جدوى إستخدام الكرتون المعاد تدويره فى تنفيذ وحدات الأثاث المستدامة

[١] فاطمة أحمد محمد حسين [٢] محمد محيي الدين محمود

١) استاذ مساعد بقسم التصميم الداخلى والأثاث بكـــلية الفـنون التـــطبـــيقية، جامعة بنى سويف، مصر.
٢) مدرس بقسم التصميم الصناعي بكلية الفنون التطبيقية، جامعة بني سويف، مصر.

الملخص:
تعانى البيئة من التزايد المستمر فى نسبة تركيزات أكاسيد الكربون و التناقص الشديد فى الرقعة الخضراء ، كما تعانى أيضاً من التزايد الملحوظ فى كمية المخلفات الورقية الناتجة عن مختلف الأنشطة الحياتية اليومية ، و التى تحتل الترتيب الثانى من حيث القيمة بعد مخلفات الحديد ، هذا و تستهلك مصر وحدها حوالى 500 ألف طن من الورق سنوياً(1) ، و ذلك بحسب ما نشره موقع pressreader فى عام 2017. و فى محاولة لإستثمار هذا الكم الهائل من المخلفات الورقية و الذى يعد ثروة قومية و حلاً لمشكلة بيئية ، يهدف هذا البحث إلى مناقشة مدى إمكانية إستخدام الكرتون المعاد تدويره فى تنفيذ بعض وحدات الأثاث ذات الطبيعة المستدامة . إذ أنه يمكن الإستعانة ببعض برامج الحاسب الآلى والتقنيات المستحدثة فى تصميم و تنفيذ العديد من وحدات الأثاث المستدامة من الكرتون المعاد تدويره، و هو ما يمكن إعتباره بمثابة فرض البحث . هذا و قد أوضحت الإختبارات و الدراسات أن لألواح الكرتون المعاد تدويرها وكذلك المعاد إستخدامها قدرة عالية على تحمل و مقاومة الإنضغاط إذا ما تم إستخدامها بتركيبات هندسية و تخانات معينة ، الأمر الذى يمكن معه الإستعانة بها لتنفيذ عدد من وحدات الأثاث المتنوعة و المتعددة الأغراض مثل المقاعد ، المناضد و الأسرة ذات التصميمات المتوافقة مع طبيعة خامة الكرتون المعاد تدويرها و المستخدمة فى تصنيع و تنفيذ تلك الوحدات .

الكلمات المفتاحية:
الإستدامة – إعادة التدوير – إعادة الإستخدام – مقاومة الإنضغاط.

المقدمة:
بدأ ظهور فكرة إعادة التدوير أثناء الحرب العالمية الأولى (١٩١٤-١٩١٨)، وخلال الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩-١٩٤٥) عاودت جهود إعادة تدوير الورق الظهور من جديد حيث أن تلك الحروب تركت ورائها كماً ضخماً من المخلفات والنفايات، ونتيجة للنقص الشديد في بعض الخامات الأساسية ومنها لُب الورق والكرتون أن لجأت الدول إلى تجميع تلك الخامات من المخلفات لإعادة تدويرها وإستخدامها، إلى أن أصبحت معظم الصناعات الورقية تعتمد على إعادة تدوير الورق والكرتون المقوّى(٢) ، وساهم فى تطور هذا التوجه تنامي الإهتمام بالقضايا البيئية في مجال الحفاظ على البيئة والحد من الملوثات البيئية، كما ساعد التطور الصناعي الذى شهده هذا المجال فى التسعينيات إلى التوجه بشكل أكبر نحو إعادة تدوير الكرتون (٣). ولسنوات عديدة كان إعادة التدوير المباشر هو الشكل الأساسي لعمليات إعادة التدوير، ولكن مع بداية التسعينات بدأ الإهتمام بعمليات إعادة التدوير غير المباشر وذلك عن طريق تدوير مواد النفايات لتصنيع منتجات تعتمد على نفس المادة الخام المعاد تدويرها، وأصبحت عملية إعادة التدوير من أهم الأساليب المتبعة في إدارة المخلفات الصلبة وذلك للعديد من الفوائد البيئية والصناعية والإقتصادية لعمليات إعادة التدوير.

مشكلة البحث:
١. عدم استثمار المخلفات الورقية التي تُعد ثروة قومية ، وعدم القدرة على توظيفها بشكل يضمن الحفاظ على الموارد الطبيعية.
٢. دراسة إمكانية استخدام الكرتون المعاد تدويره في صناعة قطع أثاث تحقق معايير الإستدامة.

هدف البحث:
١. الإستفادة من الكرتون المُعاد تدويره في تنفيذ وحدات أثاث مستدامة.

فرض البحث:
١. يفترض البحث إمكانية الإستفاده من الكرتون المُعاد تدويره في صناعة الأثاث بالإستعانة بتقنيات الحاسب الآلي.

منهجية البحث :
١. المنهج التجريبي القائم على إجراء عدد من التجارب والإختبارات على بعض عينات الكرتون للتأكد من صحة فرض البحث.

١ .إعادة التدوير للورق المقوى (الكرتون)

١.١ .المقصود بعملية إعادة التدوير Recycling

تُعد عملية إعادة التدوير (Recycling) وإعادة الإستخدام (Reuse) أحد الأسس العامة للتصميم المستدام، بهدف الحفاظ على التوازن البيئي والموارد الطبيعية. وتتضمن عملية إعادة التدوير إعادة إستخدام المنتج (Product Reusing) وهي الطريقة المباشرة وفيها يُستخدم المنتج مع الإحتفاظ بخصائصه دون تغيير في الحصول على منتج آخر، أو إعادة تدوير الخامات (Material Recycling) المكونة للمنتج للحصول على منتجات جديدة. ويعتبر الورق المقوى الذي يشار إليه أيضًا بالكرتون المموج - مادة قابلة لإعادة التدوير- حيث تتم إعادة التدوير بواسطة

الشركات الصغيرة والكبيرة لتوفير نفقات التخلص من النفايات. وتُعد عملية إعادة تدوير الورق المقوى هي إعادة معالجة وإعادة تصنيع واستخدام الألواح السميكة أو الأوراق متعددة الطبقات التي تم استخدامها والتخلص منها بإعتبارها نفايات (جافة) غير عضوية (٤).

١. ٢. أهمية إعادة تدوير الكرتون

تتمثل أهمية إعادة تدوير الكرتون فى النفع الذي يعود على الإنسان ، فإعادة تدوير الكرتون ليست مفيدة لأنها تنقذ البيئة عن طريق تقليل التلوث الناتج عن إنتاج مواد جديدة فحسب، بل تحافظ أيضًا على موارد قيمة وتخلق فرص عمل جديدة ، كما تساعد أيضا على توفير تكاليف التخلص من النفايات.

١.٢.١ .المنفعة البيئية لإعادة تدوير الكرتون

تتمثل المنفعة البيئية لإعادة تدوير الكرتون فى عدة نقاط نوجزها في النقاط التالية:

- منع التلوث الناتج عن الطرق الخاطئة فى التخلص من الكرتون، مثل الحرق أو الطمر في التراب.
- المحافظة على الموارد الطبيعية الأولية والتي تعُد من أهم المبادئ الأساسية للتنمية المستدامة، والتي تتمثل في تقليل كمية الأخشاب المستخدمة في صناعة الكرتون .
- منع تحول الأراضي الزراعية وأراضي البناء إلى مكبات جديدة للنفايات، لإستيعاب الحجم الهائل من مخلفات الكرتون.
- تقليل الضغط على مكاب النفايات من خلال التوعية بالإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة.
- تقليل الغازات المنبعثة من مكاب النفايات.
- الحد من التلوث الناتج من مصانع الكرتون، التي تُعتبر أحد أهم مسببات التلوث البيئي للهواء.
- تغيير سلوك المواطن الإستهلاكي من خلال تطبيق فكرة فرز النفايات وإعادة تدويرها للمشاركة في المحافظة على البيئة.

٢.٢.١ .المنفعة الإقتصادية لإعادة تدوير الكرتون

تتمثل المنفعة الإقتصادية لإعادة تدوير الكرتون فى عدة نقاط نوجزها في النقاط التالية:

- تقليل تكلفة المواد الخام المستخدمة في صناعة الكرتون.
- الخفض من الطاقة المستهلكة في الحصول على الأخشاب وتحويلها إلى كرتون، بالإضافة إلى الخفض فى كمية المياه المستخدمة أثناء عملية تصنيع الكرتون من خاماته الأولية.
- الحد من البطالة، حيث أن إنشاء مصانع إعادة التدوير تستوعب العديد من الأيدي العاملة وتساهم في توفير فرص عمل للشباب وبالتالي التقليل من مستويات البطالة. ويبين الجدول رقم ١ بعض النسب الهامة فى عملية إعادة تدوير الورق:

	العملية	التوفير - المتطلبات
١	إعادة تدوير ١ طن من الورق	-يوفر ٦٠% من الطاقة التي نحتاجها لتصنيع الورق من خاماته الأولية. -يقلل التلوث الهوائي بنسبة ٩٥% -يوفر ١٧ شجرة . -يوفر ٧٠٠٠جالون من الماء (١جالون = ٣,٧٨لتر). -يوفر ٤٦٣ جالون من النفط.
٢	تصنيع ١ طن من الورق	-يتطلب (٢-٣,٥) طن من الشجر. -تصنيع الورق وعجائن الورق والكرتون يعتبر خامس أكبر استهلاك صناعي للطاقة في العالم.

جدول(١) يبين نسب التوفير التى تحققها عملية إعادة تدوير الورق مقارنة بعملية التصنيع

١,٣ .مراحل إعادة تدوير الكرتون

تتم عملية إعادة التدوير بصفة عامة عن طريق مجموعة من الإجراءات كتجميع وتصنيف وفصل المخلفات على أساس المواد الخام المواد الخام الموجودة فيها، ومن ثم إعادة تصنيع كل مادة على حدة. ويعتبر الورق المقوى المموج (الكرتون) أعلى درجة من الورق، حيث أن متانته تعني ألياف طويلة من الورق، وفيما يختص بمراحل عملية إعادة تدوير الكرتون فإنها تتم وفقًا لمجموعة من المراحل والخطوات نوجزها في النقاط التالية(٥):

١-٣-١التجميع Collection

وتعد الخطوة الأولى فى إعادة تدوير الورق المقوى (الكرتون) حيث يتم جمع مخلفات الكرتون في نقاط تجميع محددة، ويتم ذلك بالبحث عن مصادر مخلفات الكرتون، كالمصانع والمحلات التجارية، والاتفاق معها على الحصول على مخلفاتها من الكرتون، بهدف إعادة تدويرها، وحماية البيئة من الأضرار المترتبة على تحوّلها إلى قمامة، مع الأخذ في الإعتبار أنه قبل نقل هذه المخلفات إلى منشآت إعادة التدوير (مصانع الكرتون) أن هناك أنواع غير مقبولة من الورق المقوى ، فعلى سبيل المثال لا يتم قبول الورق المقوى المشمع أو المغلف أو المبلل أو المتسخ لأنه يخضع لعملية إعادة تدوير متخصصة مختلفة (٦).

١-٣-٢ الفرز Sorting

بمجرد وصول الكرتون إلى منشأة إعادة التدوير، يتم فرزه حيث يختلف الكرتون عن بعضه بحسب طريقة تصنيعه والمواد الداخلة في تصنيعه، وفي معظم الأحوال يتم تصنيفها إلى صنفين أساسيين هما: الكرتون المموج أو المضلع Corrugated cardboard والكرتون الرقيق Boxboard وهو الكرتون الأقل سمكًا كالمستخدم فى كراتين حاويات المشروبات، بينما كرتون الصناديق المضلع هو الأكبر حجمًا والأكثر صلابة ويستخدم عادة لتعبئة وتغليف ونقل البضائع، ويتم فرز كل نوع من الكرتون في مجموعات مختلفة لإعادة تدوير كلّ مجموعة على حدة، ويساعد الفرز في إنتاج نوعيات أفضل من الكرتون عند إعادة تدويره.

١-٣-٣ التقطيع وتتبع اللُب Shredding and pulping

بعد الإنتهاء من الفرز، فإن الخطوة التالية هي التمزيق ثم تتبع اللب، حيث يتم تقطيع الكرتون باستخدام آلة التقطيع الخاصّة إلى قطع صغيرة، أو تقطيعها يدوياً باستخدام المقص في حال عدم توفر آلة التقطيع، وتتم عملية التقطيع لكسر ألياف الورق المقوي تجهيزًا لعملية المعالجة.

١-٣-٤ المعالجة Treatment

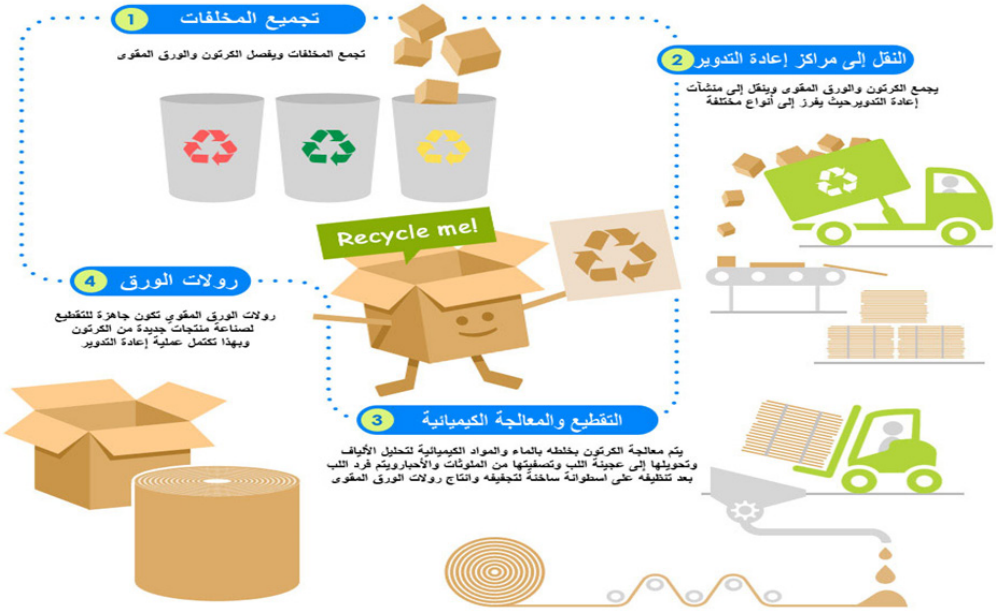
تتم في عملية المعالجة غمر الكرتون في أحواض تحتوي على المياه وبعض المواد الكيميائية الخاصة بالكرتون لفصل الألياف وتحويلها إلى عجينة تسمى باللب.

١-٣-٥ تصفية الملوثات وإزالة الأحبار Filtering, contaminants removal, and De-Inking

ويتم ذلك عن طريق نقل اللب المتكون بالمرحلة السابقة لتصفيته وإزالة المواد غير المرغوب فيها مثل الشوائب والأشرطة اللاصقة والمعادن من خلال عملية تشبه الطرد المركزي، حيث تطفو المواد البلاستيكية في الأعلى بينما تسقط الدبابيس المعدنية الثقيلة في القاع ويتم التخلص منها بعد ذلك. وتشمل تلك المرحلة إزالة الأحبار والأصباغ من خلال وضع اللب في جهاز تعويم مكون من مواد كيميائية تسلب أي شكل من الأصباغ أو الأحبار عبر سلسلة من التصفية والفرز، وتسمى هذه الخطوة أيضًا عملية الغسيل أو التنظيف لأنها تنظف اللب تمامًا للتأكد من أنها جاهزة للمرحلة التالية.

١-٣-٦ الإنتهاء من التدوير Finishing for reuse

في هذه المرحلة يتم خلط المواد اللبية التي تم تنظيفها بمواد إنتاج جديدة (عجينة من رقائق الخشب مصنوعة من لب شجر الصنوبرأو البتولا التى تحتوي على نسبة عالية من المحتوى القابل لإعادة التدوير) حيث تقوي هذه التركيبة الألياف الضعيفة وتساعدهاعلى التماسك في النهاية، حيث يصفى لُب الكرتون ويوضع في جهاز الخلط، ويتم خلطه حتى يتحول إلى عجينة ناعمة، ويتم تشكيل عجينة الكرتون بأساليب متنوعة بحسب شكل المنتج المراد الحصول عليه، ثم يتم تجفيفه على حزام ناقل مسطح وأسطح أسطوانية مسخنة، وعندما يجف اللب، يتم تمريره من خلال آلة أوتوماتيكية تعمل على ضغط الماء الزائد وتسهيل تكوين لفات طويلة من الورق المقوى الذى يتكون من ألياف تسمى ألواح البطانات والوسائط، ويتم لصقها على بطانة الخطوط طبقة تلو الأخرى لإنتاج طبقة جديدة من الورق المقوى، الرولات الضخمة يتم تقسيمها إلى بكرات أصغر، وتخزن إلى أن ترسل إلى عمليات أخرى. ويبين شكل ١ التالي رسم توضيحي لمراحل إعادة تدوير الكرتون.



شكل (1) شكل توضيحي لمراحل إعادة تدوير الكرتون

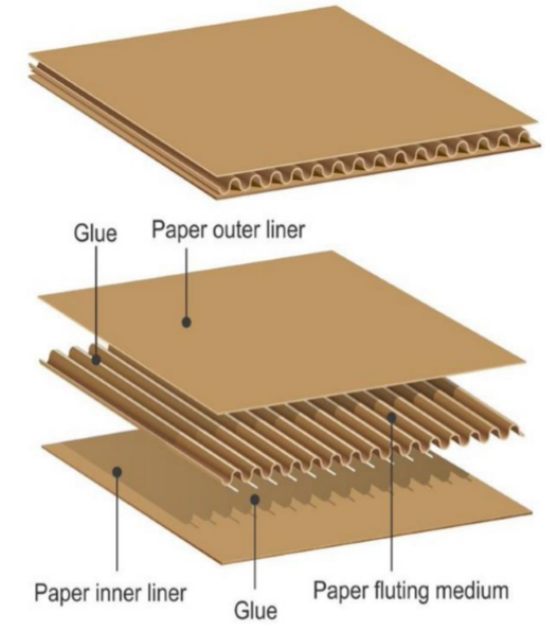
٢ .مكونات اللوح الكرتوني وطريقة تضليعه

٢-١ مكونات اللوح الكرتوني المضلع

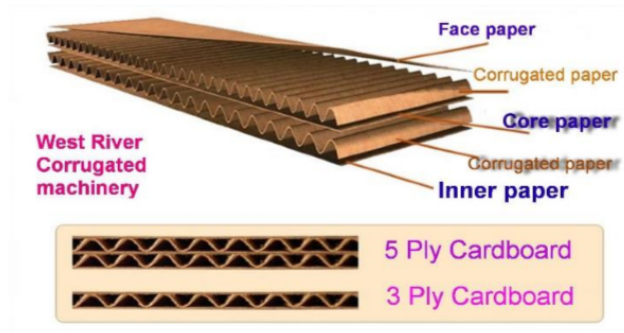
يتكون اللوح الكرتوني المضلع في أبسط صوره من عدد من الطبقات الورقية، الطبقة الوسطى (Paper fluting medium) وتضلع (تأخذ شكل متعرج أو مموج) خلال عملية الإنتاج (Corrugating Process) ، حيث تتوسط الطبقة الوسطى الطبقتين الخارجيتين Paper outer & inner liner وهما عبارة عن طبقتين مسطحتين من الورق يتم لصقهما بالطبقة الوسطى بمادة صمغية Glue.كما هو مبين بشكل ٢ الذى يوضح تركيب اللوح الكرتوني ثلاثي الطبقات(٣Ply Cardboard) .

٢-١-١ أسباب تضليع الطبقة الوسطى

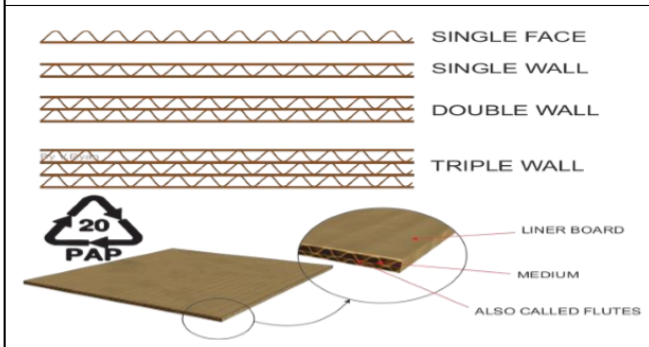
الشكل المقوس إذا أخذ الميلان المطلوب، يشكل الأسلوب الأقوى للإمتدادات عبر المساحات، مثل الجسور أو ما يشابهها، وقد تم تطبيق نفس الأسلوب على اللوح الكرتوني المضلع ، حيث الشكل المموج للطبقة الوسطى، فيما يُعرف بالشكل المضلع الذي يُعطي عندما يلتصق بالطبقتين الخارجيتين (طبقتا السطح) مقاومة قوية للطي والضغط من جميع الجهات والقدرة على تحمل الأوزان عندما تكون عمودية عليه وأيضًا يعمل الفراغ بين التضليع كوسادة لحماية محتويات الكرتون، كما يعمل كعازل يحمي محتويات الكرتون من التغيرات المفاجئة للحرارة الخارجية وتعمل الطبقتان الخارجيتان المسطحتان كطبقة حماية للطبقة الوسطى المضلعة. وتتم عملية تضليع الألواح الكرتونية من خلال سلسلة من العمليات الإنتاجية فى خط إنتاج التضليع الذى صُمم لتجميع ثلاث طبقات ٣Ply Cardboard أو خمس طبقات من الورق ٥Ply Cardboard أو أكثر حسب السمك المطلوب ، حيث يتشكل اللوح الكرتونى أحادى الجدار Single Wall من ثلاث طبقات حيث الطبقة الوسطى مضلعة Corrugated Paper والطبقتين الخارجيتين مسطحتين وهما الوجه الخارجي Face Paper والوجه الداخلي Inner Paper، فى حين أن اللوح الكرتونى ثنائي الجدار Double Wall يتكون من خمس طبقات من الورق، حيث يوجد طبقتين مضلعتين يفصل بينهم طبقة مسطحة بالإضافة إلى طبقتين مسطحتين خارجيتين، ويتم لصقهم معًا بمادة صمغية وهى فى الغالب مصنوعة من نشا القمح أو الذرة يتم تسخينها لتجفيفها وضمان التصاقها.كما هو مبين بشكل٣ ، ويبين شكل ٤ السماكات المختلفة لألواح الكرتون.



شكل (٢) يوضح تركيب اللوح الكرتوني ثلاثي الطبقات



شكل (٣) يبين تركيب الكرتون ثلاثي وخماسي الطبقات



شكل (٤) يوضح السماكات المختلفة لألواح الكرتون

٣ .أنواع الكرتون وفقًا للإستخدام

٣-١ أنواع الكرتون

هناك عدة أنواع من الكرتون تختلف من حيث مواصفاتها الفنية بحسب الوظيفة أو طبيعة الغرض الذى تستخدم به ، فى حين تتفق كلها أو أغلبها فى كونها ذات أسطح أو أوجه خارجية ناعمة يشترط أن يتم تصنيعها من ورق كرافت قوى بِكر، ذو ألياف طويلة ، أما الأسطح الداخلية المموجة Corrugated layers فيمكن أن يتم تصنيعها من ورق معاد التدوير أو التصنيع . و تبلغ قيمة الفقد فى عمليات إعادة تصنيع الورق و الكرتون حوالى ٣٠ ٪ من مجمل الكمية (٧). وفقًا لمقابلة شخصية مع الكيميائى ثراء شكرى رئيس قطاع البحوث و التطوير بشركة راكتا لصناعة الورق سابقًا، و قد تتطلب طبيعة الوظيفة أو الغرض زيادة عدد طبقات الكرتون ويمكن تقسيم أنواع الكرتون و مواصفاتها الفنية كما يلى :-

أولاً : كرتون يستخدم في صناعة الصندوق العادى (الكرتونة):

الوزن الأساسى للورق المستخدم فى تصنيع الأسطح الخارجية ٩٠ – ١٢٠ جم/ م٢

الطبقة الوسطى المموجة تصنع من ورق غير معالج عادة وزنه الأساسى ١٢٠ – ١٣٠ جم/ م٢

ثانياً : كرتون يستخدم في صناعة صندوق التصدير (عالى الجودة) :

الوزن الأساسى للورق المستخدم فى تصنيع الأسطح الخارجية ١٣٠ – ١٥٠ جم/ م٢ . و يتم إضافة بعض الكيماويات لمعالجة هذا الورق حتى يصبح مقاومًا لتشرب المياه و صالحاً لقبول الصدمات . الطبقة الوسطى المموجة تصنع من ورق يتم معالجته بالنشا داخلياً و خارجياً لزيادة صلابته . يتراوح الوزن الأساسى لهذا الورق ما بين ١٢٠ – ١٣٠ جم/ م٢ .

ثالثاً : كرتون يستخدم في صناعة وسائد حفظ الآلات و المعدات

الصناعية الثقيلة داخل صناديق التصدير :

الوزن الأساسى للورق المستخدم فى تصنيع الأسطح الخارجية ١٥٠ – ٢٥٠ جم/ م٢ . يتميز هذا الورق بمقاومته العالية للشد والإنفجار و التمزق و السحق الحلقى و الثقب ، و كذلك السقوط من الإرتفاعات العالية ، حيث يتم معالجته كيميائياً إما بأسلوب التقوية الرطبة Wet Strengthen أو بإضافة الفورمالدهايد Formaldehydes أو بعض الكيماويات الأخرى التى تزيد من صلابة الكرتون بشكل كبير، والطبقة الوسطى المموجة تصنع أيضاً من ورق يتم معالجته ليكون شديد الصلابة بنفس الوزن الأساسى ١٥٠ - ٢٥٠ جم/ م٢. و يمكن أن يحتوى هذا النوع على عدة مستويات من الطبقات الداخلية ٢ أو ٣ أو ٤ تتفق جميعها فى كونها طبقات معالجه شديدة الصلابة، و يمكن تغيير لون أى من أنواع الكرتون سالفة الذكر إما عن طريق إضافة الصبغات أو الأحبار القاعدية Basic Pigments فى مرحلة العجن ، أو عن طريق الدهانات السطحية و ذلك بحسب الغرض أو بناءً على رغبة العميل . ونظرًا للخصائص البيئية العالية للكرتون ولكونه رخيص الثمن بدأ الإهتمام بعمليات إعادة التدوير غير المباشر بهدف التعرف على مدى إمكانية إستخدام الكرتون المعاد تدويره فى تنفيذ بعض وحدات الأثاث ذات الطبيعة المستدامة، ولذلك وجب إجراء بعض الإختبارات الفنية على عينة من الكرتون المضلع ومقارنتها بأنواع معينة من الأخشاب لتحديد مدى ملائمتها لإنتاج وحدات أثاث كالمقاعد ، المناضد، و الأسرة ذات التصميمات المتوافقة مع طبيعة خامة الكرتون المستخدمة فى تصنيع تلك الوحدات .

٤ .تقرير عن نتائج الإختبارات على عينة الكرتون

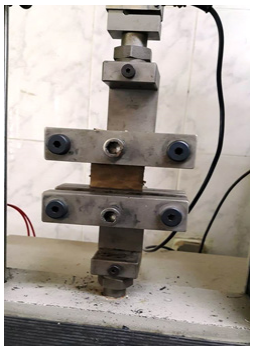
تم انتقاء عينة من أحد أنواع الكرتون المستخدم كوسائد بصناديق تصدير المعدات الثقيلة والآلات الصناعية بسمك ١٥مم وذلك لما تتميز به من صلابة وقوة تحمل عالية، وبتعريض تلك العينة إلى عدد من الإختبارات المختلفة أظهرت النتائج التالية:

٤-١ إختبار مقاومة الشد:

حققت العينة مقاومة للشد مقدارها ٠,٥نيوتن/مم٢، أي ٠,٠٥كجم/مم٢، أو ما يوازي ٠,٥كجم/سم٢ . ويوضح شكل ٥ العينة على جهاز اختبار مقاومة الشد .

٤-٢ إختبارات مقاومة الإنضغاط في الوضع الأفقي للعينة:

لم تظهر العينة النتائج المرجوة مقارنة بأنواع الأخشاب المصنعة، إذ حقق خشب الكونتر المسدب سمك ١٦مم مقاومة إنضغاط مقدارها ٩,٥نيوتن/مم٢، أما الكونتر الطبقات سمك ١٠مم فقد حقق مقاومة إنضغاط مقدارها ٢٠نيوتن/مم٢، فى حين حقق الأبلاكاج سمك ٥مم مقاومة إنضغاط مقدارها ١٧,٨نيوتن/مم٢، أما عينة الكرتون فقد حققت مقاومة إنضغاط مقدارها ٠,٤نيوتن/مم٢فقط، أي ٠,٠٤كجم/مم٢، أي ما يعادل ٠,٤كجم /سم٢. ويوضح شكل ٦، ٧، ٨ إختبارات الضغط لكل من عينة الكونتر المسدب والكونتر الطبقات وعينة الكرتون.



شكل (5) يوضح العينة على جهاز اختبار مقاومة الشد

شكل(٦) اختبار انضغاط الكونتر

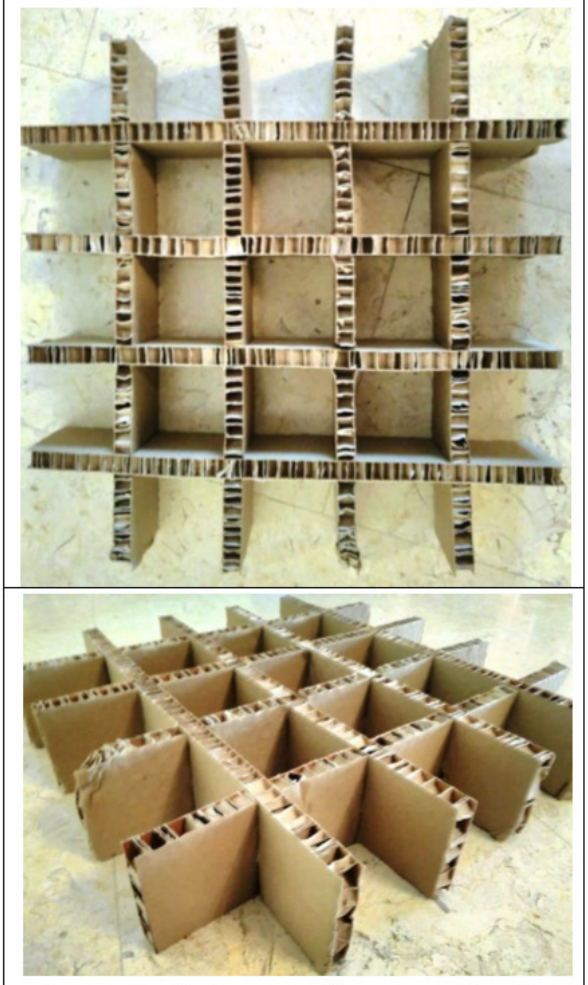
شكل(٧) اختبار انضغاط كونتر طبقات

شكل(٨) اختبار انضغاط الكرتون

ونظرًا لهذه النتيجة الغير مرضية لإختبار مقاومة الإنضغاط في الوضع الأفقي، فقد أدي ذلك إلى اللجوء إلى وضع جديد لنفس العينة يتحمل قوة إنضغاط أعلى من السابق، وكان هذا الوضع هو الوضع الرأسي.

٤-٣ إختبارات مقاومة الإنضغاط في الوضع الرأسي للعينة:

تم تصنيع العينة الموضحة بشكل ٩ من نفس عينة الكرتون السابقة، بإرتفاع حوالي ٧سم ومقاس إجمالي حوالي ٤١سم ×٤١سم والمقاس الداخلى لكل وحدة ٧سم×٧سم (مقاس المربع الداخلي)، وذلك لإجراء اختبار مقاومة الإنضغاط عليها في الوضع الرأسي ، وتم التجميع عن طريق استخدام تعشيقة نصف على نصف بالتقاطع في الحرف، وهي التعشيقة المستخدمة في العديد من منتجات وقطع الأثاث الخشبية. وقد حققت العينة مقاومة هائلة للإنضغاط ، إذ تحملت وزنًا مقداره ٩٥٠كجم، وذلك دون أن يحدث لها أي إنهيار يُذكر الأمر الذي يمكن معه إستخدام وحدات من الكرتون بالكيفية المذكورة (تعشيق الكرتون نصف على نصف بالتقاطع في الحرف) في الأغراض التي تتطلب تحمل أوزان كبيرة كالمقاعد على سبيل المثال. ويبين شكل ٩ عينة الكرتون وطريقة تعشيقها معًا، بينما شكل١٠ يبين العينة أثناء اختبار مقاومة الإنضغاط فى الوضع الرأسي للعينة.



شكل (٩) يبين عينة الكرتون وطريقة تعشيقها معًا

شكل(١٠) يبين العينة أثناء اختبار مقاومة الإنضغاط فى الوضع الرأسي

٤-٤إختبار مقاومة الخرق والتفجير:

حققت العينة ما فاق كل التوقعات، إذ حققت الحد الأقصى لهذا الإختبار كما نصت عليه المواصفه (٢٠١٨/١٠٤٧) المختصة بإختبارات الثقب والتفجير للكرتون ومقدارة ٣٥٠كجم.سم . وقد أُجريت هذه الإختبارات بمعامل كلاً من:

- الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة – الأميرية – القاهرة.
- المعهد القومي للقياس والمعايرة – الهرم – الجيزة

ونظرًا لما حققته عينة الكرتون من نتائج هائلة أصبح من الضرورى تعظيم الإستفادة من الورق المقوى (الكرتون) وتطوير استخداماته من كونه يستخدم فى مجال التعبئة والتغليف، إلى استخدامه كمادة هيكلية أو مسطحة، يمكن بواسطتها تنفيذ نماذج من الأثاث لها طبيعة بيئية مستدامة قابلة للتطبيق العملى، لإنها وفقًا لتعريف «سيم فان دير ريان وستيوارت كوان» للتصميم البيئي تُعد شكل من أشكال التصميم التي تُحد من التأثيرات المدمرة للبيئة (مخلفات الكرتون) عن طريق دمجها في الأنشطة الحياتية . (٨)

٥- الإستدامة في تصميم وتنفيذ الأثاث :

الإستدامة هي ضمان حصول البشر على فرص التنمية، دون التغاضي عن حق الأجيال المقبلة، وهناك بعض الأسس والمبادئ التي يجب مراعاتها في العملية التصميمية والتي تتمثل في:

- استخدام المواد ذات الآثار السلبية المحدودة كالمواد المعاد تدويرها والتي تتطلب طاقة أقل لإستخدامها.
- توفير عاملين هامين هما الكفاءة والإحتمال في المواد المستخدمة.
- التصميم تبعا لمبدأي إعادة التدوير وإعادة الإستخدام.
- التخلص من المخلفات بدون التأثير السلبي على البيئة ومعالجة المخلفات بما يخدم النظام البيئي.

ويقصد بالإستدامة تكامل الأنظمة الطبيعية مع الأنماط الإنسانية لتحقيق الإستمرارية والإستثمار المقتصد للموارد الطبيعية وتعظيم العائد الناتج عنها، حيث تنقسم الإستدامة إلى استدامة بيئية تتضمن الأنظمة البيئية وخدماتها كمعالجة النفايات والتقليل من استخدام الطاقة والموارد الطبيعية، والإستدامة التكنولوجية التي تتمثل في دمج العلوم لتحقيق الإستدامة من خلال تحوير الموارد إلي منتجات مفيدة متوافقة بيئيًا بتصميمات معاصرة .(٩) وللحد من نفايات الورق المقوى والحفاظ على طول عمر البيئة المستدامة ، لابد من وجود نهج مبتكر لهذه الخامة القابلة لإعادة التدوير وتحويلها إلى منتج ملموس. وبناءً على استكشاف طبيعة المواد وفكرة Eco-Design أو التصميم الإيكولوجي

المستدام ، تم تطوير الورق المقوى (الكرتون) ليصبح وحدات أثاث متوافقة مع معايير الإستدامة، ويتم ذلك بطرق مختلفة وأفكار تصميمية متعددة وفقًا لطبيعة الإستخدام، وفيما يلي نستعرض بعض النماذج التصميمية من قطع الأثاث ، والتي تم تنفيذها بالكرتون المعاد تدويره.

٦- نماذج تصميمية مختلفة من الكرتون :

شكل (11) يبين مجموعة من المقاعد والمناضد تم تصنيعها بتكديس طبقات من الورق المقوى (الكرتون) وتقطيعها إلى الشكل والسمك المطلوب ولصقها معا، وقد ساعدت تكنولوجيا الحاسب الآلي المتمثلة في التصميم والتصنيع بإستخدام الحاسب الآلي المستخدمة في مجال صناعة الأثاث CAD/CAM في دقة التقطيع والتجميع للوصول بالمنتج إلي صورته النهائية ، كما يساعد استخدام خامة الكرتون فى هذه النماذج في تقليل تكلفة الإنتاج ومن ثم يعزز الاستدامة في تصميم المنتج.

شكل (12) يبين مجموعة من المقاعد والمناضد تم تصنيعها عن طريق تعشيق قطع الكرتون بالمقاسات المطلوبة وتعشيقها معًا، بتعشيقة نصف على نصف، وقد ساعدت برامج الحاسب الآلي في عمل التكوينات الهندسية المعقدة وكذلك اختبار المجسمات وقوة تحملها قبل تنفيذها على الطبيعة .

ومما سبق نجد أنه يتعين على المصممين في البداية إدراك أن التصميم أصبح مرة أخرى وسيلة لتنظيم العالم وليس فقط لتشكيل المنتجات (١٠). وأنه يجب على المصممين أن يتسموا بالتحدي لمواجهة مشكلات البيئة والتى من أهمها الإستخدام الفعال للموارد الطبيعية، وإدارة النفايات البشرية، وتعزيز النمو الاقتصادي المستدام .

٦ . النتائج:

١. يمكن إستثمار عشرات الأطنان من المخلفات الورقية على إختلاف أنواعها فى إنتاج الطبقات الداخلية (الطبقة المموجة) لبعض أنواع الكرتون التى يمكن إستخدامها كخامات بديلة بشكل فعال خاصة المنتجات ذات الطبيعة الوظيفية كقطع الأثاث، الأمر الذى يسهم فى الحفاظ على البيئة و يحقق التنمية المستدامة .
٢. أوضحت الدراسات و الإختبارات المعملية إمكانية إستخدام أشكال و تركيبات هندسية معينة من بعض أنواع الكرتون فى تنفيذ عدد من المنتجات و وحدات و قطع الأثاث المتنوعة و المتعددة الأغراض ، نظراً لما تتمتع به تلك التركيبات من قدرات عالية و خواص ميكانيكية مميزة .
٣. يسمح تطبيق الوسائل التكنولوجية المتقدمة التي تدعم عملية تصميم الأثاث المصنوع من الورق المقوى بتحسين العملية الكاملة لإنشاء تصميم مستدام.
٤. تساهم صناعة الأثاث من الكرتون في توفير الأخشاب (الحماية البيئية والخضراء) وتوفير المياه والطاقة والتخلص من النفايات.

٧- التوصيات:

١. يوصى البحث بضرورة إنشاء المصانع والكيانات المختصة بإعادة تدوير المخلفات الورقية و تفعيل دورها المجتمعى فى سبيل تحقيق التنمية المستدامة .

٢. يوصى البحث بضرورة إبرام إتفاقيات التعاون المشترك بين مختلف كليات الفنون ومصانع إعادة تدوير المخلفات الورقية لإستغلال الكم الهائل من المخلفات الورقية على إختلاف أشكالها و أنواعها، و الناتجة عن مختلف الأنشطة الخاصة بكليات الفنون ، فى إنتاج الكرتون و الذى يمكن إستخدامه فى إنتاج و تنفيذ العديد من المنتجات الوظيفية وقطع الأثاث المتعددة الأغراض .

٣. ضرورة تنظيم بعض الندوات التثقيفية وورش العمل لتعريف النشء و طلاب المدارس و الجامعات بأهمية عمليات إعادة التدوير فى الحفاظ على البيئة و خاصة إعادة تدوير المخلفات الورقية ، مع توضيح المجالات المتنوعه و الأغراض المتعددة التى يمكنها تحقيق القدر الكبير من الإستفادة منها .

٨-المراجع:

1. Hafez,Tamer, www.pressreader.com/egypt/business-monthly-egypt/20170201/281505045963462 A struggling local industry fails to meet spiking demand, 2017.
2. (Leblanc, Rick, www.thebalancesmb.com/an-introduction-to-paper-recycling-4036123 Introduction to paper recycling, 2019
3. Elzbon, Islam, www.mawdoo3.com/ إعادة تدوير الورق ,2015
4. Rinkesh, www.conserve-energy-future.com/cardboard-recycling.php ,2019
5. www. earth911.com/recycling-guide/how-to-recycle-cardboard/
6. Rinkesh, Ibid

7 مقابلة شخصية مع الكيمياني ثراء شكرى رئيس قطاع البحوث والتطوير بشركة راكتا لصناعة الورق سابقًا

8. Van der Ryn S, Cowan S “Ecological Design”. Island Press, p.18 (1996).
9. Edward,B “Green Architecture”, Jon Wiley and Sons, London. P76 (2001)
10. Clive Dilnot, “Design as a Society Significant Activity: An Introduction”, Design studies 3:2. pp.144 (1982)

EGYPTIAN ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION &QUALITY (EOS)

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

مركز ضبط جودة الإنتاج الصناعى
الإدارة العامة للاختبارات الكيماوية ومواد التشييد

تقرير نتائج اختبار عينة (كرتون)

الجهة الوارد منها العينة	محمد محيى الدين محمود	تاريخ دخول العينة	٢٠٢٠/١/١٦
العينة المقدمة	عينة كرتون	المعمل المختص	الأثاث و الأخشاب
الرقم الكودى/السرى	ك/خ/١/٢٠٢٠	عدد صفحات التقرير	١
متطلبات العميل	إجراء اختبارات مقاومة الضغط – مقاومة الشد – الخرق طبقا لمتطلبات العميل .	تاريخ إصدار التقرير	٢٠٢٠/ ١/١٩

تم إجراء الفحوص والاختبارات على العينة المقدمة بمعرفتكم طبقا لمتطلبات العميل (مقاومة الضغط – مقاومة الشد – الخرق)
وكانت نتائج الاختبارات كالاتى :

الاختبار	النتيجة
١- مقاومة الضغط	٠.٤ نيوتن/مم٢
٢- مقاومة الشد	٠.٥ نيوتن/مم٢
٣- الخرق	٣٥٠ كجم . سم

هذا وتجدر الإشارة إلي إن نتائج اختبارهذة العينة لا تمثل إلا نفسها ولا يعتد بها لاعتماد إنتاج كمي او في الممارسات أو التوريدات أو التصدير ولا يعتد بها كشهادة مطابقة .

المدير العام
ك/ هشام مصطفى محمد

رئيس القسم
٢٠٢٠/١/١٩

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة
التاريخ ٢٠٢٠/١/٢٢
رقم الصادر/ ١٦٤ مرفقات

16 Tadreeb El-Modarrebeen St., Ameriya. CAIRO - EGYPT
Departments Service :22845522 / 22845524
Fax: 22845504
E-mail :moi@idsc.net.eg

١٦ شارع تدريب المدربين - الأميرية - القاهرة
خدمة الإدارات: ٢٢٨٤٥٥٢٢ / ٢٢٨٤٥٥٢٤
الفاكس : ٢٢٨٤٥٥٠٤