

إعادة تدوير فيتورة الزيتون لتعزيز استدامة خامات الأثاث الداخلي

أ.د/ ايمان محمد فرج
أكاديمية الباحث للدراسات العليا
em.elsahli@academy.edu.ly
elsahli@albahith.edu.ly

شهد الهادي قنبيج
الأكاديمية الليبية – جنزور
shahadej344@gmail.com

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى استغلال والاستفادة من مخلفات الزيتون (فاتورة الزيتون) كمصدر طبيعي لتطوير خامات مستدامة للأثاث الداخلي، من خلال دمجها مع الإيبوكسي كمادة رابطة لإنتاج مركبات بوليميرية تجمع بين جمالية الخشب ومتانة البوليمرات. اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي والتجريبي، حيث تم تنفيذ تجربة عملية لإنتاج ألواح مركبة من الفاتورة والإيبوكسي عبر مراحل التنظيف والتجفيف والخلط والصب والمعالجة، وأثبتت نجاح إنتاج ألواح متماسكة وصلبة ذات سطح أملس وجمالية بصرية مميزة ومقاومة جيدة للرطوبة وتوصل الباحث إلى أن مخلفات الزيتون تتوافق مع معايير الخامات المستدامة ويمكن توظيفها في تطبيقات داخلية متعددة كالمناضد والفواصل الجدارية و التكسيات، مما يسهم في تقليل الأثر البيئي ويدعم الاقتصاد الدائري.

الكلمات المفتاحية: مخلفات الزيتون، خامات مستدامة، الأثاث الداخلي.

Abstract

This research aims to exploit and benefit from olive waste (olive pomace) as a natural source for developing sustainable materials for interior furniture, by integrating it with epoxy as a binding agent to produce polymeric composites that combine the aesthetics of wood with the durability of polymers.

The researcher adopted the descriptive analytical and experimental approach, where a practical experiment was conducted to produce composite panels from olive pomace and epoxy through the stages of cleaning, drying, mixing, pouring, and curing. The experiment proved successful in producing cohesive and solid panels with a smooth surface, distinctive visual aesthetics, and good moisture resistance.

The researcher concluded that olive waste complies with the standards of sustainable materials and can be employed in various interior applications such as tables, partition walls, and wall coverings, which contributes to reducing environmental impact and supports the circular economy.

مقدمة:

شهدت العقود الأخيرة تحولاً بارزاً في الوعي البيئي العالمي، حيث برز مفهوم الاستدامة كأحد أهم التوجهات التي تسعى إلى تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على الموارد الطبيعية وقد أدى هذا التوجه إلى ظهور مفاهيم جديدة مثل الاقتصاد الأخضر والاقتصاد الدائري، اللذان يرتكزان على استثمار الموارد الطبيعية وإعادة تدوير المخلفات بطريقة رشيدة، وتحويلها إلى موارد اقتصادية يمكن استثمارها، بما يسهم في تقليل التلوث البيئي وتحقيق التنمية الاقتصادية في آن واحد. (1)

وفي هذا السياق، تُعد الصناعات الزراعية من أكثر القطاعات إنتاجاً للمخلفات العضوية، والتي غالباً ما يتم التخلص منها بطرق غير علمية تؤدي إلى أضرار بيئية متعددة ومن أبرز هذه المخلفات تلك الناتجة عن صناعة زيت الزيتون، والتي تشكل تحدياً بيئياً كبيراً في الدول المنتجة، حيث تتراكم كميات هائلة من المخلفات الصلبة والسائلة التي تتسبب في تلوث التربة والمياه والهواء إذا لم يتم التعامل معها بطرق. (2)

وتعد مخلفات الزيتون، وخاصة النوى والتفل (الفيتورة) والأغصان الناتجة عن التقليم، من المواد اللجنوسليلوزية الغنية بالسليولوز والهيمى سيليلوز واللجنين، وهي مواد يمكن الاستفادة منها في مجالات متعددة بعد معالجتها وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة مضافة وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن هذه المخلفات تمتلك خصائص فيزيائية وميكانيكية تجعلها مرشحة قوية للاستخدام كمادة حشو أو تقوية في المواد المركبة، خاصة عند مزجها مع بوليمرات مثل الإيبوكسي والبوليستر. (3)

وانطلاقاً من ذلك، يهدف هذا البحث إلى استكشاف إمكانية الاستفادة من مخلفات الزيتون كمصدر مستدام لتطوير خامات جديدة يمكن استخدامها في صناعة الأثاث الداخلي، وذلك من خلال مزج هذه المخلفات مع مادة الإيبوكسي كمادة رابطة، وإنتاج مركبات بوليميرية تجمع بين خصائص الخشب الطبيعي ومتانة البوليمرات، مما يفتح آفاقاً جديدة في مجال التصميم الداخلي وصناعة الأثاث المستدام. (4)

مشكلة البحث:

في ظل التوجه العالمي نحو الاستدامة والاقتصاد الدائري، تزايد الاهتمام بالبحث عن مواد بديلة وصديقة للبيئة يمكن توظيفها في مجالات التصميم والتصنيع وتُعد مخلفات الزيتون من أبرز المخلفات الزراعية المتوفرة بكميات كبيرة، والتي تمثل مورداً قابلاً لإعادة التوظيف بدلاً من التخلص منها بطرق قد تؤثر

سلباً على البيئة ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسة إمكانية الاستفادة من هذه المخلفات في تطوير خامات مبتكرة ومستدامة يمكن استخدامها في صناعة الأثاث الداخلي، بما يسهم في تقديم حلول تصميمية تحقق الجوانب البيئية والوظيفية والاقتصادية بصورة أكثر استدامة.

تتلخص مشكلة البحث في التساؤل التالي:

كيف يمكن الاستفادة من مخلفات الزيتون في تطوير خامات مستدامة للأثاث الداخلي؟

فرضية البحث:

تساهم المركبات الناتجة عن مزج مخلفات الزيتون مع الإيبوكسي في توفير بدائل مستدامة ومنخفضة التكلفة لصناعة الأثاث الداخلي.

أهمية البحث:

تبرز أهمية البحث في عدة جوانب، من أهمها:

1. إيجاد حلول مستدامة لتدوير مخلفات الزيتون، من خلال تحويلها من مواد ملوثة للبيئة إلى خامات ذات قيمة اقتصادية يمكن استخدامها في صناعة الأثاث الداخلي، مما يساعد في تقليل التلوث البيئي وتعزيز الاقتصاد الدائري.
2. تعزيز ثقافة الاستدامة في صناعة الأثاث الداخلي، من خلال تقديم بدائل بيئية للخامات التقليدية المستوردة، والمساهمة في تقليل الاعتماد على الأخشاب الطبيعية واستنزاف الغابات.
3. يفتح آفاقاً جديدة للاستفادة من المخلفات الزراعية المحلية، وخاصة في الدول المنتجة للزيتون.
4. إضافة علمية في مجال المواد المركبة والتصميم الداخلي، من خلال دراسة خصائص مركبات مخلفات الزيتون والإيبوكسي وإمكانية تطبيقها في تصميم الأثاث.

أهداف البحث:

1. التعرف على مخلفات الزيتون من حيث مفهومها وأنواعها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية، ودراسة إمكاناتها كمادة أولية قابلة للتوظيف في التطبيقات الصناعية المستدامة.
2. دراسة المواد المركبة ذات الأساس البوليمر وخصائصها، مع التركيز على دور البوليمرات والإيبوكسي في تكوين المواد المركبة.
3. تحليل مفهوم الاستدامة في الأثاث الداخلي وتحديد معايير الخامات المستدامة.
4. تقديم تصورات تصميمية لتطبيق هذه المواد المركبة في صناعة الأثاث الداخلي، من خلال اقتراح نماذج أولية لقطع أثاث يمكن تنفيذها باستخدام هذه الخامات المستدامة.

منهجية البحث:

اعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التجريبي، وذلك من خلال: يتضمن الجانب النظري استعراض الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بمخلفات الزيتون، والمواد المركبة ذات الأساس البوليمري، واستخداماتها في مجال الأثاث والتصميم الداخلي، بهدف بناء إطار نظري متكامل يدعم الجانب التطبيقي للبحث.

يتضمن الجانب التطبيقي إجراء تجربة عملية لتحضير عينة من المواد المركبة باستخدام الفاتورة المزوجة مع مادة الإيبوكسي كمادة رابطة.

حدود البحث:

الحدود الموضوعية:

يقتصر هذا البحث على دراسة إمكانات الاستفادة من مخلفات الزيتون الناتجة عن عمليات الإنتاج الزراعي والصناعي، وتوظيفها في تطوير خامات مركبة مستدامة من خلال دمجها مع مواد بوليمير رابطة، بهدف إنتاج خامات قابلة للاستخدام في مجال الأثاث الداخلي، مع التركيز على مفهوم الاستدامة وإعادة توظيف المخلفات الزراعية في تطوير بدائل مادية صديقة للبيئة.

الحدود المكانية:

اقتصر الحدود المكانية لهذا البحث على معاصر الزيتون الواقعة بمنطقة ورشفانة غرب مدينة طرابلس، وذلك باعتبارها من المناطق التي تشهد نشاطاً في إنتاج الزيتون واستخراج زيت، وما ينتج عن ذلك من مخلفات زراعية.

الحدود الزمانية:

يقتصر الجانب النظري (المنهج الوصفي) على الدراسات والأبحاث العلمية المنشورة خلال الأعوام (2015-2026) ذات العلاقة بمخلفات الزيتون والخامات المستدامة وتطبيقاتها في مجال الأثاث الداخلي .

اقتصر الجانب التطبيقي على إعداد وتطوير خامة مستدامة من مخلفات الزيتون خلال الفصل الربيعي من عام 2026، بهدف دراسة إمكانية توظيفها كخامة بديلة ومستدامة في تصميم وتنفيذ الأثاث الداخلي.

مصطلحات البحث:

مخلفات الزيتون:

انها نواتج جانبية تنتج عن صناعة زيت الزيتون، وتضم مواد عضوية صلبة وسائلة تحتوي على مركبات طبيعية مختلفة، هي البقايا الناتجة عن عمليات زراعة الزيتون وعصره وتقليمه، وتشمل نوى الزيتون والأوراق والأغصان وبقايا العصر (الفيثورة)، ويمكن الاستفادة منها في مجالات متعددة مثل السماد والوقود والصناعات الحرفية، وتمثل تحدياً بيئياً عند التخلص منها، وفي الوقت نفسه مصدراً يمكن استثماره في تطوير مواد ومنتجات جديدة. (5)

التعريف الاجرائي: مخلفات الزيتون هي نواتج ثانوية تتولد خلال مراحل إنتاج زيت الزيتون، وتتميز بتوافرها بكميات كبيرة في المناطق الزراعية، مما يجعلها مورداً واعداً يمكن توظيفه في إنتاج خامات مستدامة ومواد بديلة صديقة للبيئة.

خامات مستدامة:

هي الموارد أو المواد التي يمكن الاعتماد عليها بشكل مستمر وطويل الأمد دون استنزاف البيئة أو انقطاع الموارد، وتتميز بقدرتها على التجدد والاستمرارية، وتشمل المواد المعاد تدويرها أو المنتجة من مصادر متجددة. (6)

كما عرفتھا امل المواد التي يتم إنتاجها أو إعادة تصنيعها من خلال إعادة استخدام وتدوير المخلفات والمواد الطبيعية بما يحقق تقليل الأثر البيئي السلبي، والمحافظة على الموارد الطبيعية، ودعم مبادئ الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، مع إمكانية استخدامها في إنتاج منتجات جديدة صديقة للبيئة. (7)

التعريف الاجرائي: هي المواد المستخدمة في التصنيع أو البناء أو التصميم، والتي يكون تأثيرها البيئي منخفضاً ويمكن إعادة تدويرها أو تجديدها أو إنتاجها بطريقة صديقة للبيئة.

الأثاث الداخلي:

مجموعة المنتجات والقطع المنقولة التي توظف داخل الفراغات المعمارية لأداء وظائف استخدامية متنوعة، وتشمل الكراسي والطاولات والخزائن والأرفف وسائر العناصر التي تسهم في تأثيث المكان وتنظيمه. (8)

كما عرفته إيمان هو مجموعة القطع والأدوات المصممة لتنظيم وتجميل الفراغات الداخلية، وتشمل المقاعد والطاولات والخزائن والأسرة وغيرها، وتتميز بوظيفتها الجمالية والنفعية في آن واحد. (9)

التعريف الاجرائي: هو مجموعة العناصر القابلة للنقل أو التثبيت داخل الفراغات الداخلية، والتي تُستخدم لتأثيث وتنظيم المساحات وتلبية الاحتياجات الوظيفية والجمالية للمستخدمين، مثل الجلوس، والنوم، والتخزين، والعمل، مع مراعاة تحقيق الراحة والانسجام مع التصميم الداخلي العام للمكان.

الايوكسي: هو بوليمر حراري صلب يتكون من تفاعل الإبيكلوروهيدرين مع البي فينول-أ، ويتميز بخصائص ميكانيكية ممتازة ومقاومة عالية للمواد الكيميائية والحرارة، ويستخدم كمادة رابطة في العديد من التطبيقات الصناعية. (10)

التعريف الاجرائي: هو نوع من الراتنجات الصناعية (Resins) يتكوّن من مركبين رئيسيين هما الراتنج والمصلّب، وعند خلطهما يحدث تفاعل كيميائي ينتج مادة صلبة قوية تتميز بالصلابة العالية ومقاومة الماء والمواد الكيميائية، مما يجعلها تُستخدم في مجالات متعددة مثل الطلاء، والمواد اللاصقة، وصناعة الأثاث والديكورات.

الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: د. إيمان محمد واخرون/ (2017) / (إعادة تدوير مخلفات ثقل الزيتون والاستفادة منه في مجال التصميم الداخلي). (11)

ملخص الدراسة:

موضوع إعادة تدوير مخلفات ثقل الزيتون وإمكانية الاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي، باعتبارها من المخلفات الزراعية المتوفرة بكميات كبيرة في دول حوض البحر المتوسط وركزت الدراسة على أن هذه المخلفات غالباً ما يتم التخلص منها بطرق تقليدية رغم ما تحتويه من خصائص يمكن استثمارها في إنتاج مواد وخامات جديدة. كما أوضحت أن توظيف ثقل الزيتون في التصميم الداخلي يسهم في تقليل الأثر البيئي.

وتراكم المخلفات البيئية، وبيّنت الدراسة إمكانية تحويل هذه المخلفات إلى خامات أو ألواح يمكن استخدامها في تغطية الأسطح الداخلية والعناصر التكميلية في الفراغات المعمارية كما أشارت إلى أن هذه المواد تتميز بخفة الوزن وإمكانية دعمها بمواد رابطة لتحسين خصائصها الفيزيائية والميكانيكية كذلك أوضحت أن هذه الخامات قد تسهم في تحقيق بعض الخصائص الوظيفية مثل العزل الحراري والصوتي،

مما يزيد من كفاءتها في الاستخدام الداخلي وخلصت الدراسة إلى أن إعادة تدوير تفل الزيتون يمثل اتجاهاً مهماً نحو الاستدامة وتطوير بدائل مبتكرة للخامات التقليدية في التصميم الداخلي.

أوجه التشابه مع البحث الحالي

1. يستخدم كلا البحثين مخلفات الزيتون (تفل الزيتون/الفيتورة) كمادة خام أساسية.
2. يركز كلا البحثين على مجال التصميم الداخلي كمجال تطبيقي للمنتجات الناتجة.
3. يهدف كلا البحثين إلى تحويل المخلفات الزراعية إلى منتجات ذات قيمة مع الحفاظ على البيئة.
4. يؤكد كلا البحثين على أهمية إعادة التدوير كآلية لتحقيق الاستدامة البيئية في مجال التصميم الداخلي.

أوجه الاختلاف مع البحث الحالي

- 1-المادة الرابطة حيث يركز البحث الحالي على استخدام الإيبوكسي كمادة رابطة أساسية.

الدراسة الثانية:

(The use of Olive Stone Waste for Production of Particleboard /Elsahli (2016) /
(using Commercial Polyester Sealer as a Binding Agent). (12)

ملخص الدراسة:

تناولت هذه الدراسة توظيف النفايات الصلبة الناتجة عن عصر الزيتون (حجر الزيتون) في إنتاج ألواح حبيبية باستخدام راتنج البولي استر التجاري مادة رابطة، وذلك بهدف إيجاد بديل محلي ومستدام للخشب في التطبيقات غير الإنشائية وقد بينت الدراسة أن حجر الزيتون مادة ليجنوا سيليلوز تتشابه في تركيبها الكيميائي مع الخشب، إذ تحتوي على السليلوز وهيمي سيليلوز واللجنين بنسب مرتفعة كما أوضحت أن لألواح المنتجة بنسبة خلط ثمانين بالمئة من حجر الزيتون وعشرين بالمئة من مادة الرابطة حققت خصائص فيزيائية وميكانيكية مقبولة وفق معايير الأوروبية المعتمدة، شملت الكثافة ومحتوى الرطوبة وامتصاص الماء والتضخم السطحي ومقاومة الانحناء وأشارت الدراسة كذلك إلى أن راتنج البولي استر أسهم في تكوين طبقة واقية على سطح الألواح تقلل من امتصاص الرطوبة وتمنع نمو الفطريات والبكتيريا وخلصت الدراسة إلى أن حجر الزيتون يمتلك إمكانات حقيقية لاستبدال الخشب في قطاع صناعة الألواح الحبيبية، مما يسهم في تخفيف الأثر البيئي لهذه المخلفات في الدول المنتجة للزيتون كليبيا ودول حوض البحر الأبيض المتوسط.

أوجه التشابه مع البحث الحالي:

- 1-يعتمد كلا الباحثين على مخلفات الزيتون الصلبة مادة خاماً أساسية في إنتاج خامات مركبة قابلة للتوظيف في الفضاءات الداخلية
- 2-يسعى كلا الباحثين إلى إيجاد بديل مستدام للخامات التقليدية المستخدمة في صناعة الأثاث والتصميم الداخلي.
- 3-يُعالج كلا الباحثين مشكلة تراكم مخلفات معاصر الزيتون وما تفرزه من أعباء بيئية.

أوجه الاختلاف مع البحث الحالي

1. تستخدم الدراسة السابقة راتنج البولي إستر مادةً رابطة، في حين يعتمد البحث الحالي على مادة الإيبوكسي التي تتميز بخصائص التصاق وصلابة ومقاومة كيميائية أعلى مما يمنح اللوح الناتج مواصفات مختلفة تُلائم تطبيقات الأثاث الداخلي.
- الدراسة الثالثة: الهمص، (2024)،** (تحضير عينات من الخشب البلاستيكي باستخدام مخلفات معاصر الزيتون وكرناف النخل مخلوطة مع بوليمر الإيبوكسي وبوليمر البولي إستر ودراسة بعض خواصها الميكانيكية). (13).
- ملخص الدراسة:**

تناولت هذه الدراسة تحضير أربعة أنواع من مادة الخشب البلاستيكي ذات الأساس البوليمري بطريقة الصب اليدوي، وذلك بخلط نوعين من البوليمر كل على حدة كمادة أساس وهما الإيبوكسي والبولي إستر مع مسحوق مخلفات معاصر الزيتون ومسحوق كرناف النخل بنسب وزنية مختلفة. وأجرت الدراسة اختبارات ميكانيكية عدة شملت اختبار الشد واختبار البلل ونسبة امتصاص الماء واختبار الصدم. وأظهرت النتائج أن مقاومة الشد للعينات المخلوطة مع الإيبوكسي كانت أعلى بشكل عام مقارنةً بعينات البولي إستر، كما أن عينات مخلفات الزيتون مع الإيبوكسي كانت الأكثر مقاومةً للرطوبة. ولم تُظهر العينات بمختلف النسب فرقاً واضحاً في قيم اختبار الصدم.

أوجه التشابه مع البحث الحالي:

1. يعتمد كلا الباحثين على مخلفات معاصر الزيتون الصلبة مادةً خاماً أساسيةً في تصنيع اللوح المركب.
2. يستخدم كلا الباحثين مادة الإيبوكسي مادةً رابطة مع مخلفات الزيتون وهو المحور الجوهري للبحث الحالي.
3. يهتم كلا الباحثين بدراسة خصائص المادة الناتجة من حيث التماسك والمتانة وتحمل المؤثرات الخارجية.

أوجه الاختلاف مع البحث الحالي:

1. تشمل الدراسة السابقة مقارنةً بين نوعين من المواد الحاشية هما مخلفات الزيتون وكرناف النخل معاً، في حين يقتصر البحث الحالي على مخلفات الزيتون.

الاطار النظري:

تمهيد:

يمثل الإطار النظري الأساس العلمي والمعرفي الذي يُبنى عليه البحث، إذ يوضح المفاهيم الرئيسية المرتبطة بموضوع الدراسة، ويعرض الخلفية العلمية التي تساعد على فهم المشكلة وتحليلها وفي هذا الفصل يتم تناول المفاهيم المتعلقة بمخلفات الزيتون وخصائصها، والمواد المركبة ذات الأساس البوليمري، واستخداماتها في مجال الأثاث الداخلي، وعرض العلاقة بين هذه المفاهيم وإمكانية توظيفها في تطوير خامات مستدامة لصناعة الأثاث.

مخلفات الزيتون هي البقايا الناتجة عن عمليات زراعة الزيتون وعصره وتقليمه، وتشمل نوى الزيتون، والأوراق، والأغصان، وبقايا العصر (الفيثورة) وتعد هذه المخلفات من المواد اللجنوسليلوزية، حيث تحتوي على السليولوز والهيمي سليولوز واللجنين بنسب متفاوتة، مما يجعلها مادة خام غنية يمكن الاستفادة منها في العديد من التطبيقات الصناعية. (14)



صورة (1) توضح شكل مخلفات الزيتون المصدر تصوير الباحثة

أنواع مخلفات الزيتون:

تنقسم مخلفات الزيتون إلى عدة أنواع، تختلف في خصائصها وإمكانية الاستفادة منها، ومن أهمها:

- 1-نوى الزيتون: هي الجزء الصلب الداخلي للثمرة، وتنتج بكميات كبيرة من معاصر الزيتون ومصانع تعليب الزيتون، وتتميز بصلابتها العالية ومحتواها المنخفض من الرطوبة.



صورة (2) توضح نوى الزيتون المصدر شبكة الأنترنت

2-تقل الزيتون أو (الفيتورة) هي البقايا الناتجة عن عملية عصر الزيتون واستخلاص الزيت، وتتكون من خليط من نوى الزيتون المطحونة وبقايا اللب والقشور، وتتميز بمحتواها العالي من المواد العضوية والمركبات الفينولية، وتحتاج إلى معالجة قبل الاستخدام لإزالة الزيت المتبقي. (15)

3-مخلفات التقليم هي الأغصان والأوراق الناتجة عن عمليات تقليم أشجار الزيتون، وتتميز باحتوائها على نسبة عالية من السليولوز واللجنين، ويمكن استخدامها في صناعة الألواح الخشبية والوقود الحيوي. (16)

الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمخلفات الزيتون:

تتميز مخلفات الزيتون بمجموعة من الخصائص التي تجعلها مرشحة قوية للاستخدام في صناعة المواد المركبة، ومن أهم هذه الخصائص الطبيعة اللجنوسليلوزية: تحتوي مخلفات الزيتون على نسب عالية من السليولوز والهيميسليولوز واللجنين، وهي مكونات تشبه في تركيبها الخشب الطبيعي، مما يجعلها قابلة للاستخدام كبديل للخشب في العديد من التطبيقات.



صورة (3) توضح محتويات تركيبة مخلفات الزيتون المصدر شبكة الانترنت

1. الكثافة النسبية: تتراوح كثافة نوى الزيتون بين 1.3 و 1.4 جم/سم³، وهي قريبة من كثافة الأخشاب الصلبة، مما يجعلها مناسبة لإنتاج ألواح عالية الكثافة ذات خصائص ميكانيكية جيدة.

2. المسامية: تتميز مخلفات الزيتون بوجود مسامات داخلية، مما يساهم في خفة الوزن والعزل الحراري والصوتي عند استخدامها في المواد المركبة.
3. المحتوى الكيميائي: تحتوي مخلفات الزيتون على مركبات فنولية وأحماض دهنية، مما يؤثر على خصائصها وقابليتها للتفاعل مع المواد الرابطة. (17)



صورة (4) توضح التقسيم الداخلي لمخلفات الزيتون المصدر شبكة الانترنت

المواد المركبة:

المواد المركبة هي مواد تتكون من مزيج من مادتين أو أكثر، تختلفان في الخواص الفيزيائية والكيميائية، وتنتج عنهما مادة جديدة تمتلك خصائص متفوقة على المواد المكونة لها وتتكون المواد المركبة عادة من مادة أساس (Matrix) ومادة تقوية أو حشو وتهدف إلى تحسين الخواص الميكانيكية والفيزيائية والحرارية للمنتج النهائي. (18)

البوليمرات كمادة أساس:

تُستخدم البوليمرات بشكل واسع كمادة أساس في المواد المركبة، نظراً لسهولة تشكيلها وتنوع خصائصها. وتنقسم البوليمرات من حيث طبيعة تصلبها إلى نوعين رئيسيين:

1. **البوليمرات الحرارية:** وهي بوليمرات تلين عند التسخين وتتصلب عند التبريد، ويمكن إعادة تشكيلها عدة مرات، وتشمل البولي بروبيلين والبولي إيثيلين والبولي فينيل كلورايد.
2. **البوليمرات المتصلبة بالحرارة:** وهي بوليمرات تتصلب بشكل نهائي عند التسخين أو إضافة مادة مصلبة، ولا يمكن إعادة تشكيلها بعد التصلب، وتشمل الإيبوكسي والبولي استر غير المشبع والفينول فورمالدهيد. (19)

الإيبوكسي كمادة رابطة:

الإيبوكسي هو بوليمر متصلب بالحرارة، يتميز بخصائص ميكانيكية ممتازة، ومقاومة عالية للمواد الكيميائية والحرارة، وقوة التصاق كبيرة بالعديد من المواد يتكون الإيبوكسي من تفاعل الإيبوكسولوروهيدرين

مع البيسفينول-أ، ويتم تصلبه بإضافة مواد مصلبة (Hardeners) مثل الأمينات أو الأنهيدرايدات وتشمل خصائص الإيبوكسي المهمة.



صورة (5) توضح مادة الإيبوكسي المصدر شبكة الانترنت

- 1- **قوة الالتصاق العالية:** يتميز الإيبوكسي بقدرته على الالتصاق بمجموعة واسعة من المواد، بما في ذلك الخشب والمعادن والزجاج والسيراميك.
 - 2- **المقاومة الكيميائية:** يتميز الإيبوكسي بمقاومته العالية للعديد من المواد الكيميائية والأحماض والقواعد.
 - 3- **الاستقرار الحراري:** يمكن للإيبوكسي أن يتحمل درجات حرارة تصل إلى 150-200 درجة مئوية، مما يجعله مناسباً للاستخدامات الداخلية.
 - 4- **الخواص الميكانيكية:** يتميز الإيبوكسي بصلابة عالية ومقاومة جيدة للصدمات والتآكل. (20)
- تقل الزيتون (الفيثورة) كخامة أساسية في المواد المركبة المدعمة بالإيبوكسي: تشير الدراسات إلى إمكانية استخدام الفيثورة كمادة أساسية في إنتاج المواد المركبة البوليميرية، وذلك بعد تحضيرها وتجهيزها بشكل مناسب، حيث يتم ربط جزيئاتها باستخدام الإيبوكسي كمادة رابطة جامعة وتتميز الفيثورة كخامة أساسية في هذه المركبات بالمزايا التالية:

1. **التكلفة المنخفضة والوفرة:** تعتبر الفيثورة من المخلفات الزراعية المتوفرة بكميات كبيرة في الدول المنتجة للزيتون، وبأسعار منخفضة، مما يقلل من تكلفة إنتاج المواد المركبة.
2. **الطبيعة المتجددة:** تعتبر الفيثورة مورداً متجدداً، مما يساهم في تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصاد الدائري. (21)
3. **الخصائص الجمالية واللمسية:** تتميز الفيثورة بلونها البني المتدرج وملمسها الحبيبي المائل للخشونة، مما يضيف طابعاً جمالياً مميزاً على المنتجات النهائية، ويجعلها مناسبة للتطبيقات الداخلية. (22)

4. **الخصائص الميكانيكية المقبولة:** أظهرت الدراسات أن المركبات الناتجة من ربط الفيتورة بالإيبوكسي تمتلك خصائص ميكانيكية جيدة، مثل الصلابة ومقاومة الشد، خاصة عند استخدام نسب خلط مناسبة.

مفهوم الاستدامة في الأثاث الداخلي:

الاستدامة في الأثاث الداخلي تعني تصميم وإنتاج قطع الأثاث التي تراعي البيئة في جميع مراحلها، بدءاً من اختيار المواد الخام، مروراً بعمليات التصنيع، وانتهاءً بالتخلص من المنتج بعد انتهاء عمره الافتراضي وتهدف الاستدامة إلى تقليل الأثر البيئي السلبي، والحفاظ على الموارد الطبيعية، وتعزيز الصحة العامة. (23)

معايير الخامات المستدامة في الأثاث:

1. **المصدر المتجدد:** أن تكون الخامة مستخرجة من مصادر متجددة أو معاد تدويرها.
 2. **انخفاض البصمة الكربونية:** أن تكون عمليات استخراجها وتصنيعها ذات تأثير بيئي منخفض.
 3. **السمية المنخفضة:** أن تكون خالية من المواد السامة التي تضر بصحة الإنسان أو البيئة.
 4. **المتانة وطول العمر:** أن تكون الخامة قادرة على تحمل الاستخدام لفترات طويلة، مما يقلل من الحاجة إلى الاستبدال المتكرر.
 5. **قابلية إعادة التدوير:** أن تكون الخامة قابلة لإعادة التدوير أو التحلل الحيوي نهاية عمرها الافتراضي.
- (24)

مخلفات الزيتون كخامة مستدامة للأثاث الداخلي:

تتوافق مخلفات الزيتون مع معايير الخامات المستدامة، فهي مواد متجددة ومعاد تدويرها، وتتميز بانخفاض تكلفتها وبصمتها الكربونية مقارنة بالخامات التقليدية وقد أظهرت الدراسات إمكانية استخدام مخلفات الزيتون في إنتاج الألواح التي يمكن استخدامها في صناعة الأثاث الداخلي، مثل أسطح الطاولة، ووحدات التخزين، والأرفف، والعناصر الزخرفية. (25)

الجانب التطبيقي:

يهدف هذا الجانب التطبيقي إلى استكشاف إمكانية الاستفادة من **فاتورة الزيتون** (وهي المخلفات الصلبة الناتجة عن عمليات عصر الزيتون) في إنتاج ألواح مركبة، باستخدام مادة الإيبوكسي كمادة رابطة، وذلك بهدف توظيفها في تطبيقات التصميم الداخلي والديكور وتأتي، هذه التجربة في سياق تعزيز ثقافة إعادة التدوير، والاستفادة من المخلفات الزراعية، بما يتوافق مع أهداف التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر.

منهجية العمل التجريبي

اعتمدت هذه التجربة على المنهج التجريبي القائم على الملاحظة والتحليل الوصفي، وذلك من خلال تنفيذ عملية تصنيع نموذج أولي (عينة) من ألواح الفاتورة والإيبوكسي، مع توثيق مراحل الإنتاج، وضبط المتغيرات المؤثرة في جودة المنتج النهائي.

مراحل التجربة العملية:

تكونت التجربة من أربع مراحل رئيسية، موضحة على النحو الآتي:

المرحلة الأولى: تجهيز المادة الخام (فاتورة الزيتون)

تم في هذه المرحلة جمع كمية من مخلفات الزيتون من معاصر الزيتون المحلية، ثم وضعها في وعاء كبير مملوء بالماء النظيف، وتركها لمدة 24 ساعة، وذلك بهدف:



صورة (6)(7) توضيح مخلفات الزيتون المصدر تصوير الباحثة

1. إزالة الشوائب والأتربة العالقة بالمادة.
2. تفكيك الكتل المتماسكة الناتجة عن عملية العصر.
3. تليين الألياف الطبيعية لتسهيل عمليات المعالجة اللاحقة

بعد انتهاء فترة النقع، تم أولاً تصفية الماء الناتج عن عملية النقع بهدف فصل السائل عن المكونات الصلبة.



صورة (8) توضح تصفية الماء بعد عملية النقع المصدر تصوير الباحثة

بعد ذلك، خضعت المادة لعملية تفكيك يدوي للكتل المتماصة، وذلك لتفتيت التكتلات الناتجة عن النقع وتحضيرها لمرحلة التنظيف، بما يضمن سهولة فصل المكونات والوصول إلى مادة أكثر تجانساً.



صورة (9) توضح عملية تفكيك المصدر تصوير الباحثة

عقب ذلك، أُجريت عملية الغسيل اليدوي على عدة مراحل باستخدام خرطوم ماء بتدفق منخفض، بهدف إزالة الدهون الزائدة والطبقة الشحمية العالقة بالمادة



صورة (10) (11) توضحان عملية الغسل اليدوي المصدر تصوير الباحثة

ثم تم التخلص من ماء الغسيل الأول، وتكررت عملية الغسل عدة مرات متتالية مع الاستمرار في الفك اليدوي، حتى أصبح الماء الناتج نظيفاً وخالياً من الشوائب والمواد العالقة، بما يدل على الوصول إلى درجة جيدة من التنقية.

وفي مرحلة متقدمة من التنظيف، أُضيف الصابون إلى المادة، ثم جرى فكها جيداً بهدف إزالة ما تبقى من الزيوت والمواد الدهنية الملتصقة بها، الأمر الذي ساهم في تحسين نقاء المادة وتهيئتها للاستخدام في المراحل اللاحقة من التصنيع.

وأخيراً، نُشرت المادة الناتجة على قطعة قماش نظيفة في مكان جيد التهوية، وتركت لمدة يومين كاملين حتى جفّت تماماً، مع التخلص من الرطوبة المتبقية بداخلها، لتصبح جاهزة لمرحلة التصنيع النهائية.

المرحلة الثانية: تحضير المادة الرابطة (الإيبوكسي)

بعد تجهيز الفاتورة وجفافها، تم تحضير مادة الإيبوكسي، وهي مادة رابطة صناعية تتكون من جزأين رئيسيين، هما: المادة (A) والمادة (B) المصلب، حيث يتم خلطهما بنسب محددة وهما (1:3) للحصول على التفاعل الكيميائي المطلوب.

تم وزن ما يقارب 150 مل من المادة (A) في وعاء مخصص، ووزن حوالي 50 مل من المادة (B) المصلب في وعاء آخر، وفق النسبة المحددة (1:3)، ثم أُضيفت المادة (B) المصلب إلى المادة (A) تدريجياً.

بعد ذلك، تم خلط المادتين باستخدام عود خشبي، بحركة دائرية بطيئة ومنتظمة، لمدة تراوحت بين 5 و7 دقائق، وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

1. تجنب تكوّن فقاعات الهواء داخل الخليط.
2. ضمان الحصول على خليط متجانس وشفاف.
3. تحقيق التماسك الجيد بين المادتين، وضمان تفاعل كامل.

المرحلة الثالثة: صب العينة وتشكيلها:

بعد اكتمال عملية الخلط، تم تجهيز قالب من مادة السيليكون بالشكل المربع والأبعاد المطلوبة 20*20، مع التأكد من نظافته وجفافه، وذلك لضمان الحصول على سطح نهائي أملس وخالي من العيوب، وسهولة فصل العينة بعد التصلب.



صورة (12) (13) توضحان قالب السيلكون والأدوات المصدر تصوير الباحثة

ثم سُكبت طبقة رقيقة من خليط الإيبوكسي داخل القالب، وتم توزيعها بالتساوي على كامل السطح، لتكوين قاعدة متماسكة تغطي قاع القالب.



صورة (14) (15) توضحان عملية السكب والتوزيع المصدر تصوير الباحثة

بعد ذلك، أُضيفت كمية من فاتورة الزيتون الجافة تعادل تقريباً نصف كوب، وتم توزيعها بشكل متجانس داخل القالب، بحيث تغطي كامل المساحة المتاحة.



صورة (16) (17) توضحان عملية وضع الفاتورة المصدر تصوير الباحثة

ثم سُكب ما تبقى من خليط الإيبوكسي فوق الفاتورة، حتى تمت تغطيتها بالكامل، مع مراعاة توزيع الخليط بشكل متساوٍ، لضمان اندماج المادتين، وتكوين لوح مركب متماسك، خالٍ من الفراغات أو التكتلات.



صورة (18) توضح توزيع الخليط في القالب المصدر تصوير الباحثة

المرحلة الرابعة: المعالجة النهائية وتحسين الجودة:

في المرحلة الأخيرة، تم تمرير مصدر حراري مناسب (كمسدس حراري أو شعلة خفيفة) على سطح العينة.



صورة (19) (20) توضحان عملية تمرير مصدر حراري المصدر تصوير الباحثة

وذلك بهدف:

إزالة فقاعات الهواء المحتبسة الناتجة عن عملية الخلط والصب.

ثم تُركت العينة في مكان جاف ومستوٍ، في درجة حرارة الغرفة، لي مدة 24 ساعة من أجل اكتمال عملية التصلب (البلمرة) وذلك للحصول على لوح مركب من فاتورة الزيتون والإيبوكسي، جاهز للتقييم والدراسة، ويمكن استخدامه في تطبيقات التصميم الداخلي والديكور وعند التأكد من أن الخامة قد تصلبت نقوم بي استخراجها من القالب لي يظهر لنا الشكل النهائي من اللوح المركب.



صورة (21) (22) توضحان الشكل النهائي للوح المركب المصدر تصوير الباحثة



صورة (23) عينات اللوح مركبة بنسب مختلفة المصدر تصميم الذكاء الاصطناعي

تصورات مبدئية لي تصاميم اثاث داخلي من اللوح المصنع من فاتورة الزيتون ومادة الايبوكسي:

1- المناضد:



صورة (24) (25) توضحان منضدتان لي المجالس المصدر تصميم الذكاء الاصطناعي



صورة (26) توضح منضدة اثاث المصدر تصميم الذكاء الاصطناعي



صورة (28) توضح فواصل الفيتورة المصدر تصميم الذكاء الاصطناعي

نتائج البحث:

1. مخلفات الزيتون تتميز بطبيعتها اللجنوسليلوزية الغنية بالسليولوز والهيميسليولوز واللجنين، مما يجعلها بديلاً مستداماً واعداً للخشب الطبيعي في صناعة المواد المركبة.
2. الإيبوكسي خيار مثالي للمادة الرابطة نظراً لخصائصه الميكانيكية الممتازة، ومقاومته العالية للمواد الكيميائية والحرارة، وقوة التصاقه الكبيرة بمخلفات الزيتون.
3. تتوافق مخلفات الزيتون مع جميع معايير الخامات المستدامة، فهي مواد متجددة ومعاد تدويرها، منخفضة التكلفة والبصمة الكربونية، وقابلة لإعادة التدوير والتحلل الحيوي.
4. نجحت التجربة العملية في إنتاج ألواح مركبة متماسكة وصلبة ذات سطح أملس وشفاف من الفاتورة والإيبوكسي، وأظهرت العينات ملمساً بصرياً جذاباً يجمع بين الطبيعة والحداثة.
5. أثبتت التجربة فعالية عملية التنظيف والتجفيف في تحسين جودة المادة وخلوها من الروائح والزيوت، كما بينت إمكانية التحكم في نسب الخلط للحصول على خصائص مختلفة تناسب متطلبات الاستخدام المتنوعة.
6. يمكن توظيف الألواح المنتجة في تطبيقات داخلية متعددة كأسطح الطاولات، ووحدات التخزين، والفواصل الجدارية، والتكسيات الجدارية، مما يحول المخلفات الزراعية إلى منتجات ذات قيمة اقتصادية وجمالية ويعزز الاقتصاد الدائري.

توصيات البحث:

1. إجراء المزيد من الدراسات المتخصصة لتحليل الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمنتجات.
2. توسيع نطاق البحث ليشمل أنواعاً أخرى من مخلفات الزيتون كالنوى والأوراق والأغصان، ودراسة مواد رابطة بديلة أكثر استدامة كالراتنجات الحيوية.

3. تطوير العملية الإنتاجية باستخدام مجففات صناعية وخلطات ميكانيكية لتقليل وقت الإنتاج وزيادة الإنتاجية، وتوفير قوالب متنوعة الأشكال والأحجام.
4. إجراء اختبارات معيارية على العينات لتحديد مدى صلاحيتها للاستخدام طويل الأمد، والوصول إلى النسب المثلى من الفاتورة والإيبوكسي التي تحقق أفضل الخصائص.
5. إنشاء خطوط إنتاج تجريبية في المناطق المنتجة للزيتون، وعمل نماذج أولية لقطع أثاث كاملة.
6. تنظيم ورش عمل تطبيقية، وإنشاء منصات لعرض المنتجات المستدامة لتوعية المصممين والمستهلكين.
7. وضع تشريعات وسياسات وطنية تشجع على إعادة تدوير المخلفات الزراعية، وتوفير حوافز للشركات المستخدمة لهذه المخلفات، ودعم البحث العلمي في هذا المجال، مع إنشاء قاعدة بيانات وطنية لتحديد كميات المخلفات المتاحة وإمكانيات استثمارها.

المراجع:

- 1- عبد الله وآخرون / 2021 / (الاقتصاد الأخضر وتحقيق التنمية المستدامة) / المجلة العلمية لكلية الآداب / المجلد 14 / العدد (5) / ص 12.
- 2-Rodríguez et al. / 2008 / (Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds) / Vol. 99 / pp. 5261.
- 3-أمجد وآخرون / 2024 / (تحضير عينات من الخشب البلاستيكي باستخدام مخلفات معاصر الزيتون وكرناف النخل مخلوطة مع بوليمر الإيبوكسي وبوليمر البولي استر ودراسة بعض خواصها الميكانيكية) / المجلة الإفريقية للعلوم المتقدمة البحتة والتطبيقية / المجلد 3 / العدد (4) / ص 393.
- 4-إيمان وآخرون / 2017 / (إعادة تدوير مخلفات ثقل الزيتون والاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي) / المؤتمر الاقتصادي الأول للاستثمار والتنمية في منطقة الخمس / ليبيا / ص 1
- 5-إيمان فرج / 2017 / (الألواح المضغوطة من ثقل الزيتون (الفيتورة) وجماليات التصميم الداخلي) / أطروحة دكتوراه / غير منشورة / جامعة طرابلس / ص 5.
- 6-Elbir et al. / 2012 / (Valorization of Moroccan olive stones by using it in particleboard panels) / Vol. 14 / No. (3).
- 7-أمل / 2023 / (الخامات المستدامة وتأثيرها على التصميم الداخلي التجاري) / مجلة الفن والتصميم / المجلد 1 / العدد (1) / ص 8- Enaime G and others/ 2024/ (Olive mill wastes: from wastes to resources)/ Environmental Science and Pollution Research/ Volume 31 / p 20860.
- 9- إيمان وآخرون / 2017 / (إعادة تدوير مخلفات ثقل الزيتون والاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي) / المؤتمر الاقتصادي الأول للاستثمار والتنمية في منطقة الخمس / ليبيا / ص 1-8.
4. 10-الهزالي، ع. ع. (2008). كيمياء البوليمرات. جامعة أم القرى.
- 11-إيمان فرج وآخرون/ 2017 / (إعادة تدوير مخلفات ثقل الزيتون والاستفادة منه في مجال التصميم الداخلي) المؤتمر الاقتصادي الأول للاستثمار والتنمية في منطقة الخمس، 25-27 ديسمبر 2017/جامعة الخمس/مرجع سابق
- 12-Elsahli et al. and others / 2016 / (The Use of Olive Stone Waste for Production of Particleboard Using Commercial Polyester Sealer as a Binding Agent) / مرجع سابق.
- 13-أمجد وآخرون / 2024 / (تحضير عينات من الخشب البلاستيكي باستخدام مخلفات معاصر الزيتون وكرناف النخل مخلوطة مع بوليمر الإيبوكسي وبوليمر البولي استر ودراسة بعض خواصها الميكانيكية) / المجلة الإفريقية للعلوم المتقدمة البحتة والتطبيقية / المجلد 3 / العدد (4) / ص 393-399.

- Rodríguez et al. / 2008 / (Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds) / Vol. 99 14- / pp. 5263.
- Rodríguez et al. / 2008 / (Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds) / 14-15- Vol. 99 / pp. 5263.
- 16-إيمان وآخرون / 2017 / (إعادة تدوير مخلفات نفل الزيتون والاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي) / المؤتمر الاقتصادي الأول للاستثمار والتنمية في منطقة الخمس / ليبيا / مرجع سابق/2 ص
- Rodríguez et al. / 2008 / (Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds) / 14-17- Vol. 99 / مرجع سابق.5263 / pp.
- 18-Valvez et al. / 2021 / (Olive stones as filler for polymer-based composites: A review) / Vol. 14 / No. (4) / p. 845.
- 19-ع / 2008 / (كيمياء البوليمرات) / جامعة أم القرى / ص/ مرجع سابق
- 20-أمجد وآخرون / 2024 / (تحضير عينات من الخشب البلاستيكي باستخدام مخلفات معاصر الزيتون وكرفان النخل مخلوطة مع بوليمر الإيبوكسي وبوليمر البولي استر ودراسة بعض خواصها الميكانيكية) / المجلة الإفريقية للعلوم المتقدمة البحتة والتطبيقية / المجلد 3 / العدد (4) / مرجع سابق/396ص.
- 21-Elbir et al. / 2012 / (Valorization of Moroccan olive stones by using it in particleboard panels) / Vol. 14 / No.(3)/ مرجع سابق
- 22-إيمان وآخرون / 2017 / (إعادة تدوير مخلفات نفل الزيتون والاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي) / المؤتمر الاقتصادي الأول للاستثمار والتنمية في منطقة الخمس / ليبيا / مرجع سابق/4 ص
- 23-Gullón et al. / 2020 / (Valorization of by-products from olive oil industry and added-value applications for innovative functional foods) / Food Research International / p. 109683.
- 24-Elbir et al. / 2012 / (Valorization of Moroccan olive stones by using it in particleboard panels) / Vol. 14 / No.(3)/ مرجع سابق
- 25-Elsahli et al. / 2016 / (The use of olive stone waste for production of particleboard using commercial polyester sealer as a binding agent) / ICCPGE 2016, Al-Mergib University, Alkhoms, Libya / Vol. 1 / pp.28.