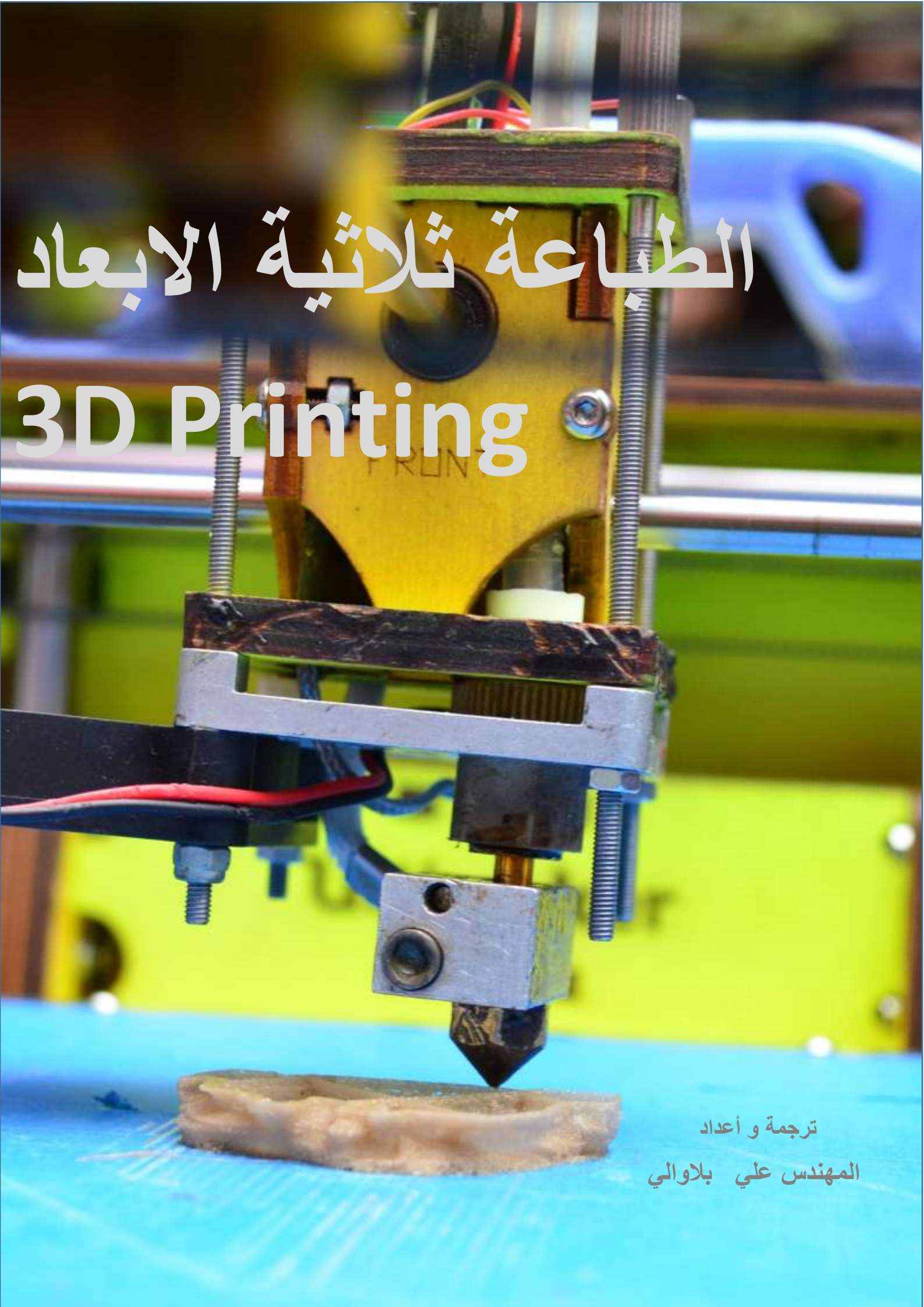


الطباعة ثلاثية الابعاد

3D Printing

ترجمة و أعداد

المهندس علي بلاوالي

1

الطباعة ثلاثية الابعاد

3D Printing

ترجمة و أعداد

المهندس . علي عبد الحكيم محمود البلاوالي

سنة ٢٠١٥

ترجمة الكتاب المجاني من موقع 3dprintingindustry.com

مقدمة المترجم

سوف نشهد في العقود التالية فيما لو استمرت و تيرة التطور الصناعي و العلمي في كوكبنا على هذا المنوال تغيرات جذرية في طريقة عيشنا في كثير من المجالات احداها تطور امكانيات الطباعة ثلاثية الابعاد و ستتوسع استخداماتها بأبتكار طرق جديدة لتلبية احتياجاتنا و على كافة الأصعدة مما يؤثر بطريقة او أخرى على طبيعة حياتنا و تفتح لنا افاق جديدة لمستقبل التكنولوجيا و التطور و مساهمة مني في ايضاح جزء من هذا التطور قمت بترجمة هذا الكتاب ليكون دليلا على نشر الوعي بالطباعة ثلاثية الابعاد و و ما سيطرأ عليها من تطورات ربما في المستقبل القريب جدا

*** اضافات المترجم للكتاب سوف يتم كتابتها باللون الأحمر

بسم الله الرحمن الرحيم

الفهرس (index)

Chapter 01 : Introduction (06)

الفصل الاول : المقدمة (٠٦)

Chapter 02 : History of 3D Printing (09)

الفصل الثاني : تاريخ الطباعة الثلاثية الابعاد (٠٩)

Chapter 03 : 3D Printing Technology (14)

الفصل الثالث : تقنية الطباعة الثلاثية الابعاد (١٤)

Chapter 04 : 3D Printing Processes (17)

الفصل الرابع : طرق الطباعة ثلاثية الابعاد (١٧)

Chapter 05 : 3D Printing Materials (32)

الفصل الخامس : مواد الطباعة ثلاثية الابعاد (٣٢)

Chapter 06 : 3D Printing Global Effect (38)

الفصل السادس : التأثير العالمي للطباعة ثلاثية الابعاد (٣٨)

Chapter 07 : 3D Printing Benefits and Value (41)

الفصل السابع : فوائد و أهمية الطباعة ثلاثية الابعاد (٤١)

Chapter 08 : 3D Printing Applications (44)

الفصل الثامن : تطبقيات الطباعة ثلاثية الأبعاد (٤٤)

Glossary (55)

قاموس المصطلحات أو الاختصارات (٥٥)

هذا الكتاب مدخل لتعلم الطباعة ثلاثية الابعاد للمبتدئين بدراسة تاريخها و حقيقتها و العمليات و المواد المستخدمة في التطبيقات لهاذا النوع من عمليات الطباعة .

نأمل من هذا الكتاب أن يكون شاملا لمن يرغب معرفة ماهية الطباعة الثلاثية الابعاد لكون الكتاب يحتوي على المبادئ الأ ساسية لهذه الطريقة الحديثة من التصنيع بأستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد .

هل انت مستعد ؟ فلنبدأ

الطباعة ثلاثية الابعاد و التي تعرف أيضا بالتصنيع التجميعي (Additive Manufacturing) يمكن في المستقبل أن تكون ذات اهمية اكثر من الانترنيت ، في ما يرى أخرون أنها ستكون من الامور المهمة في عالم التكنولوجيا للأمكانيات العالية فيها .

أذا ما هي حقيقة الطباعة ثلاثية الابعاد و من يستخدمها و لماذا ؟

عرض موجز (Over View)

تعريف [الطباعة ثلاثية الابعاد تغطي مجموعة من العمليات و التكنلوجيا التي تقدم تشكيلة كاملة من القابليات الأنتاجية للأجزاء و الانتاج بأستخدام مختلف المواد ، بأستخدام طريقة الطبقة فوق الطبقة و الذي يسمى بالتصنيع التجميعي (Additive Manufacturing) و الذي يتناقض مع الطريقة التقليدية في التصنيع مثل طرق الطرح (Subraction Methods) او عمليات القولبة و الصب (Moulding & Casting) .]

تطبيقات الطباعة ثلاثية الابعاد و التي تزداد يوم بعد يوم و تنتشر بصورة واسعة و عميقا في الصناعة و المصنعين و المستهلكين و اليوم نحن فقط بدئنا نرى أمكانيات الطباعة ثلاثية الأبعاد يبزغ في مجالات مختلفة .

Chapter 01 : Introduction

الفصل الاول : المقدمة

هي تقنية قد تؤثر في البشرية أكثر من اي مجال اخر من التقنيات الموجودة حاليا . تصور مكينة بخارية ، مصباح كهربائي ، السيارات ، الطائرات ، كل هذه التقنيات جعلت حياتنا أفضل بعدة طرق و فتحت لنا مجالات و أماكنيات جديدة و لكن غالبا أخذت و قت و احيانا حتى عقود لكي تصل مرحلة يمكن الاستفادة منها بصورة جيدة.

الى حد بعيد يمكن ان تكون الطباعة ثلاثية الابعاد او التصنيع التجميعي واحدة من التقنيات المهمة المستخدمة في حياتنا اليومية ، حيث يتم التركيز على دورها المستقبلي في وسائل الأعلام المرئية و المسموعة و مواقع الأنترنيت بأنها ستكون الطفرة الرائدة لتضع نهاية لعملية التصنيع التقليدية الحالية .

الشي الذي يميزالطباعة ثلاثية الابعاد هي مبدأ عملها حيث انها عبارة عن عملية تصنيع تجمعي و هذه العملية تختلف جذريا عن طرق التصنيع المتبعة حاليا و تعتمد بالاساس على تكنولوجيا متقدمة في التصنيع لبناء الأجزاء بالتجميع في طبقات اصغر من مقياس المليمتر و هي بذلك تختلف جوهريا من الطرق التقليدية في اساليب التصنيع التي تجابهها الكثير من المحدات لاعتمادها بصورة واسعة على العامل البشري ،، صناعة يدوية ،،

ان الاعتماد على العمليات المؤتمتة * من التصنيع الميكانيكي كالصب و التشكيل كلها ،، نسبيا ،، جديدة و لكنها معقدة تتطلب معدات و تكنولوجيا الروبوتات ، كل هذه التقنيات تقوم بطرح مواد من كتل كبيرة الى ان نصل الى المنتوج النهائي من أنتاج أدوات لعمليات الصب و التشكيل وأخرى و تكون كلفة معداتها عالية و هناك صعوبة في تجميع الأجزاء بعد التصنيع . بالاضافة الى كل ذلك فأن التصنيع الميكانيكي كعمليات التصنيع بالطرح قد يؤدي الى طرح مخلفات حوالي ٩٠ % من الكتلة الاصلية .

بالمقابل الطباعة ثلاثية الابعاد عملية تؤدي الى تصنيع الاشياء مباشرة ، بأضافة المواد طبقة بعد طبقة في مختلف الأتجاهات معتمدة على طريقة تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة ، و تشبه الى حد ما عملية البناء من قطع لغبة الليكو (Lego) و لكن بصورة تلقائية .

الطباعة ثلاثية الابعاد تشجع و تحرك الأبتكار بطريقة لا مثيل لها من التصميم الحر دون استخدام معدات اضافية و تكلف اقل ، و القطع المصنعة يمكن تصميمها بحيث لا تحتاج الى جمعها معا بأستخدام الهندسة المعقدة و بالتالي تكلف أقل أيضا .

الطباعة ثلاثية الأبعاد كفوءة في أستهلاك الطاقة مما يجعلها صديقة للبيئة و في أكثر من مجال أخر لكونها قليلة المخلفات . و يمكن أن تكون الأدوات المصنعة منها أخف وزنا و اطول عمرا و ذات تصميم متين .

في المستقبل هذا النوع من الطباعة قد تتجه الى أبعد من كونها تستخدم في صناعة النماذج الأولية و عمليات تصنيع لشركات صغيرة او لأفراد . بل في مجالات ضخمة لمؤسسات عالمية متعددة الجنسيات .

حاليا الطابعة ثلاثية الابعاد الصغيرة الحجم (اقل قابلية أو قدرة) يمكن الحصول عليها بأقل من (١٠٠٠ دولار).

ان للطباعة ثلاثية الأبعاد جمهورٌ واسع و لايزال الاهتمام بها في الصدارة عند العديد من المهتمين بأنظمتها الجديدة يوم بعد يوم من ناحية موادها و تطبيقاتها و ملحقاتها المنبثقة .

Chapter 02 : History of 3D Printing

الفصل الثاني : تاريخ الطباعة الثلاثية الابعاد

تقنيات الطابعات ثلاثية الأبعاد أظهرت للعيان نهاية سنة ١٩٨٠ و في ذلك الوقت كانت تسمى بتقنية النماذج الأولية السريعة (Rapid Prototyping) (RP) ، وذلك لكون العمليات تتم بسرعة و تكلف أقل هذه الطريقة تم تطويرها لأنتاج النماذج الأولية للمنتوج و طورت لأستخدامها على المستوى الصناعي . و أول براءة اختراع لتقنية (RP) قدمت من قبل الدكتور كوداما (Dr.Kodama) في اليابان ، و لكن لم يتمكن من تقديم المواصفات الكاملة لبراءة الاختراع من قبله لاحقا قبل الموعد النهائي بعد الطلب مما شكل صدمة للدكتور كوداما (Dr.Kodama) و أضطر الى الأستعانة بمحامي مختص في براءات الأختراع لحسم الموضوع ، على كل حال . أصل الطباعة ثلاثية الأبعاد يرجع الى سنة ١٩٨٦ عندما صدور أول براءة اختراع لجهاز التصوير الحجري المجسم (Stereo lithograph Apparatus) (SLA) و الذي يعود الى شخص يدعى تشارلز (تشاك) هاك Charles (Chuck) Hull و الذي أخترع جهاز (SLA) في سنة ١٩٨٣(و هي أحدى أنواع الطابعات ثلاثية الابعاد المستخدمة لصناعة النماذج السريعة (RP)) ، حيث أسس شركة الأنظمة ثلاثية الأبعاد (3D Systems Corporation) و هي واحدة من أكبر الشركات المثمرة في مجال الطابعات ثلاثية الأبعاد لحد الأن .

أنظمة الطابعات ثلاثية الابعاد (RP) استخدمت بصورة تجارية بأسم (SLA- 1) و التي قدمت في سنة ١٩٨٧ بعد الاختبارات الصارمة ، و أول هذه الانظمة بيعت في سنة ١٩٨٨ .

عندما كانت تقنية (RP) في تطور كانت هناك تقنية أخرى مهمة مكملة لها ، حيث قدم كارل ديكارت (Carl Deckard) في جامعة تكساس (أمريكا) براءة أختراع عن الليزر الملبد الانتقائي (Selective Laser Sintering) (SLS) سنة ١٩٨٩ و استخدمت في عمليات (RP) فيما بعد . و في نفس السنة سجل سكوت كرومب (Scott Crump) مؤسس شركة ستراتسس (Stratasys) براءة أختراع عن نمذجة مترسب المنصهر (Fuesd Deposition Modeling) (FDM) و سجلت براءة اختارعها للشركة سنة ١٩٩٢و هي تمتلكها لحد الان ، و كذلك تستخدم في طابعات ذات مستوئ متدني مرتكزة على نماذج مفتوحة المصدر يمكن لأي شخص ان يقوم بتصنيعها كالريب راب (RepRap) .

سنة ١٩٨٩ قام هانس لانكر (Hans Langer) في اوربا بتشكيل شركة أي أو أس (GmbH (EOS) و التي أجرت بحوث و تطوير (R & D) على عمليات التلبد بالليزر (Laser Sintering Process) و التي أستمرت في التطور حيث اليوم أنظمته معروفة حول العالم بجودة منتجاتها في صناعة النماذج الأولية (Prototyping) حيث قامت الشركة ببيع أول انظمة طباعة ثلاثية الأبعاد بأسم

(Stereos) في سنة ١٩٩٠ ، و تمتلك الشركة ايضا الطباعة ثلاثية الابعاد بطريقة التلبد المباشر للمعدن بالليز (Direct Metal Laser Sintering) (DMLS) و كانت نتيجة لمشروع أولي من تقسيم الكترولوكس (Electrolux) و حصل عليها أي أو أس (EOS) فيما بعد .

هناك تقنيات طباعة ثلاثية الابعاد أخرى نشأت خلال تلك السنوات مثل الجسيمات البالستية للتصنيع (Ballistic Partical Manufacturing) (BPM) و التي بالأصل تعود براءة أختراعها الى و ليام ماسترس (William Masters) وكذلك كائن التصنيع الرقائقي (Laminated Object Manufacturing) (LOM) و التي بالأصل تعود براءة أختراعها الى مايكل فيوجن (Michael Feygin)

و أيضا المعالجة بالأرض الصلبة (Solid Ground Curing) (SGC) و التي بالأصل تعود برائة أختراعها الى أيتزجاك بوميراتز (Itzchak Pomerantz)

و الطابعة ثلاثية الأبعاد (Three Dimensional Printing) (3DP) و التي تعود بالأصل الى أيمانويل سأكس (Emanuel Sachs) و أخرون .

و لكن أستمرت ثلاث شركات فقط و هي انظمة ثلاثية الابعاد (3D System) و أي أو أس (Eos) و ستراتسس (Stratasys) .

في نهايات التسعينات و بدايات الألفية الجديدة أستمرت تقنيات جديدة بالظهور في هذا المجال و التي تركزت على التطبيقات الصناعية ، و بصورة واسعة في التطبيقات للنماذج الأولية للبحث و التطوير (R & D) و أصبحت تواكب من قبل عدد أكثر من الشركات المجهزة للقطع التكنلوجية المتقدمة و التطبيقات الصناعية المباشرة ، و هذا أدى الى ظهور مصطلحات عامية جديدة مثلا الأدوات السريعة (Rapid Tooling) (RT) و الصب السريع (Rapid Casting) (RC) و التصنيع السريع (Rapid Manufacturing) (RM) .

للتطور الحاصل في المصطلحات العلمية مع انتشار هذه الصناعة تم الاتفاق على مصطلح شامل لوصف هذه العمليات و الطرق من الطباعة ثلاثية الابعاد و اطلقت بذلك عليها التصنيع التجميعي (Additive Manufacturing) (AM) .

و من حيث الشركات التجارية الأخرى في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد و التي ساهمت في نمو هذه الصناعة في الجبهة الغربية من العالم كالنماذج الأولية السريع لساندرس (Sandres Prototype) (وفي ما بعد Solidscape)

و شركة زيد (Z Corporation) سنة ١٩٩٦ و أركام (Arcam) سنة ١٩٩٧ ، و المواضيع الهندسية سنة ١٩٩٨ ، و (MCP) للتقنيات بداءت الصب بالتفريغ (Vacuum Casting OEM)

و سنة ٢٠٠٠ قدمت تقنية (SLM)، و سنة ٢٠٠٢ بدأت شركة ايفيشن تكنولوجي (EnvisionTec) و سنة ٢٠٠٥ بدأت شركة أي أكس ون (Exone) بالربح المفاجئ من شركتي النفث بالشحث و سيساكي (Sciaky) و كانت رائدة في العمليات المضافة (Additive Process) الخاصة بها و التي استندت على شعاع الالكترون اللاحم .

من الجدير بالذكر بأن هناك تطورات موازية في هذه الصناعة في الجهة الشرقية لنصف الكرة الارضية و حققت بعض النجاحات في مناطقها و لم تؤثر على السوق العالمية في ذلك الوقت .

خلال منتصف التسعينات بدا هذا القطاع بأظهار أشارات تنوع متميزة مع مجالين محددين من الأهتمام و التي تعرف بصورة واضحة جدا اليوم ، الأولى هي مستوى من الطباعة ثلاثية الأبعاد و هي لحد الأن من الأنظمة المكلفة و موجهة لأنتاج قطع عالية القيمة و درجة عالية من الهندسة و القطع المعقدة ، وهي لحد الأن في حالة تطور ونمو و لكن نتائج هذا النوع تظهر أهميتها في التطبيقات الأنتاجية خلال صناعة الطائرات و صناعة السيارات و في القطاع الطبي و المجوهرات و على قدر كبير من مزايا واسرار هذه الصناعة تبقى خلف أبواب مغلقة أو ضمن أتفاقيات غير مكشفة عنها .

الثانية هناك بعض أنظمة طباعة ثلاثية الابعاد و التي طورت و تقدمت في مفهوم واضح (ألنماذج الاولية) (Concept Modellers) كما كانت تسمى في ذلك الوقت على وجه التحديد ، وكانت هذه الطابعات تحافظ على التركيز في تحسين مفهوم تطوير وظيفة تصنيع النماذج الأولية صديقة للبيئة و يمكن أستخدامها في المكتب و قليلة التكلفة و لكنها تبقى غير قابلة للأستخدام في التطبيقات الصناعية .

أذا نظرنا الى الوراء ، كان هذا حقا الهدوء قبل العاصفة

عند النظر الى السوق حاليا نرى أن الطابعات ثلاثية الأبعاد في النطاق المتوسط ، حيث أن حرب الأسعار ظهرت جنبا الى جنب مع التحسينات التدريجية في الطباعة في الدقة و السرعة و المواد .

شهدت السوق في سنة ٢٠٠٧ أول نظام طباعة ثلاثية الأبعاد أقل من ١٠٠٠٠ $ و لكن هذا لم يؤثر كثيرا كما كان من المفترض أن يكون و ذلك و لو بشكل جزئي على النظام المستخدم في الطباعة و أيضا لأعتبارات سوقية أخرى حيث كان الهدف هو الحصول على طابعة ثلاثية الأبعاد بأقل من ٥٠٠٠ $ ، وهذا كان رأي العديد

من خبراء الصناعة و المستخدمين و المعلقين لفتح أفاق جديدة لتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد الى جمهور واسع و في نفس السنة شهد و صول شركة و التي لم تكن تشكل شيئاً على مستوى منظمة و هي مصنع سطح المكتب (Desktop Factory) لصاحبتها كاثي لويس (Chathy Lewis) و التي حصلت على الملكية الفكرية لأنظمة ثلاثية الأبعاد في سنة ٢٠٠٨.

على الرغم مما سبق تعتبر سنة ٢٠٠٧ نقطة تحول وصل اليها تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد . رغم أن القليل ظهر في ذلك الوقت كظاهرة الريب راب (RepRap) و التي كانت تأخذ بالتجذر . يتخيل الدكتور بوير (Dr.Bowyer) مفهوم الريب راب (Reprap) كمصدر مفتوح للجميع للتكرار الذاتي للطباعة ثلاثية الابعاد في وقت مبكر في سنة ٢٠٠٤ و التي تطورت في السنوات اللاحقة لاسيما ما قام به فيك اوليفر (Vik Oliver) و ريس جونز (Rhys Jones) و الذين طورا مفهوم للطريقة من خلال العمل على النماذج الأولية من الطابعات ثلاثية الأبعاد بأستخدام عمليات الترسيب (Deposition Process) . في سنة ٢٠٠٧ أطلق العنان على الطابعات ثلاثية الابعاد مفتوحة المصدر ، ولكنها تأخرت بالظهور بصورة تجارية حتى سنة ٢٠٠٩ على أساس مفهوم الريب راب (RepRap) و عرضت للبيع و كانت تسمى (بي اف بي راب مان) (BFB Rap Man)، و أدت ظاهرة الريب راب (Rep Rap) الى ظهور قطاع تجاري جديد في مجال الطباعة ثلاثية الابعاد .

بي ناين كرياتور (B9 Creator) (utilising DLP technology) جاء أولا في شهر يوينو تبعها الفورم (Form1) (Utilising Stereo lithography) (أستخدام التجسيم الحجري) في شهر كانون الأول و كلاهما أطلقت عن طريق موقع التمويل كيك أستارتر (Kick Starter) و كلتاهما و على حد سواء تتمتع بنجاح كبير في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد .

عام ٢٠١٣ شهد من النمو الكبير و الوطيد للطباعة ثلاثية الابعاد بحصول شركة ستراتسس (Stratasys) على مايكر بوت (Maker Bot) .

تطورت الطباعة ثلاثية الأبعاد من الجيل الثاني الى الثالث حتى الرابع حسب البعض و ما لا يمكن نفيه هو تأثير الطباعة ثلاثية الأبعاد على القطاعات الصناعية الضخمة و ذلك لأمكانياتها الكثيرة و التي ستظهر في المستقبل بشكل واضح .

Chapter 03 :
3D Printing Technology

الفصل الثالث :
تقنية الطباعة الثلاثية الابعاد

نقطة البداية لعمليات الطباعة ثلاثية الابعاد هي تصميم نموذج رقمي ثلاثي الابعاد و التي يمكن القيام بها بواسطة العديد من البرمجيات للتصاميم ثلاثية الابعاد حيث في الصناعة تستخدم (3D CAD) للمصنعين و المستهلكين و تتوفر العديد من البرامج سهلة الاستخدام و أيضا يمكن مسح الأشياء بأستخدام ماسحات ثلاثية الأبعاد و خزن معلومات النموذج بملف يمكن قرائتها من قبل الطباعة ثلاثي الأبعاد بعد أجراء التعديلات أن لزم ، و كذلك بأستخدام كاميرات تصوير أعتيادية و تحويلها الى اشكال ثلاثية الأبعاد .

ان المواد المصنعة او المطبوعة من قبل الطابعات ثلاثية الابعاد تكون على شكل طبقات و ذلك حسب التصميم و العمليات .

توظف المواد مثل البلاستيك و المعادن و السيراميك و الرمل حاليا و بشكل روتيني في مجال صناعة النماذج الأولية و التطبيقات الأنتاجية و تجري البحوث أيضا على الطباعة ثلاثية الأبعاد بأستخدام المواد الحيوية المختلفة لأنتاج المواد الغذائية و بشكل عام المواد المستخدمة في المستوى الواطئ من الطابعات ثلاثية الأبعاد المتوفرة في السوق أكثر تحديدا وتقيدا . فالبلاستيك حاليا هي المادة المستخدمة بصورة واسعة و غالبا ما يستخدم ال (ABS) (أي بي أس) و (PLA) (بي أل أي) و لكن هناك زيادة في عدد المواد البديلة المستخدمة مثل النايلون (Nylon) و كذلك توجد زيادة في عدد من الطابعات التي تتبنى أستخدام المواد الغذائية مثل السكر و الشوكلاته .

من المهم معرفة أحدى المحددات الجد المهمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد من حيث المواد و التطبيقات هو انه لا يوجد حل واحد يناسب الجميع ، كمثال على ذلك بعض طرق الطباعة ثلاثية الابعاد يتم بأستخدام مواد مسحوقة (نايلون ، بلاستيك ، سيراميك ، معادن) والتي تستخدم مصدر حراري قليل للتلبد و تذوب و تدمج طبقات من المواد المسحوقة ، عمليات من نوع أخر تستخدم مواد من راتنجات البوليمر (Polymer Resin) و بمساعدة ليز ضعيف لتصليب الراتنج في طبقات رقيقة جدا .

نفث القطرات الناعمة هي طريقة أخرئ من عمليات الطباعة ثلاثية الابعاد و التي تشبه طريقة عملها عمل الطابعات الثنائية الابعاد النافثة للحبر و لكن بأستخدام مواد متفوقة على الحبر و التي تحتوي على مواد تحافظ على التماسك .

ربما الاكثر شيوعا و الأسهل هي الطباعة ثلاثية الابعاد و التي تعتمد على عمليات الترسيب و هذه العملية أو الطريقة تستخدمها العديد في المستوى الواطئ من الطابعات ثلاثية الابعاد حيث تتم بقذف البلاستيك كل (PLA) و (ABS) من خلال قاذف مسخن لكي تتم الطباعة على شكل طبقات للشكل الذي تم اعداده مسبقا بواسطة برامج التصميم ثلاثية الابعاد.

لكون الاجزاء التي تتم طباعتها بصورة مباشرة من الممكن أنتاج أجسام معقدة و تحتوي على تفاصيل كثيرة و كثير من الاحيان بصورة تم تجميعها أثناء الطباعة دون الحاجة لتجميع القطع فيما بعد .

النقطة المهمة الاخرى في معرفة عمليات الطباعة ثلاثية الابعاد هي تحضير الملفات التصميمية و برامج تحويلية للملفات و تحسينها لكونها تؤدي الى الأسراع في الطباعة و بالأخص للأجزاء او قطع الغيار المعقدة الداعمة خلال البناء . حيث هناك تحديثات مستمرة للبرمجيات المستخدمة لتحسين الوضع النهائي .

علاوة على الحاجة الى اجتياز المراحل النهائية من عمليات الطباعة بصورة الية دون الحاجة الى العامل البشري كأزالة النماذج المطبوعة من الطابعة و الطلاء و التلوين أو استخدام الرمل والورنيش لوضع اللمسات الأخيرة على النماذج المطبوعة والتي غالبا ما يتم بأستخدام اليدين و تحتاج الى خبرة و وقت و صبر .

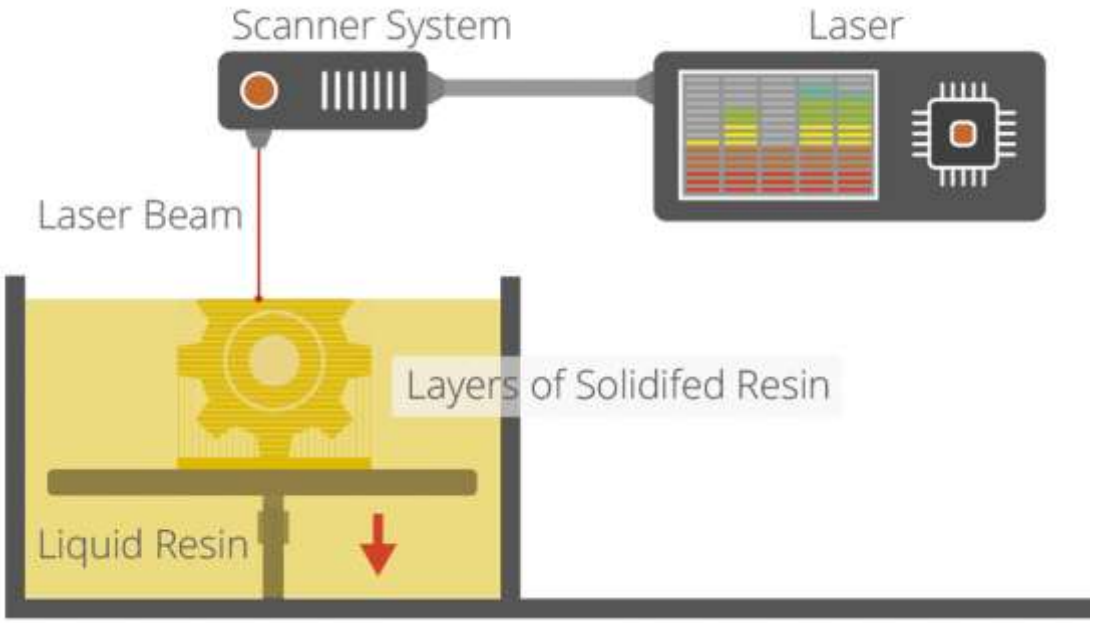
Chapter 04 :
3D Printing Processes

الفصل الرابع :
طرق او عمليات الطباعة ثلاثية الابعاد

طرق و عمليات الطباعة ثلاثية الابعاد :-

الطباعة ثلاثية الابعاد لها طرق و عمليات مختلفة و متنوعة و ذلك بأختلاف نوع المواد الأولية للطباعة و مواصفات القطع المطبوعة و منها :

جهاز التصوير الحجري المجسم (Stereo lithograph) (SL)

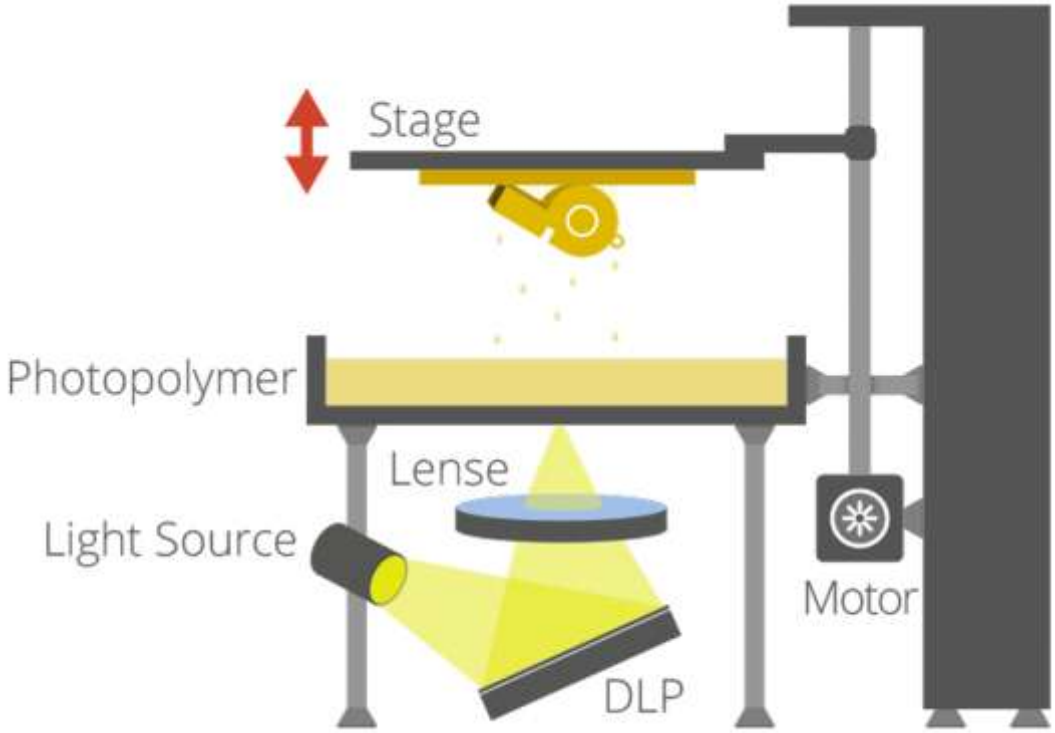


يصنف بصورة واسعة كأول طريقة للطباعة ثلاثية الأبعاد و متوفر تجارية برمز (SL) و تعتمد عملية الطباعة على الليزر و التي تعمل مع راتنجات البوليمير الضوئي و الذي يتفاعل بوجود الليزر و يتصلب بصورة دقيقة مكونة قطع ذات دقة و جودة عاليتين . أنها عملية معقدة و لكن يمكن تبسيطها بوجود راتنج البوليمير الضوئي في حوض يحتوي على منصة متحركة ، يوجه شعاء الليزر بمحوري (س و ص) X و Y خلال سطح الراتنج حسب المعلومات للشكل ثلاثي الأبعاد و يؤدي الى تصلب الراتنج و بالتحديد عند ضرب الليزر سطح حوض الراتنج و بصورة ادق على السطح الرقيق من الراتنج في الحوض ، وعندما تنتهي الطبقة الأولى تهبط المنصة في الحوض بأتجاه الأسفل بشي قليل بأتجاه المحور (ز) Z لتكملة الطبقة التي تليها بواسطة شعاع الليزر حتى أكمال الشكل بالكامل و يمكن رفع المنصة فيما بعد من الحوض لفصل النموذج او الشكل المطبوع .

بسبب طبيعة عمل (SL) تحتاج الأشكال المطبوعة بهذه الطريقة لدعم لبعض أجزائها على وجه التحديد كتلك التي تتدلى و تضعف و تحتاج الى الأزالة اليدوية و التنظيف و المعالجة بواسطة الة تشبه الفرن بأستخدام ضوء مكثف لتقوية الراتنج .

يمكن اعتبار (SL) بشكل عام من أدق عمليات الطباعة ثلاثية الابعاد و بأسطح نهائية ممتازة رغم وجود بعض العوامل المحددة منها بعض الخطوات الأضافية للمعالجة المطلوبة بعد الطباعة و الحاجة الى أستقرارية المواد المطبوعة مع مرور الوقت و التي يمكن أن تكون هشة مع مرور الوقت .

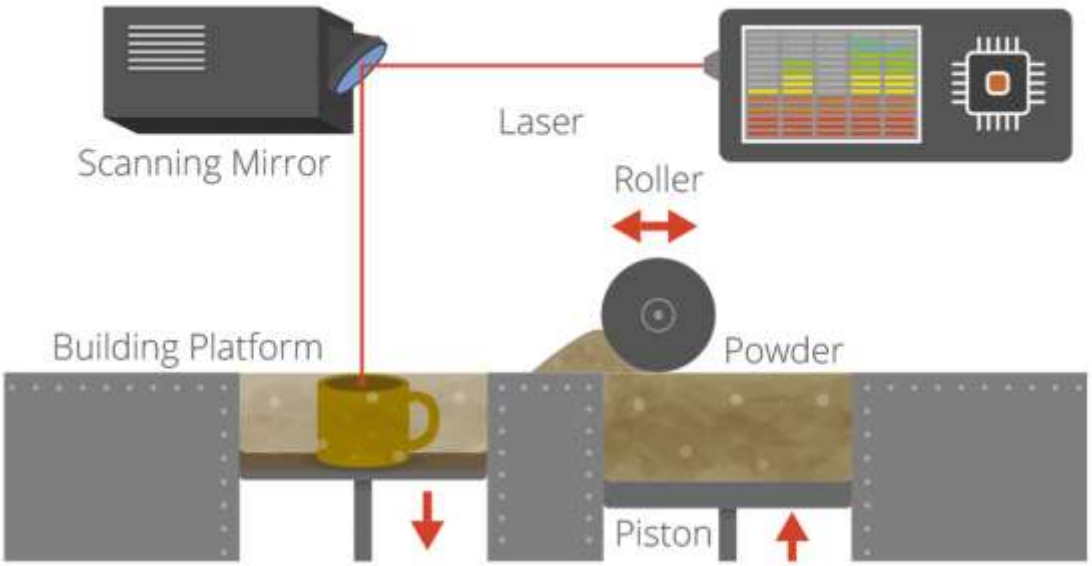
طريقة الضوء الرقمي (Digital Light Processing) (DLP)



تشبه عمليات (SL) من ناحية أستخدامها البوليميرالضوئي و لكن الاختلاف بينهما في نوع و شكل مصدر الضوء حيث أن (DLP) تستخدم نوعا تقليديا من مصادر الضوء مثل المصباح القوسي مع الكريستال السائل أو جهاز المراة المشوهة (Deformable Mirror Device) (DMD) . حيث يوجه الضوء خلال سطح حوض راتنج البوليميرالضوئي بمرور واحد مما يجعلها أسرع من طريقة (SL) .

ان طريقة (DLP) كطريقة (SL) تنتج منتجات ذات دقة عالية وممتازة و من ناحية التشابه ايضا تحتاج الى دعم البنية و المعالجة بعد الطباعة و لكن طريقة (DLP) تتميز بتفوقها على (SL) لكونها تحتاج الى كمية ضئيلة من الراتنج في الحوض لأكمال الطباعة لذا تقلل من الخسائر و التكلفة التشغيلية .

التذويب بالليزر (Laser Melting) / التلبد بالليزر (Laser Sintering)



هذا النوع من الطباعة يستخدم فيها الليزر أيضا و لكن المادة التي تطبع بها النموذج تكون بصورة مواد مسحوقة حيث يوجه شعاع الليزر على سرير من المواد المسحوقة و المضغوطة و حسب بيانات النموذج ثلاثي الأبعاد حيث تبدأ الطباعة على محورين (س و ص) (X , Y) للطبقة الأولى من النموذج و بتفاعل الليزر مع سطح المسحوق و يؤدي الى التصاقها ببعض و يكون قطعة صلبة حسب التصميم و بعد الأنتهاء من الطبقة الأولى تمرر أسطوانة مع القليل من المواد المسحوقة لملئ الفراغ الحاصل من هبوط منطقة الطباعة قبل أن يقوم شعاع الليزر بطباعة الطبقة الأخرى و التي ترتبط بالطبقة التي تليها الى ان تكتمل الطباعة و هكذا .

ان غرفة البناء أو مكان مسحوق الطباعة معزولة بصورة جيدة للحفاظ على درجة الحرارة أثناء عملية الطباعة و ذلك بالحفاظ على درجة أنصهار مادة المسحوق ، و بعد الأنتهاء من الطباعة تتم أزالة المسحوق الزائد و أخراج القطعة المطبوعة .

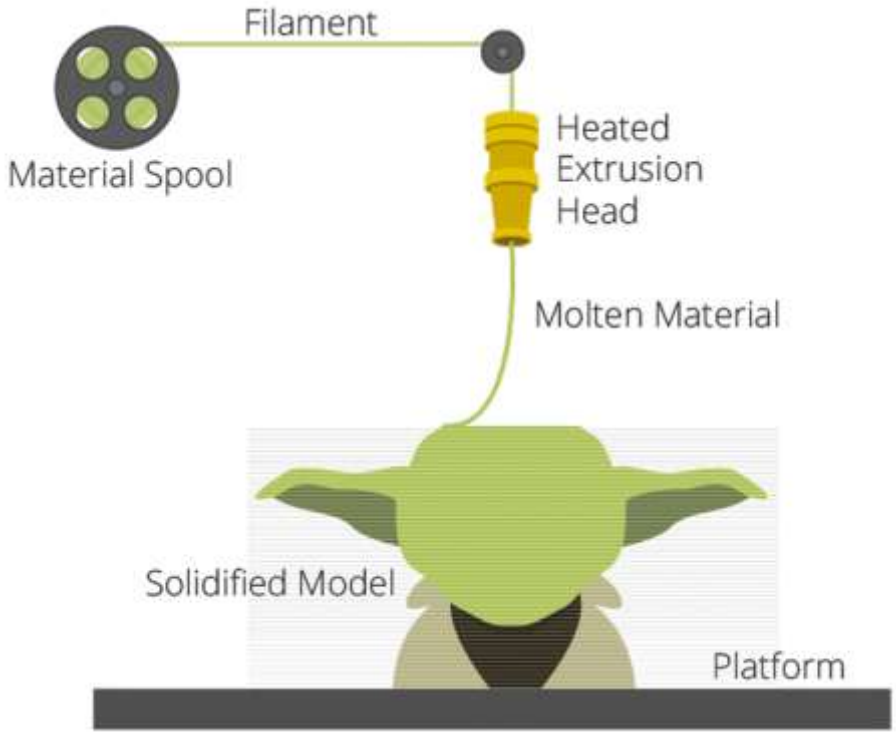
من اهم ميزات هذه الطريقة من الطباعة ثلاثية الأبعاد هو أن المسحوق بمثابة هيكل دعم للقطع المطبوعة و التي تمنعها من ان تتدلى و تضعف . و بذلك يمكن طباعة اشكال معقدة بهذه الطريقة و التي لا يمكن طباعتها بالطرق الأخرى .

على كل حال فأن عيوب هذه الطريقة هي درجة الحرارة العالية للتلبد و الحاجة الى وقت للتبريد بعد الطباعة و التي يجب أن تكون ضمن الأعتبار و علاوة على ذلك فأن المسامية تشكل مشكلة رئيسية لهذه الطريقة من الطباعة ثلاثية لأبعاد رغم

التحسينات الكبيرة لجعل أجزائها أكثر كفائة ، علما هناك بعض التطبيقات تتطلب أضافة مواد أخرى لتحسين الخصائص الميكانيكية .

التلبد بالليزر يمكن أستخدامها مع البالستيك و المعادن ولكن عند أستخدامها للمعادن فأنها تحتاج الى ليزر ذات طاقة عالية و درجة حرارة عالية مع المعادن.

النفث أو القذف (Extrusion) أف دي أم / أف أف أف FDM / FFF



تستخدم في هذا النوع من الطباعة ثلاثية الأبعاد مواد بلاستيكية حرارية و ذلك بنفثها خلال قاذف او نافث و هي واسعة الأنتشار . و تسمى بشكل عام بنمذجة مترسب المنصهر (Fused Deposition Modelling) (FDM) و هذه التسمية التجارية المسجلة من قبل ستراتسس (Stratasys) و هي الشركة الأصل التي طورتها .

ان تقنية (FDM) بدأت منذ أوئل عام ١٩٩٠ و أنتشرت بصورة واسعة بعد سنة ٢٠٠٩ بعد أطلاقها كشكل حر للتصنيع (Free Form Fabrication) (FFF) مثل أجهزة الريب راب (Rep Rap) و لكن بصورة محدودة لكون براءة الأختراع لحد الأن ملك لشركة ستراتسس (Stratasys) .

طريقة عمليات الطباعة تبدأ بأذابة شعيرات البلاستيك الموضوعة في نافث مسخن يقوم بنفث مادة الطباعة طبقة بعد طبقة على منصة البناء من خلال معلومات الشكل ثلاثي الأبعاد و التي تجهز بها الطابعة . حيث أن كل طبقة سوف تتصلب و تتم أيداع شعيرات بلاستيك جديدة في النافثة لضمان استمرارية الطباعة و بالنهاية تلتصق هذه الطبقات فيما بينها و تكون القطعة المطبوعة . شركة ستراتسس (Stratasys) طورت مدى واسع من المواد والتي تملكها صناعيا لطابعاتها من (FDM) و التي تناسب انتاج بعض التطبيقات . و لكن في مستوى الطابعات الموجودة في السوق حاليا هناك تحديد

في المواد المستخدمة رغم النمو الذي يشهده هذا القطاع حيث ان المواد شائعة الأستخدام في هذا النوع من الطابعات هي (أي بي أس) (ABS) و (بي إل أي) (PLA) و المتوفرة بالسوق بأنواع و مصادر مختلفة .

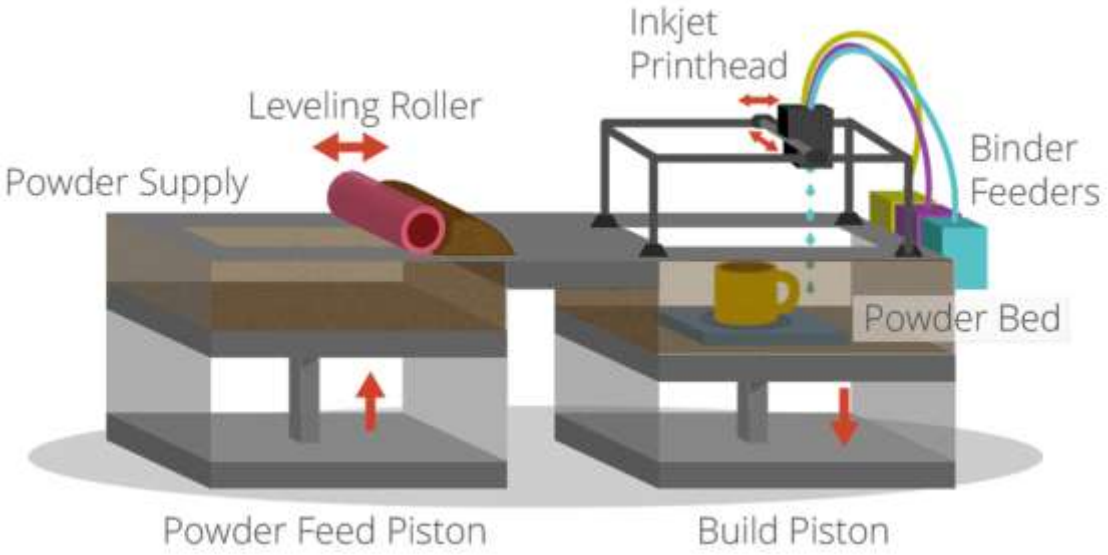
عمليات (FDM) تحتاج لدعم البنية أثناء الطباعة لتعليق الأشكال الهندسية للتطبيقات إن لزم و هذا يعتبر من احدى مساوئه . على كل حال تتم تطوير و تحسين الطابعات من هذا النوع حاليا بوجدود رئسين للنفث او اكثر بحيث يمكن أستخدام أكثر من لون و نوع من الشعيرات البلاستيكية من (أي بي أس) (ABS) و (بي إل أي) (PLA) .

كذلك عمليات الطباعة قد تكون بطيئة لبعض الأجزاء الهندسية للشكل الذي يتم طباعته و قد يؤدي الى سيلانها بصورة قليلة و يمكن معالجتها فيما بعد بأستخدام القليل من الأسيتون .

نافثة الحبر : نفث الرابط (Inkjet : Binder Jetting)

هناك نوعين من عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد تستخدم هذ التقنية

نافثة الرابط (Binder Jetting)

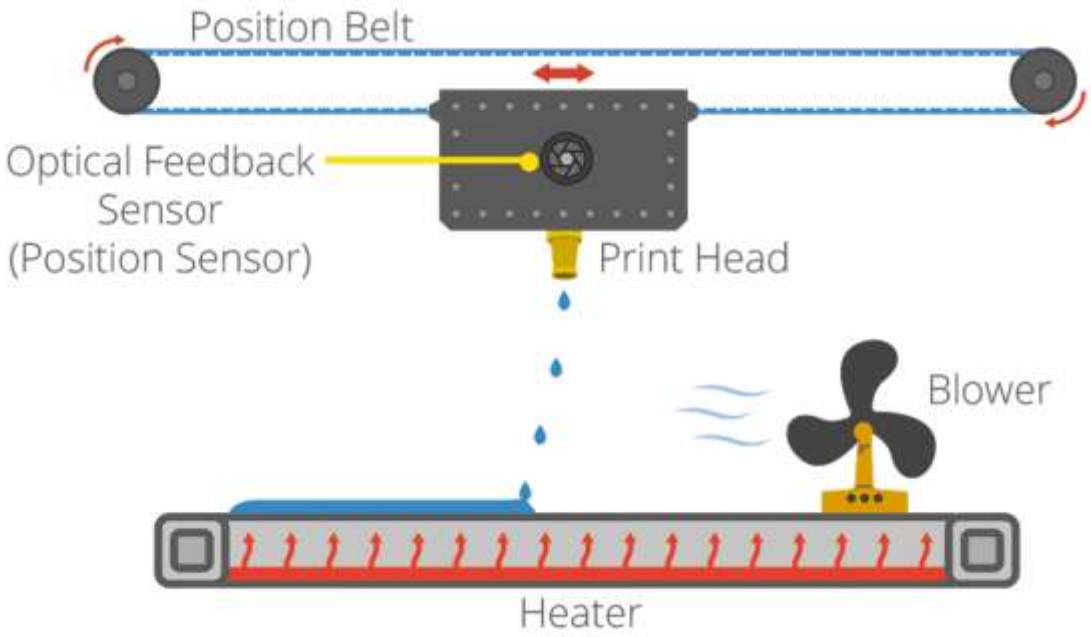


تنفث المواد الرابطة بواسطة رأس النفث على مضجع المواد المسحوقة في الاسفل ، حيث ترش المادة الرابطة بصورة انتقائية على مضجع المواد المسحوقة و تؤدي الى اندماج جزء من المواد في طبقة لطباعة القطعة المطلوبة ، و بعد الأنتهاء من الطبقة الأولى تهبط مضجع المواد تدريجيا و تقوم رولة أو شفرة بدفع المسحوق الى سطح المضجع ثم يقوم الرأس النافث بقذف المادة الرابطة و حسب شكل القطعة المطلوبة طباعته بلصق المواد المسحوقة حيث تتشكل هذه الطبقات و تتحد مع بعضها لتكون بالنهاية القطعة المطلوبة .

من محاسن هذه العملية عدم حاجتها لدعم أجزاء القطع المطبوعة لانها تدعم نفسها بواسطة المواد الباقية من المسحوق الذي لم يتم استخدامه في الطباعة في مضجع المواد المسحوقة ، علاوة على ذلك يمكن أستخدام مدى واسع من المواد في هذه الطريقة من الطباعة ثلاثية الأبعاد مثل السراميك و الطعام .

من الميزات المهمة لهذه الطريقة من الطباعة ثلاثية الأبعاد هي أمكانية اضافة الألوان و بمدى واسع من التدرجات و ذلك بأضافتها الى المادة الرابطة.

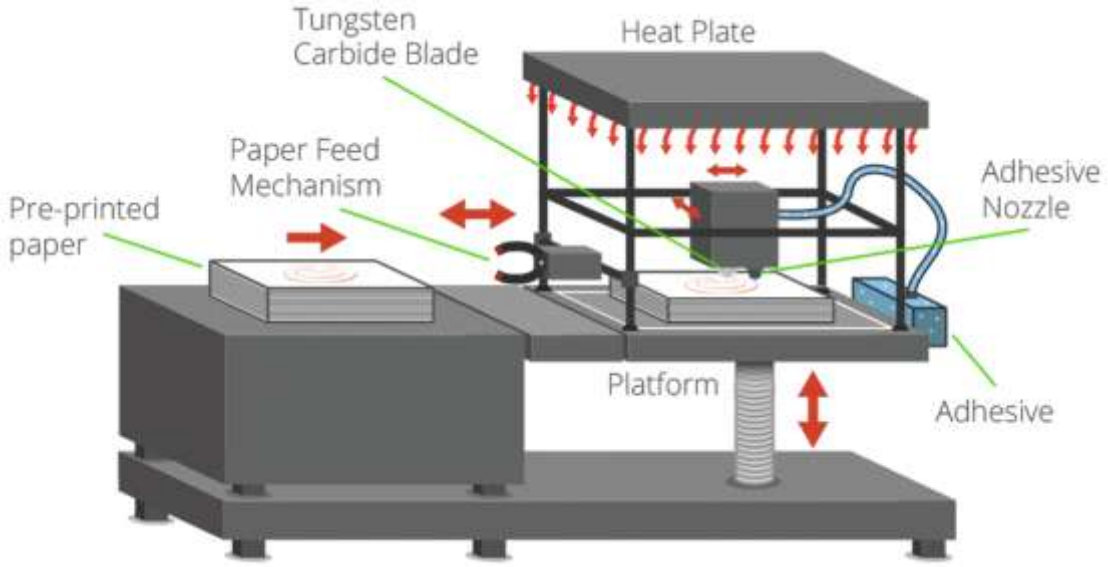
القطع المطبوعة لا تكون من القوة كالقطع المطبوعة بأستخدام عمليات التلبد بالليزر (SLS) و تحتاج الى عمليات أضافية لضمان المتانة .



ان المادة الاساسية لهذا النوع من الطباعة تكون بحالة سائلة و التي تنفث أنتقائيا خلال الرأس النافث مع مادة داعمة للنفث في نفس الوقت ، و بعد ذلك المواد تميل الى أن تكوين سائل فتوبوليمر و الذي يعالج من خلال الأشعة فوق البنفسجية مع كل طبقة تتم ترسيبها .

طبيعة الطباعة في هذه الطريقة تسمح بأستخدام مدى واسع من المواد و ذلك يعني أن القطعة الواحد يمكن أنتاجها أو طباعتها بأستخدام العديد من المواد و بخصائص مختلفة . كذلك تكون الطباعة هذه دقيقة جدا و تنتج منها قطع ذات تفاصيل دقيقة كأنها مصقولة .

الترسيب الصفائحي الأنتقائي (SDL) (Selective Deposition Lomination)



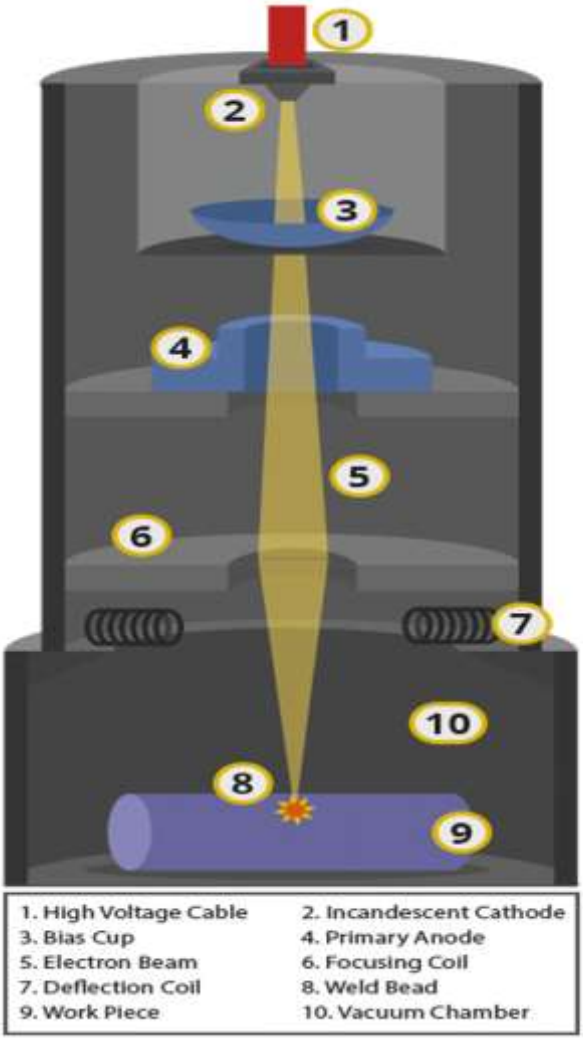
صنعت و طورت هذه الطريقة من قبل شركة تقنيات مكور (Mcor) و هناك شيئ من الشبه لهذه العملية مع عمليات التصنيع بالكائن الرقائقي (Laminated Object Manufacturing) (LOM) و التي طورت من قبل هيليسس (Helisys) سنة ١٩٩٠ و ذلك في تشكيل الطبقات الورقية لطباعة القطعة النهائية.

الطباعة ثلاثية الأبعاد بطريقة (SDC) تبنى القطع المطبوعة طبقة فوق طبقة بأستخدام ورق أستنساخ قياسي **(كورق A4)** .

كل طبقة جديدة من الورق يثبت مع الطبقة او الورقة التي قبلها بأستخدام لاصق و الذي يتم أختيارها أنتقائيا حسب التصميم للشكل ثلاثي الأبعاد و هذا يعني في المنطقة التي تكون فيها المادة اللاصقة أكثر تترسب و تكون القطعة المطبوعة و المنطقة التي تكون فيها قليلة تمثل محيط القطعة المطبوعة و تكون بمثابة دعم للقطعة المطبوعة و التي تزال فيما بعد بواسطة شفرة كربيد التنغستن (Tungsten Carbide Blades) للحصول على القطعة النهائية المطبوعة . حيث يقوم صحن البناء بالأرتفاع الى الأعلى كلما تم أضافة ورق جديد مع اللاصق و يتم ضغط طبقات الورق بأستخدام مصدر حراري من الصحن العلوي الحار .

طريقة (SDL) و احدة من عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد التي يمكن استخدام مدى واسع من الألوان فيها .

شعاع الألكترون الأنصهاري (Electron Beam Melting) (EBM)



طورت من قبل الشركة السويدية أركام (Arcam) كطريقة للطباعة على المعادن و التي تشبه الى حد كبير تلبد المعدن بالليزر المباشر (Direct Metal Laser Sintering) (DMLS) في القطع المطبوعة لاستخدامها مسحوق المعدن و الأختلاف بينهما هو مصدر الحرارة و التي كما يوحي أسمها شعاع الأكترون بدلا من الليزر . و هذا يتطلب أن يتم في ظروف الفراغ الجوي .

هذا النوع من الطباعة لها القدرة على طباعة قطع أو أجزاء ذات كثافة عالية للعديد من المعادن لذلك فهذه الطريقة من الطباعة ناجحة في العديد من التطبيقات و بالاخص الصناعات الطبية . كذلك هناك مجالات أخرى تستخدم فيها و التي تحتاج الى تقنية عالية كصناعة الطائرات و السيارات .

تتميز هذه الطريقة من طباعة ثلاثية الابعاد بكونها أمنة و صديقة للبيئة و لكنها ليست قادرة على المنافسة مع عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد الأخرى في أنتاج القطع الهندسية المعقدة و هناك تقيد في حجم القطع المصنعة أو المطبوعة و الذي يقتصر على حجم اللقيم (Feed Stock) أو حجم المواد داخل جهاز الطبع .

Chapter 05 :
3D Printing Materials

الفصل الخامس :
مواد الطباعة ثلاثية الابعاد

المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد قطعت شوطا طويلا منذ الأيام الأولى لهذه التكنولوجيا . هناك الأن مدى واسع لمختلف أنواع المواد و التي يتم توفيرها في مختلف الحالات (مسحوق ، خيوط ، حبيبات ، راتنج ، كريات)

كذلك هناك مواد محددة تطور لنوع محدد من الطباعة ثلاثية الأبعاد و التطبيقات خاصة (كمثال على ذلك في مجال طب الأسنان) مع خصائص للمواد تتناسب و مع التطبيق المستخدم لأجله .

على أي حال . هناك الأن العديد من المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد تقوم بصناعتها مصنعي الطابعات أنفسهم بالغالب .

في هذا الفصل سوف نتطرق على المواد الشائعة الأستخدام و الأكثر شعبية .

النايلون (Nylon) أو مادة البولي أميد

تستخدم بالغالب بصورته المسحوقة أو على صورة خيوط . و هي مادة قوية و مرنة و اثبتت نجاحا عند أستخدامها في الطابعات ثلاثية الأبعاد .

و في حالتها الطبيعية تكون أبيض اللون و لكن يمكن تلوينها قبل أو بعد الطباعة و يمكن ان تكون على شكل مسحوق مع الألمنيوم المسحوق مكونة مادة أخرى شائعة الأستخدام في الطابعات ثلاثية الأبعاد و التي تسمى (تلبد – الومايد) (Sintering – Alumide) .

أي بي أس (ABS)

هي مادة شائعة الأستخدام من البلاستيك تستخدم في الطباعة ثلاثية بشكل خيوط بالاخص في الطابعات الثلاثية الأبعاد ذات المستوى الأدنى و هي مادة قوية من البلاستيك و ذات الوان كثيرة و يمكن شرائها بصورة خيوط من العديد من المصنعين و لهذا السبب هي شائعة الأستخدام .

بي أيل أي (PLA)

هي مواد التحلل البيولوجي للبلاستيك و هذا يعطي اهمية كبيرة لها في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد . و يمكن أستخدامها بصورة راتنج في طريقتي الطباعة (SL) و (DLP) و كذلك على شكل خيوط لطريقة الطباعة (FDM) .

توجد الوان متعددة فيها و يمكن ان توجد بصورة شفافة و أثبتت أنه خيار مفيد في بعض التطبيقات للطباعة ثلاثية الأبعاد ، و على أية حال فهي ليست متينة و مرنة مثل (أي بي أس) (ABS) .

لي وود (Lay Wood)

طورت بصورة خاصة كمواد للطابعات ثلاثية الأبعاد النافثة ذات المستوى الواطئ . و تنتج بصورة خيوط و هي عبارة عن بوليمير الخشب المركب (و يشار اليها أيضا (دبليو بي سي) (WPC)) .

معادن (Metal)

الكثير من المعادن والمعادن المركبة تستخدم كمواد للطباعة في الطابعات ثلاثية الأبعاد . أثنتان منها أكثر شيوعا هما الألمنيوم و مشتقات الكوبلت .

كذلك تستخدم مادة هي واحدة من أقوى و اكثر شيوعا في الطباعة ثلاثية الأبعاد الا وهو الفولاذ المقام للصدأ و يكون بصورة مسحوقة لأستخدامها في عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد للتلبد و الأذابة و (EBM) . و يكون لونها فضي و يمكن طلائها بمواد أخرى لأعطاء تأثير الذهب و البرونز .

حاليا تتم أضافة الذهب و الفضة مع مواد معدنية كثيرة لاستخدامها في الطباعة ثلاثية الابعاد مباشرة في تطبيقات صناعة المجوهرات ، و هذان المعدنيين مواد قوية جدا و تتم معالجتها بصورة مسحوقة .

التيتانيوم واحدة من أقوى المعادن و هي كذلك تستخدم في الطباعة ثلاثية الابعاد في بعض الأحيان و تأتي بصورة مسحوقة و يمكن أستخدامها في عمليات أو طرق التلبد و الذوبان و (EBM) .

السيراميك (Ceramics)

السيراميك هي مادة جديدة نسبيا على مجموعة المواد التي يمكن أستخدامها في الطباعة ثلاثية الأبعاد و أثبتت نجاحا في عدة مستويات . و هي تخضع الى نفس الظروف التي تحتاجها السيراميك بالطرق التقليدية لأنتاجه و التي تطلق عليها الحرق و التزجيج .

الورق (Paper)

الورق العادي نوع (A4) هي مواد للطباعة ثلاثية الأبعاد تستخدمها طريقة الطباعة (SDL) لشركة مكور للتقنيات (Mcor Technologies) و تكلفة هذه المعدات متوسطة و لكن ما يميزها أمكانية الحصول عليها بسهولة و بتكلفة قليلة كمواد الأولية للطباعة ثلاثية الأبعاد و يمكن شرائها محليا وهي الورق العادي .

النماذج ثلاثية الابعاد المطبوعة بواسطة الورق أمنة و صديقة للبيئة و يمكن أعادة تدويرها بسهولة و لا تحتاج الى عمليات أضافية .

المواد الحيوية (Bio Material)

هناك كم كبير من البحوث التي أصبحت تواكب أحتمال الطباعة ثلاثية الأبعاد للمواد الحيوية في الأغراض الطبية و التطبيقات الأخرى . حيث يجري البحث على الأنسجة الحية (Living Tissue) في العديد من المؤسسات الرائدة من أجل تطوير التطبيقات التي تشمل طباعة الأعضاء البشرية للزرع فضلا عن أمكانية أستبدال الأنسجة الخارجية للجسم .

هناك مجال أخر في هذا النوع من الطباعة يركز على تطوير المواد الغذائية كاللحوم على سبيل المثال .

الأطعمة (Foods)

تجربة النفث في الطباعة ثلاثية الأبعاد للطعام تزداد بصورة دراماتيكية في السنوات الأخيرة .

الشكولاتة هي الأكثر شيوعا و رغبة و هناك أيضا طابعات تعمل بالسكر و في بعض التجارب مع المعكرونة و اللحوم .

عند النظر الى مستقبل البحوث التي تضطلع في استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد نتوقع طباعة مواد غذائية كاملة متوازنة.

أخرى (Other)

هناك شركة واحدة لها مواد فريدة (ملكية خاصة) و هي شركة ستراتسس (Stratasys) مع مواده الرقمية لمنصة الطباعة (Connex 3D) .حيث أن مواد الطباعة تكون مجتمعة خلال عمليات الطباعة في تراكيز مختلفة و محددة لأنتاج مواد جديدة مع الخصائص المطلوبة .

ما يصل الى ١٤٠ من مختلف المواد الرقمية يمكن ان تتم طباعتها في مادة أولية واحدة و بطرق مختلفة .

Chapter 06 :
3D Printing Global Effect

الفصل السادس :
التأثير العالمي للطباعة ثلاثية الابعاد

ان الطباعة ثلاثية الأبعاد تأثير كبير على طريقة الأنتاج و طبيعة التصنيع التقليدية و حتى من الناحية الأجتماعية و الأقتصادية و البيئية و السلامة في عمليات التصنيع و النتائج الأيجابية عالميا .

حيث يمكن الطباعة ثلاثية الأبعاد أن تجلب الأنتاج بالقرب من المستخدم أو المستهلك و بالتالي تؤدي الى الحد من القيود الحالية لسلسلة التوريد .

وكذلك الانتاج على دفعات حسب الطلب على قدر حاجة المستهلكين و تقليل أو الحد من تراكم المنتوج في الخزن في بعض الأحيان كما يحدث داخل شركة أمازون بأدارة أعمالها .

أستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بكثرة محتمل ان توثر بصورة قوية على الأقتصاد العالمي حيث أن التحول من النموذج الحالي في الأنتاج العالمي للسلع الى الأنتاج المحلي و حسب الطلب من المحتمل أن يقلل من عدم التوازن بين التصدير و الأستيراد بين الدول .

شحن قطع الغيار و المنتجات من جزء من العالم الى أخر محتمل قد يتغيير بشكل جذري في المستقبل ربما تتم طباعتها بواسطة الطابعات ثلاثية الابعاد في الموقع المطلوب .

ان الهدف النهائي عند العديد من المستهلكين تشغيل طابعاتهم الثلاثية الأبعاد الخاصة بهم في المنزل أو خلال مجموعة مشتركة بطابعة واحدة ، و حيث التصاميم الرقمية لأي (تخصيص أو تطبيق) متوفر من خلال تحميله عبر شبكة الأنترنيت و التي يمكن أرسالها الى الطابعة التي يتم تحميلها بالمواد الصحيحة لطباعة الاغراض المستهدفة .

حاليا هناك بعض النقاش حول ما إذا كان كل هذا قد مضى . أو حتى ان هناك نقاش أكثر صرامة حول الأطار الزمني الذي قد تحدث فيها هذا .هذا التبني الواسع للطباعة ثلاثية الأبعاد من شأنه أن يكون سبب في أعادة أختراع عدد من المنتجات المخترعة أصلا بعبارة اخرى (تطويرها) .

يعتقد العديد من أن الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن أن تكون لها القدرة على حقن النمو بالأبتكار و التصنيع المحلي .

الطباعة ثلاثية الأبعاد محتمل أن توجد نوعا جديدا من الصناعات و مهن جديدة تماما مثل تلك المتعلقة بأنتاج الطابعات ثلاثية الأبعاد . مثل فرص للخدمات المهنية التي تتعلق بالطباعة ثلاثية الأبعاد بدأ من تصميم أشكال جديدة من المنتجات و مشغلي الطابعات و موردي المواد الاولية للطابعات ثلاثية الابعاد .

ان تأثير الطباعة ثلاثية الأبعاد على العالم النامي هو كسيف ذو حدين حيث أن أحد الأمثلة على الجانب الأيجابي للتأثير هو تقليل تكاليف الأنتاج من خلال تدوير أستخدام المواد و أستخدام مواد محلية بديلة . و لكن فقدان و ظائف المصنعين قد يتضرر منها بعض البلدان النامية بقسوة و التي من شأنها أن تأخذ و قت على التغلب عليها .

العالم المتقدم قد يستفاد جدا من الطباعة ثلاثية الأبعاد و ذلك لأزدياد المجتمعات ذات الأعمار الكبير نتيجة التحول في التركيبة السكانية العمرية و بذلك قد يقل الأهتمام في القلق المتعلق بالأنتاج و قوة العمل و أيضا فأن الفوائد الصحية للأستعملات الطبية للطابعة ثلاثية الأبعاد من شأنه أن تلبي أحتياجات شيخوخة المجتمع الغربي .

Chapter 07 :
3D Printing Benefits and Value

الفصل السابع :
فوائد و أهمية الطباعة ثلاثية الابعاد

فوائد الطباعة ثلاثية الأبعاد سواءا كانت صناعة محلية أو على المستوى الفردي و ذلك لتميزها على الطرق التقليدية من التصنيع . ان هذا النوع من الطباعة يمكنها ان : -

التخصيص (Customisation)

عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد تسمح التخصيص الشامل و ذلك بالقدرة على أضافة الطابع الشخصي للمنتجات و فقا للأحتياجات الفردية و المتطلبات حتى داخل نفس حجرة البناء للطابعة ثلاثية الأبعاد و ذلك يعني أنه يمكن أنتاج العديد من المنتجات دون أي عملية أضافية و بصورة اقتصادية .

التعقيد (Complexity)

بعد ظهور الطباعة ثلاثية الأبعاد (و التصميم في بيئة رقمية) أمكن تصميم و طباعة أشكال معقدة جدا و التي لم تكن ممكنا انتاجها بالطرق التقليدية ، حيث يتم تطوير تطبيقات معقدة المكونات لتثبت من كون هذا النوع من التصنيع أخف و أقوى من اسلافها من المصنوعة بالطرق التقليدية من التصنيع ، وكما هي الحال عند أستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في قطاع صناعة الطائرات .

أدوات – أقل (Tools – less)

صناعة التصنيع واحدة من أكثر العمليات المكلفة و تحتاج الى وقت و مراحل مكثفة من التطوير و البناء في عمليات الأنتاج منها أنتاج الأدوات لتصنيع القطع .

للتطبيقات الصغيرة و المتوسطة يمكن الطباعة ثلاثية الأبعاد أن تنهي الحاجة الى الى الأدوات للانتاج مثل القوالب و بذلك تقل التكلفة و تقل وقت التصنيع و العمل المرتبط به و هذا أحد أسباب الجذب الشديد للتوجه لمثل هذا النوع من التصنيع و حتى يمكنها الطباعة بحيث لا تحتاج لتركيب الأجزاء ببعض بل تأتي مركبة أثناء طباعتها مباشرة ، لذلك تقل تكلفة الأنتاج نتيجة لعدم الحاجة لعمال التركيب .

مستدامة / صديقة للبيئة (Sustainable / Environmentally Frendly)

تعتبر الطباعة ثلاثية الأبعاد أحدى التقنيات الكفؤة من ناحية صرف الطاقة و بذلك هي صديقة للبيئة في حالة صناعة نفس القطع (مماثل) و تنتج القليل من الفضلات و تكون أخف و أقوى من الطرق التقليدية للأنتاج و بذلك تقلل أيضا من أنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكاربون و لكون الطباعة ثلاثية الابعاد تتم محليا و لا توجد الحاجة الى نقل المنتجات المصنعة حول العالم لذلك تقل الانبعاثات نتيجة عدم الحاجة الى النقل .

Chapter 08 :
3D Printing Applications

الفصل الثامن :
تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد

كانت في البداية تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد (النماذج الأولية السريعة) و كانت الغاية تسريع عملية التطوير في أنتاج النماذج الأولية و التي يمكن أستخدامها لتكرار المنتوج بصورة اسرع و أكفئ و كحل مثالي للمشاكل التي كانت تعاني منها الطرق القديمة لتصنيع النماذج الأولية .

الطباعة ثلاثية الأبعاد تقتصر في الوقت و التكاليف في المراحل الأولى لتطوير المنتجات و يضمن النوعية قبل أنتاج الأدوات التي تستخدم لتكرار المنتوج في كل القوالب .

النماذج الأولية لاتزال على الأرجح أكثر التطبيقات التي تستخدم فيها الطباعة ثلاثية الأبعاد .

استمرت التطورات و التحسينات في العمليات و المواد المستخدمة فيها منذ ظهور الطباعة ثلاثية الأبعاد لطباعة النماذج الأولية حيث شهد أستخدام طرقها في التطبيقات التجارية مباشرة ، و تطبيقات الأدوات و الصب التي تم الأستفادة من ميزاتها عند أنتاجها بالطابعة ثلاثية الأبعاد و سرعان ما تم تبنيها في القطاع الصناعي و التحسينات مستمرة و لازالت على كافة المستويات سواءا في العمليات او المواد الاولية للطباعة و البرامج المتعلقة بهذا النوع من التصنيع ، و سوف نتطرق على بعض أستخدامات الطباعة ثلاثية الأبعاد .

في المجال الطبي و طب الأسنان (Medical & Dental Use)

القطاع الطبي على ما يبدو أحد المجالات التي تبنت الطباعة ثلاثية الأبعاد في وقت مبكر مع أحتمال نمو كبير في هذا القطاع و ذلك لقدرات التخصيص عند استخدام الطباعة ثلاثية الابعاد على المستوى الفردي و القدرة على تحسين حياة الناس .

حيث بدأ أستخدامها في المجال الطبي الصناعي بصناعة النماذج الأولية لدعم و تطوير المنتجات الطبية و صناعة طب الأسنان حيث تم استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لصناعة نماذج مفصلة للصب المعدني للتيجان التي تستخدم في طب الأسنان و صناعة المعدات الطبية . كذلك استخدمت في صناعة الأعضاء الأصطناعية لاستخدامها في الزرع مثل الورك و الركبة و المفاصل الخاصة و أجهزة السمع و تقويم العظام و الأطراف الصناعية للمرضى المصابين بهشاشة العظام و السرطان .

تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد تطور أيضا لطباعة الجلد و العظام و الأنسجة و المسحضرات الصيدلانية و حتى الأعضاء البشرية .

تحتاج هذه التقنيات رغم بدايتها الواعدة الى زمن طويل لتتحول الى الاستغلال التجاري الواسع و في متناول الجميع .

صناعة الطائرات (Aerospace)

تبنت قطاع صناعة الطائرات الطباعة ثلاثية الابعاد في وقت مبكر كالقطاع الطبي و ذلك في تطوير المنتجات و صناعة النماذج الأولية و هذه الشركات تعمل بشراكة مع الأكاديميين و معاهد التطوير و الذين كما يبدوا أصبحوا قريبين من أستخدامها في الصناعة التطبيقية .

و لكن بسبب الطبيعة الحرجة في تطوير الطائرات فأن أعمال البحث و التطوير تتطلب معايير حاسمة و قاسية .

العمليات و المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد شهدت العديد من التطويرات و أستخدمت في التطبيقات الرئيسية المتقدمة في قطاع الطيران و بعض القطع الغير الحرجة .

رغم ذلك يتم حاليا استخدام طابعات عملاقة في صناعة بعض الاجزاء الاساسية في الطائرات في العديد من شركات صناعة الطائرات . ومن ابرز المستخدمين الذين يستخدمون هذا النوع من التصنيع هم : جي أي / موريس تكنولوجي (GE (Morris Technologies) و أيرباص / أي أي دي أس (Airbus/ EADS) و روس رايس (Rolls – Royce) و بي أي أي سستم (BAE System) و بوينغ (Boeing) .

سيارات (Automotive)

استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد في وقت مبكر لتصنيع النماذج الأولية السريعة في شركات انتاج السيارات و المطورين . حيث ان العديد من شركات السيارات و بالأخص التي تتعامل مع السيارات الرياضية و الفورملا ون (F1) التي قلدت خطى شركات صناعة الطائرات بأستخدامها الطباعة ثلاثية الابعاد .

كذلك تستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد في قطاع صناعة السيرات و تطوير المواد المستخدمة و الاستفادة منها في تصنيع قطع السيارات .

الكثير من شركات صناعة السيارات تنظر الى هذا النوع من الطباعة لأستخدامها في خدمات ما بعد البيع من حيث أنتاج قطع الغيار عند الطلب .

مجوهرات (Jewellery)

المعروف في هذا المجال حاجتها الى معرفة عالية و محددة في التصنيع كصناعة قوالب الصب و الطلاء و النقش و التصنيع النهائي . كل هذه التخصصات تطورت على مدى سنوات عديدة و تحتاج الى معرفة تقنية عند تطبيقها على تصنيع المجوهرات .

الطباعة ثلاثية الابعاد أثبتت نفسها في هذا المجال و هي تجذب الأنتباه على أساس كيفية الطباعة ثلاثية الأبعاد و المساهمة في زيادة تطوير هذه الصناعة بأستخدام البرامج مثل(ثري دي كات) (3D CAD) للتصميم و تحسين العمليات التقليدية للطباعة ثلاثية الأبعاد لأنتاج المجوهرات و أدى الى انهاء المراحل التقليدية للتصنيع و كذلك تزداد يوم بعد يوم تأثير الطباعة ثلاثية الأبعاد على هذا القطاع .

فن / تصميم / نحت (Art / Design / Sculpture)

الفنانين و النحاتين أنخرطوا في مجال الطباعة ثلاثية الابعاد في عدد لا يحصى من الطرق المختلفة في أستكشاف أشكال و طرق كانت مستحيلة سابقا القيام بها .

هناك العديد من الفنانين الذين بزغ أسمهم من خلال عملهم على وجه التحديد بأستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد و المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد و التقنيات المتعلقة بهذه الطريقة الجديدة من الطباعة منهم :

جوزها هاركر (Joshua Harker)

ديزنك أوف (Dizing Of)

جسيكا روسن كرانتز بأنظمة نير فوز (Jessica Rosen Krantz at Nervos System)

نايك أيرفينك (Nick Ervink)

ليونيل ديان (Lionel Dean)

و العديد أخرون

الماسحات ثلاثية الأبعاد جنبا الى جنب مع الطابعة ثلاثية الأبعاد يجلب بعدا جديدا لعالم الفن ، هناك من طلاب الفن قاموا بأعادة عمل نسخ مطابقة للقطع الفنية القديمة التاريخية بأستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد ، عمل الكوزمو وين مان (Cosmo Wenman) و بشكل خاص المميز في هذا المجال .

الهندسة المعمارية (Architecture)

نماذج الهندسة المعمارية منذ فترة طويلة من التطبيقات ثابتة الأستخدام للطباعة ثلاثية الأبعاد و ذلك بطباعة نماذج هندسية دقيقة ثلاثية الابعاد للزيادة في التوضيح و اعطاء صورة مصغرة للمشروع و لكن بطريقة ثلاثية الابعاد و تحتوي على الكثير من التفاصيل الدقيقة.

حيث تقدم الطباعة ثلاثية الأبعاد بصورة نسبية السرعة و البساطة و حلول مجدية أقتصاديا و ذلك بطباعة النماذج مباشرة من برامج مثل (ثري دي كات) (3D CAD) أو كمعلومات أضافية يستخدمها المهندسين المعماريين .

هناك العديد من الشركات المعمارية الناجحة الأن عادة ما تستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد (في المنزل أو كخدمة) كجزء هام من سير العمل الخاص لزيادة الأبتكار و تحسين التواصل .

في الأونة الأخير تحول رؤية بعض المهندسين المعماريين و الأنشائين الى البحث في أستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد مباشرة كطريقة جديدة في البناء مثل ما تقوم به بعض الشركات الصينية ببناء هياكل كاملة للبيوت بأستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد .

موضة (Fashion)

لتحسن العمليات المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد من حيث الدقة و مواد الطباعة . صناعة واحدة و التي تشتهر بحب التجربة بصورة كبيرة قد اخذت الصدارة بأختيار الطباعة ثلاثية الابعاد بالطبع نحن نتحدث عن الموضة كالأزياء و العباءات و الملابس بشكل عام و القبعات و الحقائب و التي كل هذا الذي تم ذكره وجد طريقة الى العالمية بأستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم الأزياء الراقية .

أريش فان هيربين (Iris Van Herpen) تعتبر من الرائدات في هذا المجال حيث قامت بأنتاج مجموعات ونماذج تم عرضها في باريس و ميلان بأستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد و قامت بنسف الطرق التقليدية في صناعة الأزياء و التي لم تعد تنطبق على تصاميم الأزياء .

العديد من زملائها في هذا المجال يتبعون خطاها بأستخدام الطباعة ثلاثية الابعاد .

طعام (Food)

هي أحدى التطبيقات الناشئة من حيث العمليات و طرق الطباعة و المواد و هناك ناس متحسمون جدا في هذا المجال بالنهاية كلنا نحتاج أن نأكل . الطباعة ثلاثية الأبعاد تظهر لنا طريقة جديدة في أعداد و تقديم الطعام و بالأخص الأطعمة الجاهزة .

المستخدمين الأوائل في هذا المجال كانوا مصنعي الحلويات مثل الشكولاتة و السكريات و ذلك بأستخدام طابعات خاصة بها و هناك بعض التجارب المبتكرة مع المواد الغذائية و ذلك بطباعة اللحوم على مستوى البروتينات الخلوية .في الأونة الأخيرة تستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد في أعدا المعكرونة .

بالنظر الى مستقبل الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال صناعة الطعام في يوم من الأيام سوف يمكن أعداد الطعام بصورة كاملة و بطريقة يمكن الحفاظ على توازن المكونات الغذائية و تكون صحية .

المستهلكين (Consumers)

الجائزة الكبرى لبائعي الطابعات ثلاثية الأبعاد هم مستهلكي أو مستخدمي الطابعات ثلاثية الأبعاد . هناك نقاش واسع حول ما أذا كان هذا ممكن بالمستقبل ، حاليا فهم المستهلك قليل و ذلك للمشاكل المتعلقة بالطابعات و اطئة المستوى المستخدمة بكثرة حاليا .

هناك جهود تبذل في هذا المجال من قبل شركات صناعة الطابعات ثلاثية الأبعاد مثل (ثري دي سستم) (3D System) و أنظمتها ثري دي مايكربوت (Maker Bot) كأحدى الشركات التابعة لستراتسس (Stratasys) لتطوير الطابعات ثلاثية الأبعاد و مكوناتها المساعدة مثل (البرامج و المحتويات الرقمية الأخرى) لجعلها أكثر سهولة للمستخدم ، حيث من المهم معرفة استخدام الطابعات بشكل صحيح من قبل المستهلكين عند الطباعة و ذلك بأتباع الخطوات التالية :-

١ـ فكرة

بمعنى وجود فكرة معينة لطباعة حاجة ضررية يمكن الأستفادة منها و بذلك نكون عرفنا و استفدنا استفادة صحيحة من الطابعة ثلاثية الابعاد .

٢ ـ التصميم

يقصد بها تصميم الحاجة الضرورية بأستخدام برامج ثلاثية الأبعاد أو بأستخدام ماسحات ثلاثية الأبعاد للأ شكال الذي يراد استنساخها او يتم تحميل التصميم من الشبكة العنكبوتية لمصممين اخرين .

٣ ـ الطباعة

بعد تصميم الحاجة الضرورية تتم طباعتها بأحدى انواع الطابعات ثلاثية الأبعاد .

٤ ـ المعالجة

معالجة الحاجة الضرورية المطبوعة أذا لزم كالتلوين و الصقل و التقوية الحرارية .

*******(النهاية)*******

**** للتواصل و الملاحظات حول الكتاب يرجي مراسلتي على البريد الالكتروني (Bulawali@gmail.com) او من خلال الموقع (www.yourbook.info)**

و شكرا

Glossary

قاموس المصطلحات أو الاختصارات

Aa

ABS
Acrylonitrile Butadiene Styrene الأكريلونيتريل بوتادين الستايرين

AM
Additive Manufacturing التصنيع التجميعي

Cc

CAD / CAM
Computer-aided design / Computer-aided التصميم بالكومبيوتر المساعد الكومبيوتر المساعد

CAE
Computer-aided engineering الكومبيوترالمساعد الهندسي

Dd

DLP
Digital Light Processing طريقة الضوء الرقمي

DMD
Direct Metal Deposition المعدن المباشر المترسب

DMLS
Direct Metal Laser Sintering التلبد المباشر للمعدن بالليز

Ff

FDM
Fused Deposition Modelling (Trademark of Stratasys) — النمذجة مترسب المنصهر

FFF
Freeform Fabrication — شكل حر للتصنيع

Ll

LENS
Laser Engineering Net-Shaping (Trademark of SNL, licensed to Optomec) — الليزر الهندسي للتشكيل الشبكي

LS
Laser Sintering — التلبد بالليزر

Pp

PLA
Polylactic Acid — حامض بوليلاكتيك

Rr

RE
Reverse Engineering — الهندسة العكسية

Rr

RM
Rapid Manufacturing — التصنيع السريع

RP
Rapid Prototyping — النماذج الأولية السريعة

RT
Rapid Tooling — الأدوات السريعة

Ss

SL
Stereo lithography — التصوير الحجري المجسم

SLA
Stereo lithography Apparatus — جهاز التصوير الحجري المجسم
(Registered Trademark of 3D Systems)

SLM
Selective Laser Melting — الليزر المذيب الأنتقائي

Ss

STL / .stl
Stereo Lithograpic — تجسيم الطباعة الحجرية

الطباعة ثلاثية الأبعاد

3D Printing

طريقة حديثة لصناعة الأشياء و ذلك عن طريق التصنيع بالطبقات واحد بعد الاخرئ الى ان يتم بناء الشكل المطلوب ، و هي تختلف عن طرق التصنيع التقليدية التي تستخدم القوالب للصب أو النحت على المواد ، بالأضافة الى ذلك لها ميزات متعددة تجعلها عملية و أقتصادية أكثر كأمكانياتها التكميلية للتصنيع ، محتمل أن تكون الطباعة ثلاثية الابعاد ذات تأثير عالمي كبير على الصناعة و التجارة وطبيعة حياة الأنسان في المستقبل .