إعادة استخدام حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة ومستدامة في الطوارئ

م.د. رهام إيهاب
مدرس بقسم التصميم الداخلي و الأثاث
كلية الفنون التطبيقية – جامعة ٦ أكتوبر
rehamehab.art@o6u.edu.eg

المستخلص:

تتناول هذه الدراسة إمكانيات إعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة ومستدامة في حالات الطوارئ، وذلك لتلبية احتياجات الإيواء السريع والفعّال للمجتمعات المتضررة من الأزمات الإنسانية.

يهدف البحث إلى تحليل خصائص الحاويات وإمكاناتها لتحقيق التوازن بين المرونة الوظيفية، الاستدامة البيئية، وخفض التكلفة الاقتصادية. كما يسعى لتوفير دليل عملي للمصممين حول كيفية توظيف الحاويات لتوفير بيئات آمنة ومريحة عبر دمج تقنيات العزل الحراري والصوتي واستخدام الطاقة المتجددة.تعتمد منهجية البحث على التحليل الوصفي لدراسة الخصائص الإنشائية للحاويات، بالإضافة إلى المنهج المقارن لتحليل التجارب العالمية الناجحة. تشمل الدراسة تحليل المزايا والتحديات المرتبطة بإعادة استخدام الحاويات وتقديم حلول مبتكرة لتحسين فعاليتها كوحدات سكنية مؤقتة.

توصل البحث إلى أن الحاويات، رغم بساطتها، توفر حلولًا متينة وعملية مقارنة بالخيام التقليدية. يتميز التصميم المعياري للحاويات بالمرونة وإمكانية التوسعة، مما يسمح بإضافة وحدات جديدة بسهولة. أكدت التجارب العالمية أن دمج التصميم المستدام والعزل الحراري الداخلي والخارجي يحقق كفاءة طاقة واستدامة أكبر،و أهمية اختيار مواد عزل صديقة للبيئة ومتوافقة مع الظروف المناخية.

يوصي البحث بضرورة التعاون بين الجهات الحكومية والمجتمعية لتنفيذ مشاريع الإسكان المؤقت على نطاق واسع، إقامة الشراكات الدولية لتبادل الخبرات، و إستخدام

تاريخ استلام البحث: ٢٠٢٥/١/١ تاريخ إجازة البحث: ٢٠٢٥/٢/٣
أبحاث المؤتمر الدولي التصميم الأخضر والمدن الذكية تحت شعار
"الممارسات الصديقة للبيئة في العصر الرقمي" الجونة، مصر- ٢٤ :٢٦ يناير ٢٠٢٥

التكنولوجيا الحديثة لتحسين جودة الوحدات وجعلها أكثر كفاءة، وإطلاق حملات توعية وبرامج تدريبية حول استخدام الحاويات في الإسكان الطارئ، مما يضمن استدامة وفعالية المشاريع الإسكانية المؤقتة.

الكلمات المفتاحية:

إعادة الاستخدام؛ حاويات الشحن؛ الإيواء المؤقت؛ الاستدامة

تمهيد:

مع تزايد الأزمات الإنسانية والنزاعات العالمية، تزداد الحاجة إلى حلول إسكانية مؤقتة تتميز بالمرونة و المتانة والتكلفة المنخفضة لتلبية احتياجات السكان المتضررين سريعًا. يبرز استخدام حاويات الشحن كمأوى سكني مستدام بفضل توفرها، متانتها، وقابليتها للتكيف. وكما قال أليخاندرو أرڤينا *"Alejandro Aravena " "المشكلة في الخيمة أنها تُستخدم ثم تُرمى، مما يضيع المال هباءً"، ما يبرز أهمية تطوير نماذج أكثر استدامة لملاجئ الأزمات، شكل(١). (https://architectureforrefugees.com/)

يركز هذا البحث على تحليل إمكانات حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة ومستدامة لتصميم مساحات آمنة ومريحة تلبي الاحتياجات الأساسية، مع دمج حلول استدامة مثل العزل الحراري والصوتي واستخدام الطاقة المتجددة. يجمع البحث بين التحليل النظري والتطبيقي لتقديم دليل عملي للمصممين حول استراتيجيات مبتكرة وفعّالة لإعادة توظيف الحاويات، مما يؤكد على دور المصمم الداخلي في دعم الإنسانية وتحقيق التنمية المستدامة.

شكل (١) حاويات الشحن. (https://www.linkedin.com/pulse/understanding-shipping-container-costs-frb6e/)

مشكلة البحث:

تتفاقم الحاجة إلى مأوى آمن ومستدام للمتضررين من النزاعات نتيجة زيادة أعداد النازحين واللاجئين حيث تعاني الحلول التقليدية للإيواء من محدودية الموارد، وعدم مراعاة معايير الاستدامة، ما يبرز الحاجة إلى استكشاف حلول مبتكرة مثل إعادة استخدام حاويات الشحن كملاجئ مؤقتة.

*أ**ليخاندرو أرڤينا "Alejandro Aravena":** هو مهندس معماري تشيلي حائز على جائزة بريتزكر، يُعرف بابتكاراته في العمارة الاجتماعية والمستدامة، وتصميماته التي تجمع بين الجمال والوظيفة لحل مشكلات الإسكان والتحديات البيئية. https://www.elementalchile.cl/en/

هدف البحث:

١. توضيح إمكانات حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة ومستدامة.
٢. إبراز أهمية التصميم الداخلي في تقديم أفكار و حلول تصميمية قابلة للتطبيق عمليًا حول إعادة إستخدام حاويات الشحن كمأوى أمن و مستدام في الظروف الطارئة .

شكل(٢) يوضح العلاقة بين الإيواء المؤقت و حاويات الشحن و الاستدامة ليحقق هدف البحث.

أهمية البحث :

إبراز دور المصمم الداخلى في توفير حلول عملية مستدامة و منخفضة التكلفة لملاجئ سكنية مؤقتة من الحاويات للمتضررين من الحروب

يقدم إستراتجية عملية للمصممين حول كيفية تحقيق حلول سكنية بإستخدام الحاويات كمأوى أمن و مستدام في الظروف الطارئة.

حدود البحث:

١. **الحدود الجغرافية** :البحث يتناول المناطق المتضررة من النزاعات بشكل عام، دون تخصيص لدولة معينة.
٢. **الحدود الزمنية** :يستعرض نماذج وتجارب خلال العقدين الأخيرين.

منهج البحث:

١. **المنهج الوصفي التحليلي** :لدراسة خصائص الحاويات وتقييم تجارب عالمية و محلية ناجحة.
٢. **المنهج المقارن** :لتحليل الحلول الحالية وتحديد أفضل الممارسات.

مجال البحث:

إعادة توظيف حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة ومستدامة لتلبية احتياجات الإيواء الطارئ للمجتمعات المتضررة من الأزمات الإنسانية.

الدراسات السابقة:

١. **Guardigli & Bertolini (2020)** : أجرت الدراسة تقييمًا للأثر البيئي لإعادة استخدام الحاويات كوحدات بناء. أظهرت النتائج أن إعادة تدوير الحاويات يمكن أن

يقلل من انبعاثات الكربون ويعزز الكفاءة البيئية.

٢. **Akadiri, Chinyio & Olomolaiye (2012)** : تناولت هذه الدراسة مفاهيم الأستدامة في التصميم المعماري، مع التأكيد على تقليل الأثر البيئي من خلال إستخدام المواد المعاد تدويرها و تقنيات البناء المستدامة. توفر هذه الدراسة إطارًا مفاهيميًا لتطبيق الاستدامة على مشاريع البناء مثل إعادة استخدام الحاويات.

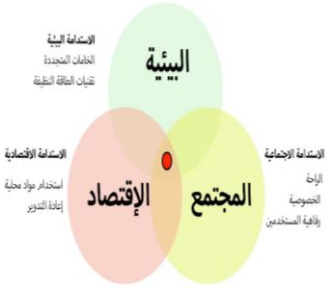
<u>علاقة البحث بالدراسات السابقة واختلافه عنها:</u>

تستند الدراسة الحالية إلى التحليلات الهيكلية والبيئية للحاويات التي تناولتها الدراسات السابقة، لكنها تضيف بُعدًا تطبيقياً مبتكراً من خلال تقديم إستراتيجيات عملية موجهة للمصممين لتوظيف الحاويات كوحدات سكنية في الظروف الطارئة. كما تُكمل الدراسة الجهود السابقة من خلال التركيز على تقديم حلول تتماشى مع السياقات المحلية، مع مراعاة التحديات الثقافية والمناخية لضمان فعالية التصميم واستدامته.

أولاً: التصميم المستدام Sustainable Design:

هو نهج يهدف إلى إنشاء بيئات مبنية تحقق التوازن بين احتياجات الإنسان والموارد الطبيعية المتاحة.

- للتنمية المستدامة ثلاثة محاور رئيسية :



شكل (٣) المحاور الرئيسية

١. **الاستدامة البيئية** :تقليل الأثر البيئي من خلال استخدام الخامات المتجددة وتقنيات الطاقة النظيفة.

٢. **الاستدامة الاجتماعية** :تصميم مساحات تضمن الراحة، الخصوصية، ورفاهية المستخدمين، شكل (٣). (https://www.archdiwanya.com/2022/01/blog-post_25.html)

٣. **الاستدامة الاقتصادية** :تخفيض التكاليف من خلال استخدام مواد محلية وإعادة التدوير.

ثانياً: الإيواء المؤقت Temporary shelter :

يُعرف الإيواء المؤقت بأنه الحلول السكنية المؤقتة التي تُقدم للأفراد المتضررين من الأزمات والكوارث.(Cerrahoğlu & Maden, 2024)

ثالثاً: التصميم المستدام والإيواء المؤقت:

أهمية الدمج بين المبادئ المستدامة ومتطلبات الإيواء المؤقت لتقديم حلول طويلة الأمد وقابلة لإعادة الاستخدام تعتمد على حلول مبتكرة،كما بشكل (٤)،و فيما يلي جدول (١) يوضح تطبيق مبادئ العمارة المستدامة على حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة. (Akadiri, Chinyio & Olomolaiye,2012)

جدول (١) يوضح تطبيق مبادئ العمارة المستدامة على حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة.

مبادئ العمارة المستدامة	التطبيق على حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة
١. **الحفاظ على الموارد الطبيعية**	إعادة استخدام الحاويات المستعملة، و تقليل الهدر باستخدام خامات معاد تدويرها.
٢. **تقليل الأثر البيئي**	استخدام مواد صديقة للبيئة (مثل الطلاء غير السام)،و تقليل أعمال الحفر والبناء في المواقع.
٣. **الحفاظ علي الطاقة**	تركيب ألواح شمسية لتوفير الطاقة، و تصميم نوافذ للإضاءة الطبيعية،و إستخدام فتحات تهوية لتحسين تدفق الهواء.
٤. **تحقيق الصحة والرفاهية**	استخدام مواد عازلة غير سامة، و تصميم وحدات توفر الخصوصية والراحة، و إضافة نوافذ ومناور للتواصل مع البيئة الخارجية.
٥. **احترام الموقع**	تصميم مناسب للمناخ المحلي (مثل العزل الحراري)، و إستخدام مواد محلية لتقليل التكاليف ودعم الاقتصاد المحلي.
٦. **التكيف مع المناخ**	تصميم الحاويات لتحمل الظروف القاسية، وتركيب أنظمة تصريف مياه الأمطار.
٧. **الاقتصاد في التكاليف**	تقليل التكاليف باستخدام مواد معاد تدويرها، ووحدات معيارية سهلة النقل والتركيب.
٨. **إشراك المجتمع المحلي**	تدريب السكان المحليين على تجهيز الحاويات، وإشراك المتضررين في تصميم المساحات لتلبية احتياجاتهم.
٩. **التركيزعلى دورة حياة المبنى**	سهولة فك الوحدات لإعادة استخدامها، وتصميم قابل لإعادة التدوير بعد انتهاء الحاجة.
١٠. **الابتكار والتكنولوجيا**	استخدام تقنيات البناء المعياري لتسريع التنفيذ، وتركيب أنظمة ذكية لإدارة المياه والكهرباء.

شكل (٤) مشروع [un]Contained ، ٢٠١٧ م، بهدف تحويل حاويات الشحن إلى منازل دائمة للنازحين في هايتي،. تصميم مستدام بتزويد الحاويات بالطاقة الشمسية والمياه، مع توفير مساحات فناء مشتركة بينها. (https://business-news.ucdenver.edu/2018/05/22/project-uncontained-helping-refugee-camps-by-upcycling/)

رابعاً: حاويات الشحن Shipping Containers :

➢ تعريف حاويات الشحن :

شكل (٥) على اليمين، نقل البضائع بحاويات الشحن عن طريق الشاحنات على اليسار، نقل البضائع بحاويات الشحن عن طريق القطارات. (https://www.envisionesl.com/)

حاويات الشحن هي وحدات معدنية قياسية تُستخدم أساسًا لنقل البضائع عبر البر، البحر، أو الجو. تتسم بمواصفات موحدة عالميًا تتيح سهولة النقل والتخزين، وغالبًا ما تكون مصنوعة من الفولاذ المقاوم للعوامل الجوية، ، تتواجد عدة أحجام لحاويات الشحن من ٢٠ قدماً إلى ٤٥ قدماً، شكل(٥). (Radwan, 2015)

➢ تحليل الخصائص الإنشائية لحاويات الشحن.

حاويات الشحن هي هياكل فولاذية قوية ومصممة لتحمل الظروف القاسية أثناء النقل البحري والبري. بفضل متانتها وسهولة تعديلها، أصبحت خيارًا مثاليًا لمشاريع البناء المؤقتة والمستدامة، يتناول هذا التحليل الخصائص الإنشائية للحاويات ومدى ملاءمتها للإستخدام كوحدات سكنية مؤقتة.

الخصائص الإنشائية الرئيسية:

١. **الخامات المستخدمة في التصنيع:** حاويات الشحن مصنوعة من الفولاذ الكورتن "Corten Steel"* ، الذي يتميز بمقاومة عالية للتآكل بفضل تركيبته الكيميائية التي تشمل الفولاذ والنحاس، والكروم والمنجنيز والنيكل. ورغم أن إعادة تدوير الصلب يُسهم في انبعاثات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، فإن إعادة استخدام الحاويات يمثل حلاً بيئيًا فعالًا. (Revie, 2011)

٢. **الأبعاد القياسية للحاويات المناسبة للإسكان:** تم بناء حاويات الشحن وفقًا للمعايير الدولية (ISO)*، مما يضمن التزامها بالأحجام المحددة، كما هو موضح بجدول (١،٢)، فالأحجام المثلى للإسكان المؤقت واستخداماته هي الحاويات ٢٠ قدم تناسب الوحدات الصغيرة أو أجزاء من تصميم أكبر، كما هو موضح بجدول (٢)، بينما حاويات ٤٠ قدم توفر مساحة أكبر وغالبًا ما تُدمج لتكوين وحدات متعددة. حاويات High Cube توفر ارتفاعًا إضافيًا للاستفادة المثلى من المساحة العمودية، كما هو موضح بجدول (٣). (http://saracargo.com/container.html)

جدول (٢) يوضح أحجام و أبعاد حاويات الشحن القياسية (النظام المتري):

(https://grabhaulier.com/shipping-container-types-sizes-dimensions/)

البُعد	10قدم قياسي	20قدم قياسي	40قدم قياسي	45قدم قياسي
الأبعاد الخارجية (الطول × العرض × الارتفاع)	2.99م × ٢,٤٤ م × ٢,٥٩ م	6.06م × ٢,٤٤ م × ٢,٥٩ م	12.19م × ٢,٤٤ م × ٢,٥٩ م	13.72م × ٢,٤٤ م × ٢,٥٩ م
الأبعاد الداخلية (الطول × العرض × الارتفاع)	2.82م × ٢,٣٤ م × ٢,٣٩ م	5.90م × ٢,٣٤ م × ٢,٣٩ م	12.03م × ٢,٣٤ م × ٢,٣٩ م	13.50م × ٢,٣٤ م × ٢,٣٩ م
فتحة الباب (العرض × الارتفاع)	2.34م × ٢,٢٦ م	2.34م × ٢,٢٦ م	2.34م × ٢,٢٦ م	2.34م × ٢,٢٦ م
المساحة الأرضية	6.97م²	13.93م²	27.87م²	31.40م²
الحجم الداخلي	15.9م³	33.2م³	67.7م³	76.4م³
الوزن النموذجي (فارغ)	1,296كجم	2,177كجم	3,810كجم	4,800كجم

* **الفولاذ الكورتن "Corten Steel" :** هو فولاذ مقاوم للتآكل يتكون من خليط من الفولاذ والنحاس مع إضافات من الكروم والمنجنيز والنيكل، ويتميز بقدرته على تكوين طبقة أكسدة تحميه من التآكل، مما يجعله مثاليًا للاستخدام في الهياكل المعرضة للعوامل الجوية. (https://www.britannica.com)

جدول (٣) أحجام و أبعاد الحاويات القياسية ذات الارتفاع العالي(High Cube) (بالمتر):
(https://maritimasureste.com/en/sea/container/)

البُعد	20قدم High Cube	40قدم High Cube	45قدم High Cube
الأبعاد الخارجية (الطول × العرض × الارتفاع)	6.06م × ٢,٤٤م × ٢,٨٩ م	12.19م × ٢,٤٤م × ٢,٨٩ م	13.72م × ٢,٤٤م × ٢,٨٩ م
الأبعاد الداخلية (الطول × العرض × الارتفاع)	5.90م × ٢,٣٥ م × ٢,٦٩ م	12.00م × ٢,٣٥ م × ٢,٦٩ م	13.50م × ٢,٣٥ م × ٢,٦٩ م
فتحة الباب (العرض × الارتفاع)	2.34م × ٢,٥٨ م	2.34م × ٢,٥٨ م	2.34م × ٢,٥٨ م
المساحة الأرضية	13.9م²	28.2م²	31.7م²
الحجم الداخلي	37.4م³	76.3م³	76.4م³
الوزن النموذجي (فارغ)	2,260كجم	3,800كجم	4,500كجم

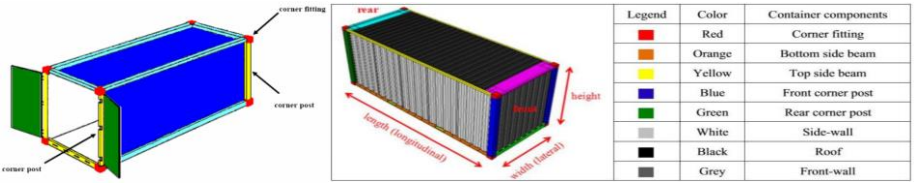
فإن الحاويات الأكثر استخداماً هي حاويات الـ ٤٠ والـ ٢٠ قدم عالية الأرتفاع ويتم الدمج بين أكثر من مقاس في المبنى الواحد بنسبة حوالي 5,25 %، كما هو موضح بشكل (٦).[٨]

شكل (٦) مشروع "Container Stack Pavilion" في تايبوان شي، الصين، من تصميم مكتب "People's Architecture Office" (2015)، يستخدم حاويات "High Cube" ذات الأحجام المتنوعة (٤٠ قدمًا و٢٠ قدمًا) لتوفير ارتفاع إضافي وتكوينات مرنة.
(https://www.archdaily.com/790522/container-stack-pavilion-peoples-architecture)

٣. **توصيف لجسم حاوية الشحن القياسية:** تتمثل قوة حاوية الشحن في ثلاثة عناصر رئيسية: السطح المتموج، الزوايا ذات النظام الميكانيكي للرفع(fitting corner) ، والأرضية. السطح المتموج يزيد من قوة الحاوية ومقاومتها للصدمات رغم تقليله المساحة الداخلية بمقدار ١ بوصة على كل جانب. الأبواب سمكها ٢ بوصة، بينما الأرضية تتكون من قواطيع معدنية عرضية على ارتفاع ٢ بوصة من سطح الأرض وبسمك ١ بوصة، مما يقلل ارتفاع الحاوية الداخلي عن الخارجي بمقدار ١ بوصة. هذه القواطيع تدعم الأرضية الملحومة بالعوارض الطولية والتي تصل بين الزوايا الأربعة للحاوية، للأرضية فهي مصنوعة من الخشب الرقائقي الصلب، يوضح شكل (7) المكونات الأساسية لجسم الحاوية تلك الزوايا الأربعة السفلية و العلوية "fitting corner "، والقوائم الرأسية " post corner " هي مركز

القوة الحقيقي في الحاوية والتي تجعل لها قدرة كبيرة علي تحمل الأحمال الواقعة عليها أثناء عملية تكديس الحاويات فوق بعضها البعض علي ظهر السفن.

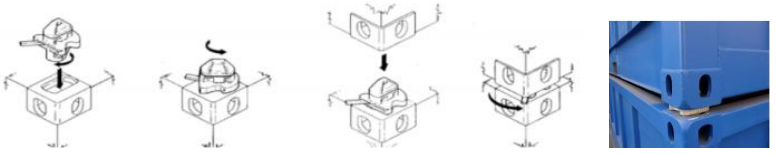
(https://backspace00.wordpress.com/tag/container/)



Legend	Color	Container components
	Red	Corner fitting
	Orange	Bottom side beam
	Yellow	Top side beam
	Blue	Front corner post
	Green	Rear corner post
	White	Side-wall
	Black	Roof
	Grey	Front-wall

شكل (٧) رسم توضيحي لأجزاء حاويات الشحن القياسية. (Ismail, Al-Obaidi, Rahman, & Ahmad, 2015)

٤. **وحدات التجميع ووسائل نقل الحاويات:** عند تكديس الحاويات على السفن، يتم استخدام أقفال مخصصة من الفولاذ تسمى"lock Twist" ،و توضع في الأركان الأربعة من الحاوية السفلية. يتم تثبيت الحاوية السفلية بواسطة هذا القفل، مما يخلق رابطًا ميكانيكيًا يحافظ على ثبات الحاويات أثناء تكديسها لارتفاعات عالية. وتستخدم نفس الأقفال لتثبيت في تصميم المباني المرتفعة من الحاويات أيضًا،و وتوضحها شكل (٨).أما بالنسبة لنقل الحاويات في الموقع باستخدام أشكال مختلفة من الرافعات التي تسهل عملية تحميل وتفريغ الحاويات، كما هو موضح في الشكل (٩)



شكل (٨)يوضح خطوات تجميع الحاويات باستخدام وحدة التجميع.

(https://ronestudio.wordpress.com/2011/06/08/basic-container-design-stacking/)

شكل (٩) يوضح أشكال مختلفة لنقل الحاويات. (https://log.logcluster.org/ar/print-preview/92)

تحليل الخصائص الإنشائية لحاويات الشحن يظهر أنها توفر أساسًا قويًا ومرنًا لوحدات السكن المؤقتة. على الرغم من تحديات العزل الحراري والصوتي، فإن التعديلات التقنية والهيكلية تجعلها حلاً فعالًا ومستدامًا، خاصة في السياقات الإنسانية مثل توفير مأوى للمتضررين من الحرب في فلسطين.

- **مميزات وتحديات إعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة:**

إعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة يعد حلًا مبتكرًا لمواجهة نقص السكن في الأزمات، بفضل مرونتها وتكلفتها المنخفضة. ورغم مميزاتها كالمتانة وسرعة التنفيذ، تواجه تحديات تتعلق بالعزل الحراري والصوتي، التهوية، والتكيف مع المعايير البيئية والثقافية،كما هو موضح بجدول(٤). (https://www.morethanshipping.com/reusing-shipping-containers-advantages-challenges/)

جدول (٤)مميزات وتحديات إعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة.(الباحثة)

مميزات إعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة	تحديات إعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة
المرونة التصميمية: قابلة للتعديل وإعادة التشكيل لتناسب احتياجات التصميم المختلفة.	**المساحات المحدودة:** الأبعاد القياسية للحاويات تفرض قيودًا على توزيع الوظائف لبعض الفراغات السكنية .
الاستدامة البيئية: إمكانية إعادة استخدامها بدلاً من التخلص منها، مما يقلل من النفايات الصناعية ويسهم في حماية البيئة	**التهوية و الإضاءة:** الحاويات غالبًا ما تكون معتمة، مما يستدعي إدخال نوافذ أو فتحات للإنارة لتحسين التهوية والإضاءة الطبيعية.
	العزل الحراري والصوتي: تحتاج إلى تعديلات كبيرة لتوفير العزل الكافي للحرارة والصوت.
الصلابة والمتانة: مصممة لتحمل ظروف مناخية قاسية،و مقاومة عالية للضغوط.	**المتطلبات الهيكلية:** تحتاج إلى تعزيزات هيكلية عند تكديسها عموديًا لتجنب الفشل الإنشائي.
سرعة التنفيذ: يمكن تجهيزها بسرعة لتلبية الاحتياجات العاجلة.	**التآكل والصدأ:** يتطلب الأمر معالجة سطح الحاوية لحمايتها من الرطوبة والتآكل.
قابلية النقل سهلة النقل والتجميع، مما يجعلها مناسبة للمشروعات المؤقتة أو الطارئة.	**التحديات القانونية:** قد تواجه قيودًا تنظيمية أو قوانين بناء غير متوافقة مع هذا النوع من الإنشاءات.
التكلفة الإقتصادية: متوفرة بكثرة و بأسعار معقولة، خاصة في الحالات الطارئة.	**التكاليف الإضافية:** تعديلات العزل، والإضاءة، والتهوية تزيد من التكاليف العامة للمشروع.

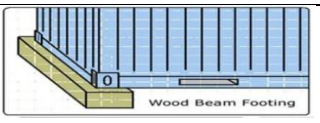
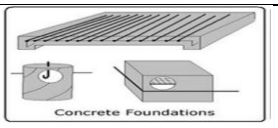
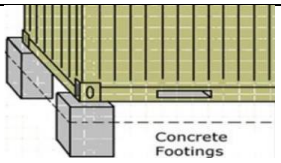
رغم التحديات المرتبطة بإعادة استخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة، فإن مزاياها من حيث الاستدامة والمرونة والتكلفة المنخفضة تجعلها خيارًا مميزًا، خاصة في حالات الطوارئ. ومع التخطيط السليم، يمكن التغلب على العوائق وتحقيق حلول مبتكرة وعملية.

- **المراحل الإنشائية لإعادة إستخدام حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة و مستدامة:**

تحويل حاويات الشحن إلى مباني يتطلب مراحل تشمل تصميم الأساس والتعديلات الهيكلية، إضافة إلى التمديدات الكهربائية والصحية. كما يتم تحسين العزل الحراري الداخلي والخارجي للحاويات،و أخيراً الأرضيات مع التركيز على مفاهيم الاستدامة لضمان كفاءة الطاقة وتقليل الأثر البيئي.

أ. مرحلة تصميم الأساسات والتعديالت الهيكلية:

يفضل استخدام المواقع المسطحة لمباني الحاويات لتقليل الحفر والتدريج، مع الاهتمام بتصميم الأساسات خصوصًا في الأراضي ذات التربة الضعيفة أو المنحدرة. ويجب تنفيذ الأساسات قبل استلام الحاويات في الموقع، كما هو موضح بشكل (١٠). (Grębowski & Kałdunek, 2017)

		
الأساسات الخشبية رخيصة وسهلة التركيب، توضع العوارض الخشبية تحت الحاوية بعد إعداد الموقع وتسويته،و تُعزَل لحمايتها من التعفن. يُفضل استخدام أخشاب معالجة بالضغط أو الزيت مع إضافة عوارض إضافية لتعزيز الثبات.	**أساسات البلاطات الخرسانية** مثالية لدعم الحاويات، تتطلب صب بلاطة خرسانية مع حديد تسليح وفرشة من الحصى لتحسين التصريف ومنع الرطوبة، لكنها تحتاج إلى فريق متخصص ومعدات مكلفة.	**أساسات القواعد الخرسانية** الأكثر شيوعًا لسهولة إنشائها وانخفاض تكلفتها، تُستخدم في التربة الضعيفة وتوفر حلاً اقتصاديًا للوحدات السكنية المؤقتة في الحلات الطارئة.

شكل(١٠) أنواع الأساسات المستخدمة في مباني الحاويات. (Sawyers , June 26, 2008)

شكل (١١) خمس خطوات لمراحل التعديلات الهيكلية و المعالجات الداخلية. (الباحثة)

ب. مرحلة التعديلات الهيكلية والمعالجات الداخلية:

من أهم المراحل في الإنشاء تشمل هذه المرحلة خمس خطوات أساسية، شكل (١١)،و موضحة فيما يلي:

١. **قطع وتعزيز الفتحات المعمارية:** يتم إنشاء الفتحات للأبواب والنوافذ وخلق الفراغات الداخلية. عادة تتم هذه العمليات خارج الموقع لتجنب النفقات الإضافية لنقل المعدات والعمالة. يتم لحام الفتحات وتعزيزها بإطارات معدنية لزيادة متانتها،شكل(١٢) .

شكل(١٢) توضح مراحل قطع وتأطير الفتحات المختلفة لمباني حاويات الشحن.

٢. **وصل وتثبيت الحاويات:** تُلحم الحاويات مع بعضها أو تُجمع باستخدام مسامير وألواح معدنية. يعتمد الاختيار بين اللحام أو وحدات التجميع على كون المبنى ثابتًا أو قابلًا للتفكيك، شكل(١٣). (https://www.facebook.com/dcontainers/photos)

شكل (١٣) يوضح وصالت وتثبيت الحاويات.

٣. **إحكام إغلاق الفجوات:** عند دمج أكثر من حاوية، تظهر فجوات طولية يتم إغلاقها بشرائح صلب ملحومة تُدعم الهيكل. تُستخدم رغوة رش (foam spray) من الداخل ، وقد يستخدم أيضا الصوف الفولاذي (Stuff Great) لحماية إضافية ومنع الحشرات قبل مرحلة رغوة الرش، ثم تُغلق الفجوات بمواد عازلة ذات ألوان مناسبة، شكل (١٤).

شكل (١٤) توضح إحكام إغالق الفجوات عند دمج مساحة حاويتين.

(https://www.tincancabin.com/lander)

٤. **تركيب النو افذ والأبواب:** يتم تجهيز الفتحات المخصصة للنوافذ والأبواب بإطارات معدنية المستطيلة المجوفة قبل تسليم حاويات الشحن في الموقع،و تُدعم هذه الإطارات بأخشاب معالجة مما يوفر متانة و إستدامة أكبر، شكل (١٥).

(https://www.tincancabin.com/lander)

شكل (١٥) تركيب الأبواب والشبابيك في الإطارات المعدة لها في الحاويات.

٥. **معالجة الفواصل والأسطح الداخلية:** تُدعم الجدران الداخلية بعلفات معدنية أو خشبية تُثبت باللحام أو المسامير، شكل (١٦) كما يتم عمل الفواصل الداخلية للمبني وفق التصميم الموضوع مسبقا كما يوضحه شكل(١٧)،وتسمح هذه الخطوة بإضافة أرضية غير الأرضية الأصلية للحاوية.

شكل (١٦) مرحلة تأطير الجدران الداخلية وتدعيمها واعدادها لمرحلة العزل الحراري.

شكل (١٧) يوضح مرحلة عمل الفواصل الداخلية للمبني وفق التصميم. (https://www.tincancabin.com/lander)

ج- مرحلة التمديدات الكهربائية والصحية :

يتم تنفيذ التمديدات الكهربائية والصحية وفقًا للرسومات التنفيذية المعدة مسبقًا والتي تتماشى مع التصميمات المعمارية لمبنى الحاوية، كما يوضحها شكل(١٨). يتم توفير الطاقة من المصدر الرئيسي أو من خلال مصادر توليد بديلة مثل الخلايا الشمسية. أما التمديدات الصحية، فتُنفذ باستخدام تقنيات حديثة مشابهة لتلك المستخدمة في المنازل المتنقلة، مثل منتجاتPEX *و CPVC*، لتجاوز صعوبات الموقع بكفاءة.

(https://www.tincancabin.com/lander)

شكل (١٨) يوضح مرحلة عمل التمديدات الكهربائية و الصحية للمبني وفق التصميم.

د- **العزل الحراري Heat Insulation :** قبل مناقشة طرق عزل الحاوية، يجب أولاً فهم خصائصها الحرارية والاعتبارات التي يجب أخذها في الحسبان عند اختيار مواد العزل لضمان تحقيق أفضل أداء حراري للمبنى.

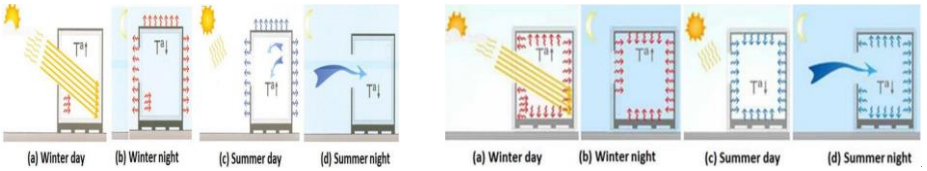
١. الخصائص الحرارية لمبنى الحاوية وطرق علاجها:

نظرًا لأن الحاويات مصنوعة من الصلب مع أرضية خشبية، فإنها تتأثر بسرعة بتغيرات درجة الحرارة بسبب امتصاص الإشعاع الشمسي و تبريدها السريع بعد اختفائه. لذلك، من الضروري عزلها حراريًا لضمان استقرار درجة الحرارة الداخلية للمبنى طوال العام، كما يوضحه شكل(١٩). العزل الداخلي والخارجي يساعد في الحفاظ على الحرارة في الشتاء والحفاظ على البرودة في الصيف. يمكن تحسين الأداء الحراري باستخدام العزل الخارجي (مثل الطلاءات العاكسة) و العزل الداخلي (مثل الرغوة العازلة) لضمان الحفاظ على درجة حرارة ثابتة داخل الحاوية وتحسين الراحة،و في الحالات الخاصة،و يمكن دمج العزل الداخلي مع الخارجي لتحقيق حماية مزدوجة وتحسين كفاءة الطاقة. (Alemdağ & Aydin, 2015, August 6.)

---

*منتجات**PEX (Cross-linked Polyethylene) :** هي أنابيب بلاستكية مصنوعة من مادة البولي إيثيلين المعالجة بطريقة تُكسبها مرونة ومتانة عالية. تُستخدم في أنظمة السباكة لتوصيل المياه الباردة والساخنة. plasticpipe.org

* منتجات**CPVC (Chlorinated Polyvinyl Chloride) :** هي أنابيب مصنوعة من مادة PVC بعد معالجتها بالكلور لزيادة مقاومتها للحرارة والمواد الكيميائية. تُستخدم في أنظمة المياه الساخنة والباردة. https://www.charlottepipe.com/



شكل (١٩) يمينا، يوضح الأداء الحراري لحاوية الشحن عند استخدام العزل الخارجي للفراغ، أما يساراً، الأداء الحراري لحاوية الشحن عند إستخدام العزل الداخلي. (Alemdağ & Aydin, 2015, August 6.)

يمكن التحكم في الظروف المناخية داخل مبنى الحاوية من خلال معالجات معمارية دون الحاجة لتكنولوجيا معقدة، مثل استخدام وسائل التظليل الداخلي والخارجي والكاسرات الشمسية،و الأسطح الخضراء،واختيار مواد العزل المناسبة، والاستفادة من التهوية الطبيعية. هذه الأساليب تساعد في تحسين الأداء الحراري للحاوية في المناخات الحارة، مما يساهم في تحقيق الراحة الحرارية ودعم الصحة النفسية والجسدية للأفراد.كما يوضحها شكل (٢٠). (Garrido , 2011)

شكل (٢٠) طرق وأساليب التبريد المختلفة لحاوية الشحن كمعالجات معمارية.

٢. اعتبارات اختيار خامات العزل لمبنى الحاوية:

يمثل العزل مادة بناء خضراء تهدف إلى توفير الطاقة،و توجد عدة خيارات لعزل مباني الحاويات، كل منها يتمتع بخصائص ومميزات مختلفة تتعلق بكفاءته في مقاومة انتقال الطاقة. بعض المنتجات أكثر استدامة من غيرها وتساهم في توفير الطاقة وتحقيق فوائد بيئية أكبر. العزل الخارجي يسمح بالاستفادة من المساحة الكاملة للحاوية، بينما العزل الداخلي يوفر تصميمًا تقليديًا لكنه يقلل من المساحة الداخلية. عند اختيار العزل، يجب أخذ تأثيره البيئي، التكلفة، تقنيات التطبيق، كفاءة المنتجات، الراحة، والمتانة في الاعتبار،و من أنواع خامات العزل الحراري الأكثر إستخداما لمباني حاويات الشحن هي العزل باستخدام رغوه الرش بولي يوريثان "Polyurethane"،و عزل التغطية رولات " insulation Blanket"،و ألواح البوليسترين "Rigid Polystyrene foam paneling"،و العزل الطبيعي (الصوف أو القطن المعاد تدويره أو الأسقف الخضراء أو الجدران الطينية)[٢٦]، كما يوضحها بشكل(٢١)، (٢٢)، (٢٣)، (٢٤). (https://containertech.com/articles/insulating-a-shipping-container/)

شكل(٢١) يوضح العزل باستخدام رغوه الرش.

شكل (٢٢) يوضح عزل التغطية الروالت.

شكل(٢٣) يوضح العزل بألواح البوليسترين.

شكل(٢٤) يوضح العزل الطبيعي بخامات صديقة للبيئة.

هـ- أرضية حاويات الشحن Shipping Container Flooring : أرضيات حاويات الشحن غالبًا ما تكون من الخشب الرقائقي البحري "Plywood Marine" (٢٧ مم) المصنوع من خشب صلب استوائي مثل Keruing أو Apitong، وهذه الأنواع تجذب الآفات. لحماية البضائع، تُعالج الأرضيات بالمبيدات الحشرية، مما يجعلها غير آمنة للاستخدام في المنازل أو المكاتب. لحل هذه المشكلة، يمكن تطبيق عدة خيارات مثل:

- استخدام "الإيبوكسي الصديق للبيئة"* لعزل الأبخرة السامة الناتجة عن المبيدات.
- إضافة طبقة تحتية غير قابلة للتنفس "non-breathable flooring underlayment" فوق الأرضية الخشبية، ثم يتم وضع التكسية النهائية مباشرة.
- تغطية الأرضية بالخرسانة لعزل الخشب ثم إضافة التكسية النهائية للأرضية، كما يوضحها شكل (٢٥).

(https://www.discovercontainers.com/should-you-remove-the-plywood-floors-in-your-shipping-containers/)

شكل(٢٥) يوضح إحدى طرق معالجة أرضيات حاويات الشحن.

خامساً: دراسة تحليلية لنماذج عالمية و محلية ناجحة في استخدام الحاويات للسكن المؤقت:

مع تزايد الاهتمام بالاستدامة، برزت فكرة إعادة استخدام حاويات الشحن كملاجئ سكنية مؤقتة ومستدامة للحالات الطارئة. تعتمد هذه المشاريع على تصميمات إبداعية تستغل الشكل المستطيل للحاويات وتدمج المساحات الداخلية لتحقيق وظائف متعددة، مع التركيز على استخدام مواد صديقة للبيئة. وقد نُفذت هذه الفكرة في مشاريع عالمية ومحلية، حصل بعضها على جوائز، مما يجعلها حلولًا مبتكرة للتحديات السكنية الطارئة.

- **المثال الأول: مساكن طوارئ "Future Shack" .**

المشروع	مساكن طوارئ "Future Shack"	**الموقع**	يمكن تنفيذه في أي موقع	**التاريخ**	٢٠٠١م
المصمم	شون غودسيل "Sean Godsell"*	**المالك**	الجهة التي ستقوم بتنفيذ المشروع		

* **الإيبوكسي الصديق للبيئة**: يشمل الأنواع المعتمدة على الزيوت النباتية مثل المستخلصة من فول الصويا أو بذور الكتان ، منخفضة الانبعاثات (Low-VOC Epoxy)، المعاد تدويرها، والمصممة للبناء المستدام كون معتمدة من قبل الجهات البيئية للحصول على تصنيفات المباني المستدامة مثل LEED أو Green Building Certification، مما يقلل من التأثير البيئي ويحسن الصحة العامة. Gonçalves, F. A., Santos, M., Cernadas, T., Ferreira, P., & Alves, P. (2022). Advances in the development of biobased epoxy resins: insight into more sustainable materials and future applications. *International Materials Reviews*, *67*(2), 132

* شون غودسيل: مهندس معماري أسترالي بارز، يُعرف بتصاميمه البسيطة والمستدامة مثل"Future Shack" ، وحاز على عدة جوائز، بما في ذلك جائزة المعهد الأسترالي للمهندسين المعماريين. https://www.bloomberg.com/profile/company/0491798D:KS

عدد الحاويات	**حاوية واحدة**
مميزات المشروع	تم تصميم المأوى لتوفير سكن منخفض التكلفة ومؤقت و مناسبة للطوارئ. يتميز التصميم بمعالجة عيب ضعف عزل الحاويات باستخدام سقف مزدوج يوفر الظل و الراحة الحرارية داخل المسكن،و توفير الإضاءة الطبيعية غير المباشرة،و أرجل قابلة للتمديد لتثبيته على الأرضيات غير المستوية.
عناصر التصميم الداخلي المستدام	
الحوائط: تصميم الحوائط باستخدام حاويات شحن معاد تدويرها يوفر متانة وعزل حراري فعال *(R4.0) ، مع إمكانية التعديل بسهولة لتوفير مساحات متعددة الوظائف، وتشطيب الحوائط بسيط و جذاب يعكس الطابع الصناعي، مع فتحات تهوية قابلة للتحكم وتكامل تقنيات مستدامة مثل الألواح الشمسية.	
الأرضيات: تتميز بالمتانة والعزل الحراري والصوتي، مع استخدام مواد مقاومة للتآكل وسهلة التركيب والصيانة، مثل الألواح الخشبية أو المركبة في بعض المناطق، والبلاط المقاوم للماء في المطبخ والحمام، مع ألوان محايدة لمظهر جمالي وراحة، إضافة إلى أرجل تلسكوبية تسمح بتركيب الوحدات على أراضٍ غير مستوية بسهولة.	
السقف: يُصمم ليكون ذو وظيفة عملية وجمالية في آن واحد. يتضمن سقفًا مزدوجًا مظلي يُخزن داخل الحاوية ويُركب لتظليل الوحدة ويحسن الراحة الحرارية داخل الوحدة، مع تقليل تأثير الحرارة الخارجية. كما يُضاف عزل حراري لتحسين الكفاءة الطاقية .التقنيات المستدامة، مثل الألواح الشمسية، يمكن دمجها في السقف لتوليد الطاقة وتوفير اكتفاء ذاتي.	
الأثاث: يتم استخدام أثاث متعدد الوظائف مثل الأسرّة القابلة للطي والطاولات القابلة للتحويل، مع خامات خفيفة ومتينة مثل الخشب المعالج والأقمشة المقاومة للتآكل لضمان سهولة الصيانة وطول العمر، للاستفادة القصوى من المساحات الداخلية ويوفر الراحة.	
الإضاءة: تم دمج الإضاءة الطبيعية عبر نوافذ كبيرة ونوافذ سقفية توجه الضوء بشكل فعال داخل المسكن، مما يقلل الحاجة للإضاءة الاصطناعية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات إضاءة LED موفرة للطاقة قابلة للتعديل حسب احتياجات المقيمين، لكفاءة الطافة وتوفير بيئة مريحة ومستدامة.	
التهوية: تم تصميم التهوية لضمان تدفق هواء جيد داخل المسكن باستخدام فتحات تهوية قابلة للتعديل ونوافذ سقفية لتحسين جودة الهواء، مع دمج العزل الحراري للحوائط والأرضيات و استخدام **الزجاج العازل** بتحقيق توازن جيد بين **التهوية الطبيعية** والحفاظ على الحرارة داخل المسكن و توفير الطاقة.	

*__العزل الحراري (R4.0) :__ يشير إلى قدرة مادة ما على مقاومة تدفق الحرارة، ويُقاس باستخدام مقياس يسمى "قيمة R-value) "R. قيمة R تمثل قدرة المادة على تقليل انتقال الحرارة، وكلما كانت القيمة أكبر، كانت قدرة المادة على العزل أفضل. وتعتبر هذه القيمة مناسبة للاستخدام في الأسطح (الجدران) التي تتعرض للحرارة الشديدة،و بالتالي تحسين كفاءة الطاقة.

المعالجات الخارجية
يتميز الهيكل الخارجي بالمرونة وقوة الحاويات الفولاذية التي توفر مقاومة للعوامل الجوية، مع إمكانية تفكيك الوحدة وإعادة استخدامها. تشمل الوحدة خزانات مياه، ألواح طاقة شمسية، سلالم وصول، وسقف مظلي يوفر الظل ويقلل من تأثير الإشعاع الشمسي المباشر، لتحقيق الراحة الحرارية وتوفير الطاقة. التصميم قابل لإعادة التدوير بالكامل ويمكن تركيبه خلال ٢٤ ساعة فقط. (https://www.engineeringforchange.org/news/ten-great-emergency-shelter-designs/)
صور المشروع

شكل(٢٦) لقطات لوحدة مساكن طوارئ "Future Shack" التي تعالج ضعف العزل بالحاويات باستخدام سقف مزدوج يوفر الظل ويحسن الراحة الحرارية داخل المسكن،و توفير الإضاءة الطبيعية غير المباشرة،و أرجل قابلة للتمديد لتثبيته على الأرضيات غير المستوية.

شكل (٢٧) أثاث مدمج بالحوائط مثل الأسرّة القابلة للطي والطاولات القابلة للتحويل، من خامات خفيفة ومتينة، للاستفادة القصوى من المساحات الداخلية و توفير الراحة.

- **مثال الثاني: الحاويات الخضراء للإسكان الطارئ بعد زلزال هايتي.**

المشروع	الحاويات الخضراء للإسكان الطارئ بعد زلزال هايتي		**الموقع**	هايتي	**التاريخ** ٢٠١٠م
المصمم	ريتشارد موريتا "Richard Moreta" وفريقه *	**المالك**	منظمة "Green Container International Aid". *		

* **ريتشارد موريتا "Richard Moreta":** هو مصمم معماري ومؤسس منظمة **Green Container International Aid**. يعمل فريقه من خبراء التصميم والهندسة على تطوير نماذج مبتكرة لتحويل الحاويات إلى مساكن عملية وآمنة، مع التركيز على السرعة والاستدامة.

* **منظمة Green Container International Aid** : هي منظمة تهدف إلى إعادة استخدام حاويات الشحن كحلول مستدامة للإيواء الطارئ في المناطق المتضررة من الكوارث

عدد الحاويات	يعتمد على حجم المشروع واحتياجات السكان
مميزات المشروع	تشمل الاستدامة بتقليل النفايات، التكلفة المنخفضة، والمرونة في التعديل. يتميز بسرعة التنفيذ، وقوة التحمل للظروف البيئية، وإمكانية التوسع. يعتمد على الطاقة الشمسية وإدارة المياه ويتكيف مع البيئات الحضرية والريفية.
عناصر التصميم الداخلي المستدام	
الحوائط: تصميم الحوائط يعتمد على الفولاذ المقاوم للتآكل ويشمل إضافة عزل حراري وصوتي صديق للبيئة مثل البولي يوريثان والصوف الصخري ، وأغطية مقاومة للرطوبة، وطلاء مضاد للصدأ. فتحات تهوية ونوافذ قابلة للتعديل للإضاءة الطبيعية. داخل الحوائط، يتم استخدام مواد مقاومة للحريق وأنظمة تخزين ذكية. التصاميم المستدامة تشمل الأسطح الخضراء، أنظمة جمع مياه الأمطار، وألواح شمسية. ومع ذلك، تواجه تحديات في معالجة التآكل وتوفير المواد المستدامة بتكلفة معقولة.	
الأرضيات: مصنوعة من الخشب الرقائقي المعالج مع عزل حراري وصوتي صديق للبيئة. تتميز بمقاومتها للماء وسهولة التنظيف، وتغطى بمواد مستدامة مثل البلاط أو الأخشاب المعاد تدويرها. يشمل المشروع أنظمة لتصريف المياه للحفاظ على سلامة الوحدات.	
السقف: معالجات أسقف الحاويات لتحسين الحماية والراحة للسكان، باستخدام أسطح معدنية معزولة لتحسين العزل الحراري والصوتي. تشمل التعديلات إضافة أسطح خضراء وأنظمة لجمع مياه الأمطار لتقليل استهلاك المياه، بالإضافة إلى فتحات تهوية للسماح بدخول الضوء الطبيعي وتحسين جودة الهواء. هذه التعديلات تجعل الأسقف أكثر استدامة وكفاءة في استخدام الطاقة، مما يوفر حلول سكنية فعالة وآمنة في حالات الطوارئ.	
الأثاث: تصميم الأثاث في الحاويات يعتمد على الابتكار لتلبية احتياجات المقيمين، مع استخدام أثاث قابل للتعديل وقابل للنقل والتخزين. يتم استخدام مواد مستدامة وقابلة لإعادة التدوير، وتوفير حلول تخزين ذكية لزيادة الاستفادة من المساحة. كما يتم دمج الأثاث مع أنظمة الطاقة الشمسية أو الوحدات المدمجة التي تتيح الاستفادة من المساحة بطريقة عملية وفعّالة.	
الإضاءة: تم تصميم الحاويات للاستفادة القصوى من الإضاءة الطبيعية باستخدام أسطح شفافة ونوافذ قابلة للتعديل، مما يقلل الحاجة للإضاءة الاصطناعية. يتضمن التصميم أيضًا استخدام مصابيح LED منخفضة الطاقة والألواح الشمسية لتوليد الكهرباء للإضاءة، بهدف تحسين الراحة البصرية وتوفير إضاءة كافية وآمنة للمقيمين.	
التهوية: التهوية الطبيعية بإستخدام نوافذ وفتحات قابلة للتعديل لضمان تدفق الهواء النقي وتقليل الحرارة والرطوبة. تصميم أيضًا مظلات خارجية لحماية من الشمس المباشرة، مما يساهم في تبريد البيئة الداخلية وتحسين راحة السكان.	

المعالجات الخارجية
سيتم تهيئة الحاويات بطلاء جديد، سقف أخضر، جمع مياه الأمطار، وشاشة تظليل، وأبواب شبكية. مزودة بألواح شمسية وأنظمة طاقة ريحية لتوفير الطاقة بشكل مستقل. يتم تكديس الحاويات لإنشاء الشقق لاستيعاب المزيد من الأشخاص. (https://www.designboom.com/architecture/help-spread-the-word-haiti-needs-shipping-containers/)

صور المشروع

شكل(٢٨) مشروع الحاويات الخضراء للإسكان الطارئ بعد زلزال هايتي.

شكل(٢٩) المعالجات الخارجية المخلفة من اسقف خضراءو أستخدام ألواح الطاقة الشمسية و أساليب التظليل على حسب عدد الوحدات و توسعتها الأفقية أو الرأسية .

شكل(٣٠) التصميم الداخلي للوحدة بتوفير حلول تخزين ذكية لزيادة الاستفادة من المساحة.
(https://inhabitat.com/2-million-haitians-live-in-tents-they-still-need-our-help-rebuilding/)

- **مثال الثالث: مشروع شيلتينر "Sheltainer".**

المشروع	شيلتينر "Sheltainer"	**الموقع**	القاهرة، مصر	**التاريخ**	**2016 م**
المصمم	المعماريون معاذ أبو زيد، باسل عمارة، وأحمد حماد.*	**المالك**	شراكات مع مؤسسات ومنظمات، مثل الهيئات الحكومية والمنظمات الإنسانية.		
عدد الحاويات	التصميم يختلف حسب الموقع والاحتياجات، ويتألف من ٨ وحدات سكنية حول فناء داخلي باستخدام حاويات بأطوال مختلفة.تُستخدم الحاويات القياسية ذات الأطوال المختلفة (٣ م، ٦ م، ١٢ م). (https://www.archdaily.com/908837/uae-architects-design-shipping-container-housing-for-cairo)				
مميزات المشروع	المشروع يعيد استخدام حاويات الشحن لإيواء الأشخاص في المستوطنات العشوائية بمقابر المدينة، ويشمل تدريب السكان المحليين على بناء منازلهم، مما يعزز الروابط الاجتماعية، وقد فاز بجائزة الأخلاقيات والقيم في مهرجان العمارة العالمي.				
عناصر التصميم الداخلي المستدام					
الحوائط: تصميم الحوائط يعتمد على حاويات فولاذية مقاومة للتآكل مع طبقات عزل حراري وصوتي من البولي يوريثان، إضافة إلى مواد مقاومة للحريق وألواح خشبية وطلاءات غير سامة غير سامة لتحسين المظهر. تم تضمين فتحات تهوية ونوافذ لزيادة الإضاءة الطبيعية و التهوية، مع حلول ذكية تشمل منافذ كهربائية وتخزين داخل الحوائط لتوفير المساحة. (https://www.designboom.com/architecture/sheltainer-housing-solution-mouaz-abouzaid-bassel-omara-ahmed-hammad-cairo-01-01-2019/)					
الأرضيات: تصميم الأرضيات يستخدم مواد متينة و مستدامة مثل الخشب المعاد تدويره والبلاط السيراميكي مع عزل حراري وصوتي مع استخدام مواد مقاومة للماء لضمان الاستدامة والراحة وسهولة الصيانة.					
السقف: تم تصميم السقف باستخدام مواد خفيفة ولكن قوية مثل الألواح الفولاذية مع عزل حراري وصوتي، تم تصميم السقف بزاوية مائلة لتسهيل تصريف المياه بشكل فعال، وألواح شمسية لتوليد الطاقة، بالإضافة إلى فتحات تهوية لتوفير تدفق الهواء الطبيعي.					

* **المهندسون المعماريون معاذ أبو زيد، باسل عمارة، وأحمد حماد:** هم مجموعة من المهندسين المعماريين المقيمين في الإمارات العربية المتحدة. اشتهروا بتصميم مشاريع مبتكرة تهدف إلى حل القضايا الاجتماعية من خلال استخدام حلول معمارية فعّالة ومستدامة. يركز عملهم على دمج الاستدامة، والتكنولوجيا المبتكرة، والحلول المعمارية التي تخدم المجتمعات الأكثر احتياجًا. (https://archinect.com/mouaz)

الأثاث: تصميم الأثاث متعدد الاستخدامات يعتمد على مواد مستدامة مثل الخشب المعاد تدويره، ويتميز بالمرونة لتوفير المساحة والراحة، ويشمل أسرّة قابلة للطّي، وطاولات قابلة للتوسيع، وأرفف مدمجة للتخزين.

الإضاءة: نظام الإضاءة يجمع بين الإضاءة الطبيعية عبر النوافذ والزجاج، والإضاءة الاصطناعية باستخدام LEDمنخفضة الطاقة وقابلة للتعديل لتوفير إضاءة مريحة وفعالة.

التهوية: تصميم التهوية باستخدام نوافذ قابلة للتعديل وأسطوانات تهوية لتوفير تدفق هواء جيد، مع تركيب مظلات خارجية لتقليل أشعة الشمس المباشرة وتحسين الراحة البيئية.

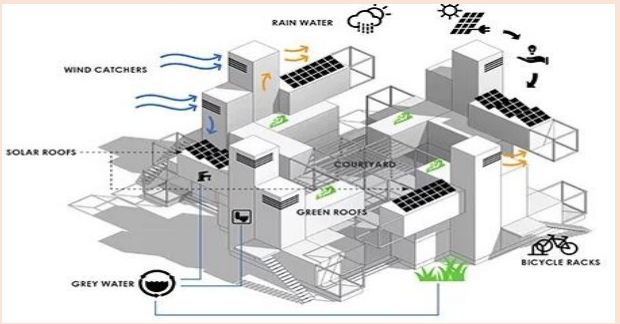
المعالجات الخارجية

المشروع يهدف أن يكون خاليًا من النفايات. أسطح خضراء لتحسين العزل، وطلاء مقاوم للتآكل لحماية الحاويات من العوامل البيئية، ستحتوي الأبراج في وسط كل فناء على توربينات رياح، وألواح شمسية، وخزانات مياه للمنازل المحيطة. هذه الأبراج عبارة عن أعشاش للحمام لتهوية الحمام المحلي وهي حرفة شائعة في المدينة. تعكس ثقافة القاهرة، التصميم يحقق ارتباطًا بصريًا مع المآذن التي تحدد أفق المدينة.

(https://www.prefabcontainerhomes.org/2019/10/sheltainer-modular-shipping-container.html#2)

صور المشروع

شكل(٣١) مشروع شيلتينر"Sheltainer"- إسكان معياري باستخدام حاويات الشحن، القاهرة، مصر.



شكل (٣٢) مخطط يوضح التقنيات و المعالجات الخارجية المستدامة من ملاقف هواء و ألواح طاقة شمسية و نظام تجميع مياه الأمطار، و الأسطح الخضراء، و فناء، و تكرير المياة و أستخدامها في ري النباتات.

((https://www.dezeen.com/2019/03/28/sheltainer-shipping-containers-cairo-micro-homes-architecture/)

- **المثال الرابع: مشروع EDV-01**

المشروع	مشروع EDV-01	**الموقع**	ليس موجهًا لموقع معين	**التاريخ**	لا توجد تفاصيل عن تاريخ المشروع
المصمم	Daiwa Lease Co., Ltd*	**المالك**	هي نفس الشركة المصممة للمشروع		
عدد الحاويات	يستخدم حاويات شحن معيارية قياسية (٢٠ قدمًا أو ٤٠ قدمًا) . **الأبعاد:** تكوين طابق واحد: ٢٠ قدمًا (عرض) × ٨,٥ قدمًا (ارتفاع) × ٨ قدم (عمق). تكوين طابقين: ٢٠ قدمًا (عرض) × ١٤ قدمًا و٩/٥ بوصة (ارتفاع) × ٨ قدم (عمق).				
مميزات المشروع	المشروع يقدم وحدة مبتكرة قابلة للتمدد يضاعف المساحة الداخلية للوحدة، مع الاعتماد على مواصفات حاويات الشحن التي تسهل نقله عبر البر أو البحر أو الجو في حالات الطوارئ. توفر مساحة معيشية متكاملة ومستدامة لشخصين لمدة شهر، مع جميع الخدمات الأساسية، وتعتمد على الطاقة الشمسية وخلايا الوقود دون الحاجة للبناء في الموقع .				
عناصر التصميم الداخلي المستدام					
الحوائط: حوائط مزدوجة قابلة للسحب، معزولة حراريًا وصوتيًا، مزودة بخلايا شمسية لتوليد الطاقة الكهربائية و وحدات تخزين،و فتحات تهوية لتحسين تدفق الهواء. كما يضمن التصميم عدم ترك أي نفايات عند التفكيك أو النقل،و تتميز بالاستدامة وإعادة التدوير.					
الأرضيات: متينة مقاومة للرطوبة والتآكل، معزولة حراريًا وصوتيًا، صديقة للبيئة، وتتميز بتصميم تتميز بتصميم وظيفي يشمل منافذ مخفية للأسلاك والأنابيب. كما تحتوي على أنظمة رفع هيدروليكية لتسهيل التكيف مع التضاريس ويوزع الأحمال بشكل متساوي. (https://www.daiwalease.co.jp/edv-01/english/index.html)					
السقف: مصنوع من صفائح فولاذية متين ومقاوم للتآكل، مزود بعزل حراري وصوتي، وألواح طاقة شمسية ونظام لتجميع مياه الأمطار، مع تصميم مستدام ومزدوج مزدوج قابل للسحب لزيادة المساحة الداخلية وفتحته للتهوية لتحسين تدفق الهواء. قابل للتكيف مع الظروف البيئية المختلفة.					
الأثاث: متعدد الأغراض يوفر كفاءة ومساحة مريحة للعيش والعمل، مع تصميم خفيف ومستدام يشمل أسرة قابلة للطي ورفوف ومكاتب مدمجة. الخامات المستخدمة خفيفة الوزن ومتينة، مع تشطيبات مقاومة للرطوبة خالية من السموم ومتوافقة مع معايير الاستدامة،و الوحدة مجهزة بمطبخ صغير بتقنية التسخين الحثي(IH) به موقد يعمل					

* **Daiwa Lease Co., Ltd:** شركة رائدة في صناعة البناء المؤقت، وقد قامت بتطوير هذا المشروع باستخدام خبرتها الواسعة في البناء المؤقت والمسبق الصنع لتوفير حلول سكنية طارئة في مناطق الكوارث، حيث قامت ببناء العديد من وحدات الإسكان المؤقتة على مر السنين في مناطق الكوارث في اليابان وحول العالم. https://www.daiwalease.co.jp/edv-01/english/index.html

بالكهرباء من بطارية ليثيوم أيون، مناسب للإقامات الطويلة،و وحدة تهوية لضمان جودة الهواء، مرحاض التحلل

العضوي يستخدم ميكروبات لتحليل المواد العضوية بدون ماء وبدون رائحة. وحدة الاستحمام تحتوي على خزان ماء بسعة ٢١١ جالونًا، توفر نظافة وصحة نفسية للمستخدمين. تتكامل المرافق مع تقنيات متقدمة مثل نظام الاتصال بالأقمار الصناعية لضمان التشغيل في الحالات الطارئة.

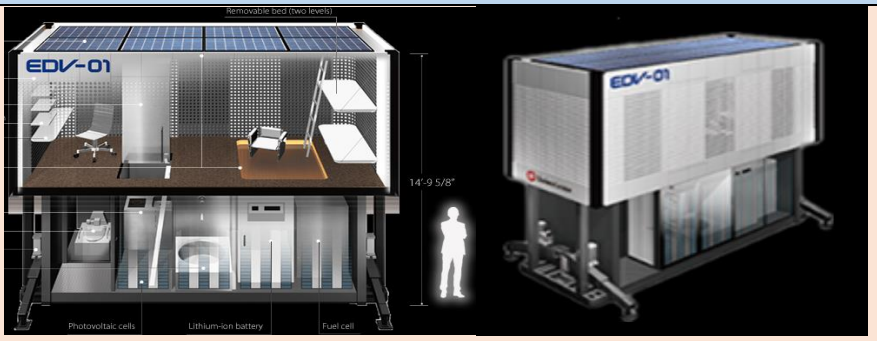
الإضاءة: نظام الإضاءة يعتمد على تقنية LED الموفرة للطاقة مع تشغيل بالطاقة الشمسية المخزنة، مما يقلل الانبعاثات و الاعتماد على مصادر طاقة متجددة. يشمل إضاءة داخلية مريحة ومركزة، وإضاءة خارجية للأمان، مع نظام ذكي للتحكم في شدة الإضاءة وبالتالي التوفير في الطاقة.

التهوية: يتميز بنظام تهوية متكامل يعتمد على مراوح ميكانيكية قابلة للتعديل تعمل وفقًا لمستوى الرطوبة وفتحات تهوية استراتيجية موزعة بعناية لتحقيق تدفق الهواء النقي والتهوية المتقاطعة و استخدام مراوح شفط لتقليل الرطوبة وتحسين جودة الهواء. لحوائط والسقف مزودة بعزل حراري محكم للحفاظ على درجات حرارة مريحة وتقليل فقدان الهواء البارد أو الساخن، و تتكامل أنظمة التهوية مع أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف (HVAC)،و تعمل الأنظمة بالطاقة الشمسية لتقليل الاعتماد على مصادر إضافية.

المعالجات الخارجية

المشروع يتميز بهيكل خارجي متين وعازل، مع طلاءات مضادة للماء والشمس، و توليد ٢ كيلووات من الطاقة الكهربائية عبر الألواح الشمسية المثبتة على السقف والجدران، بينما توفر خلية الوقود الهيدروجيني مصدر طاقة إضافي في حال كانت الطاقة المنتجة غير كافية. البطارية من نوع ليثيوم أيون تخزن الكهرباء التي يتم توليدها، مما يضمن استخدامًا فعالًا للطاقة. يضم آلية تمدد مبتكرة لتوفير مساحة إضافية، ويستخدم مواد مستدامة لتقليل النفايات. كما يحتوي على مولد مياه جوية يوفر ما يصل إلى ٥ جالونات يوميًا من مياه صالحة للشرب عن طريق جمع الرطوبة من الهواء.

صور المشروع



شكل(٣٣) منظور خارجي لوحدة إغاثة الكوارث الطارئة EDV-01 يوضح تصميم مبتكر قابل للتمدد يضاعف المساحة الداخلية للوحدة.

شكل (٣٤) (١) نظام توليد الطاقة الكهروضوئية، (٢) خلية وقود هيدروجين، (٣) بطارية ليثيوم أيون، (٤) مولد المياه الجوية. (https://www.daiwalease.co.jp/edv-01/english/index.html)

شكل (٣٥) (١) نظام الاتصال عبر الأقمار الصناعية،(٢) مطبخ صغير بتقنية التسخين الحثي(IH) ، (٣) وحدة الاستحمام،(٤) مرحاض التحلل العضوي

- **الدروس المستفادة من تحليل و دراسة التجارب العالمية و المحلية في استخدام الحاويات للسكن المؤقت: :**

١. تقليل وقت البناء يجعل الحاويات خيارًا مثاليًا في حالات الطوارئ والكوارث.
٢. إعادة استخدام حاويات الشحن يقلل من النفايات ويستفيد من الموارد المتاحة.
٣. إمكانية نقل الحاويات بسهولة عبر البر، البحر، أو الجو يجعلها مناسبة للاحتياجات المؤقتة.
٤. التركيز على دمج المساحات الداخلية مع المحيط الخارجي.
٥. إستخدام العوازل و تقنيات التهوية يتيح ملاءمتها لمختلف الظروف المناخية.
٦. بناء الحاويات أقل تكلفة مقارنة بالوحدات التقليدية، مما يجعلها حلاً اقتصاديًا.
٧. مرونة التكييف الداخلي باستخدام أثاث متعدد الأغراض و مساحات مدمجة.
٨. معالجة الحاويات بمواد آمنة وتحسين جودة الهواء الداخلي عبر التهوية الكافية.

٩. إضافة أنظمة الطاقة الشمسية و المياه الجوية و التقنيات الذكية يزيد من كفاءتها واستدامتها.

- **استراتجية التصميم لتحويل حاويات الشحن إلى وحدات سكنية مؤقتة ومستدامة في الحالات الطارئة:**

يمكن استخلاص استراتيجية تصميمية لاستخدام حاويات الشحن كوحدات سكنية مؤقتة،كما بالشكل (٣٦). تهدف هذه الاستراتيجية إلى تحقيق تصميم عملي يوفر بيئة آمنة ومريحة للسكان المتضررين، مع تقديم حلول مستدامة تدعم الاستجابة السريعة للأزمات وتتكيف مع التغيرات البيئية والاجتماعية؛ من خلال ثمان خطوات الآتية:

١. **التخطيط والتقييم** :يتم تحليل احتياجات السكان وتقييم الموقع لتحديد أهداف التصميم مثل الراحة، الاستدامة، والسرعة.

٢. **التصميم الهيكلي** :يتم اختيار الحاويات المناسبة وتعديل الهيكل بفتح النوافذ والأبواب، مع ضمان حماية الحاويات من الصدأ والرطوبة، وإشراك السكان المحليين في التصميم لزيادة الترابط الاجتماعي.

٣. **التجهيز الداخلي** :يتم تصميم المساحات الداخلية بشكل مرن وعازل للحرارة والصوت باستخدام مواد صديقة للبيئة، مع تحسين الإضاءة والتهوية.

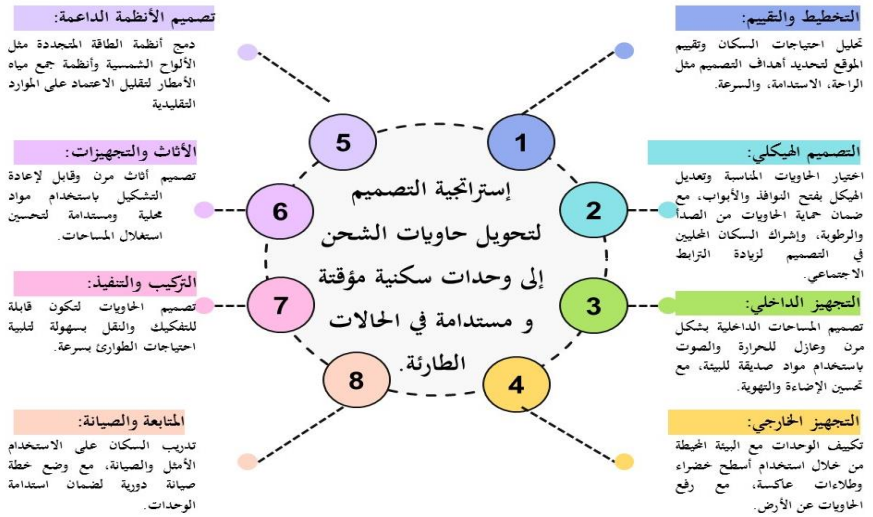
٤. **التجهيز الخارجي** :يتم تكييف الوحدات مع البيئة المحيطة من خلال استخدام أسطح خضراء وطلاءات عاكسة، مع رفع الحاويات عن الأرض.

٥. **تصميم الأنظمة الداعمة** :يتم دمج أنظمة الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية وأنظمة جمع مياه الأمطار لتقليل الاعتماد على الموارد التقليدية.

٦. **الأثاث والتجهيزات** :يتم تصميم أثاث مرن وقابل لإعادة التشكيل باستخدام مواد محلية ومستدامة لتحسين استغلال المساحات.

٧. **التركيب والتنفيذ** :يتم تصميم الحاويات لتكون قابلة للتفكيك والنقل بسهولة لتلبية احتياجات الطوارئ بسرعة.

٨. **المتابعة والصيانة** :يتم تدريب السكان على الاستخدام الأمثل والصيانة، مع وضع خطة صيانة دورية لضمان استدامة الوحدات .



شكل(٣٦) مخطط توضسحي لاستراتجية التصميم لتحويل حاويات الشحن إلى وحدات سكنية مؤقتة و مستدامة في الحالات الطارئة.

نتائج البحث

- توفر حاويات الشحن خيارًا عمليًا ومتينًا للإيواء المؤقت مقارنة بالخيام، التي تفتقر إلى النظافة ولا تتحمل الظروف المناخية القاسية مثل الأعاصير.
- أظهرت التجارب العالمية أن الحاويات تمثل حلاً واعدًا للإسكان المؤقت، خاصة عند دمج التصميم المستدام والمرونة الوظيفية. ومع ذلك، يجب تكييف هذه الحلول مع السياق المحلي لضمان فعاليتها.
- التصميم المعياري للحاويات يتيح سهولة الترتيب جنبًا إلى جنب أو فوق بعضها، مما يسمح بإنشاء تصميمات متعددة الطوابق.
- الحاويات قابلة للتوسعة بسهولة، مما يسمح بتعديل المنازل وإضافة وحدات جديدة بسرعة لتلبية الاحتياجات المستقبلية.
- يمكن تحسين كفاءة الطاقة من خلال دمج العزل الداخلي والخارجي، مما يوفر حماية مزدوجة ضد الظروف المناخية. استخدام مواد عزل صديقة للبيئة يزيد من فعالية هذه الوحدات.

التوصيات

- التعاون بين الجهات الحكومية والمجتمعية لتنفيذ مشاريع إسكان مؤقت على نطاق واسع.
- تبني استراتيجيات استباقية لضمان الجاهزية للأزمات والكوارث، مع التركيز على الإسكان الطارئ.
- تطوير تصميمات مرنة قابلة للتكيف مع الاحتياجات والظروف المختلفة.
- استخدام التكنولوجيا الحديثة لتحسين جودة الوحدات السكنية مؤقتة المصنوعة من حاويات الشحن وجعلها أكثر إستدامة وكفاءة.
- إقامة شراكات دولية لتبادل الخبرات والتقنيات في مجال الإسكان الطارئ بإستخدام الحاويات.
- إطلاق حملات توعية وبرامج تدريبية حول تصميم واستخدام الوحدات السكنية المستدامة القائمة على حاويات الشحن .

المراجع

أبحاث ومقالات علمية:

1. Akadiri, P. O., Chinyio, E. A., & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of a sustainable building: A conceptual framework for implementing sustainability in the building sector. *Buildings*, *2*(2), 133-139
2. Alemdağ, E. L., & Aydin, Ö. (2015, August 6). A study of Shipping Containers as a Living Space in Context of Sustainability. 21.
3. Cerrahoğlu, M., & Maden, F. (2024). Design of transformable transitional shelter for post disaster relief. *International journal of disaster resilience in the built environment*, *15*(2), 230.
4. Faragallah, R. N., & Barakat, P. N. (2022). Reshaping Future Architecture Approaches Using Shipping Containers: Student Housing as a Case Study. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, *17*(8). 2540
5. Garrido , L. D. (2011). Sustainable architecture containers (English and Spanish Edition). Instituto Monsa de Ediciones, S.A.; Bilingual edition.
6. Gonçalves, F. A., Santos, M., Cernadas, T., Ferreira, P., & Alves, P. (2022). Advances in the development of biobased epoxy resins: insight into more sustainable materials and future applications. *International Materials Reviews*, *67*(2), 132
7. Gręb owski, Karol & Kałdunek, Daniel. (2017). Using Container Structures in Architecture and Urban Design. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 245.
8. Guardigli, L., & Bertolini, M. (2020, June). Upcycling shipping containers as building components: an environmental impact assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment.953

9. Ismail, Mazran & Al-Obaidi, Karam & Rahman, Abdul & Ahmad, Mardiana. (2015). CONTAINER ARCHITECTURE IN THE HOT-HUMID TROPICS: POTENTIAL AND CONSTRAINTS. 144
10. Radwan, A. H. (2015). Containers architecture: reusing shipping containers in making creative architectural spaces. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, *6*(11), 1563
11. Revie, R. W. (2011). Uhlig's Corrosion Handbook (Third Edition ed.). Tokyo: John Wiley & Sons, Inc.
12. Sawyers , P. (June 26, 2008). Intermodal Shipping Containers for use as Steel Buildings. U.S: Library of Congress

المواقع الإلكترونية:

1. https://architectureforrefugees.com/refugee-tents-are-a-waste-of-money-says-alejandro-aravena/
2. https://www.envisionesl.com/
3. http://saracargo.com/arabic%20container%20sizes.html
4. https://grabhaulier.com/shipping-container-types-sizes-dimensions/
5. https://maritimasureste.com/en/sea/container/
6. https://backspace00.wordpress.com/tag/container/
7. https://log.logcluster.org/ar/print-preview/92.
8. https://www.morethanshipping.com/reusing-shipping-containers-advantages-challenges/
9. https://www.facebook.com/dcontainers/photos
10. https://www.movinghome.es/construccion.html
11. https://www.tincancabin.com/lander
12. https://containertech.com/articles/insulating-a-shipping-container/

13. https://www.discovercontainers.com/should-you-remove-the-plywood-floors-in-your-shipping-containers/
14. https://www.engineeringforchange.org/news/ten-great-emergency-shelter-designs/
15. https://www.bloomberg.com/profile/company/0491798D:KS
16. https://www.designboom.com/architecture/help-spread-the-word-haiti-needs-shipping-containers/
17. https://inhabitat.com/2-million-haitians-live-in-tents-they-still-need-our-help-rebuilding/
18. https://www.archdaily.com/908837/uae-architects-design-shipping-container-housing-for-cairo
19. https://www.designboom.com/architecture/sheltainer-housing-solution-mouaz-abouzaid-bassel-omara-ahmed-hammad-cairo-01-01-2019/
20. https://www.daiwalease.co.jp/edv-01/english/index.html
21. https://www.linkedin.com/pulse/understanding-shipping-container-costs-frb6e/
22. https://www.archdaily.com/790522/container-stack-pavilion-peoples-architecture
23. https://ronestudio.wordpress.com/2011/06/08/basic-container-design-stacking/
24. https://business-news.ucdenver.edu/2018/05/22/project-uncontained-helping-refugee-camps-by-upcycling/
25. https://www.dezeen.com/2019/03/28/sheltainer-shipping-containers-cairo-micro-homes-architecture/
26. https://www.prefabcontainerhomes.org/2019/10/sheltainer-modular-shipping-container.html#2
27. https://www.archdiwanya.com/2022/01/blog-post_25.html

Reusing Shipping Containers as Temporary and Sustainable Emergency Shelters

Dr. Reham Ehab
Lecturer, Department of Interior Design and Furniture
Faculty of Applied Arts – October 6 University
rehamehab.art@o6u.edu.eg

Abstract:
This study explores the potential of repurposing shipping containers as temporary and sustainable housing units in emergency situations, aiming to meet the need for rapid and effective shelter for communities affected by humanitarian crises. The research seeks to analyze the properties of shipping containers and their potential to achieve a balance between functional flexibility, environmental sustainability, and cost efficiencyaims to provide practical guidelines for designers on how to utilize containers to create safe and comfortable environments by integrating thermal and acoustic insulation techniques and employing renewable energy sources.

The research methodology relies on descriptive analysis to study the structural characteristics of containers, as well as a comparative approach to analyze successful global experiences. The study includes an examination of the advantages and challenges of reusing containers and offers innovative solutions to enhance their effectiveness as temporary housing units.

The findings reveal that containers, offer durable and practical solutions compared to traditional tents. The modular design of containers provides flexibility and expandability, allowing for the easy addition of new units. Global experiences have

demonstrated that integrating sustainable design with internal and external thermal insulation ensures greater energy efficiency and sustainability, emphasizing the importance of selecting eco-friendly insulation materials compatible with climatic conditions.

The study recommends fostering collaboration between governmental and community entities to implement large-scale temporary housing projects, establishing international partnerships to exchange expertise, leveraging modern technologies to improve the quality and efficiency of units, and launching awareness campaigns and training programs on the use of containers in emergency housing.

Keywords:
Reusing; Shipping Containers; Temporary Shelter; Sustainability.