الفصل الأول

المقدمة والمسح المرجعي

(Introduction and literature Suvrey)

١.١ - المقدمة (Introduction)

منذ أن خلق الله سبحـــــانه وتعالى الإنسان على سطح الأرض والطاقة هي طــريقه لتحـــــقيق أهدافه وأحلامه لعالم أفضل، فإنسان الكهوف بدأ طريقه نحو المدنيّة باستخدام طــاقة الــنار في الدفء والإضاءة والغــذاء، وعلى مدى القرون كان سعي الإنسان من أجــل بســطة العــيش وثيق الصلة بتسخير أشكالاً متنوعة من الطاقة، وفي مطلع القرن الماضي تبدلت المفاهيم ولم تعد الدول تصنف بحسب طاقتها البشرية أو الفكرية ولكن بقدر ما تملكه من طاقه كهربائية أو حرارية أو ذرية... ولكن كما أن الطاقة ســبيل الإنسان إلى التــقدم الحضاري فأنها قد تؤدي أيضاً إلى غروب الجنس البشري؛ وذلك بما تخلفه مصادر الطاقة التقليدية كالبترول والفحم والغاز الطبيعي والطاقة النووية من مخلفات تهدد البيئة بالفناء، لذا أخذ العالم اليوم بالتفكير في مصادر جديدة للطاقة؛ تكون بديلة عن مصادر الطاقة التقليدية لكثرة الإخطار الناجمة عنها، ومن أهم تلك الــبدائل: طاقة الرياح، وطــاقة المــد والجزر، والشلالات المائية، والوقود النووي، والإشعاع الشمسي. ومن المعروف أن جميع هذه المصادر تكونت بطــريقة أو بأخرى باستخدام الطاقة الشمسية لفترات طويلة أو قصيرة لذا تعتبر الطاقة الساقطة علينا من الشمس من

أهم مصادر الطاقة التي يمكن للإنسان الاستفادة منها.[١،٢] ويمتد تاريخ استخدام الطاقة الشمسية إلى عصور ما قبل التاريخ حيث استخدمها الإنسان في التدفئة والوقاية من البرد شتاءً، كما أن فكرة استخدام الطاقة الشمسية في التسخين أو تحريك الآلات ليست بجديدة فــقد صنع الجراح الفرنسي باره في القرن السادس عشر جهاز للتعقيم يعمل بالطاقة الشمسية، وفي عام 1878 عُرض في باريس آلة طباعة تعمل بالطــاقة الشمسية كانت هذه الآلة تقوم بطباعة 500 نسخة في الساعة من صحيفة يومية أطلق عليها اســم الشمس ، وقد قام العالم هنري خلال القرن التاسع عشر بصناعة فرن شمسي لاستخدامه في صهر المعادن. كما سجلت اليابان العديد من البراءات لأفكار تتعلق بالسخانات الشمسية الحـــــرارية فوق أسطح المنازل حيث بلغ عددها حوالي ربع مليون وحده في عـــــــام ١٩٦٠ م".[١،٣] وبالرجوع إلى المصادر الاحفورية التي يستخدمها العالم اليوم لتوليد الطـــــاقة نجد أن هذه المصادر محدودة الكم ويتناقص مخزونها بزيادة الاستهلاك عليها، أما الطاقة الشمسية فإنها تمتاز عن غيرها من مصادر الطاقة الأخرى بما يلي : – أنها تمتاز بالبساطة النسبية في التقنية المصاحبة لها.

– أنها توفر عامل الأمان النسبي فهي طاقة نقية لا تلوث الجو، ولا تترك مخلفات مما يكسبها وضع خاص في هذا المجال وخاصة في القرن الحالي.

– أنها مصدر لانهائي حيث تستقبل الأرض سنوياً ما يقدر 1×10^{18} kW.h من الطاقة الشمسية، وهذا الكم يعادل 20,000 ضعف الطاقة التي يستهلكها العالم سنوياً من جميع المصادر.

وبالرغم من الكم الهائل لتلك الطاقة التي يستقبلها سطح الأرض إلا أنه يصعب الاستفادة إلا من نسبة ضئيلة منها، وحتى أن ما يمكن الاستفادة منه يعتبر مصدر ضعيفاً للطاقة إذ أن ما يستقبله المتر المربع من سطح الأرض الأفقي لا يزيد في أحســــــن الظروف عن حوالي 7 kW.h يومياً. ويعتمد استخدام الطاقة الشمسية تجارياً على مدى ما تقــدمه التقنية والبحوث من بدائل اقتصادية لتجميع الطاقة الشمسية، وتنمية النظم اللازمة لتخزين هذه الطاقة والاستفادة منها.[٤]

٢.١- الشمس والأشعة الشمسية (The sun and solar radiation)

الشمس هي مصـــدر الطاقة الشمسية وهي نجمٌ غازيٌ يتكون من حوالي 92% هيدروجين و8% هيليوم تقريباً، ويبلغ قطره حوالي 1.37×10^{6} km، وكتلته 2×10^{30} kg ، والكثافة المتوسطة له حوالي $1410kg/m^{3}$؛ وذلك بالمقـــارنة مع كوكب الأرض الذي يبعد عن الشمس 150×10^{6} km، ويبلغ قطرها 1270km وكتلتها 6×10^{24} kg ومتوسط كثافـــتها حوالـــي $5517\ kg/m^{3}$. وتقدر درجة حرارة الشمس بالقرب من المركز بـــ 20×10^{6} K أما درجة حرارة الطبقة الخارجية فتبلغ حوالي 6 آلاف درجة كلفن و بحدوث الاندماج النووي الحراري بتأثير كلاً من الضغط والحرارة المتواجدين في قلب الشمس حيث تجتمع نواتان من الهيدروجين لتشكل نوية هليوم تنبعث عنها طاقة تنتقل من خلال الغلاف الجوي للشمس ثم إلى الفراغ المحيط، وعملياً فان استهلاك 1% من الهيدروجين يكفي لاستمرار هذه العملية حوالي 10 مليار سنة أخرى.(٥)

الأشعة الشمسية الساقطة على كوكب الأرض من الشمس بدون تبدد بواسطة الغلاف الجوي تسمى الأشعة المباشرة (direct radiation) بينما تسمى الأشعة الشمسية التي تتعرض إلى بعض التغيرات التي تنشأ عن ظاهرتي التـــشتت والامتصاص بواسطة جزيئات الهواء وبخار الماء والغـــبار الجوي فتضعف من شدتها وتـــغير مسارها بالأشعة المنـــتشرة (diffuse radiation).

إن موجة الأشعة القصيرة الفوق بنفسجية يتم امتصاصها من خلال طبقة الأوزون في الغلاف الجوي بينما موجة الأشعة الطويلة تحت الحمراء يتم امتصاصها بواسطة ثاني أكسيد الكربون والندى الموجود في الغلاف الجوي حيث تصل الأشعة هذه مبعثرة.

ويمكن قياس شدة الإشعاع الشمسي الكلي (total radiation) الساقط على سطح أفقي والذي يعتبر محصلة الإشعاع المباشر والإشعاع المنتشر باستخدام مقياس الإشعاع الكلي، أما الإشعاع المنتشر

فيمكن قياسه بإستخدام البيرانومتر (pyranometer) وذلك عند تظليله باستخدام حلقة مصممة لهذا الغرض؛ وذلك لمنع الأشعة الشمسية المباشرة من السقوط على الجهاز، وهناك جهاز آخر يستخدم لقياس شدة الأشعة المباشرة أو العمودية يسمى بيراليوميتر (pyrohiliometer).[٥]

٣.١ – تطبيقات الطاقة الشمسية (Solar energy application)

هناك طريقتان لاستغلال الطاقة الشمسية إما تحويلها كهربائياً بواسطة الخلايا الشمسية (solar cells) أو تحويلها حرارياً عن طريق المجمعات الشمسية (solar collectors).

١.٣.١ – التطبيقات الكهربائية (Electrical applications)

وهي تحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء من خلال ظاهره تعـــــرف بالأثر الفوتوفولطي (photovoltaic effect)، ويحدث ذلك عندما يصطدم شعاع الشمس بأشباه موصلات معينة مثل: السيليكون أحادي البلورة ومتعدد البلورات وغير المبلور، كبريتيد الكادميوم، حيث تمتص الذرات داخل هذه المواد ضوء الشمس مسببة انطلاق الالكترونات منها ثم تجمع هذه الالكترونات الحرة عند سطح أحد أشباه الموصلات، وتقوم شبكات ملامسة أمام وخلف الخلية باستكمال الدائرة الكهربائية لتسمح بمرور التيار الكهربائي. [٥]

وعلى الرغم من أن الخلايا الشمسية كانت متاحة منذ عدّة سنوات مضت إلا أن تكلفتها العالية كانت سبباً في الحد من انتشارها لذا ستهتم الدراسة في هذه الرسالة بالتحولات الحرارية للطاقة الشمسية حيث أنها لا تحتاج إلى تكنولوجيا عالية ولا تكلفة باهظة والتي يمكن إيجازها فيما يلي :

٢.٣.١ – التطبيقات الحرارية (Thermal applications)

يعتمد التحويل الحراري على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية وتكمن الفكرة على مبدأ امتصاص الأجسام الداكنة للإشعاع الشمسي وتحويله إلى حرارة تستخدم في العديد من الاستخدامات المنزلية

والصناعية ويشمل هذا النوع التقطير الشمسي والتعقيم الشمسي والبرك الشمسية والتدفئة الشمسية والتجفيف الشمسي والطبخ الشمسي.

١.٢.٣.١ – المجمعات الشمسية (Solar collectors)

تعتبر المجمعات الشمسية من أهم تطبيقات الطاقة الشمسية، والمجمع الشمسي هو مبادل حراري يستخدم أشعة الشمس في تسخين مادة ناقلة للحرارة ، وغالباً ما تكون هذه المادة هي الهواء أو الماء وهناك نوعان من المجمعات الشمسية الحرارية المستخدمة: النوع الأول المجمع الشمسي المسطح (flat-plat collectors) ويُعد أسهل أنواع المجمعات الشمسية الحرارية وأكثرها انتشاراً في تطبيقات الطاقة الشمسية التي تحتاج إلى درجة حرارة منخفضة.

أما النوع الثاني فهو المجمعات التركيزية (concentrating collectors) حيث تقوم بتجميع الأشعة الشمسية في نقطة تعرف بالبؤرة وتســتخدم في التطبيقات التي تحتاج إلى درجات

حرارة مرتفعة ويحتاج هذه النوع من المجمعات إلى استخدام تجهيزات معقدة نوعاً ما. [٦]

والعمل الحالي يختص بسخانات الهواء الشمسية المسطحة التي تستخدم في أغراض تدفئة المنازل وتجفيف المحاصيل الزراعية حيث تتميز بقلة التكلفة وبساطة التركيب، وتتكون مجمعات السطح المستوي من خمس أجزاء رئيسية :

- غطاء شفاف يغطي السطح العلوي يصنع من الزجاج أو البلاستك تنفذ من خلاله أشعة الشمس.
- قنوات نقل مرتبطة مع الصفيحة الماصة والتي تحمل الماء أو الهواء أو أي سائل آخر.
- لوح الامتصاص وغالباً ما يكون سطح أسود معدني، وقد تنوع استخدام الأسطح الماصة التي لها امتصاصية عالية وانبعاثية منخفضة كالأسطح الانتقائية.
- العازل الحراري الذي يوضع في جوانب المسخن وذلك للتقليل من الفقد الحراري.

- الوعاء الحاوي لجميع المكونات السابقة الذي يحميها من العوامل المحيطة.[٢]

٢.٢.٣.١- البرك الشمسية (Solar ponds)

البرك الشمسية: هي برك طبيعية أو صناعية تحوي ماءً غير متجانس الملوحة بحيث تزيد الملوحة قرب القاع وتقل بالاتجاه إلى الأعلى حتى تكون أقل ما يمكن عند سطح البركة. ولقد نتج عن هذا الاختلاف في ملوحة الطبقات المختلفة للبركة وجود تدرج في درجة حرارة ماء البركة نتيجة امتصاص الإشعاع الشمسي الساقط على السطح. فدرجة الحرارة تزداد قرب القاع عنها قرب السطح. ويُقسم ماء البركة الشمسية إلى ثلاث طبقات: تعرف الطبقة العليا بطبقة الحمل وهي طبقة رقيقة تكون ملوحة الماء فيها أقــل ما يمكن، ويتم في هذه الطبقة انتقال الحــرارة بالحمل إلى الجــو المحيط، وتعرف الطبقة أسفل الطبقة العليا بالطبقة الوسطى أو بطبقة اللاحمل وفي هذه الطبقة تنتقل الحرارة بالتوصيل الحراري فقط دون الحمل الحراري ،أما الطبقة السفلى فتعرف بطبقة التخزين الحراري ويتم انتقال الحرارة فيها بالحمل، ويلزم دائماً المحافظة على تدرج الملوحة بالبركة الشمسية لضمان ارتفاع كفاءة التخزين الحراري بها.[٤]

٣.٢.٣.١- الطبّاخات الشمسية (Solar cookers)

تعتبر الطباخات الشمسية من التطبيقات الشائعة الاستخدام للتحول الحراري للطاقة الشمسية وخاصة بالمناطق القروية والمناطق المعزولة، تنقسم الطباخات الشمسية عموماً إلى ثلاثة أنواع رئيسية هــي : –

الطباخ الشمسي من النوع الصندوقي (box-type solar cookers): وهو عبارة عن صندوق معزول حرارياً من الجوانب والقاع، ومزود بغطاء زجاجي شفاف ويوضع بداخله الإناء المراد طهو الطعام فيه، وقد تصل درجة الحرارة فيه إلى $100\ ^0C$، ويستغرق طهو الطعام فيه ساعتين تقريباً.

– الطباخات الشمسية التركيزية (concentrating type solar cookers): وهو نوع مزود بمرآه على شكل قطع مكافئ لعكس أشعة الشمس عند البؤرة والتي يوضع عندها قدر الطهي. مما يزيد من شدة الإشعاع

الشمسي الساقط على الطباخ وتصل درجة الحرارة داخله إلى $130\ ^0C$ أو يزيد ويتم طهو الطعام فيه في وقت أقل من النوع السابق. [١]

- الطباخات المتطورة (advanced solar cookers): وتستخدم للطهي داخل المنزل وهذا النوع يناسب الأطعمة التي تحتاج إلى عملية طهي بطيئة وطويلة مثل البقول، فهو عبارة عن مجمع مسطح حيث يتكثف البخار على سطح القدر وبالتالي تقل درجة الحرارة داخل القدر أقل من درجة الغليان ويلزم توجيه المجمع الشمسي مرتين في اليوم. [٥]

٤.٢.٣.١- التقطير الشمسي (Solar distillation)

لعل هذا النوع من التطبيقات هو من أول استخدامات الطاقة الشمسية، ففي عام 1892 استخدم عُمال المناجم في تشيلي المقطرات الشمسية لتزويدهم بالماء الصالح للشرب ، والآن تستخدم هذه الطريقة وعلى مدى واسع وخاصة في المناطق الغنية بالطاقة الشمسية والتي تندر فيها المياه العذبة.

ويتألف جهاز التقطير الشمسي من صفيحة ماصة على شكل الحوض، معزولة حرارياً من أسفل وتملأ بالماء المراد تقطيره وهي مغطاة من أعلى بغطاء زجاجي مائل وينتج عن التسخين الشمسي تبخير الماء ثم يعود ليتكثف على السطح السفلي للزجاج ونظراً لميل سطح الزجاج فأنه يتجمع في قنوات عند نهايته ليخرج في وعاء التجميع ماءً نقياً. [٢]

٥.٢.٣.١- التجفيف الشمسي (Solar drying)

استخدمت الطاقة الشمسية منذ أقدم العصور في تجفيف المحاصيل الزراعية لإطالة عمر تخزينها بدون أن تتلف، حيث يتم نشر المحاصيل الزراعية فور حصادها حيث تتعرض لأشعة الشمس مما يساعد على تجفيفها، إلا أن هذه العملية تستغرق وقتاً طويلاً مما يجعلها عرضه للتلوث والتلف بفعل الحشرات؛ لذا

صُنعت في الوقت الحالي مجففات تعمل بالطاقة الشمسية يتم فيها تجفيف المحصول في وقت أقل ودون أن تتعرض المحاصيل لأي مصدر للتلف أو التلوث، وهناك ثلاث أنواع من المجففات الشمسية:

- مجففات شمسية مباشرة (direct solar dryers): حيث توضع المحاصيل في المجفف الذي يتكون من حيز مغلق ومغطى بأسطح منفذة لأشعة الشمس ، فتُمتص الحرارة بواسطة أسطح المواد الغذائية ثم عبر الأسطح الداخلية لها، وتؤدي الحرارة الممتصة إلى تسخين الهواء المنساب عبر المجفف نتيجة لحركة الهواء البارد ليدفع الهواء الساخن تحت تأثير فرق الكثافات

إلى أعلى حاملاً بخار الماء الناتج عن التجفيف ثم يخرج عبر فتحات علوية إلى الخارج.

-مجففات شمسية غير مباشرة (indirect solar dryers): وهي مزود بسخان شمسي مسطح يعمل بالهواء كوسط ناقل للحرارة ومتصل بخزانة كبيرة يوضع بها المحصول المراد تجفيفه.

- مجففات شمسية مختلطة (mix solar dryers): حيث يسخن الهواء اللازم لتجفيف المحاصيل بالطريقتين السابقتين أي تحتوي على مجمع شمسي متصل بغرفة التجفيف التي تحتوي على أسطح منفذه لأشعة الشمس.[٥]

٦.٢.٣.١- التدفئة بالطاقة الشمسية (Solar heating)

وهي أحد التطبيقات الحرارية لمجمع الهواء الشمسي ويستخدم هذا التطبيق شتاءً أو في المناطق الباردة. التدفئة بكل بساطة هي عملية ضخ للحرارة المكتسبة في المجمعات الشمسية إلى داخل الحيز موضع الاهتمام، ولتحقيق هذا الغرض تبرز الحاجة إلى استعمال بعض المعدات والأجهزة لنقل التأثير الحراري من المجمع الشمسي إلى الحيز.[٣]

٧.٢.٣.١- التعقيم الشمسي (Solar disinfection)

المياه تساوي الحياة لكل إنسان.. والقضاء على ملوثاتها أمرا ضروري حتى لا تصبح مصدراً للأمراض التي تختلف مدى خطورتها باختلاف مصدر التلوث فالمواد المستخدمة لتنقية المياه قد تصبح خطرا قاتلاً في حد ذاتها كمادة الكلور، لذا كان لا بد من التفكير في أساليب آمنة ورخيصة لتنقية المياه لتصبح صالحة للاستـــهلاك الآدمي.(٨)

وقد حُددت ثلاث أنظمة تم اختبارها وأثبتت فاعليتها في تنقية المياه، بعضها بسيط والآخر معقد، فبالنسبة للنظام البسيط فهو عبارة عن نظام التعقيم الذي يستخدم فيه الصندوق الشمسي المسطح وهو عبارة عن صندوق مسطح معزول يصنع من الخشب أو الزجاج، وبداخل هذا الصندوق توضع عينة المياه الملوثة داخل إناء زجاجي ويترك الإناء حتى ترتفع درجة حرارة المياه إلى درجة حرارة التعقيم التي تقتل الميكروبات.

أما بالنسبة للأنظمة المعقدة فهي عبارة عن نظام المجمع الشمسي المسطح، والمجمع الشمسي ذو القطع المكافئ المركب، حيث يعتمد النظام الأول على وضع الماء في خزان ليمر خلال مصفاة عبر المجمع الشمسي –الذي تتجمع عليه أشعة الشمس– فترتفع درجة حرارة الماء، وعند مخرج المجمع يوجد صمام حراري يتم ضبط حرارته على 70^0C، وبالتالي لا يسمح الصمام بمرور الماء إلا إذا كانت درجة حرارته 70^0C فأكثر، وهي درجة حرارة التعقيم، بعدها يمر الماء المعقم الساخن إلى خزان تخزن فيه الميـــاه لتصبح صالحة للشرب.

أما عن النظام الثالث –وهو أكثر تعقيداً– فيعتمد على المزج بين نظامي التعقيم بالتسخين الحراري وبالمجمع الشمسي، حيث يعتمد على وجود حامل يعلوه خزان للمياه، حيث تمر المياه بعد ذلك عبر ماسورة زجاجية حرارية في وسط النظام. هذه الماسورة ترفع من درجة حرارة المياه مرة أخرى بفعل أشعة الشمس المنعكسة عليها من المجمع فترتفع درجة حرارة المياه، وبالتالي يُضمن تعقيم أفضل للمياه.(٨)

٤.١ – مجمعات الهواء الشمسية (Solar air heaters)

مجمعات الهواء الشمسية لديها العديد من المميزات المفضلة على مجمعات الحرارة الشمسية الأخرى حيث لا يحدث التسرب أو التجمد أو الصدأ كما في المجمعات السائلية. ولكنه يعاب عليها أن خصائص نقل الحرارة ضعيفة وتتطلب رعاية خاصة لتحسين نقل الحرارة وللتخلص من هذا العيب تستخدم سرعات عالية للهواء وكذلك تستخدم ما يسمى بالأسطح الممتدة.

تختلف المجمعات الغازية في بعض التصميمات في مجرى الغاز فهناك تصميمات يمر فيها الغاز في قناة فوق اللوح الماص كما سيتضح في البحث أو بين اللوح الماص وغطاء المجمع وأسفل اللوح الماص. [٥]

٥.١- المسح المرجعي

سنستعرض في ما يلي مُلخصات لبعض الأبحاث الحديثة والتي تهتم بسخانات الهواء الشمسية وتطبيقاتها:

قدم (Jha, et. al., 1992) دراسة لأداء منزل شمسي مدمج بسخان هوائي وذلك باستخدام معادلات الاتزان الحراري للمُكونات المختلفة لسخان الهواء الشمسي والغرفة، ولتقييم الأداء تمت دراستها عملياً باختيار يوم بارد مثل (10من يناير1989 في مدينة دلهي) "في الهند".[٩]

كما قام (Njomo، 1994) بمقارنة الأداء الحراري لغطاء من البلاستك والآخر من الزجاجي لمجمع الهواء الشمسي في ظل ظروف مماثلة للأبعاد ومعدل تدفق الهواء حيث أخذ في الاعتبار معدل الفائدة السنوية والعوامل الاقتصادية ، وقد توصلت الدراسة إلى أن استخدام الغطاء البلاستيكي للمجمع أفضل اقتصادياً إذا كانت تكلفة المجمع عامل مهم .[١٠]

في هذا البحث (Choudhury, et. al.، 1999) تم تطوير نموذج نظري لسخانات الهواء الشمسية بثلاث ممرات للهواء أحادية وثنائية الغطاء ، وقد تم التحقق من فعالية المسخن عند حساب التكلفة السنوية، وتمت مقارنة أداء هذه المسخنات مع سخانات الهواء أحادية الممر بدون غطاء وبغطاء أحادي وثنائي وأداء مسخنات هوائية أحادية وثنائية الغطاء بممرين وقد قدمت النتائج في شكل منحنيات

مختلفة التصميم وذلك حتى تساعد الشركات المصنعة في تحديد التصاميم المناسبة وفق الفائدة المرجوة من المسخن .[١١]

ولقد قام (El-Sebaii، et. al.، 2000) بوضع نموذج تحليلي لدراسة تأثير معدل سريان الهواء المتدفق داخل مسخن شمسي مسطح لتسخين الهواء باعتبار أن درجة الحرارة تختلف باختلاف إحداثيات الزمان والمكان . ولقد تم التحقق من أداء المسخن عملياً باســتخدام الظروف المناخية في طــنطا (30°47 خط عرض شمالاً)"جمهورية مصر العربية"، وتم استخدام هواء السخان لتجفيف المنتجات الزراعية بوصفه مصدر للحرارة ولقد استمرت عملية التجفيف خلال الليل بدلاً من إعادة امتصاص الرطوبة من الهواء المحيط وذلك عند استخدام مادة خازنة للحرارة المحسوسة. وقد تمت المقارنات بين النتائج التجريبية والنظرية وأشارت إلى أن النموذج الرياضي المقترح يمكن أن يستخدم لتقدير الأداء الحراري لسخانات الهواء الشمــسية المسطحة.[١٢]

هناك تصميم هام قام به (Yeh, et. al., 2002) حيث قام بإضافة لوح ماص داخل قناة في سخانات الهواء الشمسية ذات الزعانف (fins) الملحقة بلوح الامتصاص، حيث تعمل طريقة التدفق المزدوج على زيادة مساحة التبادل الحراري بين سطح الامتصاص والهواء المراد تسخينه. وتعتبر التنبؤات النظرية جيده عند مقارنتها بالقياسات العملية، وبذلك نحصل على تحَسن ملحوظ في كفاءة السخان الشمسي.[١٣]

في هذا البحث قام (Forson، et. al., 2003) بدراسة نمُوذج رياضي لنوعين من السخانات الشمسية بقناة واحده وقناتين لمرور الهواء أعلى وأسفل اللوح الماص، النموذج له القدرة على التنبؤ بالإشعاع الشمسي الساقط، عوامل نقل الحرارة، متوسط معدلات تدفق الهواء، الرطوبة النسبية عند المخرج. النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها أثبتت أن الأداء الحراري للسخان الشمسي يمكن تحسينه

بالاختيار المناسب للعوامل المؤثرة ومن أهمها كتلة الهواء التي لها الأثر الكبير في كفاءة المسخن، وكان هناك اتفاق جيد بين النتائج الـــنظرية والعملية.[١٤]

في هذا العمل قام (Pramuang and Exell، 2004) بدراسة العوامل التي تُؤثر في أداء مُجمع الحرارة الشمسي، وقد تم تطبيقها على سخان الهواء الشمسي في وجود مُركز إشعاع على شكل قطع مكافئ، وتم اختيار هذا النوع من المجمعات للحصول على درجة حرارة مرتفعة في المناطق الاستوائية حيث أن شدة الإشعاع الشمسي المباشر عاليـــــة في تلك المناطق.[١٥]

في هذا العمل قام (Ho ,et. al., 2005) بدراسة نظرية وتجريبية لمسخن الهواء الشمسي ذي الممر المزدوج وذلك لإعادة تدوير الهواء المراد تسخينه، وأثبتت النتائج تحسُن في كفاءة المسخن بشكل جوهري. النتائج مُثلث بيانياً وتمت مقارنتها مع النتائج التي تم التوصل إليها مع مسخن الهواء الشمسي بممر فردي، ووجد أن هناك تحسن كبيراً في مُعدل نقل الحرارة للهواء المراد تسخينه.[١٦]

لقد قام (Janjai and Tung, 2005) بدراسة تطبيقات السخانات الشمسية في تجفيف المحاصيل الزراعية بأخذ عينات من منتجات ذات جودة عالية ووضعها في مجفف خاص بغرض حمايتها من الأمطار والآفات. وقد زاد مُعدل الكفاءة للسخان الشمـــسي يومياً إلى 35%.[١٧]

قام (Shalapy, 2005) بدراسة أربعة أنظمة لسخانات الهواء الشمسية. النظام الأول عبارة عن قناة واحدة لمرور الهواء وغطاء زجاجي واحد والنظام الثاني له غطائين من الزجاج أما النظام الثالث مزود بغطائين من الزجاج وقناتين لمرور الهواء أعلى وأسفل اللوح الماص في نفس الاتجاه والنظام الرابع فهو نفس النظام السابق مع دفع الهواء في البداية في القناة العلوية ثم ليدور في القناة السفلية في اتجاه عكس اتجاه سريانه في القناة العلوية. وتمت دراسة النظامين الأول والثاني نظرياً عن طريق برنامج حاسوب يحاكي كل نظام وتم تحسين الأداء الحراري للنظامين عن طريق دراسة العوامل المختلفة الموثرة

على أداء المسخن. كما تم تصنيع النظامين الثالث والرابع وتمت دراستهما نظرياً وعملياً تحت الظروف المناخية لمدينة طنطا "جمهورية مصر العربية" لصيف 2004. [١٨]

في هذا العمل قام (Mittal، et. al.، 2006) بتقديم مقارنة للكفاءة الفعالة (effective efficiency) لسخانات الهواء الشمسية التي لديها أنواع مختلفة من عناصر الخشونة (roughness) على السطح الماص مع السخانات التقليدية. ولقد تم حساب هذه الكفاءة الفعالة باستخدام العلاقات المتبادلة بين عامل النقل الحراري وعامل الاحتكاك. [١٩]

في هذا العمل قام (El-Sebaii، et. al.، 2006) بدراسة الأداء الحراري تجريبياً ونظرياً لسخان الهواء الشمسي ثنائي المسار عند مرور الهواء فوق السطح الماص. ولقد تم تطوير برنامج حاسوب بلغة الباسكال لحل معادلات الاتزان الحراري للعناصر المختلفة. الحسابات العددية ُنفذت خلال صيف 2003 لدراسة تأثير فعالية البارامترات المختلفة على الأداء الحراري للسخان. [٢٠]

وقد قام (Tchind، 2007) بصياغة نمُوذج رياضي لحساب الأداء الحراري لسخان هواء بِمُركز للإشعاع الشمسي على شكل قطع مكافئ. كما تم استخدام برنامج لحل معادلات الطاقة لدراسة تأثير العوامل المختلفة على الأداء الحراري لمسخن الهواء وقد كانت النتائج التجريبية متفقة مع النتائج النظرية بمعدل خطأ 7%. [٢١]

لقد قام (Varun، et. al.، 2007) بدراسة تجريبية لأحد الطرق المستخدمة في تحسين أداء السخانات الشمسية عن طريق بحث تأثير خشونة (roughness) السطح الماص على معامل انتقال الحرارة بالحمل للمائع المراد تسخينه. وقد تم مناقشة تأثير البارامترات المختلفة على الكفاءة الحرارية للسخان الشمسي. [٢٢]

كما قام (Liu، et. al.، 2007) بدارسه بارامترية للأداء الحراري لمجمع الهواء الشمسي من نوع (v-groove)، في هذا المجمع أحادي الغطاء يمر الهواء في القناة المُكوّنة من سطح الامتصاص الذي يكون على شكل (v-groove) واللوح السفلي المعزول الذي يكون على طول الشق. وتهدف هذه الدراسة إلى تحسين معدل النقل الحراري بين الهواء واللوح الماص عن طريق زيادة مساحة سطح النقل الحراري، وهو أمر هام لتحسين الأداء الحراري لمسخنات الهواء الشمسية. وقد تمت مقارنة هذا النوع من المجمعات مع المجمع ذو اللوح المسطح، مع الأخذ بالاعتبار للعوامل المؤثرة في أداء المجمع كاستخدام سطح انتقائي "له قدرة عالية لامتصاص الأشعة وانبعاثية قليلة لها" لكل من اللـــــوح الماص والغطاء الزجاجي للمجمع، ولقد أظهرت النتائج أن مجمع (v-groove) لديه أداء أفضل بكثير من مجمـــــع اللوح المسطح. [٢٣]

في هذه الدراسة قام (Liu، et. al.، 2007) بدراسة الأداء الحراري لمجمعات الهواء الشمسي من نوع (v-groove) ذات اللوح المموج المُتعارض. المسخن يتكون من قناة تدفـــــق الهواء يُشَكل فيها لوح الامتصاص بصورة مموجة، واللوح السفلي الذي يتم وضعه بصورة عرضية وهذا ما يميزها عن مجمع (v-groove). وقد أستُخدم هذا الوضع للوح السفلي المُموج لإنجاز أداء حراري أفضل. ولقد أظهرت النتائج أنه بعد الأخذ بعوامل التشغيل كاختيار سطح انتقائي للغطاء واللوح الماص ــ حيث لها تأثير كبير على كفاءة المجمع ــ وجِد أن المجمعات المموجة المتعارضة تفوق المجمعات من نوع (v-groove). [٢٤]

لقد قام (Sharad and Saini, 2008) بدراسة أداء المسخن الهوائي الشمسي المزود بقناة بها خشونة صناعية (artificial roughness) حيث تكـــون القـــناة على شكل القوس (arc shaped)، وقد تم دراسة أداء المسخن بإستخدام ديناميكا الموائع الحسابية لدراسة تأثير الشكل القوسي على معامل النقل الحراري، ومعامل الاحتكاك، ولقد وجِد اتفاق جيد خلال هذه الدراسة بين النتائج العملية والنظرية، وبناءً عليه فإن هذا النموذج يستخدم للتنبؤ بالنقل الحراري ومعـــــامل الاحتكاك في القناة.[٢٥]

في هذا البحث قام (Gupta and Kaushik, 2008) بدراسة تهدف إلى استنتاج القيم المُثلى للبارامترات المختلفة التي تُؤثر على أداء مسخن الهواء الشمسي المسطح، وذلك بتحديد الشكل المثالي (نسبة طول إلى عرض اللوح الماص) وكذلك العُمق المثالي لقناة تدفق الهواء (المسافة بين اللوح الماص واللوح الخلفي للمسخن) من أجل التوصل إلى الطاقة القُصوى التي يمكن الحصول عليها.[٢٦]

في هذا البحث قدم (Gupta and Kaushik, 2009) دراسة تجريبية تم تنفيذها على مسخن الهواء الشمسي وذلك لتحسين معامل النقل الحراري بين اللوح الماص والهواء المتدفق بإستخدام سطح خشن، ولقد تم تقييم الأداء باختيار بعض هندسات الخشونة الصناعية المُختارة للوح الماص في قناة مسخن الهواء الشمسي، وقد وُجِدت أن الخـــــشونة الصناعية على سطح الامتصاص تعمل على زيادة معامل النقل الحراري للهواء بالمقارنة بالأسطح الناعمة (smooth surface) تحت نفس الظروف.[٢٧]

٦.١- الهدف من الدراسة وأهميتها

انطلاقاً من الأهمية البالغة لتقنيات الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية واستخداماتها وانسجاماً مع الاهتمام العالمي بها، وما تحققه من مزايا اقتصادية وبيئية وما تتمتع به منطقتنا العربية من مساحات شاسعة تستقبل تلك الطاقة كان موضوع البحث عن دراسة نظرية للأداء الحراري لمسخنات الهواء الشمسية التي يمكن استخدامها في تجفيف المحاصيل الزراعية وذلك لضمان حفظها مدة أطول، أو في إمداد المجمعات السكنية بالهواء الساخن اللازم للتدفئة وخصوصاً في المناطق المعزولة والتي تنخفض فيها درجات الحرارة في فصل الشتاء وبذلك يمكن حل جزء من مشكلة الطاقة في هذه المناطق.

تهدف الدراسة المقترحة إلى ما يلي:

- دراسة نظرية للأداء الحراري لمسخنات الهواء الشمـــــسية المسطحة (flat plat solar

air heaters) وذلك عن طريق المحاكاة باستخدام جهاز الحاسوب (compute simulation) عن طريق كتابة معادلات الاتزان الحراري للعناصر المختلفة باعتبار أن معاملات النقل الحراري دوال في درجة الحرارة والزمن.

– حل معادلات الاتزان الحراري تحليلياً باستخدام الطرق المعروفة لحل المعادلات التفاضلية العادية من الرتبة الأولي بغرض التوصل إلى معادلات رياضية تستخدم في حساب درجات الحرارة للعناصر المختلفة للمسخن الشمسي.

– بناء برنامج الحاسوب لحلول المعادلات التفاضلية باستخدام لغة الباسكال وذلك لدراسة العوامل المختلفة التي تؤثر على درجة حرارة الهواء الخارج من المسخن وأثر ذلك على كفائتة اليومية.

– دراسة إمكانية تحسين الأداء الحراري للمسخن عن طريق استخدام الأسطح الانتقائيـــة (selective surfaces) والتي تمتاز بارتفاع امتصاصيتها لأشعة الشـــمس وانخفاض انبعـــاثها للإشعاع الحراري ذو الطول الموجي الكبير وذلك لتقليل الحرارة المفقودة من غطاء المجمع.

– استخدام الحسابات النظرية في التنبؤ بالأداء الحراري السنوي لمسخن الهـــواء الشمسي عند استخدام أسطح الامتصاص العادية و الانتقائية باستخدام الظروف المناخية السائدة في مدينة جده لعام 2005.

وقد أعتمد في هذا البحث على مجموعة من الأفكار والآراء للمهتمين بموضـــوع الطـــاقة البديلة، والمواضيع الواردة فيه عبارة عن نتاج بحث واطلاع على العديد من المصادر العلمية، وكذلك الاعتماد على جهاز الحاسوب في بناء البرنامج الذي من خلاله تم التوصل إلى النتائج المرجوة.

ويتكون البحث من أربع فصول. بدأ البحث بالفصل الأول ويحتوي على المقدمة التي تناولت عرض تاريخي مختصر لاستخدامات الطاقة الشمسية وأهميتها بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى، ثم يقدم باقي

الفصل التطبيقات الحرارية المختلفة للطاقة الشمسية بصورة مبسطة، وبعد ذلك عرض متسلسل لأعمال سابقة للمهتمين بموضوع مسخنات الهواء الشمسية، وينتهي هذا الفصل بأهمية الرسالة.

تُعرض خطة البحث و خطوات تنفيذها في الفصل الثاني حيث يتناول تعريفاً مفصلاً لمسخن الهواء الشمسي ومعرفة مكوناته وطرق إجراء الحسابات العددية اعتماداً على الحاسوب وذلك لدراسة العوامل المختلفة التي تؤثر على درجة حرارة الهواء الخارج من المسخن وأثر ذلك على كفاءته اليومية.

أما الفـــصل الثالث فيقدم نتائج الدراسة ومناقشتها حاملاً في طياته العديد من النتائج التي تم التوصل إليها بعد استخدام الحسابات النظرية في التنبؤ بالأداء الحراري السنوي لمسخن الهواء الشمسي عند استخدام أسطح الامتصاص العادية وكذلك الأسطح الانتقائية باستخدام الظروف االمناخية السائدة في مدينة جده لعام 2005.

ونختتم البحث بالفصل الرابع الذي يحوي أهم الاستنتاجات والتوصيات التي خرجنا بها من دراستنا لمجمعات الهواء الشمسية، وسيسدل الستار عنده ونتمنى أن يكون البحث قد حقق أهدافه المرجوة .