقة أكثر مما تستهلك فأصبحت عنصرا داعما للبيئة والطاقة .

الاستنتاج (Conclusion):

ومن خلال الدراسة البحثية وبالإطلاع على الدراسات السابقة في نفس المجال ، تعتبر هذه الرسالة اول دراسة بحثية أكاديمية قدمت منهج تجريبي متكامل يجمع بين تصميم الغلاف الخارجي وتقنيات الطاقة المتجددة الانسب حراريا واقتصاديا في الوحدة السكنية النمطية ، حيث تم التوصل الى منهجية تطبيقية مقترحة لزيادة انتاج الطاقة المتجددة من خلال تحقيق منهجية رقمية متكاملة بإستخدام برنامج TRNSYS بالمباني السكنية في مصر، ونظرا لتكرار الدولة إنشاء مثل هذه المشاريع بإستمرار لتغطية العجز في الإسكان لهذه الشريحة من السكان , فإنه يمكن إعتبار هذه الدراسة البحثية التجريبية منهجا مقترحا للتطبيق قابلا للتنفيذ الفعلي حاليا ومستقبلا وبمقاييس كبيرة بما يحققه من توفير راحة حرارية مثالية داخل الوحدة السكنية وبتكاليف إقتصادية مقبولة.

التوصيات :

بناء على النتائج التى تم التوصل اليها والمستخلصة من الدارسة النظرية والتحليلة والتطبيقية يقوم البحث بطرح اهم التوجيهات والتوصيات المتعلقة بموضوع البحث وهى كما يلى :

اولا : توصيات خاصة بالمصمم المعماري والعمراني :

١- حتمية تقليل الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة والتحول بشكل كبير نحو تقنيات الطاقة الحديثة في التصميم المعماري والعمراني للمباني السكنية بهدف إنتاج عمران سكني مستدام صديق للبيئة ومولد ومنتج للطاقة أيضاً , مما يساهم في الحفاظ على حقوق الأجيال الحالية والأجيال القادمة في مناخ صحيح وبيئة سكنية مستدامة وصديقة وغير ضارة بالبيئة .

٢- يجب تحقيق التكامل مع البيئة المحيطة بما يحقق منظومة بيئية متكاملة تحقق الاتزان الديناميكي بين معطيات الموقع والاحتياجات الوظيفية والانسانية .

٣- الاستفادة من التطور العلمي والتكنولوجي والتقنيات الحديثة فى الحفاظ على الموارد الطبيعية واستخدام الموارد الصديقة للبيئة والموفرة اقتصاديا .

٤- استخدام الطاقات الطبيعية الجديدة والمتجددة التى تتميز بها منطقة الدراسة .

٥- الحد من مصادر التلوث البيئي من الهواء والمياه ومواد البناء المستخدمة .

٦- الاستخدام بحد كبير لتقنيات الطاقة الشمسية في المباني السكنية لتوليد الطاقة.

ثانيا : توصيات خاصة بالحكومات والمؤسسات فى الدولة :

١- ضرورة وجود إطار تشريعي وقانوني منظم لعملية توفير الطاقة عن طريق التقنيات الحديثة.

٢- حتمية نشر ثقافة إستخدامات الطاقة المتجددة على مستوى المجتمعات بكل أطرافها (الحكومات- الأفراد- المستثمرون ورجال الأعمال) وإبراز مدى أهمية هذه الثقافة في حماية البيئة وتوفير إحتياجات الطاقة.

٣- تعميم إستخدام المصادر المتجددة للطاقة في القطاعات المتعددة في جمهورية مصر العربية , خاصة وأنها تعتبر رئة جديدة.

٤- يجب على الدولة الإستمرار في سن القوانين وإصدار تشريعات من شأنها البناء السكني المستدام من اجل تحسين الاستخدام وتطوير الإنتاج في مجال الطاقة المتجددة .

٥- ضرورة تفعيل المشاركة بين القطاعين الخاص والعام في مجال الاستثمارات في الطاقة الجديدة

٦- دعم عمليات البحث العلمي والتطبيق العملي للبحوث وتوفير الإمكانات اللازمة لذلك في مجال المساكن المستدامه .

٧- الاهتمام بتطوير تطبيقات تقنيات الطاقة الشمسية في مجال التبريد والتكييف للمباني بالأسواق المصرية ، ويمكن الدخول في شراكة مع مختبرات وشركات متطورة في المجال.

٨- تشجيع الإنتاج السكني المستدام المحلي المعتمد على الطاقات المتجددة .

٩- ضرورة التوعية بقيمة الحفاظ على البيئة المحيطة والطاقة من خلال المشاركة المجتمعية للسكان وايضا ان الحفاظ على البيئة ضرورة ملحة وليس نوع من الرفاهية .

١٠- امكانية تطبيق الرسالة وتفعيل مقترحاتنا الخاصة باستدامة المباني السكنية في مصر.

ثالثا : توصيات خاصة بالمؤسسات التعليمية والاكاديمية :

١- ضرورة عمل مقررات تنشر الفكر البيئي ومفاهيم الاستدامة والطاقة المتجددة وتقنياتها من اجل التوعية للطلبة بها وتنمية ثقافة الحفاظ على البيئة .

٢- عمل مؤتمرات وندوات ومحاضرات للطلبة لتوعيتهم بمدي تاثير قدراتهم وسلوكياتهم على البيئة.

رابعا : توصيات خاصة بالدراسات البحثية المستقبلية :

١- اجراء الابحاث اللازمة لتوثيق بيانات الطقس والمدخلات المناخية(Data Weather) لكافة المدن المصرية بقاعدة البيانات ببرنامج المحاكاة (TRNSYS)، لسهولة تطبيق المحاكاة في كافة انحاء مصر.

٢- بحث إمكانية تطبيق استخدام المنظومة الحرارية الشمسية لتغطية احمال التبريد في الصيف وأحمال التدفئة في الشتاء.

٣- البحث والتطوير المستمر في مجال السكن المستدام يساعد في خلق نتاج سكني مصري مستدام.

٤- الإبتكار والتعديل الدائم في تصميم أنظمة التبريد الحراري الشمسي هام لتحقيق أقصى كفاءة متوقعة للنظام وهذا يتطلب العديد من الأدوات المختلفة للدراسة والتطبيق من الباحثين والخبراء في مجال التبريد الحراري الشمسي حول العالم بصورة مستمرة.

٥- يراعي عمل دراسة للتوسع فى نظام التقييم لتقنيات الطاقة المتجددة من أجل وضع كود الاستدامة المصري ومن أجل وضع منهجية لتطبيق مبادئ التنمية العمرانية المستدامة على جميع انواع المباني في المدن المصرية .

٦- يراعي عمل درسات وابحاث علمية تفصيلية لتاصيل وتطبيق فكر الاستدامة وزيادة انتاج الطاقة المتجددة تغطي جميع الجوانب العمرانية والمعمارية .

٧- يمكن عمل دراسة بحثية لايجاد الية لتبادل الخبرات والاستثمارات الاقليمية والعالمية فى مجال التصميم والتخطيط البيئي المستدام والطاقات المتجددة لتحقيق الاستدامة العمرانية مع دراسة العوائق التى تحول دون التطبيق بما يتوافق مع المجتمع المصري لخلق نظم ايكولوجية يمكن اعادة تدويرها بما يحقق الاتزان بين الموارد الطبيعية والاحتياجات الحياتية الرئيسية للسكان.

خامسا: توصيات بامكانية تطبيق الرسالة:

يمكن إعتبار هذه الدراسة البحثية التجريبية منهجا للتطبيق قابلا للتنفيذ الفعلي حاليا ومستقبلا وبمقاييس كبيرة بما يحققه من توفير راحة حرارية مثالية داخل الوحدة السكنية وبتكاليف إقتصادية مقبولة وتفعيل مقترحات الدراسة التطبيقية الى ضوابط في لائحة مركز الإستشارات البحثية بكلية الهندسة والتواصل بالإعلام للتنويه عنها والتعريف بها.

المراجع

المراجع:

أولا: المراجع باللغة العربية:

١. سعود يوسف عياش ،(١٩٨١)، تكنولوجيا الطاقة البديلة، كتاب، دار النشر:الكويت. وحدة النشر والترجمة.
٢. هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،(٢٠١٨)،التقرير النهائى، مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة ، في جمهورية مصر العربية.
٣. احمد شفيق الخطيب،يوسف سليمان خير الله،(٢٠٠٢),القدرة المائية،كتاب، موسوعة الطاقة المستدامة، دارالنشر:مكتبة لبنان ناشرون.
٤. بشير صبحي احمد،(٢٠١٦)،كتاب، مقدمة مصادرالطاقة المائية،مكتبة كتب الهندسة والتكنولوجيا.
٥. عمار عامر ياسر ،(٢٠١٢)، رسالة ماجيستير، التصميم البيئى وكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة فى المبانى السكنية : دراسة حالة الطاقة فى قطاع غزة – فلسطين، قسم عمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
٦. حسن حسين التملي،(٢٠١٦)، أزمة الطاقة فى مصر و الحلول المقترحة، ورقة بحثية، هندسة القوى الكهربية، كلية الهندسة، جامعة المنيا.
٧. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٨) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،تشريعات الطاقة المتجددة ،مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation 2-11-2019
٨. فريد كافي ، (٢٠١٦),"الطاقات المتجددة بين تحديات الواقع ومأمول المستقبل : التجربة الالمانية نموذجا "،بحوث اقتصادية عربية ،العددان ٧٤\٧٥
٩. إبراهيم الغيطاني ،(٢٠١٢)، آفاق الطاقة المتجددة في مصر: فرص الخروج من شبح نضوب الطاقة، ورقة بحثية، المركز المصري للدراسات والمعلومات.
١٠. اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري ،(٢٠٠٨)،الكود المصري لتحسين كفاءة الطاقة في المباني بجزئيه(السكني والتجاري) ،المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء.
١١. وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية،(٢٠١٩)، تقرير المجلس المصري للبناء الأخضر لنظام الهرم الأخضر لتقييم المباني GPRS ، متاح على الرابط http://www.hbrc.edu.eg/a/gbc.html 2-11-2019
١٢. غرفة الصناعات الهندسية،(٢٠١٩)،إتحاد الصناعات المصرية،التقرير السنوي ، متاح على http://www.ceiegypt.org 3-11-2019
١٣. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (٢٠١٩) ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ،مشروعات الطاقة الجديدة ولمتجددة في مصر،متاح على http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation 2-11-2019
١٤. ماجدة أبو زنط وعثمان غنيم (٢٠٠٥)التنمية المستديمة إطار فكري دراسة في فلسفة ،بحث علمي، المنارة ،، المجلد ١٢، العدد ١.
١٥. سماء راضي حسين أحمد(٢٠١٣) دور كود التشكيل العمراني في تحقيق مجتمعات عمرانية مستدامة بمصر،رسالة دكتوراة،قسم عمارة،كلية الهندسة،جامعة المنصورة.
١٦. وليد محمد عبد الوهاب نصار(٢٠٠٨) تكامل المشروعات الحضرية الذكية مع البيئة العمرانية المحيطة،رسالة دكتوراة،قسم تخطيط عمراني،كلية الهندسة ،جامعة عين شمس.
١٧. مديحة حامد عبد الستار(٢٠١٠) الهوية كمدخل لاستدامة العمران فى ضوء شراكة المجتمع،رسالة ماجيستير،قسم عمارة، كلية الهندسة،جامعة المنصورة.
١٨. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي الاسكوا ،(٢٠١٣)، نحو اقتصاد اخضر(مسارات الى التنمية المستدامة والقضاء على الفقر)،مرجع لواضعي السياسات، الامم المتحدة، نيويورك.
١٩. هديل موفق محمود، اوس جواد جعفر،(٢٠١٤)، الاعتبارات البيئية في تصميم المباني واستثمار التكنولوجيا المعاصرة في تصميمها، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية،بغداد ، العراق.
٢٠. ضياء رفيق مرجان،(٢٠١٣)، مفاهيم وتطبيقات لإمكانية التخطيط والتصميم المستدام في السكن، مجلة المخطط والتنمية، العدد(٢٧).

٢١.راما أحمد, (٢٠١٢), التطور التقني لإتجاه عمارة التقنيات الفائقة ضـــمن إطار التصـــميم المســـتدام,رســـالة ماجيستير, الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة دمشق, سوريا.
٢٢.برنامج الامم المتحدة للبيئة ,(2014),(UNEP)ورقة البرنامج البحثية,دمج الطاقة الشمسية الحرارية في المباني- دليل سريع للمهندسين المعماريين والبنائين.
٢٣.وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة،(٢٠١٩), تقرير هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،(الطاقة الشمسية في مصر)، متاح على موقعhttp://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarIntro 3-11-2019

ثانيا: المراجع باللغة الإنجليزية:

1. **Herbert Girardet (31 July 2009). "Dongtan - the world's first eco-city". World Business Council for Sustainable Development.**
2. **https://citymag.indaily.com.au/commerce/home-future-earthship-ironbank/ 4-11-2019**
3. **https://en.wikipedia.org/wiki/Heliotrope_(building) 28-10-2019**
4. **https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village 3-11-2019**
5. **https://www.archdaily.com/90356/boston-fusion-bay-arch/zoom_roof 3-11-2019**
6. **http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarIntro 3-11-2019**
7. **https://www.syr-res.com/article/7824.htm 7-11-2019**
8. **https://www.carriermaintenance.com/963/Components-Air-Conditionerb on 7-11-2019**
9. **Otanicar, Todd, Robert A Taylor And Patrick E Phelan, (2012),Prospects For Solar Cooling– An Economic And Environmental Assessment. Solar Energy.**
10. **Https://Www.Iea.Org/ IEA ,2019**
11. **Ren21, Renewables 2018 Global Status Report. 2018: Paris, REN21 Secretariat.**
12. **Best, R And W Rivera, 2015, A Review Of Thermal Cooling Systems. Applied Thermal Engineering.**
13. **Sarbu, Ioan And Calin Sebarchievici, Review Of Solar Refrigeration And Cooling Systems. Energy And Buildings, 2013.**
14. **Ghafoor, Abdul And Anjum Munir, Worldwide Overview Of Solar Thermal Cooling Technologies. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 2015**
15. **Ullah, Kr, R Saidur, Hw Ping, Rk Akikur, And Nh Shuvo, A Review Of Solar Thermal Refrigeration And Cooling Methods. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 2013**
16. **Bent Sorensen, Solar Power, In Renewable Energy Focus Handbook. 2009, Academic Press: USA.**
17. **Parke, Emily, Experiments, Simulations, And Lessons From Experimental Evolution. 2015.**
18. **Odle, Teresa And Richard Mayer, Experimental Research. 2011**
19. **Hyung-Gi Yoon, Numerical And Experimental Study On The Design Of A Stratified Thermal Storage System. Applied Thermal Engineering, 2004**
20. **Ssembatya, Martin, Manoj K Pokhrel And Rajesh Reddy, Simulation Studies On Performance Of Solar Cooling System In UAE Conditions. Energy Procedia, 2014.**

21. **Paul Breeze, Truman Storvick, Shang_Tian Yang, Aldo V Da Rosa, Harsh K Gupta, Roy Sukanta, Mukesh Doble, P Maegaard, And Gianfranco Pistoia, Renewable Energy Focus Handbook. 2009, Academic Press, .**
22. **Mehmood, Aamir, Adeel Waqas And Hafiza Tahira Mahmood, Stand-Alone PV System Assessment For Major Cities Of Pakistan Based On Simulated Results: A Comparative Study. NUST Journal Of Engineering Sciences (NJES) Islamabad, 2013**
23. **Http://Www.Almaden.Ibm.Com/St/Past_Projects/Fractures/25-8-2019**
24. **D. Thevenard. A Simple Tool For The Simulation Of Active Solar Systems: WATSUN Reborn. In Third Solar Building Conference. 2008. Fredericton N.B.**
25. **Kalogirou, Soteris A., Chapter 11 - Designing And Modeling Solar Energy Systems, In Solar Energy Engineering (Second Edition), S.A. Kalogirou, Editor. 2014, Academic Press: Boston.**
26. **Klein, Sa, Pi Cooper, Tl Freeman, Dm Beekman, Wa Beckman, And Ja Duffie, A Method Of Simulation Of Solar Processes And Its Application. Solar Energy, 1975**
27. **Klein, Sanford Alan, Wa Beckman And Ja Duffie, A Design Procedure For Solar Heating Systems. Solar Energy, 1976**
28. **Energy Plus, Getting Stared With Energyplus, In Energy Plus Documentation. 2015, NREL: United States**
29. **Crawley, Drury B., Linda K. Lawrie, Frederick C. Winkelmann, W. F. Buhl, Y. Joe Huang, Curtis O. Pedersen, Richard**
30. **Arasteh, Dariush, Modeling Windows In Energy Plus With Simple Performance Indices. Lawrence Berkeley National Laboratory, 2010**
31. **Ies, Ve, Virtual Environment (VE) By Integrated Environment Solutions (IES), 2009**
32. **Almeida, P, Mj Carvalho, Ricardo Amorim, J Farinha Mendes, And V Lopes, Dynamic Testing Of Systems–Use Of TRNSYS As An Approach For Parameter Identification. Solar Energy, 2014**
33. **Klein, Sh And Wa Beckman, TRNSYS, A Simulation Program. ASHRAE Trans, 1971**
34. **Khan, T, Ia Chaudhry And A Rehman, Design Of A Solar Updraft Tower Power Plant For Pakistan And Its Simulation In TRNSYS. 2014**
35. **Banister, Carsen J, William R Wagar And Michael R Collins, Validation Of A Single Tank, Multi-Mode Solar-Assisted Heat Pump TRNSYS Model. Energy Procedia, 2014**
36. **Almeidaa, Patrícia, Ricardo Amorim, Maria João Carvalho, João Farinha Mendes, And Vitor Lopes, Dynamic Testing Of Systems–Use Of TRNSYS As An Approach For Parameter Identification. Energy Procedia, 2012**
37. **Http://Www.Trnsys.Com/6-11-2019**
38. **Http://Www.Moee.Gov.Eg/Test_New/Home.Aspx 6-12-2019**
39. **Chinnappa, Jcv, Performance Of An Intermittent Refrigerator Operated By A Flat-Plate Collector. Solar Energy, 1962**

40. **Bolocan, S And I Boian, SOLAR COOLING FOR ENERGY SAVING. CAN WE AFFORD NOT TO USE THE HEAT OF THE SUN? Bulletin Of The Transilvania University Of Braşov• Vol,**
41. **Butz, Lw, Wa Beckman And Ja Duffie, Simulation Of A Solar Heating And Cooling System. Solar Energy Laboratory, University Of Wisconsin, Madison, Wisconsin USA Energy, 1974**
42. **Costello, Frederick A, A Hybrid Solar Air Conditioning System. Solar Energy, 1976**
43. **Nakahara, Nobuo, Yasuyuki Miyakawa And Mitsunobu Yamamoto, Experimental Study On House Cooling And Heating With Solar Energy Using Flat Plate Collector. Solar Energy, 1977**
44. **Ishibashi, Toshihiro, The Result Of Cooling Operation Of Yazaki Experimental Solar House "One". Solar Energy, 1978**
45. **Biancardi, Fr, Jw Sitler And G Melikian, Development And Test Of Solar Rankine Cycle Heating And Cooling Systems. International Journal Of Refrigeration, 1982**
46. **Muneer, T And Ah Uppal, Modelling And Simulation Of A Solar Absorption Cooling System. Applied Energy, 1985**
47. **Hammad, M And Y Zurigat, Performance Of A Second Generation Solar Cooling Unit. Solar Energy, 1998**
48. **Li, Zf And K Sumathy, Experimental Studies On A Solar Powered Air Conditioning System With Partitioned Hot Water Storage Tank. Solar Energy, 2001**
49. **Assilzadeh, F, Sa Kalogirou, Y Ali, And K Sopian, Simulation And Optimization Of A Libr Solar Absorption Cooling System With Evacuated Tube Collectors. Renewable Energy, 2005**
50. **Mazloumi, M, M Naghashzadegan And K Javaherdeh, Simulation Of Solar Lithium Bromide–Water Absorption Cooling System With Parabolic Trough Collector. Energy Conversion And Management, 2008**
51. **Kim, Ds And Ca Infante Ferreira, Air-Cooled Libr–Water Absorption Chillers For Solar Air Conditioning In Extremely Hot Weathers. Energy Conversion And Management, 2009**
52. **Marc, Olivier, Franck Lucas, Frantz Sinama, And E Monceyron, Experimental Investigation Of A Solar Cooling Absorption System Operating Without Any Backup System Under Tropical Climate. Energy And Buildings, 2010**
53. **Said, Syed Am, Maged Ai El-Shaarawi And Muhammad U Siddiqui, Alternative Designs For A 24-H Operating Solar-Powered Absorption Refrigeration Technology. International Journal Of Refrigeration, 2012**
54. **Ayadi, Osama, Marcello Aprile And Mario Motta, Solar Cooling Systems Utilizing Concentrating Solar Collectors-An Overview. Energy Procedia, 2012**
55. **Lizarte, R, M Izquierdo, Jd Marcos, And E Palacios, Experimental Comparison Of Two Solar-Driven Air-Cooled Libr/H 2 O Absorption Chillers: Indirect Versus Direct Air-Cooled System. Energy And Buildings, 2013**

56. **Zhang, B, Js Lv And Jx Zuo, Theoretical And Experimental Study On Solar Ejector Cooling System Using R236fa. International Journal Of Low-Carbon Technologies, 2014**
57. **Martin Ssembatya, Performance Evaluation Of A Solar Cooling System In Uae – Ras Al Khaimah By Both Experiment And Simulation,2013**
58. **Zhang, Wei, Saffa B Riffat, Xiaoli Ma, And Siddig A Omer. Optimum Design Of Asolar-Driven Ejector Cooling System. In Proceedings Of The 8th International**
59. **Symposium On Heating, Ventilation And Air Conditioning. 2014. Springer.**
60. **Ferreira, Carlos Infante And Dong-Seon Kim, Techno-Economic Review Of Solar Cooling Technologies Based On Location-Specific Data. International Journal Of Refrigeration, 2014**
61. **Vahid, Vakiloroaya, TOWARD GREEN BUILDINGS DESIGN, DEVELOPMENT AND PERFORMANCE EVALUATION OF A SOLAR-POWERED ABSORPTION COOLING SYSTEM,2014**
62. **Fakhraldin, Shahen Mohammed, Design Of A Solar Cooling System For Iraq Climate,2016**
63. **Sergio Pintaldi , Medium Temperature Thermal Energy Storage For High Efficien Cysol Arcooli Ngapplicatio - University Of Trieste, Italy,2017**
64. **Chinnappa, Jcv, Performance Of An Intermittent Refrigerator Operated By A Flat-Plate Collector. Solar Energy, 1962.**
65. **Ward, Dan S And George Og Löf, Design And Construction Of A Residential Solar Heating And Cooling System. Solar Energy, 1975**
66. **Nakahara, Nobuo, Yasuyuki Miyakawa And Mitsunobu Yamamoto, Experimental Study On House Cooling And Heating With Solar Energy Using Flat Plate Collector. Solar Energy, 1977**
67. **Ward, Dan S, George Og Löf, Charles C Smith, And Ll Shaw, Design Of A Solar Heating And Cooling System For CSU Solar House II. Solar Energy, 1977**
68. **Ward, Ds, Cc Smith And Jc Ward, Operational Modes Of Solar Heating And Cooling Systems. Solar Energy, 1977**
69. **Ward, Dan S And John C Ward, Design Considerations For Residential Solar Heating And Cooling Systems Utilizing Evacuated Tube Solar Collectors. Solar Energy, 1979**
70. **Ward, Ds, Ws Duff, Jc Ward, And Gog Löf, Intergration Of Evacuated Tubular Solar Collectors With Lithium Bromide Absorption Cooling Systems. Solar Energy, 1979**
71. **Hinotani, Katsuhiro, Keiichi Kanatani And Masato Osumi, An Evacuated Glass Tube Solar Collector And Its Application To A Solar Cooling, Heating And Hot Water Supply System For The Hospital In Kinki University. Solar Energy, 1979**
72. **Biancardi, Fr, Jw Sitler And G Melikian, Development And Test Of Solar Rankine Cycle Heating And Cooling Systems. International Journal Of Refrigeration, 1982**
73. **Ayyash, S, Rk Suri And H Al-Shami, Performance Results Of Solar Absorption Cooling Installation. International Journal Of Refrigeration, 1985**

74. Mak, Kwok-Keung, Design And Operation Of A Solar-Powered Air-Conditioning System In Hong Kong. 1989, The University Of Hong Kong (Pokfulam, Hong Kong).
75. Hammad, M. A. And M. S. Audi, Performance Of A Solar Libr-Water Absorption Refrigeration System. Renewable Energy, 1992
76. Yeung, Mr, Pk Yuen, A Dunn, And Ls Cornish, Performance Of A Solar-Powered Air Conditioning System In Hong Kong. Solar Energy, 1992
77. Lazzarin, Rm, P Romagnoni And L Casasola, Two Years Of Operation Of A Large Solar Cooling Plant. International Journal Of Refrigeration, 1993
78. Izquierdo, M, F Hernandez And E Martin, Solar Cooling In Madrid: Available Solar Energy. Solar Energy, 1994
79. Al-Homoud, Aa, Rk Suri, Raed Al-Roumi, And Gp Maheshwari, Experiences With Solar Cooling Systems In Kuwait. Renewable Energy, 1996
80. Bansal, Nk, J Blumenberg, Hj Kavasch, And T Roettinger, Performance Testing And Evaluation Of Solid Absorption Solar Cooling Unit. Solar Energy, 1997
81. Hammad, M And Y Zurigat, Performance Of A Second Generation Solar Cooling Unit. Solar Energy, 1998
82. Li, Zf And K Sumathy, Experimental Studies On A Solar Powered Air Conditioning System With Partitioned Hot Water Storage Tank. Solar Energy, 2001
83. Sumathy, K, Zc Huang And Zf Li, Solar Absorption Cooling With Low Grade Heat Source—A Strategy Of Development In South China. Solar Energy, 2002
84. Li, Zf And K Sumathy, Performance Study Of A Partitioned Thermally Stratified Storage Tank In A Solar Powered Absorption Air Conditioning System. Applied Thermal Engineering, 2002
85. Shin, Mi-Soo, Hey-Suk Kim, Dong-Soon Jang, Sang-Nam Lee, Young-Soo Lee, And Hyung-Gi Yoon, Numerical And Experimental Study On The Design Of A Stratified Thermal Storage System. Applied Thermal Engineering, 2004
86. Syed, A, M Izquierdo, P Rodriguez, G Maidment, J Missenden, A Lecuona, And R Tozer, A Novel Experimental Investigation Of A Solar Cooling System In Madrid. International Journal Of Refrigeration, 2005
87. Gommed, K And Gershon Grossman, Experimental Investigation Of A Liquid Desiccant System For Solar Cooling And Dehumidification. Solar Energy, 2007
88. Pongtornkulpanich, A, S Thepa, M Amornkitbamrung, And C Butcher, Experience With Fully Operational Solar-Driven 10-Ton Libr/H 2 O Single-Effect Absorption Cooling System In Thailand. Renewable Energy, 2008
89. Helm, M, C Keil, S Hiebler, H Mehling, And C Schweigler, Solar Heating And Cooling System With Absorption Chiller And Low Temperature Latent Heat Storage: Energetic Performance And Operational Experience. International Journal Of Refrigeration, 2009
90. Bermejo, Pablo, Francisco Javier Pino And Felipe Rosa, Solar Absorption Cooling Plant In Seville. Solar Energy, 2010

91. Sheridan, Nr, Kj Bullock And Ja Duffie, Study Of Solar Processes By Analog Computer. Solar Energy, 1967
92. Gupta, Cl, On Generalizing The Dynamic Performance Of Solar Energy Systems. Solar Energy, 1971
93. Lof, Gog And Ra Tybout, Model For Optimizing Solar Heating Design. 1972.
94. Löf, George Og And Richard Alton Tybout, The Design And Cost Of Optimized Systems For Residential Heating And Cooling By Solar Energy. Solar Energy, 1974
95. Löf, George Og And Richard Alton Tybout, The Design And Cost Of Optimized Systems For Residential Heating And Cooling By Solar Energy. Solar Energy, 1974
96. Costello, Frederick A, A Hybrid Solar Air Conditioning System. Solar Energy, 1976
97. Lorsch, Harold G, Active Solar Heating And Cooling Systems: II. Performance And Cost. Energy And Buildings, 1981
98. Muneer, T And Ah Uppal, Modelling And Simulation Of A Solar Absorption Cooling System. Applied Energy, 1985
99. Sorour, Mm And Aa Ghoneim, Feasibility Study Of Solar Heating And Cooling Systems At Different Localities In Egypt. Renewable Energy, 1994
100. Enibe, So And Oc Iloeje, Design Optimization Of The Flat Plate Collector For A Solid Absorption Solar Refrigerator. Solar Energy, 1997
101. Ghaddar, Nk, M Shihab And F Bdeir, Modeling And Simulation Of Solar Absorption System Performance In Beirut. Renewable Energy, 1997
102. Li, Zf And K Sumathy, Simulation Of A Solar Absorption Air Conditioning System. Energy Conversion And Management, 2001
103. Assilzadeh, F, Sa Kalogirou, Y Ali, And K Sopian, Simulation And Optimization Of A Libr Solar Absorption Cooling System With Evacuated Tube Collectors. Renewable Energy, 2005
104. Balghouthi, Moncef, Mohamed Hachemi Chahbani And Amenallah Guizani, Solar Powered Air Conditioning As A Solution To Reduce Environmental Pollution In Tunisia. Desalination, 2005
105. Casals, Xavier Garcia, Solar Absorption Cooling In Spain: Perspectives And Outcomes From The Simulation Of Recent Installations. Renewable Energy, 2006
106. Mazloumi, M, M Naghashzadegan And K Javaherdeh, Simulation Of Solar Lithium Bromide–Water Absorption Cooling System With Parabolic Trough Collector. Energy Conversion And Management, 2008
107. Balghouthi, M, Mh Chahbani And A Guizani, Feasibility Of Solar Absorption Air Conditioning In Tunisia. Building And Environment, 2008
108. Zambrano, Darine, Carlos Bordons, Winston Garcia-Gabin, And Eduardo F Camacho, Model Development And Validation Of A Solar Cooling Plant. International Journal Of Refrigeration, 2008

109. **Mateus, Tiago And Armando C. Oliveira, Energy And Economic Analysis Of An Integrated Solar Absorption Cooling And Heating System In Different Building Types And Climates. Applied Energy, 2009**
110. **Eicker, Ursula And Dirk Pietruschka, Design And Performance Of Solar Powered Absorption Cooling Systems In Office Buildings. Energy And Buildings, 2009**
111. **Fong, Kf, Tin Tai Chow, Chun Kwong Lee, Z Lin, And Ls Chan, Comparative Study Of Different Solar Cooling Systems For Buildings In Subtropical City. Solar Energy, 2010**
112. **Al-Alili, A, Y Hwang, R Radermacher, And I Kubo, Optimization Of A Solar Powered Absorption Cycle Under Abu Dhabi's Weather Conditions. Solar Energy, 2010**
113. **Tsoutsos, T, E Aloumpi, Z Gkouskos, And M Karagiorgas, Design Of A Solar Absorption Cooling System In A Greek Hospital. Energy And Buildings, 2010**
114. **Calise, F, M Dentice D'accadia And R Vanoli, Dynamic Simulation And Parametric Optimisation Of A Solar-Assisted Heating And Cooling System. International Journal Of Ambient Energy, 2010**
115. **Hartmann, N, C Glueck And Fp Schmidt, Solar Cooling For Small Office Buildings: Comparison Of Solar Thermal And Photovoltaic Options For Two Different European Climates. Renewable Energy, 2011**
116. **Ayompe, Lm, Aidan Duffy, Sj Mccormack, And Michael Conlon, Validated TRNSYS Model For Forced Circulation Solar Water Heating Systems With Flat Plate And Heat Pipe Evacuated Tube Collectors. Applied Thermal Engineering, 2011**
117. **Martínez, Pedro J, José C Martínez And Manuel Lucas, Design And Test Results Of A Low-Capacity Solar Cooling System In Alicante (Spain). Solar Energy, 2012**
118. **Wrobel, Jan, Pablo Sanabria Walter And Gerhard Schmitz, Performance Of A Solar Assisted Air Conditioning System At Different Locations. Solar Energy, 2013**
119. **Eicker, Ursula, Dirk Pietruschka, Maximilian Haag, And Andreas Schmitt, Energy And Economic Performance Of Solar Cooling Systems World Wide. Energy Procedia, 2014**
120. **Noro, M And Rm Lazzarin, Solar Cooling Between Thermal And Photovoltaic: An Energy And Economic Comparative Study In The Mediterranean Conditions. Energy, 2014**
121. **Sim, Lik Fang, Numerical Modelling Of A Solar Thermal Cooling System Under Arid Weather Conditions. Renewable Energy, 2014**
122. **Blackman, Corey, Chris Bales And Eva Thorin, Techno-Economic Evaluation Of Solar-Assisted Heating And Cooling Systems With Sorption Module Integrated Solar Collectors. Energy Procedia, 2015**
123. **Fakhraldin, Shahen Mohammed, Design Of A Solar Cooling System For Iraq Climate,2016**

الملحقات

Appendix A : Equipment Operation Parameters:

المواصفات التصميمية لعناصر نظام التبريد الحراري الإمتصاصي من برنامج المحاكاة (TRNSYS):

1- Evacuated Tube Collector Type(71) Parameters

Parameter	Value	Unit
Number in series	1	-
Collector area	12	m^2 (optimised value)
Fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K
Efficiency mode	2	(optimised Value)
Flow rate at test conditions	3	kg/hr.m^2
Intercept efficiency	0.7	(default)
Negative of first order efficiency coefficient	9	kJ/hr.m^2.K (Reference Model)
Negative of second order efficiency coefficient	0.03	kJ/hr.m^2.K^2(Reference Model)
Logical unit of file containing biaxial IAM data	60	(default)
Number of longitudinal angles for which IAMs are provided	5	(default)
Number of transverse angles for which IAMs are provided	5	(default)
Inlet temperature	°C (Storage tank cold side temperature)	
Inlet flow rate	165kg/hr	
Ambient temperature	Input from weather data	
Incident radiation		
Incident diffuse radiation		
Solar incidence angle		
Solar zenith angle		
Solar azimuth angle		
Collector slope	0	Degrees (optimised)
Collector azimuth	90	Degrees (optimised)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩).

2- Auxiliary cooler Type (6)

Parameter	Value	Unit
Rated capacity	21000	kJ/hr (optimised)
Specific heat of fluid	4.19	kJ/kg.K
Inlet fluid temperature		°C (Chiller outlet cooling water)
Inlet flow rate	800	kg/hr (optimised)
Control function	1	-
Set point temperature	25	°C (optimised)
Overall loss coefficient	0	kJ/hr.K (default)
Temperature of surroundings		°C (Input from weather data)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩).

3- Hot water storage tank Type (4a)

Parameter	value	Unit
Fixed inlet positions	1	default
Tank volume	2.0	m^3 (optimised)
Fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K
Fluid density	1000	kg/m^3
Tank loss coefficient	0.6	kJ/hr.m^2.K (Referenced)
Height of node-1	0.1	m

Height of node-2	0.1	m
Height of node-3	0.1	m
Height of node-4	0.1	m
Height of node-5	0.1	m
Height of node-6	0.1	m
Height of node-7	0.1	m
Height of node-8	0.1	m
Height of node-9	0.1	m
Height of node-10	0.1	m
Auxiliary heater mode	1	(off)
Node containing heating element 1	1	(top most element)
Node containing thermostat 1	1	(top most element)
Set point temperature for element 1	0	(off)
Dead band for heating element 1	5	delta °C (default)
Maximum heating rate of element 1	0	kJ/hr (off)
Node containing heating element 2	1	(top most element)
Node containing thermostat 2	1	(top most element)
Set point temperature for element 2	0	(off)
Dead band for heating element 2	5	delta °C (default)
Maximum heating rate of element 2	0	kJ/hr (off)
Not used (Flue UA)	0	W/K (not in use for storage tank)
Not used (T flue)	20	(not in use for storage tank)
Boiling point	100	°C
Hot-side temperature		°C (Collector Outlet water Temperature)
Hot-side flow rate	165	Kg/hr
Cold-side temperature		°C (Chiller Outlet water Temperature)
Cold-side flow rate	150	Kg/hr
Environment temperature		°C(Input from weather data)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩).

4- Chiller Type (107)

Parameter	Value	Unit
Rated capacity	12660	kJ/hr (design)
Rated COP	0.6	- (Referenced)
Logical unit for S1 data file	40	(default)
Number of HW temperatures in S1 data file	5	(default)
Number of CW steps in S1 data file	3	(default)
Number of CHW set points in S1 data file	7	(default)
Number of load fractions in S1 data file	11	(default)
HW fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K
CHW fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K
CW fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K
Auxiliary electrical power	220	kJ/hr (Referenced)
Chilled water inlet temperature		°C (chilled water outlet from Cooling coil)
Chilled water flow rate	250	kg/hr (optimised)
Cooling water inlet temperature		°C (Cooled water outlet from cooling tower)
Cooling water flow rate	800	kg/hr (optimised)
Hot water inlet temperature		°C (Hot water outlet from storage tank)

Hot water flow rate	150	kg/hr (optimised)
CHW set point	6.667	°C (default)
Chiller control signal	1	(default)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩).

5- Cooling Coil Type (32)

Parameter	Value	Unit
Humidity mode	2	default -% relative humidity
Logical unit - water corrections	52	(default)
Number of water flow rates	3	-(default)
Number of water temperatures	3	-(default)
Logical unit - air flow corrections	53	-(default)
Number of air flows	7	-(default)
Logical unit - air temperature corrections	54	-(default)
Number of dry-bulb temperatures	7	-(default)
Number of wet-bulb temperatures	6	-(default)
Fluid density	1000	kg/m^3
Fluid specific heat	4.19	kJ/kg.K
Rated volumetric air flow rate	200	l/s (optimised)
Rated volumetric liquid flow rate	0.3	l/s (default)
Total cooling capacity	9000	kJ/hr (optimised)
Sensible cooling capacity	7150	kJ/hr (optimised)
Fluid inlet temperature	7	°C (Chilled water from chiller outlet)
Fluid flow rate	250	kg/hr
Inlet air temperature		Fan outlet air
Inlet air flow rate	300	kg/hr (Fan outlet flow rate)
Inlet air pressure	1	atm (default)
Air-side pressure drop	0	atm (default)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩).

6- Controler Type(2b)

Parameter	Value	Unit
No of oscillations permitted	5	(default)
1st stage heating in 2nd stage?	0	No heating
2nd stage heating in 3rd stage?	0	No heating
1st stage heating in 3rd stage?	0	No heating
1st stage cooling in 2nd stage?	1	cooling
Temperature dead band	0.5	Delta °C (optimised)
Monitoring temperature		Room air temperature
1st stage heating set point	10	°C
2nd stage heating set point	10	°C
3rd stage heating set point	10	°C
1st stage cooling set point	20.65	°C (optimised)
2nd stage cooling set point	28	°C (optimised)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩)

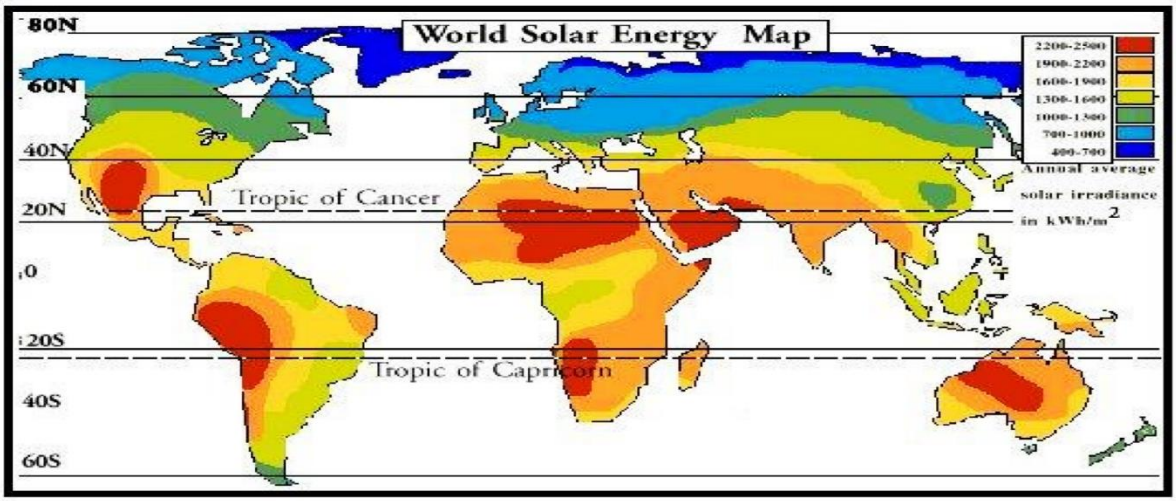
.

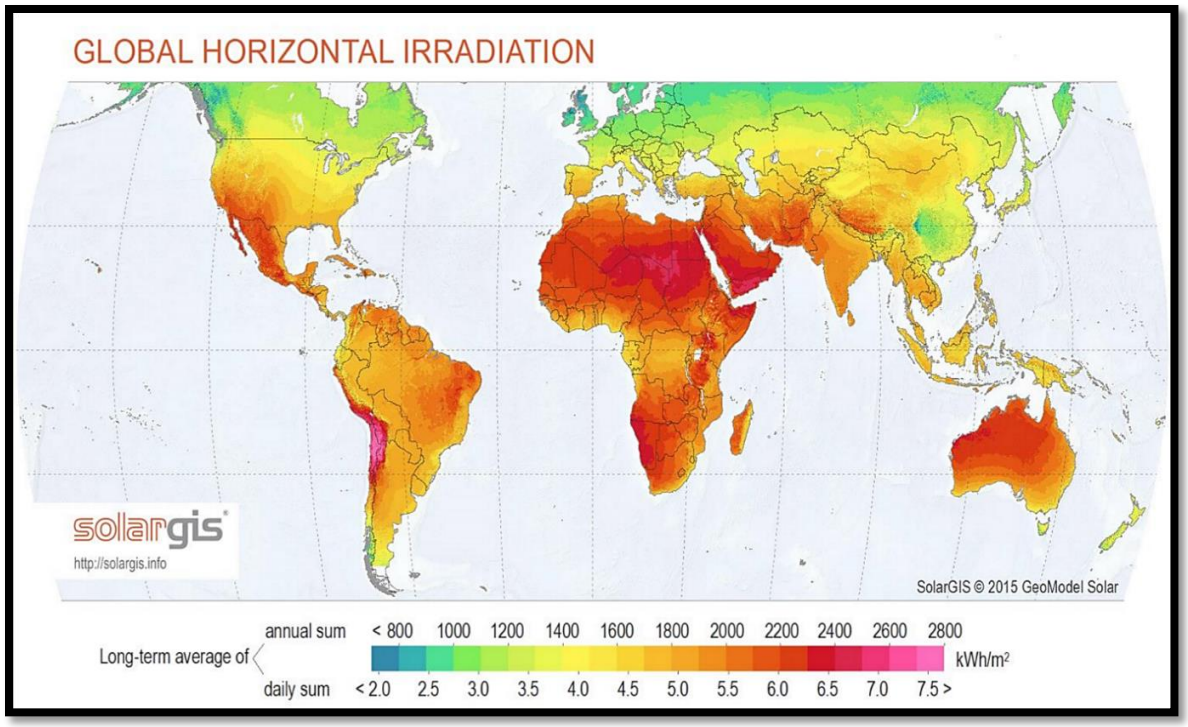
7- Pumps Type (3b)

Parameter	Value	Unit
Maximum flow rate	0404	kg/hr
Fluid specific heat	0.004	°C
Maximum power	44	
Control signal	4.0	(default)

المصدر: الباحثة،(٢٠١٩)

Appendix B: World and EGYPT Solar Energy Maps with Solar Insolation.





Appendix C: History of Solar Thermal Cooling Systems Development

تاريخ تطور انظمة التبريد الحراري الشمسي (الدراسات العالمية السابقة):

لقد مرت تطبيقات أنظمة التبريد الحراري الشمسي بالعديد من التطورات عبر خمسة عقود زمنية متتالية, وفي الجدول(٣-١) يتم عرض لأهم التطورات في الدراسات البحثية السابقة المختصة بمجال فحص تقنيات التبريد الحراري الشمسي منذ عام ١٩٦٢م حتى عام ٢٠١٧م:

جدول (٣-١) يوضح الدراسات البحثية الاكاديمية السابقة بالجامعات العالمية في تاريخ تطور أنظمة التبريد الحراري الشمسي منذ عام ١٩٦٢ حتى عام ٢٠١٧:

المسلسل	السنة	الدولة- الجامعة	التجربة والدراسة البحثية	بيانات البحث.
١	١٩٦٢	سريلانكا Ceylon University	الدراسة الأولى لاستخدام الطاقة الحرارية الشمسية لغرض التبريد.	Chinnappa, Jcv, Performance of an intermittent refrigerator operated by a flat-plate collector. Solar Energy, 1962
٢	١٩٧٠	رومانيا Transilvania University	اول مبرد امتصاص تجاري (احادي التاثير) يعمل بالطاقة الشمسية	Bolocan, S and I Boian, SOLAR COOLING FOR ENERGY SAVING. CAN WE AFFORD NOT TO USE THE HEAT OF THE SUN? Bulletin of the Transilvania University of Braşov• Vol,
٣	١٩٧٤	أمريكا Wisconsin University	اول محاكاة لنظام التدفئة والتبريد بالطاقة .الشمسية	Butz, Lw, Wa Beckman and Ja Duffie, Simulation of a solar heating and cooling system. Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin USA Energy, 1974
٤	١٩٧٦	أمريكا University of Delaware	أجريت دراسة تجريبية لنظام تكييف الهواء الهجين الشمسي.	Costello, Frederick A, A hybrid solar air conditioning system. Solar Energy, 1976
٥	١٩٧٧	اليابان Shanghai Jiao Tong University	أجريت دراسة للتدفئة المنزلية والتبريد باستخدام مجمع شمسي مسطح (flat plate collector) .	Nakahara, Nobuo, Yasuyuki Miyakawa and Mitsunobu Yamamoto, Experimental study on house cooling and heating with solar energy using flat plate collector. Solar Energy, 1977
٦	١٩٧٨	اليابان Osaka University	أجريت دراسة تجريبية لنظام التبريد الشمسي (Yazaki) على مبنى سكني المسمى (solar house "one")	Ishibashi, Toshihiro, The result of cooling operation of Yazaki experimental solar house "one". Solar Energy, 1978
٧	١٩٨٢	أمريكا presented at the ASHRAE Annual Meeting, .January 1982	تطوير واختبار نظام دورة رانكن الشمسية للتبريد الشمسي (Rankine cycle cooling systems)	Biancardi, Fr, Jw Sitler and G Melikian, Development and test of solar Rankine cycle heating and cooling systems. International Journal of Refrigeration, 1982
٨	١٩٨٥	ليبيا University of Garyounis	محاكاة نظام تبريد امتصاصي شمسي مستند الى دراسة فورتران (Fortran-based modelling)	Muneer, T and Ah Uppal, Modelling and simulation of a solar absorption cooling system. Applied energy, 1985
٩	١٩٩٨	الاردن University of Jordan	أجريت دراسة لتحسين أداء منظومة تبريد بالطاقة الشمسية بالاردن.	Hammad, M and Y Zurigat, Performance of a second generation solar cooling unit. Solar Energy, 1998
١٠	٢٠٠١	الصين University of Hong Kong	أجريت دراسة محاكاة لتكييف الهواء بالطاقة الشمسية باستخدام خزان مقسم للمياه الساخنة partitioned hot water) (storage tank	Li, Zf and K Sumathy, Experimental studies on a solar powered air conditioning system with partitioned hot water storage tank. Solar Energy, 2001

١١	٢٠٠٥	ماليزيا University of Kebangsaan	أجريت محاكاة لتحسين نظام التبريد الامتصاصي الشمسي باستخدام بروميد الليثيوم باستخدام مجمع شمسي ذو انابيب مفرغة (evacuated tube collector)	Assilzadeh, F, Sa Kalogirou, Y Ali, and K Sopian, Simulation and optimization of a LiBr solar absorption cooling system with evacuated tube collectors. Renewable Energy, 2005
١٢	٢٠٠٨	إيران Guilan University	أجريت محاكاة لنظام التبريد الامتصاصي يستخدم بروميد الليثيوم والماء بواسطة مجمع شمسي مكافئ (parabolic trough collector)	Mazloumi, M, M Naghashzadegan and K Javaherdeh, Simulation of solar lithium bromide–water absorption cooling system with parabolic trough collector. Energy Conversion and Management, 2008
١٣	٢٠٠٩	هولندا Delft University	أجريت دراسة لتبريد الهواء باستخدام منظومة التبريد (بروميد الليثيوم – الماء) في المناخ الشديد الحرارة باستخدام مجمع شمسي مسطح (Flat Plate Collector)	Kim, Ds and Ca Infante Ferreira, Air-cooled LiBr–water absorption chillers for solar air conditioning in extremely hot weathers. Energy Conversion and Management, 2009
١٤	٢٠١٠	فرنسا University of La Reunion	أجريت دراسة تجريبية لنظام امتصاص التبريد الشمسي الذي يعمل بدون أي حدود مناخية احتياطية (ساخنة أو باردة) في المناخ الاستوائي.	Marc, Olivier, Franck Lucas, Frantz Sinama, and E Monceyron, Experimental investigation of a solar cooling absorption system operating without any backup system under tropical climate. Energy and Buildings, 2010
١٥	٢٠١٢	المملكة العربية السعودية. King Fahd University	أجريت دراسة تصاميم بديلة لتكنولوجيا تبريد الامتصاص العاملة بالطاقة الشمسية ٢٤ ساعة بالتفصيل. ويشمل التطوير مراجعة معمقة لتصميم وتشغيل أنظمة التبريد التقليدية التي تساعد على امتصاص الطاقة الشمسية وتصاميم بديلة جديدة.	Said, Syed Am, Maged Ai El-Shaarawi and Muhammad U Siddiqui, Alternative designs for a 24-h operating solar-powered absorption refrigeration technology. international journal of refrigeration, 2012
١٦	٢٠١٢	الاردن University of Jordan	أجريت دراسة أنظمة التبريد الشمسية باستخدام مجمعات الطاقة الشمسية المركزة . concentrating solar) (collectors	Ayadi, Osama, Marcello Aprile and Mario Motta, Solar cooling systems utilizing concentrating solar collectors-An overview. Energy Procedia, 2012
١٧	٢٠١٣	أسبانيا University Carlos de Madrid	أجريت مقارنة تجريبية بين اثنين من أنواع مبردات الهواء بالامتصاص ببروميد الليثيوم والماء باستخدام الطاقة الشمسية	Lizarte, R, M Izquierdo, Jd Marcos, and E Palacios, Experimental comparison of two solar-driven air-cooled LiBr/H 2 O absorption chillers: Indirect versus direct air-cooled system. Energy and Buildings, 2013
١٨	٢٠١٣	المملكة المتحدة البريطانية Oxford University	أجريت دراسة نظرية وتجريبية لنظام التبريد القاذف بالطاقة الشمسية (Ejector System)	Zhang, B, Js Lv and Jx Zuo, Theoretical and experimental study on solar ejector cooling system using R236fa. International Journal of Low-Carbon Technologies, 2014
١٩	٢٠١٣	السويد University of Gävle	اجريت دراسة عن تقييم اداء منظومة تبريد شمسي بمدينة رأس الخيمة بالامارات عن طريق المحاكاة.	Martin Ssembatya, PERFORMANCE EVALUATION OF A SOLAR COOLING SYSTEM IN UAE – RAS AL KHAIMAH BY BOTH EXPERIMENT AND SIMULATION,2013
٢٠	٢٠١٤	المانيا Heidelberg University	أجريت دراسة تصميم نظام تبريد بتقنية القاذف بالطاقة الشمسية بمعامل أداء (٠,٢٣) COP of 0.32	Zhang, Wei, Saffa B Riffat, Xiaoli Ma, and Siddig A Omer. Optimum Design of a Solar-Driven Ejector Cooling System. in Proceedings of the 8th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning. 2014. Springer.

٢١	٢٠١٤	كوريا الجنوبية. Chungju National University	أجريت مراجعة تكنو-اقتصادية لتقنيات التبريد بالطاقة الشمسية بناء على بيانات خاصة بالموقع	Ferreira, Carlos Infante and Dong-Seon Kim, Techno-economic review of solar cooling technologies based on location-specific data. International Journal of Refrigeration, 2014
٢٢	٢٠١٤	استراليا University of Technology, Sydney	أجريت دراسة بحثية حول التصميم والتطوير وتقييم الأداء لنظام التبريد بالامتصاص ذات الطاقة الشمسية	Vahid, Vakiloroaya, TOWARD GREEN BUILDINGS DESIGN, DEVELOPMENT AND PERFORMANCE EVALUATION OF A SOLAR-POWERED ABSORPTION COOLING SYSTEM,2014
٢٣	٢٠١٦	إنجلترا University of Plymouth	اجريت دراسة حول تصميم نظام تبريد شمسي لمناخ العراق.	Fakhraldin, Shahen Mohammed, Design of a solar cooling system for Iraq Climate,2016
٢٤	٢٠١٧	إيطاليا University of Trieste	أجريت دراسة حول تخزين متوسط الطاقة الحرارية المتوسطة لتطبيقات التبريد بالطاقة الشمسية عالية الكفاءة	Sergio Pintaldi , Medium Temperature Thermal Energy Storage for High Efficien cySol arCooli ngApplicatio - University of Trieste, Italy,2017

المصدر:الباحثة,(٢٠١٩)

Appendix D: History of Experimental Studies For Solar Thermal Cooling Systems .

الدراسات التجريبية السابقة في مجال تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي (من عام ١٩٦٢م . حتى عام ٢٠١٠م):

جدول (٤- ١) يوضح الدراسات التجريبية التقييمية السابقة في مجال أنظمة التبريد الحراري الشمسي منذ عام ١٩٦٢ حتى عام ٢٠١٠:

المسلسل	السنة	الدراسة التجريبية التقييمية.	بيانات البحث التجريبي.
١	١٩٦٢	الدراسة التجريبية الأولى لتقييم إستخدام الطاقة الحرارية الشمسية لغرض التبريد.	Chinnappa, Jcv, Performance of an intermittent refrigerator operated by a flat-plate collector. Solar Energy, 1962.
٢	١٩٧٥	تم تقديم أول دراسة تجريبية لتصميم وبناء لنظام تبريد وتسخين بالطاقة الشمسية بالمباني السكنية .	Ward, Dan S and George Og Löf, Design and construction of a residential solar heating and cooling system. Solar Energy, 1975
٣	١٩٧٧	دراسة تجريبية للتدفئة المنزلية والتبريد باستخدام المجمع الشمسي المسطح (flat plate collector)	Nakahara, Nobuo, Yasuyuki Miyakawa and Mitsunobu Yamamoto, Experimental study on house cooling and heating with solar energy using flat plate collector. Solar Energy, 1977
٤	١٩٧٧	دراسة تجريبية لتقييم تصميم نظام التدفئة والتبريد بالطاقة الشمسية لشركة CSU Solar House II.	Ward, Dan S, George Og Löf, Charles C Smith, and Ll Shaw, Design of a solar heating and cooling system for CSU Solar House II. Solar Energy, 1977
٥	١٩٧٧	دراسة تجريبية لتقييم العوامل المرتبطة بأوضاع التشغيل للنظم الفرعية (الوسائط) اللازمة لاستخراج الحرارة من مجمعات الطاقة الشمسية وتخزينها	Ward, Ds, Cc Smith and Jc Ward, Operational modes of solar heating and cooling systems. Solar Energy, 1977
٦	١٩٧٩	دراسة تجريبية لتقييم اداء وتصميم نظام تسخين وتبريد شمسي سكني باستخدام مجمع الأنابيب المفرغة الشمسي (evacuated tube collector)	Ward, Dan S and John C Ward, Design considerations for residential solar heating and cooling systems utilizing evacuated tube solar collectors. Solar Energy, 1979
٧	١٩٧٩	دراسة تجريبية لتقييم اداء وتصميم دمج مجمعات الطاقة الشمسية الأنبوبية المفرغة مع أنظمة التبريد الامتصاصية باستخدام بروميد الليثيوم.	Ward, Ds, Ws Duff, Jc Ward, and Gog Löf, Intergration of evacuated tubular solar collectors with lithium bromide absorption cooling systems. Solar Energy, 1979
٨	١٩٧٩	دراسة تجريبية لتقييم اداء وتصميم مجمع للطاقة الشمسية للأنبوب الزجاجي المفرغ وتطبيقه على نظام التبريد بالطاقة الشمسية والتدفئة وإمداد المياه الساخنة للمستشفى في جامعة كينكي.Kinki University	Hinotani, Katsuhiro, Keiichi Kanatani and Masato Osumi, An evacuated glass tube solar collector and its application to a solar cooling, heating and hot water supply system for the hospital in Kinki University. Solar Energy, 1979
٩	١٩٨٢	دراسة تجريبية لتقييم تطوير واختبار أنظمة التدفئة والتبريد لدورة رانكين الشمسية.(Rankine cycle (cooling systems	Biancardi, Fr, Jw Sitler and G Melikian, Development and test of solar Rankine cycle heating and cooling systems. International Journal of Refrigeration, 1982
١٠	١٩٨٥	دراسة تجريبية لتقييم نتائج أداء تركيب التبريد بالامتصاص الشمسي	Ayyash, S, Rk Suri and H Al-Shami, Performance results of solar absorption cooling installation. International journal of refrigeration, 1985

١١	١٩٨٩	دراسة تجريبية لتقييم تصميم وتشغيل نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية في هونغ كونغ	Mak, Kwok-Keung, Design and operation of a solar-powered air-conditioning system in Hong Kong. 1989, The University of Hong Kong (Pokfulam, Hong Kong).
١٢	١٩٩٢	دراسة تجريبية لتقييم أداء نظام التبريد الشمسي الامتصاصي (LiBr- الماء)	Hammad, M. A. and M. S. Audi, Performance of a solar LiBr-water absorption refrigeration system. Renewable Energy, 1992
١٣	١٩٩٢	دراسة تجريبية لتقييم أداء نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية في هونغ كونغ	Yeung, Mr, Pk Yuen, A Dunn, and Ls Cornish, Performance of a solar-powered air conditioning system in Hong Kong. Solar Energy, 1992
١٤	١٩٩٣	دراسة تجريبية لتقييم تشغيل محطة تبريد شمسية كبيرة.	Lazzarin, Rm, P Romagnoni and L Casasola, Two years of operation of a large solar cooling plant. International journal of refrigeration, 1993
١٥	١٩٩٤	دراسة تجريبية لتقييم التبريد الشمسي في مدريد	Izquierdo, M, F Hernandez and E Martin, Solar cooling in Madrid: available solar energy. Solar energy, 1994
١٦	١٩٩٦	دراسة تجريبية لأنظمة التبريد بالطاقة الشمسية في الكويت	Al-Homoud, Aa, Rk Suri, Raed Al-Roumi, and Gp Maheshwari, Experiences with solar cooling systems in Kuwait. Renewable energy, 1996
١٧	١٩٩٧	دراسة تجريبية لتقييم اختبار الأداء وتقييم وحدة التبريد الشمسي الامتصاصية الصلبة	Bansal, Nk, J Blumenberg, Hj Kavasch, and T Roettinger, Performance testing and evaluation of solid absorption solar cooling unit. Solar Energy, 1997
١٨	١٩٩٨	دراسة تجريبية من اجل تحسين أداء وحدة التبريد بالطاقة الشمسية من الجيل الثاني بالأردن. second generation solar cooling unit	Hammad, M and Y Zurigat, Performance of a second generation solar cooling unit. Solar Energy, 1998
١٩	٢٠٠١	دراسات تجريبية على نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية مع خزان الماء الساخن المقسم.	Li, Zf and K Sumathy, Experimental studies on a solar powered air conditioning system with partitioned hot water storage tank. Solar Energy, 2001
٢٠	٢٠٠٢	دراسة تجريبية لتقييم تبريد الامتصاص مع مصدر حرارة منخفض الدرجة - كاستراتيجية للتنمية في جنوب الصين في مجال التبريد الشمسي.	Sumathy, K, Zc Huang and Zf Li, Solar absorption cooling with low grade heat source—a strategy of development in South China. Solar energy, 2002
٢١	٢٠٠٢	دراسة تجريبية لتقييم دراسة أداء خزان مقسم حراريًا في نظام تكييف هواء يعمل بالطاقة الشمسية في مجال الهندسة الحرارية التطبيقية	Li, Zf and K Sumathy, Performance study of a partitioned thermally stratified storage tank in a solar powered absorption air conditioning system. Applied Thermal Engineering, 2002
٢٢	٢٠٠٤	دراسة تجريبية لتقييم دراسة عددية وتجريبية على تصميم نظام تخزين حراري طبقي.	Shin, Mi-Soo, Hey-Suk Kim, Dong-Soon Jang, Sang-Nam Lee, Young-Soo Lee, and Hyung-Gi Yoon, Numerical and experimental study on the design of a stratified thermal storage system. Applied thermal engineering, 2004
٢٣	٢٠٠٥	التحقيق التجريبي لنظام التبريد بالطاقة الشمسية في مدريد	Syed, A, M Izquierdo, P Rodriguez, G Maidment, J Missenden, A Lecuona, and R Tozer, A novel experimental investigation of a solar cooling system in Madrid. International Journal of refrigeration, 2005

٢٤	٢٠٠٧	دراسة تجريبية لتقييم نظام التبريد الشمسي بالتجفيف السائل وإزالة الرطوبة	Gommed, K and Gershon Grossman, Experimental investigation of a liquid desiccant system for solar cooling and dehumidification. Solar Energy, 2007
٢٥	٢٠٠٨	دراسة تجريبية لتقييم اداء نظام التبريد الامتصاصي أحادي التأثير بالوسيط (بروميد الليثيوم- الماء) الذي يعمل بالطاقة الشمسية في تايلاند	Pongtornkulpanich, A, S Thepa, M Amornkitbamrung, and C Butcher, Experience with fully operational solar-driven 10-ton LiBr/H 2 O single-effect absorption cooling system in Thailand. Renewable Energy, 2008
٢٦	٢٠٠٩	دراسة تجريبية لتقييم نظام التدفئة والتبريد بالطاقة الشمسية باجراء تجربة تشغيلية مع مبرد امتصاص وتخزين للحرارة الكامنة منخفضة الحرارة.	Helm, M, C Keil, S Hiebler, H Mehling, and C Schweigler, Solar heating and cooling system with absorption chiller and low temperature latent heat storage: energetic performance and operational experience. International journal of refrigeration, 2009
٢٧	٢٠١٠	دراسة تجريبية لتقييم محطة تبريد امتصاصية بالطاقة الشمسية في إشبيلية	Bermejo, Pablo, Francisco Javier Pino and Felipe Rosa, Solar absorption cooling plant in Seville. Solar Energy, 2010

المصدر:الباحثة,(٢٠١٩)

Appendix E: History of Simulation Studies For Solar Thermal Cooling Systems :

دراسات المحاكاة الطبيعية الديناميكية السابقة في مجال تقييم أنظمة التبريد الحراري الشمسي(من عام ١٩٦٧م . حتى عام ٢٠١٧م):

جدول (٤- ٢) يوضح دراسات المحاكاة الديناميكية التقييمية السابقة في مجال أنظمة الطاقة الشمسية منذ عام ١٩٦٧ حتى عام ٢٠١٧:

المسلسل	السنة	دراسات المحاكاة الديناميكية التقييمية	بيانات بحث المحاكاة .
١	١٩٦٧	دراسة الانظمة الشمسية بواسطة الكمبيوتر التمثيلي (المحاكاة) في مجال الطاقة شمسية فقد أجريت أول دراسة محاكاة من قبل شيريدان وآخرون. في عام ١٩٦٧ لسخانات المياه بالطاقة الشمسية	Sheridan, Nr, Kj Bullock and Ja Duffie, Study of solar processes by analog computer. Solar Energy, 1967
٢	١٩٧١	دراسة محاكاة لتقييم الأداء الديناميكي لأنظمة الطاقة الشمسية في العموم.	Gupta, Cl, On generalizing the dynamic performance of solar energy systems. Solar Energy, 1971
٣	١٩٧٢	دراسة محاكاة لتقييم نموذج مقترح لتحسين التدفئة الشمسية	Lof, Gog and Ra Tybout, Model for optimizing solar heating design. 1972.
٤	١٩٧٤	أول دراسة محاكاة عن التصميم وتقدير التكاليف للأنظمة المثلى للتدفئة والتبريد في المناطق السكنية باستخدام الطاقة الشمسية.	Löf, George Og and Richard Alton Tybout, The design and cost of optimized systems for residential heating and cooling by solar energy. Solar Energy, 1974
٥	١٩٧٤	أول دراسة محاكاة عن التصميم وتقدير التكاليف للأنظمة المثلى للتدفئة والتبريد في المناطق السكنية باستخدام الطاقة الشمسية.	Löf, George Og and Richard Alton Tybout, The design and cost of optimized systems for residential heating and cooling by solar energy. Solar Energy, 1974
٦	١٩٧٦	أول دراسة محاكاة لتكييف الهواء بالطاقة الشمسية الهجينة	Costello, Frederick A, A hybrid solar air conditioning system. Solar Energy, 1976
٧	١٩٨١	دراسة محاكاة لتقييم أنظمة التدفئة والتبريد الشمسية النشطة والتكلفة. في مجال الطاقة والمباني	Lorsch, Harold G, Active solar heating and cooling systems: II. Performance and cost. Energy and Buildings, 1981
٨	١٩٨٥	تم تحليل محاكاة أنظمة التبريد الشمسي والأداء الحراري ودراسات إقتصادية لنظم التبريد الامتصاصي .	Muneer, T and Ah Uppal, Modelling and simulation of a solar absorption cooling system. Applied energy, 1985
٩	١٩٩٤	محاكاة دراسة جدوى اقتصادية لأنظمة التدفئة والتبريد بالطاقة الشمسية في أماكن ومشاريع مختلفة في مصربمجال الطاقة متجددة	Sorour, Mm and Aa Ghoneim, Feasibility study of solar heating and cooling systems at different localities in Egypt. Renewable energy, 1994
١٠	١٩٩٧	محاكاة تحسين تصميم مجمع شمسي ذو الألواح المسطحة (flat plate collector) للحصول على ثلاجة تعمل بتقنية الامتصاص الشمسي الصلب .	Enibe, So and Oc Iloeje, Design optimization of the flat plate collector for a solid absorption solar refrigerator. Solar energy, 1997
١١	١٩٩٧	نمذجة ومحاكاة أداء نظام تبريد يعمل بتقنية الامتصاص بالطاقة الشمسية في بيروت في مجال الطاقة المتجددة	Ghaddar, Nk, M Shihab and F Bdeir, Modeling and simulation of solar absorption system performance in Beirut. Renewable Energy, 1997
١٢	٢٠٠١	أجريت دراسة محاكاة لتكييف الهواء بالطاقة الشمسية باستخدام خزان مقسم للمياه الساخنة في الصين.	Li, Zf and K Sumathy, Simulation of a solar absorption air conditioning system. Energy Conversion and management, 2001

	partitioned hot water) (storage tank		
Assilzadeh, F, Sa Kalogirou, Y Ali, and K Sopian, Simulation and optimization of a LiBr solar absorption cooling system with evacuated tube collectors. Renewable Energy, 2005	أجريت محاكاة لتحسين نظام التبريد الامتصاصي الشمسي باستخدام بروميد الليثيوم باستخدام مجمع شمسي ذو انابيب مفرغة (evacuated tube collector)	٢٠٠٥	١٣
Balghouthi, Moncef, Mohamed Hachemi Chahbani and Amenallah Guizani, Solar powered air conditioning as a solution to reduce environmental pollution in Tunisia. Desalination, 2005	محاكاة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية كحل للحد من التلوث البيني في تونس.	٢٠٠٥	١٤
Casals, Xavier Garcia, Solar absorption cooling in Spain: Perspectives and outcomes from the simulation of recent installations. Renewable energy, 2006	محاكاة نظم تبريد امتصاصية بالطاقة الشمسية في إسبانيا على المنشآت الحديثة بمجال الطاقة متجددة.	٢٠٠٦	١٥
Mazloumi, M, M Naghashzadegan and K Javaherdeh, Simulation of solar lithium bromide–water absorption cooling system with parabolic trough collector. Energy Conversion and Management, 2008	أجريت محاكاة لنظام التبريد الامتصاصي يستخدم بروميد الليثيوم والماء بواسطة مجمع شمسي مكافئ (parabolic trough collector)	٢٠٠٨	١٦
Balghouthi, M, Mh Chahbani and A Guizani, Feasibility of solar absorption air conditioning in Tunisia. Building and Environment, 2008	محاكاة دراسات جدوى تكييف الهواء بالطاقة الشمسية بتقنية التبريد الامتصاصي في تونس في مجال البناء والبيئة	٢٠٠٨	١٧
Zambrano, Darine, Carlos Bordons, Winston Garcia-Gabin, and Eduardo F Camacho, Model development and validation of a solar cooling plant. International Journal of Refrigeration, 2008	دراسة محاكاة تطوير نموذج تبريد شمسي والتحقق من صلاحيته لمحطة تبريد شمسية.	٢٠٠٨	١٨
Mateus, Tiago and Armando C. Oliveira, Energy and economic analysis of an integrated solar absorption cooling and heating system in different building types and climates. Applied Energy, 2009	محاكاة التحليل الاقتصادي لنظام تكامل التبريد بالامتصاص والتدفئة في انواع مختلفة من المباني بظروف مناخية مختلفة في مجال الطاقة الشمسية.	٢٠٠٩	١٩
Eicker, Ursula and Dirk Pietruschka, Design and performance of solar powered absorption cooling systems in office buildings. Energy and Buildings, 2009	دراسة محاكاة لتقييم تصميم وأداء أنظمة تبريد امتصاصية بالطاقة الشمسية في المباني المكتبية في مجال الطاقة والمباني.	٢٠٠٩	٢٠
Fong, Kf, Tin Tai Chow, Chun Kwong Lee, Z Lin, and Ls Chan, Comparative study of different solar cooling systems for buildings in subtropical city. Solar Energy, 2010	دراسة محاكاة لاجراء مقارنة لأنظمة التبريد الشمسية المختلفة للمباني في مدينة شبه استوائية المناخ.	٢٠١٠	٢١
Al-Alili, A, Y Hwang, R Radermacher, and I Kubo, Optimization of a solar powered absorption cycle under Abu Dhabi's weather conditions. Solar Energy, 2010	دراسة محاكاة لدورة امتصاص الطاقة الشمسية للتبريد في الظروف المناخية لمدينة أبو ظبي.	٢٠١٠	٢٢
Tsoutsos, T, E Aloumpi, Z Gkouskos, and M Karagiorgas, Design of a solar absorption cooling system in a Greek hospital. Energy and Buildings, 2010	دراسة محاكاة تصميم نظام تبريد امتصاصي بالطاقة الشمسية في لمستشفى في اليونان.	٢٠١٠	٢٣
Calise, F, M Dentice D'accadia and R Vanoli, Dynamic simulation and parametric optimisation of a solar-assisted heating and cooling system. International Journal of Ambient Energy, 2010	محاكاة ديناميكية وتحسين لنتائج وقراءات نظام التدفئة والتبريد باستخدام الطاقة الشمسية	٢٠١٠	٢٤

٢٥	٢٠١١	دراسة محاكاة التبريد الشمسي للمباني المكتبية الصغيرة: مقارنة بين الخيارات الحرارية الشمسية والكهروضوئية وتم اختيار مناخين أوروبيين مختلفين. في مجال الطاقة المتجددة	Hartmann, N, C Glueck and Fp Schmidt, Solar cooling for small office buildings: Comparison of solar thermal and photovoltaic options for two different European climates. Renewable Energy, 2011
٢٦	٢٠١١	دراسة محاكاة للتحقق من صحة نموذج لأنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية باستخدام مجمعات شمسية مسطحة ومجمعات شمسية ذات انابيب مفرغة,باستخدام برنامج TRNSYS	Ayompe, Lm, Aidan Duffy, Sj Mccormack, and Michael Conlon, Validated TRNSYS model for forced circulation solar water heating systems with flat plate and heat pipe evacuated tube collectors. Applied Thermal Engineering, 2011
٢٧	٢٠١٢	دراسة محاكاة تصميم واختبار نتائج نظام تبريد شمسي منخفض السعة في أسبانيا.	Martínez, Pedro J, José C Martínez and Manuel Lucas, Design and test results of a low-capacity solar cooling system in Alicante (Spain). Solar Energy, 2012
٢٨	٢٠١٣	دراسة محاكاة لتقييم أداء نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية في مواقع مختلفة	Wrobel, Jan, Pablo Sanabria Walter and Gerhard Schmitz, Performance of a solar assisted air conditioning system at different locations. Solar Energy, 2013
٢٩	٢٠١٤	دراسة محاكاة الطاقة والأداء الاقتصادي لأنظمة التبريد بالطاقة الشمسية في أنحاء مختلفة من العالم.	Eicker, Ursula, Dirk Pietruschka, Maximilian Haag, and Andreas Schmitt, Energy and Economic Performance of Solar Cooling Systems World Wide. Energy Procedia, 2014
٣٠	٢٠١٤	دراسة محاكاة لمقارنة التبريد الشمسي بالطاقة الحرارية والتبريد الشمسي بالطاقة الكهروضونية في ظروف مناخ البحر الابيض المتوسط.	Noro, M and Rm Lazzarin, Solar cooling between thermal and photovoltaic: An energy and economic comparative study in the Mediterranean conditions. Energy, 2014
٣١	٢٠١٤	النمذجة العددية لنظام التبريد الحراري الشمسي في ظل الظروف الجوية الجافة.	Sim, Lik Fang, Numerical modelling of a solar thermal cooling system under arid weather conditions. Renewable Energy, 2014
٣٢	٢٠١٥	دراسة محاكاة من اجل التقييم التقني والاقتصادي لأنظمة التدفئة والتبريد التي تعمل بالطاقة الشمسية مع مجمعات الطاقة الشمسية وتكاملها بوحدة التبريد الامتصاصية.	Blackman, Corey, Chris Bales and Eva Thorin, Techno-economic Evaluation of Solar-assisted Heating and Cooling Systems with Sorption Module Integrated Solar Collectors. Energy Procedia, 2015
٣٣	٢٠١٦	اجريت دراسة محاكاة حول تصميم نظام تبريد شمسي لمناخ العراق.	Fakhraldin, Shahen Mohammed, Design of a solar cooling system for Iraq Climate,2016
٣٤	٢٠١٧	أجريت دراسة محاكاة حول تخزين الطاقة الحرارية المتوسطة لتطبيقات التبريد بالطاقة الشمسية عالية الكفاءة في ايطاليا.	Sergio Pintaldi , Medium Temperature Thermal Energy Storage for High Efficien cySol arCooli ngApplicatio - University of Trieste, Italy,2017

المصدر:الباحثة,(٢٠١٩)

Appendix F: Previous Studies:الدراسات السابقة

عنوان البحث	بيانات الباحث	ملخص البحث	موضوع البحث
١- ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى.	م/ أمل كمال شمس الدين، ٢٠٠٣، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس.	تتناول هذه الرسالة مشكلة استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى خاصة مع تفاقم مشكلة الطاقة المحلية الحالية بمصر، وتم تحليل استهلاك الطاقة في هذه المرحلة من خلال عدة اتجاهات تم دراستها لمعرفة مواضع الإسراف والهدر في الطاقة ومواضع الترشيد الممكنة، كما تناولت الرسالة طرق الترشيد المختلفة المباشرة وغير المباشرة من خلال جميع الاتجاهات السابقة مع ضرب الأمثلة المختلفة لها، كما تم الوصول إلى جدول تقييم مقترح يساعد على تحديد أفضل بدائل العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى .	يتناول مشكلة استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بصفة خاصة.
٢- إمكانيات تطبيق نظام الجمعية الأمريكية للمباني الخضراء علي المباني في مصر دراسة حالة: مباني حاصلة و مسجلة للحصول علي شهادة الريادة في الطاقة والتصميم البيئي.	م/ سها محمد اليماني ، ٢٠١٣، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.	ان (نظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة) هو نظام معترف به دوليا بأنه مقياس (LEED) أو Leadership in Energy and Environmental Design يهتم بتصميم وإ نشاء وتشغيل مبان مراعية للبيئة وعالية الأداء. حيث يقيّم نظام التصنيف ويقيس أثر أي منشأة وأداءها، والتي تأخذ بعين الاعتبار عدة نقاط منها اختيار الموقع وتوفير الطاقة والكفاءة المائية وانبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكاربون وتحسين البيئة الداخلية للتصميم، وغيرها. حيث يتم تصنيف المباني التي تنال هذه الشهادة إلى ٣ مراتب حسب تطبيقها للمعايير المطلوبة، وهي: المرتبة البلاتينية، الذهبية والفضية. والغرض من هذا البحث هو المساهمة في التوصل إلى فهم أفضل لمفهوم وتنفيذ نظام تصنيف للمباني الخضراء LEED ودورها لتحقيق الاستدامة في تشييد المباني في مصر.	يتناول امكانيه تطبيق نظام ليد المعتمد بصفة خاصة بالمباني عموما في مصر.

عنوان البحث	بيانات الباحث	ملخص البحث	موضوع البحث
٣- الأسطح الخضراء في الإسكان دراسة لزراعة اسطح المباني القائمة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.	م/ دينا عيد خاطر ، ٢٠١٤، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.	يهتم البحث بطرح مدخل يعتمد علي الأسطح الخضراء كأحد أهم الحلول العملية التي يمكن إقتراحها لتسهم في إحتواء المشكلات الناتجة عن افتقار المسطحات الخضراء في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية، والتي تشكل أيضاً مدخلا هاما لزيادة المسطحات الخضراء في المناطق العمرانية بشكل عام.	يتناول احد حلول التصميم البيئي وهو زراعة الاسطح للمباني السكنية.
٤- تطوير أسلوب مرن للتقييم البيئي للمباني.	م/ أمل كمال شمس الدين، ٢٠١٤، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.	يهدف البحث إلى طرح منهج مرن مقترح للتقييم البيئي للمباني يمكنه التعامل مع المتغيرات المختلفة حيث تتنوع خصائص مناهج التقييم البيئي للمباني، مما يحد من إمكانية مقارنة نتائجها مع بعضها، كما تحد الاختلافات بين المناهج من تحقيق التنافس البيئي بين المباني وفق أسس محددة، والذي يساعد على تحقيق مستوى أعلى من الجودة والالتزام البيئي، وتوفير دافع للملاك والمصممين لتحقيق البعد البيئي في المباني.	يتناول امكانيه طرح منهج مرن مقترح للتقييم البيئي للمباني.

عنوان البحث	بيانات الباحث	ملخص البحث	موضوع البحث
٥- رصد وتسجيل لتطبيق تقنيات الحاسب الآلى ودورها فى تطويرعمارة المستقبل (دراسة حاله على مبانى العمارة الذكية)	م/ نعمة حسن السيد، ٢٠١٣، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.	سيقوم البحث بمعرفة بعض التقنيات المستخدمة فى المبانى الذكية والمتوافقة بيئياً وذلك بإستخدام برامج وتقنيات الحاسب الآلي كأداة مساعدة للوصول للمثالية في التقييم وتطبيق ذلك على مصر، سواء على المستوى الأكاديمي (البحث العلمي) أو التطبيقي (شركات تنفيذ مشروعات البناء، الهيئات، الشركات المتخصصة،الجهات المعنية) والتعرف على مدى صلاحية تطبيق تلك التقنيات لتقييم المباني للإستخدام محلياً.	يتناول علاقة التكنولوجيا الرقمية بالمباني الذكية.
٦-مفهوم المبانى المتنفسة لمواجهة التغير المناخي.	م/ منى رزق جاد السيد ، ٢٠١٥، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.	ناقش البحث مشكلة التغير المناخي ومفهومه , وأسبابه و سيناريوهاته واثرها على المباني والصحة العامة لمستخدميها , ويهدف البحث لوضع استراتيجية لتصميم مبنى يحاكي الكائن الحي في تنفسه،وتكيفه مع المحيط البيئي، وتختص الدراسة بالمباني الادارية في مصر.	يتناول المباني الادارية المتكيفه مع التغيرات المناخية.

وبالاطلاع علي مجموعة من الدراسات السابقة نستنتج تعدد الابحاث الخاصة بالطاقة وترشيد استهلاكها ومراعاة معايير التصميم البيئي للمباني عموما وعدد من المعالجات البيئية ، كما تناولت بعض الابحاث السابقة علاقة التكنولوجيا الرقميه بالمباني عموما دون تحديد نوع المبنى والذي يؤثر سلبا على معرفة و رصد كميه استهلاك الطاقة ومدى امكانية توفيرها على حسب نوعية المبنى ، ويمكن عرض امثلة لبعض الدراسلت السابقة في نفس مجال البحث على سبيل المعرفة وليس الحصر كالتالي:

- تناول مشكلة استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى بصفة خاصة.
- تناول امكانيه تطبيق نظام ليد المعتمد بصفة خاصة بالمباني عموما في مصر.
- تناول احد حلول التصميم البيئي وهو زراعة الاسطح للمباني السكنية.
- تناول امكانيه طرح منهج مرن مقترح للتقييم البيئي للمباني.
- تناول علاقة التكنولوجيا الرقمية بالمباني الذكية.
- تناول المباني الادارية المتكيفه مع التغيرات المناخية.

وبتحليل هذه الدراسات نجد عدم وضوح تاثير الثورة الرقمية على حساب كمية تدفقات الطاقة المتجددة داخل التجمعات السكنية لذا اتجه البحث الى ايجاد العلاقه بين استخدام برامج المحاكاه الطبيعيه وبين التصميم والاستخدام الامثل لتقنيات الطاقات المتجددة المتوفره حاليا ورصد كفاءتها داخل المباني السكنية

ABSTRACT

ABSTRACT:

The research is concerned with the study and calculation of renewable energy flows (Renewable energy Flows), which is the amount of renewable energies generated within residential buildings to provide thermal comfort for occupants using renewable energy technologies and the amount of savings in the usual electrical consumption, and this is achieved by studying the scenarios of examination and testing the efficiency of those technologies producing renewable energy, In order to propose sustainable solutions within acceptable economic cost limits, using parametric design programs such as TRNSYS. In this research we will identify the most important determinants and strategies emanating from the digital revolution that help to Ghalal optimized for renewable energies within the residential residential buildings under study, the study was divided into three sections and six chapters as follows:

Theoretical study:

The first part (integration of renewable energies and sustainable environmental design in residential buildings): It consists of two chapters and includes theoretical study and the goal of this section is to create a database and an overview of the field of research to enable the study objectives through:

Chapter One (New and Renewable Energies)

The first chapter deals with the study of the systems and types of renewable energies, through the definition of new and renewable energies and their importance, and identify the sources of new and renewable energies and their practical applications, and then the strategies and policies of the Egyptian state towards the use of new and renewable energies by studying the situation of traditional energy in Egypt and what is the energy crisis in Egypt The reasons for moving towards new and renewable energies and then come a presentation of the sources of new and renewable energies in Egypt, and study the obstacles and challenges of the state towards the optimal use of new and renewable energies and the presentation of achievements and initiatives This chapter ends with practical examples of the use of new and renewable energies in Egypt in various fields.

Chapter Two (Sustainable Residential Buildings):

The second chapter deals with the principles and principles of environmental design of residential buildings, where it is considered an approach to achieve sustainable development by identifying the concept of sustainable development in general, then the concept of environmental design of residential buildings, a presentation of strategies for the process of environmental design of residential buildings, and then study the rate of high electrical consumption in residential buildings and the extent of contribution The residential sector in the possibility of providing renewable energy and reduce carbon emissions and activate modern

technologies for renewable energies through the application of one of the most important modern environmental architectural trends, which is the direction of building modern technologies To study the most common renewable energies technologies in the home and study the strategies and mechanisms to apply this trend to residential buildings, and then to show examples of existing buildings and residential complexes global sustainable adoption of renewable energies technologies in contemporary residential buildings, in order to open a wider future In how to deliver a sustainable, contemporary and energy-efficient residential product. And draw conclusions and lessons learned from them for application in Egypt.

Analytical study:

Part II: (The role of digital technology and renewable energy technologies in providing thermal comfort in residential buildings):
This section consists of two chapters.

Chapter Three (Solar Thermal Cooling Systems):

In this chapter of the research is the integration of modern technologies of renewable energies that provide thermal comfort within residential buildings, and is considered one of the most important of these technologies, solar thermal cooling systems, and study and identify and address the most important reasons that led to its selection for subsequent applied study, in successive steps Presentation of the concept of air conditioning, the concept of thermal cooling of air by solar energy, a historical overview of solar thermal cooling systems and stages of development, and previous studies of the development of solar thermal cooling systems (global examples) and then deals with the position of the cooling system Solar thermal of the International Energy Agency plan IEA Road Map)), and what types of solar thermal cooling systems, analysis and comparison between them to choose the best for use in applied study.

Chapter Four (Simulation Methodology and Applied Study Preparation):

This chapter deals with the study of computer programs used in simulations of renewable energies in buildings through the definition of the concept of simulation and modeling and a presentation of the most important natural simulation programs used recently and then identify the program (TRNSYS) used in the study of simulation and the reasons for choosing the case and examples of the uses of the simulation program (TRNSYS) What are the limits of the study of digital simulation, definition of data and inputs for the application model of the program (TRNSYS).

Applied Study:

This section deals with the applied project, which is a practical analysis of the results of simulation and the development of a methodology for comparison and analysis and then present the most important results and explain the reasons for increasing the efficiency of renewable energy within residential buildings, where this section deals with the development of an integrated digital methodology to achieve integration and integration of efficiency in the design of the outer shell suitable for the housing unit And efficiency in the generation of renewable energy to achieve thermal comfort within the housing unit through:

- *Alternatives to digital technology used to calculate energy flows and* emissions.
- setting the standards used to raise energy through inputs.
- Formulation of the proposed application model.

This section includes two chapters that provide applied study and ultimately aim to draw conclusions and come up with important academic recommendations in the research field under study, and deals with two chapters as follows:

Chapter Five: (Natural simulation of energy inside residential buildings in the case of applied study using computer):

This chapter deals with the methodology of the applied study and its objectives and the reasons for choosing the sample of the applied study, and the natural simulation of energy consumption in buildings, and then the definition of the sample of the applied study through the characterization and presentation of models of housing units sample of the applied study. Surface and repeated according to the variables of the first stage of the simulation process before the integration of solar thermal cooling system with residential units, and the second stage special design of solar thermal cooling system that works with absorption technology Achieve through the variables of the second stage of the simulation process after the integration and integration of solar thermal cooling system housing units with the most suitable design for the outer shell.

Chapter Six: (Results - Recommendations):

In this chapter, the main findings of the research are presented in addition to a set of academic recommendations calling for further research studies in the field of simulation of energy production and sustainable environmental design.