مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

الاستفادة من التكنولوجيا الحيوية والمواد الحيوية وتطبيقها فى التصميم الصناعى

Make use of bio technology and bio materials and their applications in industrial design

رجب هلال عبدالجواد
أستاذ ورئيس قسم التصميم الصناعى
- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان

صفاء ابراهيم عبد الفتاح
أستاذ بقسم التصميم - كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان

محمد عبد الرازق أحمد محمد
معيد بقسم التصميم الصناعى - كلية الفنون التطبيقية- جامعة دمياط
mohamedabdelrazik91@yahoo.com

الملخص :

إن كل المنتجات المصنعة من المواد المركبة وغيرها من المواد الجديدة تصمم لعمر افتراضي طويل نسبيًا، ولذا فإن المواد المكونة لها مواد ثابتة وغير متحللة. لكن هذه الخاصية أصبحت في الآونة الأخيرة غير مرغوب فيها نظرًا لصعوبة التخلص من هذه المنتجات بعد انتهاء عمرها الافتراضي, وإذا كانت المنتجات المعدنية يمكن إعادة استخدامها بصهرها من جديد، فإن المنتجات المصنعة من المواد المركبة غير قابلة للتدوير وإعادة الاستخدام نظرًا لأنها تتألف من مواد مختلفة يصعب فصلها. هذا واستخدام المواد الحيوية أصبح أمرًا ملحًا في الوقت الحاضر لسببين :أولهما المحافظة على المصادر الطبيعية للمواد بحيث تبقى لأجيال عديدة بعدنا، والسبب الثاني هو حماية البيئة بالتقليل من الأضرار البيئية الناتجة عن الدفن أو الحرق.

لهذه الأسباب فقد اتجهت الأبحاث في الآونة الأخيرة نحو التوصل إلى مواد حيوية تكون قابلة للتحلل بحيث تذوب في التربة بعد دفنها، أي كالكائنات الحية بعد موتها، وتكون مفيدة للتربة.

الهدف هو الجمع بين التكنولوجيا والمواد الحيوية، حيث يتم استخلاص البوليمرات الحيوية من كائنات حية تستهلك طاقة منخفضة، ثم يتم تحويل هذا البوليمر الحيوى إلى منتجات صناعية أو أنسجة أو ملابس وغيرها من المنتجات القابلة للتحلل, والهدف النهائى هو خفض كبير فى انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى والنفايات السامة التى تنشأها صناعات المنتجات المختلفة.

ومن هنا تظهر اشكالية البحث، على الرغم من أهمية معرفة المصمم الصناعي لطبيعة المواد و مواصفاتها وامكانيات التعامل معها الا انه لا يتوافر لديه معرفه كاملة للمواد الحيوية **(Bio Materials)** وما تملكه هذه المواد من امكانيات تسهم بشكل قوي وفعال فى الحفاظ على البيئة من خلال تصميم المنتج الصناعى.

الكلمات الدالة Keywords :

المواد الحيوية BioMaterials، التكنولوجيا الحيويةBiotechnology، التصميمDesign، المنتج الحيوى BioMaterial product.

مقدمة Introduction :

" فى البداية يجب أن نفرق بين مصطلحين فى علم المواد الحيوية فهناك مصطلح المواد الحيوية (Bio Materials) وبين المواد البيولوجية الحيوية (Biological Materials)، فالمواد البيولوجية الحيوية هى مواد طبيعية حية (Biocompatible Materials) والتى تتألف من جزء أو كل من التركيب الحيوى أو الطب البيولوجى حيث هذه المواد يمكنها أن تؤدى و تضاعف و تستبدل أى وظيفة طبيعية. كما أن المواد البيولوجية الحيوية عادة ما تخضع لتطبيقات هندسة

التكنولوجيا الحيوية الطبية ولهندسة التطبيقات الصيدلانية و هندسة التطبيقات الصناعية وبعض التطبيقات العامة، بالاضافة إلى أن هذه المواد البيولوجية توجد بداخل الكائنات الحية حيث أن هذه الكائنات الحية لا تحتوى على أى معادن أو سيراميك أو أياً من مواد البوليمر الاصطناعية، فى حين أن لهم القدرة على اصلاح أنفسهم بخلاف المواد الصناعية الأخرى. وهنا تختلف المواد البيولوجية الحيوية عن المواد الحيوية (BioMaterials) حيث أن المواد الحيوية عبارة عن مزيج من المواد الاصطناعية والطبيعية والتى يمكن استخدامها فى العلاج أو الاستبدال لأى فرع من أجهزة النسيج أو أى وظيفة من الجسم وهو ما سيعرضه الباحث"[١].

مشكلة البحث Research Problem :

عدم توافر المعرفه الكاملة بالنسبة للمواد الحيوية **(Bio) Materials** وما تملكه هذه المواد من امكانيات تسهم بشكل قوي وفعال فى الحفاظ على البيئة من خلال تصميم منتج صناعى حيوى.

هدف البحث Research Aim :

الجمع بين التكنولوجيا والمواد الحيوية، حيث يتم استخلاص البوليمرات الحيوية من كائنات حية تستهلك طاقة منخفضة، ثم يتم تحويل هذا البوليمر الحيوى إلى منتجات صناعية أو أنسجة أو ملابس وغيرها من المنتجات القابلة للتحلل, والهدف النهائى هو خفض كبير فى انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى والنفايات السامة التى تنشأها صناعات المنتجات المختلفة.

منهجية البحث Research Method :

يعتمد البحث على المنهج الاستنباطي .

خطة البحث Research plan :

يقوم البحث على ثلاث محاور اساسية.

المحور الاول :" المواد الحيوية"

١- تعريف المواد الحيوية Bio Materials.
٢- المواد الحيوية تاريخياً.
٣- تصنيف المواد الحيوية.
٣- ١- بوليمرات طبيعية أو حيوية.
٣-٢- بوليمرات اصطناعية.
٣-٣ - بوليمرات طبيعية مُعدلة

المحور الثاني" التكنولوجيا الحيوية"

١- تعريف التكنولوجيا الحيوية Bio Technology
٢- فـروع التكنولوجيا الحيوية:
٢-١- التكنولوجيا الحيويه الحمراء Red Biotechnology
٢-٢- التكنولوجيا الحيوية الخضراء Green Biotechnology
٢-٣- التكنولوجيا البيضا White Biotechnology
٢-٤ التكنولوجيا الحيوية الزرقاء Blue Biotechnology

المحور الثالث"

١-الاستفادة من المواد الحيوية المُصنعة.
٢- التطبيقات المستقبلية والتجارب المعملية لبناء منتجات مُصنعة من المواد الحيوية.
٣-النتائج والتوصيات.

تعريف المواد الحيوية (Bio Materials) :

" هي المواد التي تستخدم في الأدوات الطبية بشكل عام و فى التطبيقات الهندسية والصناعية مؤخراً كما تستعمل في النظام البيولوجي، ويمكن أن تكون مواد معدنية أو سيراميكية او بوليمرية أو من المواد المركبة التى تميزها عن المواد الأخرى بأنها تمتلك مجموعه من الخواص الكيميائية و الميكانيكية والفيزيائية وهذه الخواص تجعل استخدامها مناسب وفاعل في بيئة الجسم أو المنتج الصناعى"[٢].

" كما تُعرف المواد الحيوية أيضاً بأنها : "من الممكن أن تكون مواد اصطناعية أو طبيعية أو من خلال بكتيريا (كائنات دقيقة) مُعاد برمجتها و التى تستخدم لتحل محل أو تغير أو تحسن وراثيا لبناء مواد أو طاقة جديدة . هذا وأن المواد الحيوية توجد مفردة أو مقترنة مع غيرها من المواد وعلى الرغم من أن هناك الكثير من الجهود لتحسين نوعية وكفاءة المواد الحيوية إلا أن هناك بحث دائم عن بناء مواد حيوية مثالية لتقليل الآثار الجانبية لجميع التطبيقات التى نستخدمها فى حياتنا اليومية"[٣].

"وفى السنوات العشر الآخيرة نجد أن هناك تزايد ملحوظ فى البحوث العلمية الدقيقة لهذا المجال وزيادة تمويلها فهذا يدل على نجاح هذه البحوث مما يؤدى إلى زيادة التنافس بينهم لإنتاج مواد ذات قيمة وهذا بدوره أدى إلى ظهور ما يُسمى بعلم (التكنولوجيا الحيوية)(Bio Technology)، وقد ظهرت بوادر هذا العلم بشكل أكبر في النصف الأول من القرن العشرين على بعض التطبيقات البسيطة في مجال الزراعة ، إلا أنه لم يتحوّل الى علم واسع التطبيقات الا فى النصف الثاني من القرن العشرين ، ويُتوقع أن تصل هذه التكنولوجيا ذروتها فى تطبيقاتها المذهلة خلال المستقبل القريب.

تصنيف المواد الحيوية :

" تُصنف المواد الحيوية القابلة للتحلل إلى:

١- **بوليمرات طبيعية أو حيوية .**

٢- **بوليمرات اصطناعية وتتكون بشكل أساسى من :**

أ. سلسلة كربون (Carbon chain backbone)

ب. سلسلة ذرات البوليمرات المتجانسة (Heteroatom chain backbones) .

٣- **بوليمرات طبيعية مُعدلة إما أن تكون فى شكل**

أ. مخاليط (Blends and grafts) .

ب. معدلة كيميائياً (Chemically modified) .

ت. بطريقة الأكسدة (Oxidation) .

ث. بطريقة الأسترة (Esterification) .

وقد تم توصيف بوليمرات المواد الحيوية فيماسبق على حسب ما يتعلق بتكوينها وهيكلها وخصائصها وإمكانية تطبيقها والتى يمكن عرضها كما يلى"(٤:ص٥٩٢:٣٨٥).

أولاً / البوليمرات الطبيعية أو الحيوية :

" هى المواد التى تُنتج بشكل طبيعى من قبل جميع الكائنات الحية، وهى عبارة عن بوليمرات قابلة للتحلل بيئياً، وأكثر المواد الطبيعية شيوعاً سيتم ذكر بعضهم كالتالى :

أ- السكريات النشا والسيليلوز.

ب- البروتينات الحرير و ٢_حمض البولى جلوتاميك.

ت- البوليستر poly hydroxyl alkanoates .

ث- المواد الهيدروكربونية المطاط الطبيعى

أ. السكريات (POLYSACCHARIDES) :

هى تقتصر على النشا و مشتقات السليلوز إلى حد كبير والتى يستخدم فى التطبيقات العملية سواء فى البلاستيك أو البوليمرات القابلة للذوبان فى الماء، كلا بوليمرات النشا والسليلوز يتكونوا من D-Glucopyranoside وهو عبارة عن آلاف من الوحدات المتكررة عالية الوزن الجزيئى جداً ويختلفوا فيما بينهم فى التركيب حيث النشا يمثله بوليمر(1,4-2-D-Glucopyranoside) والسليلوز عبارة عن بوليمر (1,4-B-D-Glucopyranoside)، هذا الاختلاف فى التركيب الهيكلى يظهر بمعدلات مختلفة فى خصائص بوليمرات المواد الحيوية.

هذا ونجد أن الكربوهيدرات المعقدة والتى توجد مثلاً فى الميكروبات التى تنتج الزنتان (xanthan) والبولولان (pullulan) و(curdlan) والأحماض الجينية (hylauranic acid alginates) والكاراجينان (carageenan) و الغار(guar)، فجميعهم بوليمرات حيوية قابلة للتحلل بشكل طبيعى، فالزنتان (xanthan) هو السكاريد الميكروبى البارز حيث يستخدم فى الصناعات الغذائية، كما يستخدم أيضاً بشكل موسع كمادة مكثفة فى عديد من تطبيقات المنتجات الصناعية لإكسابها كثافة.

ب. البروتينات (PROTEINS) :ستخدم البروتينات كما وُجدت فى الطبيعة لأنها ليست قابلة للذوبان أوالانصهار دون تحلل. يستخدم البروتين على نطاق واسع على شكل ألياف (Fibbers)، فعلى سبيل المثال نجده فى شكل صوف و حرير و جيلاتين (الكولاجين) والذى يعمل كغلاف فى الصناعات الغذائية والدوائية. التركيب الهيكلى للبروتين عبارة عن سلسلة طويلة من الأحماض الأمينية ترتبط مع بعضها عن طريق روابط الأميد والتى تتحلل بسهولة عن طريق الإنزيمات وخاصة الإنزيم البروتينى. وقد بدأ إدراج أيونات المنجنيز كبداية هامه للتطوير المستقبلى فى البوليمرات لكى تستطيع أن تتحلل و تذوب فى الماء بالاضافة لمجموعة الكربوكسيل الوظيفية.

ت. البوليستر (POLYESTERS) :

يتم إنتاجه من قبل العديد من البكتيريا والمواد الخلوية الاحتياطية لاستخدامها كمصدر للغذاء خلال فترات الإجهاد (الضغط) البيئى، فهو قابل للتحلل و يمكن معالجته كمواد البلاستيك كما يُنتج من مصدران إما من مصادر طاقة متجددة أو يُنتج من قبل العديد من البكتيريا. البوليمرات الحرارية تختلف من مطاط صناعى لين إلى بلاستيك هش مُتصلب وفقاً للهيكل المعلق الجانبى لسلسلة البوليستر. جميع البوليستر نقى بصرياً ١٠٠% ونقى أيزوتاكتيك (أى أن جميع الوحدات المتكررة لها نفس التكوين الفراغى) بنسبة ١٠٠%.

كما يتم إنتاج سلاسل البوليستر الطويلة والجانبية بواسطة مجموعة متنوعة من البكتيريا، وبما أن البوليستر مرن

وله صلابه ممتازة وقوية، فهو قابل للتحلل بطبيعته حيث أن طول السلسلة يُسرع من معدل التحلل البيولوجى إلى حد كبير "(٥:ص٤٤٥-٥٥٠).

ثانياً/ البوليمرات الاصطناعية :

" البوليمرات الاصطناعية لا تمتلك أصل طبيعى، فعدد كبير من الانزيمات المتوفرة فى الطبيعة لتحلل البوليمرات الطبيعية غير مفيدة بالنسبة لتحللها للبوليمرات الاصطناعية. وحالياً تُجرى الأبحاث حول كيفية جعل البوليمرات الاصطناعية تتحلل.

بعض المبادئ التوجيهية الصناعية تعتمد على التركيب الهيكلى للبوليمر، فنجد أن الخصائص الفيزيائية للبوليمر والظروف البيئية آثرت وظهرت فى التركيب الهيكلى للبوليمر بشكل سلبى كالآتى :

– وجود ألياف عالية طارده للماء أفضل لعملية التحلل.

– سلاسل البوليمرات الكربونية من غير المحتمل أن تتحلل.

– السلاسل المتفرعة ضارة لعملية التحلل.

– تكثيف البوليمرات من غير المحتمل أن يتحلل.

– وجود بوليمرات منخفضة الوزن الجزيئى يجعلها عرضة للتحلل بسرعة.

– التبلور يقلل من التحلل البيولوجى.

وتشمل الخصائص الفيزيائية الإيجابية للبوليمر : الذوبان فى الماء و نقاء العينة، ثم تأتى الظروف البيئية والتى يُنظر إليها عند تقييم التحلل البيولوجى وهى: درجة الحرارة، درجة الحموضة، الأكسجين، المواد المُغذية، التركيز ومدة الإختبار "(٦:ص٦٢٦-٦٦٨).

أ. البوليمرات مع سلاسل الكربون الأساسية:

" هذه البوليمرات تعتبر من مشتقات البولى ايثيلين حيث يمثل "N" درجة البلمرة و "R" هى المجموعة الوظيفية. المجموعات الوظيفية والوزن الجزيئى للبوليمر يؤثران فى خصائصه والتى تختلف فى قدرته على الاحتفاظ بالماء أو فى خصائص الذوبان وشكله البلورى ومن هذه البوليمرات البولى ايثيلين، بوليمرات الفينيل ، الكحول البولى فينيل، خلات البولى فينيل، بولى الأكريلات وسنذكر بعضها كالتالى :

– البولى إيثيلين (POLYETHYLENES) :

وُجد أن اختبارات نمو الفطريات والبكتيريا تشير إلى أن البولى ايثيلين وبوليمرات الكربون عالية الوزن الجزيئى لا تدعم النمو، وقد لوحظ نتائج شاذة عند إضافة لدائن بلاستيكية أو مشتقات لمواد منخفضة الوزن الجزيئى، ما لوحظ أيضاً أن السلاسل الهيدروكربونية تُحد من التحلل البيولوجى. ومن ناحية أخرى نجد هناك زيادة من التحلل البيولوجى عند إنخفاض الوزن الجزيئى بسبب قدرة البوليمر على العبور عبر الجدار الخلوى ربما لانخفاض وزنه الجزيئى أو قد يكون هناك آلية للتحلل العضوى أو بسبب حدوث انشقاق السلسلة قبل دخول الخلية. نتيجة لذلك نجد أن عملية التحلل العضوى فى البولى ايثيلين بطيئة ويمكن تسريعها عن طريق عملية الأكسدة أو بواسطة توترات سطحية.

– بوليمرات الفينيل (VINYL POLYMERS) :

التحلل العضوى بالنسبه لهذه البوليمرات يتطلب عملية الأكسدة حيث معظم بوليمرات الفينيل تحتوى على مجموعة وظيفية تتأكسد بسهولة، ولكى نحسن من عملية التحلل العضوى لدى بوليمرات الفينيل، تُضاف بعض المحفزات لتشجيع الأكسدة أو التحلل العضوى أو كليهما.

ب. سلسلة ذرات البوليمرات المتجانسة :

ارتباط هذه الذرات متوفر غالباً فى الطبيعة، فإنهم أكثر عُرضة للتحلل أكثر من البوليمرات التى تعتمد على السلاسل الهيدروكربونية وتشمل البوليستر الدهنى، البولى يوريثان، البلاستيك، الأستيات وغيرهم من البوليمرات المكثفة وسنذكر منهم البوليستر الدهنى كمثال للبوليمرات المتحللة :

– البوليستر (POLYESTERS) :

البوليستر الدهنى أكثر أنواع البوليمرات الصناعية تحللاً وفيما يلى جدول رقم (١) يوضح أشهر أنواع البوليستر التجارية تحللاً :

جدول رقم (١) يشير إلى أنواع البوليستر الدهنى الأكثر تحللا

PHA	Poly hydroxyl alkanoates
PHB	Poly hydroxyl butyrate
PHH	Poly hydroxy hexanoate
PHV	Poly hydroxyl valerate
PLA	Poly lactic acid
PCL	Poly caprolactone
PBS	Poly butylene succinate
PBSA	Poly butylene succinate adipate
AAC	Aliphatic-Aromatic copolyesters
PET	Poly ethylene terephthalate
PBAT	Poly butylene adipate/terephthalate
PTMAT	Poly methylene adipate/terephthalate
PGA	Poly glycolic acid
PLLA	poly (L- lactic acid)

أبسط أنواع هذه البوليمرات وأكثرها تحللاً هو poly (a-hydroxyacid) و (poly glycolic acid) (PGA) ويستخدم فى الخياطة الجراحية، كما أن البوليستر العطرى (PET) يحمل خصائص مواد ممتازة حيث أنه قادر على مقاومة الهجوم الميكروبى. ومن ناحية أخرى نجد أن البوليستر الدهنى (Aliphatic polyesters) قابل للتحلل بسهولة ولكن خصائصه تفتقر إلى بعض الخصائص الميكانيكية والتى تعتبر هامة لكثير من التطبيقات. فجميع أنواع البوليستر تتحلل فى نهاية المطاف حيث أن الآليه الغالبة تتم بواسطة التحلل المائى وقد تم تجميع البوليسترات الصناعية الدهنية (أليفاتية) من ثنائيات متعددة الأثير ومن أحماض ثنائى الكربوكسيل بواسطة البلمرة بالتكثيف ومن المعروف أنه يتم تحللهم بالكامل فى الماء والتربة. هذه البوليسترات الأليفاتية أكثر تكلفة وأكثر إفتقاراً للقوة الميكانيكية بالمقارنة مع المواد البلاستيكية التقليدية مثل البولى إيثيلين"(٧:ص٤٨-١٥٠).

ثالثاً / البوليمرات المُعدلة طبيعياً :

" يتم تعديل البوليمرات الطبيعية لكى تتكيف بيئياً مع البوليمرات المُطورة الأخرى. ومن هنا فإن التعديل يجب أن لا يتدخل فى عملية التحلل البيولوجى، ويشمل التعديل المزج بين البوليمرات الطبيعية والصناعية الأخرى أو عن طريق تطعيم بعض البوليمرات الأخرى وتعديلها كيميائياً لإدخال أى مجموعة وظيفية منها مرغوب فيها عن طريق الأكسدة أو عن طريق بعض التفاعلات الكيميائية البسيطة الأخرى مثل الأسترة. فالمنتجات التى تعتمد على هذا الأساس الكيميائى يتم تصنيفها على أنها تتحلل تحللاً غير كامل وحساسة للماء.

تعريف التكنولوجيا الحيوية (Bio Technology):

كما أن هناك بعض المخاليط والتى تقتصر على تكوين مزج من قبل عدد من البوليمرات والتوافق بين مكوناتها مثل :

1. PHA with cellulose acetate
2. PHA with PCL
3. PLA with PEG
4. Chitosan with Cellulose
5. PLA with inorganic fillers
6. PHA and aliphatic polyesters with inorganics

كما يظهر للطبيعة دور هام فى إنتاج البوليمرات فنجد مثلاً أن (PHA) و هو إختصاراً ل (Poly hydroxyl alkanoates) هو بوليستر دهنى يُنتج بشكل طبيعى من خلال عملية ميكروبية تعتمد على السكر كمادة طاقة مخزنة فى البكتيريا"(٨).

وفى ختام هذا التصنيف السابق نستنتج هذه النقاط التالية:

١. " استخدام بوليمرات قابلة للتحلل فى التطبيقات الصناعية يزيد من الحماية البيئية .

٢. قبل البدء فى تطبيق المواد الحيوية فى أى منتج صناعى يجب المقارنة بين خصائص البوليمرات القابلة للتحلل وبين تلك البوليمرات الصناعية أو المُعدلة طبيعياً بما يناسب ظروف المنتج .

٣. من الممكن تحسين خصائص المواد الحيوية الغير مقبولة بالنسبة للبوليمرات عن طريق تحسينها بإضافة بعض المحفزات أو تعديلها كيميائياً عن طريق إضافة مجموعات وظيفية لها.

٤. بعد تعديل المادة الحيوية مثل البوليمر لتحقيق القوة، ينبغى تقييم التحلل.

٥- البقايا الناتجه من المنتج المتحلل يجب تقييمه للتأكد من عدم ضرره بالبيئة"[٩].

تعريف التكنولوجيا الحيوية (Bio Technology):
تُعرف التكنولوجيا الحيوية أو البيوتكنولوجى على أنها استخدام شيئ حي لصنع أو تطوير منتج مفيد. أي أنها تكنولوجيا قائمة بالأساس على علم الأحياء ، ويتم تطويعها وإدخالها فى مجموعة واسعة من مجالات أخرى مختلفة.

فـروع التكنولوجيا الحيوية :
التقسيم الحديث لهذه التكنولوجيا ، يتكون من أربعة فروع ارتبطت جميعها بألوان معيّنة للدلالة عليها ، وهي :

١- **التكنولوجيا الحيوية الحمراء (Red Biotechnology)**

و هي التكنولوجيا الحيوية ذات الإرتباط بالمجال الطبي، التى تشمل مثلا إنتاج المضادات الحيوية من الكائنات الحية، والارتباط ببعض مجالات الهندسة الوراثية لمعالجة الأمراض، وإمكانية إنتاج أدوية خاصة بالمحتوى الجينى لفرد ما، وعلاج الأمراض المستعصية مثل السرطان وغيرها.

٢- **التكنولوجيا الحيوية الخضراء (Green Biotechnology)**

وهي التكنولوجيا الحيوية في المجال الزراعى، من تطبيقاتها إنتاج النباتات المعدلة وراثيًا ، وزراعة الانسجة، وتصنيع المبيدات الحشرية غير الكيميائية و الاسمدة الحيوية، وغيرها من التطبيقات التى تركز على الزراعة، وبالتالى تؤثر بشكل هائل على أساليب تطوير صناعة الغذاء.

٣- **التكنولوجيا الحيوية البيضاء White (Biotechnology)**

وهي من أكثر التطبيقات انتشارا ، لأنها التكنولوجيا الحيوية المرتبطة بالمجال الصناعي، وتشمل استخدام الكائنات الحية لإنتاج مواد كيمياوية مطلوبة للإستخدام التجاري ، بدلا من انتاجها صناعيا. كما تشمل أيضا التصنيع الدوائي والمعالجات الخاصة للأنسجة والجلود وإنتاج البلاستيك والاحماض الامينية والكحول ، وغيرها من المواد المُصنّعة.

٤- **التكنولوجيا الحيوية الزرقاء (Blue Biotechnology)**

هذا النوع يتعامل مع عالم البحار والكائنات البحرية، وتركز على الاستخدامات التقنية في عمليات البيولوجيا والعضويات البحرية. وأهم شيء في هذا المجال هو دراسة العضويات البحرية في أعالي المحيطات"[١٠].

كيفية الاستفادة من المواد الحيوية المُصنعة:
" من الممكن تقسيم المواد الحيوية المُصنعة بشكل أساسي إلى معادن، بولميرات، مواد سيراميكية ومركبات كربون و مواد أخرى طبيعية. كل من هذه الأصناف من الممكن أن تحوي على العديد من المواد بأشكال مختلفة مثل المواد الصلبة، الأغشية، الألياف، أو الطلاء وغيرهم وتكون باستعمالات مختلفة منها الاستبدال الهيكلي للأعضاء أو إصلاح الأعضاءالتي تقوم بعمليات التبادل الكيميائياً و زراعة منتج صناعى أو تدعيم أجزاء من المنتج الصناعى وزراعة أقمشة حيوية تستخدم فى الأزياء وغيرها من التطبيقات الأخرى بالاضافة إلى تغليف العناصر الإلكترونية وغيرها، وفيما يلى عرض جدول يوضح الخصائص الميكانيكية للمواد المعدنية والسيراميكية المستخدمة فى المواد الحيوية كما فى جدول رقم (٢)"[١١].

جدول رقم (٢) يوضح الخصائص الميكانيكية للمواد المعدنية والسيراميكية المستخدمة في المواد الحيوية.

اسم المادة	معامل المرونة (جيجاباسكال)	نسبة الإجهاد (%)	قوة الشد (ميجا باسكال)
الصلب	193	10	1000
سبيكة كوبالت–كروم	235	8	670
كوبالت–كروم مشكل ميكانيكياً	235	12	1170
سبيكةTi–6Al–4V	117	10	900
تيتانيوم خام	100	15	550
أكسيد الألمنيومAl_2O_3	380	0	50
خليطة كربون–سيليسيوم	21	0	690

ومن ناحية أخرى أصبح هناك الآن تصاميم ليست بخيالية فى صورة منتجات حقيقية قد نمت وصُنعت بواسطة الطبيعة مباشرة ولكنها مازالت تحت التجربة قبل أن تنزل واقعياً السوق، حيث أن تعاون التصميم والطبيعة له دور حقيقى فى تقديم مجالات بحثية مختلفة مما سيؤدى إلى الاهتمام بدراسة التسويق الشامل فى المستقبل، وكما يقول "Craig Vierra"* أستاذ ومساعد ورئيس قسم العلوم البيولوجية فى جامعة المحيط الهادى "أن التقدم السريع فى التصميم والعلوم والهندسة جعل من الممكن تقليد أو محاكاة العمليات الطبيعية فى المختبر، مما يجعل الوقت تجربة مثيرة للغاية".

ويذكر أيضاً "Vierra" بأن على مدى السنوات القليلة الماضية تم الاستفادة من الطبيعة فمثلاً الحرير الناتج من العنكبوت والذى يتكون من ألياف بروتينية ناتجة عن نوع معين من البكتيريا المنتجه لهذا البروتين والذى تم

استخدامه فى هندسة صناعة الألياف التى لا غنى عنها فى حياتنا، ويوجد الآن عدة تقنيات لفصل بروتين حرير العنكبوت عن البكتيريا قبل عملية التخصيب بإستخدام مُجفف بواسطة التبريد والذى يحولها على شكل بودر، ثم يتم إضافة أنواع من المذيبات وتُنسج هذه المادة فى صورة ألياف بإستخدام تقنيات الغزل المبللة لتمتد ويزيد طولها ثلاث مرات عن طولها الأصلى"[١٢].

"هذا و حرير العنكبوت هو أكبر شاهد بأن الطبيعة هى التى تنقذنا وتحمينا لأنها تمثل الأم التى لديها بعض المواد الحيوية الآكثر تميزاً والتى يمكن أن نستفيد منها ونستخدمها فى العديد من تطبيقات الحياة مثل صناعة الغزل والنسيج من حرير العنكبوت، بالإضافة أن التقدم التكنولوجى الآن يسمح لنا بصناعة مواد مركبة حيوية.

جديدة (bio composite materials) والتى تعتمد على أساس العمليات الطبيعية مما يؤدى إلى رفع أعداد وأنواع كثيرة من المواد الحيوية المتقدمة .

ومن ناحية أخرى، سنجد أن الطبيعة ستمكنا من توليد مواد صديقة للبيئة ، فكلما زاد عدد السكان يصبح توافر المواد الطبيعية أكثر ندرة وغير قادرة على تلبية رغبات وإحتياجات البشر مما سيجبر المجتمع على إيجاد طرق أكثر فعالية من حيث التكلفة لتصنيع المواد والتى تمثل مواد غير سامة للبيئة، حيث نجد أن كثير من المواد اليوم والتى يجرى صناعتها تمثل خطراً كبيراً جداً بعد تحللها

* Craig Vierra: *Professor and Chair, Biological Sciences*, PhD, Biochemistry, University of California at Riverside.

مما تؤذى البيئة وتؤثر بشدة على الحياة البرية وجميع كافة الأنشطة الحيوية على سطح الأرض"[١٣:ص ١١-١٢] .

بعض التطبيقات المستقبلية والتجارب المعملية لبناء منتجات مُصنعة من المواد الحيوية:

المواد الحيوية سنراها فى عديد من التطبيقات لمختلف المجالات فى الصناعة و الأزياء والأنسجة والطب وزراعة منتجات صناعية نستخدمها فى حياتنا اليومية وأخرى مستقبلية وغيرها من المجالات الأخرى. سنرى كيف تطورت المواد ونمت بصورة خيالية باستخدام عناصر طبيعية مثل الخميرة والبكتيريا والفطر وخلايا الثدييات والبوليمرات وبعض المعادن وغيرها من العناصر الطبيعية المختلفة. سنرى كيف تطور العلم من الهندسة المعمارية إلى صناعة الأنسجة والملابس وغيرها من التطبيقات الصناعية الأخرى، حيث هذه التطبيقات المعملية والمستقبلية تمثل حدث لتجربة تكنولوجيا المواد الحيوية وآثرها فى إحداث ثورة فى عالم المواد.

الهدف من جميع هذه التطبيقات التالية هو الجمع بين التكنولوجيا والمواد الحيوية، حيث يتم استخلاص البوليمرات الحيوية من كائنات حية تستهلك طاقة منخفضة، ثم يتم تحويل هذا البوليمر الحيوى إلى منتجات صناعية أو أنسجة أو ملابس وغيرها من المنتجات القابلة للتحلل. والهدف النهائى هو خفض كبير فى انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى والنفايات السامة التى تنشأها صناعات المنتجات المختلفة.

❖ **Mycoform Surface "**

شكل رقم (١) نماذج لأسطح متعددة المنحنيات من فطريات هياكل مشيجية

هذه النماذج لنظام أسطح Mycoform شكل رقم (١) صُممت حديثاً عام ٢٠١٦م، فيشغلها تقاطعات تصميمية بارامترية بمساعدة برنامج CAD مع الاستفادة بعلم البيولوجيا التركيبية. هذه الأشكال المتعددة المنحنيات تم تصميمها وتقطيعها بالتكنولوجيا الرقمية ولكن الشرائح تم زراعتها من سلالات من الفطريات على شكل هندسى 3D للقطعة.

Mycoform هو منتج نمى من المواد الحيوية المألوفة وأُضيف إليه أشكال متراصة دقيقة من النفايات الخاملة. تم استخدام بوليمرات مسامية من أنواع معينة من الفطريات (فى هذه الحالة تم استخدام فطر Ganoderma lucidum) والذى يمتلك انزيمات هضم سريعة للسليليوز والذى مقره المخلفات الزراعية. هذا ونجد أيضاً الحشو الداخلى مصنوع من الطبقة التحتية للخلايا الفطرية والتى تمثل خليط من رقائق خشب مهملة والجبس ونخالة الشوفان والتى يستهلكها الفطر ثم تُصلب فى مادة وظيفية صعبة ودائمة. ثم ننتقل للجلد الخارجى والمصنع من بيكتريا السليليوز، فيحدث اندماج بين البنية التحتية لخلايا الفطر وبيكتريا السليليوز ليكّونوا بوليمر حيوى ثابت مناسب لهذا النوع من تطبيقات المنتجات.

هذه التكنولوجيا الحيوية تستخدم طاقة منخفضة جداً ونظيفة خالية من التلوث وتحتوى على طاقة مجسدة منخفضة كجزأ من النظام البيئى المحلى. هذه التكنولوجيا قابلة للتنقل بسهولة إلى العالم النامى وفى نهاية دورة حياة هذا المنتج يصبح نافعاً للبيئة حيث يمكن تحويله إلى سماد ويُعاد للبيئة بسلام مرة أخرى لكى يصبح منتج مصنع من مواد حيوية قابلة لإعادة التدوير مرة أخرى. وفيما يلى عرض لأهم مراحل أسطح منتج Mycoform كما فى شكل رقم (٢)"[١٤].

شكل رقم (٢) أسطح Mycoform

❖ **" الحذاء السليلوزى(Bio Couture)**

شكل رقم (٣) الحذاء الحيوى

قامت المصممة "Suzanne Lee "* بتأسيس علم (تصميم الأزياء الحيوى) (**BioCouture**) وذلك لغرض واحد وهو دعم مستقبل الأزياء بالتصميم الحيوى لربط المبدعين البيولوجين والشركات المصنعة بتصاميم بيولوجية وكيفية تقديمها للسوق عن طريق تصميم وهندسة نماذج لإثبات هذه النقطة ، وهنا يظهر حذاء كما فى شكل رقم (٣) مستوحى جلده الخارجى من حيوان (سرطان البحر) والذى تم صناعته من السليليوز والكيراتين المشابه لمادة الكيتين (والتى تمثل الهيكل الصلب الذى يغطى أجسام الحشرات والعديد من مفصليات الحيوانات) مما يشابه كثيراً عالمنا الحيوى الطبيعى ، والجلد المصنع منه الحذاء هو جلد نباتى قد تم زراعته من الشاى الأخضر والسكر والبكتريا والخميرة، كما أن هذا الحذاء مصبوب ليناسب أى قدم تماماً[١٥].

*Suzanne Lee (born 1970) is a Brooklyn, New York based fashion designer working on fashion and future technologies.

❖ **وعاء خلايا النحل الحيوى**

شكل رقم (٤) الوعاء الحيوى

"إجبار النحل أن يصنع وعاء هو أمر ليس بالسهل فيجب الأول أن نصمم خلية أو قذيفة مذيفه له، وهذا ما فعله مصمم المنتجات "Tomás Libertiny "[*] حيث استخدم الكمبيوتر لتصميم منتجه أولاً واستخدم تصميماً فيه كثير من المنحنيات المحدبة والمقعرة وذكر بأنه "إذا لم يتم تصميم يتوافق مع قواعد النحل الأصلية ذات الشكل السداسى الهندسى فإن نحل العسل لا يقبل به ولا يستطيع أن يقوم بالبناء وفقاً للتصميم المقدم".

استعان المصمم "Libertiny " بأحدى مربى النحل واستخدم مزيج من الخلايا الأصلية وعفن الهيكل العظمى والذى فيه سيقوم النحل بإنتاج الشمع و سيشكل الإناء فيما بعد، وكانت النتيجة أن ظهر إناء يمكن صبه تبعاً لأى تصميم جديد مع إضافة آلاف من النحل ثم بدأ فى تشجيعهم على النمو وتهيئة البيئة المناسبة لهم ومن هنا كانت هناك متعة عند رؤية مادة صناعية من صنع الأنسان تسمح بإعادة هيكلتها وتشكيلها .

استغرق الأمر حوالى٦٠ ألف نحلة لمدة شهرين لهندسة ولتصميم الإناء، مما يجعله استكشاف فنى كما فى شكل رقم (٤) ليوضح كيفية الاستفاده من امكانيات الطبيعة واستخدامها لصالحنا وللتأكيد على أن هناك امكانيات هائلة للأجيال القادمة حول الاستفادة من كل ما هو موجود من أجل العيش فى مجتمع مستدام، ولابد من التأكيد أن الاستدامة ليست كما عُرف عنها بأنها مصنوعه دائما من الخشب أو استخدام مجموعه من الأعشاب وغيرها من المفاهيم الخاطئة بل الاستدامة هى الوعى جيدا بالبيئة الطبيعية المحيطة بنا[١٦].

[*]Tomás Libertiny Born in Slovakia, son of an architect and a historian, he studied at the Technical University Košice in Slovakia focusing on engineering and design/ http://tomaslibertiny.com/info/.

❖ **الكرسى الحيوى**

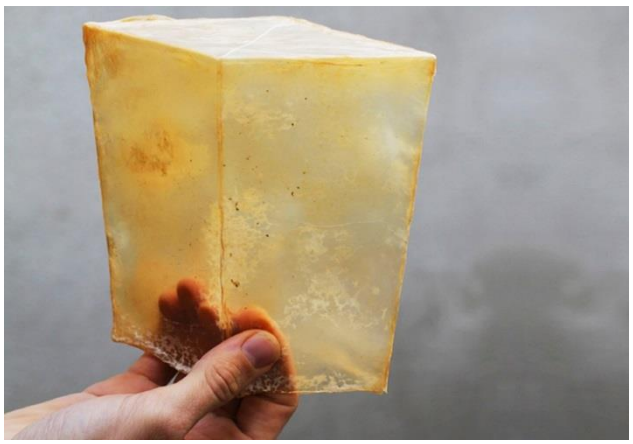
شكل رقم (٥) الكرسى الحيوى فى المعمل.

قام المصمم "Philip Ross "*بزراعة كرسى حيوى كما فى شكل رقم(٥) من نوع معين من الفطريات يُسمى "فطر الماشروم" الغير سام للبيئة يُطلق عليه(reichi)، فهو واحد من أقدم الفطريات المستخدمة فى الطب الصينى ويشار إليه تبعاً للغة الصينية (بفطر الخلود) نظراً لاستخدامه فى الطب الصينى وفوائده العظيمة للجهاز الهضمى للانسان، حيث بدأ فى الجمع بين مجموعة من الخلايا الحية مع نشارة الخشب لإنشاء كائنات نحتية ووجد أن رقائق الخشب مناسبة لمعالجة الفطر لأنها توفر مصدراً غذائياً وهيكلاً لنمو الفطريات، فتم انتاج مواد خفيفة الوزن وقوية ومن ثم تجف عند تركها لتمثل منتج صناعى، يمثل السليلوز كلاً من المادة الغذائية والإطار المناسب لنمو الكائن الحى وفى خلال إسبوع تتصلب الأجزاء التجميعية للكرسى نتيجة ميل طبيعى للفطريات وانضمامها للوحدات الصغيرة من نفس نوعيتها لكى تكّون فى الآخر الشكل الكلى للكرسى بعد فترة من الزمن"[١٧].

❖ **البكتيريا المصّنعة للمواد هى مستقبل لبناء المنتجات**

إذا كان هناك شئ واحد فى عالمنا يوجد بوفرة فإنها البكتيريا. فهل يمكن الاستفادة بنمو البكتيريا لكى نصنع أو نبنى منها مواد تستخدم فى صنع المنتجات ؟ تظهر إجابة هذا السؤال من خلال تحليل لتجربة معملية كالتالى .

*Philip Ross is a founder member of Cyrus Ross International which is an association of law firms throughout Europe.http://www.philipross.co.uk/



شكل رقم(٦) الشكل المخروطى الحيوي

هذا الشكل المخروطى كما فى شكل رقم (٦) صُنع من السليلوز تم إنشاؤه بواسطة كائنات حية (بكتيريا) دقيقة عضوية قادرة على استهلاك السكر وبناء هيكل من ألياف السليلوز بالإضافة إلى إنها قابلة للتحلل ١٠٠%وتستخدم لتغطية أى شكل معين مثل استخدامها كطلاء أو لتغطية أسطح الكراسى للجلوس كما فى شكل رقم(٧).

"Xylinum" هو إسم البكتيريا المستخدمة فى الشكل المخروطى حيث قام المصممان "Stefan Schwabe"[*] ,"Jannis Hülsen"[**] باستخدام هذه الكائنات من أجل إثبات أن المواد البيوتكنولوجى يمكن أن تصبح عملياً جزءاً من عملية إنتاج مجموعة من المواد المختلفة.

شكل رقم (٧) مثال لتغطية أسطح كراسى الجلوس بمواد حيوية

[*]Stefan Schwabe: born in Apolda/ Germany١٩٨٤ , Artist Scholarship, Kulturstiftung Thüringen.

[**]JANNIS H-LSEN: born in Hanover/ Germany١٩٨٣ , Intermediate Diploma/ Industrial Design“ School of Arts Braunschweig”, Working as independent designer.

تم إنتاج هذه المخاريط من خلال تدريب عملى يعمل على تنامى مجموعة من البكتيريا على مدى ثلاث أسابيع. وفى خلال هذه الفترة ينضج كل مخروط سليلوزى فى قالب منفصل عن الآخر من نفس النوع كما فى شكل رقم (٨).

شكل رقم (٨) مخاريط معملية حيوية

يتم تشكيله فى شكل تصميمى مُجمع مستوحى من الأنماط الطبيعية مثل خلايا العسل أو جدولة الزواحف كما فى شكل رقم (٩).

شكل رقم (٩) أشكال المخاريط الحيوية المجمعة مثل خلايا العسل

يمكن إضافة مجموعة من خصائص المواد المختلفة من خلال العمليات الكيميائية لتغيير النتيجة النهائية، مما يجعل المواد النهائية متنوعة ومختلفة حتى يمكن تطبيقها فى مجموعة واسعة من تصاميم المنتجات الصناعية الأخرى كما فى شكل رقم (١٠).

شكل رقم (١٠)

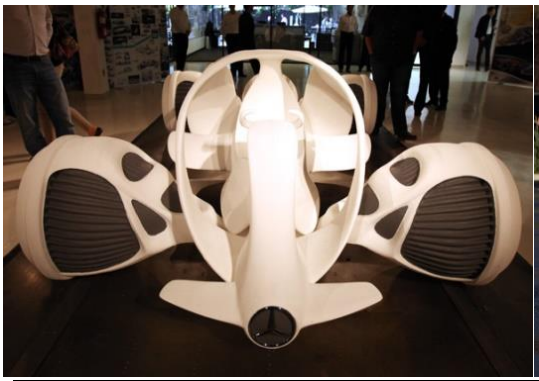
يتميز هذا النوع من المواد بنقاء عالى وقوة و يمكن صبه فى أى قالب تصميمى وله خاصية زيادة الإحتفاظ بالماء، وهنا يهدف المصممين من هذا العمل إلى إثبات نمو الكائنات أو الأجسام الدقيقة بإستمرار والتأكد من إستدامتها من خلال دورة الإنتاج .

ومن هنا يمكن أن تصبح إجراءات التصنيع الجديدة جزءاً من حياتنا اليومية مما يساعد على إعادة تشكيل الطرق التى نفكر بها عند إنتاج الأشياء المادية، وتم عرض هذه الأشكال المخروطية الصنع كما فى شكل رقم (١١) فى معرض ميلانو لعام ٢٠١٥"[١٨].

شكل رقم (١١) اشكال مخروطية حيوية فى معرض ميلانو.

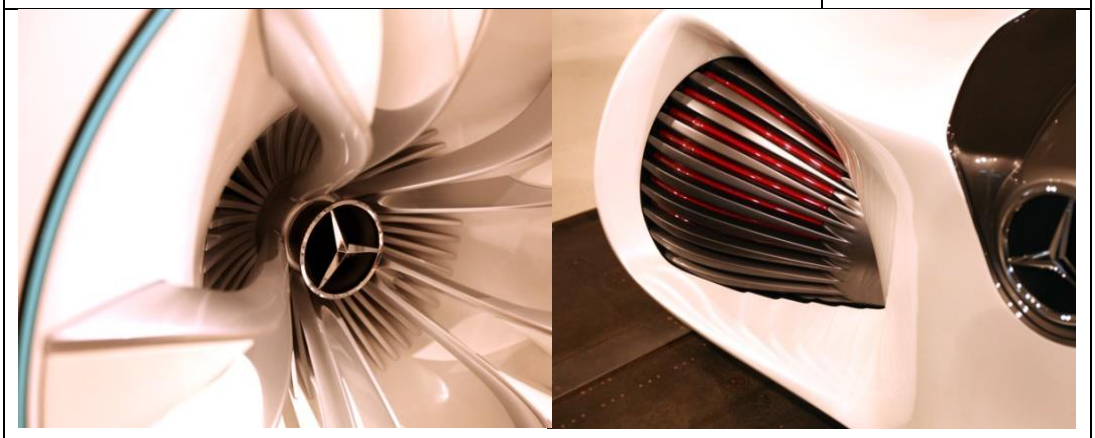
دراسة تحليلية لإحدى تطبيقات المواد الحيوية فى المنتج الصناعى:

١- التطبيق الأول



اسم المنتج	سيارة المستقبل من مرسيدس Biome The النامية من بذور مزروعة مثل الشجر
مصمم المنتج	Hubert Lee, Christopher Rhoades, Nicolas Garfias, Alan Barrington, Daniel Kim, Benjamin Messmer, Jack Luttig
المكان/الزمان	لوس أنجلوس / اقترحت ٢٠١٣ وجارى تنفيذها مستقبلياً

المواد المستخدمة	بذور معدلة جينياً داخل مزارع خاصة وحضّانات + مادة BioFibre + مواد عضوية بالدرجة الأولى



أهم خصائص المنتج

- مرسيدس بنز بيوم هي سيارة خفيفة التي تستخدم تقنيات من الطبيعة لتحقيق كفاءة لا مثيل لها والاندماج السلس في النظام البيئي.
- القدرة على التعايش هو النظام الذي تصبح فيه السيارة جزءا من النظام البيئي مثل أوراق شجرة بحيث تجمع الطاقة من الشمس وتخزنها في الروابط الكيميائية.
- تتميز بأنها لا تُصنع من خلال خطوط إنتاج في مصانع، بل يتم زراعتها بواسطة بذور معدلة جينياً داخل مزارع خاصة وحضّانات.
- بدو أقرب للخيال العلمي لكنها تصميم حقيقي كشفت عنه شركة مرسيدس، حيث أراد مهندسوا مرسيدس إنتاج سيارة تتكامل بصورة تامة مع البيئة فكان تصورهم هو سيارة تنمو مثل أوراق الشجر.
- سيتم صناعة هذه السيارة من مادة خفيفة للغاية اسمها بيوفيبر BioFibre ، وهي مادة عضوية خفيفة الوزن متنامية فهى أخف بكثير من المعادن أو المركبات الاصطناعية، ولكن أقوى من الصلب عند نضجها.
- تتكون السيارة من بذرتين رئيسيتين أحدهما لجسم السيارة الخارجي والأخرى لجسم السيارة الداخلي، ويتم زراعة العجلات بواسطة أربع بذور أخرى فريدة من نوعها.
- أما عن الوقود فتستخدم السيارة وقوداً عضوياً اسمه BioNectar4534 ، وهو مادة خاصة يتم إنتاجها بواسطة أشجار معدلة جينياً تقوم بجمع الطاقة الشمسية وتحويلها إلى هذا الوقود الثوري، والغريب أن مخلفات هذا الوقود العضوي هو أكسجين صافي.
- هذه السيارة صديقة للبيئة من لحظة صناعتها مروراً باستخدامها ووصولاً حتى التخلص منها، لأنه يمكن تحويل السيارة إلى مواد بناء بعد انتهاء عمرها . يبلغ طول السيارة ٤٠٤٠ ملم وعرضها ٢٥٠٠ ملم وارتفاعها ١٢٠٠ ملم وتزن ٣٩٤ كيلوجرام فقط، وهي سيارة كوبيه تتسع لأربعة أشخاص.
- تصميم السيارة في حد ذاته مدهش لكن طريقة صناعتها أكثر غرابة مما يمكن

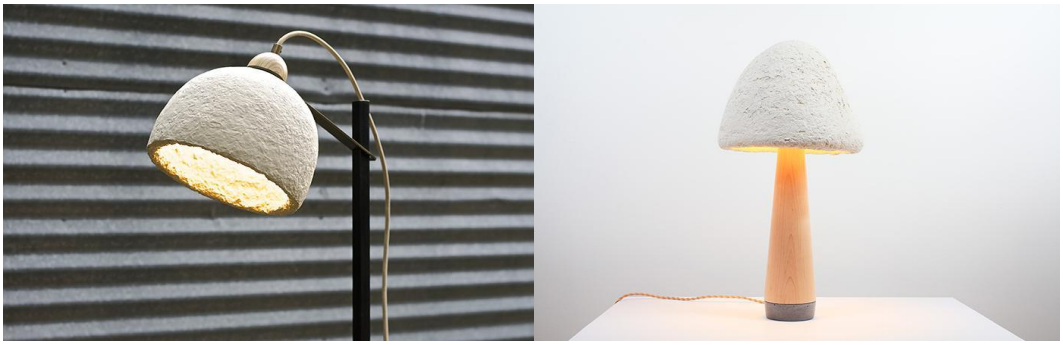
	تصوره حيث من الممكن أن تختار المواصفات التي تريدها في السيارة، فيقوم مهندسوا مرسيدس بتعديل جينات بذرة خاصة بالمواصفات المطلوبة، ثم زراعة هذه البذرة لتنمو السيارة مثل أوراق الشجر[١٩].

١- **التطبيق الثانى**

اسم المنتج	النسيج المتنامى المستخدم فى عمل وحدات الاضاءة new-textile-grows-from-mushroom
مصمم المنتج	Jonas Edvard
المكان/الزمان	٢٠١٣م
المواد المستخدمة	فطر الماشروم(mushroom) والمحارو ألياف نباتية ومعمل تجارب

أهم خصائص المنتج	– تم تطوير نسيج عضوى جديد ينمو من جراثيم الفطريات والألياف النباتية، هذه المادة تسمى MYX والذى يمثل الجزء النباتى من الفطر. – تزرع مادة MYX خلال فترة ٣–٤ أسابيع مستخدمة فطر المحار(فطر صالح للأكل). – قام مصمم المنتجات الدنماركى بتطوير هذه المادة من خلال التركيز على استخدام النفايات المنزلية وعفن فطر المحار كمصدر لإنتاج الغذاء المحلى. – فطر المحار قادر على تحطيم المواد النباتية الميتة مع القدرة على فصل السليلوز واللجنين مع الإنزيمات. – هذه المادة تعتبر نفاية انتاج الفطر التجارى، مما يجعله أقل فى التكلفة وصديق للبيئة. – بعد حصاد الماشروم، يمكن تشكيل المواد المتبقية وتجفيفها، مما يجعله خفيف الوزن ومرن مع سطح عازل دافئ وناعم. – هذه المادة تُزرع على مصفوفة من فروع من الألياف النباتية والمصمم هنا اعتمد على ألياف القنب والكتان ليوحد المادة لمزيد من الأستخدام. – الألياف الموجودة فى نسيج مادة MYX هى نفايات انتاج الملابس والأحبال. – فى هذه الحالة، يتم نسج الألياف جنباً إلى جنب مع جراثيم الفطر ليصنع شبكة قوية من الألياف 3D ليعطى احساس النسيج ويصبح مصدر الهام لتطبيقات جديدة. – يستخدم بوليمر Chitin وهو يمثل عنصر رئيسى فى جدران خلايا الفطر حيث أنه بوليمر طبيعى يوجد فى قشريات بعض الحشرات. – هذا المشروع نموذجى، حيث أنه جمع منتجات وظيفية لانتاج الغذاء. – كما يقدم اجابة لمشكلة النفايات لتصميم منتجات مستدامة. – هذا المشروع ساعد فى تغيير اسلوب التصميموخلق تجربة لمنتج جديد[٢٠].

١– **التطبيق الثالث**



اسم المنتج	MushLume lampsمصابيح ماشلوم
مصمم المنتج	Danielle Trofe
المكان/الزمان	لندن/ ٢٠١٦م
المواد المستخدمة	المنتجات الثانوية الزراعية وخيوط الماشروم المتشابكة
أهم خصائص المنتج	– قامت المصممة هنا بتجميع نفايات المحاصيل الزراعية ثم قامت بمزج خيوط الماشروم الدقيقة مع سيقان الذرة المفروم وقشور البذور ليبدأ فى نشر أليافه البيضاء ويُهضم. – يتم تقسيم هذا الخليط إلى جسيمات والتى يمكن بسهولة أن تُعبأ فى قوالب، وتركها لتنمو بضعة أيام حتى تصبح بنية قوية. – بعد ذلك يتم تزويدها بمصدر اضاءة أو استخدامها لحمل الأزهار أو إعطاء شكل فى المكان كديكور. – منتج صديق للبيئة كلياً، ويسهل تحلله بيئياً[٢١].

١ – **التطبيق الرابع**

اسم المنتج	نعل حذاء من الماشروم MUSHOE - mushroom shoe
مصمم المنتج	LucaToscano,SaraMonacchi,SahraMasrour,AndreaPelino
المكان/الزمان	إيطاليا/ ٢٠١٦م
المواد المستخدمة	الماشروم و الفلين mushroomand clork

أهم خصائص المنتج	– عبارة عن نعل حذاء مصنوع بأسلوب حيوى من فطر الماشروم والفلين، وقد اختاروا هذه المواد لأنهم اعتقدوا أنه يمكن الحصول على نعل حذاء مبتكر له كثافة عالية ومرونة. – تم استبدال الأصماغ الكيميائية بالجزء النباتى من الفطر والذى يتكون من شبكة من الخيوط البيضاء ويعطى قوة داخلية للنعل ووزن ومقاومة للخدوش. – مادة الفلين تسمح بعدم النفاذية وعازلة حرارياً. – هذا الحذاء ليس بحاجة إلى مواد بلاستيكية مثل (PET/PPT/rubber) أو مواد صناعية أخرى أو عمليات الصب وهذه العمليات ضارة للبيئة[٢٢].

النتائج والتوصيات :

أولاً النتائج :

١. استخدام بوليمرات قابلة للتحلل فى التطبيقات الصناعية يزيد من الحماية البيئية .
٢. قبل البدء فى تطبيق المواد الحيوية فى أى منتج صناعى يجب المقارنة بين خصائص البوليمرات القابلة للتحلل وبين تلك البوليمرات الصناعية أو المُعدلة طبيعياً بما يناسب ظروف المنتج .
٣. من الممكن تحسين خصائص المواد الحيوية الغير مقبولة بالنسبة للبوليمرات عن طريق تحسينها بإضافة بعض المحفزات أو تعديلها كيميائياً عن طريق إضافة مجموعات وظيفية لها.
٤. بعد تعديل المادة الحيوية مثل البوليمر لتحقيق القوة، ينبغى تقييم التحلل.
٥. البقايا الناتجه من المنتج المتحلل يجب تقييمه للتأكد من عدم ضرره بالبيئة.

ثانياً التوصيات :

١- التطوير فى الأدوات الحاسوبية للوصول إلى منتجات حيوية بشكل أسرع وتحسين الأداء الوظيفى لهم.
٢- التأكيد على المقومات الخاصة بتصميم المنتجات الحيوية و غرز قيمها لدى المصمم الصناعى.
٣- ضرورة عمل متابعة مع المستهلكين لمعرفة مدى رضائهم والتعامل مع المواد الحيوية فى صورة منتجات أثناء وبعد شراء المنتج لتحسين شكل المادة الحيوية بما يناسب إحتياجاتهم ورغباتهم وأيضاً بما يناسب البيئة.
٤- ضرورة عمل المزيد من الدراسات حول كيفية إستخدام التكنولوجيا الحيوية والتعرف على تقنياتها المتنوعة وكيفية توظيفها فى التصميم الصناعى تحقيقاً لرغبات وإحتياجات المستهلك نحو إستخدام تكنولوجيا سريعة.
٥- الإهتمام أكاديمياً بالبحوث الخاصة بعملية دراسة المواد الحيوية ومجالاتها فى التصميم الصناعى.

المراجع References :

1. http://www.globalspec.com/learnmore/specialized_industrial_products/pharmaceutical_biotechnology/biotechnology/biological_materials,(7/12/2016).
2. http://www.ammonnews.net/article/162519/,(7/12/2016).
3. http://www.pacific.edu/Academics/Schools-and-Colleges/College-of-the-Pacific/Academics/Departments-and-Programs/Biological-Sciences/Our-Faculty/Directory/Craig-Vierra.html.
4. Leonard I. Nass, Encyclopedia of PVC vol.I Marcel Dekker, Inc., N.Y. and Basel 1976 pp385-592.
5. Abraham J. Domb, Joseph Kost and David M. Wiseman, Handbook of Biodegradable polymers SPE series Gordon and Breach Publishing group pp 1- 34 and 445-550.
6. J.E. Potts, Plastics Environmentally Degradable 3rd edition suppl. Vol. Union carbide corporation pp 626-668.
7. Smt. G.D.Shah, Seminar on Biodegradable polymers, Chemical Engg. Dept. M.S. University, Baroda. 2002. pp 48-150.
8. Smt. G.D.Shah, dissertation: The study of Biodegradable Plastics, Chemical Engg. Dept. M.S. University, Baroda. 2002. pp 48-150.
9. http://plasticlecturenotes.blogspot.com.eg/2015/03/classification-of-biodegradable-polymers_17.html.
10. Emad Aboul Fotoh (writter), Interested in the affairs of cultures and International Education,(6/2/2014)from(http://www.hotcourses.ae/study-abroad-info/subject-info/biotechnology),(7/12/2016)
11. Martin, R, B "Biomaterials" The Engineeering ،Ed. Richard C. Dorf. Boca Raton: CRC Press, LLC 2000.
12. http://www.pacific.edu/Academics/Schools-and-Colleges/College-of-the-Pacific/Academics/Departments-and-Programs/Biological-Sciences/Our-Faculty/Directory/Craig-Vierra.html.
13. Huang, H., Z. Liu, and L. Zhang. 2009. Materials for environmental conscious design via a proposed life cycle environmental performance index .International Journal of Advanced Manufacturing Technology–١٠٧٣ : (١٢–١١)٤٤ .١٠٨٢
14. http://terreform.blogspot.com.eg/2015/06/mycoform-surface-multi-curved-mycelium.html
15. https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes?language=en 21/5/2016.
16. http://tomaslibertiny.com/ Copyright © 2006-2016 Studio Libertiny™
17. motherboard.vice.com/blog/houses-of-the-future-grown-out-of-mushrooms/5/5/2016. http://operae.biz/en/blog/xylinum-materiali-dal-futuroxylinum-materials-from-the-future-2/
18. http://www.notcot.com/archives/2010/11/mercedes-benz-biome-11.php
19. https://materia.nl/article/new-textile-grows-from-mushrooms/
20. https://creators.vice.com/en_us/article/mushroom-lamps-innovative-sustainable-design
21. https://www.behance.net/gallery/33103847/MUSHOE-mushroom-shoe

Abstract:

All products manufactured from composite materials and other new materials designed for a relatively long lifespan, so the materials used in them are fixed and non-decomposed materials. But this property has recently become undesirable because of the difficulty of getting rid of these products after the end of life, there are two general ways to get rid of them. First, by placing them in a private landfills, and the second by burning in special incinerators to be converted into gases, and the first way causes a permanent waste because they do not decompose, and thus require large areas of land, while the second method causing pollution of the environment. Both are causing major environmental problems, in addition to the high cost of the two methods . on the other hand, if the mineral products can be reused by the fusion again, products manufactured from composite materials are not recyclable or not reusable since they are composed of different materials. This re-use process has become a matter of urgency at the present time for two reasons: first, to maintain the natural resources of the materials so that they remain for many generations after us, and the second reason is to protect the environment by reducing the environmental damage caused by the burial or cremation.

For these reasons, research has tended recently toward biomaterials that are biodegradable so that dissolve in the soil after the burial, such as organisms after her death, and be useful to the soil.

Hence the problematic search appears, despite the importance of knowing the industrial designer of the nature of materials and specifications and possibilities to deal with it, but that he do not have full knowledge of bio-materials and what these materials own from the possibilities of a strong and effectively contribution to the preservation of the environment through industrial product design.

The goal is to combine biotechnology and materials, where they are extracting biopolymers from living organisms which consume low power, then turn this vital polymer to industrial products or tissues or clothing and other biodegradable products, the ultimate goal is a significant reduction in greenhouse gases and waste emissions toxic products which are being generated for various industries.