دور الصيانة الخضراء في تقليل البصمة البيئية للأثاث.

مي محمد سعيد زهرى
معيدة بقسم التصميم الداخلي والأثاث
كلية فنون تطبيقية جامعة حلوان
Maimohamed2@a-arts.helwan.edu.eg
أ.د. أشرف حسين إبراهيم
أستاذ التصميم البيئي بقسم التصميم الداخلي
والأثاث - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
ashrahus@gmail.com
أ.د. مها محمد إمام الحلبي
أستاذ التصميم الداخلى والأثاث –
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
Mahaelhalaby@gmail.com

المستخلص:

تتناول هذه الدراسة دور الصيانة الخضراء في تحسين استدامة الأثاث وتقليل تأثيره البيئي السلبي. انطلاقًا من المشكلات البيئية الناتجة عن تصميم الأثاث، مثل استنزاف الموارد الطبيعية وزيادة النفايات، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ممارسات الصيانة الخضراء وتأثيرها على إطالة عمر الأثاث وخفض بصمته الكربونية. اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي لإجراء مراجعة شاملة للأدبيات ذات الصلة بالأثاث البيئي.

تشير النتائج الأولية إلى أن تبني مؤشرات الصيانة الخضراء في قطاع الأثاث، مثل استخدام المواد المستدامة وتحسين كفاءة الطاقة، يسهم بشكل كبير في تقليل البصمة البيئية. إذ تساعد هذه الممارسات في تقليل استنزاف الموارد الطبيعية من خلال إعادة تدوير المواد وتقليص النفايات الناتجة عن التخلص من الأثاث القديم والذي يبدأ في مرحلة تصميم الأثاث. علاوة على ذلك، يسهم تحسين كفاءة الطاقة في دورة حياة الأثاث

تاريخ استلام البحث: 2025/2/17 تاريخ إجازة البحث: 2025/4/7

رغم الفوائد الواضحة للصيانة الخضراء، تواجه تحديات مثل التكلفة العالية. توصي الدراسة بوضع معايير إلزامية وتشجيع توعية المستهلكين بفوائد المنتجات المدعومة بالصيانة الخضراء. كما تؤكد على أن الصيانة الخضراء تعزز الكفاءة الاقتصادية والبيئية، وتدعو للتعاون بين الحكومة والشركات لتحقيق أهداف الاستدامة في تصميم الأثاث وصيانته.

الكلمات المفتاحية:

الصيانة الخضراء؛ الأثاث المستدام؛ البصمة البيئية؛ دورة حياة الأثاث.

تمهيد:

يرتبط مفهوم الصيانة الخضراء ارتباطًا وثيقًا بالمبادئ الحديثة للاستدامة البيئية، التي تركز على تحقيق التوازن بين التقدم الصناعي والحفاظ على البيئة. يتطلب ذلك تنفيذ ممارسات صديقة للبيئة تشمل تحسين كفاءة الطاقة، استخدام مواد قابلة لإعادة التدويرفي مرحلة التصميم ، وتقليل النفايات. يعتبر تطبيق هذه الممارسات في قطاع الأثاث من الأولويات الحيوية نظرًا لحجم استهلاك الموارد وتأثيرها على البيئة.

تركز الصيانة الخضراء في صناعة الأثاث على عدة جوانب رئيسية:

1. تقليل استنزاف الموارد الطبيعية: من خلال استخدام مواد بديلة ومستدامة.
2. تحسين كفاءة الطاقة: في عمليات التصميم والصيانة.
3. إعادة تدوير المنتجات: بهدف تقليل النفايات الناتجة عن التخلص من الأثاث القديم.

بناءً على ذلك، تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف السبل التي يمكن من خلالها تبني ممارسات الصيانة الخضراء لتحسين استدامة الأثاث وتعزيز وعي الشركات والمستهلكين بمزاياها الاقتصادية والبيئي.

هدف البحث:

1. معرفة مبادئ الصيانة الخضراء وتطبيقاتها في صناعة الأثاث.
2. تحليل تأثير ممارسات الصيانة الخضراء على إطالة دورة حياة الأثاث.
3. رصد أثر الصيانة الخضراء على تقليل النفايات والانبعاثات البيئية.
4. اقتراح استراتيجيات لتوسيع تطبيق ممارسات الصيانة الخضراء في قطاع الأثاث.

أهمية البحث:

تعد الصيانة الخضراء نهجًا أساسيًا لتحسين استدامة صناعة الأثاث من خلال تقليل استنزاف الموارد الطبيعية والانبعاثات البيئية. يهدف البحث إلى تعزيز تبني هذه الممارسات لتقليل التكاليف طويلة الأجل وتحسين الكفاءة الإنتاجية، مما يدعم جهود الاستدامة العالمية في قطاع الأثاث

مجال البحث:

مجال تصميم الأثاث البيئي .

منهج البحث:

المنهج الوصفي التحليلي: مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة، تحليل البيانات البيئية والاقتصادية والاجتماعية والإدارية المتعلقة بتطبيق مؤشرات الصيانة الخضراء.

الدراسات السابقة:

1. **دراسة 1: Green furniture: Sustainability, consumer choice, and market analysis in an evolving landscape**

تناولت هذه الدراسة أهمية الأثاث المستدام كعنصر أساسي في تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية، مشيرة إلى ضرورة إشراك جميع أصحاب المصلحة في تشكيل ممارسات الاستدامة والتأثير عليها. ركزت الدراسة على تحليل العوامل المؤثرة في سلوك المستهلك، مع التركيز على دوافع تبني الأثاث المستدام ودور الحكومات والشركات في دعم هذا التوجه. باستخدام دولة الإمارات العربية المتحدة كدراسة حالة، قامت الدراسة بتقييم الجوانب الإيجابية والسلبية للاستدامة في الأثاث (Darwish, 2023).

2. **دراسة 2: Promoting environmentally sound furniture by green public procurement. Ecological Economics**

تشير الدراسة إلى أن المشتريات العامة الخضراء تُعتبر وسيلة فعّالة لتعزيز تصميم المنتجات البيئية وتحفيز الشركات على تصنيع منتجات ذات تأثير بيئي منخفض. في مجال الأثاث، تتركز التأثيرات البيئية بشكل رئيسي في مراحل الإنتاج والتخلص من المنتج، بينما تكون محدودة أثناء الاستخدام. تم استخدام أداة اختيار RPS (الملاءمة - الإمكانية - القدرة على التوجيه) لتقييم معايير وضع العلامات البيئية للأثاث، و توضح أهمية تضمين الجوانب البيئية الرئيسية في المشتريات العامة، مما يسهم في تحفيز التصميم البيئي المستدام للأثاث

3. **دراسة 3: Green innovation and competitive advantages in a furniture industrial cluster: A survey and structural model**

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة كيفية دعم الابتكار الأخضر للميزة التنافسية في شركات الأثاث. شملت الدراسة 245 شركة، وتم جمع البيانات من 98 شركة باستخدام مسح وتحليل بواسطة نمذجة المعادلات الهيكلية. أظهرت نتائج الدراسة أن الابتكار الأخضر الذي يركز على التشغيل والعملية لا يؤثر بشكل إيجابي على الممكنات التنافسية، لكنه يعزز المزايا التنافسية. من جهة

أخرى، الابتكار الأخضر الذي يركز على المنتج والعملاء والكفاءة البيئية يسهم بشكل إيجابي في الممكنات التنافسية. كما تبين أن العوامل التنافسية المتعلقة بالمنتج والعملاء والكفاءة البيئية لها تأثير إيجابي على الميزة التنافسية. (Sellitto, Camfield, & Buzuku, 2020)

تلخص الدراسات الثلاث أهمية الأثاث المستدام في تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية، مع التركيز على دور المستهلكين والحكومات والشركات في دعم هذا التوجه. تشير الدراسات إلى أن المشتريات العامة الخضراء والابتكار الأخضر يمكن أن يحفزا التصميم البيئي ويعززا المزايا التنافسية لشركات الأثاث، خاصة عندما يركز الابتكار على المنتج والعملاء والكفاءة البيئية. ومع ذلك، لم تتناول هذه الدراسات بشكل كافٍ مفهوم الصيانة الخضراء ودورها في تقليل البصمة البيئية للأثاث. لذلك، سيركز هذا البحث على شرح دور وأهمية الصيانة الخضراء ومبادئها في تصميم الأثاث، وكيف يمكن أن تسهم في تعزيز الاستدامة الشاملة وتقليل التأثيرات البيئية.

المقدمة:

مع تزايد المشكلات البيئية العالمية، مثل تغير المناخ، استنزاف الموارد الطبيعية، التلوث البيئي، وتفاقم النفايات، باتت الاستدامة البيئية ضرورة لا غنى عنها في مختلف المجالات الصناعية. الاستدامة لم تعد مجرد مفهوم نظري، بل أصبحت توجهًا عالميًا يسعى إلى إيجاد حلول مبتكرة توازن بين التقدم الصناعي والاحتياجات البيئية. في هذا السياق، برزت الصيانة الخضراء كأحد المحاور الرئيسية لتعزيز الاستدامة، لما لها من قدرة على تحسين كفاءة الموارد، وتقليل التأثيرات السلبية على البيئة، وتعزيز الكفاءة الاقتصادية.

الصيانة الخضراء تعني تبني ممارسات صديقة للبيئة خلال عمليات صيانة المنتجات أو الخدمات، مع التركيز على إطالة دورة حياة المنتج، تقليل النفايات، تحسين كفاءة الطاقة، وتشجيع استخدام المواد المستدامة. هذه المبادئ تصبح ذات أهمية خاصة في قطاع الأثاث، الذي يُعد من أكبر القطاعات استهلاكًا للموارد الطبيعية ويخلف كميات كبيرة من النفايات الصلبة.

يمثل قطاع الأثاث تحديًا بيئيًا كبيرًا بسبب اعتماده على الموارد الأولية مثل الأخشاب، المعادن، والبلاستيك، والتي يتم استنزافها بمعدلات متزايدة. إلى جانب ذلك، فإن التخلص العشوائي من الأثاث القديم يؤدي إلى تراكم النفايات في مكبات القمامة، مما يزيد من انبعاثات الغازات

الدفيئة ويضر بالتنوع البيولوجي. من هنا، تبرز الحاجة الملحة لتبني ممارسات الصيانة الخضراء في هذا القطاع لتحسين استدامته البيئية.

أبعاد الصيانة الخضراء في صناعة الأثاث:

1. **تقليل استنزاف الموارد الطبيعية:**

- استخدام مواد مستدامة مثل الأخشاب المعتمدة من الغابات المُدارة بشكل مستدام أو المواد المعاد تدويرها.
- استبدال المواد التقليدية عالية التأثير البيئي ببدائل صديقة للبيئة مثل البلاستيك الحيوي أو المعادن القابلة لإعادة التدوير.

2. **تحسين كفاءة الطاقة:**

- تطوير تقنيات تصنيع تعتمد على استهلاك أقل للطاقة مع استخدام مصادر طاقة متجددة.
- تحسين التصميم لتقليل الحاجة إلى الصيانة المتكررة وتوفير الطاقة المستهلكة في إصلاح المنتجات.

3. **إعادة تدوير المنتجات:**

- استحداث آليات لجمع الأثاث القديم وإعادة تدويره، مما يقلل من تراكم النفايات الصلبة.
- تصميم منتجات قابلة للتفكيك بسهولة لتسهيل إعادة استخدام مكوناتها.

فلا تقتصر فوائد الصيانة الخضراء على تحسين الأثر البيئي فقط، بل تشمل أيضًا تحسين الكفاءة الاقتصادية للمنتجات. فالأثاث المصمم والمصان وفقًا لمبادئ الصيانة الخضراء يتمتع بعمر أطول، مما يقلل من الحاجة إلى استبداله بشكل متكرر، ويخفض التكاليف على المدى الطويل

<u>أ. مفهوم الصيانة الخضراء وأهميتها في صناعة الأثاث:</u>

أولا: مفهوم الصيانة الخضراء:

- تتوافق الصيانة الخضراء مع استراتيجيات التنمية المستدامة ويتم تعريفها على أنها جعل الصيانة أكثر صداقة للبيئة من خلال ضمان ذلك الصيانة لها آثار بيئية سلبية قليلة مع ضمان الحماية، صحة وسلامة موظفي الصيانة zhang , Chen, Lv, Su, & Wan, 2012, ص 534)
- يتم تعريف قابلية الصيانة الخضراء هنا على أنها استخدام قابلية الصيانة واعتبارات

الاستدامة لتحقيق الإدارة البيئية الخضراء, (Asmone & Chew, 2016)

- هي الصيانة التي تخلو من استخدام ما يضر بالبيئة، سواء من مواد البناء، التي تستعمل أو تستبدل نتيجة ضرر أو تلف وما تستدعيه حالة العنصر، أو من خلال استخدام أدوات الصيانة الصحية بعيدا عن أي منتجات أو مخالفة للبيئة.
- أن الصيانة الخضراء يعني الاستخدام الفعال للموارد مثل الطاقة مع الأهمية التي تولى له الوعي البيئي والمستدام الممارسات للسماح بانبعاثات الكربون المحتملة التخفيض، وخلق عمل أفضل بيئة لتحقيق الإنتاجية المثلى في حين مع الأخذ في الاعتبار دورة حياة المبنى (Kayan, 2017).
- يتم تعريف الصيانة على أنها "جميع الإجراءات الفنية والإدارية والتنظيمية التي تتم أثناء دورة حياة عنصر يهدف إلى الاحتفاظ به أو استعادته إلى الحالة التي يمكنه الأداء فيها الوظيفة المطلوبة ".
- إن الصيانة الخضراء تهتم بتقليل التأثير البيئي بما في ذلك التسرب، والوقاية باستخدام المنتجات القابلة للتحلل، واستخدام المواد التي لها قابلية الترقية أثناء الصيانة وإدارة النفايات وطول عمر المواد المستخدمة.
- الصيانة الخضراء هي وسيلة تكنولوجية حاسمة لتحقيق الاستدامة وتحقيق التخفيضات التي ترتبط باقتصاد إعادة التدوير والتي تشمل أنشطتها دمج مشكلات تصميم المنتج مع مشكلات تخطيط الصيانة والتنفيذ التي تهدف إلى تقليل التأثير البيئي السلبي، مع ضمان صحة وسلامة الموظفين المشاركين من خلال تقليل المخاطر التي تنطوي عليها أثناء أنشطة الصيانة. (Gupta & Thomas, 2017)
- تعنى الصيانة الخضراء بدراسة مؤشرات أداء الصيانة المطلوبة في المباني الخضراء، حيث يختلف تقييم هذا الأداء بناءً على الأنظمة المستخدمة في المبنى، مثل أنظمة إدارة الطاقة، وأنظمة الإضاءة باستخدام الصمامات الثنائية الباعثة للضوء(LED) ، والأسطح الشمسية. هذه الأنظمة تجعل المباني أكثر ابتكارًا واستدامة مقارنةً بالمباني التقليدية.
- قابلية الصيانة الخضراء للمباني هي مفهوم معروف على نطاق واسع يشير إلى تحقيق الأداء الأمثل طوال عمر المبنى مع انخفاض تكلفة دورة الحياة. هو – هي يتضمن استخدام المعرفة

بصيانة المبنى أثناء مراحل تصميم المبنى لضمان ذلك أنظمة البناء قادرة على الصيانة بفعالية وكفاءة دون أي تنازلات من حيث سهولة الصيانة.

- الصيانة الخضراء بأنها اعتماد أسلوب مستدام نهج الإدارة في عمليات الصيانة والأساليب والمواد لتقليلها التلوث، وهي تتسم بالحكمة المالية ويشمل التكامل الاجتماعي.

مفهوم الصيانة الخضراء للأثاث:

- الصيانة الخضراء للأثاث هي منهجية تهدف إلى تقليل الأثر البيئي السلبي لعمليات صيانة الأثاث، مع التركيز على الحفاظ على الموارد الطبيعية واستخدام المواد الصديقة للبيئة. تبدأ هذه العملية من تصميم الأثاث بطريقة تضمن سهولة صيانته وإطالة عمره الافتراضي، من خلال اختيار المواد القابلة لإعادة التدوير أو التحلل الحيوي، والتي تقلل من إنتاج النفايات.
- تدمج الصيانة الخضراء بين الابتكار والاستدامة، حيث يتم تصميم الأثاث بحيث يمكن تفكيكه وإصلاحه بسهولة لتقليل الحاجة إلى الاستبدال الكامل، مما يساهم في تقليل التلوث واستهلاك الموارد. تهدف هذه الصيانة إلى تحقيق الكفاءة الاقتصادية من خلال تقليل تكلفة الصيانة على المدى الطويل، مع ضمان توافقها مع معايير الصحة والسلامة.
- الصيانة الخضراء تتضمن استخدام تقنيات حديثة وإجراءات مستدامة مثل إدارة النفايات الناتجة عن الصيانة بشكل بيئي مسؤول، واستخدام الأدوات والمنتجات التي لا تضر بالبيئة أو بصحة العاملين. كما تسعى إلى دعم الاقتصاد الدائري من خلال إعادة استخدام الموارد وتعزيز الابتكار في تصميم وصيانة الأثاث(Van Nes & Cramer, 2006)
- الصيانة الخضراء للأثاث ليست مجرد عملية تقنية، بل هي فلسفة تعتمد على تحقيق التوازن بين الأداء الوظيفي للأثاث وحماية البيئة، مما يعكس التزامًا طويل الأمد بممارسات التنمية المستدامة في الصناعة.

ب. أهمية الصيانة الخضراء في تقليل البصمة البيئية لتصميم الأثاث:

تلعب الصيانة الخضراء دورًا محوريًا في تقليل البصمة البيئية لتصميم الأثاث، حيث تسهم في إطالة عمر المنتجات وتقليل النفايات والانبعاثات الكربونية. من خلال تحسين كفاءة استخدام المواد الخام واعتماد ممارسات صديقة للبيئة، يمكن للشركات المصنعة تحقيق أهداف الاستدامة البيئية.

البصمة البيئية للأثاث: تعد البصمة البيئية للأثاث مؤشرًا هامًا لقياس التأثيرات السلبية التي يتركها تصنيع واستخدام الأثاث على البيئة، بما في ذلك استهلاك الموارد الطبيعية، وانبعاثات الكربون، وتوليد النفايات. يمكن تحليل البصمة البيئية للأثاث من خلال تقييم دورة حياة المنتج، بدءًا من استخراج المواد الخام، مرورًا بعمليات التصنيع، وصولًا إلى التخلص النهائي منه.

العوامل المؤثرة في البصمة البيئية للأثاث

1. **نوع المواد المستخدمة:**

- المواد الطبيعية مثل الخشب قد تكون أقل ضررًا إذا تم الحصول عليها من مصادر مستدامة.
- المواد الصناعية مثل ألواح الخشب المضغوط (MDF) أو البلاستيك تزيد البصمة البيئية بسبب العمليات الكيميائية والطاقة المستهلكة في تصنيعها.

2. **عمليات التصنيع:**

- تتطلب عمليات التصنيع طاقة ومواد خام، مما يسهم في زيادة الانبعاثات الكربونية والنفايات الصناعية.
- استخدام تقنيات صديقة للبيئة يمكن أن يقلل من هذه التأثيرات.

3. **عمر المنتج وقابليته للصيانة:**

- الأثاث المصمم ليدوم لفترة أطول ويتمتع بقابلية عالية للإصلاح يقلل من الحاجة إلى الاستبدال المتكرر، مما يخفض البصمة البيئية.
- المنتجات التي يتم التخلص منها بسرعة تسهم في زيادة النفايات الصلبة والاستهلاك غير المستدام للموارد.

4. **التخلص النهائي:**

- الأثاث الذي لا يمكن إعادة تدويره أو إعادة استخدامه ينتهي به المطاف في مكبات النفايات، مما يزيد من التلوث البيئي(Braungart & McDonough, 2002)

تأثير الصيانة الخضراء في تقليل البصمة البيئية للأثاث:

تعد الصيانة الخضراء أحد الأساليب الفعالة لتقليل البصمة البيئية للأثاث، حيث تركز على إطالة عمر المنتجات، وتقليل النفايات، والحد من استهلاك الموارد الطبيعية. من خلال تبني

ممارسات صيانة مستدامة، يمكن تقليل التأثيرات السلبية للأثاث على البيئة بشكل كبير

كيف تسهم الصيانة الخضراء في تقليل البصمة البيئية؟

1. **إطالة عمر المنتج:**
   - الصيانة الدورية للأثاث تمنع التلف المبكر وتقلل الحاجة إلى الاستبدال المتكرر، مما يقلل من استهلاك المواد الخام والطاقة المستخدمة في تصنيع منتجات جديدة.
   - إصلاح الأجزاء التالفة بدلاً من استبدالها بالكامل يسهم في الحفاظ على الموارد.
2. **تقليل النفايات:**
   - الصيانة الخضراء تشجع على إصلاح الأثاث بدلاً من التخلص منه، مما يقلل من كمية النفايات الصلبة التي تنتهي في مكبات النفايات.
   - إعادة استخدام الأجزاء القابلة للاسترداد يقلل من الحاجة إلى تصنيع مكونات جديدة.
3. **خفض الانبعاثات الكربونية:**
   - تقليل الحاجة إلى تصنيع أثاث جديد يعني تقليل الطاقة المستهلكة في عمليات التصنيع، مما يؤدي إلى خفض الانبعاثات الكربونية.
   - استخدام مواد صديقة للبيئة في عمليات الإصلاح يقلل من البصمة الكربونية الإجمالية.
4. **تعزيز كفاءة استخدام الموارد:**
   - الصيانة الخضراء تشجع على استخدام مواد معاد تدويرها أو مستدامة في عمليات الإصلاح، مما يقلل من الاعتماد على الموارد الطبيعية الجديدة.

جدول رقم (1) يوضح الاعتبارات والمؤشرات الرئيسية والفرعية الخاصة بالصيانة الخضراء في الأثاث:

الاعتبارات	مؤشرات رئيسية	مؤشرات فرعية
الأداء	تصميم الأثاث الذي يخضع للصيانة الخضراء	○ اعتبارات التصميم من أجل الصيانة استخدام المواد القابلة لإعادة التدوير ○ تحسين استدامة الأثاث من خلال الصيانة والتجديد
	اعتبارات التصنيع والتركيب	○ السلامة الهيكلية متانة المواد المستخدمة في الأثاث جودة التصميم والتصنيع للأثاث المستدام
الانتاجية	اعتبارات تشغيل المواد في صناعة الأثاث	○ سياسات واستراتيجيات استخدام المواد المستدامة في تصنيع الأثاث ○ معايير تصميم وصيانة الأثاث المستدام
الصحة والرفاهية	السلامة والصحة المهنية، راحة المستخدم في الأثاث	○ تدابير الصحة والسلامة المتعلقة بالأثاث

شكل رقم (1) مؤشرات أداء الصيانة الخضراء في الاثاث

مؤشرات الصيانة الخضراء في الأثاث:

أولا: المحور البيئي:

1. **كفاءة استخدام الموارد**

- **استخدام المواد المستدامة والمعاد تدويرها في صيانة الأثاث**: إعادة استخدام الموارد وتدويرها في صناعة الأثاث تعد من الركائز الأساسية للصيانة الخضراء، حيث تسهم في تقليل استهلاك المواد الجديدة وتعزيز الاستدامة البيئية. تمتد جذور هذه الممارسات إلى القرن الثامن عشر عندما بدأ الأفراد في شراء التحف واستعادة الأثاث القديم. واليوم، أصبحت إعادة التدوير وإعادة الاستخدام ممارسة عالمية، تشجع المستهلكين على اختيار الأثاث المستعمل أو تجديد القطع القديمة بدلاً من التخلص منها. تتعدد قنوات الحصول على الأثاث المعاد تدويره، مثل متاجر السلع المستعملة، المزادات، الأسواق التقليدية، والمنصات الإلكترونية. كما يلعب الأثاث الموروث دورًا كبيرًا في تعزيز الاستدامة، حيث يتم تقديره لجودته العالية ومتانته التي تتفوق على المنتجات الجديدة ذات الجودة الرديئة. يُظهر المستهلكون اهتمامًا متزايدًا باستخدام الخامات المستدامة مثل الخشب المعاد تدويره، الذي يتميز بقدرته على التقدم الجيد في العمر وتحمله للاستخدام المطول.

بالإضافة إلى ذلك، تسهم الصيانة المستدامة في إطالة عمر الأثاث من خلال إصلاحه وتجديده، مما يقلل من النفايات. يُعزز هذا النهج من قيمة الأثاث العاطفية والاجتماعية، حيث ترتبط القطع الموروثة أو المعاد استخدامها بذكريات وقصص عائلية تُضيف إلى قيمتها. يمثل هذا التوجه جزءًا من استراتيجية الصيانة الخضراء، التي تدعم الحفاظ على الموارد وتقليل التأثير البيئي للأثاث عبر دورته الحياتية(Baraldi & Waluszewski, 2007)

- **تقليل الهدر الناتج عن عمليات تصميم وإصلاح الأثاث**: يتسبب إنتاج الأثاث الخشبي في توليد كميات كبيرة من المخلفات، بما في ذلك نشارة الخشب، غبار الصنفرة، الألواح الرقيقة، بقايا المسوي، اللحاء، وبقايا الدورات الإنتاجية. هذه المخلفات تتطلب معالجة دقيقة للتقليل من تأثيرها السلبي على البيئة وزيادة الكفاءة الإنتاجية.

تشمل التدابير الأخرى إعادة استخدام المخلفات مثل نشارة الخشب والألواح الرقيقة لإنتاج مواد جديدة مثل الألواح الحبيبية أو استخدام المخلفات كوقود صديق للبيئة. يمكن أيضًا إعادة تدوير الأجزاء التالفة في الأثاث بدلاً من التخلص منها، ما يعزز دورة حياة المواد ويقلل من استهلاك الموارد الطبيعية (Barua, Chowdhury, Mehidi, & Muhiuddin,2014)، موضحًا ذلك في جدول (2)

جدول رقم (2) يوضح المخلفات الخشبية و انواعها.

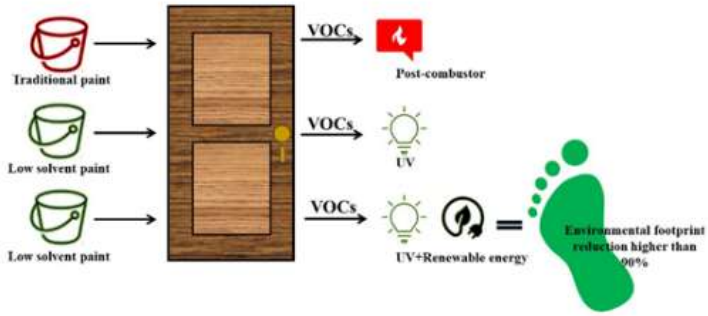
المخلفات الخشبية وأنواعها		
صورة رقم (1) نشارة خشب	**صورة رقم (2) النوى**	**صورة رقم (3) بقايا اللحاء**
كونها نتاجا لجميع عمليات معالجة الأخشاب الميكانيكية، وخاصة المناشر، لا تعتبر عموما مادة لب رئيسية نظرا لصغر حجمها، على الرغم من أنها تثبت أنها مقبولة لتصنيع الحبيبي.	يتم إنتاجها من جذوع الأشجار المقشرة من الخشب الرقائقي، وتباع بشكل عام إلى المناشر أو الخشب أو كرقائق اللب.	يشكل حوالي 10 إلى 22 في المئة من إجمالي حجم السجل اعتمادا على الحجم والأنواع، يمكن أن يمثل في حد ذاته مشكلة خطيرة للتخلص من النفايات ما لم يكن من الممكن استخدامه كوقود أو إزالته قبل تحضير جذوع الأشجار.

2. الحد من النفايات والانبعاثات

- **<u>تقليل النفايات أثناء الإنتاج والصيانة</u>:** يمكن تحقيق ذلك من خلال عدة خطوات متكاملة. بدايةً، يعتمد تصميم الأثاث المستدام على استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير مثل الخشب المعتمد من مصادر مستدامة والأقمشة الحيوية، مع التركيز على تسهيل تفكيك وإعادة استخدام الأجزاء لتقليل الفاقد. في مرحلة التصنيع، يمكن تبني تقنيات التصنيع الذكية مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد لتقليل الهدر وهي تقنية أثبتت الدراسات أنها

تقلل النفايات بنسبة تصل إلى 50%. بالإضافة إلى ذلك، يعد اختيار مواد التنظيف الطبيعية في الصيانة الدورية خطوة رئيسية لتقليل الأثر البيئي، مع التركيز على إصلاح الأجزاء المعيبة بدلاً من استبدال المنتج بأكمله. تُعتبر إعادة التدوير وإعادة الاستخدام حجر الزاوية في هذا النهج، من خلال استرجاع المنتجات في نهاية العمر وإعادة تصنيعها، ما يقلل النفايات الصناعية بنسبة كبيرة.

- **اختيار الدهانات والتشطيبات التي تحتوي على مستويات منخفضة من المركبات العضوية: المركبات العضوية المتطايرة**، وهي مواد كيميائية تتبخر بسهولة وتُطلق غازات ضارة، تُعتبر من العوامل المساهمة في تلوث الهواء الداخلي ولها تأثيرات سلبية على صحة الإنسان والبيئة. يُمكن تقليل هذه التأثيرات من خلال استخدام دهانات معتمدة بملصقات بيئية مثل "Green Seal" التي تضمن مستويات منخفضة من الانبعاثات. كما أن التشطيبات المائية تُعد بديلًا مثاليًا للدهانات التقليدية القائمة على المذيبات، حيث تقلل من الانبعاثات الضارة بشكل كبير. (Ayrilmis, 2022)



صورة رقم (4) صورة توضح تأثير الدهانات التقليدية والدهانات منخفضة المركبات العضوية على البيئية

جدول ررقم (3) يوضح مقارنة ما بين الطلاء التقليدي والطلاء المعتمد على مذيبات أقل أو طلاء المسحوق.

العنصر	الدهانات التقليدية	الدهانات المستدامة ذات مذيبات أقل
المكونات	تحتوي على مركبات عضوية متطايرة (VOC) ومذيبات كيميائية	تعتمد على مكونات صديقة للبيئة وخالية من المذيبات
التأثير البيئي	تسبب انبعاثات كيميائية ضارة تؤدي إلى تلوث الهواء وزيادة التغير المناخي	تقلل الانبعاثات الكربونية ولا تنتج عنها روائح كيميائية قوية
الأثر الصحي	مرتبطة بمخاطر صحية مثل أمراض الجهاز التنفسي والتأثيرات السرطانية	آمنة للاستخدام وصديقة للصحة العامة
الجودة والمتانة	تمنح لمسة نهائية متينة وبراقة لكنها تفتقر إلى الاستدامة	تتمتع بمتانة عالية وتقلل من تأثير عوامل البيئة
استهلاك الطاقة	تتطلب طاقة إضافية للتجفيف والتشطيب	موفرة للطاقة بفضل عمليات الطلاء والتجفيف بالأشعة فوق البنفسجية
التكلفة	أقل تكلفة في البداية، ولكن ذات تأثير بيئي وصحي مرتفع	اقتصادية على المدى الطويل نظرًا لانخفاض استهلاك الطاقة وقلة الصيانة المطلوبة
التطبيقات	**الأثاث التقليدي والمشاريع ذات التكلفة**	**الأثاث الحديث المصمم لتقليل التأثير البيئي**

ثانيا: الجانب الاقتصادي:

1_ الكفاءة المالية:

- **كفاءة استخدام الموارد والطاقة:** الصيانة الخضراء نهج حديث يهدف إلى تقليل استهلاك الموارد الطبيعية والطاقة، والحد من النفايات الناتجة عن صناعة الأثاث. من أبرز الممارسات في هذا المجال استخدام المواد المستدامة مثل الأخشاب المعتمدة من مجلس الإشراف على الغابات(FSC) ، والمواد المعاد تدويرها، والتي تسهم في تقليل الاعتماد على الموارد الطبيعية المستنزفة(Moussa & Moshref, 2020)

تصميم الأثاث القابل للتفكيك والإصلاح يمثل جانبًا مهمًا في تعزيز استدامة الموارد، حيث يمكن إصلاح الأجزاء التالفة بسهولة بدلاً من التخلص من الأثاث بأكمله. على سبيل المثال، يمكن تصميم الطاولات أو الكراسي بحيث تتكون من أجزاء قابلة للاستبدال أو الترقية، مما يطيل عمرها ويقلل من تكاليف الصيانة(Forest Stewardship Council, n.d) علاوة على ذلك، تلعب

تقنيات التصنيع الحديثة دورًا بارزًا في تحسين كفاءة الطاقة، حيث تعتمد العديد من الشركات على مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح في عمليات الإنتاج. هذه التحسينات لا تقلل فقط من انبعاثات الكربون، لكنها أيضًا تُقلل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل. يُعتبر إعادة تدوير الأثاث جزءًا أساسيًا من الصيانة الخضراء، حيث يتم تفكيك الأثاث القديم لاستعادة المواد الخام مثل المعادن والخشب، وإعادة استخدامها في صناعة منتجات جديدة.

ميزانية الصيانة: تشير إلى التكاليف المالية المخصصة للحفاظ على الأثاث وإطالة عمره الافتراضي. في ضوء الصيانة الخضراء، يجب أن تراعي الميزانية (**تكاليف المواد الصديقة للبيئة-تكاليف إعادة التدوير-تكاليف التدريب-تكاليف التقييم الدوري)**

جدول رقم (4) يوضح المبادئ المتبعة لتحقيق ميز انية صيانة الأثاث.

تكاليف المواد الصديقة للبيئة	تكاليف إعادة التدوير	تدريب العاملين	تكاليف التقييم الدوري
استخدام مواد مستدامة مثل الخشب المعتمد من FSCأو المواد المعاد تدويرها. قد تكون التكلفة الأولية أعلى، لكنها توفر تكاليف طويلة المدى بسبب متانتها وقابليتها للإصلاح	تخصيص جزء من الميزانية لإعادة تدوير الأجزاء التالفة بدلاً من التخلص منها. يساعد هذا في تقليل النفايات والحفاظ على الموارد الطبيعية	تدريب العاملين على تقنياتالصيانة الخضراء لضمان تنفيذها بشكل صحيح. يشمل ذلك استخدام المواد الصديقة للبيئة وفهم عمليات إعادة التدوير	إجراء تقييم دوري للأثاث لتحديد المشكلات مبكرًا وتقليل تكاليف الإصلاحات الكبيرة. يشمل ذلك فحص استهلاك الطاقة وفحص المواد للتأكد من صلاحيتها

- **الابتكار في استخدام المواد:** يشير إلى تطوير وتطبيق مواد جديدة أو تحسين المواد الحالية لتكون أكثر استدامة وفعالية في تصميم الأثاث. هذا يشمل:

1. **استخدام مواد صديقة للبيئة** :مثل المواد المعاد تدويرها أو المواد القابلة للتحلل.
2. **تحسين كفاءة المواد** :لتقليل الهدر وزيادة متانة الأثاث.
3. **دمج التكنولوجيا** :مثل استخدام مواد ذكية يمكنها تغيير خصائصها (مثل تغيير اللون أو الشكل.

العوامل التي تؤثر على الابتكار في استخدام المواد:

أولا: العوامل البيئية:

- **الضغوط البيئية** :مثل تغير المناخ، نضوب الموارد الطبيعية، وزيادة النفايات. هذه الضغوط تدفع المصممين والشركات إلى البحث عن مواد أكثر استدامة.
- **القوانين البيئية** :العديد من الدول تفرض قوانين صارمة تتعلق بالاستدامة، مثل تقليل انبعاثات الكربون وإدارة النفايات. هذه القوانين تشجع على استخدام مواد صديقة للبيئة.

ثانيا: العوامل الاقتصادية:

- **تكلفة المواد** :البحث عن مواد أقل تكلفة وأكثر استدامة، مثل استخدام بقايا الخشب أو البلاستيك المعاد تدويره.
- **طلب السوق** :مع زيادة وعي المستهلكين بأهمية الاستدامة، يزداد الطلب على الأثاث الصديق للبيئة، مما يشجع الشركات على الابتكار.(Bovea&Perez, 2012)

ثالثا: العوامل التكنولوجية:

- **تطوير مواد جديدة** :مثل المواد القابلة للتحلل أو المواد الذكية التي يمكنها تغيير خصائصها
- **التصميم بمساعدة الحاسوب** :**(CAD)** لتحسين كفاءة استخدام المواد وتقليل الهدر في التصنيع.

1. تدقيق الأداء

1. **معايير الإنتاجية:** تشير إلى الكفاءة والفعالية في استخدام الموارد (مثل المواد، الطاقة، والوقت) أثناء عمليات التصنيع والصيانة. في سياق الصيانة الخضراء، يتم قياس الإنتاجية بناءً على (تقليل الهدر -تقليل استهلاك الطاقة- إطالة عمر المنتج).

أثر معايير الإنتاجية على تصميم الأثاث:

أ. **تحسين كفاءة التصميم: تصميم معياري** :يسمح بتصنيع أجزاء الأثاث بشكل منفصل، مما يقلل الهدر، تصميم **بسيط** :تقليل التعقيد في التصميم لتسهيل التصنيع والصيانة.

ب. **زيادة متانة الأثاث: استخدام مواد عالية الجودة** :لضمان إطالة عمر الأثاث. **تصميم قابل للإصلاح** :لتقليل الحاجة إلى الاستبدال الكامل

ت. **تقليل الأثر البيئي: تقليل النفايات و انبعاثات الكربون:** من خلال تحسين كفاءة المواد.

ثالثا: الإدارة:

1. **عمليات التشغيل والصيانة**: استراتيجية الصيانة: تخصيص الموارد المالية لضمان صيانة مستدامة للأثاث، مع تقليل التكاليف طويلة المدى. يتم ذلك من خلال تحقيق التوازن بين الأداء البيئي والتكلفة المالية من خلال تحسين كفاءة الصيانة وتقليل الهدر
2. نظرة عامة على تحليل تكلفة دورة الحياة (LCCA) في تصميم الأثاث: هو أداة تُستخدم لتقييم الجدوى الاقتصادية للأثاث في ضوء الصيانة الخضراء. يتم ذلك من خلال حساب التكاليف طوال دورة حياة الأثاث، بما في ذلك التصميم، التصنيع، التشغيل، الصيانة، والتخلص النهائي.

تكلفة دورة الحياة=

تكلفة رأس المال +تكاليف التشغيل +تكاليف الصيانة +تكاليف التخلص-القيمة المتبقية.

جدول رقم (5) يوضح تكاليف دورة حياة الأثاث.

المكون	التحليل	أمثلة على الأثاث المستدام
التكاليف الرأسمالية الأولية	تكاليف التصميم والتصنيع والمواد الأولية. في الأثاث الأخضر، تكون هذه التكاليف أعلى عادةً بسبب استخدام مواد وتقنيات مستدامة.	الخشب المعتمد من FSC. المواد المعاد تدويرها .التقنيات الموفرة للطاقة.
تكاليف التشغيل	تكاليف الطاقة والمياه والصيانة خلال عمر الأثاث. في الأثاث الأخضر، يتم تقليل هذه التكاليف من خلال تحسين الكفاءة.	استخدام مواد عالية الكفاءة.، تصميم الأثاث ليكون موفرًا للطاقة (مثل الأثاث الذكي).
تكاليف الصيانة	تكاليف الصيانة الدورية والإصلاحات. في الأثاث الأخضر، يتم تقليل هذه التكاليف من خلال تحسين متانة الأثاث وقابليته للإصلاح.	-تصميم الأثاث ليكون قابلًا للإصلاح (مثل التصميم المعياري). استخدام مواد متينة تقلل الحاجة للصيانة.
تكاليف التخلص	تكاليف إدارة النفايات عند نهاية عمر الأثاث. في الأثاث الأخضر، يتم تقليل هذه التكاليف من خلال تحسين قابلية إعادة التدوير وإعادة الاستخدام (Lieder &. Rashid, 2016)	-تصميم الأثاث ليكون قابلًا لإعادة التدوير. -إعادة استخدام المواد في تصنيع أثاث جديد. -إعادة بيع الأجزاء القابلة لإعادة الاستخدام.

2. **التصميم:**

- تصميم الأثاث لقابلية الصيانة: (Design for Maintainability) يُعد أحد المبادئ الأساسية في التصميم المستدام، حيث يهدف إلى إطالة عمر المنتج من خلال تسهيل عمليات الصيانة والإصلاح. في سياق الأثاث، يُعتبر هذا المبدأ جزءًا من استراتيجيات الصيانة الخضراء (Green Maintenance) التي تسعى إلى تقليل البصمة البيئية من خلال تقليل النفايات، واستهلاك الطاقة، والمواد الخام.
- **مبادئ تصميم قابلية الصيانة:**

1) **التصميم المعياري** :(Modular Design) يُعتبر أحد الأساليب الفعالة لتحسين قابلية الصيانة. من خلال تقسيم الأثاث إلى وحدات مستقلة، يمكن استبدال الأجزاء التالفة دون الحاجة إلى استبدال المنتج بالكامل . (Van Nes & Cramer, 2006)

2) **استخدام مواد قابلة للإصلاح** :اختيار المواد التي يمكن إصلاحها بسهولة، مثل الخشب الصلب بدلاً من الخشب الرقائقي، يزيد من قابلية الصيانة. فإن استخدام المواد القابلة للإصلاح يقلل من التأثير البيئي بنسبة تصل إلى 25.%.

دور الاختبار في التصميم القابل للصيانة: الاختبار هو عملية تقييم الأنظمة والمنتجات لضمان كفاءتها وسلامتها وفقًا للمواصفات المطلوبة. في سياق التصميم القابل للصيانة،

جدول رقم (6) يوضح أنواع الاختبارات وعلاقتها بالتصميم القابل للصيانة:

أنواع الاختبارات	العلاقة بالتصميم لقابلية الصيانة	الاثر	مثال في الأثاث
الاختبار التشخيصي	يساهم في اكتشاف الأعطال المحتملة وتحديد الأجزاء المعيبة في مرحلة التصميم.	يقلل من وقت التوقف عن العمل ويزيد من كفاءة الصيانة.	اختبار مفاصل الأثاث للتأكد من أنها قابلة للإصلاح أو الاستبدال بسهولة.
الاختبار التنبؤي	يساعد في توقع الأعطال المستقبلية بناءً على البيانات المستخلصة من أجهزة الاستشعار أو الاختبارات الأولية.	يمنع الأعطال المفاجئة ويوجه نحو صيانة استباقية.	استخدام مواد ذات متانة معروفة يمكن توقع تلفها بعد فترة زمنية معينة، مما يسمح بتصميم أجزاء قابلة للاستبدال بسهولة.

اختبار الأداء الوظيفي	يضمن عمل الأنظمة الأساسية بكفاءة، مثل مفاصل الأثاث	يحسن من راحة وسلامة المستخدمين ويقلل من التكاليف التشغيلية.	اختبار متانة الأثاث تحت ظروف تشغيلية مختلفة لضمان أنه يمكن صيانته.

4. الجانب الصحي: صحة وسلامة المستخدمين:

جدول رقم (7) يوضح الفرق بين صحة وسلامة المستخدمين لقطع الأثاث.

المقارنة	صحة المستخدمين	سلامة المستخدمين
التعريف	تأثير الأثاث على الصحة الجسدية والعقلية للمستخدمين، بما في ذلك الراحة والرفاهية.	الحفاظ على سلامة المستخدمين من الإصابات أو الحوادث الناتجة عن استخدام الأثاث.
المكونات الأساسية	-جودة المواد المستخدمة في الأثاث (غير سامة). -التصميم المريح لدعم الجسم. -التحكم في الرطوبة ودرجة الحرارة (في حالة الأثاث المنجد).	-استقرار الأثاث ومنع الانقلاب. -استخدام مواد مقاومة للحريق. -تجنب الحواف الحادة أو الأجزاء الخطرة.
المستهدف	تحسين الراحة الجسدية والعقلية للمستخدمين من خلال تصميم أثاث صحي ومريح.	ضمان سلامة المستخدمين من خلال تصميم أثاث آمن وخالي من المخاطر.
الهدف	توفير أثاث يساهم في تعزيز الصحة العامة والراحة للمستخدمين.	تأكيد سلامة المستخدمين من المخاطر مثل الانقلاب أو الحريق أو الإصابات الناتجة عن التصميم غير الآمن.
الطرق المستخدمة	-استخدام مواد غير سامة وصديقة للبيئة. -تصميم يدعم الوضعية الصحيحة للجسم. (Cooper, 2010)	-تصميم أثاث مستقر ومقاوم للانقلاب. -استخدام مواد مقاومة للحريق. -تجنب الحواف الحادة أو الأجزاء الصغيرة التي قد تشكل خطرًا على الأطفال (Bakker & Schuit, 2007)

المحور الثاني: تطبيقات الصيانة الخضراء في صناعة الأثاث

صورة رقم (5) "Eames Lounge Chair"من تصميم تشارلز وراي إيمز (Charles and

وصف القطعة: كرسي "Eames Lounge Chair" هو أحد أشهر قطع الأثاث في العالم، صممه الثنائي تشارلز وراي إيمز في عام 1956 يتميز بتصميم عصري كلاسيكي يجمع بين الجماليات الوظيفية والراحة الفائقة. الكرسي مصنوع من الخشب الرقائقي المقولب مع وسائد من الجلد عالي الجودة.

سبب اختيار القطعة: تم تصميم القطعة من العديد من الخامات مثل الاخشاب والجلود متبعة معايير الصيانة الخضراء مفي التصميم والتصنيع.

جدول رقم (8) يوضح تقييم كرسي Eames Lounge Chair طبقا لمعايير الصيانة الخضراء.

التقييم طبقا لمعايير الصيانة الخضراء:

أولا: المحور البيئي:

المعيار	التقييم(مستوفي /لا)	التفاصيل
استخدام المواد المستدامة	مستوفي	الكرسي مصنوع من خشب رقائقي مصبوب وقشرة خشبية مستدامة (مثل خشب الكرز الأمريكي أو سانتوس بألكساندر المعتمد).
تقليل الهدر أثناء الإنتاج	لا	لم يتم تصنيع الكرسي باستخدام تقنيات تقلل من الهدر، مثل إعادة استخدام نشارة الخشب في صناعة ألواح حبيبية.
تصميم قابل للتفكيك	مستوفي	الكرسي مصمم بطريقة معيارية تسمح بفك الأجزاء بسهولة لإصلاحها أو استبدالها.
إعادة التدوير وإعادة الاستخدام	مستوفي	يمكن إعادة تدوير الأجزاء التالفة أو استخدامها في تصنيع قطع أثاث جديد.

ثانيا: المحور الاقتصادي:		
المعيار	**التقييم(مستوفي /لا)**	**التفاصيل**
كفاءة استخدام الموارد	**مستوفي**	استخدام الخشب الرقائقي المقولب والجلد عالي الجودة يقلل من التكاليف الأولية للمواد الخام.
تقليل تكاليف الصيانة	**مستوفي**	الكرسي يتبع مبدأ التصميم المعياري الذي يسمح بإصلاح الأجزاء التالفة بسهولة، مما يقلل من تكاليف الصيانة.
استراتيجية المشتريات الخضراء	**مستوفي**	تم شراء المواد من مصادر مستدامة ومعتمدة، مما يدعم الاقتصاد الأخضر
ثالثا: المحور الصحي:		
المعيار	**التقييم(مستوفي /لا)**	**التفاصيل**
استخدام مواد غير سامة	**مستوفي**	تم استخدام مواد خالية من المواد الكيميائية الضارة، مثل الجلود الطبيعية والدهانات المائية.
تصميم يدعم الوضعية الصحيحة	**مستوفي**	الكرسي مصمم لدعم الوضعية الصحيحة للظهر، مما يقلل من آلام الظهر والمفاصل.
التحكم في الرطوبة ودرجة الحرارة	**مستوفي**	تم استخدام مواد مقاومة للرطوبة في الأجزاء المنجدة، مما يمنع نمو العفن ويحافظ على صحة المستخدمين.
تجنب الحواف الحادة	**مستوفي**	تم تصميم الكرسي بحواف مستديرة لتجنب الإصابات، خاصة للأطفال.
استقرار الأثاث	**مستوفي**	الكرسي مستقر ومقاوم للانقلاب، مما يضمن سلامة المستخدمين.
رابعا: المحور التصميمي:		
المعيار	**التقييم(مستوفي /لا)**	**التفاصيل**
تصميم معياري	**مستوفي**	الكرسي يتكون من وحدات مستقلة يمكن استبدالها بسهولة، مما يزيد من قابلية الصيانة.
سهولة التفكيك	**مستوفي**	يمكن تفكيك الكرسي بسهولة لإصلاحه أو إعادة تدويره.
اختبار الأداء الوظيفي	**مستوفي**	تم اختبار الكرسي تحت ظروف تشغيلية مختلفة لضمان متانته وقابليته للصيانة.
اختبار تشخيصي	**مستوفي**	تم اختبار الكرسي لاكتشاف الأعطال المحتملة وتحديد الأجزاء المعيبة في مرحلة التصميم.
اختبار تنبؤي	**لا**	لا يمكن استخدام بيانات من أجهزة الاستشعار للتنبؤ بالأعطال المستقبلية، مما يسمح بصيانة استباقية.

جدول رقم (9) يوضح النتيجة النهائية لتقييم الكرسي طبقا لمؤشرات الصيانة الخضراء.

المحور	عدد المعايير المتوفرة	عدد المعايير الكلي	النسبة المئوية
البيئي	3	4	%75
الاقتصادي	3	3	%100
الصحي	5	5	%100
التصميمي	4	5	%80

المحور الثالث: التوصيات لتعزيز الصيانة الخضراء في تصميم الأثاث

1. **اقتراح حلول لزيادة تطبيق الصيانة الخضراء في القطاع:**

- **تعزيز التصميم القابل للإصلاح** :تشجيع المصممين على تبني مبادئ التصميم المعياري الذي يسمح بسهولة تفكيك الأثاث وإصلاحه، مما يقلل الحاجة إلى الاستبدال الكامل ويطيل عمر المنتج.
- **استخدام المواد المستدامة** :تشجيع استخدام المواد المعاد تدويرها أو القابلة لإعادة التدوير مثل الخشب المعتمد من **FSC**، والألومنيوم، والزجاج، مع تقليل استخدام المواد الكيميائية الضارة.
- **تحسين كفاءة الطاقة** :تطوير تقنيات تصنيع تعتمد على الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، لتقليل الانبعاثات الكربونية.
- **التوعية والتدريب** :توعية العاملين في قطاع الأثاث بأهمية الصيانة الخضراء وتدريبهم على استخدام المواد والتقنيات الصديقة للبيئة.

2. **دور السياسات الحكومية في تعزيز الاستدامة البيئية للأثاث:**

- **وضع معايير إلزامية** :يجب على الحكومات وضع معايير بيئية إلزامية لتصميم وتصنيع الأثاث، مثل تقليل الانبعاثات الكربونية واستخدام المواد المستدامة.
- **الحو افز المالية** :تقديم حوافز مالية للشركات التي تتبنى ممارسات الصيانة الخضراء، مثل الإعفاءات الضريبية أو المنح لتحسين كفاءة الطاقة.
- **تشجيع البحث والتطوير** :دعم الأبحاث التي تركز على تطوير مواد وتقنيات جديدة تقلل من البصمة البيئية للأثاث.
- **إنشاء برامج إعادة التدوير** :تطوير برامج وطنية لإعادة تدوير الأثاث القديم، وتوفير مرافق لجمع وإعادة تدوير المواد.

الاستنتاجات النهائية

نتائج البحث:

- الصيانة الخضراء تلعب دورًا محوريًا في تقليل البصمة البيئية للأثاث من خلال إطالة عمر المنتجات، وتقليل النفايات، وتحسين كفاءة استخدام الموارد.
- تصميم الأثاث القابل للإصلاح وإعادة التدوير يسهم بشكل كبير في تقليل استهلاك الموارد الطبيعية والانبعاثات الكربونية.
- استخدام المواد المستدامة مثل الخشب المعتمد من FSCوالمواد المعاد تدويرها يقلل من التأثير البيئي للأثاث.
- التعاون مع الموردين لتطوير تقنيات صديقة للبيئة يعزز من استدامة سلسلة التوريد.
- الصيانة الخضراء تعزز الاستدامة البيئية من خلال تقليل النفايات والانبعاثات، وتدعم الاقتصاد عبر توفير التكاليف وزيادة القيمة التنافسية للشركات، مما يجعلها عنصرًا أساسيًا في مستقبل صناعة الأثاث.

توصيات البحث:

1. تطبيق مبادئ الصيانة الخضراء في تصميم الأثاث لضمان قابلية الإصلاح وإطالة العمر الافتراضي وتقليل النفايات .
2. تعزيز التصميم القابل للإصلاح وإعادة التدويرلزيادة عمر الأثاث وتقليل النفايات .
3. استخدام مواد مستدامة ومعاد تدويرهالتقليل الاعتماد على الموارد الطبيعية والحد من التلوث .
4. تحسين كفاءة الطاقةفي التصنيع والصيانة باستخدام تقنيات صديقة للبيئة والطاقة المتجددة .
5. توعية وتدريب العاملين والمستهلكين على ممارسات الصيانة الخضراء لتعزيز الاستدامة .
6. دعم السياسات الحكومية والحوافز لتشجيع تبني معايير بيئية وإعادة تدوير الأثاث.

المراجع

1. Asmone, A. S., & Chew, M. Y. L. (2016). Sustainable facilities management and the requisite for green maintainability. In *Proc. SMART Facilities Management Solutions Regional Focus Group Session*. Singapore.
2. Baraldi, E., & Waluszewski, A. (2007). Conscious use of others' interface knowledge: How IKEA can keep the price of the Lack table constant over decades. In Håkansson, H. & Waluszewsky, A. (Eds.), *Knowledge and innovation in business and industry: The importance of using others* (pp. xx–xx). Milton Park, NY: Routledge.
3. Bonifant, B. C., Arnold, M. B., & Long, F. J. (1995). Gaining competitive advantage through environmental investments. *Business Horizons, 38*(4), 37–47.
4. Bovea, M. D., & Pérez-Belis, V. (2012). A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. *Journal of Cleaner Production, 20*(1), 61–71.
5. Braungart, M., & McDonough, W. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press.
6. Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Boston: Houghton-Mifflin.
7. Corbett, C. J., & Van Wassenhove, L. N. (1993). The green fee: Internalizing and operationalizing environmental issues. *California Management Review, 36*(1), 116–135.
8. Gupta, S., & Thomas, P. (2017). Predictive and diagnostic maintenance in the built environment. *Journal of Building Performance, 8*(4), 120–130.
9. Håkansson, H., & Waluszewsky, A. (2007). *Knowledge and innovation in business and industry: The importance of using others*. Milton Park, NY: Routledge.

10. Kayan, B. A. (2017). Green maintenance for heritage buildings: Paint repair appraisal. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*.
11. Krikke, H., Bloemhof-Ruwaard, J., & Van Wassenhove, L. N. (2004). Concurrent product and closed-loop supply chain design with an application for refrigerators. *International Journal of Production Research, 42*(16), 3689–3719.
12. Kumar, S., & Malegeant, P. (2006). Strategic alliance in a closed-loop supply chain: A case of manufacturer and eco-non-profit organization. *Technovation, 26*(10), 1127–1135.
13. Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production, 115*, 36–51.
14. Ljungberg, L. Y. (2007). Materials selection and design for development of sustainable products. *Materials & Design, 28*(2), 466–479.
15. Moussa, M., & Moshref, M. (2020). The impact of renewable energy on sustainable development in the building sector: A review. *Sustainable Cities and Society, 53*, 101911.
16. Van Nes, N., & Cramer, J. (2006). Product lifetime optimization: A challenging strategy towards more sustainable consumption patterns. *Journal of Cleaner Production, 14*(15–16), 1307–1318.
17. Varpa, J., Autio, M., & Autio, J. (2024). Sustainable living: Young adults prolonging the material life cycle of objects through the appreciation of used furniture, interiors, and building design. *Circular Economy and Sustainability, 4*, 2559–2578.
18. Zhang, X., & Wang, H. (2017). Green maintenance: A new approach to sustainable development. *Journal of Cleaner Production, 142*, 334–341.

The Role of Green Maintenance in Reducing the Environmental Footprint of Furniture

T.A\Mai Mohamed Saied Zohry
Department of Interior Design and Furniture - Faculty of Applied Arts - Helwan University
Maimohamed2@a-arts.helwan.edu.eg
Prof. Ashraf Hussein Ibrahim
Professor of Environmental Design, Department of Interior Design and Furniture - Faculty of Applied Arts - Helwan University,
ashrahus@gmail.com
Prof. Maha El-Halaby
Professor of Interior Design and Furniture - Faculty of Applied Arts - Helwan University
Mahaelhalaby@gmail.com

Abstract:
The study underscores the importance of integrating green maintenance standards from the initial design phase through manufacturing and production in the furniture industry. By embedding sustainability principles early in the process, such as selecting eco-friendly materials, optimizing energy use, and designing for durability and recyclability, the environmental impact of furniture can be significantly minimized. Implementing green maintenance practices at every stage—design, manufacturing, and production—ensures resource efficiency, reduces waste generation, and extends the product's lifespan. For example, modular and repairable designs not only lower material consumption but also facilitate easier maintenance and recycling. Additionally, using sustainable materials like FSC-certified wood and non-toxic finishes reduces reliance on non-renewable resources and harmful chemicals. Energy-efficient manufacturing processes further contribute to lowering the carbon footprint. The study emphasizes that adopting green maintenance standards from the outset not only enhances environmental sustainability but also improves economic efficiency by reducing long-term costs and aligning with circular economic principles.

However, challenges such as higher upfront costs and limited awareness need to be addressed through policy incentives, consumer education, and industry collaboration to fully realize the benefits of green maintenance in sustainable furniture design and production

Keywords:
Green Maintenance; Sustainable Furniture; Environmental Footprint; Furniture Lifecycle.