Journal of
Design Sciences and Applied Arts

التقنيات الحيوية وتطبيقاتها في التصميم الداخلي والاثاث

م.د/ شيماء عبد الستار شحاتة مهران

مدرس - كلية التربية – جامعة حلوان – مصر

Submit Date: 2020-05-10 20:38:46 | Revise Date: 2021-01-01 08:23:33 | Accept Date: 2021-01-02 01:18:23

DOI: 10.21608/jdsaa.2021.29941.1039

مستخلص البحث:-

مع التقدم التكنولوجي الهائل الذي طرأ في مجالي علوم الوراثة والكيمياء الحيوية ؛ اتجهت الأبحاث في الآونة الأخيرة نحو التوصل إلى مواد مركبة تكون قابلة للتحلل عضوياً بحيث تتحلل في التربة بعد دفنها، أي كالكائنات الحية بعد موتها، وتكون مفيدة للتربة، وهي ما انتجته التقنية الحيوية في عالم أصبحت فيه التنمية المستدامة هي كلمة السر .

تعرّف «التقنية الحيوية» بأنها علم تطبيقي يقوم على دراسة العمليات الكيميائية والبيولوجية التي تجري داخل خلايا الكائنات الحية، ثم الاستفادة من تلك العمليات في مجالات متعددة، كالطب والزراعة والصناعة والبيئة. وتتم تلك الاستفادة بواسطة تقنيات هندسية حديثة ترتبط بالهندسة الوراثية التي فتحت آفاقاً جديدة وتطبيقات أوسع.

يهدف هذا البحث إلي إلقاء الضوء علي هذا التقدم التكنولوجي في مجال التقنية الحيوية وذلك بغرض ترشيح أمثلة متعددة من الخامات الحيوية ؛ التي يمكن الاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي والأثاث ، والتي منها علي سبيل المثال المنسوجات والجلود الحيوية .

تمثلت مشكلة البحث في أن التأثيرات الصحية والبيئية للخامات الصناعية المستخدمة في الحيز الداخلي ، قد تكون أقوي تأثيراً وأكثر تعدداً من ملوثات البيئة الخارجية . لذا اعتمد البحث علي المنهج الوصفي التحليلي لمحاولة استبدال مصادر التلوث المتمثلة في الخامات الصناعية المستخدمة في التصميم الداخلي والأثاث بمصادر أخري "خامات حيوية" أكثر أماناً علي صحة الإنسان وأكثر حفاظاً علي سلامة بيئته الداخلية والخارجية .

الكلمات المفتاحية:-

الخامات الحيوية ، التصميم الحيوي ، التقنية الحيوية ، تكنولوجيا الخامات الحيوية ، الخامات المصنعة مخبرياً، هندسة التقانات الحيوية .

المقدمة Introduction :

ظل تأثير الإنسان علي البيئة ضمن الحدود الطبيعية حتى ظهور الثورة الصناعية ، وتسابق الدول على تحقيق أكبر وأسرع معدلات النمو الاقتصادي والاجتماعي على حساب الطبيعة ، مما أدي إلي تفاقم الأخطار والمشكلات البيئية يوماً بعد يوم ؛ بسبب الاستغلال غير الرشيد للموارد الطبيعة للبيئة وتعرضها إلى أشد وأخطر المهددات ألا وهو التلوث . ظهرت العديد من الاتجاهات التي تحاول التعامل مع مشكلات البيئة وإيجاد حلول لها ، كالتصميم الأخضر أو المستدام والتصميم البيئي ... وغيرها . وقد اعتمدت هذه الاتجاهات علي التوجه نحو التقليل من استغلال الموارد الطبيعية والحفاظ عليها ، وإلي إعادة الاستخدام ، وإعادة التدوير للخامات والمنتجات ، وعلي استخدام خامات خضراء أو صديقة للبيئة . مع التقدم التكنولوجي الهائل الذي طرأ في مجالي علوم الوراثة والكيمياء الحيوية ؛ اتجهت الأبحاث في الآونة الأخيرة نحو التوصل إلى مواد مركبة تكون قابلة للتحلل عضوياً بحيث تتحلل في التربة بعد دفنها، أي كالكائنات الحية بعد موتها، وتكون مفيدة للتربة، وهي ما أطلق عليها الخامات أو المواد الحيوية . يُعد علم المواد الحيوية Biomaterials Science أحد العلوم الحديثة التي ظهرت خلال الخمسين عاماً الماضية ولكنها سريعاً ما تطورت. هذه المواد في بدايتها كان يتم استخدامها لأغراض طبية تشخيصية أو علاجية. تعرف التقنية الحيوية Biotechnology بأنها تطبيق المعلومات المتعلقة بالمنظومات الحية بهدف استعمال هذه المنظومات أو مكوناتها في الأغراض الصناعية. أي أنها تقنية مستندة على علم الأحياء، خصوصاً عندما تستعملَ في الزراعة، علم الغذاء، والطب .... والصناعة . لقد ساهمت التقنيات الحيوية في التوصل إلي منتجات وخامات عديدة ما كانت حتى لتخطر علي البال من قبل ، وفتحت أفاقاً جديدة أعادت تعريف المفاهيم والنظم التقليدية لتصميم المنتجات ، والتصميم الداخلي ، كما يسرت للمصمم الوصول إلى أدوات جديدة من قوة التصميم والإنتاجية لا محدودة . وذلك في عالم أصبحت فيه التنمية المستدامة هي كلمة السر . يحاول هذا البحث الاستفادة من هذا التقدم التكنولوجي الهائل في مجال التقنية الحيوية في خدمة التصميم الداخلي والأثاث .

مشكلة البحث problem Statement:

أن التأثيرات الصحية والبيئية للخامات الصناعية المستخدمة في الحيز الداخلي ، قد تكون أقوي تأثيراً وأكثر تعدداً من ملوثات البيئة الخارجية ، إلا أن معظم هذه التأثيرات تتوقف علي مستويات وزمن التعرض للملوثات المختلفة . بما أن البيئة الداخلية أحد أهم مكونات الحياة التي يقضي بها الإنسان معظم فترات حياته والتي تشكل مكوناتها أحد أهم مصادر التلوث التي تؤثر في صحة الإنسان، اعتمد البحث على محاولة استبدال مصادر التلوث المتمثلة في الخامات الصناعية المستخدمة في التصميم الداخلي والأثاث بمصادر أخري «خامات حيوية» أكثر أماناً علي صحة الإنسان وأكثر حفاظاً علي سلامة بيئته الداخلية والخارجية .

أهمية البحث Importance :

يواجه العالم تحديات كبيرة في تطوير عمليات إنتاج مستدامة ونظيفة ، والتي تحترم البيئة ، وتحسن نوعية حياة الإنسان وتكون في الوقت نفسه قادرة علي المنافسة في السوق ، ويشمل هذا تطوير عمليات إنتاج جديدة والتي تقلل أو تقضي علي استخدام المواد الخطرة أو السامة ، وتقلل استهلاك الطاقة وإنتاج النفايات ، وتبدأ بشكل مثالي من المواد الخام المتجددة . والتقنية الحيوية الصناعية مؤهلة بشكل جيد لتؤدي دوراً رئيسياً في هذا المسعى لتحقيق الاستدامة . وتنتج العمليات الحيوية عموماً نفايات أقل ، ويمكن في بعض الأحيان الاستغناء عن استخدام المواد الكيميائية السامة والخطرة تماماً عن طريق إنزيم ما أو كائن مجهري ، وبصفة عامة تؤدي التقنية الحيوية الصناعية عادة إلي انخفاض كبير في البصمة البيئية للصناعات التحويلية . تكمُن أهمية البحث في أهمية القضية المعني بها وهي كيفية تطبيق استخدام المُستجدات من الخامات والتقنيات الحيوية في التصميم الداخلي والأثاث ؛ من أجل الحفاظ علي صحة المستخدم وعلي سلامة بيئته الداخلية بصفة خاصة. ومن أجل الوصول إلى التنمية المستدامة بصفة عامة .

هدف البحث Objectives ::

يهدف البحث إلي تقديم مقترح علمي لاستبدال مصادر التلوث المتمثلة في الخامات الصناعية المستخدمة في التصميم الداخلي والأثاث بمصادر أخري «خامات حيوية « أكثر أماناً علي صحة الإنسان وأكثر حفاظاً علي سلامة بيئته الداخلية والخارجية .

فروض البحث Hypothesis :

- المعرفة بالعلوم والتقنيات والخامات الحيوية الحديثة ، وتطبيقها داخل الحيز الداخلي تعمل علي إيجاد بيئة صحية سليمة لشاغلي المكان.
- تفعيل استخدام الخامات الحيوية سيحدث نقلة في عمليات تصميم وإنتاج الأثاث ومكونات التصميم الداخلي ، كما أنه يسهم في تحقيق الاستدامة .

منهجية البحث Methodology :

- يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي . حيث يعتمد علي تجميع المفاهيم المرتبطة بالتقنية الحيوية ، ونشأتها وتطورها ، ثم يستعرض بعض الخامات الحيوية (المنسوجات ، الجلود ، البلاستيك...) ، ثم تحليل أوجه الاختلاف بين الخامات التقليدية والخامات الحيوية ، ثم عرض بعض اهم استخدامات الخامات الحيوية في التصميم الداخلي والأثاث .

(١) التقنية الحيوية

(١-١) مفهوم التقنية الحيوية Biotechnology:

- لغوياً :

التقنية الحيوية/ البيوتكنولوجي « Biotechnology» هي كلمة مكونة من مقطعين: الأول (Bio) حيوية وهي مشتقة من الكلمة اللاتينية (bios) وتعني الحياة، والمقطع الثاني (Technology) تقنية وتعني طريقة عمل الأشياء. وبناء على ذلك يمكن تعريف التقنية الحيوية على «أنها استخدام النظم الحيوية لإنتاج منتج ما، وهذا التعريف يعبر عن المفهوم التقليدي للتقنية الحيوية.»

- اصطلاحاً :

التقنية الحيوية أو التقانة الحيوية أو التكنولوجيا الحيوية : تعرف بأنها ،

- تطبيق المعلومات المتعلقة بالمنظومات الحية بهدف استعمال هذه المنظومات أو مكوناتها في الأغراض الصناعية؛ أي أنها تقنية مستندة على علم الأحياء .
- عمليات معالجة صناعية مبنية على نظم حيوية تشمل كائنات دقيقة طبيعية المنشأ، وكائنات دقيقة تم تعديلها عن طريق الهندسة الوراثية أو خلايا نباتية أو حيوانية معزولة، والتعديل الوراثي للخلايا بهدف إنتاج سلالات جديدة من النباتات أو الحيوانات. ولهذا، يمكن اعتبار أن التقنية الحيوية تشمل أيضاً استخدام عمليات المعالجة الحيوية المتنوعة في صناعة المنتجات وتقديم الخدمات.
- احدي طرائق استغلال العمليات الحيوية لأغراض

صناعية وأخري غيرها (١،ص٥٠٥) .

- استخدام تقنيات على المستوى الجزيئي عادة أو على المستوى الخلوي أو على مستوى العضيات الخلوية؛ وذلك لتحوير النظم الحيوية بهدف إنتاج أو تحسين طريقة إنتاج منتج ما أو بهدف أداء وظيفة معينة.
- « أي تطبيقات تقنية تستخدم نظم حيوية أو كائنات حية أو مشتقاتها لصناعة أو تعديل منتجات أو عمليات لاستخدامات معينة«(٣،ص٧).
- أي تطبيق تقني يستخدم النظم الحيوية أو الكائنات الحية أو مشتقاتها لصنع أو تغيير منتجات أو عمليات من أجل استخدام أو تطبيق معين(٢،ص ٥).

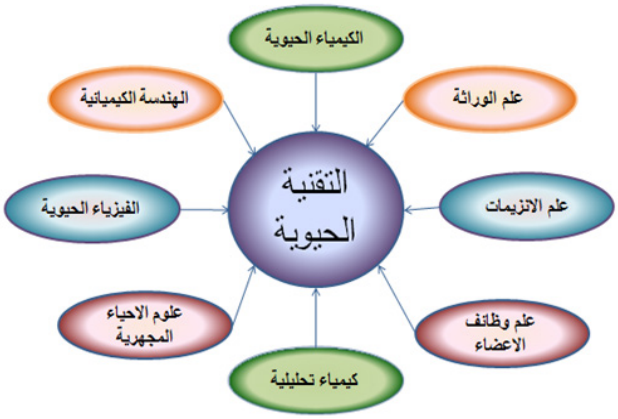
(١-٢) نشأة وتطور التقنية الحيوية :

استخدم الإنسان التقنية الحيوية منذ آلاف السنين في صناعة الخبز والجبن والكحول وسواها من أساليب التخمير، وتشير الأدبيات العلمية إلى أن عصر التقنية الحيوية الأول يعود إلى ستة آلاف سنة قبل الميلاد عندما استخدم السومريون والبابليون الخميرة في صناعة الخبز والكحول(٦، ص٢٢ و٢٣). وكذلك المصريون القدماء كانوا يقومون بصناعة الخبز المخمر منذ أربعة آلاف سنة قبل الميلاد ، كما أن الخمر معروف عند أهالي الشرق الأدنى منذ آلاف السنين . وقد لعبت هذه الأساليب الميكروبيولوجية دوراً هاماً في الاقتصاد المنزلي لفترات طويلة إذ شكلت جانباً هاماً من عمليات التقنية الحيوية مستعملة بذلك البكتريا والخمائر والطحالب والخلايا النباتية والحيوانية. ومع بداية القرن العشرين المنصرم، حدث تطور مذهل في علم الوراثة والأحياء الدقيقة، وخصوصاً بعد اكتشاف العالمان جيمس واطسون James Watson وفرانسيس كريك Francis Crick بنية مادة الوراثة DNA عام ١٩٥٣، وبالتالي عُرفَت كيفية انتقال الصفات الوراثية عبر الأجيال. في عام ١٩٨٥ اكتشف الكيميائي الامريكي كاري موليس Kary Mullis تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR (Polymerase chain reaction - والذي نال عنه جائزة نوبل عام ١٩٩٣ – وهذا التفاعل عبارة عن تقنية لتضخيم ومضاعفة أي جزء من الحامض النووي DNA باستخدام كمية ضئيلة جداً منه مع إنزيم مستخرج من بكتريا محبة للحرارة ، وهذا التفاعل يتم استخدامه في العديد من المجالات الصناعية حالياً (٣، ص ٢١، ٢٢).

وقد أدى ذلك إلى انتشار منتجات التقنية الحيوية ووسائلها في مجالات الحياة كافة، ودخلت تطبيقاتها في حقول الصناعة والزراعة والطب والصيدلة والطاقة والتعدين والبيئة. وقد عُرفت التقنية الحيوية بأنها كل تكنولوجيا أو كل أسلوب إنتاجي يستخدم كائنات حية، أو مواد من تلك الكائنات، لعمل أو تعديل منتج لتحسين نباتات أو حيوانات أو لتطوير كائنات دقيقة لاستخدامات محددة، وتعرف أيضاً بأنها الاستخدام المتكامل للعلوم الطبيعية والعلوم الهندسية بوساطة تطبيقات لنظم حيوية في الصناعات بغرض إمداد المجتمع بمنتجات وخلايا مرغوبة. وقد استُعمل مصطلح التقنية الحيوية لأول مرة من قبل الاقتصادي الزراعي المجري كارل إيركي سنة ١٩١٩ ليعني به «كل خطوط العمل المؤدية إلى منتجات، ابتداءً من المواد الأولية بمساعدة كائنات حية»(٤، ص١٥٧) .

(١-٣) علاقة علم التقنية الحيوية بالعلوم الأخرى :

يعتمد علم التقنية الحيوية بشكل أساسي على علوم الأحياء المجهرية، وبيولوجيا الخلايا، وعلوم الوراثة ، والكيمياء الحيوية، الفيزياء الحيوية إلى جانب توظيف علوم أخرى مثل الكيمياء التحليلية والهندسة الكيميائية والحيوية وتقنية المعلومات والالكترونيات .



شكل (1) يوضح علاقة علم التقنية الحيوية ببعض العلوم الأخري

(٢) الخامات الحيوية Biomaterial:

برز استخدام الخامات الحيوية في المجال الصناعي في البداية نتيجة الحاجة لمواد قابلة للتحلل بعد انتهاء عمرها الافتراضي لتكون صديقة للبيئة. حيث تتألف هذه المواد من عناصر طبيعية حية (كالبكتريا والفطريات والنباتات ...) وتعتمد علي عمليات حيوية / بيولوجية (كالتخمر، التحلل ، التكاثر، البناء أو النمو .....) للحصول عليها .

فقد تمكّنت الأبحاث من تصنيع خامات (كالجلود وألالياف والبلاسيتيك .....وغيرها) من الطحالب والحليب المنتهية صلاحيته والفطريات ، ومن البكتيريا المعدّلة وراثيا . وأثبتت إمكانية إنتاج مواد مصنّعة بيولوجيا ومستدامة بنسبة ١٠٠ بالمئة، تتسم بالفعالية وتتصف بالطابع الجمالي في الوقت نفسه، بل يكون لها تأثير ايجابي على البيئة في نهاية دورة حياتها حيث انها تتحلل وتتحوّل إلى سماد. يمكن تعريف الخامات الحيوية التي يتم تناولها في هذا البحث بأنها خامات يتم انماؤها أو تخليقها بيولوجيا بالاعتماد علي عناصر طبيعية حية غير ضارة (كالبكتريا ، الخمائر، الطحالب ، النباتات ...) وذلك في ظل ظروف بيئية معينة (رطوبة ، حرارة، .....) لانتاج الخامة المطلوبة بمواصفات معينة كيفا وكماً، ودون الحاجه للمرور بمراحل المعالجة والانتاج والتصنيع التقليدية للخامات .

(٢-١) المنسوجات الحيوية Bio textile :

فتح التقدّم في مجال العلوم البيولوجية في العقود الأخيرة، وخاصة في علوم الهندسة الوراثية الباب أمام رواد صناعة النسيج لخلق ألياف جديدة أكثر مرونة ومتانة وتنوّعا وقابلية للتحلّل الحيوي وأقلّ تلويثا للبيئة.

(٢-١-١) منسوجات من جذور النباتات Interwoven (٧، ص ١٤٢ :١٤٥) :

جمع هذا المشروع بين التصميم والحرفية والعلم من أجل معالجة جذور النباتات لتشكيل أنماط متشابكة رائعة غير معتادة . المشروع مستوحى من أوائل أبحاث العالم تشارلز داروين Charles Darwin - في دراسة سلوك النباتات- ففي كتابه» قوة تحركات النباتات « يصف كيف لا تنمو الجذور بشكل سلبي ، بل تتحرك وتتحرك ، فقد اكتشف داروين أن النباتات أكثر ذكاءً مما كان يعتقد الجميع. تصف ديانا شيرر Diana Scherer حركة الجذور بأنها أشبه بنظام الملاحة ، يعرف ما هو صعوداً وهبوطاً ، ويلاحظ الجاذبية ويحدد

الرطوبة والمواد الكيميائية.
من أجل «تدريب» الجذور على النمو في مثل هذه الأنماط المعقدة ، بدأت شيرر بالتعاون مع علماء الأحياء وعلماء البيئة في البحث عن تقنية تمكنها من التحكم في نمو جذور النباتات؛ لتشكل أنماط معينة في صورة نسيج . ونتج عن هذا التعاون تطوير قوالب هندسية جوفية subterranean templates تحت الأرض بحيث تنمو الجذور وتندمج مع نموها لتشكل نسيج . وعند الوصول إلي الشكل المطلوب يتم حصاد الجذور وتجفيفها ثم يمكن حياكتها أو استخدامها كبساط أو معلقة(٩)(صور من١: ٨).

صورة (1)

صورة (2)

صورة (3)

- صورة (1) نمو من نسيج الجذ المتشابكة بعد انتها من النمو قلبه تجهيز لعملية الق ص .
- صورة (2) ديانا شيرر Diana Scherer أثناء قص النسيج عن القالب والنبات .
- صورة (3) نسيج من جذور النباتات بعد قصه وتجفيفه .

صورة (4)

صورة (5)

- صورة (4) معالجة جذور النباتات لتنمو في تشابكات معقدة تشبه زخارف رت نوفو .
- صورة (5) معالجة جذور النباتات لتنمو فى تشابكات معقدة ومرتبة تشبه الدانتيل .

صورة (6)

صورة (7)

صورة (8)

- صورة (6) فستان من جذور النباتات ، ديانا شيرر Diana Scherer ، معرض أزياء من الطبيعة ، متحف فكتوريا والبرت .
- صورة (7) صورة مكبرة لجزء من الفستان .
- صورة (8) بعض نماذج من الانسجة Interwoven من جذور النباتات بعد قصها وتجفيفها.

٢-١-٢) منسوجات من البكتريا Biocouture growing textiles(٧، ص١١٠: ١١٣) :

« بدلاً من التفكير في انتاج ألياف من مصادرها كالقطن ، وهو نهج زراعي بحت ، يمكن البدء في التفكير في كائنات حية أولية كالبكتريا لانتاج ألياف قابلة للاستخدام « . هذه المقولة لعالم الخامات هيبورث David Hepworth كانت بمثابة البداية للوصول الي ابتكار طريقة لتحويل البكتريا إلي الياف سليولوزية بديلة للقماش ، وذلك بالتعاون مع المصممة سوزان لي Suzanne Lee حيث يتم انماء البكتيريا في وعاء مليء بمحلول الشاي الأخضر الممزوج بالسكر (صورة ٩) . بمجرد أن تصبح طبقة السليلوز البكتيري سميكة بما فيه الكفاية (صورة ١٠) ، يتم رفعها وغسلها وتركها لتجف. يمكن تجفيفها بتركها في الهواء حتي يتبخر الماء أو عن طريق الضغط ، ويمكن أن نحصل علي خامة أشبه بالورق الشفاف أو حتي تشبه الجلد النباتي vegetable leather وذلك يعتمد علي الوصفة وعلي حجم الضغط، ويمكن صباغتها قبل أو بعد تجفيفها . هذه المنسوجات يتم انماؤها في صورة شرائح مسطحة ليتم بعد ذلك تقطيعها وحياكتها ، أو يتم تشكيلها علي قوالب مجسمة ٣D للحصول علي شكل المنتج النهائي مباشرة (١٦) (صور ١٢ :١٤) .

صورة (9)

صورة (10)

صورة (11)

- صورة (9) المادة الخام المكونة لالياف السليولوز Kombucha. وهي تنمو في وعاء مليء بمحلول الشاي الأخضر الممزوج بالسكر. بمجرد أن تصبح طبقة السليلوز البكتيري سميكة بما فيه الكفاية ، يتم رفعها وغسلها وتركها لتجف.
- صورة (10) توضح شكل خامة /طبقة السليلوز البكتيري قبل تجفيفها .
- صورة (11) المصممة سوزان لي Suzanne Lee تقوم بفحص قطعة أو شريحة من النسيج البكتيري في استوديو التصميم بلندن . Biocouture studio in London .

صورة (12)

صورة (13)

صورة (14)

- صورة (12) - نموذج جاكيت مصنوع من خامة السليولوز البكتيري بدون صباغة ، وتم تشكيل الجزء الرئيسي منه بدون الأكمام علي قالب مجسم من الخشب (للحصول علي شكل الجاكيت مجسم بدون حياكة).
- صورة (13) - سترات Biocouture jacket – متحف العلوم ، لندن - مصنوعة من السليلوز البكتيري . بدلاً من أن تأتي من النباتات ، يتم إنتاج السليلوز من قبل الملايين من البكتيريا الصغيرة التي تنمو في الشاي الأخضر الحلو .
- صورة (14) - جونلة /تنورة ، من خامة السليولوز البكتيري ، تم انماؤها ثم تجفيفها ثم تقطيعها بالليزر وأخيراً حياكتها .

(٢-١-٣) منسوجات من الخمائر تحاكي خيوط العنكبوت

Microsilk « حرير حيوي »:

من خلال دراسة الحمض النووي للعناكب DNA وخيوط الحرير الذي يصنعونه ، تمكن العلماء من تصنيع حرير أكثر متانة ونعومة من الحرير الطبيعي بداخل المختبر ، باستخدام بعض الخمائر مع السكر والماء للحصول علي بروتين الحرير الذي يُربى في إنزيمات. وفي مرحلة ثانية يفصل الخبراء البروتين عن الخميرة ويتم غزل الحرير باستخدام الطرق المستخدمة في غزل خيوط النايلون والفسكوز. وقد اطلق عليه اسم Microsilk ، تم وصفه بأنه نسيج أقوي من الفولاذ وأكثر مقاومة للتمزق من الياف الكفلر (١٢) .

صورة (15) ملابس رياضية / فستان تنس- مصنوع من نسيج حيوي Microsilk ، شركة أديداس (10).

المنتجات المصنعة من الحرير الاصطناعي ليست مستدامة فحسب ، بل قابلة للتحلل أيضاً ، مما يوفر مادة خام ثورية منخفضة التأثير وذات خصائص رائعة تشمل قوة الشد العالية والمرونة والمتانة والنعومة. ويعود تصنيع حرير اصطناعي يحاكي حرير العنكبوت أو دودة القز بفائدة كبيرة لأن جمع خيوط الحشرات أمر في غاية الصعوبة. ولم يكن ممكناً الاعتماد على العناكب لإنتاج هذه الخيوط، لأن العناكب لا يمكن تربيتها في مكان مشترك إذ أنها تفترس بعضها، كما أن وتيرة التكاثر عندها بطيئة. لذا عمد الباحثون إلى الخيوط الاصطناعية. وتنتج العناكب شباكها بعد إفراز المادة البروتينية من غددها، وتتكفل قناة ضيقة بإخراجها على شكل خيوط، وفي هذه القناة تتغير الحموضة والضغط، وهو ما يجعل البروتينات تتكثف على بعضها وتتحول إلى خيوط. وهو ما تم محاكاته بداخل المعمل للوصول الي الحرير الحيوي.

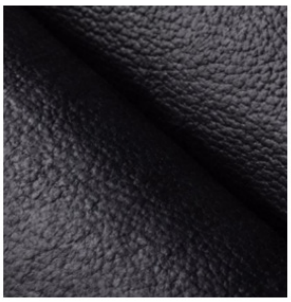
(٢-٢) الجلود الحيوية Bio leather :

جلود مصنوعة في المختبر بالكيمياء الحيوية ؛ حيث استطاع العلماء صنع مادة «تشبه الجلد من الناحية البيولوجية»، إلّا أنها لا تكلف حياة ولا حيوان واحد ؛ حيث أنها تعتمد في صنعها علي مواد حيوية كالفطريات والكولاجين .....

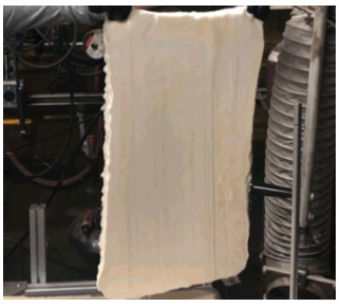
(٢-٢-١) جلود من الفطر «MuSkin «Mushroom leather:

تمكن العلماء من تصنيع مادة مخبريه تشبه الجلد في تكوينه البيولوجي ، ولكنها تعتمد علي الغزل الفطري/ مسيليوم mycelium بصورة أساسية (جزء من الفطر الذي ينمو تحت التربة ، ينمو كخيط صغير يشكل مساحات واسعة تحت أرضية الغابات، يتغذى الفطر على ركائز

حيوية مثل السليلوزوينمو- شكل٢).حيث يتم انماء الجلد الفطري MuSkinمن خلايا الغزل الفطري ، بعد تعريضها لظروف نمو مثالية داخل المختبر لإنتاج مادة مستدامة يمكن أن تحل محل الجلود الحيوانية. ويمتاز هذا الجلد بأنه قوي ومرن ومتين ، تماماً مثل الجلود التقليدية، كما أنه مقاوم للماء،وبما أنه مصنوع من خلايا طبيعية فهو مسامي ويبدو كالجلد الطبيعي في مظهره(٨)(صورة ١٦، ١٧). بما أن الغزل الفطري / المسيليوم هو بناء يشبه الأنسجة التي يمكن أن تتكاثر بسرعة وكفاءة . لذا من الممكن إنتاج أشكال وأحجام وعروض مختلفة من الجلد الفطري ، والتي لا يمكن الحصول عليها من جلود الحيوانات. مع الأخذ في الاعتبار أن الفطريات تحتاج إلى وقت أقل بنسبة ٥٠ مرة للحصول علي مساحة من الجلد الحيوي بديلاً لآخري بنفس الحجم من جلد البقر .



صورة (16)



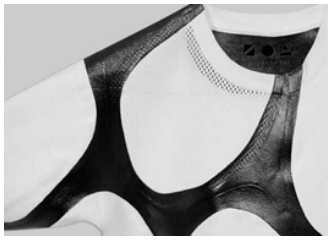
صورة (17)

- صورة (16) استخدام الغزل الفطري mycelium ، في زراعة "جلد" نباتي 100٪ في 9 أيام مقابل سنوات لجلود الحيوانات (11).
- صورة (17) بديل الجلود الطبيعية - الجلد الحيوي MuSkin الذي يمكن الحصول عليه في المختبر من الفطر .

(٢-٢-٢) جلود من الكولاجين « Biofabricated leather Zoa » (٧، ص١٢٢و١٢٣):

تحت علامة تجارية تحمل اسم «زوا Zoa » ، عملت شركة «مودرن ميدو Modern Meadow» في مختبراتها ، على إنتاج « جلود حيوية « يتم صنعها خلال عملية تُستخدم فيها خلايا الخميرة لإنتاج الكولاجين، الذي هو البروتين الموجود في جلود الحيوان والمكون الأساسي في الجلد. ثم يُجمع الكولاجين هذا ليُصبح مادة ليفية ، لتبدأ بعدها عملية الدباغة كما يحدث تماماً مع الجلود الحيوانية الحقيقية. ووفقاً للعلماء فإن الجلد المصنوع مخبرياً لدية نفس خواص ومواصفات الجلود الحيوانية التقليدية وخاصة كونه مصنوع من مادة الكولاجين التي تُعد العنصر الأساسي في تكوين الجلد. وبالتالي يمكن التعامل مع الجلد بشكل طبيعي للغاية حيث يمكن دباغته وصبغة بالألوان التقليدية. تمتاز الجلود الحيوية بإمكانية الحصول علي قياسات حسب الحاجة لا ترتبط بحجم الحيوانات كالجلد الطبيعي ، وأشكال متنوعة (صورة ١٨ ، ١٩)، كما يمكن إعطائها الصفات المرغوبة كأن تكون سميكة وقوية ، أو ناعمة ومرنة ، أو حتى تحقيق صفات مختلفة علي أجزاء مختلفة من نفس المنتج وفقاً للوظائف ؛ فيمكن أن تكون الأجزاء التي تحتاج إلي الانحناء في الشكل أكثر نعومة ومرونة بينما الأجزاء التي تحتاج إلي قوة تكون أكثر سمكاً ..... الخ .

صورة (18) - نماذج من الجلود الحيوية Zoa التي تم تصنيعها من الكولاجين



صورة (19) - تيشرت ، تم استخدام الجلود الحيوية Zoa التي تم تصنيعها من الكولاجين علي مساحات معينة من المنتج ، متحف الفن الحديث نيويورك

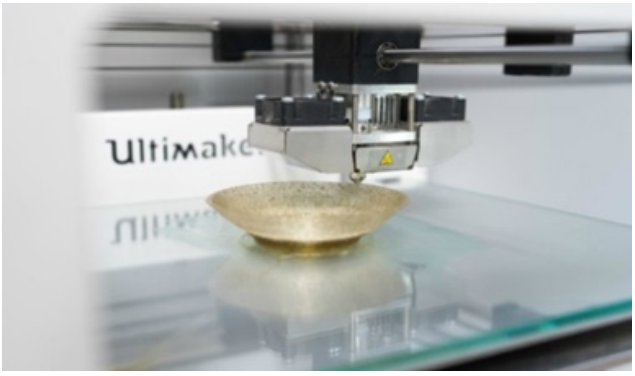
(٢-٣) البلاستيك الحيوي Bio plastic :

هو نوع مطوَّر من البلاستيك القابل للتحلل بعد فترة زمنية معينة يمكن أن تطول أو تقصر بحسب طبيعة العوامل المساعدة على التحلل في البيئة، وذلك لانه يعتمد في مكوناته علي الخامات النباتية المتجددة organic materials (النباتات والنشا والسكريات والسليلوز) القابلة للتحلل بشكل حيوي في ظروف مناسبة بفعل الكائنات الحية الدقيقة؛ وفي نهاية المطاف ينبعث إلى الهواء جزيئات ثاني أكسيد الكربون والماء.

(٢-٣-١) بلاستيك من الطحالب Bio-plastic made from algae / أو بوليمر من الطحالب algae polymer(٧،ص١٣٣):

ابتكر علماء ومصممون هولنديون طريقة للحصول على بلاستيك حيوي من الطحالب، بما يوفر بديلاً مجدياً من الناحية التجارية للمنتجات البترولية، إضافة إلى صداقته للبيئة. تتمثل الطريقة بتنمية الطحالب في مزارع خاصة، ثم جمعها وتجفيفها ومعالجتها لتكوين بوليمر حيوي سائل(١٣). وتتم بعد ذلك عملية صنع المنتجات المختلفة بدءاً من مكملات التصميم الداخلي وصولاً إلى قطع الأثاث، بعملية الطباعة ثلاثية الأبعاد للبوليمر (صورة ٢٠، ٢١).

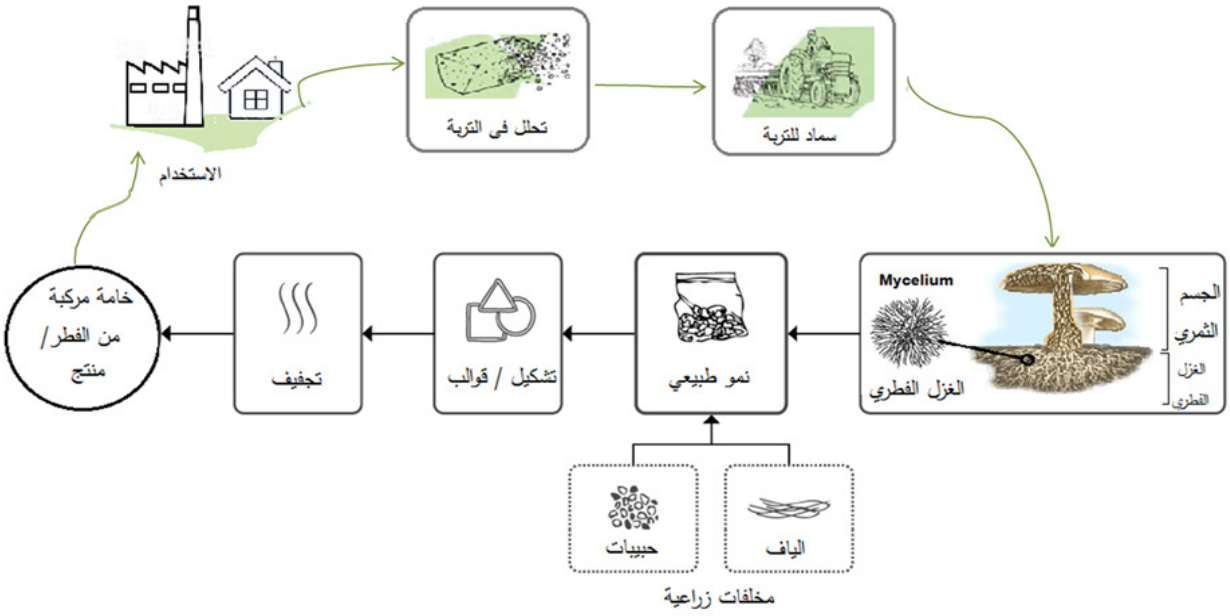
صورة (20) – توضح صورة الطحالب التي تم تنميتها داخل المختبر في معامل خاصة



صورة (21) – توضح عملية الطباعة الثلاثية الابعاد بإستخدام البوليمر الحيوي

(٢-٤) الخامات المركبة الحيوية القائمة علي الفطر -Mycelium Based Biocomposites:

تتصف الفطريات بعدة خصائص تميزها عن غيرها، فطريقة نموها الفريدة تجعلها قوية ومرنة؛ حيث تصطف الجُدُر الخلوية للفطريات معاً بواسطة مادة الكيتين الليفية خلافاً للنباتات الأخرى، وهي تفرز مجموعة متنوعة من الانزيمات المحللة تختلف بإختلاف البيئة المحيطة أو نوع الغذاء المحيط ؛ فالفطريات التي تشق طريقها كالدودة عبر قطعة شجرة سوف تفرز في الأغلب إنزيمات تهضم الخشب، بينما يطلق الفطر الذي يمضغ خنفساء ميتة مزيجاً من الإنزيمات التي تكسر البروتين، الكربوهيدرات والكيتين (كتلة البناء الجزيئي للهياكل الخارجية للحشرات). كما تتصف الفطريات بأنها سريعة النمو؛ وهو ما يسرع من تشكيل الخامات والمنتجات . توصل العلماء الي طريقة لتنمية الخامات والمنتجات من الفطريات ، بإستخدام جزء من جذور الفطر – يدعي افطورة / مسيليوم Mycelium - وخلطه مع مواد سليلوزية تحت ظروف معينة (شكل٢) ، مما يجعل تلك المواد تنموا فعلاً مع العديد من الخصائص المشابهة للمواد التركيبية التقليدية(١٧). الأفطورة (الغزل الفطري) هي مادة مذهلة ، لأنها مادة ذاتيّة التجميع. إنّها تأخذ الأشياء التي ننظر إليها في الواقع كنفايات (مخلفات زراعية) - أشياء مثل قشور البذور أو كتلة حيوية خشبية - ويمكن تحويلها إلى بوليمر كيتيني (مواد تركيبة تقليدية)، والتي يمكن تشكيلها إلى أي شكل تقريباً. فهي تشبه المادّة اللاصقة لأنها أثناء هضمها للمادة المضافة إليها تقوم بالنمو والترابط ، لذلك يمكن تشكيل الأشياء تماماً مثلما يتم في صناعة البلاستيك، ويمكن إنشاء مواد ذات خصائص مختلفة وكثيرة، مواد عازلة، مقاومة للحريق، مقاومة للرطوبة ، مقاومة للبخار ، مواد يمكنها أن تمتص الصّدمات، يمكنها أن تمتصّ الموجات الصوتية. لكن هذه المواد تنموا من المخلفات الزراعية وليس البترول. ولأنها مصنوعة من المواد الطبيعية، فهي تتحوّل بالكامل إلى سماد في النهاية عند الرغبة في التخلص منها . أي أنه إذا توفرت الركيزة المناسبة وظروف النمو، يمكن تجميع الغزل الفطري/ الافطورة بأي شكلٍ وكثافةٍ تقريباً تحت أشعة الشمس. وحسب نوع المادة التي تتغذي عليها الافطورة وحسب ظروف النمو والتجفيف (نسبة الرطوبة، الزمن ، الحرارة ...) يختلف الناتج ما بين بدائل لخامات مرنه كالفوم والمطاط وصولاً إلي بدائل لخامات صلبة كالبلاستيك والخشب والطوب(٢٠)...وغيرها (صورمن ٢٢ :٢٧).



شكل (2) يوضح مراحل تصنيع ودورة حياة المنتجات / الخامات المركبة من الفطر

(٢-٤-١) خامات تصميم داخلي قائمة علي الفطر :

يتم تنمية تلك الخامات من الفطريات ، بإستخدام جزء من جذور الفطر وخلطه مع مواد سليلوزية (قشورالبذور أو أي مخلفات زراعية أخرى أو نشارة الخشب ....) تحت ظروف معينة (كنسبة الرطوبة، الحرارة ، الزمن) ، وفي قوالب حسب الشكل المطلوب ، مما يجعل تلك المواد تنمو فعلاً مع العديد من الخصائص المشابهة للمواد التركيبية التقليدية (البلاستيك ، الفوم ، المطاط ... وغيرها) ، (صور من ٢٢ :٢٧)..

صورة (22)

صورة (23)

صورة (24)

- صورة (22) Greensulate مادة عازلة من الفوم الحيوي .قائمة على الفطريات يتم انماؤها بدلاً من تصنيعها .
- صورة (23) صناعة قوالب MycoBoard بديلة للاخشاب من الفطر وخالية من الفورمالدهيد ، مستخدمة في ظهر وقاعدة المقعد قبل التنجيد. ويوجد أيضاً MycoBoard في صورة الواح لاستخدامها في أعمال التصميم الداخلي المختلفة .
- صورة (24) المصممة دانييل تروفي Danielle Trofe – قامت بتنفيذ وحدات اضاءة متعددة أطلق عليها MushLume Lighting من الخامة المركبة الحيوية القائمة علي الفطر والبديله للبلاستيك – وذلك بتنميتها علي شكل القالب المطلوب .

صورة (25)

صورة (26)

صورة (27)

- صورة (25) – المصمم ثيو شوفيري Théo Chauvirey قام بتصميم وانتاج جزء من عربة مترو بالمقياس الحقيقي - تم صنع الاسقف والجدران والمقاعد من الخامات المركبة الحيوية القائمة علي الفطر .
- صورة (26 ، 27) مجموعة نماذج من بلاطات حائطية من الخامات المركبة الحيوية القائمة علي الفطر والبديله للخشب والبلاستيك .

(٢-٤-٢) أثاث من الفطر :

تبدأ عملية تصنيع الأثاث باستخدام منتج زراعي ثانوي؛ مثل قشور البذور أو أي مخلفات زراعية أخرى أو نشارة الخشب ، ثم يضاف إليها الماء وبعض الخلايا الفطرية. يُفضل أن تكون هذه الخلايا الفطرية من السلالات التي يُمكنها النمو في درجة حرارة الغرفة؛ للحد من التكلفة الإضافية اللازمة لتوفير أجهزة التحضين، التي تستخدم لضبط درجات حرارة مختلفة تتناسب مع نمو الأنواع المختلفة من الفطريات. يتغذى الفطر على المخلفات الزراعية لبضعة أسابيع؛ حيث ينمو في هذه الأثناء مكوناً خيوط الغزل الفطري المتشابكة، التي تُنقل بعد ذلك إلى قالب (يصمم المصممون قوالب الأثاث بمساعدة أنظمة حسابية تتنبأ بسلوك وشكل الغزل الفطري/المسيليوم بعد نموه) لتشكيل القطعة المطلوبة بالشكل المناسب بعد تشكيلها يتم وضعها في الفرن لتتم عملية تخثر البروتين وقتل الفطريات (شكل٢)، ويُمكن لاحقاً مزج هذه القطع الفطرية مع بعض القطع الخشبية الأخرى . وفقًا للمكونات المستخدمة والظروف التي تُزرع فيها هذه الكائنات، فإن المنتج النهائي يمكن أن يأخذ الشكل المطلوب(١٨) (صور من ٢٨: ٣٤).

صورة (28)

صورة (29)

صورة (30)

صورة (31)

صورة (32)

صورة (33)

- صور (28 ، 29 ،30) مقاعد من الفطر ، ممزوجة مع بعض القطع الخشبية المستخدمة في الأرجل ، وذلك بدون مواد لاصقة صناعية ، لأن الفطريات أثناء هضمها للمادة المضافة إليها تقوم بالنمو والترابط وتلتصق بقطع الأخشاب مباشرة .
- صورة (31) منضدة King's table، التي يبدو سطحها مصنوع من الرخام الطبيعي ، تم تنفيذ قاعدتها من الخامة المركبة المصنوعة من الفطر والبديلة للاخشاب ، أما سطحها من الخامة الحيوية البديلة للرخام ،وهي تعتمد على البكتيريا التي تشكل كربونات الكالسيوم حول حبيبات الرمال ، وهي الطريقة التي تتشكل بها أصداف البحر والشعاب المرجانية، والتي تم محاكتها مخبرياً .
- صورة (32) - تم عمل هيكل الشيزلونج السفلي من خامة صلبة a Masonite وهي الواح خشب مركبة ، من الياف الاخشاب التي تم طبخها بالبخار وضغطها بطريقة معينة حاصلة علي براءة اختراع ، ثم تم ملء الهيكل بخامة الفطر لتنمو داخله وتغطي السطح العلوي بالكامل .
- صورة (33) نماذج لمقاعد Stack stool مصنوعة من الفطر ، تم تنمية كامل اجزاؤها منفصلة (6 أجزاء) من الفطر ، ثم تم رصها فوق بعضها للسماح بالفطر بالنمو والترابط فيما بين الأجزاء ، قبل عملية الجفاف ، مما جعلها تبدو من كتلة واحدة في النهاية .

(٣) أوجه الاختلاف بين الخامات التقليدية والخامات الحيوية :

الجدول التالي يوضح أوجه المقارنة بين الخامات التقليدية/ الصناعية وبين الخامات الحيوية خلال مراحل الصناعة لكلاً منهما (من حيث الاضرار البيئية الناتجة عن كلا منهما أثناء مرحلة التصنيع ، ومن حيث استنزاف الموارد الطبيعية أثناء عملية التصنيع ، وسرعة الحصول علي الخامة أو المنتج ، ومن حيث مواصفات الخامة نفسها)، ثم أثناء فترة الاستخدام وأثرهم علي صحة المستخدم وعلي البيئة المحيطة ، وأخيراً بعد الاستخدام وانتهاء العمر الافتراضي من حيث قابليتهم لاعادة التدوير أو التحلل .

وجه المقارنة	الخامات التقليدية / الصناعية	الخامات الحيوية
أولاً : في مراحل الصنـــــاعة : **١- من حيث الأضرار البيئية:**	• **صناعات ملوثة للبيئة ، فعلي سبيل المثال :** - **المنسوجات :** تتضمن أنشطة تصنيع المنسوجات استخدام مواد كيماوية خطرة في عمليات المعالجة المسبقة، والصباغة، والعمليات الأخرى لكي تضفي على المنتج النهائي الخصائص الوظيفية والبصرية المطلوبة. كما تنطوي عمليات إنتاج الألياف المحولة (الفسكوز) والبوليمرات التركيبية (النايلون وألياف الأكريليك) على احتمالية انبعاث مواد كيماوية ضارة. - **الجلود :** تنتج عن عملية دباغة الجلود مخلفات كيميائية، تتسبب في مشكلات بيئية؛ مثل الفورمالدهايد ، ومواد ثقيلة مثل الكروم،وخاصة عندما ينتهي بها الأمر إلى مياه الصرف الصحي. كما يأتي الجلد عادة من الحيوانات التي تتغذى على كميات هائلة من العلف؛ بالإضافة إلى أنه يحتوي على بصمة كربونية كبيرة. أما بالنسبة لصناعة الجلود الصناعية، فهي تصنع من مشتقات البترول مما يتسبب ذلك في مشكلات المعالجة. - **اللدائن :** أثناء صناعة اللدائن تضاف إليها مركبات كيميائية خطيرة (كالفوسفين، الكلور، الفينول ...) ، لذا قد تحتوي الانبعاثات في الهواء على جسيمات ومركبات عضوية متطايرة وذلك أثناءعمليات التركيب (الخلط) والتشكيل خاصة بالتسخين ،وهي مواد ضارة بالبيئة وصحة الانسان .	**غير ملوثة للبيئة :** - لا تستخدم كيمياويات ضارة في صناعتها. ولا ينتج عنها ملوثات للبيئة المحيطة ، لأنها تتم بطرق حيوية /بيولوجية (كالتخمر، التحلل .....). - أن التقنية الحيوية الصناعية تتم داخل انظمة إنتاج مغلقة. كما أنها تعتمد علي الكائنات الدقيقة غير المؤذية ، والتي قد لا يمكن لها البقاء علي
٢- من حيث الموارد الطبيعة:	• **استنزاف الموارد الطبيعية :** - تحتاج إلي كميات كبيرة من الماء والطاقة في صناعتها . فعلي سبيل المثال تنطوي صناعة المنسوجات على استخدام كثيف لمصادر الطاقة. إذ تستهلك عمليات التجفيف والتقسية وأنشطة المعالجة الرطبة بشكل خاص الكثير من الحرارة. - استهلاك الخامات الطبيعية . فمثلاً : في حالة الحرير ، لتصنيع كسوة قطعة أثاث من الحرير الطبيعي لدودة القز، يحتاج الأمر إلى قرابة 2000 شرنقة، ما يعني أن اليرقات بحاجة لتناول أكثر من 70 كجم من أوراق الشجر، أي ما يقارب شجرتين توت كاملتين. وفي حالة الجلود الطبيعية : يتطلب ذلك انهاء حياة الحيوانات لاستغلال جلودها .	• **عدم استنزاف موارد الطبيعة :** - تحتاج إلي كميات ضئيلة جداً من الطاقة والماء. - الإعتماد علي الكائنات الدقيقة (خمائر وفطريات وطحالب.....) ، والتي يسهل توفير الظروف الملائمة للحصول عليها ولتجددها بإستمرار. حيث أن غالبية الخامات والمنتجات الحيوية تعتمد في تصنيعها علي : استخدام الكائن الدقيق المنتقي (فطر، خميره،...) + مواد خام مغذية (سكر، انزيم، مخلفات زراعية.....) + الظروف البيئية المثلي= انتاج عالي كماً وكيفاً للمادة المطلوبة (3،ص10و11).
٣- سرعة التنفيذ / الحصول علي الخامة أو المنتج :	• **تحتاج عملية معالجة أو تجهيز أوتصنيع الخامات إلي مراحل وعمليات متعددة تتطلب وقت طويل نسبياً.** فمثلاً : الجلود يرتبط الحصول عيها بعمر الحيوان مما يتطلب الانتظار سنوات ، وتحتاج إلي مراحل متعددة حتي الوصول الي المنتج النهائي . ومثلاً في حالة تنفيذ منتج أثاث من اللدائن /البلاستيك يتم المرور بمراحل متعددة للحصول علي المادة من خامتها الأولية (البترول) للوصول إلي أشكال قياسية كالمساحيق والحبيبات والعصي والسوائل والعجائن ، ثم يتم المرور بعمليات صناعية كالتركيب (الخلط) والتشكيل لتحويل الخامة أو تشكيلها في صورة المنتج النهائي .	• **يمكن الحصول عليها بسرعة أكبر .** فمثلاً الجلود الحيوية :يمكن الحصول عليها بسرعة أكبر من 70 إلي 80 مرة من الحصول علي الجلد الطبيعي للحيوان (حيث أن جلد بحجم جلد البقرة يمكن الحصول عليه خلال فترة اسبوعين فقط في المختبر) .

٤- مواصفات الخامة :	• **بعض الخامات ترتبط بقياسات معينة ، فمثلاً الجلود ترتبط بحجم الحيوان .** • **تحتاج إلي الدخول في عمليات صناعية لتحويلها إلي منتجات ثلاثية الأبعاد .** • **مواصفات ثابتة علي كل المساحة .**	• **يمكن الحصول علي مقاسات متنوعة من الخامة** (حسب الرغبة سواء في السمك أو العروض والأطوال) .ويمكن الحصول علي أشكال مجسمة 3D علي شكل المنتج النهائي مباشرة . • **الحصول علي خامات بمواصفات معينة يصعب الحصول عليها بالطرق الطبيعية** . فمثلاً حرير العناكب المصنع بيولوجياً يصعب الحصول عليه من الطبيعة، لأن العناكب لا يمكن تربيتها في مكان مشترك إذ أنها تفترس بعضها، كما أن وتيرة التكاثر عندها بطيئة. • **الحصول علي مواصفات مختلفة لنفس الخامة في نفس المنتج** فمثلاً يمكن أن تكون سميكة وقوية في أجزاء ومرنة ورقيقة في أجزاء أخري من المنتج ، كما في الجلود الحيوية المصنعة من الكولاجين، فيمكن عند استخدامه في منتج أثاث جعل الأجزاء الأكثر احتكاكاً عند الاستخدام كالمساند والقاعدة أكثر سمكاً وأقوي من باقي أجزاء المنتج .
ثانياً :أثناء فترة الاستخدام :	• **ينتج عنها ملوثات وأضرار صحية ، فمثلاً:** - الأقمشة الصناعية كالبولي استر تسبب الحساسية والاحساس بالحرارة ، ويدخل في صناعتها بعض الاضافات التي ينتج عنها انبعاث غاز الفورمالدهيد الضار بصحة المستخدم ، والبيئة . - المفروشات والسجاد المصنع من الخيوط والألياف المخلقة من المشتقات البترولية تعمل علي انبعاث المركبات العضوية المتطايرة (VOC2) . وأيضاً يعمل السجاد المصنع من الألياف الصناعية علي زيادة وتراكم شحنات الكهرباء الساكنة .كما ينتج عنه غبار وما يصاحبه من مخلوقات ميكروسكوبية من العثة والاتربة الدقيقة . - الجلود الصناعية : يصدر عنها رائحة كريهه خاصة عند تعرضها للحرارة ، حيث يدخل فيها الفورمالدهيد والكروم ، وهي تعتبر من المواد المسرطنة . - اللدائن / البوليمرات : ينتج عن بعضها مواد كيماوية ضارة (كالبيوتادين، كلور، كلوريد الفنيل ، مواد كبريتيه ،.....) علي حسب نوع اللدائن ، وهي مواد تسبب تهيج العين والجلد وتسبب السرطان . فعلي سبيل المثال البولي فينيل كلوريد PVC تتأثر بالحرارة العالية وينتج عنها مونومرات الفنيل المسرطنة أو كلوريد الهيدروجين . - مواد الفوم العازلة الرغوية : المصنعة من اليوريا فورمالدهايد والمستخدمة كعوازل للتقليل من استهلاك الطاقة تعد مصدراً رئيساً لانبعاث الفورمالدهايد بالبيئة الداخلية . - إسفنج البولي يورثان الذي غالباً ما يستخدم في صنع الوسادات حيث يصنع من المشتقات البتروكيميائية .	• **لا ينتج عنها ملوثات أو أضرار صحية ، حيث أنها :** - ليس لها انبعاثات ضارة تؤثر علي الصحة . - خالية من المواد المتطايره. - خالية من المواد الكيميائية الضارة.
ثالثاً : بعد الاستخدام وانتهاء العمر الافتراضي :	• **ينتج عنها كمية هائلة من المخلفات الغير قابلة للتحلل والملوثة للبيئة .** - حتي الخامات المصنوعة من مواد طبيعية بعد معالجتها بمواد صناعية تصبح صعبة التحلل ،وفي بعض الأحيان غير قابلة للتحلل. - هناك بعض الخامات قابلة لاعادة التدوير والتصنيع مرة أخري وذلك يتطلب عمليات ومراحل واستنزاف موارد في إعادة تصنيعها مرة أخري كاللدائن ، وهناك خامات يصعب إعادة تصنيعها كالمنسوجات .	• **قابلة للتحلل ، بل أن بعضها يعد سماد للتربة.**

(٤) استخدامات الخامات الحيوية في التصميم الداخلي والأثاث :

الخامة	الاستخدامات في التصميم الداخلي والأثاث
المنسوجات الحيوية	الستائر والمفروشات – المعلقات - بساط /السجاد - الفواصل الستائرية - تنجيد الأثاث - وحدات الإضاءة .
الجلود الحيوية	تنجيد وتكسية الأثاث - تكسية الحوائط - تكسية الفواصل .
البلاستيك الحيوي	الأثاث - الفواصل - تكسية الحوائط / الاسقف /الأرضيات- وحدات الإضاءة .
الفوم الحيوي	تنجيد الأثاث – عزل الفواصل /الحوائط / الاسقف

من شأن الاتجاه نحو الخامات والمنتجات الحيوية في التصميم الداخلي والأثاث أن يُحدث فرقاً؛ حيث يؤثر بشكل إيجابي في علاقتنا مع النُظم البيئية ، ويحقق الاستدامة . ففور التخلص من هذه القطع تتحلل وتصبح عناصر غذائية جديدة لحياة جديدة؛ بالإضافة إلى حفاظها على الرقعة الخضراء من حولنا وعلى صحتنا أيضاً ؛ لأنها تقينا من المواد الصناعية - مثل الفورمالدهيد - والتي تسبب العديد من الأمراض

النتائج :

١. تمتاز خامات ومنتجات التقنية الحيوية بأنها صديقة للبيئة، لأنها قابلة للتحلل البيولوجي ومصادرها متجددة.
٢. تمتاز التقنية الحيوية بأنها أكثر فاعلية وأقل استهلاكاً للطاقة وأقل تلويثاً وسمية وتنتج عنها نفايات أقل، كما أنها تعتمد على مواد متجددة، لذا فهي أكثر قابلية للاستمرار في الطبيعة من العديد من التقنيات التقليدية.
٣. إنجاز الخامات والمنتجات الحيوية يتم بسرعة ودقة عالية تفوق مثيلاتها من الطرق التقليدية .
٤. استخدام مواد حيوية مخلقة بديلة للخامات الطبيعية سيساعد مع مرور الوقت علي تنمية الموارد الطبيعية لكوكب الارض ، والتي تراجعت بشكل كبير نتيجة النمو الاقتصادي السريع .
٥. استخدام مواد حيوية مخلقة بديلة للخامات المصنعة الضارة في البيئة الداخلية والأثاث ، يسهم في الحفاظ علي صحة المستخدم وسلامته .

التوصيات:

- حث الهيئات والجهات المعنية بالبيئة على إيجاد آلية لرصد التلوث البيئي الناتج من مواد االتصميم الداخلي والأثاث كمحاولة لتجنب المواد ذات الخطورة المتزايدة والعالية ، والحفاظ علي صحة المستخدم وسلامته .
- الاهتمام بتنظيم الدورات والندوات التعريفية من خلال الجهات المختصة لتعريف الأشخاص بالأضرار البيئية والصحية للمواد المستخدمةفيالتصميمالداخليوالأثاث،وأيضاًكيفيةتحقيقالاستدامة في التصميم الداخلي والأثاث من خلال استخدام الخامات الحيوية .
- علي كليات الفنون التطبيقية والمراكز البحثية دراسة ومتابعة مستجدات ما يتم التوصل له في مجال التقنية الحيوية ، والاستفادة منها في تحسين وتطويرالحيز الداخلي ومنتج الأثاث .
- علي المراكز البحثية التوسع في إجراء البحوث التطبيقية للتقنية الحيوية ، لإيجاد بدائل من مواد حيوية تحل محل الخامات الصناعية الضارة وتؤدى نفس الغرض الوظيفى .

المراجع :

الكتب :

١. ابتسام عبد الجبار وآخرون – اسس التقانة الحيوية – المنظمة العربية للترجمة ، جامعة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية –ص٥٠٥، ٢١٨، ٧٧٤، ٧٧٥ (٢٠١٢).
٢. السيد احمد السيد أحمد – التقنية الحيوية الصناعية : نمو مستدام ونجاح اقتصادي – دار جامعة الملك سعود للنشر – الرياض – ص ٥ (٢٠١٤).
٣. وائل فرغلي - الميكروبات والصناعة : أسس وتطبيقات هامة – دار الكتب العلمية – مصر- ٢٠١٨ .
٤. Dr. B.L. Saini-Introduction to Biotechnology- Laxmi Publications, p ١٥٧ (٢٠١٠).
٥. Farshad Darvishi Harzevili, Hongzhang Chen - Microbial Biotechnology: Progress and Trends- CRC Press, p١:٨ (٢٠١٨).
٦. ٦Hallam Stevens - Biotechnology and Society: An Introduction- University of Chicago Press, p٢٢,٢٣ (٢٠١٦)
٧. ٧William Myers - Bio Design: Nature Science Creativity - Thames & Hudson Ltd, London, Revised Edition, p١١٠:١١٣,١٢٢:١٢٣,١٣٣,١٤٢:١٤٥ (٢٠١٨).

مواقع الانترنت :

٨. ./Www.danandmez.com/blog/mushroom-leather ٢٠١٩/١٢/١٥
٩. Www.designboom.com/art/diana-scherer-manipulate-plant-roots-patterns-٠١-٢١-٢٠١٧/. ٢٠١٩/١١/١٠
١٠. biofabric-tennis-dress-/٣١/٠٧/٢٠١٩/Www.dezeen.com-adidas-stella-mccartney-bolt-threads- microsilk/?li_source=LI&li_medium=bottom_block .١ ٢٠١٩/١٢/١٢
١١. Www.ecovativedesign.com/textiles- ٢٠١٩/١٢/١٥ .
١٢. bolt-threads-synthetic-/٢٣/١٢/٢٠١٨/Www.gearpatrol.com-spider-silk /٢٠١٩/١٢/٨
١٣. ٣d-printed-algae-could--Www.inhabitat.com/new-revolutionize-the-way-we-make-things/٢٢/١٠/٢٠١٩
١٤. regeneration---/١٤٥١٥/Www.mediamatic.net/en/page-biotalk. ٢٠١٩/١١/١٠
١٥. reflection-is-/٢٠/١٢/٢٠١٧/Www.shoegazing.com-biofabricated-leather-the-future/. ٢٠١٩/١١/٢٠
١٦. Www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes . ٢٠١٩/١٢/٢٦ .
١٧. Www.ted.com/talks/eben_bayer_are_mushrooms_the_new_plastic/transcript?language=ar#t-٣٠٧٩٧٣. ٢٠١٩/١٢/٢٦.
١٨. houses-of-the-/Www.vice.com/en_us/article/bmmje٨-future-grown-out-of-mushrooms. ٢٠١٩/١١/٩
١٩. Www.youtube.com/watch?v=tiRd٩enOfFU&feature=-emb_rel_err. ٢٠١٩/١٢/١٢ .
٢٠. .Www.youtube.com/watch?v=jnMXH٥TqqG٨- ٢٠١٩/١١/٢٠.