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

دراسة الاتجاهات العالمية الحديثة فى تصميم وإنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد (مدى إمكانية الاستفادة منها فى المجالات الحياتية المختلفة بمصر)

Study of modern global trends in the design and production of three-dimensional models

(The possibility of using them in various fields of life in Egypt)

محمد جمال محمد عبد المقصود
مدرس بقسم العلاقات العامة – كلية الإعلام
الجامعة الحديثة للتكنولوجيا والمعلومات MTI

ملخص البحث:
هدفت الدراسة إلى التعرف على الاتجاهات العالمية الحديثة لإنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد، مع التركيز على التقنيات المختلفة المستخدمة، ومدى الاستفادة منها بالسوق المصرى من خلال الدراسة المسحية والوصفية، وقامت الدراسة بمسح ووصف عدد من التقنيات المستخدمة على النطاق العالمى فى إنتاج العديد من المنتجات والإحتياجات الإنسانية، وقد وجدت الدراسة أن هناك محاولات مستمرة من الدول الكبرى لترسيخ دعائم هذه التقنية والاستفادة منها فى شتى المجالات سواء الطبية والعمارة والهندسة، وبناء المنازل وصناعة الأطعمة والأسلحة ...إلخ.
وقد خلُصت الدراسة إلى ضرورة توجيه ونصح المسئولين فى الحكومة، والمستثمرين بإقتناء تلك التكنولوجيا والعمل على تطويرها وتكليف خبراء ومدراء التقنيات والمعلومات بالبحث والإبتكار دائمًا نحو استخدامها فى شتى المجالات.

الكلمات المفتاحية : الإتجاهات العالمية – التصميم – الإنتاج – نماذج ثلاثية الأبعاد- الإنترنت

أولاً : المقدمة:

تعتبر الرؤية المجسمة ثورة تكنولوجية جديدة فى الوقت الراهن فى كل المجالات، ومن الصعب الاعتقاد أن التحويل الرقمي (الرقمنة) قد يؤثّر على التصنيع بنفس قدر تأثيره على الإعلام وتغييره له[١]. فلم تنجح محال التسجيلات في إنقاذ الإنتاج الرقمي للموسيقى وقد أُغلق آخر محل لـ (فيرجين ميجاستور) في الولايات المتحدة، وذلك إبان إغلاق عدة آلاف من محال البيع بالتجزئة الصغيرة . كما اضطرت الصحف لإعادة التفكير في المحتوى الذي تقدمه، وأنظمة الإرسال، حيث بدأت (نيويورك تايمز) مؤخرًا في إرسال أخبار مختصرة على الهواتف الذكية مباشرةً . فماذا إذا صارت الطباعة الثلاثيّة الأبعاد والتي يُطلق عليها أيضًا تصنيع الملحقات"additive manufacturing" هي الاتجاه السائد وأصبح بمقدور كل منا إنتاج وتصنيع بضائع ومستلزمات مادية عن بُعد[2].

تعتبر نسبة الطباعة ثلاثية الأبعاد اليوم (٢٨ %) من قطاع الصناعات التحويلية (wolers 2013) لكن بالنسبة للتسويق فقد بدا متجهًا للإنتشار بصورة كبيرة، فتشير أبحاث (جارتنير) أن الطباعة ثلاثية الأبعاد نمت بمعدل إستهلاك من (٣٨,٠٠٢) وحدة إلى (١,٠٨٣,٤٩٦) وحدة وذلك بحلول عام (٢٠١٧) بمعدل نمو سنوى يصل إلى (٩٥,٤ %)[٣].

ومن المتوقع أن يقابل ذلك نمو فى عدد الشركات والمؤسسات الكبيرة والصغيرة والمتوسطة، وسوف يكون هناك إعادة تدوير(المطبوعة) للمنتجات البلاستيكية[٤].

يفترض أحد السيناريوهات المستقبلية في إحدى دراسات معهد البحث الصناعي إنهيار التصنيع الشامل تحت وطأة الطباعة الثلاثية الأبعاد. فيتوقع أحد التقارير الصادرة مؤخرًا عن معهد (ماكينزي) أن المزيد من الشركات سوف تتبنى تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد بحلول عام (2025) وسوف تتغيّر طريقة إضافة قيمة للمنتجات (value added)، مما يحوّل تركيز تلك الشركات إلى التخصيص[٥].

يُعَدّ مجال الطباعة الثلاثية الأبعاد. المعروف كذلك باسم التصنيع بالإضافة. مجالًا متناميًا يجتذب الباحثين من عدة تخصصات منها : (الحوسبة، وعلوم المواد، والهندسة الميكانيكية، والكهربائية، والفيزياء، والكيمياء، وحتى الأحياء) . وهذه التخصصات مطلوبة لتطوير التكنولوجيا ؛ لتكون قادرة على تغيير أساليب الصناعة، واستحداث كافة أنواع المنتجات والتي لم يكن إنتاجها ممكنًا في السابق؛ ابتداءً من قطع غيار للطائرات ذات الأوزان الخفيفة، إلى المكعبات التي يمكن فتحها لتصبح قِطَع أثاث، وحتى الروبوتات الحيوية " biobots " المصنَّعة من خلايا حية[٦].

يقول (تيري وولرز) _ رئيس شركة وولرز أسوشييتس _ Wohlers Associates، وهي شركة استشارات في فورت كولينز بكولورادو " إن السوق العالمي لمنتجات وخدمات الطباعة الثلاثية الأبعاد قفز إلى (٣,١ مليار) دولار أمريكي في عام(٢٠١٣) بارتفاع بنسبة (٣٥%) عن عام (٢٠١٢)، كما يتوقع أن ينمو ليصل إلى (١٠,٨ مليار) دولار بحلول عام (٢٠٢١) . وهذا بالتأكيد سيفتح فرصًا لوظائف جديدة في المجال [٧].

بدأت الحكومات حول العالم تغدق المال على المشروعات البحثية التي تستهدف تطوير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد؛ لتنتقل من مجرد مجال متخصص إلى أن تصبح جزءًا أساسيًّا في التصنيع، حيث تخصِّص تمويلًا لتشجيع المشارَكات بين الجامعات والقطاع الصناعي. ففي عام (2012) – على سبيل المثال- أنشأت الحكومة الأمريكية «المعهد القومي لإبداعات التصنيع بالإضافة»، منذ أن منحت شركة «أمريكا ميكس» America Makes - ومقرها في يونجستاون في أوهايو - ٣٠ مليون دولار في صورة تمويل حكومي، و٤٠ مليونًا أخرى القطاع الصناعي. وقد منح المعهد بالفعل (١٣,٥) مليون دولار في صورة تمويل مطابق إلى فِرَق بحثية من القطاع الصناعي، وكذلك المؤسسات الأكاديمية. كما تقوم كلٌّ من المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم، ووكالة المشروعات البحثية الدفاعية المتطورة، ووكالة «ناسا» بتمويل أبحاث في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد[٨].

في عام (٢٠١٣)، أعلنت حكومة سنغافورة أنها تنوي استثمار ٥٠٠ مليون دولار سنغافوري (٤٠٠ مليون دولار أمريكي) على مدار خمسة أعوام في أبحاث حول الطباعة ثلاثية الأبعاد، وغيرها من التقنيات الابتكارية، مثل الروبوتات، كما تنوي الحكومة الصينية استثمار ٢٤٠ مليون دولار أمريكي في الطباعة ثلاثية الأبعاد على مدار ثلاث سنوات.

في صيف ٢٠١٣، أعلن « مجلس استراتيجية التقنية »، و« مجالس الأبحاث » في المملكة المتحدة أنها تخصص ٨,٤ ملايين جنيه إسترليني (١٤,٢٢ مليون دولار أمريكي) ؛ لتمويل مثل هذه الأبحاث.

إنه من الصعب تحديد عدد الوظائف التي سيُترجَم إليها كل هذا، لكن "ديفيد بوريل" - مهندس الميكانيكا وعالِم المواد الذي يدير« مختبر تصنيع الأشكال الحرة » في جامعة تكساس بأوستين، يقول : إنه سمع بجامعات تقوم بتعيين المزيد من أعضاء هيئة التدريس الذين يركزون على الطباعة ثلاثية الأبعاد [٩].

ثانياً: مشكلة البحث

١- ندرة إنتاج واستخدام النماذج ثلاثية الأبعاد فى المجالات الحياتية المختلفة فى السوق المصري بالرغم من التطور المستمر فى مجالات الطباعة الرقمية وظهور العديد من الأجيال التى قد تسهم فى حل هذه المشكلة بالخارج، وتكمن مشكلة هذا البحث فى التعرف على هذه الإمكانات الحديثة ومدى الاستفادة منها بالسوق المصرى.

ثالثاً : أهداف البحث

١- عمل دراسة وصفية تحليلية للطباعة ثلاثية الأبعاد، ودراسة الإمكانات المختلفة لإنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد.

٢- تقييم ودراسة مدى إمكانية تطبيقها بالسوق المصرى.

رابعاً : أهمية البحث

١- تكمن الأهمية العظمى فى هذا البحث فى مدى تطبيق هذه النماذج فى السوق المصرى والاستفادة منها فى شتى المجالات، مثل المجالات الهندسية والطبية، والحربية وايضًا فى الوسائل الدعائية المطبوعة.

٢- إمكانية إنتاج نماذج ومنتجات جديدة ومثيرة ومرغوبة بمصر مع إمكانية السيطرة على المواد المطبوعة بهذه الطريقة وصولاً إلى الجزيئات والذرات، ويكون لها ميزة تنافسية واضحة بالسوق المصرى بعد طباعتها.

٣- يعتبر البحث مرجعاً لمصممى المنتجات ثلاثية الأبعاد، وفرصة للمستثمرين للعمل بصناعة جديدة لها ميزة التنافسية مع الشركات الأخرى.فالطباعة ثلاثية الأبعاد لها تأثير على طريقة تصنيع المنتجات، وطبيعة التكنولوجيا نفسها بطرق جديدة للتفكير من الناحية الإقتصادية، والبيئية والتداعيات الأمنية (security implications)، والهدف الرئيس لهذا هو التخلص من القيود الجمركية للواردات من الخارج وإنتاج دفعات حسب الطلب (on demand) وهذا على غرار ما تقوم به شركات الأمازون أعمالها.

خامساً : فروض البحث

١. توضيح ووصف الطرق الحديثة فى الإنتاج ؛ يؤدى إلى المساعدة فى حل كثير من المشكلات، وتقليل الواردات والحد من القيود الجمركية للمنتجات .

٢. بنشر ومعرفة مواصفات وأشكال التقنية الحديثة، ومميزاتها وعيوبها ؛ يؤدى إلى تعظيم وتطوير نظم الإنتاج والمساعدة على إبتكار أشكال جديدة من التصميمات .

سادساً : حدود البحث

يخص الباحث فى بحثه النماذج المختلفة ثلاثية الأبعاد وتناولها بالشرح كتطبيقات حياتية يمكن إستغلالها بالسوق المصرى، كما يقوم الباحث بدراسة إمكانية التطبيق بالسوق المصرى، وذلك خلال فترة لا تزيد عن ٢٥ عام وهى فترة إزدهار ونمو وتطور الطباعة ثلاثية الأبعاد.

سادساً : منهجية البحث

انتهج الباحث المنهج الوصفى التحليلى لمناسبته تحقيق أهداف البحث (لكونها دراسة استكشافية تسعى لتوصيف مظاهر التطور فى إنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد وخاصة مع انتشار تلك الطريقة بالولايات المتحدة الأمريكية وأوربا

وتطوره بصورة مذهلة فى الأونة الأخيرة مع الثورة الصناعية الثالثة).

الإطار النظرى للبحث :

أولاً : تعريف الطباعة ثلاثية الأبعاد :

تُعرف الطباعة ثلاثية الأبعاد باسم آخر وهو التصنيع التجميعي"AM" (additivemanufacturing)، والتي هي تكنولوجيا حديثة نسبيًا و ذلك ليس لأنها إختراع جديد فحسب ؛ بل لأنها غير معروفة لدى عامة الناس وخصوصا في عالمنا العربي، فهي أحد أشكال تكنولوجيا التصنيع بالاضافة حيث يتم تكوين جسم ثلاثي الأبعاد بوضع طبقات رقيقة متتالية. والمعروفة أيضًا باسم (النماذج الأولية السريعة)* وهى طريقة ميكانيكية حيث تتم صناعة الأجسام الثلاثية الأبعاد بسرعة على جهاز بحجم معقول متصل بجهاز كمبيوتر والذى يحتوى على المخططات للنموذج [١٠].

ثانيًا :تاريخ تطور تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد[١١]

لقد ارتبط مصطلح الطباعة في أذهان الكثيرين بالمنتجات ذات البعدين، وبتقنيات الزخرفة سواء على الورق أو النسيج أو حتى طباعة الصور، ولكن أن يرتبط مصطلح الطباعة بإحدى طرق التشكيل فذلك لم يتعوده العاملون في مجال التصميم الصناعي .

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي شكل من أشكال الإنتاج الصناعي من أجل إنشاء أحجام ثلاثية الأبعاد بواسطة طبقات متعاقبة من المواد، كانت خلال السنوات الماضية ضربًا من الخيال، إذ حاول كثيرُ من العلماء العمل على تصنيع طابعة قادرة على إنتاج أشكال مختلفة ثلاثية الأبعاد، لكن لم يتحقق بشكل فعلي إلا مع بدايات عام (٢٠١٣)، حيث تمكّن باحثون من تطوير أجهزة طباعة مجسمة من تصميم نسخ ثلاثية الأبعاد مصنوعة من الخرسانة أوالمعدن أوالبلاستيك.

(تشاك هال) أحد مؤسسي شركة (3D Systems)، اخترع نظام التجسيم في عام (١٩٨٦)، والشركة إلى اليوم ظلت أحد اللاعبين الأساسيين في هذا السوق بجانب شركتى (Statasys) و (Z- Crop).

وهذه الطريقة لم يسبق لها مثيل في المرونة، حيث يمكن انتاج أي جزء أو شكل هندسي وبعدة خامات مثل: (الخزف، المعادن، البوليمرات، السبائك)، والعديد من المركبات الأخرى . ولقد ابتكر (إمانويل ساكس) Emanuel Sacks تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد عام (١٩٩٣) وما زال التطوير بها مستمرًا حتى يومنا هذا.

حاليًا الطابعات ثلاثية الأبعاد يمكن تشبيهُها بأول حاسب شخصي PC تم إطلاقه في الأسواق، و الذي كان بدائي جدًا مقارنة بالوقت الحالي، لم يخطر على بال أحد في ذلك الوقت الطرق الهائلة التي سوف تؤثر به هذه الحواسب على حياتنا من جميع النواحي، فقط الناس الذين كانوا متحمسين بالفعل، وكانوا على دراية بما هو فى إنتظارنا، أمثال هؤلاء الناس: (ستيف جوبز، بيل جيتس ولاري إليسن)، بحيث كان لديهم الأفكار التي أعطت هذه التكنولوجيا شعلة جعلتها تتوهج عالميًا و جعلتهم من أغنى أغنياء العالم.

في بداية الثمانينات الحواسب الشخصية من (Apple وIP) كانت تُقدر بحوالي ١٠٠٠-١٥٠٠ دولار و التي حاليًا تساوي حوالي ٢٢٠٠-٣٠٠٠ دولار. وإذا نظرنا إلى أسعار الطابعات ثلاثية الأبعاد شكل رقم (١)، نرى على سبيل المثال إحدى الشركات الرائدة في هذا المجال (سيريز ١) و التي أسسها الهولندي (أريك دي بروين) منذ سنتين تقريبًا . فسعر الآلة الحالي لديهم حوالي ١٤٠٠ دولار أي أقل من سعر الحاسب الشخصي في الثمانينات، و قد نوه المؤسس الهولندي أنهم يبيعون آلاف الطابعات حاليا و هو شيء مذهل بالفعل.

شكل رقم (١) بعض الأسعار الخاصة بنوعيات مختلفة المواصفات لبعض الطابعات

فى عام (١٩٩٦) كانت هناك ثلاث منتجات رئيسة للطابعات ثلاثية الأبعاد وهى :

١- الـ Genisys من إنتاج شركة Statasys
٢- الـ Actua 2100 من إنتاج شركة 3D Systems
٣- الـ Z402 من إنتاج شركة Zcorporation

فى عام (٢٠٠٥) توصلت شركة (Zcorp) إلى أول منتج أطلقت عليه Spectrum z 510 لإنتاج منتج ملون . وفى عام(٢٠٠٦) كانت ثمة إختراق ؛ وهو البدء فى مشروع آخر سمى (REP-RAP)[١٢] وكان يهدف إلى تطوير (Self replication) للطباعة ثلاثية الأبعاد، وتعنى تكرار النموذج بتصنيعه

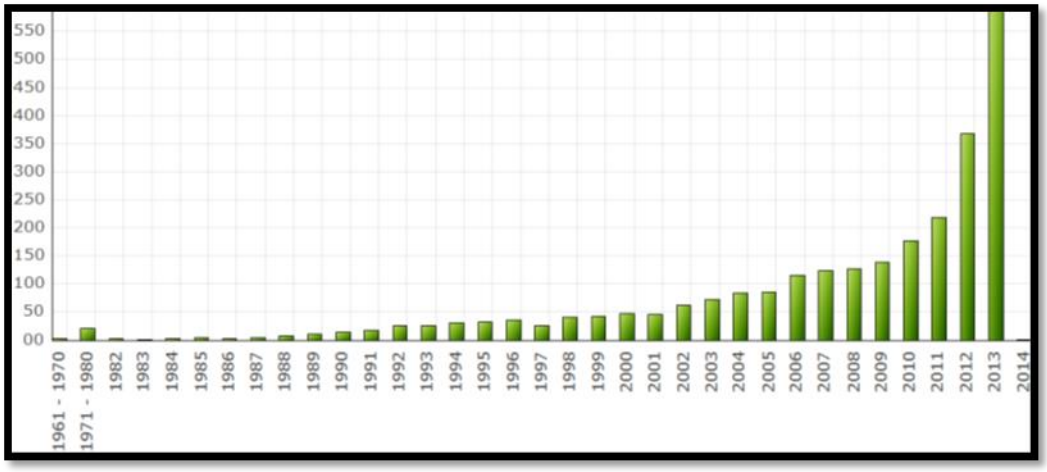
بتراكم الطبقات فى كل مرة، وهناك طبقة من المسحوق قد أودعت تلقائياً فى علبة النموذج ورأس الطابعة ينطلق منها

* تعتبر الطباعة ثلاثية الأبعاد نسخة بسيطة من آلات النماذج الأولية السريعة (RP) والتى تعتبر طريقة تقليدية تم استخدامها فى صناعة السيارات والطائرات لسنوات، لكن الطباعة ثلاثية الأبعاد ذات طاقة أقل وتأخذ مساحة أقل . وتتيح الطابعات ثلاثية الأبعاد للمطورين القدرة على طباعة أجزاء متداخلة معقدة التركيب، كما يمكن صناعة أجزاء من مواد مختلفة وبمواصفات ميكانيكية وفيزيائية مختلفة ثم تركيبها مع بعضها البعض . التكنولوجيات المتقدمة للطباعة ثلاثية الأبعاد تنتج نماذج تشابه كثيراً منظر وملمس ووظيفة النموذج الأولي للمنتج.

(الراتنج) وبعد تمام جفاف الطبقة الأولى تترسب الأخرى وهكذا حتى يكتمل النموذج.

الجدير بالذكر أنه أصبحت اليوم مصادر غير محدودة للتمعن في هذه التكنولوجيا و هناك عدة شبكات مفتوحة للمشاركة والتطوع بالمعلومات بحيث من لديه الهواية في هذا المجال يمكنه تركيب طابعته بنفسه. هذا فضلاً عن البرامج المتاحة حاليا لعمل التصاميم ثلاثية الأبعاد و التي يتوفر منها العديد مجانًا.

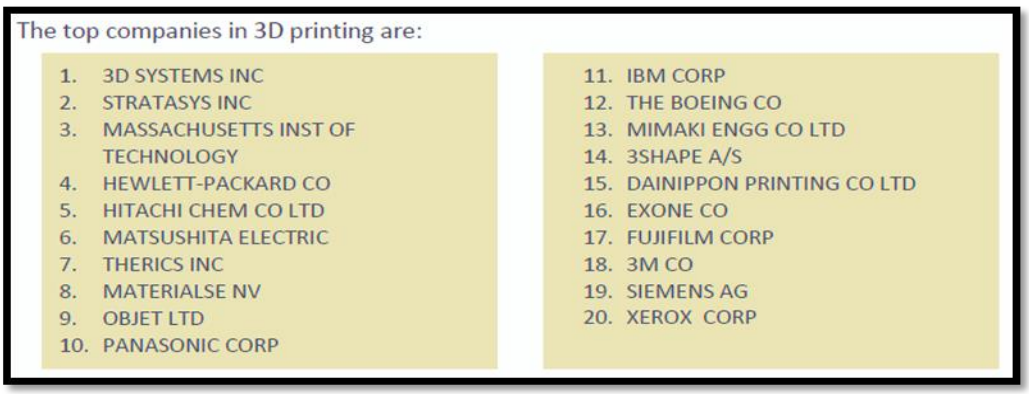
هذه المصادر و الشبكات المجانية قد ساعدت على تطوير هذه التكنولوجيا بشكل سريع جدا، من ناحية إنشاء نماذج جديدة، وزيادة دقة الطباعة و أنواع المواد الأولية المستخدمة. ففي حين أن شخص ما في مقدونيا قد يقوم بتطوير البرنامج، نجد في الوقت نفسه شخص آخر في مومباي يقوم بعمل إضافات فيزيائية على الرأس القاذف للطابعة وشخص آخر في سنغافوره يُحمل مقاطع فيديوهات تعليمية على اليوتيوب (up load) تعلمنا كيف تركب الطابعة بنفسك . ويمكننا إيجاز سنوات التطور بالنسب المئوية للزيادة فى النشاط التكنولوجى والرؤية المستقبلية للمزيد من الإبتكارات فى المستقبل القريب كما يوضحه الشكل رقم (٢). [١٣]



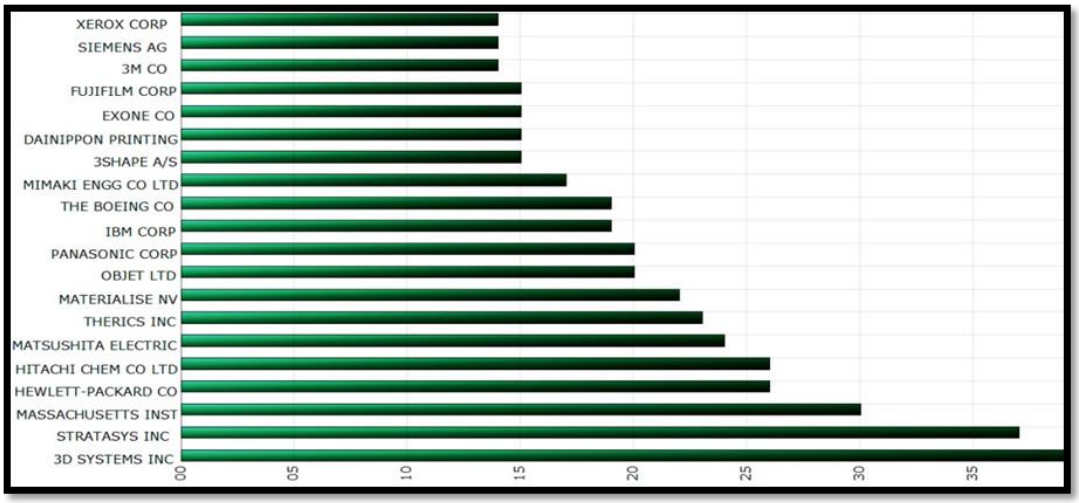
شكل رقم (٢) يوضح زيادة تطور فى أنشطة الطباعة الثلاثية الأبعاد خلال السنوات من ١٩٧٠ حتى ٢٠١٤[١٤]

إن التطوير التطوعي المفتوح للطابعات الثلاثية الأبعاد بدأ في عام (٢٠٠٩)، وكانت هذه التكنولوجيا كانت محمية أي محتكرة من قبل الشركات الكبرى في هذا المجال مع وجود حافز صغير جدا للمشاركة بها، و لكن هذا قد تغير جذريا.

تقدم الطباعة ثلاثية الأبعاد عروض هائلة لتطبيقات الإنتاج، وتستخدم هذه التقنية في (المجوهرات، الأحذية، التصميم الصناعي، العمارة، الهندسة، والانشاءات، السيارات، الطائرات، طب الأسنان والصناعات الطبية). ويوضح شكل رقم (٣) أهم الشركات فى مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد، وكذلك الشكل رقم (٤) يوضح نسب وفروق إختلاف أنشطة تلك الشركات عن بعضها البعض فى الإنتاج. كما يوضح شكل رقم (٥) نسب أهم المنتجات المختلفة بإستخدام الطباعة الثلاثية الأبعاد .

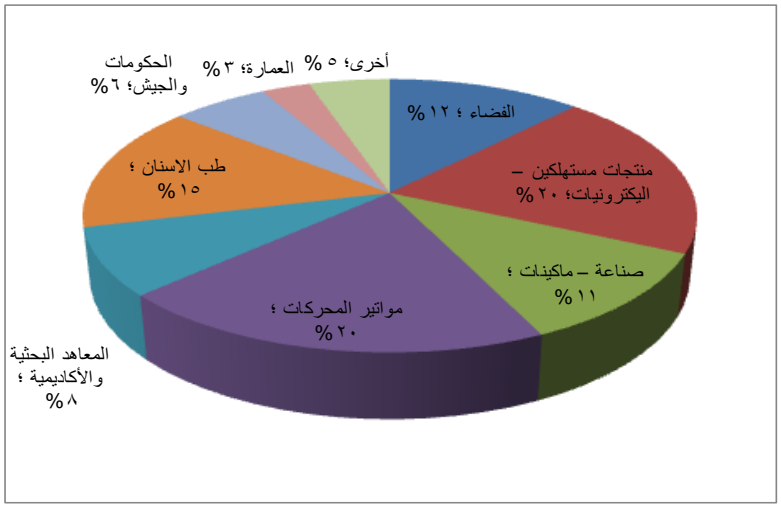


شكل رقم (٣) يوضح أهم الشركات فى مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد



شكل رقم (٤) نسب إختلاف أنشطة الشركات للطباعة ثلاثية الأبعاد

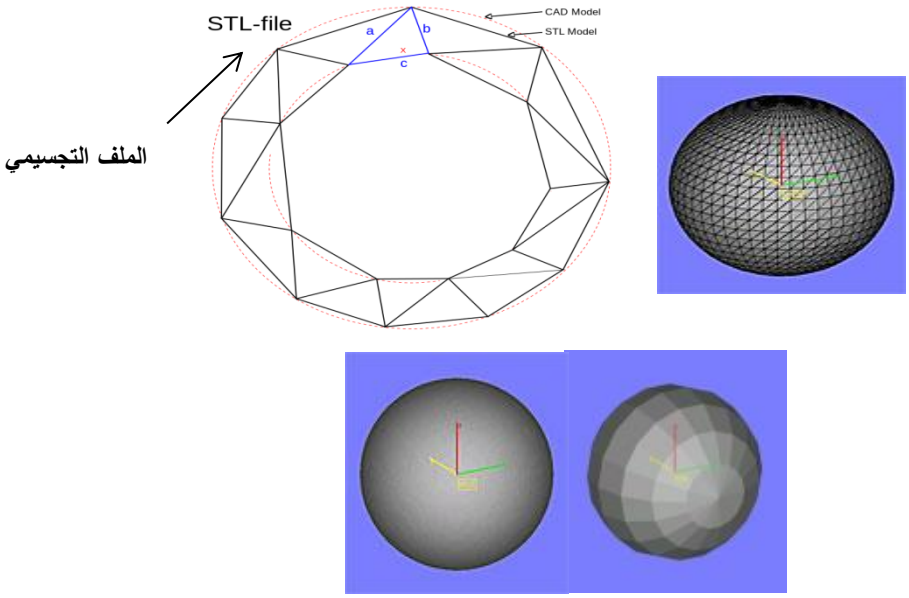
من الشكل رقم (٤) السابق نجد أنه يرتكز أهم النشاط لشركتين فى الولايات المتحدة وهما شركتى (3D-System crop) وشركة (Stratasys) ، فهناك ٤٠,٨ % من الأنظمة ثلاثية الأبعاد ترتكز فى الولايات المتحدة، ونسبة ٢٨,٢ % فى أوربا، و٢٦,٩% فى أسيا ومنطقة الأطلنطى [١٥].



شكل رقم (٥) أهم نسب الصناعات والأنشطة التى تعتمد على الطباعة ثلاثية الأبعاد

أغلب الطابعات الموجودة في الأسواق حاليًا تستخدم طريقة التصنيع والتي يتم فيها وضع طبقات فوق بعضها، طبقة تلو الأخرى، حتى يتم تشكيل الشكل النهائي المطلوب.

فى حقيقة الأمر يبدأ هذا ببرنامج تم تطويره من قبل(Stratasys) والذي يقوم بمعالجة الملفات ذات نطاق،(**Standard Tessellation Language** (STL) أوالملف التجسيمي stereolithography file بحيث يتم تقسيم التصميم إلى طبقات شكل رقم (٦) و يتم تحويل الصور الثلاثية الأبعاد إلى قالب رقمي يتكون من عدة طبقات رقيقة أفقية، بعض الطابعات يمكنها استخدام مادتين مختلفتين في الطباعة، الأولى تستخدم في طباعة الشكل والأخرى عبارة عن مادة داعمة يمكن التخلص منها وظيفتها هي الفصل بين الأجزاء المختلفة للشكل المطبوع مما يتيح المجال لطباعة جهاز بأكمله مرة واحدة دون الحاجة إلى طباعة أجزاء مختلفة ومن ثم تركيبها[١٦].



شكل رقم (٦) يوضح الجانب التحضيرى بواسطة جهاز الكمبيوتر ووضع الابعاد بواسطة الملف التجسيمي stereolithography file

يمكن تقسيم النماذج الثلاثية الأبعاد إلى فئتين[١٧]:

الأولى: الصلبة/ مفصلة – هذه النماذج يمكن تحديد حجمها و محتوياتها. وهي أكثر واقعية، ولكن صعبة البناء. ويستخدم لبناء معظم النماذج الصلبة (المحاكاة).

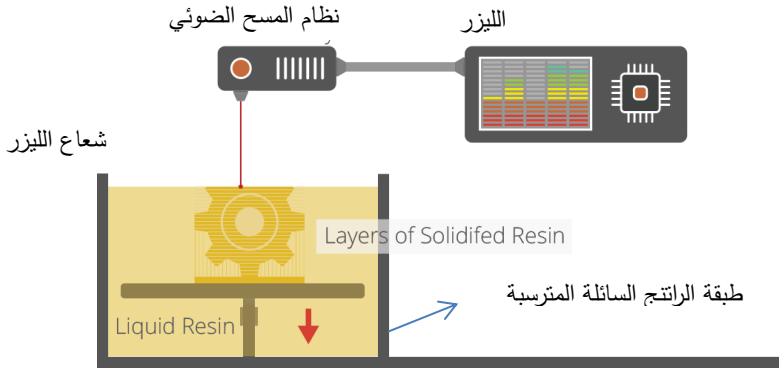
الثانية: المحددة/ غلاف – هذه النماذج تمثل السطح الخارجى فقط – على سبيل المثال- حدود النموذج، وليس حجمه (مثل قشر البيض).

ثانياً : التقنيات المختلفة لإنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد[١٨] :

1-تقنية (الإستيريوليثوجرافى) (STEREO SLA LITHOGRAPHY APPARATUS)

كانت أول طابعة ثلاثية الأبعاد للأستعمال التجاري (ولم تكن تُدعى طابعة ثلاثية الأبعاد حينها) تعمل بتقنية Stereo lithography (SLA OR SL)، وقد تم إختراعها عام ١٩٨٦ من قبل العالم (تشارليز هال) المؤسس لشركة. ويعمل هذا النوع من الطابعات عبر تركيز الأشعة الفوق البنفسجية على سطح حوض مملوء بسائل قابل للتبلور عند تعرضه لأشعة الليزر. يقوم شعاع الليزر برسم المجسم ثلاثي الأبعاد طبقة تلو الطبقة. فبعد تركيزه على أول طبقه تتبلور لتصنع أول شريحة من المجسم بسماكة مابين 0.3 إلى 0.05 ملم .

يهبط المقطع المتبلور إلى الأسفل لتغطية طبقة سائل أخرى وتعاد العملية مرة أخرى مؤدية إلى تبلور الطبقة. هكذا إلى أن يتم تشكيل كامل الجسم .كما بالشكل رقم(٧).

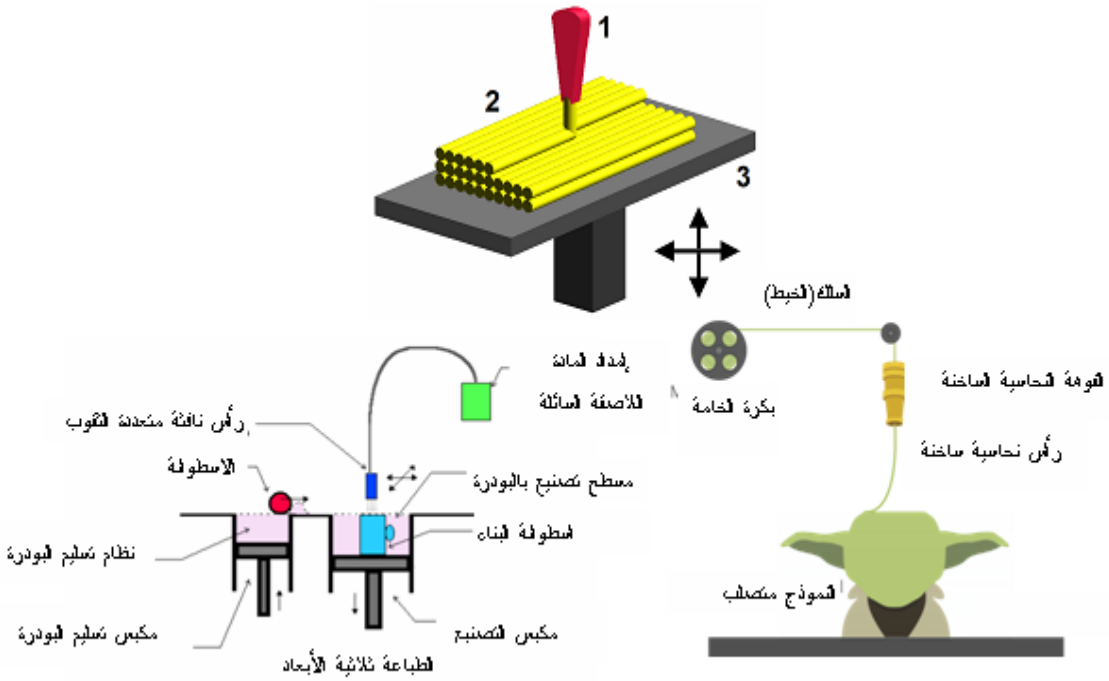


شكل رقم (٧) كيفية العمل للألة التى يتكون من خلالها الجسم ثلاثى الابعاد

2-تقنية النمذجة بالمصور المرسب FUSED (FDM) DEPOSITION MODELLING

تم اختراع هذه التقنية ايضًا في نهاية عام (١٩٨٠) بواسطة سكوت كرامب (Scott Crump)، واختصارها (FDM) حيث قام (scott) بعد حصوله على براءة الإختراع بإنشاء شركة (Stratasys) عام (١٩٨٨) . وتعمل هذه التقنية لإنشاء المجسمات بواسطة قذف حبات صغيرة من المواد المذابة بالحرارة لتشكل طبقات، حيث تتصلب المواد المصهورة مباشرة بعد خروجها من فوهة القذف، وتعتبر هذه التقنية من أرخص طرق الطباعة ثلاثية الأبعاد. وتطبع أغلب الطابعات من هذا النوع المجسمات المصنوعة من بلاستيك (ABS) والبولى كربونيت)، أوالبوليميرات القابلة للتحلل والتي يتم إنتاجها من المواد العضوية .

المصطلح FDM هي علامة تجارية لشركة(Stratasys) و تستخدم طابعات(Rep-Rap) تقنية مماثلة لكن اسمتها التصنيع الحر (Freeform Fabrication)، و((FFF) (Fused Filament Fabrication حيث يتم تغذية المواد عن طريق بكرة خيط من المادة المطلوب . و يتم تغذية الطابعة بنوع خاص من البلاستيك والتي يمر بالرأس القاذف للطابعة والذي بدوره يعمل بشكل أوتوماتيكي بحيث يشغل ويقف تدفق المادة الأولوية بنفسه في حين أنه يتحرك بشكل منتظم كما يوضحه الشكل رقم (٨) .فيتم مرور الخيط عبر فوهة نحاسية ساخنة فينساب منها البلاستيك المصهور السائل فى شكل خط متصل دقيق وتتحرك الفوهة وفقاً لمسار مرسوم بواسطة الحاسب لكل طبقة على حدة، ثم ينتقل الجهاز إلى الطبقة الأعلى وتقوم ببناءها بنفس الطريقة.



شكل رقم (٨) يوضح عملية الـ (EXTRUSION / FDM/FFF)

3-تقنية التلبد بالليزر الإختيارى Selective (SLS) Laser Sintering

كان عام ١٩٨٠ عامًا مهمًا لتقنية الطابعات الثلاثية الأبعاد، حيث تم اختراع تقنية SLS من قبل (كارل ديكارد)(Carl Deckard) وزملائه في جامعة تكساس. تعمل هذه التقنية بأسلوب مماثل لتقنية (Stereo lithography SLA)، لكن بدل السائل القابل للتبلور في الحوض ستجد مواد كمساحيق مثل البوليستر أو السيراميك أو الزجاج أو النايلون وبعض المعادن مثل الفولاذ والتيتانيوم والألمونيوم والفضة. وتنصهر المادة عندما يتم توجيه الليزر على المسحوق في هذه النقطة. أما المواد التي لا يطالها الليزر تبقى كمسحوق يساعد فى دعم المجسم.

ومن أهم مميزات هذه الطريقة هو عدم حاجتها لأي مادة من المواد الداعمة .ويتم في نهاية الطباعة جمع بقايا المسحوق غير المستعمل ليتم استخدامه في الطباعة التالية .

4-تقنية الصهر بالليزر الحرارى (SLM) Selective Laser Melting[١٨]

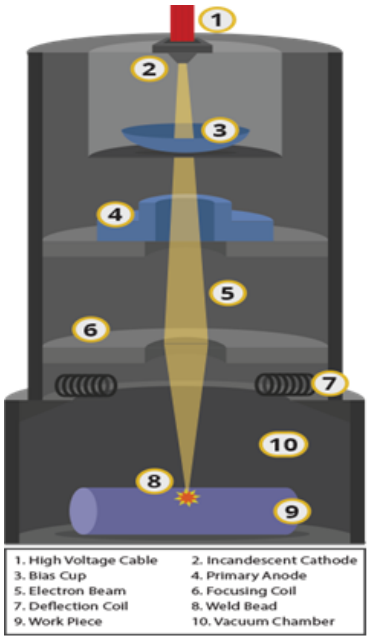
هناك العديد من الطرق الأخرى للطباعة ثلاثية الأبعاد منها (Selective Laser Melting) والتي تشبه تقنية(SLS)، لكنها تعمل على صهر المواد كاملة وذلك

بدلا من دمج حبيبات المسحوق تحت درجة الحرارة الأخف. فالأمر مشابه لتقنية نظام الصهر بالشعاع الإليكترونى (Electron Beam Melting) EBM ، والتي تستخدم شعاع كهربائي بدلاً من ليزر الأشعة فوق البنفسجية. وهناك تقنية مختلفة بشكل جذري عن بقية الطرق تُسمى التصنيع بالتصفيح (Laminated Object Manufacturing) LOM حيث يتم لصق عدة طبقات من الورق المطلي، أو البلاستيك، أو المعادن التي تلتصق مع بعضها مكونة الجسم بعد أن يتم تقطيعها إما بسكين معين أو بالليزر.

5-تقنيــة الطباعــة ثلاثيــة الأبعــاد بإســتخدام شــعاع الإليكترون[١٨](THE Electron Beam Melting)

(EBM)

وهذه التقنية وضعتها شركة سويدية تسمى(ARCAM) وهذه التقنية الطباعية تشبه عملية الإنصهار والترسيب للمعادن (DMLS) المستخدم معها شعاع الليزر باختلاف أننا بصدد استخدام شعاع الإليكترون، وفيها يتشكل المعدن مع فارق هام وهو مصدر الحرارة والتى يستبدل فيها شعاع إليكترونى بدلاً من شعاع الليزر وهذه التقنية لديها القدرة على خلق أجزاء كثيفة تمامًا من مجموعة متنوعة من السبائك المعدنية ، وتستخدم فى نطاق واسع فى صناعة الأجهزة الطبية ، والزراعية، والقطاعات التكنولوجية الفائقة الأخرى مثل(الطيران والسيارات)، وفى الشكل رقم (٩) توضيح لهذه التقنية .



1 – سلك عالى الجهد
2- وهج الكاثود
3- كأس
4- أنود أولى
5- شعاع الإليكترون
6- ملف توجيه
7- ملف الإنحراف
8- خرزة لحام
9- مساحة حيز العمل
10- فراغ الغرفة

شكل رقم (٩) يوضح طباعة ثلاثية الابعاد باستخدام شعاع اليكترونى[١٨]

فى حقيقة الأمر تقوم معظم النمذجة السريعة على تصنيع المنتجات بأسلوب إضافة جزيئات المادة وتراكمها (Adding material particle) وذلك بالبناء باستخدام طبقات رقيقة جدًا من المادة الخام التى تكون سائلة أو صلبة أو حتى مسحوق كما قد تكون أيضًا فى شكل رقائق أو شرائح ذات سمك ضئيل للغاية يبلغ أحياناً (١٠٠ ميكرون).

بعض الطابعات الأخرى يقوم الرأس القاذف بقذف مادة لاصقة تقوم بلصق حبيبات صغيرة كالبودرة و تجمعها حتى تقوم بتشكيل المجسم على شكل طبقات.

ووفقًا للخامة المستخدمة فيمكن تعريض المنتج الناتج للعمليات التشغيلية المناسبة أو حتى التعريض للمعالجات الحرارية لتحسين خواصه الميكانيكية ومقاومته للبلى والتلف وزيادة تحمله.

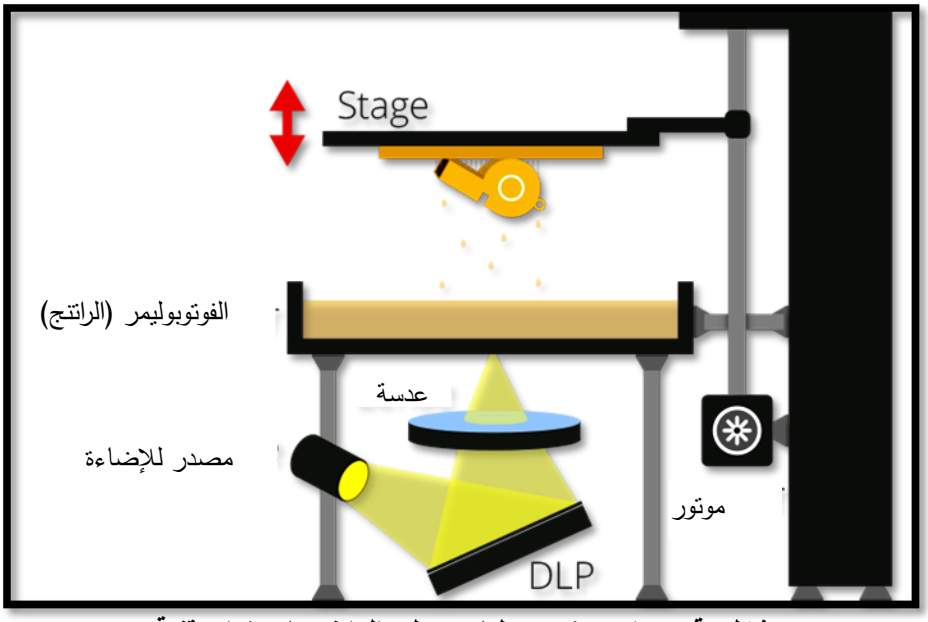
لقد احدثت تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد ثورة في التصنيع، من حيث قدرتها على التقليل من مراحل الإنتاج، وتوفير امكانية التعديل على المنتجات وتطويرها بسهولة . فضلاً عن السرعة التي أحدثتها في عالم الصناعات على اختلاف أنواعها.

وتعد الطباعة ثلاثية الأبعاد أداًة لتصميم النماذج على نحوٍ سريعٍ ودقيقٍ في الكثير من الأعمال، لاسيما بعد أن أصبحتْ التكنولوجيا أكثر سهولة وأسعارها معقولة . وقد انعكس ذلك على الطريقة التي نفكر فيها بتصنيع أي شيء تقريبًا، وبكيفية إدارتنا لأعمالنا.

وهناك العديد من الفوائد لهذا النوع من التكنولوجيا[١٩]:

1-الاستخدام الفعال للموارد: تتطلب الطباعة ثلاثية الأبعاد خطوات معالجة قليلة، وطاقة أقل. كما ينتج عنها مخلفات محدودة، وقد اتضح ذلك من خلال استخدام تقنيات الليزر فى التشكيل الطبقى لبناء الجسم وكذلك من خلال استخدام ملفات(STL.) كما أنه قد تتم المعالجة بواسطة أشعة ضوئية مركزة رقمياً يطلق عليها (digital light processing) (DLP) وكذلك استعمال لمبة القوس (ARC LAMP) المزودة بلوحة الكريستال السائل كل

ذلك كما يوضحه الشكل رقم (١٠) والذى ساعد فى دقة التنفيذ وقلة الهالك مما قلل من تكاليف التشغيل.



شكل رقم (١٠) يوضح عمليات تصلب الراتنج باستخدام تقنية DLP

٦-الإنتاج بكميات قليلة: مع هذا النوع من الطباعة، لا حاجة لإنتاج أجزاء أو منتجات بكميات كبيرة. لذلك، لا داعي لتحمل تكاليف المنتجات المخزنة.

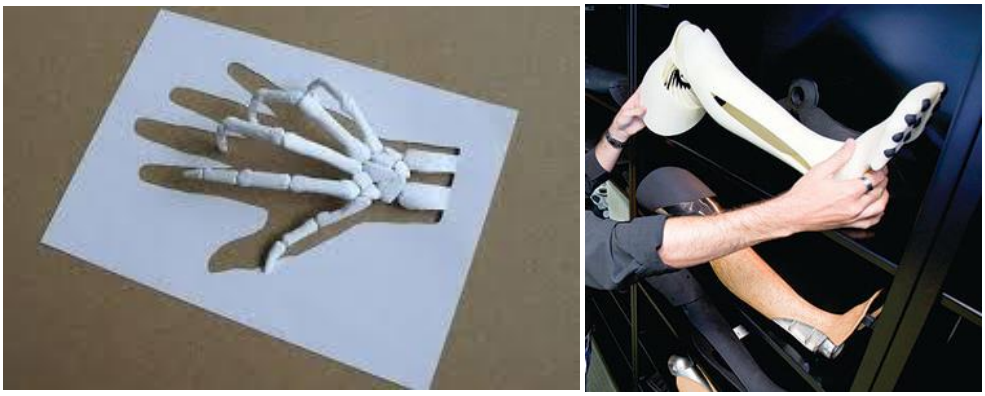
٧-سرعة التصنيع: تسمح هذه التقنية للصناع بالانتقال المباشر من عملية التصميم إلى التصنيع. وهي تقلل بشكل كبير من عدد دورات التصنيع، لأنها تقدم نماذج جاهزة للتنفيذ.

٨-سهولة التصنيع: تسمح هذه التقنية بالتعديل على المنتجات حسب الطلب، وبالتالي فإن ذلك يسهل العمل ضمن سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية.

٩-الهندسة العكسية: هي تقنية تعنى باكتشاف المبادئ التقنية لآلة أو نظام ما ؛ من خلال تحليل بنيته الأساسية ووظيفته وطريقة عمله . كما يمكن استبدال قطع غيار أنظمة قديمة بسهولة، من خلال الماسح الضوئي والطابعة ثلاثية الأبعاد، وغير ذلك من التقنيات.

كذلك،لا يمكن القول إن تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد، تحل محل الصناعات التحويلية التقليدية، بل إنها تكملها في واقع الأمر، وتوجد أسواقًا جديدة في هذه الصناعة ؛ فهي قادرةُ على صنع أجزاء لا يمكن تصنيعها بواسطة العمليات التقليدية . ومن الأسواق المستفيدة من ذلك: الصناعات الطبية في مجال الأطراف الصناعية مثلاً كما بالشكل رقم (١١)، وفي المنتجات النفطية، والسيارات، والمنتجات الاستهلاكية كالإلكترونيات. كما أنها تفسح المجال أمام تقنيات جديدة تمتاز بخفة وزنها، وقابليتها للتعديل.

ومن أهم العقبات التي تحول دون الاعتماد على الطباعة ثلاثية الأبعاد على نطاق واسع، بالإضافة إلى التكاليف أحيانًا، هي إقناع الناس بأنها تقنية موثوقة ويمكن الاعتماد عليها.

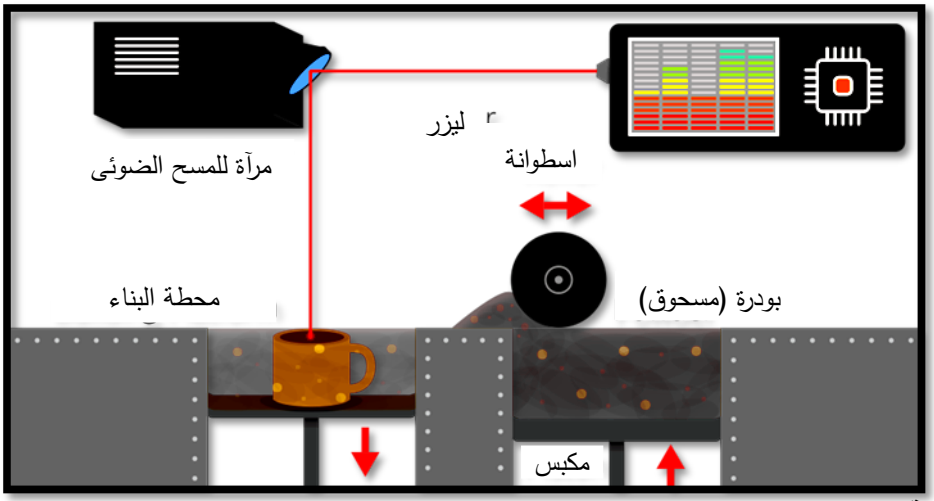


شكل رقم (١١) يوضح الأطراف الصناعية التى تم الحصول عليها بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد

ثالثـاً : أمثلــة تطبيقيــة لإنتــاج نمــاذج حياتيــة بالتقنيــات المختلفة للطباعة ثلاثية الأبعاد

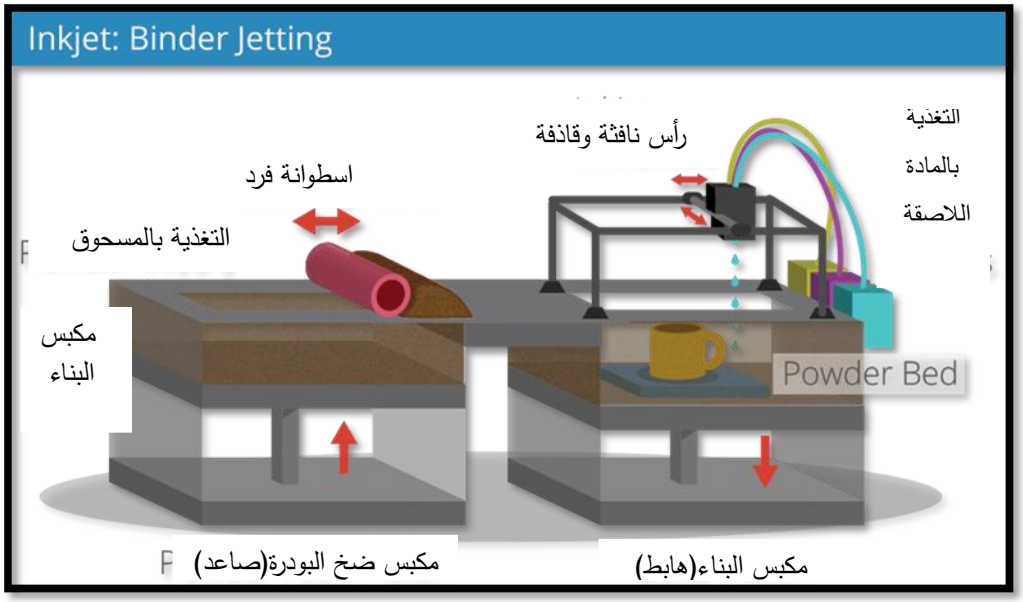
1-اسـتخدام الطباعـة ثلاثيـة الأبعـاد فـى تصـنيع الأكـواب الفخارية [١٩]

تتم هذه العملية وفقا لآلية إستخدام ليزر التكلس وليزر الإنصهار (LASER SINTERING & LASER MELTING) وهما عمليتان يتبادلان الصنع فى تشكيل القالب باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام مساحيق (بودرة) ؛ ليتم استخدام شعاع الليزر مع درجات الحرارة العالية لتشكيل وترابط جزيئات المسحوق ثم التشكيل للطبقة فوق الأخرى لإكتمال صنع الشكل وفى كل طبقة يتم إذابتها لتندمج مع الطبقة التى تعلوها ليكتمل الإندماج الجزيئى تمامًا كما يوضحه الشكل رقم (١٢) . يتبع ذلك عملية تبريد وإزالة للمسحوق غير المستخدم والزائد عن الشكل ومازالت الدراسات مستمرة لاستخدام مواد تحسن من الخصائص الميكانيكية نتيجة العيوب الناشئة عن المسامية (porosity) المتكونة نتيجة تعرض المسحوق لنقطة الإنصهار والتبريد فى نفس الوقت أثناء البناء.



شكل رقم (١٢) يوضح عمليتى التلبد والصهر لليزر الـ (Laser Sintering / Laser Melting)

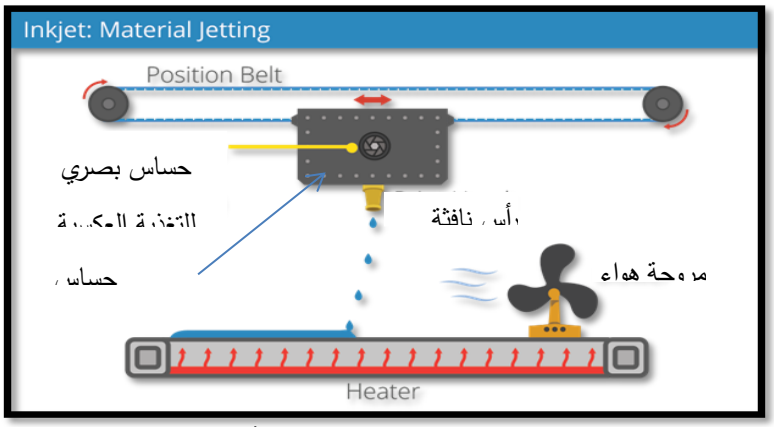
وهناك شكل آخر للطباعة ثلاثية الأبعاد من خلال ماكينات النفث (inkjet: Binder jetting) وفى هذه العملية يتم رش إنتقائى للمسحوق جزئيًا لتندمج جزيئاته وتتكون طبقةً (طباعة الجزء المطلوب) ، وبمجرد الإنتهاء من الطبقة يتم بناء الأخرى تلو الأخرى، وفى كل مرة يتم إزالة للمسحوق الهالك، وغير المستغل للتخلص منه فوراً مع اتمام إنصهار الطبقة السابقة مع اللاحقة لتنشأ قوى ترابط قوى بين الطبقتين كما يوضحه الشكل رقم (١٣). والتى تتبعها بعض العمليات التكميلية ؛ لضمان المتانة، وهى التعريض للأشعة فوق البنفسجية شكل رقم (١٤).



شكل رقم (١٣) يوضح تقنية طباعة النفث فى صنع نماذج وتطبيقات

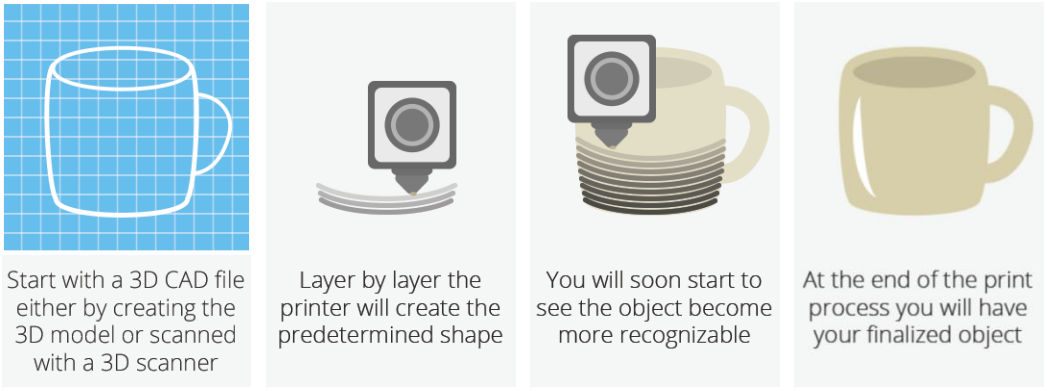
ومن مميزات هذه التقنية هى امكانية طباعة ونمذجة العديد من الخامات سيراميك ومواد غذائية فضلًا عن إمكانية استخدام أكثر من رأس طابعة ؛ وبالتالى أكثر من لون وهى ميزة هامة جدًا لهذه التقنية .

كما أنه يمكن استخدام رءوس متعددة لنفث أكثر من خامة لصنع نموذج واحد، ويتم ذلك وفقاً للتصميم المُعد لذلك والمطلوب صنعه ليكون متعدد الوظائف أو لطباعة نموذج من خامات مختلفة.



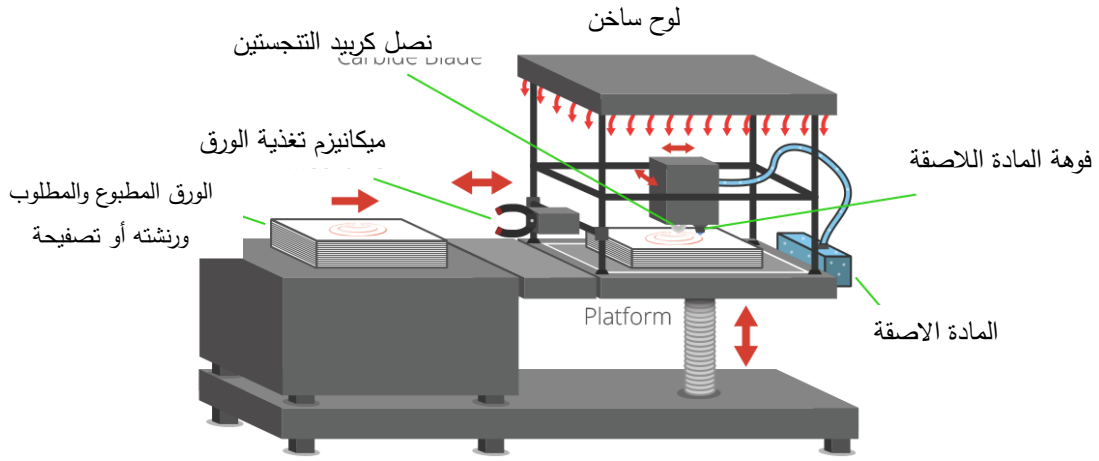
شكل رقم (١٤) يوضح العمليات التكميلية بعد البناء والصنع

ويمكن تلخيص الخطوات فى صورة إنفوجراف كمايوضحه الشكل رقم (١٥) لخطوات الإنتاج للمنتج



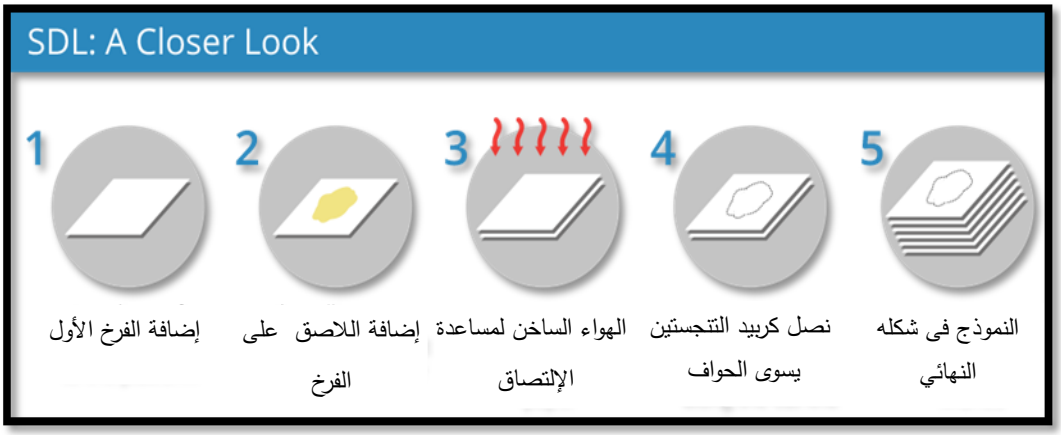
شكل رقم (١٥) الخطوات فى صورة إنفوجراف توضح خطوات الإنتاج للمنتج

١- استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى عملية الترسيب بالتصفيح (Selective Deposition Lamination (SDL) كما يوضحه الشكل رقم (١٦) .



شكل رقم (١٦) يوضح عملية ترسيب التصفيح كتقنية موظفة بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد[١٨]

استطاعت شركة(Mcor Technologies) ابتكار هذه التقنية والتى تشبه الصنع مما أنتجته شركة (Helisys) فى عام(١٩٩٠) وهى تشبهها تمامًا فى ترسيب الطبقات المتعددة والمتلاصقة بطبقات من المواد اللاصقة ومعنى تطبيق الطباعة ثلاثية الابعاد هنا هو زيادة فى طبقة المادة اللاصقة البينية؛ لتصبح طبقة أصيلة لجسم النموذج المتكون كما يوضحه الشكل رقم (١٧).



شكل رقم (١٧) يوضح الطبقات المتكونة لصنع نموذج ثلاثى الأبعاد من المادة اللاصقة البينية.[١٨]

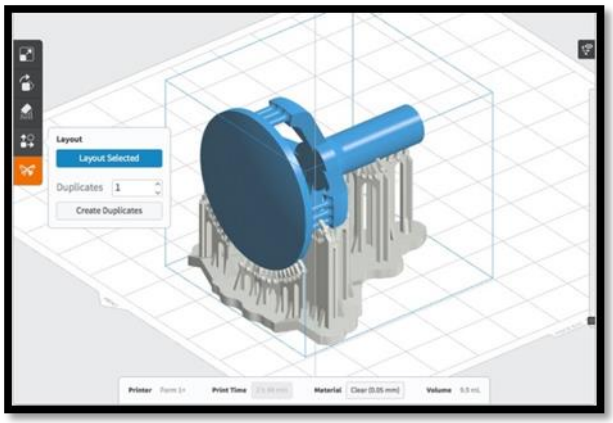
٣- اختبار فريد من نوعه قام به مهندس يسمى(كريج براودي) Craig Broady من شركة (فورملابس) (Formlabs) المتخصصة في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد، استند هذا الاختبار على إمكانية استخدام الريزين الخالي من الشوائب في الطباعة ثلاثية الأبعاد من أجل انتاج عدسة تكبير بالاعتماد على الطابعة Formlabs Form1+ (SLA 3D).

هذه الطابعة قادرة على طباعة طبقات بالأسماك التالية : ٢٥، ٥٠، ١٠٠ ميكرون (٠،٠٠١، ٠،٠٠٢ و ٠،٠٠٤ بوصة) وعدسة مكبرة كريستالية عالية الوضوح بالاعتماد على الريزين (الراتنج) النقي شكل رقم (١٨).

- وتمت طباعة العدسة وفق السماكة ٥٠ ميكرون و من ثم تم توجيهها بحيث تكون مواجهة لمقدمة الطابعة.

قدم (براودي) فكرة موجزة عن هذا المشروع بقوله: "قمت بتصميم (عدسة التكبير، الاطار الأحادي، السلسلة وملقاط التعليق) على برنامج سوليدوركس (Solidworks) الذي يستخدم على نطاق واسع في Formlabs وبعد الإنتهاء من التصميم قمت بطباعته على الطابعة "Form 1+ 3D printer.

- كل الأجزاء تمت طباعتها وفق السماكة ٥٠ ميكرون، تم توجيه العدسة بحيث تكون بشكل مواجه مع مقدمة الطابعة هذا من شأنه السماح للريزين السائل بالتدفق بحرية أكثر حولها .
- التدفق الكبير للرزين يساعد في عدم التصاق الأجزاء الصغيرة من الراتنج بالعدسة و يساهم أيضًا في الحصول على سطح ناعم جداً قدر الإمكان.
- من أجل الحصول على عدسة ذات وضوح بصري عال يجب صقل العدسة بالرمل إما بشكلٍ يدوي على مدار ساعاتٍ أو بمساعدة مثقب كهربائي لعدة دقائق.

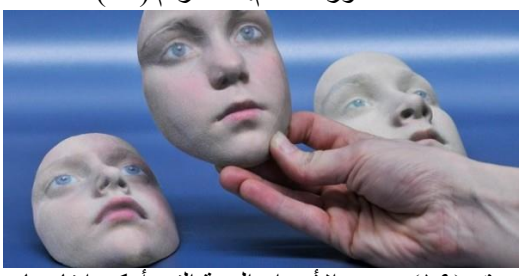


شكل رقم(١٨) يوضح أول عدسة مكبرة تم طباعتها من الريزاين وفق الة طابعة(Form 1+ 3D printer)

رابعًا : الاستخدامات المختلفة للطباعة ثلاثية الأبعاد[٢٠]

تتمكن الطابعات المستلهمة من الخيال العلمي من إنتاج نسخ من نماذج هندسية وقطع غيار، وكذلك بعض أعضاء الجسم، وقد خرجت تقنية الطباعة المجسمة من عالم الخيال العلمي إلى الإنتاج الفعلي، حتى إن بعض هذه الطابعات وصلت بالفعل إلى أيدي المستخدمين، وإن قال الخبراء إن هذه الطابعات لن تحقق انتشارًا كبيرًا في الفترة الحالية على الأرجح، لكن الحقيقة الفعلية هي أن الطابعات تعمل حاليًا،

وتنتج نسخًا من قطع غيار السيارات والنماذج الهندسية بل وبعض أدوات المائدة.
قال (هارتموت شفاندت) – رئيس مختبر الأجسام ثلاثية الأبعاد بجامعة التكنولوجيا في برلين:-" سيكون بإمكانك أيضا طباعة بعض أعضاء الجسم باستخدام مواد حية".
لافتًا إلى أن هذه التقنية تنطوي على فائدة كبيرة لاسيما في حالات كسور العظام.شكل رقم (١٩)

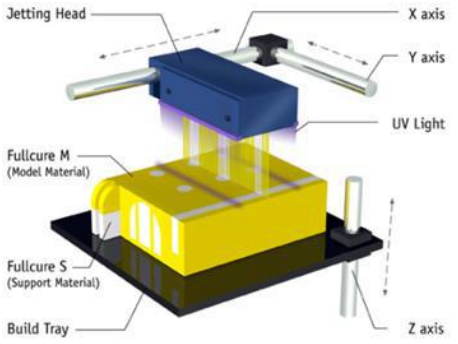


شكل رقم (١٩) بعض الأجزاء الحية التى أمكن إنتاجها بالطباعة ثلاثية الأبعاد

وأضاف (شفاندت) قائلًا:" لو انكسر جزء من العظم، يستطيع المصاب إجراء فحص بالأشعة المقطعية على موضع الكسر، وسيظهر على الفور على شاشة الطابعة شكل الجزء البديل الذي سيتم تركيبه لتعويض الجزء المكسور".
وسيكون من الممكن في المستقبل صناعة نماذج للسيارات واللعب والقطع الفنية أو الأطباق باستخدام أجهزة الطباعة المجسمة بدلًا من الاعتماد على ماكينات متخصصة في هذا الغرض.
ومن العيوب الواقعية لتقنية الطباعة المجسمة ارتفاع التكلفة حيث إن الطابعات المهنية التي تستخدم في مصانع السيارات، أو لدى شركات تصنيع الأحذية الرياضية على سبيل المثال يزيد سعرها على ١٠٠ ألف يورو، ويقول (شفاندت): " إنها لن تكون مجدية إلاّ إذا ظلت تعمل على مدار الساعة.
وتتراوح أسعار أجهزة الطباعة المجسمة شبه المهنية ما بين ٤٠ ألفا إلى ١٠٠ ألف يورو، وبالرغم من أنها تحقق نتائج طيبة إلا أنها لا توفر مجال اختيار واسعا فيما يتعلق بالخامات التي تستخدم في الطباعة.
وبدأت بعض الشركات بالفعل تنتج أجهزة طباعة مجسمة للمستخدم العادي، وتعرض شركة (ديسكتوب فاكتوري) الأمريكية طابعات من هذا النوع بأسعار تصل إلى ٣٦٠٠ يورو، وتقول الشركة على موقعها الإلكتروني "هدفنا هو أن يشيع تواجد هذه الطابعات في المكاتب، والمصانع، والمدارس، والمنازل، مثل طابعات الليزر في وقتنا هذا".
من جهتها أعلنت شركة "ديفنس ديستريبيوتد" الأمريكية، التي نجحت في تصنيع سلاح باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، أنها حجبت تصميمات السلاح على موقعها الإلكتروني بناء على طلب من الحكومة الأمريكية، بحسب ما ذكرت شبكة "بلومبرج" الأمريكية.
وكانت الشركة قد أثارت جلبةً في وقتٍ سابقٍ، عندما نشرت على موقعها الإلكتروني ملفات رقمية تتضمن تصميمات السلاح ثلاثي الأبعاد، الذي صنعته باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد اشترتها مستعملة من موقع "إيباي" للتجارة الإلكترونية.
وقالت الشركة على موقعها الإلكتروني "جميع الملفات تم حجبها بناء على طلب الإدارة الأمريكية لمراقبة تجارة السلاح، فقد فرضت الحكومة الأمريكية سيطرتها على هذه المعلومات حتى إشعار آخر".
وكان طالب حقوق بجامعة تكساس الأمريكية يدعى "كودي ويليام" ويبلغ من العمر ٢٥ عاما، طور السلاح ونشر تصميماته على الموقع الإلكتروني الخاص بشركة "ديفنس ديستريبيوتد" التي يمتلكها، ورغم حجب الملفات الرقمية من موقع الشركة، فإن البيانات مازالت متوافرة على مواقع أخرى على الإنترنت.
وعرضت الشركة على موقعها الإلكتروني، أول تجربة لاختبار السلاح وقالت الشركة إن ١٥ قطعة من مكونات السلاح الجديد،(والذي يتألف من ١٦ قطعة) تم تصنيعها اعتمادًا على تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.
وأضافت أن إبرة إطلاق النار مصنوعة من مسمار تقليدي، وهو ما يجعل السلاح متوافقًا مع الضوابط والقوانين الأمريكية، التي تحظر صناعة أسلحة لا يمكن رصدها بواسطة أجهزة رصد المعادن.

خامسا : استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد فى إنتاج نماذج ملونة شكل رقم (٢٠)[٢٢]

أطلقت شركة (ستراتاسيس) الأمريكية طابعة ثلاثية الأبعاد تمتاز بأنها الأولى في العالم والقادرة على طباعة أجسام بالألوان الكاملة وباستخدام مواد متعددة. وقالت الشركة التي تتخذ من مدينة (مينيابولس) بولاية مينيسوتا الأمريكية مقرًا لها، إن "أوبجيت٥٠٠ كونيكس٣ كولور ملتي ماتيريال ثري دي برينتر"، وهو الاسم الذي أطلقته على طابعتها الجديدة، تمتاز بتقنية الدمج الثلاثي التي تجمع بين قطرات مكونة من ثلاث مواد أساسية، تساعد على تقليل الاعتماد على طباعة الأجسام ومن ثم تلوينها، وسيساهم المنتج الجديد في توفر الوقت والجهد للمصممين والصناع.
وبواسطة دمج تقنية خلط الألوان التي توفرها الطباعة ثنائية الأبعاد التقليدية، وباستخدام الألوان الأساسية الثلاثة (الأزرق السماوي، والأرجواني، والأصفر)، ضمن طابعتها ثلاثية الأبعاد الجديدة، قالت الشركة إن ذلك يسمح بالحصول على أجسام متعددة المواد تقوم طباعتها بمئات الألوان.
وفي حين تتكون مواد الطباعة الأساسية من المطاط والبلاستيك، أوضحت(ستراتاسيس) أنه يمكن دمجهما ومعالجتهما لبناء منتجات متفاوتة تمتاز بالمرونة والصلابة والشفافية.
وأول طابعة ثلاثية الأبعاد في العالم قادرة على طباعة أجسام بالألوان الكاملة، وباستخدام مواد متعددة، تأتي بسعر ٣٣٠ ألف دولار أمريكي.



شكل رقم (٢٠) نموذج ثلاثى الأبعاد ملون

سادسًا :مخاطر الطابعات ثلاثية الأبعاد على الإنسان[٢٣]

١- حذر معهد متخصص من مخاطر الطابعات ثلاثية الأبعاد على الصحة ، مشيرة إلى إمكانية التسبب بسكتة قلبية في حال لم توضع في البيئة المناسبة لها.

٢- أشار باحثون في معهد(إلينوي للتكنولوجيا) إلى ضرورة التنبه إلى المخاطر الصحية للطابعات ثلاثية الأبعاد. ولفت المعهد الى أن الطابعة تعمل وفق عملية ذوبان خيوط البلاستيك وخلق الأجسام الصلبة عن طريق بنائها عبر طبقات رقيقة جدًا. واستخدمت هذه التكنولوجيا في العديد من الصناعات من البناء إلى الفضاء، وبدأت تشق طريقها في كافة مجالات المهن والحياة، وهو ما جعل انتشارها أوسع في كثيرٍ من الشركات والمكاتب، وتعُرض الانسان لها أكبر وأوسع.

٣- نبه المعهد وفق صحيفة التليجراف إلى ضرورة توخي الحذر عند تشغيل بعض الطابعات ثلاثية الأبعاد المتاحة تجاريا خاصة عند وضعها في بيئة مغلقة غير مزودة بنظام تهوية متطور بشكلٍ كافٍ.

٤- وترتكز الطابعة ثلاثية الأبعاد في عملها على عملية "الانبعاث والترسب الحراري" وهو ما يصدر عنها جزيئات متناهية الصغر الى الهواء الطلق، يبلغ قطرها أقل من (١٠٠ نانومتر). وغالبًا ما يتوفر نظام تهوية مثالي في البيئة الصناعية التي تعمل فيها، ويتم من خلالها إزالة تلك الجزيئات، إلا أن الطابعات المتوفرة في السوق اليوم تباع من دون أجهزة التهوية من العوادم أو اكسسوارات الترشيح. وتكمن الخطورة في حال عدم التخلص من تلك الجسيمات، عند استنشاقها حيث تتراكم في الرئتين أو يمكن انتقالها الى الدم مباشرة، مما قد يؤدي إلى آثارٍ صحيةٍ ضارةٍ بما في ذلك التسبب بأمراض القلب والجهاز التنفسي والإصابة بسكتة دماغية.

سابعًا : أثر استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد على التكلفة :

وفيما يتعلّق بالأشياء المعيارية ذات المقاييس الموحّدة، فإن ميزة التكلفة للطباعة الثلاثية الأبعاد قد تكون أقل أهمية، نظرًا لأن التكنولوجيا لا تسمح بإنتاج كميات كبيرة بعد، في حين تعمل الصناعة بكميات كبيرة على تقليل متوسط التكلفة. بالرغم من أنها ربما لا تزال مُجدية. فعلى سبيل المثال، يُمكن أن تُساعد الطباعة الثلاثية الأبعاد في خفض تكاليف التصنيع بما يصل إلى ٣٠% حيث يُمكن طباعة القطعة بشكلها النهائي بدلًا من تصنيعها من قطعة أكبر، مما يُسهم في توفير الوقت وتقليل المخلفات. يوافق (ماركو أنونزياتا)، اقتصادي أول لدى جنرال إلكتريك، على ذلك قائلًا: "بحلول عام ٢٠٢٠، نتوقع قيام قسم الطيران بشركة (جنرال إلكتريك) بتصنيع أكثر من ١٠٠,٠٠٠ قطعة بالطباعة الثلاثية الأبعاد، مما يقلل من وزن الطائرة الواحدة بواقع (١) رطل، مما يُسهم بدوره في تقليل استهلاك الوقود".

ثامنا : استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد كقيمة مضافة[٢١]:

يفترض أحد السيناريوهات المستقبلية في إحدى دراسات معهد البحث الصناعي انهيار التصنيع الشامل تحت وطأة الطباعة الثلاثية الأبعاد. يتوقع أحد التقارير الصادرة مؤخرًا عن معهد (ماكينزي) أن المزيد من الشركات سوف تتبنى تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد بحلول عام 2025 وسوف تغيّر طريقة إضافة قيمة للمنتجات، مما يحوّل تركيز تلك الشركات إلى التخصيص. قد تُسهم الطباعة الثلاثية الأبعاد أيضًا في خفض تكاليف الدخول في الأسواق، مما يتيح للأعمال المحدودة الاقتراب أكثر من مناطق الاستهلاك. وبمرور الوقت، سوف يتحول مصدر المزايا التنافسية تجاه مجالات سلسلة القيمة مثل التصميم أو حتى ملكية شبكات المستهلكين. وفي مثل هذا الموقف، فإن الاقتصاديات العالمية التي تعتمد على التصنيع الشامل بتكلفة منخفضة، مثل الصين، سوف تكون من بين الخاسرين.

تاسعًا: أثر تطور تقنية ثلاثية الأبعاد فى المجال الطبى[٢٢]

توصل باحثون صينيون في وقت سابق إلى ابتكار طابعة ثلاثية الأبعاد قادرة على صنع الأعضاء البشرية من الخلايا، في خطوة من شأنها أن تشكل ثورة في عالم الطب. وهذه الأعضاء قد تحمل الأمل لملايين المرضى في الصين، البلد الذي يمنع فيه زرع الأعضاء باستثناء تبرع الأبوين والأقارب. وتشكل هذه الطابعة البيولوجية ثلاثية الأبعاد، التي أطلق عليها اسم "ريجينوفو"، مستقبل الطب التجديدي. وصنع "ريغينوفو" أعضاء بشرية من خلايا مصنوعة من مادة هلامية. وقد توصل فريق من الباحثين

الصينيين في جامعة (هانغزو للعلوم والتكنولوجيا) إلى صنع كلية ثلاثية الأبعاد، لكنها تفتقر إلى الأعصاب والأوعية الدموية في الوقت الحالي.

يذكر أن المواد التي يتم استخدامها في الطابعة تنتمي إلى نوع من (الهايدروجيل) الذي يشبه الجيلاتين أو الكولاجين ويملك خصائص فيزيائية تشبه الأعضاء البشرية.

ولا يعد هذا الابتكار الصيني الأول من نوعه، فالباحثون في الولايات المتحدة متقدمون في هذا المجال، لكن يبقى التحدي الأكبر وهو العثور على طريقة لهندسة الأعضاء المطبوعة بحيث يقبلها الجسم.

عاشرًا : البيئة والطباعة ثلاثية الأبعاد[١٨] :

كان الهدف الرئيس لهذه التقنية فى مجالاتها المختلفة هو الحفاظ على البيئة من خلال استخدام مواد وخامات معاد تدويرها وودودة للبيئة ومن خلال الأبحاث تبين أن حوالى ٣٠% إلى ٦٠% من الخامات المعاد تدويرها تُستخدم فى الأنتاج وهذا ما أقبلت عليه شركة " وين سون" الصينية عندما أقبلت على توظيف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فى البناء والتشييد حيث قامت بإنتاج (فيلا)كاملة الإنشاءات والديكورات، من خلال استخدام طابعة ثلاثية الأبعاد بمقاس(٦,٦ م × ١٠ م) مستخدمة خليط من الأسمنت ومخلفات البناء المُعاد تدويرها ، طبقة تلو الأخرى وتكلفة هذا البناء لم تتجاوز ١٦٠,٠٠٠ دولار وكذلك استطاعت بناء ١٠منازل فى يوم واحد مكونة من طابق واحد شكل رقم (٢١).

شكل رقم (٢١) لأحد المنازل بالصين تم بناءه بالإنتاج ثلاثى الأبعاد

النتائج:

١. أثبتت الدراسة أن المؤسسات العالمية التى تبنت هذه التقنية مبكرًا قد حققت فوائد جليَة فى مجالات عدة.
٢. أصبحت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد قيد الاستخدام من قبل قطاعات واسعة مثل الصناعات الطبية وأبحاث الفضاء، وكذلك العديد من الصناعات الأخرى مثل (الملابس والأحذية والأطعمة والحلويات والمنازل والأسلحة وغيرها من إحتياجات الأنسان).
٣. أوضحت الدراسة أن تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد قد خرجت من مرحلتها الأولى مع توجه المؤسسات إلى تطبيقات أخرى لا تقتصر على التصميم وإنشاء النماذج الأولية فحسب بل تتعداها إلى صناعة المنتجات النهائية.
٤. هناك العديد من التقنيات الحديثة للطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن تطبيقها فى مصر والحصول منها على منتجات يستفيد منها المواطن المصرى، وذلك باستخدام مواد ودودة للبيئة وتساعد فى الحفاظ عليها.
٥. يحمل مستقبل تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد الكثير من الاختراعات والتى تصب فى صالح السوق المصرى واحتياجاته ، والتى قد توفر له العديد من الأموال قد تساعد فى نموه الٱقتصادى، وغيرها من تقليل استيراد منتجات يمكن إنتاجها بهذه الطريقة محليًا.
٦. ظهور العديد من الاستخدامات للطباعة ثلاثية الأبعاد مستخدمة الخلايا الجذعية والمواد الأخرى فى إنتاج أجهزة وبدائل تعويضية للجسم البشرى قد يسهم وبشكل فعال فى علاج كثير من المرضى وتعويض المصابين بأعضاء صناعيةً تساعدهم على استكمال الحياة والتمتع بها .
٧. الطباعة ثلاثية الأبعاد واستخدامها فى بناء المنازل قد يسهم فى الحفاظ على البيئة من خلال استخدام مواد معاد تدويرها، والتخلص من الحاجة إلى استغلال المحاجر والمواد الأخرى .

التوصيات

١. ضرورة التوصل إلى حل قانونى يضمن الملكية الفكرية لعدم وقوف هذه الجزئية عقبة فى انتشار واستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد.
٢. ضرورة تنشيط أقسام الأبحاث والتطوير، ومدراء تقنية المعلومات لدى الموسسات والمنظمات المصرية للقيام بدورهم نحو صناعة القرار ومساعدة الإدارات العليا فى اتخاذ القرار بإقتناء هذه المعدات وهذه التقنية لمسايرة التقدم العالمى فى هذا المجال.
٣. فى حال امتلاك تلك التكنولوجيا بمصر ، يجب توفير الأجواء المناسبة بيئيًا؛ للوقاية والحفاظ على صحة امتصلين بهذا العمل.

مراجع الدراسة:

[١] رامـى ممـدوح حمادى:اسـتخدام التقنيـات ثلاثيـة الأبعـاد وأثرهـا علـى رفـع اداء المطبوعـات المحليـة ، رســالة ماجســتير،جامعة حلــوان : كليــة الفنــون التطبيقية،قسم الطباعة والنشر والتغليف ، ص٢.

مواقع الانترنت :

[2] gelookahead.stage.economist.com - seen 25-1-2015

[3] http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/p3

[4] http://www.3ders.org/articles/20140320-an-analysis-of-patenting-activity-around-3d-printing-from-1990-current.html.pp2-4

[5] http://www.3ders.org/articles/20140320-an-analysis-of-patenting-activity-around-3d-printing-from-1990-current.html.pp2-4

[6] http://www.tech-wd.com/wd/2013/07/11/3d-printing/ بتاريخ ٢٠١٥/١/٢٥

[7]http://ar.wikipedia.org

[8]http://www.nature.com/naturejobs/science/articles

[9]http://arabicedition.nature.com/journal/2014/06/nj7501-521a[1/30/2015 9:47:25 PM]

[10] http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/pp1-4

[11]http://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D_Printing_Infographic_FINAL.pdf

[12] http://reprap.org/wiki/RepRap

[13]Shichen Zhang,location analysis of 3Dprinter manufacturing industry (Columbia university,faculty of architecture and planning ,master degree,2014,p21

[14]http://www.3ders.org/articles/20140320-an-analysis-of-patenting-activity-around-3d-printing-from-1990-current.html

[15]http://www.3ders.org/articles/20140320-an-analysis-of-patenting-activity-around-3d-printing-from-1990-current.html (نفس المرجع السابق)

[16]http://en.wikipedia.org/wiki/STL_(file_format).

[17]http://en.wikipedia.org/wiki/STL_(file_format). (نفس المرجع السابق)

[18] http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/pp24-39.

[19] http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/pp53-56 بتاريخ (٢٠١٥/١/٢٥) .

[20]http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2013/02/article_0004.html بتاريخ (٢٠١٤/١٢١/٢)

[21]http://www.energyharvestingjournal.com/articles/7149/emerging-technologies-and-materials-for-3d-printing.

[22]https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/312699/informatics-3d-printing.pdf . بتاريخ (٢٠١٤/١٢/٢٥)

[23]http://www.elaph.com/Web/LifeStyle/2013/7/826637.html بتاريخ (٢٠١٥/١/٢٥)

Abstract:

The study aimed to identify the modern global trends to produce three-dimensional models, with a focus on the different techniques used, and the extent to which the Egyptian market through survey and descriptive, and the bunting scans described techniques are used on a global scale in the production of many products and needs humanity, the study has found that there are continuing attempts of the major countries to consolidate this technique utilized in various fields, whether medical, architecture, engineering and construction of houses and food industry and weapons ... etc.

The study concluded that the direction and advised government officials and investors that the acquisition of technology and work on the development and commissioning of managers and information technology research and innovation nearly always used in various fields.

Key words: global trends - Design - Production – ٣D models - internet