# تعزيز القيم الوظيفية والجمالية للأثاث المصنع بخامة الإيبوكسي ريزن

# Enhancing the functional and aesthetic values epoxy resin manufactured furniture

**م.د/ شيماء سمير فهمي محمد**
**المدرس بقسم الديكور والعمارة الداخلية – المعهد العالي للفنون التطبيقية**
**Dr. Shaimaa Samir Fahmy Mohammad**
**Lecturer at the Department of decoration and interior architecture – the higher institute of applied arts 6th October**
Dr.shaimaa.samir16@gmail.com

## ملخص البحث:

يجب على المصمم الداخلي أن يكون دائم السعي للتطوير والابتكار في مجال التصميم الداخلي والأثاث، وأن يكون على دراية تامة بكل ما هو جديد في المجال، من هنا يلقي البحث الضوء على إحدى الخامات الجديدة التي بدأ استخدامها حديثا في مجال التصميم الداخلي وهي راتنج الإيبوكسي أو الإيبوكسي ريزن، حيث يتناول البحث بالدراسة والتحليل مدى إمكانية استخدام تلك الخامة في تصنيع الأثاث ومكملاته، وتتلخص مشكلة البحث في اقتصار استخدام خامة الإيبوكسي ريزن على دهانات الأسطح وصناعة التحف الصغيرة فقط على الرغم من مميزاتها التي تجعلها مؤهلة للاستخدام في تصنيع قطعة أثاث بالكامل، بينما ترجع أهمية البحث إلى الدعوة للتوسع في استخدام خامات غير تقليدية في تصنيع الأثاث، وتحديد مدى الاستفادة من خامة الريزن في تصنيع الأثاث، بالإضافة إلى طرح المعايير الابتكارية والقيم الجمالية لتصميم قطعة الأثاث باستخدام خامة الريزن. ويهدف البحث إلى طرح فكرة الاستفادة من خامة راتنج الإيبوكسي في تصنيع الأثاث بهدف تحقيق التكامل بين القيم الوظيفية والجمالية في التصميم، مما يحقق التكامل التصميمي لقطعة الأثاث، وتقديمها بشكل جديد، وذلك من خلال دراسة الخامة والتعرف على مميزاتها وعيوبها ومعرفة تقنيات تطبيقها في صناعة الأثاث.

وقد توصل البحث إلى أن خامة راتنج الإيبوكسي قادرة على إضافة قيم وظيفية وجمالية للأثاث ومكملاته، كما تضفي الفخامة والتميز على قطعة الأثاث، وذلك لاحتفاظ كل قطعة بطابع يميزها عن باقي القطع، لأن ذلك ما يميز الأعمال اليدوية عامة، ومنتجات الريزن خاصة، ويوصي البحث بضرورة اطلاع المصممين في مجال التصميم الداخلي والأثاث المستمر على كل جديد في مناهج الخامات والتصميم والتقنيات الحديثة، كما يوصي بضرورة الاهتمام بدراسة خامة الإيبوكسي ريزن والتعرف على إمكانياتها وذلك لما لها من خصائص ومواصفات فنية وتشغيلية.

## الكلمات المفتاحية:

القيم الوظيفية والجمالية – الأثاث – خامة الإيبوكسي ريزن.

## Abstract:

The interior designer must always seek development and innovation in the field of interior design and furniture and be fully aware of everything new in the area. The research sheds light on one of the new materials that have recently been used in the field of interior design, epoxy resin. Reisen, where the research studies and analyzes the possibility of using this material for manufacturing furniture and its accessories.

The research problem is summarized in Limiting the use of epoxy resin to surface paints and small antiques manufacture, despite its advantages that make it eligible for use in furniture manufacturing. While the Research importance is due to Expanding the use of non-traditional materials in furniture manufacturing, The research aims to get benefits from epoxy resin material in furniture manufacturing with the aim of achieving integration between functional and aesthetic values in the design, which achieves design integration for the furniture unit, and presenting it in a new way, by studying the material and identifying its advantages and disadvantages and knowing the techniques of its application in the furniture industry, The research concluded that the epoxy resin material could add functional and aesthetic values to the furniture and its accessories, as well as add luxury and distinction to the furniture unit, because handicrafts in general, and resin products in particular makes each furniture unit maintains a character that distinguishes it from other units.
Research recommends keeping designers in the field of interior design and furniture updated on all new approaches to materials, design, and modern technologies.

## Keywords:
Resin, Epoxy resin, Furniture, Resin Furniture

**مشكلة البحث:**

اقتصار استخدام خامة الإيبوكسي ريزن على دهانات الأسطح وصناعة التحف الصغيرة فقط على الرغم من مميزاتها التي تجعلها مؤهلة للاستخدام في تصنيع قطعة أثاث بالكامل.

**أهمية البحث**

- الدعوة للتوسع في استخدام خامات غير تقليدية في تصنيع الأثاث.
- تحديد مدى الاستفادة من خامة الريزن في تصنيع الأثاث.
- طرح المعايير الابتكارية والقيم الجمالية لتصميم قطعة الأثاث باستخدام خامة الريزن.

**هدف البحث**

- طرح فكرة الاستفادة من خامة راتنج الإيبوكسي في تصنيع الأثاث بهدف تحقيق التكامل بين القيم الوظيفية والجمالية في التصميم، مما يحقق التكامل التصميمي لقطعة الأثاث، وتقديمها بشكل جديد.
- وضع محددات تصميمية لاستخدام خامة راتنج الإيبوكسي (الإيبوكسي ريزن) في صناعة الأثاث.

**حدود البحث:**

- حدود موضوعية: حيث يتحدد البحث بدراسة القيم الوظيفية والجمالية لخامة الإيبوكسي ريزن.
- حدود بشرية: حيث تم تحديد فئة مستهدفة من البحث، وهي الفئة التي تسعى لامتلاك قطعة أثاث مميزة متفردة لا تتكرر.

**فروض البحث:**

يفترض البحث أن:

- تمكن المصمم الداخلي ومصمم الأثاث من الإدراك العميق للخامات الحديثة والتعرف على مميزاتها وعيوبها يمكنه من تطويعها بالشكل الأنسب، تمهيدا لاستخدامها في تخصصه.
- تميز خامة راتنج الإيبوكسي بمواصفات تشغيلية، وظيفية، وجمالية تسمح باستخدامها في صناعة الأثاث.

**منهجية البحث:**

- **يتبع البحث المنهج الوصفي والمنهج التحليلي:** وذلك من خلال دراسة مواصفات وخصائص واستخدامات خامة الإيبوكسي ريزن.
- **المنهج شبه التجريبي:** من خلال تصميم وتنفيذ مجموعة من النماذج المصغرة لقطع الأثاث المستخدم في تصنيعها خامة الريزن.

يستند البحث إلى أربعة محاور أساسية، حيث يناقش المحور الأول دراسة خامة الإيبوكسي ريزن وتركيبها وخصائصها، بينما يدرس المحور الثاني استخدام خامة راتنج الإيبوكسي في مجال صناعة الأثاث ومكملاته، من خلال عرض صور لقطع أثاث استخدم فيها راتنج الإيبوكسي، ثم يعرض المحور الثالث المشروع التطبيقي، من خلال طرح عدد من النماذج المصغرة التي تم تصميمها وتنفيذها، بهدف إثبات فرضيات البحث، وفي النهاية يتناول المحور الرابع النتائج والتوصيات.

## محاور البحث:

## المحور الأول: دراسة خامة الريزن:

### تمهيد:

بدأت الخامات المركبة في الظهور في بدايات القرن العشرين، وهي خامات تتكون من مادتين أو أكثر، الأولى مادة تقوية يمكن أن تكون على شكل ألياف مصنوعة من مواد عالية المقاومة، مثل ألياف الزجاج والكربون، والمادة الثانية هي إحدى اللدائن أو البوليمرات الغروية، التي تعطى المنتج شكله النهائي المطلوب وتسمى المادة الحاضنة، بحيث تختلف الخواص الميكانيكية للمنتج النهائي تماما عن خواص المواد المكونة له. وتعتبر الراتنجات إحدى تلك الخامات، والتي أمكن الدمج بينها وبين عدد من خامات التصميم الداخلي، بهدف الاستفادة من ذلك الدمج من الجوانب الجمالية والتقنية والوظيفية، (راشد ٢٠٢٢) والراتنج هو مركب طبيعي أو صناعي يبدأ بدرجة عالية من اللزوجة ثم يتحول إلى الحالة الصلبة عند معالجته، (زكريا ٢٠١٩) وقد ظهرت أنواع متعددة من الراتنجات تم استخدامها في مختلف المجالات منها راتنج البوليستر – السليكون – البولي يوريثان – وراتنج الإيبوكسي أو الخامة التي عرفت في الأسواق مؤخرا بالإيبوكسي ريزن، والتي يتناول البحث بالدراسة والتحليل استخدامها في تصنيع الأثاث ومكملاته، كخامة جمالية غير تقليدية، وذلك لما تتميز به من شفافية عالية وصلابة ومتانة وقوة تحمل ومقاومة للمؤثرات، بالإضافة إلى مواصفاتها الفنية والتشغيلية العالية.

**راتنجات الإيبوكسي:**

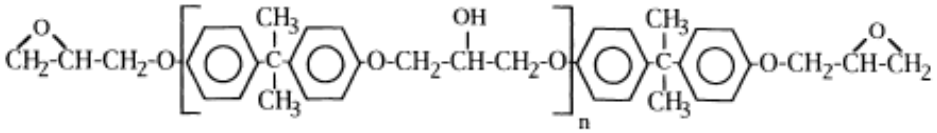
ينتمي راتنج الإيبوكسي Epoxy Resin إلى مجموعة الراتنجات المتصلبة بالحرارة، والتي تتميز بصلابتها وعدم إمكانية تشكيلها من جديد بعد تصلبها، نتيجة لتكون سلاسل بوليميرية طويلة متشابكة مع بعضها وهو ما يسمى بالربط التشابكي، مما يعطيها قوة تحمل عالية للحرارة (راشد ٢٠٢٢)، وتعتبر الراتنجات الإيبوكسية من المواد الحديثة التي تستخدم في مجالات كثيرة، وتعد أول محاولة لإنتاج هذه المادة كانت في عام ١٩٢٧ بالولايات المتحدة عبر شركة سيبا السويسرية لإنتاج الكيماويات. (الحديث ٢٠١٨) ثم تم تقديمها في منتصف الخمسينيات من خلال عدد من الأنواع منها Epon – Araldite والتي تشير إلى أسماء لمنتجات أصلية قامت بتطويرها شركة CIBA Chemical Company و Shell Chemical Company، وتعتبر تلك المصطلحات قيد الاستخدام حتى الآن.

تتكون كلمة إيبوكسي من مقطعين المقطع (Epi) ومعناه في اليونانية (من الخارج)، والمقطع (Oxy) والذي يعبر عن ذرة الأكسجين التي ترتبط بذرتي كربون من الخارج. (راشد ٢٠٢٢) حيث يحتوي راتنج الإيبوكسي على مجموعتين أو أكثر من الإيبوكسيد الذي يتألف من ذرة أُوكسجين مرتبطة مع ذرتي كربون، ترتبط مجموعة الإيبوكسي كيميائياً مع الجزيئات الأُخرى لتشكيل شبكة ثلاثية الأبعاد ذات ربط تشابكي بعملية المعالجة. (الحديث ٢٠١٨)

يعد راتنج الإيبوكسي أحد الفئات الهامة للبوليمرات متدرجة النمو، والذي مهد لظهور تقنية جديدة تعتمد على التفاعلات الشبكية الحرارية، وتعتبر مواد الإيبوكسي الحرارية هي تفاعلات بين راتنجات الإيبوكسي، وجزيء صغير أو بوليمر أولي يتم توظيفه مع مجموعات نهائية من الإيبوكسيد، بالإضافة إلى عامل تصليب أو عامل تشابك. (Krzysztof Matyjaszewski 2012)، بحيث تشكل راتنجات الإيبوكسي أثناء البلمرة روابط متقاطعة، وبالتالي يتكون بوليمر ثلاثي الأبعاد له قوة ميكانيكية كبيرة، ذلك التفاعل غير مصحوب بانبعاث ماء أو تحرر أي منتجات ثانوية، مما يجعله يتميز بخصائصه المتمثلة في البلمرة المنتظمة والانكماش المنخفض، مما يجعل التقلص الحجمي قليل جدا، وقد يقل عادة عن ٢٪، مما يكسب الراتنج قوة وخواص ميكانيكية عالية، وتتميز راتنجات الإيبوكسي أيضًا بحفاظها على البنية التحتية للأنسجة، حيث إنها مستقرة في حزمة الإلكترون، ويمكن تقسيمها بسهولة.(Anthony E. Woods 2019)

راتنجات الإيبوكسي هي مركبات ذات خصائص لاصقة، تتميز بالصلادة والمقاومة الكيميائية العاليتين نسبيا، وذلك بسبب التركيب الكيميائي لهذا الراتنج، حيث تحتوي راتنجات الإيبوكسي على مجموعة أو أكثر من مجموعات الإيبوكسيد أو الأوكسيران، يمكن تصنيفها على أنها إما أليفات حلقي أو راتنجات جلايسيدية أو زيوت إيبوكسيد، ويعتبر ديجليسيديل إيثرات ثنائي الفينول "أ" (DGEBPA) من أكثر راتنجات الإيبوكسي استخداما، والتي تتميز روابطها بنقل المقاومة الكيميائية، كما تساهم البوليمرات المقواة بألياف الكربون (CFRPs) في تقوية العناصر الهيكلية في بناء الخامة، لتحسين صلابة وقوة الألياف.

يتم التحكم في الوزن الجزيئي لديجليسيديل إيثرات ثنائي الفينول عن طريق تفاعل بيسفينول "أ" (BPA) مع إبيكلوروهيدرين (ECH)، وذلك بنسب معينة بحيث تؤدي النسبة العالية إلى انخفاض الوزن الجزيئي، بينما تؤدي إضافة البيسفينول "أ" إلى تحقيق الصلابة والمتانة وتحمل درجات الحرارة العالية؛ بينما تضفي مجموعات الهيدروكسيل والإيبوكسي خصائص لاصقة.(Taylor 2001) (Arya Uthaman 2020) والشكل (١) يوضح تركيب راتنج الإيبوكسي.



**شكل1 تركيب راتنج الإيبوكسي (LIANG, INTRODUCTION TO POLYMERS (RESINS) 2008)**

يرمز BPA إلى bisphenol A، وهي مادة كيميائية صناعية تُستخدم في صناعة الراتنجات والبلاستيك منذ خمسينيات القرن الماضي، حيث تعتبر أحد المكونات الأساسية لبلاستيك البولي كربونات وراتنجات الإيبوكسي، حيث تستخدم المواد البلاستيكية المصنوعة من البولي كربونات في حاويات الأطعمة والمشروبات، مثل زجاجات المياه، وغيرها من السلع لاستهلاكية، كما تستخدم راتنجات الإيبوكسي في طلاء وعزل المنتجات المعدنية من الداخل، مثل علب الطعام وأغطية الزجاجات وخطوط إمداد المياه، كما قد تحتوي أيضًا بعض مواد منع التسرب الخاصة بالأسنان والمواد المركبة على BPA. وقد أظهرت بعض الأبحاث القلق من إمكانية تسرب مادة BPA إلى الأطعمة أو المشروبات عبر الحاويات، والخوف من الآثار الصحية السلبية المحتملة، إلا أن إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أعلنت أن استخدام مادة BPA آمن عند المستويات المنخفضة جدا التي قد تنتقل لبعض الأطعمة، حيث اعتمد هذا التقييم على مراجعة مئات الدراسات، ولا تزال إدارة الغذاء والدواء الأمريكية تواصل البحث.(Brent A. Bauer 2022)

**مميزات راتنج الإيبوكسي:**

تتكون راتنجات الإيبوكسي من مركبين، مادة الأساس Matrix Material والتي تتميز بخفة وزنها ومقاومتها العالية لدرجات الحرارة المرتفعة، إلا أنها ضعيفة، ومادة التقوية :Reinforcing Material التي تتميز بثبات أبعادها ومقاومتها العالية، تلك الخصائص التكوينية تجعل منها خامة تتميز بأنها:

- خامة مقاومة للاحتكاك والمواد الكيماوية سواء كانت أحماض أو قواعد.
- خامة تتميز بالقوة والمتانة والصلادة العالية نسبيا، نتيجة للبعد بين نقاط الربط التشابكي ووجود السلاسل الأليفاتية المتكاملة، حيث تعتبر أقوى من الخرسانة مرتين، لذلك تستخدم في التطبيقات التي تتطلب أداء وظيفياً مرتفعا.
- خامة قابلة للالتصاق النوعي العالي وذلك عائد للتركيب الكيميائي لهذا الراتنج والذي يعطي الخامة متانة وقابلية عالية للالتصاق.
- غير قابلة لإعادة التشكيل بالحرارة بعد التصلب، وذلك نتيجة لتكون سلاسل بوليمرية طويلة متشابكة.
- خامة مقاومة للرطوبة. (راشد ٢٠٢٢) (كاطع ٢٠١١)
- خامة عازلة للكهرباء ومقاومة للحرارة.
- تتميز بكثافتها المنخفضة، وقوتها الميكانيكية، ووزنها المنخفض، وعمرها التشغيلي الطويل المتوقع، ومقاومتها للتآكل.
- مقاومة للأشعة فوق البنفسجية والحرارة والتآكل للمواد التي يتم تطبيقه عليها، كما أنه يعتبر خامة مانعة للتسرب.
- تتميز بسرعة الجفاف، حيث تشكل مادة متينة شبيهة بالبلاستيك أو الزجاج.
- تتميز الخامة بقدراتها اللاصقة القوية، عالية الأداء، حيث تعتبر أكثر مقاومة للمواد الكيميائية والحرارة من المواد اللاصقة أو الطلاءات الأخرى، لذا تعد خيارًا أكثر أمانًا وطويل الأمد. (Enviroguard 2022)

**عيوب راتنج الإيبوكسي:**

على الرغم من تعدد مميزات خامة راتنج الإيبوكسي، إلا أن لها عيوبا قد تظهر عند التعرض للخامة لفترات طويلة:

- لا تعد الخامة صديقة للبيئة في مرحلة التصنيع، وذلك لما ينتج عنها من مواد ضارة بصحة الإنسان، إلا أنها بعد التصنيع تعتبر آمنة تماما، حيث يمكن استخدامها في عزل خزانات المياه، وعلب المشروبات الغازية وعلب المنتجات الغذائية المعدنية، والتي يتم عزلها بواسطة إحدى أنواع الريزن وهو الهارد ريزن. (Khattab 2022)

- تعتبر مكونات راتنج الإيبوكسي مواد مسرطنة محتملة، ومهيجات أولية وسامة نظاميًا، كما تتسبب راتنجات الإيبوكسي في التهاب الجلد التماسي التحسسي، لذلك يجب مراعاة تلك العيوب والتعامل معها بحذر. ( Anthony E. Woods 2019)

- يحتوي الإيبوكسي على مواد كيميائية لها تأثير خطر على صحة الإنسان، حيث قد يؤدي التعرض لتلك المواد عن طريق الاستنشاق أو الاتصال المباشر – لفترات طويلة – إلى مشاكل حادة مثل: التهاب الجلد التماسي، والتهاب الجلد التحسسي، وتهيج العين، ومشاكل في التنفس بسبب تهيج الجهاز التنفسي، والصداع، والدوخة، والغثيان.

- بالنسبة للنساء الحوامل، قد يؤدي التعرض لمركبات معينة في الإيبوكسي إلى زيادة مخاطر مشاكل الخصوبة والإجهاض والتشوهات الخلقية، بينما عند الرجال، قد تقلل بعض المذيبات التي تُضاف عادةً إلى راتنجات الإيبوكسي من عدد الحيوانات المنوية. (Enviroguard 2022)

**أنواع الإيبوكسي في الأسواق:**

تتنوع منتجات راتنجات الإيبوكسي التي يمكن الحصول عليها في الأسواق، ويعيب جميع الأنواع المتاحة حاليا بالأسواق المصرية، الأضرار الصحية الناتجة عن مرحلة التصنيع أثناء بقاء الخامة في المرحلة السائلة، والتي يمكن التغلب عليها من خلال اتباع الإجراءات الاحترازية اللازمة والتصنيع في فراغات جيدة التهوية، إلا أن جميع المنتجات تكون آمنة تماما بعد تمام التصلد، حتى إنها قد تستخدم في طلاء أسطح المطابخ وصب أسطح طاولات الطعام، إلا أنه مؤخرا قد بدأ إنتاج أنواع أخرى صديقة للبيئة، وآمنة أثناء مرحلة التصنيع، ولكن خارج مصر، ويوضح جدول (١)، أنواع الإيبوكسي ريزن التي يمكن الحصول عليها في الأسواق المصرية.

**جدول ١ يوضح أنواع الإيبوكسي في السوق (EPOXY TYPES ON EGYPT 2020)**

| اسم المنتج | مصدره | خواصه | استخداماته |
|---|---|---|---|
| كيما بوكسي 3D150 | إحدى منتجات كيماويات البناء الحديث | يتميز بالشفافية، إلا أن يعيبه تأخر تصلبه في الشتاء كما أنه قد يتسبب في تآكل القوالب. مقاوم للبكتيريا والفطريات وغير ضار بالصحة (CMB-Group n.d.) | صناعة أرضيات الإيبوكسي ثلاثية الأبعاد، وأعمال الريزن الفنية. |
| رينكسان Renksan | تركي | منخفض اللزوجة، يتميز بأنه مقاوم لأشعة الشمس فوق البنفسجية، ومقاوم للاصفرار، كما أنه عديم اللون، ولا يتسبب في تآكل القوالب، ولا توجد به فقاقيع أثناء العمل وشفافيته ممتازة، يمكن تطبيقه على مختلف الأسطح فهو يلتصق على الخشب، والحديد، والزجاج، والسيراميك. | يناسب أعمال الصب، والطاولات، والإكسسوارات، والتحف. |
| إيبوكسي كالريزن | | ذو نسبة شفافية ولمعان عالية – بدون فقاقيع، خالي من المذيبات – يستخدم للصب السميك الشفاف حتى ١,٥ بوصة – زمن التشغيل: ٦٠-٩٠ دقيقة – فترة الجفاف | يعطي نتائج مميزة عند استخدامه في أعمال الفنون |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Epoxy Coloresin | | ٢٨-٣٢ ساعة عند درجة ٢٥ مئوية – فترة التصلب ٨ أيام | | |
| ألترا إيبوكسيUltra-Epoxy | إيطالي | ذو جودة عالية، مقاوم للأشعة فوق البنفسجية ومقاوم للاصفرار مع الوقت<br>ويتميز بأنه منتج عالي الشفافية، كما أنه أسرع في التصلب من المواد الأخرى. | | ، نتائجه جيدة جدا في صناعة الطاولات والإكسسوارات والأعمال الأخرى، ويمكن صبه بسمك ١٠ سم في المرة الواحدة. |
| إيبوكسي بايونير Pioneer | مصري يوجد منه نوعان | ديكو بوكس ٠٣٩ | يتميز بالشفافية والنقاء العالي، كما أنه مقاوم للاصفرار. | مخصص للإكسسوارات |
| | | بوكس كاست | يستخدم في صب الأشكال التي قد تصل لسمك ٨ سم | جيد في تصنيع الطاولات وأعمال الصب |
| تراي كيم ويسمى كيما بوكسي ٢٠٠ | إحدى منتجات شركة تراي كيم | ويتعبر ذو شفافية جيدة – وهو النوع المتداول في مصر | | |
| كينج بوكسي | شركة إيجي بوكسي | راتنج إيبوكسي شفاف، للصبات المتوسطة والعميقة – ذو لزوجة منخفضة – ذو شفافية عالية – مقاوم للأشعة البنفسجية – طارد للهواء المحبوس ذاتيا – مطور للصب العميق ويمكن صبه في طبقات لخلق العمق. | | يستخدم في أغراض الصب والتشكيل. |

بينما قدمت شركة EcoPoxy بديلاً صديقًا للبيئة لراتنجات الإيبوكسي الأخرى في الأسواق، حيث قامت الشركة بتصنيع مجموعة الإيبوكسي الصديقة للبيئة، وقدمت إيبوكسي منخفض الرائحة، نباتي، وصلب بنسبة ١٠٠٪ ولا يتطلب تهوية عند الاستخدام، حيث قدمت الشركة إيبوكسيات غير سامة ذات أساس حيوي، كما تعد بديلاً صديقًا للبيئة لراتنجات الإيبوكسي الأخرى الموجودة في الأسواق، في جميع أنحاء العالم.(Searle 2019)

**جدول ٢ يوضح أنواع الإيبوكسي صديقة البيئة.**

| اسم المنتج | مصدره | خواصه | استخداماته |
|---|---|---|---|
| راتنج ®Flowcast | شركة EcoPoxy | - عبارة عن راتنج إيبوكسي مصبوب يشبه الزجاج السائل، عند التصلب ينتج عنه طبقة متينة تصل إلى سمك يبلغ ١,٥ بوصة يمكن استخدامه بمفرده أو مع إضافة أصباغ لإضافة ألوان وتأثيرات مخصصة.<br>- لا توجد به مركبات عضوية سامة أو معادن ثقيلة. | يناسب أعمال الصب التي تتميز بالنقاء والشفافية، كما يمكن إضافة أصباغ لإنشاء تأثيرات مخصصة. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | - يحتوي على ١٠٠٪ مواد صلبة، منخفض المركبات العضوية المتطايرة، ولا توجد له رائحة تذكر.<br>- يتميز بصفات ممتازة للحفاظ على جودة الهواء.<br>- شديد اللمعان، وقابل للتسوية الذاتية.<br>- يتميز بالمتانة، ومقاومة الصدمات.<br>- يتميز بثبات ألوانه. | |
| راتنجات طلاء UVPoxy | شركة EcoPoxy | - يتميز المنتج بالمتانة، مقاومة الصدمات.<br>- يتميز بمقاومة الاصفرار والبهتان والتشقق بمرور الوقت.<br>- مستقر للأشعة فوق البنفسجية.<br>- يحتوي على ١٠٠٪ مواد صلبة<br>- يتميز بالتسوية الذاتية، وشدة لمعانه، وتحسين جودة الأسطح.<br>- يتميز بصفات ممتازة للحفاظ على جودة الهواء.<br>- يتميز بثبات ألوانه، وتحسين مظهر السطح. | هو طلاء يعطي سطح لامع نقي تمامًا يبرز ويضخم المواد الموجودة تحته، ويعتبر مثالي للطلاء، واللصق، والصب، وغيرها. |
| EcoPoxy Metallic Pigment | شركة EcoPoxy | - يمكن مزج أصباغ EcoPoxy Metallic Color مع EcoPoxy أو مع الراتنجات المماثلة لإنتاج مجموعة غير محدودة من التأثيرات.<br>- تعتبر هذه الأصباغ الملونة متينة للغاية، ومناسبة للعديد من البيئات. | تسمى أصباغ اللون المعدني، وتستخدم في إعطاء أصباغ ذات تأثير خاص، حيث تخلق تأثيرات لؤلؤية تحاكي المظهر الطبيعي للتكوينات الحجرية والصخرية. |

**الاستخدامات الشائعة لراتنج الإيبوكسي:**

1- راتنج الإيبوكسي يحمي الأسطح ويمنع التسرب والتآكل، لذلك يستخدم في التكسيات والطلاءات للمنتجات الصناعية بهدف صيانتها، مثل طلاء السيارات، وحاويات الشحن والطلاءات البحرية، وفي صيانة المصانع، كما تستخدم في طلاء الأنابيب، والمعادن وتشطيب الأجهزة، صورة (١). (Taylor 2001) (Headquarters 2021) (Enviroguard 2022)

2- يستخدم في طلاء الأرضيات، مثل طلاء الأرضيات الصناعية، أرضيات التيرازو، وأرضيات الجراجات. صورة (٢) (Headquarters 2021)

3- يعتبر الإيبوكسي خامة عازلة، لذا غالبًا ما يستخدم في عزل الترانزستورات والدوائر الكهربائية لحماية الأجزاء الداخلية من الرطوبة والحطام والغبار والأوساخ، كما تعمل كعوازل لتركيبات الجهد العالي، وتستخدم في لصق وطلاء القطع الإلكترونية، صورة (٣). (Enviroguard 2022)

**صورة1 راتنج الإيبوكسي يستخدم في تكسيات وطلاءات المنتجات الصناعية بهدف صيانتها**

**صورة ٢ استخدام الإيبوكسي ريزن في طلاء الأرضيات**

**صورة3 استخدام الإيبوكسي في عزل الترانزستورات والدوائر الكهربية، لحماية الأجزاء الداخلية**

4- يستخدم الإيبوكسي لربط المواد الثقيلة مثل الخرسانة والخشب والمعادن، والزجاج، والحجر، والبلاستيك، وذلك بسبب تميزه بقدراته اللاصقة القوية وعالية الأداء.

5- يستخدم أحيانا كطلاء للأسطح، لأنه يتميز باللمعان والنقاء، إلا أنه مع إضافة بعض الأصباغ والمركبات الأخرى إلى الراتنج يمكن الحصول من خلاله على تأثيرات الخامات الأخرى مثل الجرانيت والرخام وغيرها من التأثيرات الفنية المختلفة، مما يوفر حلاً فعالاً من حيث التكلفة، وذلك لتجنب ارتفاع أسعار الأحجار، مع ضمان جودة عالية، وسطح مقاوم للتآكل لأسطح العمل والأسطح الأخرى. (Enviroguard, 2022)

6- نظرًا لوقت المعالجة السريع والقوة الميكانيكية العالية للإيبوكسي، فهو مناسب جدا للاستخدام في تطبيقات الهندسة المدنية، وخاصة في البيئات الرطبة، حيث تحتوي مركبات الإيبوكسي على خصائص متعددة الاستخدامات أكثر من البوليمرات الأخرى. (Arya Uthaman 2020)

**تحضير راتنج الإيبوكسي:**

- تتكون راتنجات الإيبوكسي في الأغلب من أربع مكونات، هي الراتنجات الأحادية – المقسي – المسرع – الملدنات، وعلى الرغم من قيام الشركات المصنعة بشكل عام بوضع صيغة استخدام قياسية، إلا أنه أيضا يمكن معالجة صلابة ومرونة الكتلة المبلمرة عن طريق تغيير كمية المكونات المستخدمة، والتي يمكن حسابها إما بقياس الحجم أو الوزن، ويفضل قياس وزن المكونات في ورقة أو كوب بلاستيكي يمكن التخلص منه بعد الاستخدام، مع مراعاة خلط المكونات خلطا دقيقا، واستخدام حقنة بلاستيكية غير تفاعلية أو ماصة عند التحضير بهدف توصيل الراتنج بشكل أفضل. ( Anthony E. Woods 2019)

- يباع راتنج الإيبوكسي بالكيلو، بحيث يباع الكيلو في عبوتين بنسبة ٣:١، الأولى تمثل راتنج الأساس (resin) والثانية تمثل المصلب (hardener)، وهي شديدة الالتصاق ومقاومة للاحتكاك والمواد الكيماوية سواء كانت أحماض أو قواعد أو مذيبات، حيث تتشكل طبقة عازلة عند جفافها. (Khattab 2022)

**دهان أسطح الإيبوكسي:**

يمكن طلاء أسطح الإيبوكسي إما بدهانات غير شفافة أو مطلية بالورنيش الشفاف، يقبل سطح الإيبوكسي التشطيبات مثل أي سطح آخر غير مسامي باستثناء أنه نشط كيميائيًا لبعض المواد بسبب الأمينات غير المتفاعلة على السطح وفي جميع أنحاء مصفوفة الإيبوكسي.

يجب حماية جميع الأسطح الخارجية من الإيبوكسي المعرضة لأشعة الشمس من التدهور بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (UV) في ضوء الشمس. هذا هو الجزء غير المرئي بطول الموجة القصيرة من ضوء الشمس الذي يسبب حروق الشمس. التأثير طويل المدى للأشعة فوق البنفسجية على الإيبوكسي غير المحمي هو تلاشي الطبقة الشفافة، يليها الطباشير، وأخيراً تكسيره وتفكيكه.

## المحور الثاني: استخدام خامة راتنج الإيبوكسي في مجال صناعة الأثاث:

**تمهيد:**

تعتبر صناعة الأثاث واحدة من الصناعات الهامة التي تعد إحدى دعامات الاقتصاد سواء المحلي أو العالمي، لذلك تهتم الدول بتقييم إنتاج الأثاث وصناعته نظرا لأهميته (قاسم ٢٠٠٣)، فبالطبع لا يمكن النظر إلى الأثاث على أنه كتلة صماء تستند إلى جدار ما، وذلك لأنه ليس فقط منتجا فعالا يتفاعل مع احتياجات الناس والبيئة المحيطة به، بهدف تحقيق القيم الوظيفية، لكنه أيضا له دور كبير في تحقيق القيم الجمالية، ويتحقق الجانب الجمالي في قطعة الأثاث من خلال تحقيق عدة عوامل، منها التناسق اللوني، واتزان القطعة، والتناسق بين أجزائها، وتحقيق الكتلة للوظيفة المطلوبة، وإتقان الصنع، وبساطة الشكل والنقاء والتجريد الهندسي. (الساعدي ٢٠١٩)

**الأهداف الأساسية التي يجب تحقيقها عند تصميم قطعة الأثاث:**

- **الوظيفة:** ويتم التعرف عليها من خلال دراسة التفاعل المادي بين المستخدم والقطعة.
- **المتانة:** وتتوقف على قوة قطعة الأثاث التي تجعلها مقاومة للكسر، واستقرارها في حال تعرضها لأي مؤثر يعرضها للسقوط أو الانقلاب.
- **الأمان والسلامة:** تتحقق من خلال تجنيب المستخدم أي ضرر محتمل قد يحدث له أثناء استخدام قطعة الأثاث.

- **القيم الجمالية:** وهي القيم التي يشعر بها الأفراد مهما اختلفت بيئاتهم وثقافاتهم، ولا ينبغي أن تنفصل القيمة الجمالية لقطعة الأثاث عن القيم الوظيفية للتصميم، وتتحقق القيم الجمالية لقطعة الأثاث من خلال تحقيق عدد من العوامل منها: تحقيق الاتزان – التماثل أو التناظر – نقاء الشكل – علاقة الشكل باللون – وحدة الشكل وتنوعه من خلال تناسق عناصر التصميم من خط وكتلة ولون، بهدف تحقيق الجمال الشكلي لقطعة الأثاث.
- **الراحة:** والتي تتحقق من خلال ملاءمة قطعة الأثاث لوظيفتها من جهة، ولأبعاد جسم المستخدم من جهة أخرى، وتجنب الحواف الحادة، بالإضافة إلى تدعيمها بوسائل الراحة اللازمة من مساند وتنجيد عند الحاجة.
- **التناسب**.
- **اللون:** حيث يجب مراعاة التركيبات اللونية لمنع أي تنافر لوني. (الساعدي ٢٠١٩)

**تقنيات استخدم خامة راتنج الإيبوكسي في صناعة الأثاث:**

**1- الدهان:** يستخدم راتنج الإيبوكسي في دهان قطع الأثاث وذلك بهدف الحصول على تأثيرات مبتكرة للدهانات، مثل تأثير الرخام والأحجار، مما يوفر حلاً فعالاً من حيث التكلفة، مع ضمان جودة عالية، وسطح مقاوم للتآكل لأسطح العمل كما يتضح من الصورة (٤)

**صورة ٤ دهان سطح طاولة بتأثير الرخام باستخدام خامة الإيبوكسي ريزن**

**2- التطعيم:** يمكن استخدام خامة الريزن في تطعيم قطع الأثاث بهدف:

- ترميم قطع الأثاث القديمة وإعادة رونقها، كما يتضح من الصورة (٥)
- معالجة بعض خواص الخامات الرديئة مثل الأخشاب وجذوع الأشجار بهدف إضفاء عليها جانب جمالي، صورة (٦)
- إبراز جماليات الخامة، صورة (٧).
- العمل كبديل للوصلات واللحامات الخشبية النمطية، صورة (٨).
- إمكانية الربط بين القطع المكونة لوحدات الأثاث، بهدف الحصول على أشكال جمالية غير تقليدية، صورة (٩).

**صورة ٥ ترميم قطع الأثاث القديمة باستخدام الإيبوكسي**

صورة ٦ استخدام الريزن لمعالجة بعض خواص الخامات الردينة

صورة7 توضح تقنية التطعيم بالريزن بهدف إبراز جماليات الخامة

صورة ٨ العمل كبديل للوصلات واللحامات الخشبية النمطية

صورة ٩ الربط بين القطع المكونة لوحدات الأثاث

**3- صناعة مكملات الأثاث:** حيث يستخدم في تصنيع مكملات الأثاث التي تهدف في المقام الأول إلى تحقيق الجانب الجمالي.

صورة ١٠ مكملات الأثاث بخامة الريزن

**أسئلة شائعة حول خامة الإيبوكسي ريزن:**

قبل البدء في المشروع التطبيقي، يمكن مناقشة بعض الأسئلة والاستفسارات الشائعة حول استخدام خامة الريزن في تصنيع قطع الأثاث:

**1- هل راتنج الإيبوكسي ضار بالبيئة؟**

هناك العديد من المخاوف التي تدور حول الإيبوكسي، والتي غالبًا ما تنشأ بسبب الخلط بينها وبين راتنجات البوليستر المصنوعة من الستايرين، فراتنجات البوليستر هي في الواقع راتنجات كريهة الرائحة، وتطلق غازات ضارة قد تصيب بسرطان الرئة، على عكس راتنج الإيبوكسي والذي لا تنتج عنه تلك الغازات الضارة، فالإيبوكسي ريزن خامة خاملة تمامًا بمجرد تحفيزها وبالتالي فهي آمنة بيئيًا، لذلك عندما يلمرة راتنجات الإيبوكسي بالكامل، لا يمكن أن تلوث البيئة، بشكل مباشر، فمشاكل الخامة ليست كبيرة ويمكن السيطرة عليها، فالضرر البيئي الذي ينتج عنها هو عند التخلص من مخلفات الريزن في الحالة السائلة – أثناء التصنيع – في المجاري المائية ومجاري الأنهار، حيث تلوث المياه وتؤثر على الحياة المائية، الأمر الذي لا يحدث عند التخلص من المخلفات الصلبة وذلك لأن المخلفات الصلبة آمنة تماما ولا يصدر عنها أي انبعاثات ضارة، فمن استخداماتها بعد التصلد، عزل خزانات المياه المصنوعة من الصلب، وذلك بعد إجراء اختبارات عديدة عليها في المركز القومي للبحوث، لإثبات أنها خامة مقاومة للبكتريا والفطريات. (AURÉLIE (Khattab 2022 2019) وقد تم إنتاج منتجات إيبوكسي صديقة للبيئة كما سبق وذُكِر في المحور السابق.

**2- هل راتنج الإيبوكسي أو مكوناته خامة سامة أو ضارة بالإنسان؟**

لا يعد راتنج الإيبوكسي خامة سامة في حد ذاتها، فطالما أن كل مكون من مكوناته سواء الراتنج أو المصلب وحده، تظل الخامات في حالة خمول، وبالتالي لا يحدث منها أي ضرر، إلا إنه لا يجوز شربها أو وضعها في الفم، فهي مادة كيميائية، وعند خلط الراتنج والمصلب، يحدث التفاعل الذي ينتج عنه الغازات التي قد تتسبب في الحساسية عند الاستنشاق، كما قد تؤدي إلى حساسية الجلد في حالة لمس جلد الإنسان، لذلك يجب أخذ الاحتياطات اللازمة عند التصنيع، من ارتداء الملابس الوقائية ويفضل أن تكون خاصة بعملية التصنيع، واستخدام النظارات الواقية والقفازات والأقنعة، بالإضافة إلى تجهيز المكان بالتهوية الجيدة، لمنع مخاطر التواصل المباشر مع الخامة وتناثرها، صورة (١١). (AURÉLIE 2019) (Swift 2022)

**صورة ١١ وسائل الحماية أثناء تصنيع راتنج الإيبوكسي.**

**3- هل خامة الريزن قابلة لإعادة التدوير؟ ما هي الحلول البيئية لاستخدام خامة الريزن؟**

خامة الإيبوكسي ريزن غير قابلة لإعادة التدوير، ونظرًا لأن راتنجات الإيبوكسي قد توسع استخدامها مؤخرا في العديد من التطبيقات في كافة المجالات، فقد قامت مؤخرا عدد من الشركات المصنعة بتصنيع الراتنج الطبيعي باستخدام المنتجات

الطبيعية والمواد المعاد تدويرها بدلاً من المكونات الضارة، أو استبدال الزيوت المستخدمة في تصنيع الراتنجات Oil Based resin بالماء Water Based Resin، مما يجعلها آمنة بيئيا ولا ينتج عنها أي انبعاثات ضارة، مثل شركة EcoPoxy والتي قامت بإنتاج مجموعة منوعة من منتجات الإيبوكسي صديقة للبيئة. (AURÉLIE 2019)

**4- هل تتحمل خامة راتنج الإيبوكسي الأوزان الثقيلة مما يسمح باستخدامها في تصنيع قطعة أثاث بالكامل؟**

في عام ٢٠١٨ قام فريق عمل مصنع إيجي بوكسي بإجراء اختبار للكسر في معهد التكنولوجيا العالي بالعاشر من رمضان، على مكعبات مصنوعة بالكامل من راتنج الإيبوكسي، وذلك بهدف إجراء اختبار تحمل الإجهاد، والذي تم إجراؤه من قبل على الخرسانة، والتي كانت نتيجتها أن الخرسانة تتحمل إجهاد بقيمة ٣٣٠ كيلو جرام / سم$^{٣}$، بعدها تتعرض للشرخ، في خامة راتنج الإيبوكسي بدأ التعرض للشرخ عند تحمل وزن ٣٧٠ كيلو جرام/ سم$^{٣}$، بينما حدث الكسر الفعلي عند تعرض المكعب لوزن ٥٢٠ كيلو، لذلك قد تتحمل قطعة الأثاث المصنعة بالكامل بالريزن وزن ٥٢٠ كيلو قبل أن تتعرض للكسر. (Khattab 2022)

**5- هل يمكن إضافة أي خامات مالئة أو داعمة للراتنج عند تصنيع الأثاث؟**

يمكن إضافة خامات مثل الخشب لإعطاء القطعة جانب جمالي طبيعي، كما يمكن استخدام شاسيه معدني، في حالة عدم تأثيره على الشكل العام للقطعة، كما يمكن إضافة مواد مالئة أو Filler لتقليل تكلفة الريزن أو لتحسين خصائصه. (Khattab 2022)

## المحور الثالث: المشروع التطبيقي:

تعتمد فكرة التطبيق على استخدام خامة الإيبوكسي ريزن في صناعة الأثاث بهدف الوصول لمنتج مميز يجمع بين الوظيفة والشكل الجمالي.

**تجهيز الخامات المستخدمة في التطبيق:**

- تم اختيار راتنج الإيبوكسي والمصلد بنوع King Poxy والتابع لشركة Egy poxy، صورة (١٢)، وذلك لتميزه بالمميزات التالية:

1- منتج صديق للبيئة خالي من الرائحة والمذيبات.
2- يمكن صبه حتى ٢ سم للطبقة الواحدة.
3- ذو قوة تحمل عالية للصدمات.
4- طارد للهواء المحبوس ذاتيا.
5- ذو شفافية عالية تشبه شفافية الماء النقي.
6- ذو مقاومة عالية للاصفرار.
7- قابل للجلي والتلميع بدرجة عالية.

صورة12 منتج الإيبوكسي ريزن كينج بوكسي التابع لشركة إيجي بوكسي

- وتجنبا للأضرار السابق ذكرها في المحور الأول، يجب اتباع تعليمات الصحة والسلامة المشار إليها على العبوة قبل الاستخدام، وهي:

1- يجب استخدام القفازات وقناع التنفس عند التطبيق، وذلك تجنبا لاستنشاق الغازات الضارة.

2- يجب تطبيق التهوية القسرية في الأماكن الضيقة، حيث إن إجراء عملية التصنيع في مكان مفتوح أو جيد التهوية لا يؤدي لأي ضرر يذكر.

3- استخدام الماء في حال لمس المادة للعين أو الجلد.[١]

- تتم إضافة راتنج الإيبوكسي إلى المصلد، بحيث تكون نسبة الخلط A: B بالوزن بنسبة 3A:1B، ويحدث التفاعل بينهما في درجة حرارة ٢٥°م.

- تمر عملية تشغيل الريزن بثلاثة مراحل زمنية أساسية منذ بدء مرحلة التشكيل وحتى الوصول لمرحلة التصلب، بحيث يختلف زمن كل مرحلة من منتج لآخر:

1- **زمن التشغيل لكل ١٠٠ جرام:** وهي الفترة التي يظل فيها المنتج قابل للتشكيل، وتساوي في حالة استخدام منتج الكينج بوكسي ١٢٠ دقيقة (٢٥°م) لكل ١٠٠ جرام.

2- **زمن الشك الابتدائي:** هي الفترة التي تلزم الريزن لكي يتصلد، وفي تلك المرحلة يمكن نزع الكتلة من القالب، إلا أن التفاعلات تظل مستمرة، لذا يسهل تشكيله في تلك المرحلة، وتساوي ٤٨ ساعة (٢٥°م) لكل ١٠٠ جرام.

3- **زمن الشك النهائي:** هي المرحلة التي تصل فيها الكتلة إلى مرحلة الجفاف أو التصلد التام، بحيث لا يمكن بعدها إعادة تشكيلها مرة أخرى، وتساوي ٧ أيام في درجة حرارة (٢٣°م). (خطاب ٢٠٢٢)

**المشروعات التطبيقية المقترحة:**

قامت الباحثة بتصميم وتنفيذ ثلاثة قطع أثاث باستخدام خامة الريزن مقعد موج البحر – طاولة زهور الأقحوان – طاولة زهور الأقحوان البيضاء.

**مشروع (1) مقعد موج البحر:**

**فكرة المقعد:** تم استلهام فكرة المقعد من العناصر البحرية، موج البحر والقواقع.

**التأثيرات المستخدمة:** التدريجات اللونية لموج البحر، صورة (١٣)

**خامات مساعدة:** تم استخدام خامات الرمل والقواقع الطبيعية لإعطاء تأثيرات أكثر واقعية.

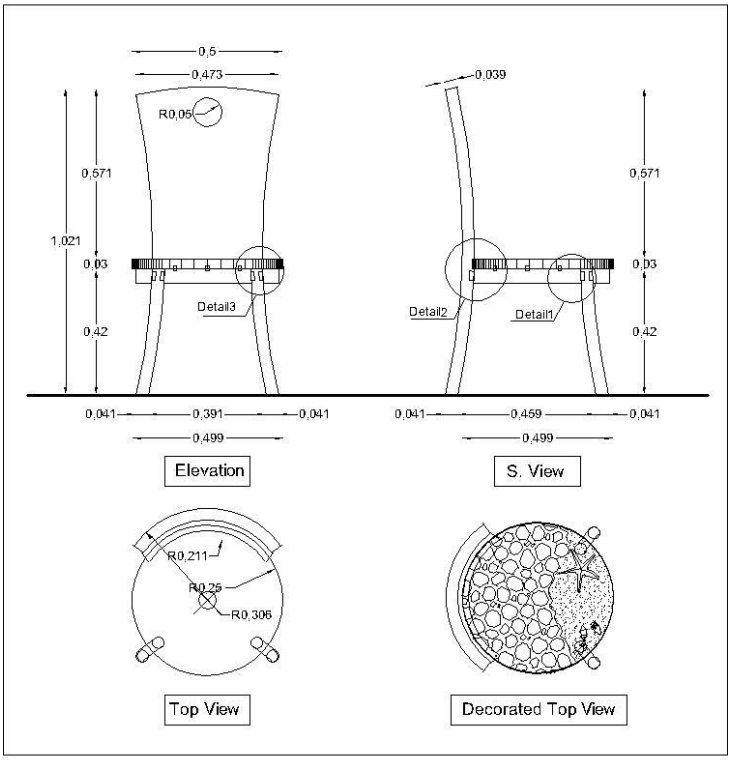
**سبب اختيار الفكرة:**

تم اختيار الفكرة التصميمية بهدف استغلال جماليات خامة الإيبوكسي الريزن، وإثبات إمكانية الحصول من خلالها على تأثيرات لونية مختلفة يصعب الوصول إليها باستخدام خامات أخرى، بالإضافة إلى إمكانية دمج خامات غير تقليدية مع خامة الريزن للوصول لتأثيرات جمالية مبتكرة.

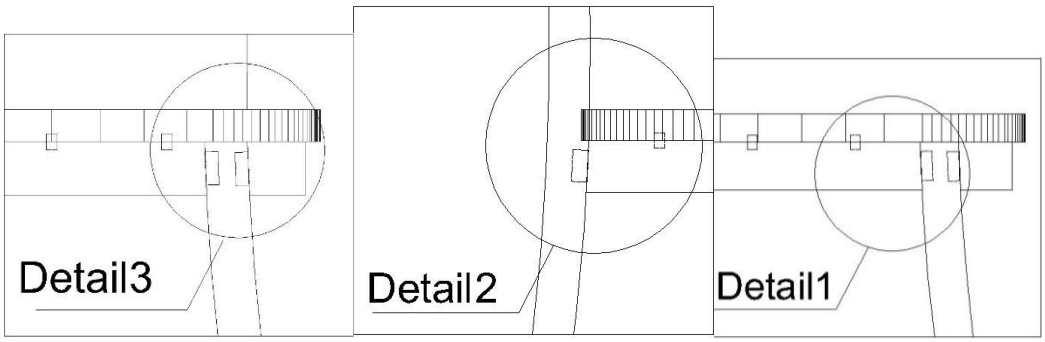
**صورة13 التأثير المستخدم في تصميم القطعة**

**خطوات تصنيع النموذج:**

1- بدأت الخطوة الأولى بتصميم المقعد بمقياس رسم ١:٥، ثم عمل المخططات التنفيذية وفصل كل قطعة بالكرسي في لوحة منفصلة، تمهيدا لتصنيع القوالب، كما يتضح من الشكل (٢)، وفي حالة تنفيذ المقعد بالمقياس الطبيعي بنسبة ١:١ يجب تجهيز أماكن للتعاشيق في قوالب الأرجل والظهر، بدلا من التركيب بواسطة اللصق، وذلك للحصول على قوة تحمل ومتانة أكبر، وذلك كما يتضح من الأشكال (٣ – ٤ – ٥) التي توضح رسومات تفصيلية للوصلات والتعاشيق اللازمة لتنفيذ المقعد بمقياس الرسم الحقيقي.




**شكل ٢ يوضح مساقط تصميم مقعد موج البحر باستخدام برنامج الأوتوكاد موضح عليه المقاسات بالمتر**

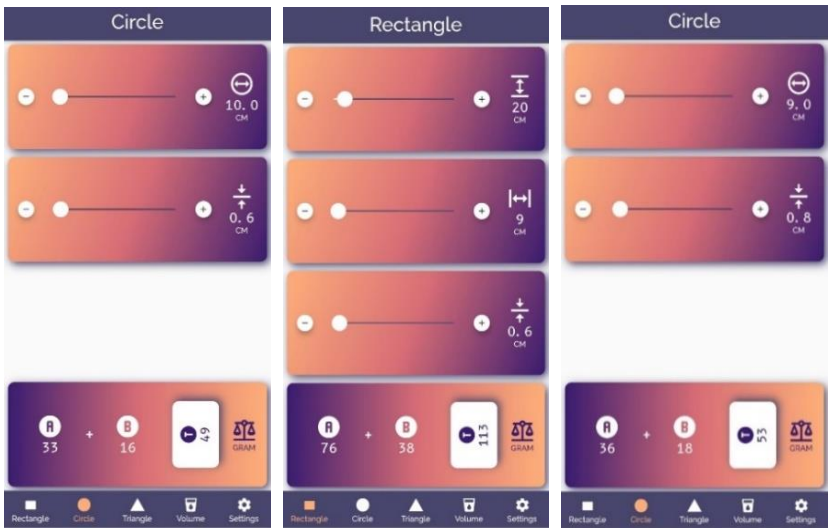



**شكل ٣ شكل ٤ شكل ٥ توضح بعض التفاصيل التنفيذية للمقعد، في حالة تنفيذه بالمقياس الطبيعي.**

2- تمثلت الخطوة الثانية في إظهار الخامات المطلوبة على التصميم وذلك من خلال رسم نموذج ثلاثي الأبعاد محاكي للشكل النهائي المطلوب الوصول إليه، وذلك تمهيدا لتنفيذ النموذج المصغر، وذلك كما يبدو من الصورة (١٤).

**صورة ١٤ نموذج ثلاثي الأبعاد لمقعد موج البحر مصمم باستخدام برنامج 3DS MAX**

3- بعد ذلك جاءت مرحلة حصر كمية الريزن المطلوبة، وذلك من خلال استخدام تطبيق Resin Calculator، تمهيدا لتحديد السعر الكلي للكمية، من خلال فتح التطبيق وتحديد الشكل التقريبي للعنصر المطلوب صبه ثم إضافة أبعاده، والحصول مباشرة على الكمية المطلوبة بالجرام، كما هو موضح بالشكل (٦)




**شكل6 كيفية حساب كمية الريزن باستخدام تطبيق RESIN CALCULATOR**

4- تم تنفيذ قوالب لأجزاء المقعد من خامة الأكريليك وذلك تمهيدا لصنع قوالب السليكون التي سيتم صب الريزن فيها، صورة (١٥).

5- صب خامة السليكون في قوالب الأكريليك والانتظار مدة يوم حتى تمام الجفاف، لتجهيز قوالب السليكون، صورة (١٦).

6- بعد ذلك تم رص الخامات المساعدة في القوالب السليكون، من رمال وقواقع ونجم البحر بالأشكال المطلوبة، ثم صب الإيبوكسي ريزن بداخل القوالب، والانتظار يوم بعد الصب ثم عمل أشكال الموج المطلوب إضافتها، صورة (١٧)

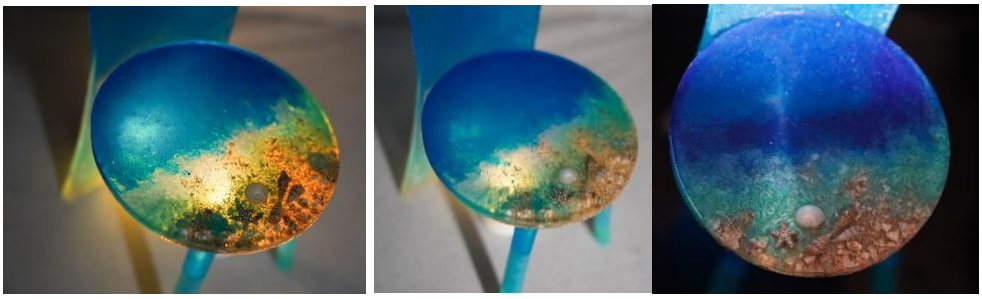
**صورة15 قالب ظهر المقعد والقاعدة من الأكريليك – صورة 16 قوالب المقعد من السليكون – صورة 17 صب الريزن بالقالب بالتشكيل المطلوب**

7- تم التصلد التام بعد مدة ٧ أيام فتم إخراج الكتل من القوالب، صورة (١٨) وتركيبها مع بعضها البعض باستخدام لصق الإيبوكسي، كما يتضح من صورة (١٩)، بينما توضح الصورة (٢٠) إضافة وحدة إضاءة خلف ظهر الكرسي، لبيان تأثير الضوء الظاهر خلف الخامة نصف الشفافة.

8- بعد مرور فترة التصلب (٧ أيام) يمكن التحكم في ميل الظهر وانحناء الأرجل بواسطة وضع القطع بالماء المغلي، فتصبح القطع قابلة للتعديل البسيط، ثم تركها لتجف للوصول للشكل النهائي المطلوب.

9- توضح صورة (٢١) الشكل النهائي لقاعدة المقعد بعد الصب، بينما توضح صورة (٢٢) التأثير الجمالي الناتج عن إضافة وحدات إضاءة من أسفل القاعدة.

**صورة18 إخراج القطع من القوالب – صورة19 نموذج المقعد بعد التركيب – صورة20 توضح تأثير الإضاءة عند وضع وحدة إضاءة صغيرة خلف ظهر المقعد**



**صورة21 الشكل النهائي لقاعدة المقعد – صورة 22 التأثير الجمالي لإضافة إضاءة أسفل المقعد.**

**ملاحظات تنفيذ القطعة:**

- تمت محاولة تشكيل قطعة الظهر بعد مرحلة الجفاف الجزئي بعد يومين من الصب، مما أدى لكسرها إلى نصفين، وقد حدث الكسر لسبب من عدة أسباب: الأول أن يكون سمك الظهر صغير جدا بشكل يجعل القطعة ضعيفة لا تتحمل أي تعديلات، الثاني أن تكون النسب المستخدمة غير دقيقة بحيث تكون كمية المصلب أكثر مما ينبغي، والثالث عدم الانتظار حتى مرحلة التصلد التام، لذا عند إعادة الصب تم مراعاة المآخذ السابق ذكرها.
- في حالة تنفيذ المقعد بالمقياس الطبيعي لا يمكن إجراء الإنحناءات بسهولة، لذا يجب مراعاة جميع الإنحناءات أثناء تنفيذ القوالب، وذلك لأن القطع كبيرة الحجم تحتاج إلى الحرارة بقدر أكبر للتمكن من تشكيلها، مما قد يؤدي إلى الاصفرار أو الاحتراق.

**مشروع (2) طاولة زهور الأقحوان المضيئة:**

**فكرة الطاولة:** طاولة وسط تم استلهام فكرتها من زهور الأقحوان، صورة (٢٣)، حيث تم الحصول على الخط الخارجي لسطح الطاولة من خلال تجريد زهرة الأقحوان، بينما تمت الاستعانة بزهور الأقحوان ذات الألوان المختلفة لتشكيل سطح الطاولة.

**صورة ٢٣ شكل زهور الأقحوان التي تم استلهام طاولة الوسط منها**

**التأثيرات المستخدمة:** تأثير إضاءة مصابيح الـ LED الذهبية اللامعة التي تضيء الزهور، وحبات الذهب اللامعة التي تتلألأ في ضوء مصابيح الـ LED.

**خامات مساعدة:** تم اختيار عدة مجموعات من زهور الأقحوان الملونة بألوانها المختلفة – كما تم استخدام مصابيح الفلين الزجاجية والتي تحتوي على عدد ٢٠ لمبة ليد LED – بالإضافة إلى ورق الذهب لزيادة الشعور باللمعان والتألق.

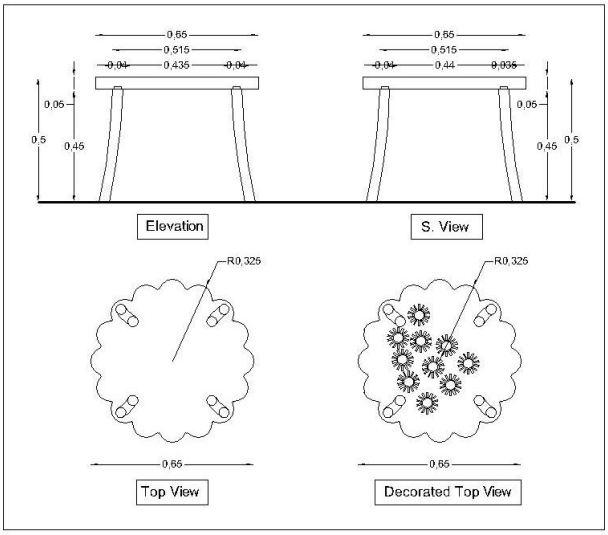
**سبب اختيار الفكرة:**

تم اختيار الفكرة التصميمية بهدف إثبات إمكانية الحصول على قطعة أثاث ذاتية الإضاءة، مصنعة من خامة الريزن، وإمكانية الحصول على درجة شفافية، في قطعة الأثاث تسمح بإظهار العناصر الجمالية بداخلها، مع الحفاظ على صلابة الوحدة ومتانتها.

**خطوات تصنيع النموذج**

1- تم تصميم الطاولة بمقياس رسم ١:٥ كما يتضح من الشكل (٧)، وتجهيز القوالب الأكريليك والسليكون، كما يتضح من الصورة (٢٤)، وإجراء كافة الخطوات التي سبق وتم تناولها بالتفصيل في المقعد، إلا أن في المرحلة التي سبقت صب الريزن تم عمل عدة تجارب لتكوين الزهور مع الإضاءة، بهدف اختيار التكوين الأنسب، وتوزيع المصابيح بالشكل المطلوب، وإخفاء مفتاح الإضاءة أسفل الزهور بحيث يتم التحكم في فتح وغلق الإضاءة من أسفل الطاولة، كما يتضح من الصورة (٢٥).

2- بعد الصب، حدث التصلد بعد سبعة أيام، بعدها تم إزالة السليكون وعمل انحناء خفيف في الأرجل ثم تركيب أجزاء الطاولة، والصور (٢٦ – ٢٨) توضح أشكال الطاولة أثناء تشغيل الإضاءة وأثناء غلقها.




**شكل ٧ يوضح مساقط تصميم طاولة الوسط المستوحاة من زهور الأقحوان وذلك باستخدام برنامج الأوتوكاد موضح عليه المقاسات بالمتر**

**صورة ٢٤ شكل قالب السليكون لسطح طاولة الوسط**

**صورة ٢٥ الاختيار من بين تكوينات الزهور وإضافة لمبات الليد**

**صورة ٢٦ – صورة ٢٧ – صورة ٢٨ الشكل النهائي للطاولة**

**مشروع (٣) مقترح بديل لنفس القطعة السابقة (طاولة زهور الأقحوان البيضاء) صورة ٢٩ – ٣٠ – ٣١.**

- تم الاستفادة من نفس القوالب المستخدمة في تنفيذ الطاولة السابقة في عمل طاولة جديدة، بدون إضافة أي ألوان على الراتنج، وذلك لإثبات إمكانية الحصول على قطعة شفافة كالزجاج وبقوة تحمل أكبر، كما يمكن استخدام نفس القالب في صناعة قطع متعددة، فكانت النتيجة كما توضح الصور التالية، طاولة تتميز بالنعومة والشفافية، كما أن وضع زهور الأقحوان البيضاء مع ورق الذهب في مزيج الإيبوكسي ريزن الشفاف أعطى التصميم أناقة وتألق مع الإضاءة الخافتة.

**صورة ٢٩ – صورة ٣٠ – صورة ٣١ الشكل النهائي لطاولة زهور الأقحوان البيضاء**

**العقبات التي واجهت تنفيذ القطع:**

تم الاتفاق مع ورشة النحت في المعهد العالي للفنون التطبيقية بالسادس من أكتوبر، على تنفيذ القطع المطلوبة بالتصميمات المطلوبة، فقام فني النحت بتحضير مجموعة من القوالب الجبسية بالتصميم المطلوب تمهيدا لصب خامة الريزن، حيث كان راتنج الإيبوكسي محضرا على هيئة سائل لزج شفاف في درجة حرارة الغرفة، ثم تم خلطه مع المصلب، وبعد تنفيذ التجربة المبدئية، لوحظ عدة نقاط هامة:

- لم يستطع الفني الوصول للتدرجات اللونية المطلوبة، فخرجت الألوان أقرب إلى لون واحد، كما يتضح من الصورة (٣٢).
- لم تكن القوالب الجبسية ناعمة بالقدر المطلوب، وبالتالي ستحتاج لكثير من العمل بعد التنفيذ، كما يتضح من الصورة (٣٣).

**صورة ٣٢ أولى تجارب صب النماذج في القوالب الجبسية – صورة ٣٣ القوالب الجبسية تبدو ليست ناعمة بالشكل المطلوب**

- بعد التنفيذ يتم تكسير القوالب تماما، وبالتالي لا يمكن الاستفادة بتلك القوالب مرة أخرة لتصنيع قطع جديدة.
- تم التواصل مع فنانة الريزن: إسراء نصر الدين، المتخصصة في صناعة الإكسسوارات والحلي بخامة الريزن، إلا أن المشكلة التي واجهتها أنها لم تستطع الوصول إلى قوالب الصب، بعدها تم التواصل مع صاحب مصنع إيجي بوكسي: أسامة خطاب، والذي قام بتصنيع قوالب من الأكريليك، وذلك لتتمكن الباحثة من استخدامها في تصنيع قوالب من السليكون التي

سيتم صب الريزن بها، وبالتالي لا توجد حاجة لتكسيرها، بل فقط يتم نزع كتل الريزن منها، وبالتالي يمكن الحصول على قطع أخرى باستخدام نفس القالب.

**مناقشة نتائج التجربة:**

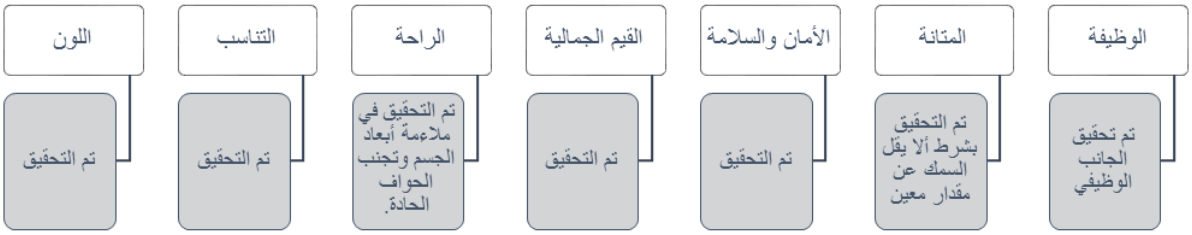
1- تمثلت التجربة البحثية في إجراء عدد من التطبيقات العملية القائمة على راتنج الإيبوكسي كوسيط تشكيلي جديد، ودوره في إبراز الجوانب الجمالية في صناعة الأثاث، وذلك بهدف التأكد من صحة فرضيات البحث، وقد تم بالفعل إثبات إمكانية استخدام الخامة في صناعة الأثاث بهدف إبراز الجوانب الفنية وبالتالي إثراء قطعة الأثاث وإضفاء عليها بعد جمالي يصعب الحصول عليه باستخدام خامات أخرى.

2- تبين من خلال التجارب إمكانية تصنيع قطعة أثاث بالريزن الخالص، كما يمكن إضافة Fillers أو إضافات محسنة لخصائص الريزن، وذلك بهدف اكتساب خصائص محددة، مثل زيادة قوة التحمل، ومقاومة الحرارة أو مقاومة الصدأ والبري وغيرها.

3- يمكن الحصول على أشكال مختلفة لا نهائية لخامة راتنج الإيبوكسي، كما يمكن الحصول على تأثيرات مختلفة تتدرج بين الشفافية والإعتام وغيرها.

4- يعتمد الشكل النهائي للقطعة على قدرة المصمم على التحكم في الألوان والتدريجات للحصول على الشكل الأقرب للمطلوب، وفي النهاية تتميز كل قطعة بشكل يختلف تماما عن سابقتها، حتى وإن استخدم في تنفيذها نفس القالب، لذلك لا يمكن الحصول على ذات الشكل مرتين متتاليتين، مما يجعل كل قطعة منفذة قطعة فريدة لا تتكرر.

5- حققت قطع الأثاث المصممة الهدف الوظيفي والجمالي، وذلك كما يتضح من الدياجرام في الشكل (٨).




**شكل ٨ يوضح الجوانب الجمالية والوظيفية التي تحققت من خلال تصنيع قطع الأثاث باستخدام خامة الريزن**

6- توصلت التجارب إلى أن استخدام خامة الإيبوكسي ريزن في تصنيع الأثاث تميز بعدد من المميزات، منها:

- إمكانية الحصول على خامة شفافة تشبه الزجاج لكنها تتمتع بالمتانة والصلادة.
- إمكانية الوصول إلى تأثيرات لونية متعددة، بحيث تصبح كل وحدة أثاث قطعة فنية متفردة يصعب أن تتكرر تفاصيلها.
- كون الخامة سائلة أثناء التشكيل يسهل من عملية مزجها بخامات أخرى غير تقليدية كالرمال والأحجار والخرز والزهور والنباتات وغيرها...
- سهولة تشكيل الخامة وإمكانية الحصول من خلالها على تأثيرات متنوعة يعمل على تعزيز التفكير الإبداعي لدى المصمم.

7- ظهرت بعض العيوب لاستخدام الخامة في تصنيع الأثاث والتي تمثلت في:

- التحكم في تصنيع القوالب وصب الخامة وتجهيزها بالتصميم والألوان والتأثيرات المطلوبة يتطلب عمالة محترفة ذات حس وذوق فني عالي.

- صب كتل ذات سماكات كبيرة تحتاج بالتبعية إلى كميات كبيرة من الراتنج ولذلك قد تتكلف القطعة أسعار عالية، وبالتالي يمكن في تلك الحالة عمل القوالب للسمك الخارجي للكتلة فقط بدلا من صبها ككتلة واحدة.

- قابل للكسر في حالة عدم الدقة في إضافة النسب، فإذا زادت كمية المصلب عن المقدار المطلوب قد تنكسر القطعة بسهولة.

والشكل (٩) يوضح مميزات وعيوب استخدام خامة الريزن في صناعة الأثاث.

**شكل ٩ مميزات وعيوب استخدام خامة الإيبوكسي ريزن في صناعة الأثاث**

## نتائج البحث:

- تعطي خامة راتنج الإيبوكسي متانة وقابلية التصاق عالية وتكسب المادة قوة وصلادة، لذلك يمكن استخدامها في التطبيقات التي تتطلب أداء وظيفياً عالياً.

- تمكنت الدراسة التطبيقية من الكشف عن الإمكانات التشكيلية والجمالية والوظيفية لخامة راتنج الإيبوكسي، وكيفية استخدامه في تصنيع قطعة أثاث ذات قيم فنية وجمالية.

- يؤدي استخدام راتنج الإيبوكسي في صناعة الأثاث ومكملاته إلى الحصول على توليفات جديدة وتأثيرات مستحدثة، وبالتالي إبراز جوانب جمالية جديدة، لا تتعارض مع القيم الوظيفية للقطعة، بل تضيف لها قيمة فنية.

- لا يمكن قصر استخدام خامة الإيبوكسي ريزن على كونها مجرد طلاء أو مادة تستخدم في صناعة التحف فقط، بل يمكن توظيفها في تصنيع الأثاث ومكملاته.

- تعتبر مادة الإيبوكسي ريزن من الخامات التي تتميز بالمتانة والصلابة مما يجعلها مهيأة لصناعة وحدة أثاث بالكامل، مع مراعاة تجهيز أماكن للتعاشيق في القوالب المستخدمة في الصب، واستخدام اللصق جنبا إلى جنب مع التعاشيق، للحصول على قوة تحمل ومتانة أكبر.

- من خلال استخدام خامة الإيبوكسي ريزن يمكن الحصول على قطع اثاث تتلاءم مع الحالة النفسية ومع طبيعة الفراغ.

- خامة الإيبوكسي ريزن خامة مكلفة، لذا تحتاج إلى دراسات تدقيقية وحسابات خاصة، للوصول إلى أقل تكلفة ممكنة.
- يحتاج التحكم الاحترافي في خامة الريزن إلى فنيين أكثر كفاءة ودقة.
- مميزات خامة الإيبوكسي ريزن تيسر عملية التكامل بين استخدام الخامة ورؤية المصمم التصميمية، مما يمكنه من تنفيذ أفكار صعبة التنفيذ.
- يعتمد مستخدمي خامة الريزن في التصنيع على طريقة الصب اليدوي، لذلك كل قطعة أثاث يدوية قد تصبح تحفة فنية لا تتكرر، حتى في حالة استخدام ذات القالب مرات عديدة.
- يمكن استخدام خامة الريزن في الحصول على أشكال يصعب الحصول عليها باستخدام خامات أخرى، مثل تأثيرات البحار والأنهار، والتأثيرات المعدنية المختلفة، كما يمكن مزج خامة الريزن بالخامات التقليدية مثل الأخشاب وجذوع الأشجار والخامات غير التقليدية مثل الرمال والزهور والأعشاب.
- لا يعد راتنج الإيبوكسي خامة سامة في حد ذاتها، وبالتالي لا يحدث منها أي ضرر في الحالة الخاملة، إلا أن الضرر قد يحدث نتيجة للتفاعل الذي ينتج عنه الغازات التي قد تتسبب في حساسية الجهاز التنفسي، أو حساسية الجلد، لذلك يجب أخذ الاحتياطات اللازمة عند التصنيع، من ارتداء ملابس وقائية، واستخدام النظارات والقفازات والأقنعة، وتجهيز المكان بالتهوية الجيدة.

## التوصيات:

- توصي الباحثة المصممين الداخليين ومصممي الأثاث بابتكار أساليب متطورة ومحاولة التعرف على خامات غير تقليدية واستخدامها في مجالات التصميم الداخلي والأثاث.
- تدعو الباحثة المصممين والباحثين في مجال الأثاث إلى الاهتمام بدراسة خامة الإيبوكسي ريزن والتعرف على إمكانياتها وذلك لما لها من خصائص ومواصفات فنية وتشغيلية.
- كما توصي بتعزيز دور المصمم في الاستفادة من التقنيات والخامات الحديثة في صناعة الأثاث.
- الدعوة لإجراء المزيد من البحوث العلمية التجريبية للكشف عن المزيد من الخامات والتقنيات المستحدثة في مجال التصميم الداخلي والأثاث.
- يجب على القائمين بالتطبيق والمتخصصين في خامة الإيبوكسي ريزن العودة دائمًا إلى صحيفة بيانات السلامة الخاصة بمنتجات الإيبوكسي، لفهم أعراض كل مكون من الآثار الصحية والتعامل الآمن مع التطبيق وتقنياته.
- في حالة استخدام راتنج الإيبوكسي في تنفيذ قطع الأثاث، يجب مراعاة تجهيز أماكن للتعاشيق في القوالب، واستخدام اللصق بالتكامل مع التعاشيق، للحصول على قوة تحمل ومتانة أكبر.
- يجب دراسة متانة راتنجات الإيبوكسي بشكل أكبر قبل التطبيق.

## المراجع:

**المراجع العربية:**

1- أحمد سلطان خلف الساعدي. ٢٠١٩. "الأثاث بين التعدد الوظيفي وتحقيق القيم الجمالية." Researchgate ٩٨-١١٠.

1- ahmad sultan khalf alsaaeidi. 2019. "al'athath bayn altaeadud walraqm watahqiq alqiam aljamaliati." risirishjit 98-110.

2- أميمة إبراهيم محمد قاسم. ٢٠٠٣. "اختبارات الأثاث كأحد وسائل تقييم جودة المنتج." علوم وفنون ٩٩-١١٤.

2- umimat 'iibrahim muhamad qasimi. 2003. "akhtibarat al'athath ka'ahad wasayil taqyim aljawdat almuntaji." eulum wafunun 99-114.

3- خطاب, أسامة .2022 .صاحب شركة إيجي بوكسي .تقرير المكتب الفني للشكرة المصنعة, القاهرة: شركة إيجي بوكسي.

3- khataab , 'usama. 2022. sahib sharikat 'iiji buksi. taqrir almaktab alfaniyi lilshakrat almusanaeati, alqahirati: sharikat 'iiji buksi.

4- زكريا, أحمد محمد صفى الدين محمد" .2019 .اثر استخدام الراتنج الصناعي مع الخامات المختلفة في استحداث نماذج غير نمطية من الأثاث وعناصر التصميم الداخلي ".مجلة العمارة والفنون .18-1 :14

4- zakariaa , 'ahmad muhamad safaa aldiyn muhamad. 2019. "athir aistikhdam alsinaeii mae alkhamat almukhtalifat fi aistihdath namadhij ghayr namatiat min al'athath waeanasir altasmim aldaakhili." majalat aleimarat walfunun 14: 1-18.

5- طارق أحمد محمود عبد الله راشد. ٢٠٢٢. "الإستدامة التكنولوجية فى آثاثات الحدائق والمتنزهات بإستخدام الألياف النسجية كألياف الموز وألياف الزجاج لتحقيق قدرة تحمل عالية بمساعدة مركبات الإيبوكسي عالية النقاء." مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، يناير، الإصدار ٣١.

5- tariq 'ahmad mahmud eabd allah rashid. 2022. al'iistidamat altiknulujiat faa athathat alhadayiq walmutanazahat bi'iistikhdam al'alyaf aldawyiyat ka'alyaf almawz wa'alyaf airtifae nisbat altaaqat alealiat 'iilaa markabat al'iibuksi ealiat alnaqa'i. majalat aleimarat walfunun waleulum al'iinsaniat , yanayir , al'iisdar 31.

6- كاطع, حقي إسماعيل" .2011 .تأثير دقائق من أُوكسيد المغنيسيوم في العزل الحراري لراتنج الإيبوكسي كونبكسترا ". The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering, 4 ed.: 784-791.

6- katae, haqiy 'iismaeil. 2011. "tathir daqayiq min 'uwksyd almaghnisium fi aleazl liratinj al'iibuksi kunbakstra." almajalat aleiraqiat lilhandasat almikanikiat walmawadi 4 tabeat 784-791.

7- كيماويات البناء الحديث. ٢٠١٨. المركبات الإيبوكسية. القاهرة، ٢٥ October.

7- kimawiaat albina' alhadithi. 2018. almarkabat al'iibuksiata. alqahirat , 25 'uktubar.

**المراجع الأجنبية:**

**8-** Anthony E. Woods, John W. Stirling. 2019. *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques.* Vol. 8. China: Elsevier.

**9-** Arya Uthaman, Guijun Xian, Yunjia Wang, Qiang Zheng, and Xiaoling Liu. 2020. "Durability of an Epoxy Resin and Its Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composite upon Immersion in Water, Acidic, and Alkaline Solutions." *mdpi* 1-23.

**10-** Company, A Tri-iso Tryline. 2021. "Delivering Better Chemistry." *tri-iso.* Accessed February 27, 2021. https://www.tri-iso.com/.

**11-** Headquarters, TRiiSO. 2021. "Epoxy materials." TRiiSO. Accessed October 25, 2022. https://www.tri-iso.com/composite_epoxy_resins.html.

**12-** Khattab, Osama, interview by Researcher. 2022. Egypoxy CEO (November 20).

**13-** Krzysztof Matyjaszewski, Martin Mo¨ller. 2012. Polymer Science: A Comprehensive Reference. Vol. 5. Elsevier.

**14-** Liang, Ruifeng (Ray). 2008. "INTRODUCTION TO POLYMERS (RESINS)." Fiber Reinforced Polymer Composite Workshop. Sahara Star Hotel, Mumbai, India: West Virginia University. 1-31.

**15-** —. 2008. "INTRODUCTION TO POLYMERS (RESINS)." Fiber Reinforced Polymer Composite Workshop. Mumbai, India: West Virginia University. 1-31.
**16-** Taylor, S.R. 2001. "Coatings for Corrosion Protection: Organic." *Sciencedirect.*

**مواقع الإنترنت:**

**17-** AURÉLIE. 2019. A "green" epoxy resin seriously. March 29. Accessed December 17, 2022. 01.00 P.M. https://resineepoxy.ca/en/2019/03/29/a-green-epoxy-system-seriously/#:~:text=Is%20epoxy%20resin%20harmful%20to%20the%20environment%20%3F, catalysed%20and%20thus%20environmentally%20safe.
**18-** Brent A. Bauer, M.D. 2022. Healthy Lifestyle Nutrition and healthy eating. March 8. Accessed January 10, 2023. 05.00 P.M. https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/bpa/faq-20058331.
**19-** 2020. Epoxy types on Egypt. November 12. Accessed December 17, 2022. 09.00 P.M. https://www.fekrahandmade.com/2020/03/epoxy-types-on-egypt.html.
**20-** CMB-Group. n.d. "product-kemapoxy-150-3d." cmbegypt. Accessed January 9, 2023. 08.00 P.M. https://www.cmbegypt.com/cmb/ar/product/kemapoxy-150-3d/.
**21-** Enviroguard, International. 2022. *HOW TO SAFELY WORK WITH EPOXY COATINGS.* July 11. Accessed November 25, 2022. 10.00 P.M. https://int-enviroguard.com/blog/how-to-safely-work-with-epoxy-coatings-ppe-and-safety-measures/.
**22-** Searle, Harriet. 2019. EcoPoxy | Natural Epoxy & Resins For Woodworking. November 21. Accessed January 10, 2023. 05.00 P.M. https://knowledge.axminstertools.com/ecopoxy-natural-epoxy-and-resin-for-woodworking/.
**23-** Swift, Katherine. 2022. 7 Best Epoxy Resin Safety Tips You Will Read This Year. May 6. Accessed December 17, 2022. 04.00 P.M. https://www.resinobsession.com/resin-resin-resin/epoxy-resin-safety/.

[١] الأمر مشابه للتعامل مع أي مادة كيميائية في حال لمسها للعين أو الجلد مثل مساحيق غسيل الملابس وغيرها.