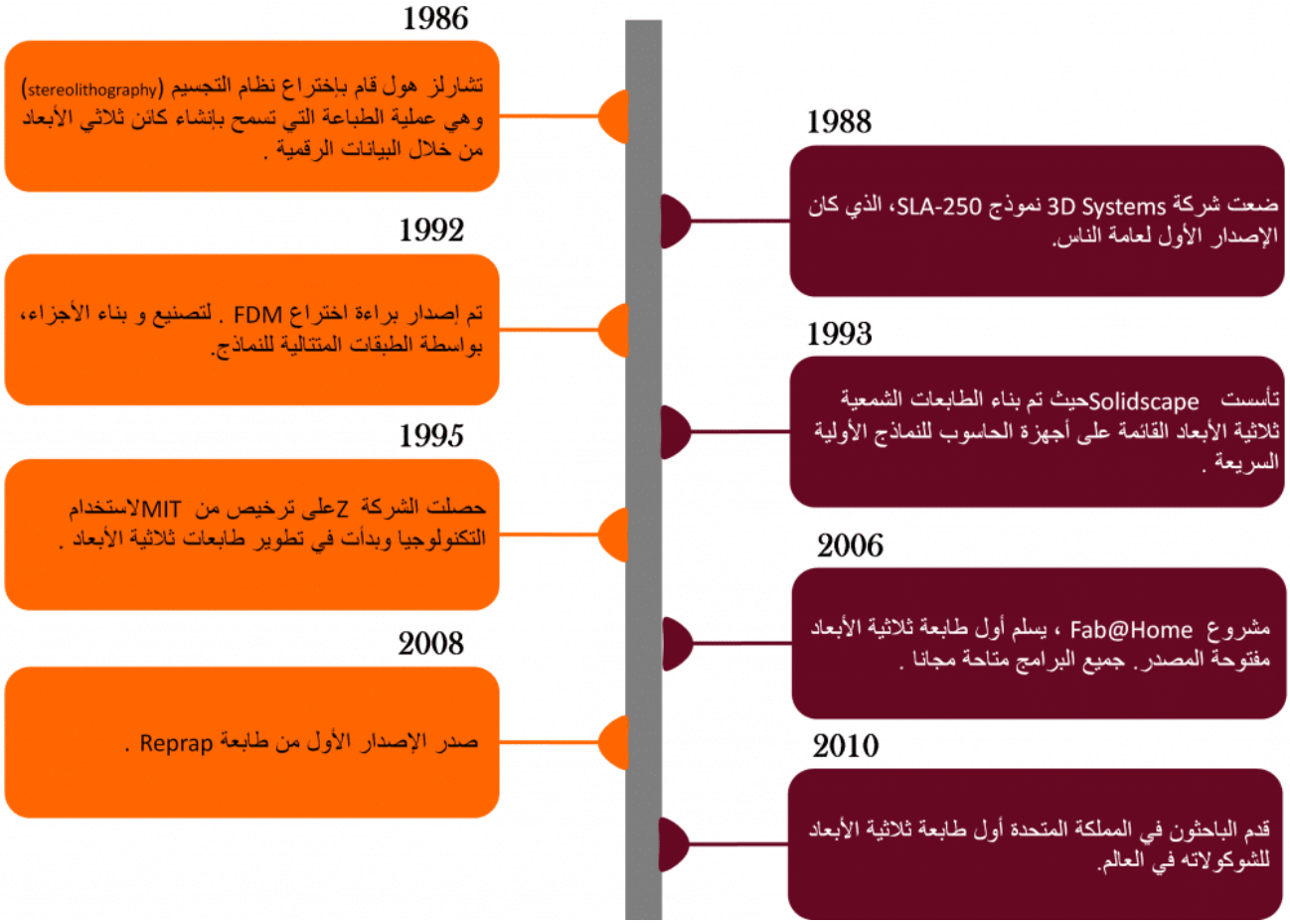
مقدمة عن الطباعة ثلاثية الأبعاد

لم يعد من الخيال محاكاة أي نموذج ثلاثي الأبعاد أو مجسم وتحويل كل ما يخطر ببالك من أشكال متنوعة لتكوين صوره طبق الأصل منه على ارض الواقع. من خلال هذا الدرس،سيتم التعرف على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد عبر لمحة عن تاريخ هذه تقنية وكيف تطورت مع مرور الوقت. وماهي أهمية هذه التقنية في التصنيع. وسيتم عرض أنواع الطابعات الموجودة بالعالم وماهي تكنولوجيا طباعة ثلاثة الأبعاد المناسبة لعدة مجالات. وأخيرا عرض لمحة عامة عن سير العمل لإنشاء النماذج.

تاريخ موجز للطباعة ثلاثية الأبعاد :

ترجع بداية الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى عام 1976، عندما تم اخترع الطابعة النافثة للحبر. في بداية الثمانينيات، ظهرت أول تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وفي ذلك الحين كانت تسمى بتقنية النماذج الأولية السريعة. ويرجع ذلك إلى أن العملية كانت في الأصل تصور كوسيلة سريعة وأكثر فعالية من حيث التكلفة لإنشاء نماذج لتطوير المنتجات داخل الصناعة.

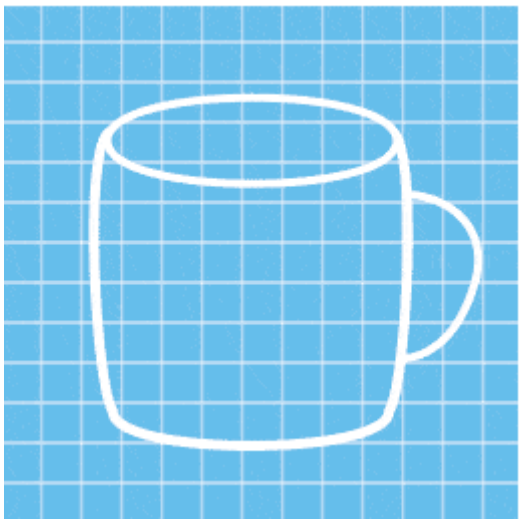
في عام 1984، ومع مزيد من التعديلات والتطور والتقدم للمفهوم النافثة للحبر تحولت التكنولوجيا من الطباعة مع الحبر إلى الطباعة مع المواد. حيث يرجع أصول الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى عام 1986، عندما تم إصدار أول براءة لجهاز المجسمات (SLA) . وهذه البراءة تنتمي إلى تشارلز هال. ومنذ ذلك الحين، تم تطوير مجموعة متنوعة من تطبيقات تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد عبر العديد من الصناعات، وفيما يلي لمحة موجزة عن تاريخ تطور الطباعة ثلاثية الأبعاد .



ولا تزال تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد في تطور مستمر حتى الوقت الحالي.

ماهي الطباعة ثلاثية الأبعاد ؟

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي تقنية مبتكرة تمكنك من إنشاء المجسمات من خلال نموذج رقمي. حيث تعرف الطباعة ثلاثية الأبعاد باسم التصنيع المضاف. وهو ينطوي على عملية أخذ النموذج الرقمي، وترجمته إلى سلسلة من شرائح أفقية في لغة الآلة، ثم طباعته عن طريق إضافة طبقات متعاقبة ودقيقة جداً (لا يتجاوز سمكها أجزاء من الميليمتر) من المواد حتى يتم إنشاء المجسم ثلاثي الأبعاد باستخدام عدد من التقنيات المختلفة.

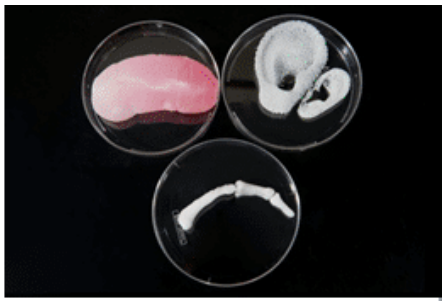


كما أن الطباعة ثلاثية الأبعاد تجلب اثنين من الابتكارات الأساسية: التلاعب في المجسمات في شكلها الرقمي و تصنيع أشكال جديدة

عن طريق إضافة المواد.

استخدامات الطباعة ثلاثية الأبعاد :

ما يجعل الطباعة ثلاثية الأبعاد فريدة من نوعها هو قدرتها على تصنيع كائنات صلبة كاملة ومعقدة. حيث تستطيع طباعة (صناعة) المجسمات والأدوات بطرق لا محدودة، وبمختلف المواد والمعادن. دخلت الطباعة ثلاثية الأبعاد العديد من المجالات منها الفنية، والتراثية والاثرية، والألعاب وسيارات ومبانٍ وفي المجال الطبي تمكنت الطباعة ثلاثية الأبعاد من توفير أطراف صناعية مطبوعة لهؤلاء الذين فقدوا أيديهم أو أرجلهم فى حوادث، لتصبح الأطراف الصناعية تطبيقا مثاليا للطباعة ثلاثية الأبعاد.



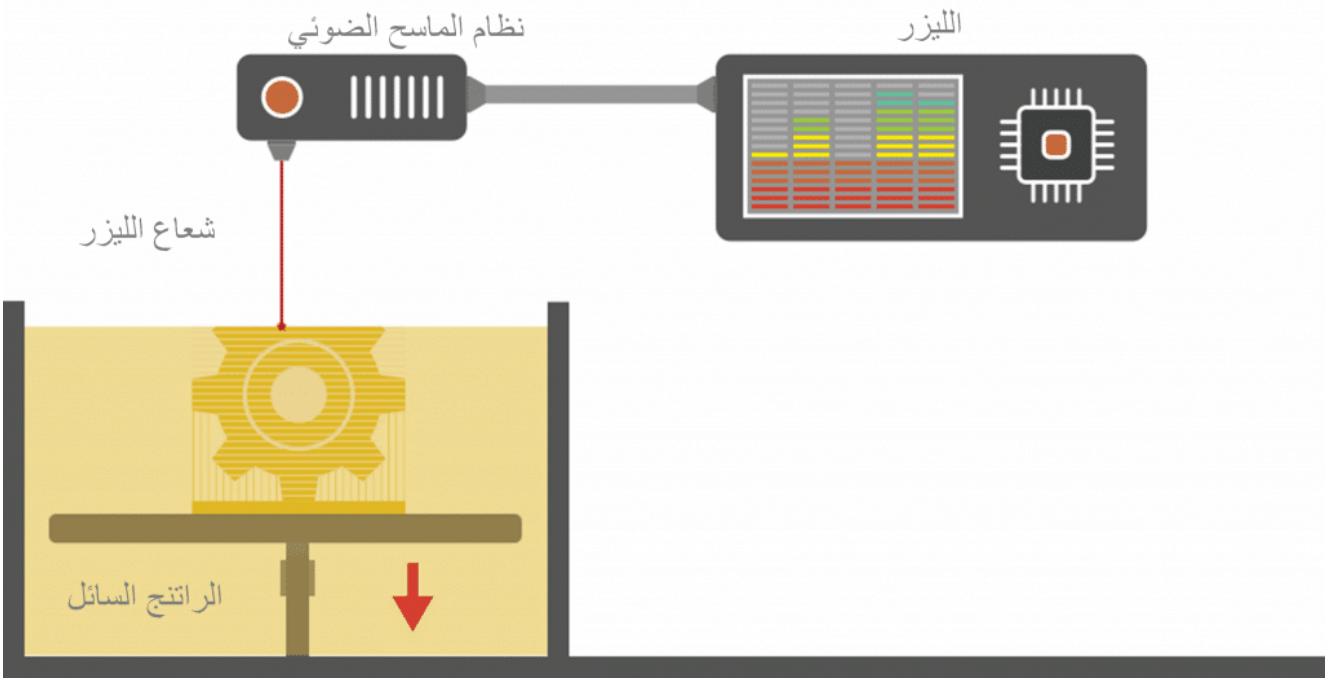
وقد أثرت هذه التكنولوجيا على التاريخ الإنساني الحديث ربما أكثر من أي مجال آخر. حيث جعلت حياتنا أفضل من نواحي كثيرة، وفتحت آفاقا وإمكانيات جديدة. بالنسبة لمعظم الصناع، هي اختصار قوي لعمل كائنات دقيقة ومعقدة لأغراض مختلفة لا نهاية لها.

هناك أنواع مختلفة من تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، والتي تعالج مواد مختلفة بطرق مختلفة لصنع المجسم النهائي. فاللدائن، والمعادن، والسيراميك، والرمال ، تستخدم الآن بشكل روتيني للتطبيقات الصناعية الأولية وإنتاجها. البلاستيك هو حاليا من المواد المستخدمة على نطاق واسع، ولكن هناك عدد متزايد من البدائل، بما في ذلك النايلون. وهناك عدد متزايد من الآلات التي تم تكييفها للمواد الغذائية، مثل السكر والشوكولاته.

هناك عدة أنواع من الطابعات ثلاثية الأبعاد أهمها :

ستيريوليثغرافي (**stereolithography**):

SLA تمثل أقدم التقنيات في الطباعة ثلاثية الأبعاد. وهي عملية تعتمد على الليزر والتي تستخدم التبلمر الضوئي لصنع مجسمات صلبة من السوائل. فهي تستخدم خزان مليئا براتينج السائل ضوئي التبلمر قابل للمعالجة باستخدام الليزر لبناء المجسم النهائي طبقة بعد أخرى. وهي عملية معقدة، ولكن ببساطة، يتم وضع الراتنج فوتوبوليمر في وعاء مع المنصة المنقولة في الداخل، يتم توجيه شعاع الليزر في محاول X-Y عبر سطح الراتنج وفقا للبيانات المقدمة إلى الجهاز، ثم يقوم برسم مقطع عرضي من شكل المجسم على سطح الراتنج لتشكيل أجزاء صلبة بطريقة دقيقة. وبمجرد الانتهاء من الطبقة، تقوم منصة الجهاز بالهبوط لمسافة تساوي سمك طبقة واحدة (على محور Z). يستمر هذا حتى يكتمل الكائن بأكمله ويمكن رفع المنصة من الوعاء لإزالته.

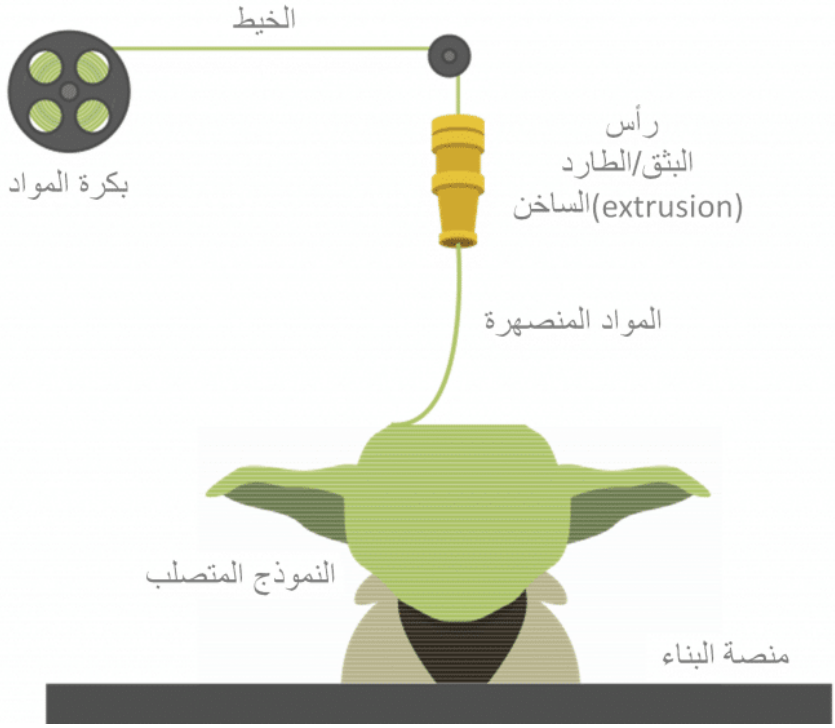


بسبب طبيعة عملية SLA ، فإنها تتطلب هياكل لدعم بعض الأجزاء البارزة في المجسمات، هذه الهياكل تحتاج إلى إزالة يدويا. ومن حيث خطوات المعالجة، العديد من المجسمات ثلاثية الأبعاد المطبوعة باستخدام SLA تحتاج إلى تنظيف ومعالجة. العلاج ينطوي على خضوع الجزء إلى ضوء مكثف في آلة تشبه الفرن لتصلب الراتنج.

يتم قبول المجسم عموما باعتبارها واحدة من عمليات الطباعة ثلاثية الأبعاد الأكثر دقة. ومع ذلك فإن عملية المعالجة المطلوبة يمكن أن تجعل المنتج أكثر هشاشة. وهي شعبية في مجال الصناعات مثل المجوهرات وطب الأسنان التجميلي.

النمذجة بالترسيب المنصهر (FDM) :

عملية سحب المواد بالحرارة هي الأكثر شيوعا، والاسم الأكثر شعبية لهذة العملية هي النمذجة بالترسيب المنصهر (FDM) . تعمل هذه العملية عن طريق ذوبان خيوط البلاستيك التي يتم سحبها من البكرة ليغذي فوهة الطارد (extruder) الساخن والذي يستطيع التحكم في السريان بوقفه أو تشغيله، ويدفع البلاستيك المنصهر في إحداثيات X و Y في حين أن منصة البناء تنخفض في إتجاه z عند الانتهاء من كل طبقة لتشكيل طبقات متتالية على منصة البناء وفقا للبيانات ثلاثية الأبعاد المقدمة إلى الطابعة.

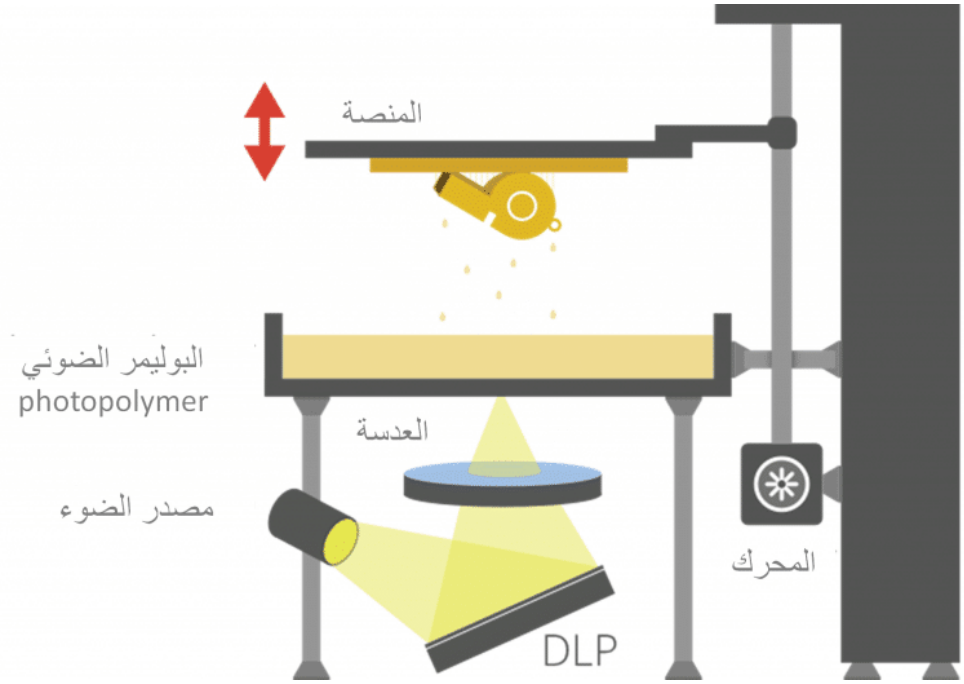


تقوم الآلة باستخدام خامتين، واحدة للنموذج النهائي وواحدة لبناء الدعم في حال كان المجسم يحتوي على بروز في بعض الأجزاء، حيث يتم التخلص منه بعد ذلك.

هذا النوع من الطابعات ثلاثية الأبعاد هو وسيلة فعالة من حيث التكلفة لتطويرالمنتجات والنماذج الأولية السريعة في قطاع الأعمال الصغيرة وقطاع التعليم لأنها قادرة على تصنيع أجزاء قوية موثوق بها نسبيا وبسرعة، على الرغم من أن عملية ما بعد المعالجة يمكن أن تكون مطلوبة.

معالجة الضوء الرقمي (DLP) :

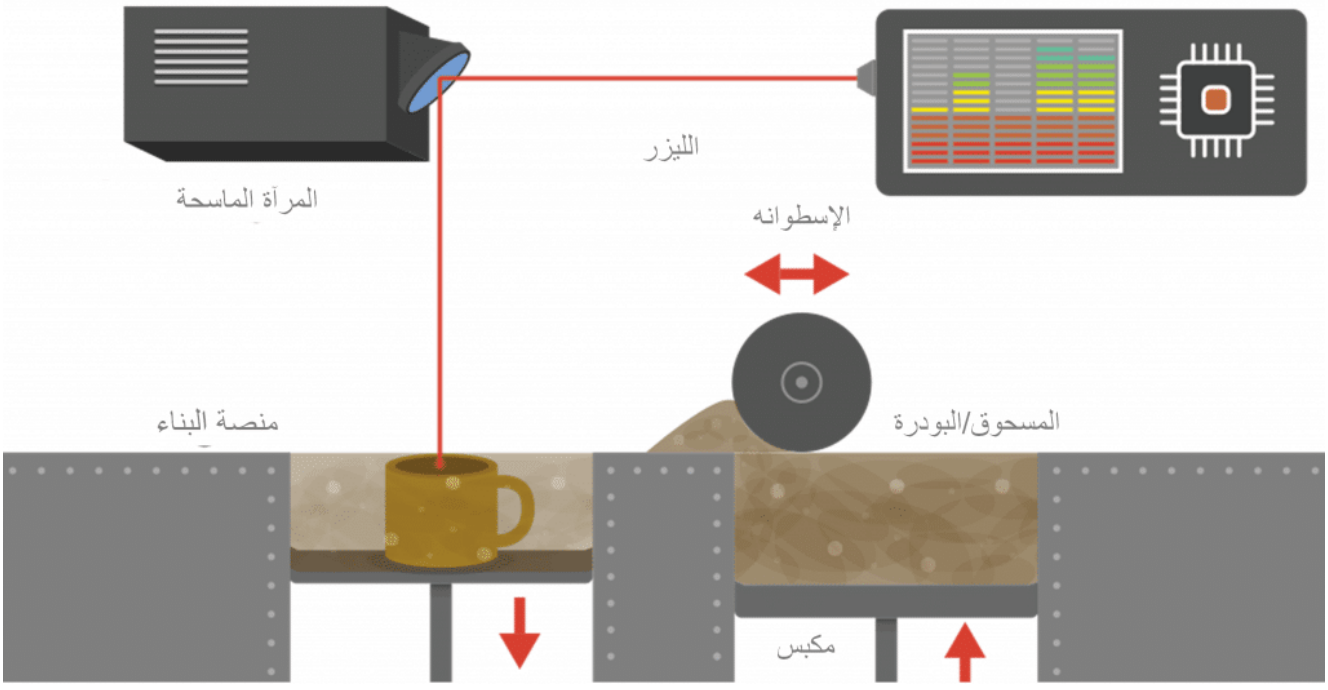
معالجة الضوء الرقمي (DLP) و ستيروليثوغرافي (stereolithography) لديهم الكثير من القواسم المشتركة. يستخدم كلا النوعية البوليمر الضوئي السائل photopolymers)) ، إلا أن الفرق الرئيسي هو مصدر الضوء. DLS تستخدم مصدر ضوء أكثر تقليدية، مثل المصباح القوسي، مع لوحة عرض الكريستال السائل أو شبكة من المرايا الصغيرة. هذه المريا قابلة للإمالة ذهابا وإيابا. فعند إمالة المرآة، فإنها تعكس الضوء وينشئ بكسل مضئ ، وعندما تميل للجهة الأخرى فيكون بكسل مظلم. يتم استخدام هذه التكنولوجيا في أجهزةالعرض السينمائي، والهواتف المحمولة، وأيضا في الطابعات ثلاثية الأبعاد. حيث يتم تطبيق الضوء على سطح كامل من الراتنج البوليمر الضوئي في تمرير واحد، مما يجعله أسرع من SL .



وأيضا مثل DLP ، SL تنتج أجزاء دقيقة للغاية مع تصميم ممتاز، ولكن أوجة التشابة أيضا تشمل نفس المتطلبات لهياكل الدعم وما بعد المعالجة. ومع ذلك، هناك ميزة واحدة للـ DLS أكثر من SL هو أن هناك حاجة فقط لراتنج ضئيل لتسهيل هذه العملية، مما يؤدي إلى تقليل النفايات وانخفاض تكاليف التشغيل .

التلبيد الانتقائي بالليزر (SLS) :

هي مماثلة لـ SLA ، ولكن الفرق الرئيسي هو أن هذا النوع من الطباعة ثلاثية الأبعاد يستخدم مسحوق من المواد في منطقة البناء بدلا من الراتنج السائل. تستخدم هذه التقنية ليزر عالي القدرة للحام الجزيئات الصغيرة من البلاستيك أو المعادن في كتلة صلبة تحمل شكل المجسم المطلوب. حيث يتم توجيه الليزر عبر منصة الحاملة للمسحوق، وفقا للبيانات ثلاثية الأبعاد المقدمة للجهاز، في محاور X-Y . كما يتفاعل الليزر مع المسحوق/البودرة فيقوم بلحم هذا الجزيئات بشكل انتقائي لتشكل طبقة صلبة.وبمجرد الإنتهاء من طبقة تنخفض المنصة التي تحمل المسحوق درجة إلى الأسفل، بمقدار سمك الطبقة المطلوبة، تدريجيا وتضاف طبقة جديدة من البودرة، ومن ثم تعاد نفس العملية مع طبقة جيدة، وهكذا حتى يكتمل الشكل.



حجرة البناء مغلقة بإحكام، كما انه من الضروري الحفاظ على درجة حرارة دقيقة خلال عملية محددة لنقطة انصهار مسحوق المواد. وبمجرد الانتهاء، يتم إزالة منصة المسحوق بالكامل من الجهاز ويمكن إزالة المسحوق الزائد لترك الأجزاء المطبوعة. وتتمثل إحدى المزايا الرئيسية لهذه العملية في أن طبقة البودرة التي لم يمسها الليزر تظل على حالتها، مما يجعلها تشكل بناءً داعما للجسم النهائي وهي ميزة لتقنية SLS ، حيث لا يحتاج المصمم إلى صنع هيكل إضافي للدعم.

ومع ذلك، على الجانب السلبي، بسبب ارتفاع درجة الحرارة المطلوبة لتلبد الليزر، يمكن أن تكون أوقات التبريد طويلة. وعلاوة على ذلك، كانت المسامية قضية تاريخية لهذه العملية، وبينما كانت هناك تحسينات كبيرة نحو أجزاء كثيفة، لا تزال بعض التطبيقات تستلزم ترسيب مع مادة أخرى لتحسين الخصائص الميكانيكية.

ويستخدم SLS على نطاق واسع لتطوير المنتجات والنماذج الأولية السريعة في مجموعة واسعة من الصناعات التجارية. المواد المستخدمة في SLS يمكن أن تتراوح من النايلون و الزجاج والسيراميك إلى الألومنيوم والفضة وحتى الفولاذ.

سير العمل لإنشاء النماذج :

رسم التصميم :

قد تبدو عملية التصميم صعبة. على الرغم من أن الفروق الدقيقة في عملية التصميم يمكن أن تختلف من مصمم إلى مصمم، ولكن المبادئ الأساسية لا تزال هي نفسها . ومن الواضح أن التصميم يجب أن يبدأ بفكرة. بعد تحديد الأفكار، تأتي مرحلة الرسم حيث انها امتداد لعملية التفكير. الرسم هو عملية اختبار للأفكار بسرعة دون الالتزام بالوقت الازم لإنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد.

النمذجة ثلاثية الأبعاد :

تصميم ثلاثي الأبعاد: عندما يكون لديك مجموعة جيدة من الرسومات على الورق، سيكون لديك فكرة أفضل عن ما تريد إنشاءه. الرسم سيساعدك على اتخاذ القرارات المتعلقة بالشكل الهندسي، والحجم، والمواد التي ستكون ضرورية في خلق نموذج ثلاثي ابعاد ناجح . في مرحلة النمذجة ثلاثية الأبعاد يمكنك صقل تصميم التفكير. حيث ان العمل في التصميم ثلاثي الأبعاد يسمح لك لفهم وثيق لكل تفاصيل

المجسم والسيطرة على جميع جوانبه . في هذه المرحلة، ستكون قد أنهيت من تصميم المجسم المراد طباعته .

نماذج التصدير: كل برنامج لتصميم ثلاثي الأبعاد لديها تنسيق للملفات الخاصة بها. ومن اجل الطباعة ثلاثية الأبعاد يجب أن يتم تصدير النموذج الصلب كتصميم ذو شبكة مضلعة . STL هو الشكل الأكثر شيوعا لتصدير الهندسي للطباعة ثلاثية الأبعاد . حيث يحاول هذا التنسيق تقريب المجسم وتبسيطه عن طريق تقسيم اسطح التصميم لمساحات من المثلثات لينتج مجسم تام المعالم.

إعداد وتقطيع المجسمات :

التخطيط/ الإصلاح/الدعم : بمجرد تصدير الملفات STL للطباعة، يجب أن تكون مستعدة للطباعة. ويجب أن تكون الشبكة محكمة أي أن سطحها لا يمكن أن يكون فيه ثقوب. يمكن أن تحدث أخطاء هندسية أخرى من شأنها أن تؤدي إلى طباعة فاشلة، لذلك يجب استخدام برنامج أخر (مثل Meshmixer or Print Studio) ، والتي من شأنها التفحص الأخطاء وتصحيحها. في برنامج الإعداد، يمكنك أيضا إضافة نماذج إضافية، و التحكم بتوجيه النموذج والحجم ووضع النماذج في مكان للطباعة ثلاثية الأبعاد. ويمكن أيضا أن تستخدم برمجيات التحضير لإنشاء هياكل دعم للطباعة ثلاثية الأبعاد.

تقطيع المجسم : بمجرد وضع النموذج ويكون جاهز للطباعة، يجب أن يتم تقطيعه للطباعة ثلاثية الأبعاد الخاصة. تتم هذه العملية عن طريق استخدامها بعض البرامج المسؤولة عن عملية تقطيع المجسمات وإذا كانت قوية بما فيه الكفاية يمكنك تجنب برامج الإعداد . كما ان برنامج التقطيع تقوم بإنشاء ملفات ذو ملكية G-CODE للطابعة ثلاثية الأبعاد لتشغيل المهمة .

الطباعة ثلاثية الأبعاد:

مع ملف G-Code تكون على استعداد لتشغيل مهمة لإنشاء المجسمات ثلاثية الأبعاد. وهذا ليس عملية ذو خطوة واحدة. يجب أن تكون الآلة معدة مسبقا، فيجب التأكد من إعداد منصة البناء ويجب معايرة درجة الحرارة ومعدل التغذية وسرعة الطارد معا بعناية لتحقيق النتيجة المرجوة.