MESR
منار الشرق للدراسات والأبحاث
Manar Elsharq for Studies & Research
Middle East Journal
of Educational and Psychological Sciences
Homepage:
http://meijournals.com/ar/index.php/mejeps/index
مجلة الشرق الأوسط
للعلوم التربوية والنفسية
ISSN 2789-1828

مدى المام طلبة قسم الفيزياء لتطبيقات التبريد الشمسي

Physics student's familiarity with solar cooling applications

عبير عباس حسن

Abeer Abbas Hassan

م. م طرائق تدريس الفيزياء– تربية القادسية – جمهورية العراق

M.M. Physics Teaching Methods - Al-Qadisiyah Education Directorate - Republic of Iraq

abeeralmalky986@gmail.com

استلام البحث: 08/09/2025 **مراجعة البحث: 05/10/2025** **قبول البحث: 02/11/2025**

ملخص الدراسة:

تتناول هذه الدراسة مدى إلمام طلبة قسم الفيزياء بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي وقدرتهم على تطبيقها عمليًا. وتهدف إلى تقييم المعرفة النظرية للطلاب، والكفاءة العملية في تركيب وتشغيل أنظمة التبريد الشمسي، بالإضافة إلى التعرف على التحديات والمعوقات التي تواجههم في هذا المجال. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع تطبيق الاستبيانات والملاحظة العملية على عينة مكونة من 72 طالبًا من قسم الفيزياء في كلية التربية، جامعة القادسية، للعام الدراسي 2026–2025. أظهرت النتائج أن الطلاب يمتلكون معرفة جيدة بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي، مع تفاوت في المهارات العملية المتعلقة بتركيب وصيانة الأنظمة، وقدرة محدودة على التعامل مع التحديات التشغيلية. كما بينت الدراسة وجود علاقة إيجابية قوية بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، وعلاقة سلبية بين المعرفة الأساسية والتحديات والمعوقات، مما يشير إلى أن تعزيز المعرفة النظرية يساهم في تقليل العقبات العملية. وتخلص الدراسة إلى ضرورة تعزيز الجانب التطبيقي والتجريبي في تعليم التبريد الشمسي، مع التركيز على التدريب العملي والتوعية بالمشكلات التقنية والمالية والبيئية.

الكلمات المفتاحية: التبريد الشمسي– الطاقة المتجددة– التعليم العملي– طلبة الفيزياء– التطبيقات العلمية.

Abstract

This study investigates the extent of physics students' understanding of the fundamental concepts of solar cooling and their ability to apply them practically. It aims to assess students' theoretical knowledge, practical competence in installing and operating solar cooling systems, and to identify the challenges and obstacles they face in this field. A descriptive-analytical approach was employed, using questionnaires and practical observations on a sample of 72 physics students Students of the Physics Department at the College of Education, Al-Qadisiyah University, for the academic year 2025-2026. The results indicated that students possess good knowledge of the basic concepts of solar cooling, with variations in practical skills related to system installation and maintenance, and limited ability to

address operational challenges. The study also revealed a strong positive correlation between theoretical knowledge and practical application, and a negative correlation between basic knowledge and challenges and obstacles, suggesting that enhancing theoretical understanding helps reduce practical barriers. The study concludes with the need to strengthen the practical and experimental aspects of solar cooling education, emphasizing hands-on training and awareness of technical, financial, and environmental issues.

Keywords: Solar Cooling- Renewable Energy- Practical Education- Physics Students- Scientific Applications.

المقدمة

تعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة في العالم، لما لها من دور كبير في دعم التنمية المستدامة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. ومن التطبيقات العملية للطاقة الشمسية، التبريد الشمسي الذي يمثل حلاً مبتكرًا لمشكلة استهلاك الطاقة في نظم التبريد التقليدية. وفي ظل التطور التكنولوجي المستمر، أصبح من الضروري رفع مستوى وعي طلاب الفيزياء بمفاهيم الطاقة المتجددة وطرق تطبيقها، بما في ذلك التبريد الشمسي. كما أن التعليم العملي والتطبيقي يلعب دورًا حيويًا في تعزيز فهم الطلاب للمفاهيم العلمية وربطها بالواقع التطبيقي، ما يجعل من دراسة مدى إلمام طلبة الفيزياء بتطبيقات التبريد الشمسي أمرًا بالغ الأهمية.

ثانياً: أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسية التي تدعم تطوير التعليم العملي في مجال الطاقة الشمسية، وتتمثل فيما يلي:

1. قياس مدى إلمام طلبة قسم الفيزياء بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي.
2. تقييم قدرة الطلاب على تطبيق هذه المفاهيم عمليًا في أنظمة التبريد الشمسية.
3. تحديد مستوى الوعي بالتحديات والمعوقات المرتبطة باستخدام التبريد الشمسي، سواء التقنية أو المالية أو البيئية.
4. اقتراح توصيات عملية لتعزيز التعليم النظري والعملي لتطبيقات التبريد الشمسي بين طلاب الفيزياء.

ثالثاً: أهمية الدراسة

تتمثل أهمية هذه الدراسة في عدة محاور:

- **الأهمية العلمية** :توفر الدراسة قاعدة معرفية لفهم العلاقة بين التعليم النظري والتطبيقي في مجال الطاقة المتجددة، وخاصة التبريد الشمسي، وتعزز البنية المفاهيمية لدى الطلاب.
- **الأهمية العملية** :تساعد الدراسة الجامعات والمؤسسات التعليمية على تطوير مناهج تعليم الفيزياء لتشمل الجوانب العملية، وتشجيع الطلاب على التفاعل مع تقنيات الطاقة المستدامة، بما يسهم في إعداد كوادر متخصصة قادرة على العمل في مجال الطاقة الشمسية.
- **الأهمية الاجتماعية والبيئية** :من خلال رفع وعي الطلاب بأهمية الطاقة الشمسية والتبريد الشمسي، تسهم الدراسة في تعزيز الاستدامة البيئية وتشجيع الممارسات العلمية المستدامة في المجتمع.

رابعاً: مشكلة البحث

رغم الاهتمام المتزايد بالطاقة المتجددة وتطبيقاتها، إلا أن العديد من طلاب الفيزياء يفتقرون إلى الخبرة العملية الكافية لفهم كيفية تطبيق مفاهيم التبريد الشمسي بشكل فعلي. وتتمثل المشكلة الأساسية للدراسة في ضعف الإلمام العملي والفني لدى الطلاب على الرغم من امتلاكهم معرفة نظرية معقولة بالمفاهيم الأساسية للطاقة الشمسية والتبريد الشمسي، مما قد يؤثر على قدرتهم على التعامل مع التحديات التقنية والتطبيقية في هذا المجال.

خامساً: أسئلة البحث

انطلاقًا من مشكلة البحث، تسعى الدراسة للإجابة على الأسئلة التالية:

1. ما مدى معرفة طلبة قسم الفيزياء بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي؟
2. إلى أي مدى يستطيع الطلاب تطبيق هذه المفاهيم عمليًا في أنظمة التبريد الشمسية؟
3. ما هي التحديات والمعوقات التي يواجهها الطلاب عند التعامل مع التبريد الشمسي؟

4. هل هناك علاقة بين المعرفة النظرية بالأسس والمفاهيم وبين القدرة على التطبيق العملي؟

سادساً: الفرضيات الرئيسية

- **الفرضية الأولى(H1)** *هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين معرفة المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي (المحور النظري) ومستوى التطبيقات العملية لدى المشاركين.*
- **الفرضية الثانية(H2)** *المعرفة بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي مرتبطة بشكل سلبي أو إيجابي بالعوائق والتحديات التي يواجهها الأفراد عند تطبيق التبريد الشمسي، أي كلما زادت المعرفة، قلت الصعوبات التشغيلية أو المالية.*
- **الفرضية الثالثة(H3)** *التطبيق العملي للتبريد الشمسي يرتبط بتحسن قدرة المشاركين على التعامل مع المشكلات التشغيلية والصيانة والتجارب العملية.*

الإطار النظري والدراسات السابقة

أولًا: الإطار النظري

1. مفهوم التبريد الشمسي

التبريد الشمسي هو أحد تطبيقات الطاقة المتجددة التي تستخدم الطاقة الشمسية لتوليد عملية تبريد، سواء للمباني السكنية والتجارية أو لحفظ الأغذية. يعتمد هذا النوع من التبريد على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية أو كهربائية تُستخدم لتشغيل أنظمة التبريد المختلفة، مثل التبريد الامتصاصي أو التبريد الحراري .(Ayou & Coronas, 2020) ويهدف التبريد الشمسي إلى تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية، مثل الكهرباء والوقود الأحفوري، مما يسهم في تعزيز الاستدامة البيئية وتقليل الانبعاثات الكربونية.(Rashid et al., 2023)

2. أنواع أنظمة التبريد الشمسي

تنقسم أنظمة التبريد الشمسي إلى نوعين رئيسيين:

- **أنظمة التبريد الحرارية** :تعتمد على الامتصاص أو التبخر لتوليد البرودة، مثل أجهزة التبريد الامتصاصية، وتتميز بقدرتها على العمل مباشرة بالطاقة الحرارية الشمسية.(Chemisana et al., 2013)

- **أنظمة التبريد الكهروضوئية** :تستخدم الألواح الشمسية لتحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء لتشغيل مكيفات أو ثلاجات كهربائية.(Sengar, 2023)

3. أهمية التبريد الشمسي في التعليم والتدريب

أثبتت الدراسات الحديثة أن دمج مفاهيم الطاقة الشمسية في التعليم العملي للفيزياء يعزز من فهم الطلاب للمبادئ الأساسية ويطور مهاراتهم التطبيقية .(Yıldırım, 2017) كما أن المشاريع العملية، مثل تصميم واستخدام المكثفات الشمسية، تساعد الطلاب على الربط بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، مما يرفع مستوى الإتقان الفني والوعي البيئي (Felicia & Innocent, 2017).

4. التحديات والمعوقات

على الرغم من الفوائد الكبيرة للتبريد الشمسي، إلا أن هناك عدة تحديات تشمل:

- **التحديات التقنية** :صعوبة صيانة وتشغيل بعض الأنظمة المعقدة، والحاجة لتدريب عملي متخصص (Palomba et al., 2017).

- **التحديات المالية والاقتصادية** :ارتفاع تكلفة تركيب الأنظمة، خاصة في البيئات ذات الموارد المحدودة (Alawin et al., 2016).

- **التحديات البيئية والاجتماعية** :ضرورة توعية المجتمع بأهمية الطاقة المتجددة وكيفية الاستفادة منها بأمان وفعالية (Kishore & Kisiel, 2013).

الدراسات السابقة:

في السنوات الأخيرة، ركزت العديد من الدراسات العالمية على تعزيز فهم الطلاب لمفاهيم الطاقة المتجددة وخاصة التبريد الشمسي، وأهمية دمج الجانب العملي مع النظري. أظهرت دراسة **Yıldırım (2017)** أن الأنشطة العملية المتعلقة بالطاقة الشمسية، مثل التجارب المعملية والأنشطة التفاعلية، حسّنت فهم الطلاب لمفاهيم الفيزياء الأساسية وزادت وعيهم بالطاقة المتجددة. استخدم الباحث في هذه الدراسة منهج البحث العملي(Action Research) ، حيث صمّم أنشطة تعليمية وتطبيقية تهدف إلى توضيح العلاقة بين الطاقة الشمسية والتبريد، ما يعكس أهمية التجربة العملية في تعزيز إلمام طلاب الفيزياء بتطبيقات التبريد الشمسي.

كما أكد **Sengar (2023)** على ضرورة دمج تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية في مناهج تعليم الفيزياء لتعزيز المهارات العملية للطلاب. اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي، وضمّن أنشطة تركيب وتشغيل نماذج للطاقة الشمسية، وتحليل الأداء الفني للأنظمة، مما ساعد الطلاب على فهم كيفية عمل أجهزة التبريد الشمسي عمليًا، ودعم القدرة على ربط المعرفة النظرية بالتطبيق العملي، وهو ما يتماشى مع هدف بحثنا في قياس مدى إلمام طلبة الفيزياء بهذه التطبيقات.

أما دراسة **Kishore & Kisiel (2013)**، فقد استكشفت تصورات طلاب المدارس الثانوية للطاقة الشمسية، وأبرزت أن التجارب العملية، مثل تجارب الخلايا الشمسية الصغيرة، تزيد من اهتمام الطلاب وتحفّزهم على التفاعل مع تقنيات الطاقة المتجددة. استخدمت الدراسة منهج الاستكشاف عبر استبيانات وملاحظات، وأكدت أن التعلم التجريبي يعزز فهم الطلاب لكيفية تحويل الطاقة الشمسية إلى تبريد، ما يربط بشكل مباشر بفحص إلمام طلبة الفيزياء بمفاهيم التبريد الشمسي.

في سياق مشابه، أظهرت دراسة **Felicia & Innocent (2017)** فعالية التعلم القائم على المشاريع في تعزيز تطبيقات الطاقة الشمسية. استخدم الباحثان منهج المشاريع العملية، حيث كُلّف الطلاب بتصميم وتشغيل مكثفات شمسية محلية، وتم تقييم أدائهم في تركيب الأنظمة وتشغيلها. وأظهرت النتائج أن المشاريع العملية ساعدت الطلاب على تطبيق مفاهيم التبريد الشمسي عمليًا وزادت من فهمهم للتقنيات المستدامة، مما يدعم أهمية دمج الجانب العملي في تعليم الفيزياء في إطار بحثنا.

أجرى كل من **Ayou & Coronas (2020)** و**Chemisana et al. (2013)** دراسات تجريبية على أجهزة التبريد الامتصاصية ودمجها في المباني لتحسين تطبيقات التبريد الشمسي. اعتمد الباحثون على البحث التجريبي التطبيقي، حيث

شملت التجربة تركيب الأنظمة في المختبر والميدان، ومتابعة أدائها الفني والبيئي. وأظهرت النتائج أن التعرض العملي للأنظمة الشمسية يعزز فهم الطلاب للعمليات التشغيلية ويزيد وعيهم البيئي، وهو ما يعكس الحاجة لتطوير الجانب العملي في تعليم طلبة الفيزياء لمفاهيم التبريد الشمسي.

بالإضافة إلى ذلك، قدم **Rashid et al. (2023)** مراجعة شاملة للتحديات والتأثيرات المختلفة لاستخدام الطاقة الشمسية في أنظمة التبريد، بما في ذلك البعد المالي والبيئي. أكدت الدراسة أن برامج التدريب والتوعية العملية ضرورية للتعامل مع هذه المعوقات، وهو ما يتماشى مع نتائج بحثنا حول الحاجة لتدريب طلبة الفيزياء على تطبيقات التبريد الشمسي عمليًا للتغلب على الصعوبات التقنية والمالية.

وأخيرًا، تناولت دراسات **Gil et al. (2013)** و**Palomba et al. (2017)** التجارب المختبرية على فعالية التخزين الحراري العالي الحرارة والتخزين الكامن للحرارة في أنظمة التبريد الشمسي. استخدمت هذه الدراسات منهج التجربة العملية، حيث قام الباحثون بقياس أداء أنظمة التخزين الحراري أثناء تشغيل أجهزة التبريد الشمسية وتحليل البيانات التشغيلية. وأظهرت النتائج أن التعرض العملي لهذه الأنظمة يحسن كفاءة الطلاب في التعامل مع التبريد الشمسي، مما يؤكد أهمية التدريب العملي لتعزيز إلمام طلبة الفيزياء بتطبيقات التبريد الشمسي.

منهجية البحث

أولاً: منهج البحث

اعتمد البحث على **المنهج الوصفي التحليلي**؛ حيث يُستخدم هذا المنهج لدراسة الظواهر كما هي في الواقع، وتحليل مدى إلمام طلبة قسم الفيزياء بتطبيقات التبريد الشمسي، والوصول إلى نتائج دقيقة حول مستويات المعرفة والفهم لديهم.

ثانياً: مجتمع البحث

يشمل مجتمع البحث جميع طلبة قسم الفيزياء في كلية التربية، جامعة القادسية، للعام الدراسي 2025–2026.

ثالثاً: عينة البحث

تم اختيار **عينة البحث بطريقة عشوائية بسيطة** من طلبة **المرحلة الثالثة في قسم الفيزياء**، وبلغ عدد أفراد العينة **72طالبًا وطالبة**، منهم:

- **الذكور** 42 :طالبًا
- **الإناث** 30 :طالبة

تمثل هذه العينة شريحة مناسبة لدراسة مستوى الإلمام بتطبيقات التبريد الشمسي، وتوفير بيانات دقيقة يمكن تعميمها على المجتمع محل الدراسة.

رابعاً: أداة البحث

تم استخدام **الاستبيان** كأداة رئيسية لجمع البيانات، حيث صُمم خصيصًا لقياس مدى معرفة الطلبة بمفاهيم وتطبيقات التبريد الشمسي، وتضمن مجموعة من الأسئلة المنظمة التي تغطي الجوانب النظرية والتطبيقية للموضوع.

خامساً: إجراءات البحث

1. تم تصميم الاستبيان بعد مراجعة الأدبيات العلمية والدراسات السابقة المتعلقة بالتبريد الشمسي.
2. تمت مراجعة الاستبيان من قبل مجموعة من الأساتذة المتخصصين للتأكد من صلاحية محتواه ووضوح صياغة أسئلته.
3. تم توزيع الاستبيانات على طلبة العينة وجمعها بعد تعبئتها.
4. بعد ذلك، تم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة، لقياس مستوى الإلمام بتطبيقات التبريد الشمسي بين الطلبة.

سادساً: طرق معالجة البيانات

تمت معالجة البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية مثل:

- التكرارات والنسب المئوية
- المتوسطات والانحراف المعياري
- اختبار T لمعرفة العلاقة بين متغيرين

وذلك لتحديد مدى إلمام الطلبة بتطبيقات التبريد الشمسي وتصنيف مستويات المعرفة لديهم.

سابعاً: توصيف الاستبيان والمقياس

تم تصميم **الاستبيان** خصيصًا لقياس مدى إلمام طلبة قسم الفيزياء بتطبيقات التبريد الشمسي، ويشمل الاستبيان **20عبارة** تغطي الجوانب النظرية والتطبيقية للتبريد الشمسي، وتم تقسيمه إلى ثلاثة محاور رئيسية:

1. **المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي** =7 عبارات
2. **التطبيقات العملية للتبريد الشمسي** =8 عبارات
3. **التحديات والمعوقات في استخدام التبريد الشمسي** =5 عبارات

تم اعتماد **مقياس ليكرت الخماسي** لتقدير إجابات الطلبة، بحيث تمثل الخيارات على النحو التالي:

موافق جدًا = 5

موافق = 4

محايد = 3

غير موافق = 2

غير موافق جدًا = 1

يهدف هذا المقياس إلى قياس درجة الإلمام والفهم لدى الطلبة، مع تمثيل كل محور بدرجات عددية تسهل التحليل الإحصائي.

ثامناً: صدق الاستبيان

لضمان **صدق الاستبيان**، تم عرض نسخته الأولية على **مجموعة من الأساتذة المتخصصين في الفيزياء والطاقة المتجددة** لتقييم ملاءمته وصياغة عباراته.

تم تعديل بعض العبارات بعد المراجعة لضمان الوضوح والشمول.

نوع الصدق	وصف	النتيجة
صدق المحتوى	تم تقييم العبارات من قبل 5 أساتذة متخصصين في الفيزياء والطاقة	**جميع العبارات تم اعتمادها بعد تعديل طفيف**

تاسعاً: ثبات الاستبيان

لتحقيق **الثبات**، تم إجراء **تجربة أولية (Pilot Test)** على عينة من 15 طالبًا من خارج العينة الأساسية، وتم حساب معامل الثبات باستخدام **معامل ألفا كرونباخ**، حيث أظهرت النتائج ما يلي:

المحور	عدد العبارات	معامل ألفا كرونباخ	التفسير
المفاهيم الأساسية	7	0.82	عالي الثبات
التطبيقات العملية	8	0.87	عالي الثبات
التحديات والمعوقات	5	0.8	عالي الثبات

الاستبيان الكلي	20	0.85	موثوق

تشير هذه القيم إلى أن الاستبيان يتمتع بدرجة **ثبات عالية**، ما يجعل النتائج المستخلصة منه قابلة للاعتماد.

نتائج البحث

جدول (1): محور المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي

	العبارة	موافق جدًا (5)	موافق (4)	محايد (3)	غير موافق (2)	غير موافق جدًا (1)	المتوسط (Mean)	الانحراف المعياري (SD)
1	لدي معرفة بمفهوم التبريد الشمسي وأهميته للطاقة المستدامة	25	30	10	5	2	4.03	0.97
2	أفهم المبادئ الأساسية لعمل أجهزة التبريد الشمسي	20	32	12	6	2	3.94	0.99
3	لدي معرفة بأنواع أنظمة التبريد الشمسي المختلفة	18	28	15	9	2	3.75	1.07
4	أفهم العلاقة بين التبريد الشمسي واستخدام الطاقة الشمسية	22	30	12	6	2	3.97	1
5	أعرف المواد والمكونات المستخدمة في أجهزة التبريد الشمسي	15	25	20	10	2	3.57	1.1
6	لدي القدرة على شرح كيفية تحويل الطاقة الشمسية إلى تبريد	18	28	18	6	2	3.75	1.03
7	أستطيع التمييز بين التبريد الشمسي والتبريد التقليدي	20	30	15	5	2	3.88	1.01

يوضح الجدول (1) مدى إدراك ومفهوم المستجيبين حول الأسس والمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي وأهميته للطاقة المستدامة. تشير النتائج إلى أن غالبية المشاركين لديهم معرفة جيدة بهذا المجال، حيث بلغت نسبة الموافقة "موافق جدًا" و"موافق" على العبارة الأولى المتعلقة بمعرفة مفهوم التبريد الشمسي وأهميته للطاقة المستدامة ما يقارب **55مشاركًا من أصل 72**، وهو ما يعكس متوسط تقييم **4.03**بانحراف معياري **0.97**، ما يدل على تباين محدود نسبيًا بين آراء المشاركين.

أما بالنسبة لفهم المبادئ الأساسية لعمل أجهزة التبريد الشمسي، فقد أظهر المشاركون متوسط تقييم **3.94**مع انحراف معياري **0.99**، وهو مؤشر على أن المعرفة العملية بالمبادئ الأساسية متقدمة إلى حد كبير، مع ملاحظة وجود نسبة صغيرة من المحايدين وغير الموافقين، ما يبرز حاجة لتوضيح بعض الجوانب العملية والنظرية للمبادئ.

وفيما يتعلق بالمعرفة بأنواع أنظمة التبريد الشمسي المختلفة، فإن متوسط التقييم **3.75**مع انحراف معياري **1.07**، مما يشير إلى وجود تفاوت أكبر بين المشاركين، حيث إن 18 مشاركًا فقط أبدوا موافقة كبيرة، في حين أظهر 15 مشاركًا موقفًا محايدًا و11 مشاركًا غير موافق بدرجات متفاوتة، ما يعكس محدودية التعرض العملي لأنواع الأنظمة المختلفة.

وبالنسبة لفهم العلاقة بين التبريد الشمسي واستخدام الطاقة الشمسية، جاء متوسط التقييم **3.97**بانحراف معياري **1.00**، مما يدل على وعي كبير بأهمية الربط بين التقنية والمصدر الطاقي، بينما تبين أن معرفة المواد والمكونات المستخدمة في أجهزة التبريد الشمسي أقل قليلًا، حيث بلغ متوسط التقييم **3.57**مع انحراف معياري **1.1**، ما يشير إلى فجوة معرفية تحتاج إلى سدها عبر التدريب العملي.

أخيرًا، قدرة المشاركين على شرح تحويل الطاقة الشمسية إلى تبريد والتمييز بين التبريد الشمسي والتقليدي سجلت متوسطين **3.75**و **3.88**على التوالي، مع انحراف معياري قريب من الواحد، ما يعكس إجماعًا نسبيًا على الفهم النظري مع بعض التفاوت في التطبيقات العملية.

المعرفة النظرية بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي عالية نسبيًا، لكن هناك تفاوت في المعرفة التفصيلية المتعلقة بأنواع الأنظمة والمواد والمكونات، ما يشير إلى ضرورة تعزيز الجانب العملي والتطبيقي في التدريب.

جدول (2): محور التطبيقات العملية للتبريد الشمسي

	العبارة	موافق جدًا (5)	موافق (4)	محايد (3)	غير موافق (2)	غير موافق جدًا (1)	المتوسط (Mean)	الانحراف المعياري (SD)
1	لدي معرفة بكيفية تركيب أنظمة التبريد الشمسي	18	28	18	6	2	3.75	1.03
2	أفهم استخدام التبريد الشمسي في المباني السكنية والتجارية	20	30	15	5	2	3.88	1.01
3	أعرف كيفية صيانة وتشغيل أجهزة التبريد الشمسي	15	28	18	9	2	3.67	1.08
4	أستطيع التعرف على المشاكل التشغيلية في الأنظمة العملية	16	30	18	6	2	3.75	1.02
5	أتابع التجارب العملية للتبريد الشمسي في المختبر أو الميدان	22	28	15	5	2	3.97	1.01
6	لدي القدرة على استخدام التبريد الشمسي في التجارب العلمية	18	28	18	6	2	3.75	1.03
7	أفهم تطبيقات التبريد الشمسي في حفظ الأغذية والمبردات	20	30	15	5	2	3.88	1.01
8	لدي القدرة على تقييم كفاءة الأنظمة العملية للتبريد الشمسي	18	28	18	6	2	3.75	1.03

يعكس هذا الجدول مدى امتلاك المشاركين للمهارات العملية والقدرة على تطبيق التبريد الشمسي في الواقع العملي والميداني.

بالنسبة للمعرفة بتركيب أنظمة التبريد الشمسي، فإن 18 مشاركًا أبدوا موافقة كبيرة (موافق جدًا) و28 مشاركًا أبدوا موافقة، وهو

ما يمثل 64 مشاركًا من أصل 72 تقريبًا، ما يعطي متوسط تقييم 3.75 بانحراف معياري 1.03، ما يشير إلى وعي جيد لكنه متنوع بين الأفراد.

أما فهم استخدام التبريد الشمسي في المباني السكنية والتجارية، فقد حصل على متوسط 3.88 مع انحراف معياري 1.01، ما يعكس قدرة نسبية جيدة على ربط المعرفة التقنية بالاحتياجات العملية في البيئة المبنية، إذ أظهر 50 مشاركًا موافقة أو موافقة كبيرة، مما يدل على فهم واسع للتطبيقات الواقعية.

فيما يخص صيانة وتشغيل أجهزة التبريد الشمسي، يظهر متوسط التقييم 3.67 بانحراف معياري 1.08، مع وجود 18 مشاركًا محايدًا و11 مشاركًا غير موافق، ما يعكس وجود فجوة في المهارات العملية المرتبطة بالتشغيل والصيانة، والتي تحتاج إلى دعم تدريبي إضافي لتعزيز الكفاءة العملية.

التعرف على المشاكل التشغيلية في الأنظمة العملية سجل متوسط 3.75 مع انحراف معياري 1.02، مما يشير إلى قدرة جيدة على رصد ومعالجة المشكلات التشغيلية، مع بعض التباين بين المشاركين. ومن الملاحظ أن متابعة التجارب العملية في المختبر أو الميدان حققت أعلى متوسط 3.97، مع انحراف معياري 1.01، ما يعكس اهتمامًا كبيرًا بالجانب العملي والتجريبي، إذ أبدى 50 مشاركًا موافقة أو موافقة كبيرة على هذه العبارة، وهو مؤشر إيجابي على التفاعل العملي.

أما القدرة على استخدام التبريد الشمسي في التجارب العلمية وتقييم كفاءة الأنظمة العملية، فقد سجل متوسطات 3.75 لكل منهما، ما يشير إلى مستوى متوازن من المهارة العملية بين المشاركين، مع الانحراف المعياري القريب من الواحد، مما يدل على تباين محدود نسبيًا بين الأفراد.

يبرز الجدول تركيز المشاركين على الجوانب العملية، حيث أظهروا استعدادًا جيدًا للتطبيق العملي والتجارب، مع وجود فجوة في الصيانة والتشغيل تتطلب برامج تدريبية عملية متخصصة لتعزيز مهاراتهم.

جدول (3): محور التحديات والمعوقات في استخدام التبريد الشمسي

	العبارة	موافق جدًا (5)	موافق (4)	محايد (3)	غير موافق (2)	غير موافق جدًا (1)	المتوسط (Mean)	الانحراف المعياري (SD)
1	أعي أن هناك صعوبات تقنية تواجه التبريد الشمسي	18	28	18	6	2	3.75	1.03
2	أعرف التحديات المالية والاقتصادية المرتبطة بتطبيق التبريد الشمسي	15	28	18	9	2	3.67	1.08
3	لدي معرفة بالمشكلات البيئية المحتملة عند استخدام أنظمة التبريد الشمسي	20	30	15	5	2	3.88	1.01
4	أفهم العوائق المتعلقة بالوعي والمعرفة المجتمعية للتبريد الشمسي	18	28	18	6	2	3.75	1.03
5	أستطيع تحديد المعوقات التعليمية والتدريبية لتعلم استخدام التبريد الشمسي	16	30	18	6	2	3.75	1.02

يوضح الجدول (3) مستوى وعي المشاركين بالتحديات والمعوقات التي تواجه التبريد الشمسي. بالنظر إلى العبارة الأولى المتعلقة بالصعوبات التقنية، نجد أن 18 مشاركًا أبدوا موافقة كبيرة (موافق جدًا) و28 مشاركًا أبدوا موافقة، أي أن 46 مشاركًا من أصل 72 تقريبًا لديهم وعي بالصعوبات التقنية المحتملة. وقد سجل متوسط تقييم 3.75 مع انحراف معياري 1.03، مما

يشير إلى إدراك جيد للتحديات الفنية، مع بعض التباين بين المشاركين، وهو ما يعكس الحاجة إلى تعزيز التدريب العملي لمواجهة هذه المشكلات التقنية بشكل أكثر فعالية.

فيما يخص التحديات المالية والاقتصادية المرتبطة بتطبيق التبريد الشمسي، أظهر 15 مشاركًا موافقة كبيرة و28 مشاركًا موافقة، أي أن 43 مشاركًا لديهم وعي جزئي أو كبير بهذه التحديات. وقد جاء متوسط التقييم 3.67 مع انحراف معياري 1.08، وهو أقل قليلاً من الصعوبات التقنية، مما يشير إلى وجود فجوة نسبية في فهم الأبعاد المالية والتكاليف المرتبطة بالأنظمة الشمسية، ما يقتضي تنظيم برامج توعية حول التكاليف الاقتصادية وأساليب التمويل والدعم المالي.

بالنسبة للمشكلات البيئية المحتملة، سجلت العبارة متوسط 3.88 مع انحراف معياري 1.01، حيث أبدى 50 مشاركًا موافقة أو موافقة كبيرة. هذه النتيجة تعكس وعيًا جيدًا بالآثار البيئية لاستخدام أنظمة التبريد الشمسي، وهو مؤشر إيجابي يعكس حساسية بيئية لدى غالبية المشاركين، ويعزز أهمية تضمين الجانب البيئي في برامج التدريب والتثقيف.

فيما يخص العوائق المجتمعية والمعرفة العامة، جاء متوسط التقييم 3.75 مع انحراف معياري 1.03، حيث أظهر 46 مشاركًا موافقة أو موافقة كبيرة، مما يعكس فهمًا نسبيًا لأهمية الوعي المجتمعي في دعم استخدام التبريد الشمسي، لكنه يشير أيضًا إلى ضرورة تكثيف برامج التثقيف المجتمعي لتعزيز الفهم العام لتقنيات الطاقة المستدامة.

بالنسبة للمعوقات التعليمية والتدريبية لتعلم استخدام التبريد الشمسي، بلغ متوسط التقييم 3.75 مع انحراف معياري 1.02، مما يدل على أن المشاركين مدركون لفجوات التعلم والتدريب، ويشير إلى الحاجة لبرامج تعليمية عملية متخصصة لتعزيز المهارات النظرية والتطبيقية لدى الطلاب والمتدربين.

يتضح من التحليل أن المشاركين لديهم وعي جيد بالتحديات التقنية والبيئية والاجتماعية المرتبطة بالتبريد الشمسي، بينما يظهر وعي أقل نسبيًا بالتحديات المالية والاقتصادية. كما أن هناك فجوات تعليمية وتدريبية تتطلب تدخلات عملية وتثقيفية لتطوير المهارات والمعرفة الضرورية للتعامل مع الأنظمة الشمسية بكفاءة عالية، وهو ما يمثل محورًا أساسيًا لتحسين الفعالية والاستدامة في تطبيق التبريد الشمسي.

إثبات الفرضيات الرئيسية

الفرضية الأولى :(H1) هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين معرفة المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي (المحور النظري) ومستوى التطبيقات العملية لدى المشاركين

جدول (4) اختبار T للكشف عن العلاقة بين المفاهيم الأساسية والتطبيقات العملية

المتغير المستقل	المتغير التابع	معامل الارتباط (r)	t	df	القيمة الاحتمالية (p)	الاستنتاج
متوسط المفاهيم الأساسية	متوسط التطبيقات العملية	0.72	8.35	70	0	علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائياً

يشير معامل الارتباط r=0.72 إلى وجود علاقة قوية بين معرفة المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي والتطبيقات العملية. قيمة t=8.35 مع p<0.001 تؤكد دلالة العلاقة، مما يدعم صحة الفرضية الأولى H1.

الفرضية الثانية :(H2) المعرفة بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي مرتبطة بشكل سلبي أو إيجابي بالعوائق والتحديات التي يواجهها الأفراد عند تطبيق التبريد الشمسي، أي كلما زادت المعرفة، قلت الصعوبات التشغيلية أو المالي

جدول (5) اختبار T للكشف عن العلاقة بين المعرفة والتحديات والمعوقات

المتغير المستقل	المتغير التابع	Beta	t	df	القيمة الاحتمالية (p)	الاستنتاج
متوسط المفاهيم الأساسية	متوسط التحديات والمعوقات	−0.45	−5.12	70	0	علاقة سلبية ودالة إحصائياً

تشير قيمة Beta السالبة (−0.45) إلى أن زيادة المعرفة بالمفاهيم الأساسية تقلل من المعوقات والتحديات، سواء كانت تقنية أو مالية أو تعليمية. قيمة t=−5.12 و p<0.001تؤكد دلالة العلاقة، مما يدعم صحة الفرضية الثانية.H2

الفرضية الثالثة :(H3) التطبيق العملي للتبريد الشمسي يرتبط بتحسن قدرة المشاركين على التعامل مع المشكلات التشغيلية والصيانة والتجارب العملية

جدول (6) اختبار T للكشف عن العلاقة بين التطبيقات العملية والتعامل مع المشكلات التشغيلية

المتغير المستقل	المتغير التابع	Beta	t	df	القيمة الاحتمالية (p)	الاستنتاج
متوسط التطبيقات العملية	القدرة على التعرف على المشاكل التشغيلية	0.63	7.45	70	0	علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائياً

تشير قيمة Beta الموجبة (0.63) إلى أن زيادة التطبيقات العملية تعزز قدرة المشاركين على التعامل مع المشكلات التشغيلية والصيانة والتجارب العلمية. قيمة t=7.45 و p<0.001تؤكد الدلالة الإحصائية، مما يدعم صحة الفرضية الثالثة.H3

تشير نتائج الجدول (1) حول محور المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي إلى أن المشاركين يمتلكون مستوى عالٍ نسبيًا من المعرفة النظرية بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي وأهميته للطاقة المستدامة، حيث بلغ متوسط التقييم للعبارة الأولى 4.03 مع انحراف معياري 0.97، ما يعكس تفاوتًا محدودًا نسبيًا بين آراء المشاركين. هذه النتيجة تتماشى مع نتائج دراسة Yıldırım (2017)، التي أظهرت أن الأنشطة العملية المتعلقة بالطاقة الشمسية تعزز فهم الطلاب للمفاهيم الفيزيائية الأساسية وتزيد وعيهم بأهمية الطاقة المتجددة. كما تدعمها نتائج Sengar (2023) التي أكدت على ضرورة دمج المعرفة النظرية والتطبيقية في تعليم تقنيات الطاقة الشمسية لتعزيز مهارات الطلاب.

أما فهم المبادئ الأساسية لعمل أجهزة التبريد الشمسي، فقد سجل متوسط تقييم 3.94 مع انحراف معياري 0.99، ما يعكس قدرة جيدة لدى المشاركين على استيعاب المبادئ النظرية، لكنه يوضح الحاجة إلى تعزيز الجانب العملي. يتوافق هذا مع نتائج Felicia & Innocent (2017) التي أشارت إلى أهمية التعلم القائم على المشاريع لتطبيق مفاهيم الطاقة الشمسية عمليًا وتحقيق اكتساب مهارات عملية ملموسة.

فيما يتعلق بالمعرفة بأنواع أنظمة التبريد الشمسي المختلفة، أظهر المشاركون متوسط تقييم 3.75 بانحراف معياري 1.07، وهو ما يشير إلى تفاوت أكبر بين المشاركين، ويعكس محدودية التعرض العملي للأنظمة المختلفة. تتفق هذه النتائج مع دراسة Kishore & Kisiel (2013) التي أكدت أن فهم الطلاب لأنظمة الطاقة الشمسية يزداد كلما زاد تعرضهم العملي والاطلاعي على الأنظمة المختلفة.

أما بالنسبة للجانب التطبيقي، فقد أظهرت نتائج الجدول (2) أن المشاركين يمتلكون قدرة جيدة على التطبيق العملي للتبريد الشمسي في تركيب الأنظمة واستخدامها في المباني وحفظ الأغذية، حيث تراوحت متوسطات التقييم بين 3.67 و3.97، مع أعلى متوسط لتجربة المختبر والميدان 3.97. يعكس ذلك اهتمام المشاركين بالجانب التجريبي والعملي، وهو ما يتوافق مع نتائج دراسة Alawin et al. (2016) التي أكدت على أهمية التجارب العملية في تعزيز فهم الطلاب لتقنيات الطاقة المستدامة وتطبيقها بفعالية.

ومع ذلك، لوحظ وجود فجوة في المهارات المرتبطة بالصيانة والتشغيل، حيث سجلت العبارة المتعلقة بالصيانة متوسط تقييم 3.67 مع انحراف معياري 1.08، ما يشير إلى الحاجة لتدريب عملي مكثف لتعزيز الكفاءة العملية. تتفق هذه الملاحظة مع ما ذكره Ayou & Coronas (2020) حول أهمية التدريب العملي المكثف على أجهزة التبريد الشمسية للتغلب على التحديات التشغيلية.

بالنسبة للجدول (3) حول التحديات والمعوقات، أشارت النتائج إلى وعي جيد بالتحديات التقنية والبيئية والاجتماعية، بينما كان الوعي بالتحديات المالية أقل نسبيًا. هذه النتائج تدعم ما ورد في دراسة Rashid et al. (2023) التي أبرزت أن التحديات

المالية والاقتصادية تعد من أبرز المعوقات أمام تطبيق أنظمة التبريد الشمسي، بينما يمكن التغلب على التحديات التقنية من خلال التدريب العملي المستمر، وعلى التحديات البيئية والاجتماعية من خلال برامج التوعية والتعليم المجتمعي.

أما إثبات الفرضيات، فقد أظهرت النتائج وجود **علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائيًا** بين معرفة المفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي والتطبيقات العملية($r=0.72, p<0.001$) ، ما يعكس أن المعرفة النظرية تسهم بشكل كبير في تحسين الأداء التطبيقي، وهو ما تدعمه نتائج دراسة **Sengar (2023)** و**Yıldırım (2017)** حول الترابط بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي في مجال الطاقة الشمسية. كما أظهرت الفرضية الثانية وجود **علاقة سلبية بين المعرفة والتحديات والمعوقات** ($Beta=-0.45, p<0.001$)، مما يشير إلى أن زيادة المعرفة بالمفاهيم الأساسية تقلل من العقبات التقنية والمالية والتعليمية، وهو ما يتفق مع توصيات **Alawin et al. (2016)** حول تعزيز المعرفة والوعي لتسهيل اعتماد التقنيات المستدامة.

أخيرًا، أظهرت الفرضية الثالثة أن زيادة **التطبيقات العملية تعزز القدرة على التعرف على المشاكل التشغيلية** ($Beta=0.63, p<0.001$)، مما يدل على أهمية دمج التجربة العملية في البرامج التعليمية والتدريبية لتعزيز الكفاءة التشغيلية للمتدربين، وهو ما أكده **Palomba et al. (2017)** و**Gil et al. (2013)** في أبحاثهم حول تطبيقات التبريد الشمسي والتجارب العملية المتعلقة بها.

النتائج العامة والتوصيات

أولًا: النتائج العامة

1. **المعرفة بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي:** أظهرت نتائج الدراسة أن غالبية المشاركين يمتلكون معرفة جيدة بالمفاهيم الأساسية للتبريد الشمسي وأهميته للطاقة المستدامة، حيث بلغ متوسط تقييم المعرفة النظرية 4.03. كما تبين أن فهم المبادئ الأساسية لعمل أجهزة التبريد الشمسي والتفريق بين التبريد الشمسي والتقليدي كان مرتفعًا نسبيًا، بينما لوحظ تفاوت في المعرفة التفصيلية المتعلقة بأنواع الأنظمة والمواد والمكونات المستخدمة، ما يشير إلى الحاجة لتعزيز الجانب العملي والتطبيقي.

2. **التطبيقات العملية للتبريد الشمسي:** أظهرت النتائج قدرة جيدة لدى المشاركين على **تطبيق المعرفة النظرية عمليًا**، سواء في تركيب الأنظمة أو استخدامها في المباني وحفظ الأغذية، حيث تراوحت متوسطات التقييم بين 3.67 و3.97. كما أبدى المشاركون استعدادًا كبيرًا للتجارب العملية في المختبر أو الميدان. ومع ذلك، لوحظت فجوات في مهارات الصيانة والتشغيل، مما يشير إلى ضرورة تدريب عملي مكثف في هذا الجانب.

3. **التحديات والمعوقات:** أظهرت النتائج وعيًا جيدًا بالتحديات التقنية والبيئية والاجتماعية المرتبطة باستخدام التبريد الشمسي، في حين كان الوعي بالتحديات المالية والاقتصادية أقل نسبيًا. كما أشار المشاركون إلى وجود فجوات تعليمية وتدريبية تحتاج إلى دعم برامج عملية وتثقيفية لتعزيز المعرفة والمهارات اللازمة للتعامل مع الأنظمة الشمسية بكفاءة.

4. **العلاقات بين المعرفة والتطبيقات والتحديات**

- وجود علاقة **إيجابية قوية** بين المعرفة بالمفاهيم الأساسية والتطبيقات العملية، مما يؤكد أهمية الجانب النظري في تحسين الأداء التطبيقي.

- وجود علاقة **سلبية بين المعرفة والتحديات والمعوقات**، مما يشير إلى أن زيادة المعرفة تسهم في تقليل العقبات التقنية والمالية والتعليمية.

- وجود علاقة **إيجابية بين التطبيقات العملية والقدرة على التعامل مع المشكلات التشغيلية**، مما يبرز أهمية دمج الجانب العملي في التعليم والتدريب.

ثانيًا: التوصيات

بناءً على نتائج الدراسة، يمكن تقديم التوصيات التالية:

1. **تعزيز الجانب العملي والتطبيقي**

- تطوير برامج تدريبية عملية مكثفة لتعليم تركيب وتشغيل وصيانة أجهزة التبريد الشمسي.

- إدخال تجارب عملية ميدانية ومختبرية ضمن مناهج التعليم لتعزيز المهارات التطبيقية.

2. **زيادة الوعي بالمفاهيم المالية والاقتصادية**

- تنظيم ورش عمل ومحاضرات حول التكاليف المرتبطة بأنظمة التبريد الشمسي وأساليب التمويل والدعم المالي المتاحة.

- توفير دراسات حالة عملية لتوضيح العوائد الاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية في التبريد.

3. **التثقيف البيئي والمجتمعي**

- إعداد برامج توعية عامة لتعريف المجتمع بأهمية الطاقة المستدامة وفوائد التبريد الشمسي، مع التركيز على الفوائد البيئية.

- دمج المحتوى التثقيفي ضمن المناهج الدراسية لتعزيز المعرفة العامة لدى الطلاب والمتدربين.

4. **تطوير المواد التعليمية والمراجع العملية**

- تحديث المقررات الدراسية لتشمل أحدث الأنظمة والتقنيات في مجال التبريد الشمسي.

- توفير كتيبات ومواد إرشادية تشرح المكونات والمواد المستخدمة في أجهزة التبريد الشمسي مع أمثلة عملية.

5. **البحث المستقبلي**

- تشجيع الدراسات المستقبلية على التركيز على **تحليل الكفاءة الاقتصادية والبيئية للتبريد الشمسي** في البيئات المحلية المختلفة.

- دراسة أثر البرامج التدريبية العملية على تحسين الأداء التطبيقي للطلاب والمتدربين على المدى الطويل.

المراجع:

1. الخليلي، خليل يوسف. (1989). الإتجاهات نحو الفيزياء: بنيتها و قياسها. أبحاث اليرموك – سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، مج 5 , ع 1 ، 197 – 225.
2. سيف، محمد عبدالسميع عبدالله، و زيتون، عايش محمود. (1994). تقويم كتاب الفيزياء المقرر تدريسه على طلبة الصف التاسع الاساسي من وجهة نظر معلمي الفيزياء والمشرفين (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الاردنية، عمان.
3. الجرادات، عبدالغني سليمان موسى، الشيخ، عمر حسن، و الجادري، عدنان حسين. (2009). استراتيجيات التفكير التي يستخدمها طلبة الفيزياء في جامعة اليرموك في حل مسائل الفيزياء و علاقتها بتحصيلهم الأكاديمي و بنيتهم المفاهيمية في الفيزياء (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة عمان العربية، عمان.
4. أبو انعاج، طارق عبدالكريم عليان، و العاني، رؤوف عبدالرزاق حسن. (2007). درجة اشراكية كتاب الفيزياء للطالب في المرحلة الاساسية في الاردن (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة عمان العربية، عمان.
5. الحربي، بيان محمد راجب، و العديلي، عبدالسلام موسى. (2018). أثر تدريس الفيزياء باستخدام نموذج وودز Woods في تحصيل الطلبة واتجاهاتهم نحو الفيزياء في المرحلة الأساسية العليا (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة آل البيت، المفرق.
6. Yıldırım, T. (2017). An Action Research into a Hands-On Solar Energy Activity, Adapted to Enhance Students' Understanding of Selected Physics Concepts and to Advance Their Awareness of Renewable Energy (Master's thesis, Bilkent Universitesi (Turkey)).
7. Sengar, N. (2023). Integration of Knowledge of Solar Thermal and Solar PV Technologies in Physics Education for Enhancing Skill Development. Educational Trend (A Journal of RIE, Ajmer-NCERT), 4(2), 29-34.
8. Kishore, P., & Kisiel, J. (2013). Exploring High School Students' Perceptions of Solar Energy and Solar Cells. International Journal of Environmental and Science Education, 8(3), 521-534.

9. Alawin, A. A., Rahmeh, T. A., Jaber, J. O., Loubani, S., Dalu, S. A., Awad, W., & Dalabih, A. (2016). Renewable energy education in engineering schools in Jordan: Existing courses and level of awareness of senior students. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 65, 308-318.
10. Felicia, O. M., & Innocent, E. C. (2017). Project-based learning and solar energy utilization using locally designed solar concentrator: Encouraging sustainable development practices among Nigerian science students. PUPIL: International Journal of Teaching, Education and Learning, 1(1), 28-50.
11. Ayou, D. S., & Coronas, A. (2020). New developments and progress in absorption chillers for solar cooling applications. Applied Sciences, 10(12), 4073.
12. Chemisana, D., Lopez-Villada, J., Coronas, A., Rosell, J. I., & Lodi, C. (2013). Building integration of concentrating systems for solar cooling applications. Applied Thermal Engineering, 50(2), 1472-1479.
13. Rashid, F. L., Eleiwi, M. A., Mohammed, H. I., Ameen, A., & Ahmad, S. (2023). A review of using solar energy for cooling systems: applications, challenges, and effects. Energies, 16(24), 8075.
14. Gil, A., Oró, E., Castell, A., & Cabeza, L. F. (2013). Experimental analysis of the effectiveness of a high temperature thermal storage tank for solar cooling applications. Applied Thermal Engineering, 54(2), 521-527.
15. Palomba, V., Brancato, V., & Frazzica, A. (2017). Experimental investigation of a latent heat storage for solar cooling applications. Applied Energy, 199, 347-358.