



الجمهورية العربية السورية
وزارة التربية
المركز الوطني للمتميزين

حلقة بحث بعنوان

الطباعة ثلاثية الأبعاد

تقدمة الطالب : بشار ديب

بإشراف المدرس : أمجد طه

للعام الدراسي

2015-2014م

1436هـ

إشكالية البحث :

في عصرٍ تسارعت فيه تقانات المعلوماتية ، وأصبحت التكنولوجيا هي المسيطرة على العالم ، كان لابد من توظيف هذه التقانات في الحياة العملية ، لذلك اخترعت الطابعات ثلاثية الأبعاد .

ولعل من أهم ما تقوم به هذه الطابعات هي ما يعرف بـ "طباعة الأنسجة البشرية".

فما هي تلك التقانة ؟ وكيف تعمل ؟ وإلى أي مدى وصل الإنسان فيها ؟ وهل تمادى الإنسان على حدود المعقول أم أن كل ما أمكن القيام به أصبح معقولاً .

كثيرةٌ هي الأسئلة في هذا المجال ، والتي سوف نتعرف أجوبةً لها في هذا البحث .

مقدمة

في بداية القرن التاسع عشر بدأت تظهر آلات الطباعة على الورق وكانت في ذلك العصر تعد قفزة هائلة في أساليب الطباعة بعد أن كان الأسلوب المستخدم قديماً هو أسلوب النسخ اليدوي.

تعتمد آلات الطباعة على صف قوالب بجانب بعضها البعض، وكل قالب يمثل حرفاً واحداً، ومن ثم توضع الورقة فوق هذه القوالب ويمرر الحبر فينطبع الحرف على الورق.

بعد ذلك، بدأت تظهر الطباعة الآلية، فخرجت الطابعات التي تتعامل مع الحاسبات. فكان أول نوع من هذه الطابعات يسمى (Daisywheel). ولا يدعم هذا النوع من الطابعات إلا نوع واحد من الخطوط، ولتغيير هذا النوع يجب تغيير رأس الطباعة نفسه. ثم ظهر بعد ذلك نوع آخر من الطابعات، وهو ما يسمى بالطباعة النقطية

(Dot-matrix)، ويتميز هذا النوع عن الذي قبله بدعمه لأكثر من خط في نفس الوقت، كما أنه يتميز بسرعته ولكن يعيبه قلة وضوح الطباعة. بعد ذلك، استمر تطور الطابعات معتمدة على التقنية المستخدمة في الطباعة النقطية (الطباعة باستخدام النقاط) فظهرت الطابعات النفثية والطابعات الليزرية. وتتميز هذه الطابعات بأنها تدعم الطباعة بجميع أنواع الخطوط وتدعم طباعة الصور بدقة عالية.

ولكن مع بداية عام 1984م ظهر جيل جديد من الطابعات، مختلف كلياً عما عهدناه سابقاً، هو الطباعة ثلاثية الأبعاد. ظهرت أول تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد في أواخر 1980's حيث كان يطلق عليها تقنية النموذج الأصلي السريع (Rapid Prototyping [RP])، ذلك لأن هذه التقنية كانت توصف بالسرعة وتقليل الجهد والمال.

ظهرت تقنية طباعة الأجسام المادية المجسمة من البيانات الرقمية لأول مرة من قبل تشارلز هال (Charles Hull) وذلك عام 1984م، حيث اخترع ما يسمى "مجسم الطباعة الحجرية (Stereo Lithography Apparatus [SLA])". أول نظام للطباعة ثلاثية الأبعاد طُرح في السوق كان من نوع (RP)، وذلك عام 1987.

في عام 1993م، حصل معهد (Masachusetts) على براءة اختراع لتقنية جديدة، أُطلق عليها لأول مرة اسم الطباعة ثلاثية الأبعاد (3 Dimensional Printing).

وفي عام 1996 تم إنتاج ثلاث منتجات جديدة في هذا المجال:

1. (Genisys) من قبل شركة (Stratasys)
2. (Actua 2100) من (3D systems)
3. (Z402) من (Z Corporation)

وفي عام 2005، أطلقت شركة (Z Corp) منتج سمّته (Spectrum Z510) التي كانت أول طابعة ثلاثية الأبعاد عالية الدقة في السوق.¹

في هذا البحث سنقوم بالتحدث عن الطابعات المصنعة من شركة (Z Corp) نظراً لأنها الأحدث والأكثر استعمالاً.

لقد ساهمت تلك الطابعات في فتح المجال أمام الإنسان في اكتشاف أفق جديد في مختلف المجالات، فقد امتدت تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى أغلب مجالات العلوم الحيوية والمعلوماتية وحتى العسكرية.... إلخ، الطباعة ثلاثية الأبعاد هي تقنية يتم فيها تحويل البيانات الرقمية إلى مجسمات حسب المطلوب، ويتم ذلك عبر العديد من الخطوات والآليات التي سوف نتعرف عليها بالتفصيل في بحثنا هذا.

¹ 3D Printing Industry

المباج الأول الفصل الأول

أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد وفعاليتها

أولاً: أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد :

لقد اختلفت وتعددت أنماط الطابعات ثلاثية الأبعاد وأشكالها ، ولكن من المعروف اليوم أن هناك شركة ، هي الأقوى في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد ، وهي شركة (Z Corporation).

• أنواع الطابعات من النوع Z :

1. طابعات الجيل الأول :

في عام 1996 ، تم طرح الطباعة ثلاثية الأبعاد من النوع (Z 402) ، والتي شكلت قفزة هائلة في مجال السرعة والفاعلية في تكنولوجيا (RP) .

ومن ثم تم طرح أنواع أخرى من الطابعات في الأسواق ، من مثل (Z 402c) و (Z 406) التي أضافت الألوان إلى الطابعات ثلاثية (طابعات متعددة الألوان).

2. طابعات الجيل الثاني :

في عام 2003 ، ظهرت الطباعة الجديدة (Z Printer 310) التي تميزت بسرعة "خارقة" مقارنةً مع غيرها من الطابعات.

وفي عام 2005 ، تم إنتاج طباعة من النوع (Spectrum Z 510) التي أعادت تعريف الطباعة ثلاثية الأبعاد بجيل جديد من الطباعة عالية الدقة والألوان.



Figure 1-1-2 (Z Printer 310)



Figure 1-1-1 (Spectrum 510)

3. طابعات الجيل الثالث :

في عام 2007 ، تصدرت الطباعة (Z Printer 450) قائمة طابعات الجيل الثالث ، التي ركزت على سهولة الاستخدام والتوافقية.

وفي عام 2008 ، تبعتها الطباعة (Z Printer 650) ذات السعة الأكبر والأداء الأعلى .

ثم في عام 2009 ، ظهرت الطباعة (Z Printer 350) التي قدمت مرحلة جديدة للطباعة ثلاثية الأبعاد



Figure 1-1-3 (Z Printer 450)



Figure 1-1-4 (Spectrum 560)



Figure 1-1-5 (Z Printer 350)



Figure 1-1-6 (Z Printers History)

ثانياً : أقسام الطابعة ثلاثية الأبعاد :

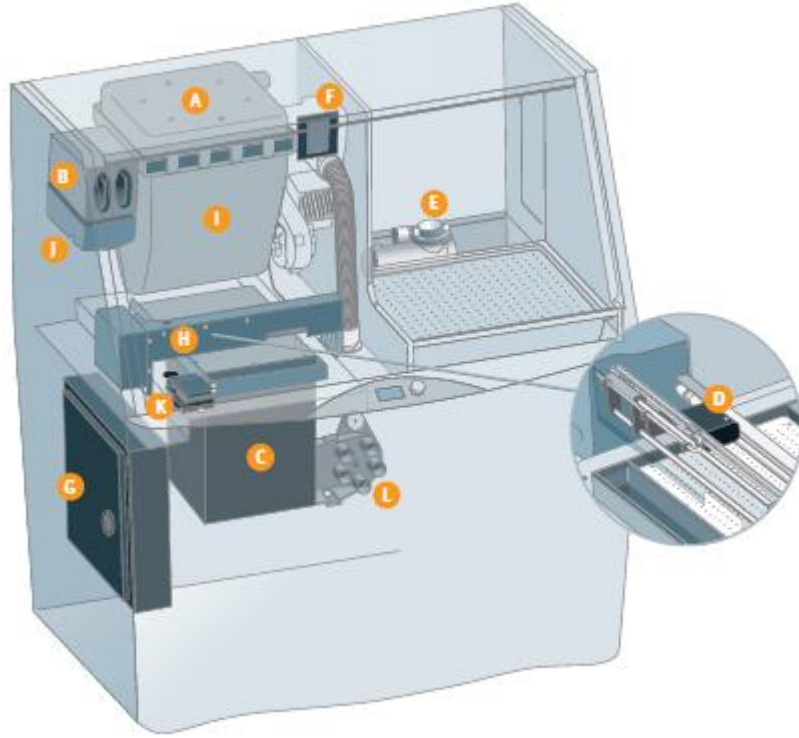


Figure 1-1-7 (Z Printer 350 parts)

- (A) – مصفاة الهواء الأوتوماتيكية (Automatic air filter): وظيفة هذا القسم هو الحرص على عدم خروج المسحوق المستخدم في الطباعة خارج حدود الآلة.
- (B) – خرطوش الربط (Binder cartridge) : تحتوي مادة لاصقة (صمغ) تقوم بتجميد مسحوق الطباعة.
- (C) – حجرة البناء (Build chamber): المنطقة حيث يتم تشكيل المنتج.
- (D) – الحمالة (Carriage) : وظيفتها الانزلاق جانبياً على طول المسند من أجل تحديد رأس الطباعة.
- (E) – الضاغطة (Compressor) : تقوم بتوليد الهواء المضغوط من أجل عدم تخلص المنتج من المواد العالقة عليه من مسحوق الطباعة.
- (F) – مصفاة الحطام (Debris filter) : تمنع أي مواد صلبة من الدخول إلى حجرة المسحوق أثناء إعادة تدوير مسحوق البناء، ذلك للتأكد من عملية بناء نظيفة.
- (G) – الصندوق الإلكتروني (Electronics box) : يقوم بالتحكم بكل أعمال الطابعة وتنظيمها.
- (H) – المسند (Gantry) : عبارة عن لوح أفقي قابل للانتقال للأمام والخلف خلال عملية بناء كل طبقة على حدة.
- (I) – حجرة المسحوق (Hopper): حجرة تحتوي المسحوق الذي يشكل حبر الطابعة – يقوم بعملية التجسيد-
- (J) – الصهريج (reservoir) : يقوم بجمع المواد من خرطوش الربط، ومن ثم تزويد المسند بها.
- (K) – محطة الخدمة (Service station) : تقوم بتنظيف رؤوس الطباعة بالشكل المطلوب.
- (L) – صمام الهواء (Vacuum valve) : يقوم بتفريغ المسحوق من حجرة البناء، وإعادة ملء حجرة المسحوق به عبر خرطوم التفريغ.

ثالثاً : ميزات الطباعة ثلاثية الأبعاد :

إن كل أنواع الطابعات الأنفة الذكر ، هي خاصة بشركة (Z Corporation) التي تعد الشركة الأقوى في هذا المجال نظراً لأن طابعاتها ثلاثية الأبعاد تحتوي العديد من المميزات التي تسهل عملية الطباعة وتجعلها أكثر كفاءة.

ومن تلك المميزات :

1. السرعة :

تتميز الطابعات المصممة من قبل شركة (Z Corp) بسرعتها النسبية مقارنةً مع غيرها من الطابعات ، فباستطاعتها طباعة مجسم في ساعات ، بينما تحتاج غيرها من الطابعات لأيام لكي تقوم بطابعته، حيث تطبع هذه الطابعات بمعدل 0.25 ميليمتر في الساعة

2. إمكانية الاقتناء :

تمتاز الطابعات ثلاثية الأبعاد من النوع (Z printers) بسعرها المقبول ، كما أنها لا تتطلب من المستخدم شراء مواد طباعة عالية الثمن ، حيث أن المساحيق المستخدمة في الطباعة غالباً ما تستخدم في الكثير من الصناعات ، لذلك تمتاز بأسعارها العادية .

كما أن من العوامل الأخرى التي تساعد على كونها اقتصادية ، هي إعادة تدوير كل جزء صغير من الطباعة ، حيث لا يتم هدر أي منها .

3. سهولة الاستخدام :

حيث أن طباعة المجسمات تكاد تكون بنفس سهولة طباعة الملفات الورقية ، بحيث يتمكن كل الأشخاص من استخدامها .

وقد تحقق ذلك من خلال العمليات الأوتوماتيكية التي تقوم بها الآلة بنفسها ، من عملية التحضير والطباعة ، إلى عملية إعادة تدوير بقايا مادة الطباعة غير المستعملة .

فكل هذه العوامل ساهمت في جعل هذه الطابعات سهلة الاستخدام ولا تحتاج إلا لنقرة واحدة .

4. الدقة :

هناك العديد من العوامل التي ساهمت في إكساب المجسمات المطبوعة من قبل الطابعات ثلاثية الأبعاد صفة الدقة والمحاكاة الجيدة للواقع ، ومنها رأس الطباعة الذي تقوم الحماله بتحريكه وفق المطلوب .

بالإضافة إلى مادة الطباعة الجيدة النوعية التي لا تترك فراغات أثناء تجميدها .

والأهم من ذلك كله هو التصميم الميكانيكي للآلة ، الذي يسمح بتصميم المجسمات بأفضل شكل ممكن ودون أية تشوهات .

5. الألوان :

بالإضافة إلى أهمية الشكل الهندسي الدقيق ، فإن طباعة مجسمات ملونة يكون مهماً بعض الأحيان ، لذلك فقد صممت بعض الطابعات ثلاثية الأبعاد القادرة على طباعة مجسمات ملونة .

تتم هذه العملية عبر تحويل أي لون من الصيغة (RGB[Red,Green,Blue]) مستخدم على الحاسوب ، إلى لون من الصيغة (CMYK[Cyan, magenta, yellow, and black]) من أجل الطباعة ، ومن ثم تقوم بترتيب مزيج من هذه الألوان الأربعة حسب اللون المطلوب ، ويتم إنزال قطرات من هذا اللون من الطباعة على منطقة محددة من المجسم.

لكي تتم تلك الطباعة الملونة ، فإن برنامج (Zprint) للطباعة المجسمة ، يحتاج إلى ملفين ، أحدهما يحوي شكل التصميم المراد طباعته ، والآخر يحوي مخططاً بلون التصميم



Figure 1-1-8 (Color using Z Printers)

الفصل الثاني

آلية عمل الطابعات ثلاثية الأبعاد

أولاً : عملية التصميم :

يتم تصميم النموذج المراد طباعته بواسطة إحدى برامج التصميم بمساعدة الحاسوب (Computer Aiding Design [CAD])، ثم يتم حفظ التصميم كملف من نوع (.STL, .WRL(VRML), .PLY, .3DS, .ZPR). بحيث يتحول إلى شكل خطوط إحداثية ثلاثية الأبعاد.

بعد حفظ الملف -القابل للطباعة-، يقوم المستخدم بتشغيل برنامج (ZPrintTM) الذي يمكنك من فحص التصميم قبل طباعته .

يقوم هذا البرنامج بتقسيم التصميم إلى طبقات رقيقة ، كل منها بسماكة 0.004 إنش (0.1016 ميليمتر)، ومن ثم ينقر المستخدم على زر (3D Print) لتبدأ عملية الطباعة.

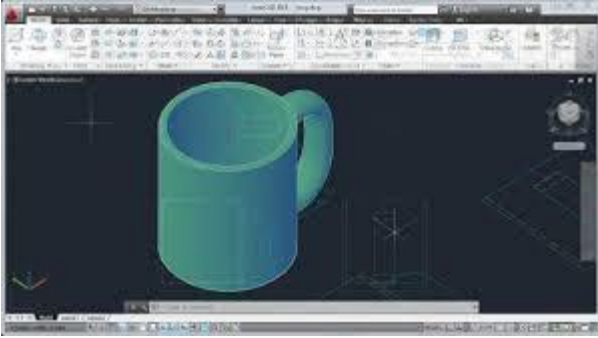


Figure 1-2-1 (CAD Design)

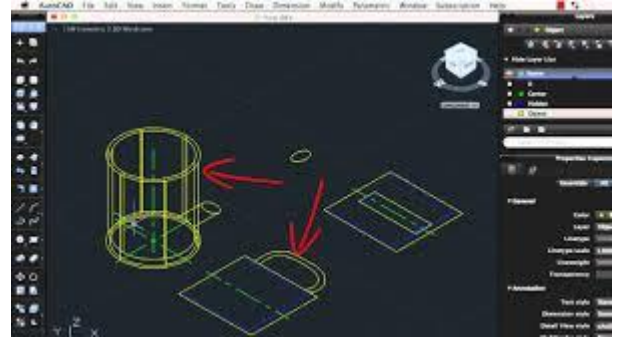


Figure 1-2-2 (CAD Mesh)

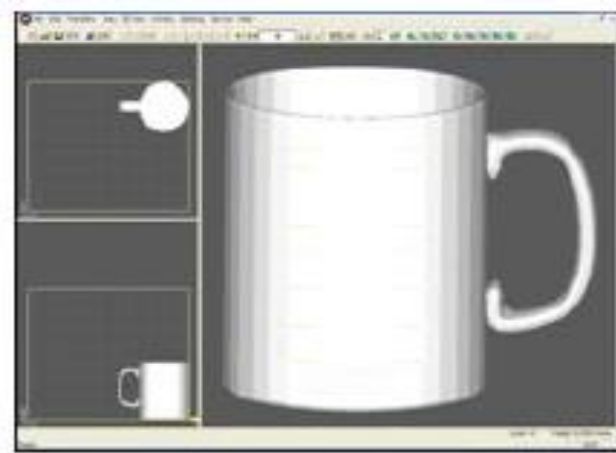


Figure 1-2-3 (Z Print Model)



Figure 1-2-4 (Z Print Model Layers)

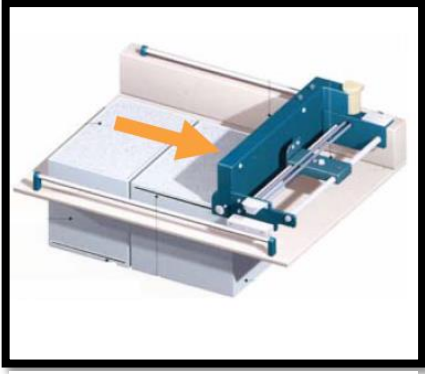


Figure 1-2-5

ثانياً: مرحلة الطباعة :

1. التحضير :

حالما يقوم المستخدم بالنقر على زر (3D Print) ، تبدأ الآلة بعملية التحضير للطباعة ، حيث تقوم أولاً بتدفئة الهواء الموجود داخل الطباعة وذلك لخلق بيئة المعالجة الأمثل للطباعة ثلاثية الأبعاد . وفي نفس الوقت ،تقوم الآلة بملء حجرة البناء بطبقة ارتفاعها 3.18 ميليمتر من مسحوق الطباعة ، وذلك لسهولة إزالة أجزاء الجسم عندما ينتهي تصميمه. وقد تقوم الطباعة أيضاً بعملية ضبط لموضع رأس الطباعة ، وذلك تبعاً للشكل المرسل لها من قبل البرنامج.

2. الطباعة :

حالما تنتهي عملية التحضير للطباعة ،تقوم الطباعة مباشرةً بطباعة الطبقات المأخوذة من البرنامج ،وذلك بعملية متسلسلة كما يأتي :

تقوم الطباعة بإرسال مسحوق الطباعة (بودرة الطباعة) من حجرة المسحوق إلى سطح حجرة البناء ،ثم يقوم المسند بتوزيع هذه الكمية من المسحوق -التي ارتفاعها 0.1 ميليمتر- على أرضية حجرة البناء.(شكل 1-2-1) تقوم بعد ذلك الحماله بالتحرك عبر هذه الطبقة ،حيث تقوم بضخ كمية من المادة الرابطة - من خرطوش الربط- الذي يقوم بتجميد البودرة مكان نزوله ،تاركاً بقية المسحوق جاف من أجل إعادة التدوير بعد الانتهاء.(شكل 1-2-6).

في هذه المرحلة ، يقوم مكبس موجود أسفل حجرة البناء بإنزال أرضية الحجرة بمقدار 0.1 ميليمتر ،وذلك للتحضير من اجل الطبقة التالية.(شكل 1-2-7).

تعيد هذه العملية نفسها حتى الانتهاء من تصميم الجسم.

إعادة التدوير :

عند الانتهاء من عملية تصميم الجسم ، تقوم الطباعة بشكل أوتوماتيكي بإزالة المسحوق المبعثر حول الجسم وذلك بوساطة صمام التفريغ والاهتزاز ، حيث يتم سحب البودرة من مكانها ونقلها إلى حجرة المسحوق مرة أخرى.(شكل 1-2-8).

بعد ذلك يقوم المستخدم بإخراج الجسم ووضعه في الضاغطة ،حيث يتم رش الجسم بالهواء المضغوط لإزالة أية بقايا من البودرة - التي يتم نقلها إلى حجرة المسحوق عبر صمام التفريغ أيضاً - وبذلك تنتهي عملية طباعة الجسم من دون إضاعة أية كمية من المسحوق.

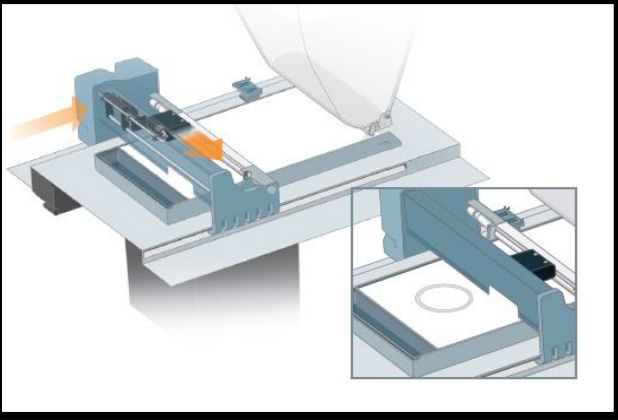


Figure 1-2-6

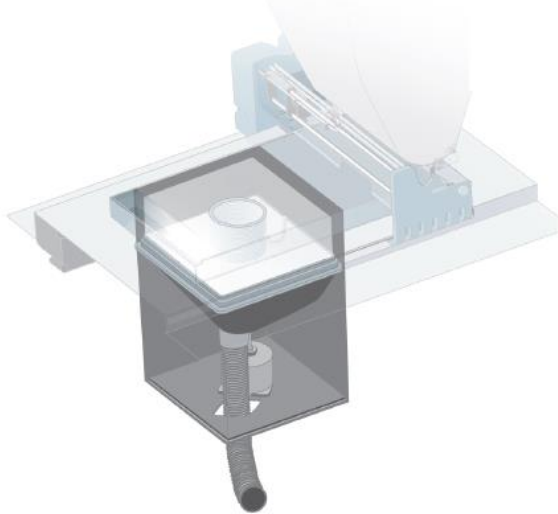


Figure 1-2-7

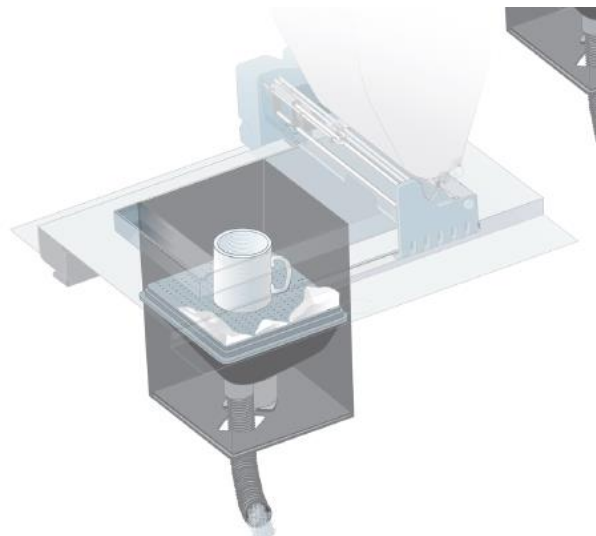


Figure 1-2-8

الفصل الثالث

حبر الطابعات ثلاثية الأبعاد والبرامج المستخدمة لها

أولاً: حبر الطابعات ثلاثية الأبعاد :

عندما نتكلم عن الطباعة ثلاثية الأبعاد ، فإن كلمة "حبر" تأخذ معنى آخر مختلف عما نعلمه في الطباعة الورقية ، فحبر الطابعات ثلاثية الأبعاد هي مواد مختلفة تستخدم في عملية التجسيم .

إن المواد المتاحة من أجل الطباعة ثلاثية الأبعاد أصبحت متنوعة جداً وتأخذ أشكالاً عديدة مثل (المواد المسحوقة ، الخيوط، الحبيبات ، مادة الراتنج ...إلخ).

أنواع محددة من المواد تطورت من أجل أرضيات مختلفة بحسب كل مجال ، وفيما يلي أهم أنواع المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد :

1. المواد البلاستيكية :
النايلون يستخدم عادةً على شكل مسحوق أو على شكل خيوط . يتميز بقوته ومرورته ومتانته .
لونه الطبيعي هو الأبيض ، ولكن يمكن أن يتم تلوينه .
هذه المادة يمكن أن تتحد – عندما تكون على شكل مسحوق- مع الألمنيوم لتشكل مادة أخرى شائعة في الطباعة ثلاثية الأبعاد ، وهي مادة الألوميد.
2. المواد المعدنية :
تتزايد أعداد المواد المعدنية المستخدمة في الطباعة ، ومن أكثرها شيوعاً الألمنيوم ومشتقات الكوبالت .
واحدة من أقوى وأكثر المعادن استخداماً للطباعة ثلاثية الأبعاد هي المعادن غير قابلة للصدأ (Stainless steel) ،
لونه الطبيعي هو النحاسي ، ويمكن أن يأخذ لون ذهبي أو برونزي
ومؤخراً تمت إضافة مادتي الذهب والنحاس إلى قائمة المواد المعدنية .
التي تانيوم واحدة من أقوى المواد المعدنية الممكنة .
3. المواد الحيوية :
لعل من أكثر المواضيع تشويقاً في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد ، هي ما يتعلق بطباعة المواد الحية ، فالعديد من الأبحاث تميل إلى إمكانية طباعة المواد الحية .
حالياً يتم العمل على تطوير أنسجة بشرية تمكن العلماء من طباعة الأعضاء من أجل عمليات الاستزراع ، وكذلك أنسجة داخلية من أجل استبدال بعض أعضاء الجسم عند الضرورة .
إن هذه التقنية تفتح أمام الطب مجالات واسعة وآفاق جديدة ، لذلك فهي تعد من أهم تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد .
يستخدم لذلك أنواع من الخلايا كالجذعية مثلاً حيث تشكل مادة الطباعة .
4. كما يوجد أيضاً العديد من المواد الأخرى مثل : السيراميك ، أنواع من الطعام ، أوراق ...إلخ.

ثانياً: برامج التصميم الخاصة بالطابعات ثلاثية الأبعاد :

حتى تتم عملية طباعة المجسمات ، لابد من استخدام البرامج التصميمية ثلاثية الأبعاد التي تمكننا من تصميم المجسم وحفظه كملف ذو لواحق محددة لكي تتم طباعته .
ومن تلك البرامج نذكر :

3D studio Max	3D Studio Viz
AutoCAD	Alias
Blender	Benley Triforma
COSMOS	CATIA {
Inventor	Form Z
Magics e-RP	LightWave 3D
MicroStation	Maya
Pro/ENGINEER	Mimics
RapidForm	Randrop GeoMagic

الماب الثاني

الفصل الأول

تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد

أولاً: تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في المجال الاقتصادي :

1. الطباعة ثلاثية الأبعاد و الآلات الطائرة :

لقد تبنى قطاع علم الفضاء تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في "طباعة" وتطوير منتجاتهم .

إن هذه الشركات بالمشاركة مع معاهد البحث والمعاهد الأكاديمية ،وصلت إلى حد النهاية في تكنولوجيا تطبيقات الصناعة حيث قامت هذه الشركات بطباعة بعض أجزاء من الطائرات باستخدام طابعات ثلاثية الأبعاد .

2. الطباعة ثلاثية الأبعاد والآلات الأوتوماتيكية :

يعد قطاع الصناعات الأوتوماتيكية (آلات التصوير ، السيارات ، العجلات ...إلخ) من القطاعات التي تبنت أيضاً الطباعة ثلاثية الأبعاد في صناعاتها حيث مكنته من طباعة أجزاء من آلاتهم مما وفر عليهم الجهد والوقت .

3. الطباعة ثلاثية الأبعاد والمجوهرات :

حيث تم استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في صياغة المجوهرات من الذهب أو الفضة ،حيث أصبح بالإمكان تصميم النموذج المراد في إحدى برامج التصميم ، ومن ثم طباعته باستخدام مواد معدنية كالذهب أو الفضة أو النحاس ...إلخ.

4. الطباعة ثلاثية الأبعاد والفنون :

الفنانون و النحاتون يندفعون نحو فكرة الطباعة ثلاثية الأبعاد ،التي تساعدهم بعض الأحيان على صنع ما لا يمكنه صنعه بأيديهم.

كما أن هناك بعض الفنانين الذين ذاع صيتهم من خلال العمل على الطباعة ثلاثية الأبعاد من مثل : جوش هاركر ، ديزينغوف، ليونيل دين ..إلخ.

5. الطباعة ثلاثية الأبعاد وهندسة العمارة :

التصاميم المعمارية أصبحت من المقومات الأساسية في الطباعة ثلاثية الأبعاد ،حيث يمكن طباعة نماذج ومجسمات دقيقة للمباني أو المنشآت قبل بناءها، فالطباعة ثلاثية الأبعاد تقدم طرق سريعة نسبياً ،سهلة و مجدية اقتصادياً من أجل إنتاج تصاميم دقيقة مباشرة من برامج التصميم بمساعدة الحاسوب .

6. الطباعة ثلاثية الأبعاد والموضة :

الأحذية ، القبعات ، الملابس ، وغيرها من أجزاء الموضة ، أصبحت قابلة للتصنيع من قبل طابعات ثلاثية الأبعاد تستخدم خيوطاً كمادة للطباعة .

ثانياً : تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في المجال الطبي :

إن أكثر تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد إلهاماً وتشويقاً هي ما يتعلق بالعناية بالصحة ،حيث بإمكان الطابعات ثلاثية الأبعاد أن تنفذ الأرواح أو تحسن بعض الوظائف البشرية .

فالطابعات ثلاثية الأبعاد تستطيع إنتاج أنسجة ، أعضاء ،عظام وأجهزة "ترقيعية" من شأنها الحفاظ على الحياة وذلك باستخدام خلايا المريض أو الخلايا الجذعية ،تعرف هذه العملية بهندسة النسيج والأعضاء .

إن الغاية القصوى من هذه التقنية هي المساعدة في حل مشكلة محدودية الأعضاء القابلة للاستزراع، حيث يقوم العلماء الآن بالعمل على مشاريع متنوعة متعلقة بطباعة كلية بشرية .

حيث تقوم هذه الطابعات بطباعة بنية العضو النسيجية باستخدام بيانات من مباحث طبية عديدة.

الفكرة الأساسية هي طباعة خلايا حية بما تحتويه من مواد حيوية على شكل مجسم ثلاثية الأبعاد .وبعد ذلك يمكن استزراع العضو أو النسيج في الجسم ،حيث يصبح بإمكانه التطور داخل الجسم .

إن مشروع طباعة الكلية اعتمد على أبحاث سابقة من أجل هندسة كلية صغيرة قادرة على إنتاج مادة شبيهة بالبول عند استزراعها في جسد ثور .

بالإضافة لذلك ، يوجد أعداد متزايدة من تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد في الجراحة . فمثلاً ،مركز

(Walter reed) العسكري للأبحاث تمكن بنجاح من استزراع 60 صفيحة مجتمية من التيتانيوم .

في حزيران من عام 2011 تم صنع أول فك مطبوع من التيتانيوم أيضاً، واستزاعه على امرأة عجوز بعمر 83 عام، والجميل في الأمر أن هذه الزراعات قد ناسبت جسم المريض وقامت بتزويده بأحسن العلاجات، الأمر الذي قد يخفض من عمليات الجراحة في المستقبل .
مما سبق نجد أن عمليات طباعة الأنسجة والأعضاء من أهم تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد، فما هي آلية الطباعة في هذا المجال؟ وهل تختلف عن آلية الطباعة العادية؟ وما رأي العلماء في هذا الخصوص؟

الفصل الثاني

آلية طباعة الأنسجة وفعاليتها

أولاً : ما هي تقنية الطباعة الحيوية (Bio-Printing) ؟
إن الطباعة الحيوية هي تقنية جديدة مزجت بين علم هندسة الخلايا ، وتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد ، وتعد شركة

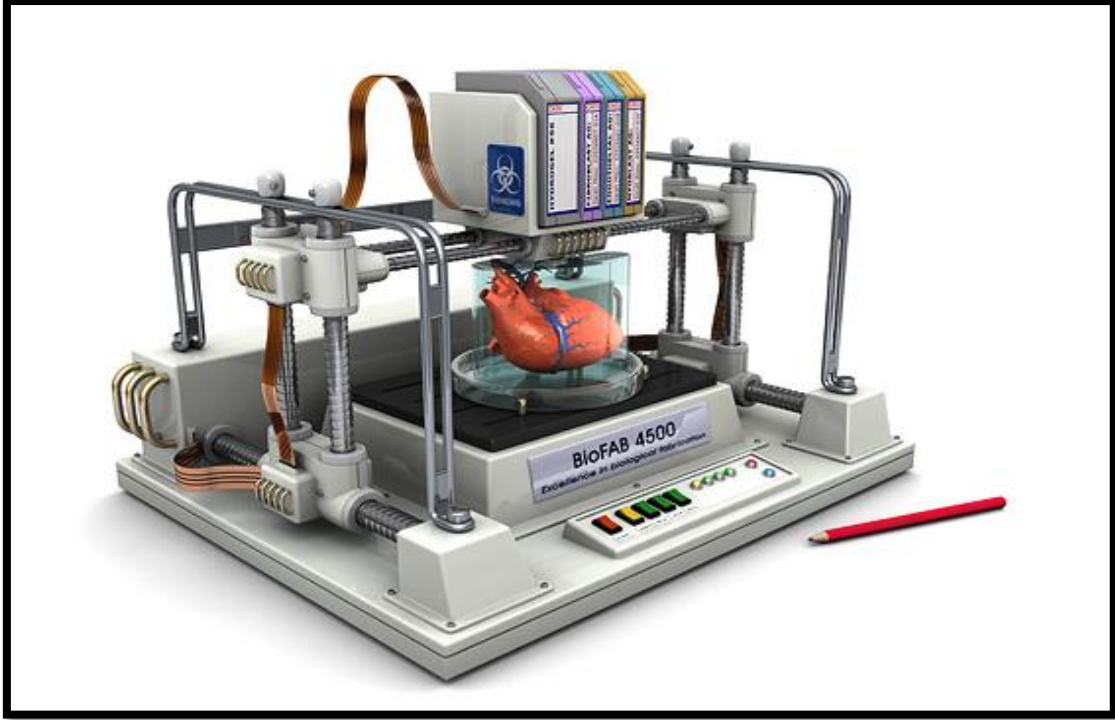


Figure 2-2-1 (Bio printer)

(Organovo) الطبية هي الأولى التي استخدمت هذه التقنية ، وصنعت من أجلها أول طابعة حيوية تجارية .
ثانياً : ما هي الطابعات الحيوية (Bio-Printers) وكيف تعمل ؟

الطباعة الحيوية هي طباعة ثلاثية الأبعاد تستخدم الخلايا الجذعية المأخوذة من نخاع عظمي ، هذه الخلايا قادرة على تشكيل خلايا جديدة أخرى ، فعندما توضع مجموعات من تلك الخلايا إلى جانب بعضها البعض ، فإنها تندمج مع بعضها . بعد ذلك تشكل الخلايا قطرات صغيرة جداً (قُطيرات) ، حيث تحوي كل قطيرة ما بين 10,000 إلى 30,000 خلية ، هذه القطيرات تحافظ على شكلها جيداً وتمر بسهولة خلال عملية الطباعة .

الطباعة الحيوية تتضمن رأسي طباعة دقيقين يعملان آلياً ، الرأس الأول يقوم بوضع حافة الأنبوب الشعري المستخدم لتوزيع الخلايا ، فهو يقوم بطباعة الخلايا طبقة تلو الأخرى مشكلةً نسيج أو عضو ثلاثي الأبعاد .
هذه الطابعة تعمل بطريقة مشابهة لطابعات النموذج الأولي الفوري (Rapid Prototyping) المستخدمة في الصناعة لتشكيل أجزاء و تصاميم ميكانيكية كما ذكرنا سابقاً .

رأس الطباعة الثاني يستخدم لإيداع الماء السائل الذي يقوم بملء فراغات الجسم وإعطاء الدعم الشكلي للمركبات المطبوعة بينما تنظم الخلايا نفسها وتكون أنماط وتندمج مع بعضها .
عند انتهاء تكوين البنية ، يتم سحب هذه المادة الصاقلة من مركز البنية النسيجية المطبوعة .
بعد ذلك يتشكل لدينا نسيج أو عضو كامل جاهز لعملية الاستزراع .
لقد قامت شركة (Organovo) بطباعة أوعية دموية بواسطة هذه الطريقة ، بالإضافة إلى أعضاء بشرية مثل القلب والكلى .

كما تستخدم الطابعات الحيوية لطباعة أنسجة بشرية على جسم الإنسان مباشرة ، ذلك لتعويض الخلايا التالفة جزاء التعرض لحادث ما أدى إلى تشوه بعض خلايا البشرة .

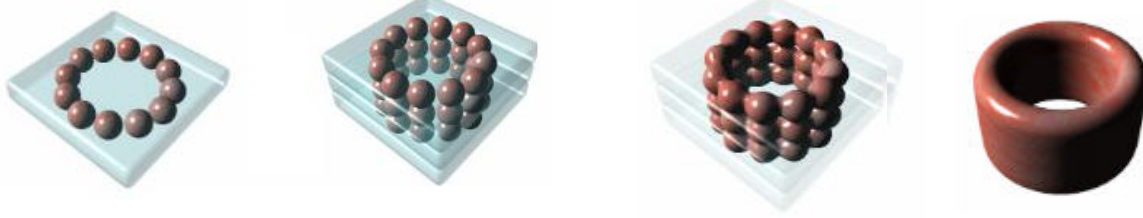


Figure 2-2-2 (Vessel Printing)

ثالثاً : تطبيقات طباعة الأنسجة :

بعد التعرف على آلية طباعة الانسجة ، يمكننا استنتاج مدى أهميتها في حياتنا ، فهي تسهم في طباعة العديد من أنواع الأنسجة الهامة ، التي قد ينفذ استزراعها حياة المريض . فقد تمكن علماء هندسة النسيج من طباعة دسامات (صمامات) القلب بوساطة خلايا مأخوذة من القلب . كما أنتجوا وعاء دموي .

وتمكنوا من طباعة عصب ، وإنتاج نسيج من البشرة ...إلخ. مع العلم أن المواد المستخدمة في الطباعة تعمل كحافظات للخلايا ريثما تندمج مع بعضها لتشكيل النسيج ، ثم يتم سحبها من النسيج.

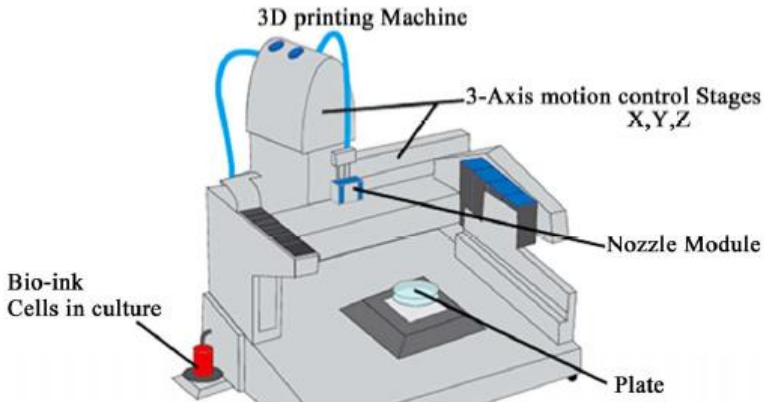


Figure 2-2-3 (BioPrinter Parts)

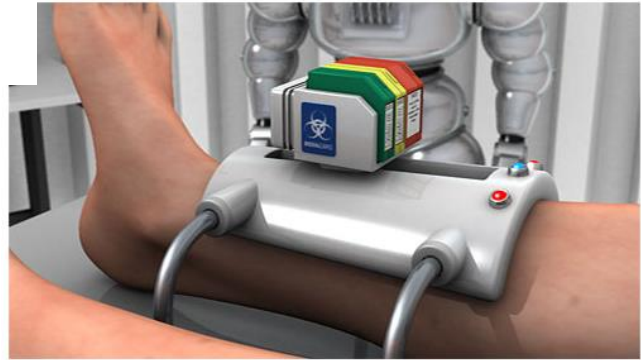


Figure 2-2-4 (skin implant)

المواد المستخدمة في الطباعة	أنماط الخلايا	النسيج
حمض الهيالورونيك	خلايا من الصمام الأبهري	صمام قلبي
الجيلاتين	خلايا عضلية لمساء من القلب	وعاء دموي
الليفين	خلايا عضلية لمساء خلايا جذعية	
صويا آغار	خلايا قشرية	عصب
الليفين	خلايا عصبية	
الكولاجين	خلايا جذعية عصبية	بشرة
الكولاجين	بشرة قرنية	

الخاتمة

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي تكنولوجيا المستقبل، وطريق إلى عالم جديد في المجالات جميعها، بما فيها من استثمار الموارد وحفظ من التلوث، فكما نلاحظ أن الطباعة ثلاثية الأبعاد لا تنتج مواد ملوثة للبيئة ولا تصدر مواد ملوثة أيضاً، فقد أصبح في يوم تستخدم فيه كل المصانع طابعات ثلاثية الأبعاد صديقة للبيئة واقتصادية.

وبعد هذا البحث نكون قد تعرفنا على مفهوم الطباعة ثلاثية الأبعاد بكل مجالاتها ومنها :

- تاريخ الطباعة ثلاثية وتطورها منذ عام 1980 إلى أحدث الطابعات المصممة اليوم.
 - أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد من طابعات الجيل الأول (Z 402) إلى الجيل الثالث (Zprinter 350)
 - فعالية الطابعات ثلاثية الأبعاد من دقة وسرعة وألوان وسهولة استخدام وتوفير ...إلخ
 - أقسام الطابعة ثلاثية الأبعاد ووظيفة كل جزء منها
 - آلية عمل الطابعات ثلاثية الأبعاد بالتفصيل من مرحلة التصميم إلى مرحلة إعادة التدوير .
 - المواد المستخدمة للطباعة ثلاثية الأبعاد من مواد معدنية و بلاستيكية وحيوية وحتى الطعام
 - طباعة الأنسجة والأعضاء ومفهوم الطباعة الحيوية
 - شرح مبدأ الطباعة الحيوية
 - تطبيقات الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد والمواد المستخدمة لكل منها
- إن الطباعة الحيوية شكلت قفزة هائلة في تاريخ العلوم الطبية، وقد أثبتت فعاليتها في كثير من المجالات، ولكنها أيضاً ما تزال في طور التجريب ولم تُعتمد كلياً في أساليب الاستزراع والجراحة.
- ما تزال هناك مخاوف من عدم تقبل الجسم لدخول عضو جديد "مطبوع" له، ولكن بالمقابل نجحت العديد من عمليات استزراع الأعضاء المطبوعة .
- بالمقارنة بين إيجابيات وسلبيات الطباعة ثلاثية الأبعاد وبالتحديد فيما يخص الطباعة الحيوية، نجد أنها وسيلة "مبدعة" في المجال الطبي، بما قدمته من فائدة عظيمة من خلال طباعة أنسجة بشرة وأوعية دموية وشرابين قلبية وعظام كالجسم و أيضاً طباعة أعضاء كالأذن والأنف و الكلية .
- إن العلماء ومهندسي الأنسجة متحمسون لهذه التقنية الجديدة، ويتعاطون معها بشكل تطويري بهدف الوصول إلى حدود هذا العلم .
- وبما أن العلم ليس له حدود، فيجب علينا دوماً تطوير أساليب جديدة لاكتشاف الجديد في الحياة وفتح آفاق جديدة، فهنا الطباعة ثلاثية الأبعاد فتحت آفاق جديدة أمام العالم، ومزجت بشكل كبير بين عالم الأصفار والواحدات وعالمنا الحقيقي الواقعي.
- فهل سنصل إلى يوم تصبح فيه التكنولوجيا والعالم الافتراضي منطبق على عالمنا الواقعي، وما هي نتائج هذا الإنجاز؟
- وهل فتح المجالات هو تبرير لتجاوز المعقول، هل طباعة الأعضاء واستخدام الخلايا الجذعية يناقض الدين، كثيرة هي الأسئلة التي تخطر بعد هذا البحث.
- فيهذا البحث نكون قد أعطينا فكرة دقيقة عن مفهوم الطباعة ثلاثية الأبعاد، على أمل أن تُطبق تلك التقنية في بلدنا سورية، مساهمةً في نقله إلى واجهة الدول في الاقتصاد والطب والمجالات المختلفة .

فهرس الصور

المحتوى	رقم الشكل
طابعة من نوع Spectrum 510	1-1-1
طابعة من نوع Z Printer 310	2-1-1
طابعة من نوع Z Printer 450	3-1-1
طابعة من نوع Spectrum 560	4-1-1
طابعة من نوع Z Printer 350	5-1-1
تطور أجيال الطابعات من نوع Z	6-1-1
أقسام الطابعة Z Printer 350	7-1-1
استخدام الألوان في الطباعة	8-1-1
CAD Design	1-2-1
CAD Mesh	2-2-1
Z Print Model	3-2-1
Z Print Model Layers	4-2-1
إيداع المسحوق من حجرة المسحوق	5-2-1
توزيع المسحوق على قاعدة الطباعة	6-2-1
طباعة طبقات المجسم	7-2-1
إعادة تدوير المسحوق	8-2-1
الطباعة الحيوية	1-2-2
طباعة وعاء دموي	2-2-2
أقسام الطباعة الحيوية	3-2-2
استزراع البشرة	4-2-2

فهرس الجداول

المحتوى	رقم الجدول
برامج التصميم ثلاثي الأبعاد	(1)
بعض تطبيقات الطباعة الحيوية	(2)

المصادر والمراجع

- 3dprintingindustry.com,3D Printing Technology
- Organovo.com, A 3D Bioprinter which Prints Human Tissues
- Young-Joon Seol, Hyun-Wook Kang, Sang Jin Lee, Anthony Atala and James J. Yoo, Bioprinting technology and its applications
- 3dprintingindustry.com, THE FREE BEGINNER’S GUIDE TO 3D PRINTING
- Zcorporation, Z Corporation 3D Printing Technology Fast, Affordable
- Skin 3D Bioprinting. Applications in Cosmetology, Skin 3D Bioprinting. Applications in Cosmetology

- د.حسان رشيد عبد العزيز, الطباعة ثلاثية الأبعاد (العبور السريع للمنتج)

فهرس المحتويات

الصفحة	المحتوى
2	• إشكالية البحث
3	• المقدمة
	• الباب الأول :
4	الفصل الأول : أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد وفعاليتها
9	الفصل الثاني :آلية عمل الطابعات ثلاثية الأبعاد
11	الفصل الثالث :حبر الطابعات ثلاثية الأبعاد والبرامج المستخدمة لها
	• الباب الثاني :
12	الفصل الأول : تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد
14	الفصل الثاني :آلية طباعة الأنسجة وفعاليتها
16	• الخاتمة
17	• فهرس الصور والجداول
18	• المصادر و المراجع