

تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد ومستقبلها في العالم العربي

*عبد السلام علي أحمد دومه و خليفة مجحود ارحومة و عبدالله نصر إسماعيل و سليمة أبو كراع

قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية - كلية الهندسة - جامعة بني وليد، ليبيا

*للمراسلة Abdussalam.a.a2018@gmail.com

المخلص تهدف هذه الورقة البحثية إلى دراسة إحدى طرق التصنيع الحديثة والتي تسمى بالطباعة ثلاثية الأبعاد والتي أصبحت موضوعاً بارزاً لما لها من أهمية كبيرة في التطور السريع الحاصل في تقنيات التصنيع. هذه الورقة تستعرض مواضيع مهمة حول الطباعة ثلاثية الأبعاد بدايةً من تاريخ تطور هذه التكنولوجيا وتعريفات مبسطة لها بالإضافة إلى نظرة على الطرق الأكثر شيوعاً لهذه التقنية والتي منها طريقة التليد الانتقائي بالليزر (SLS) وطريقة البناء بالترسيب (FDM) بالإضافة إلى طريقة البلمرة الضوئية مع شرح مبسط لكل طريقة. تم أيضاً في هذه الورقة عرض أهم المواد المستخدمة في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، و هي مواد مختلفة تستخدم في عملية التجسيم كالسراميك والنايلون وغيرها ومع نهاية هذه الدراسة تم التطرق لمستقبل هذه التقنية في ليبيا والعالم العربي.

الكلمات المفتاحية: الطباعة ثلاثية الأبعاد، التصنيع بالإضافة، التليد الانتقائي بالليزر، البناء بالترسيب، البلمرة الضوئية.

A study on the 3D printing technology and its future in the Arab world

*Abdussalam Ali Ahmed , Khalleefah Majhoud Arhoumah, Abdullah Asmaeil, Salima Abukraa
Mechanical and Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Bani Waleed
University, Bani Waleed/Libya.

*Corresponding author: Abdussalam.a.a2018@gmail.com

Abstract This paper aims to present a brief study of study of one of the modern methods of manufacturing, which is called 3D printing, which has become a prominent topic because of its great importance in the rapid development of manufacturing techniques. This paper discusses important topics about 3D printing, It gives some definitions and provides a brief overview about the development of the 3D- printing method . The most common methods of this technique are Selective laser sintering (SLS), Fused Deposition Modelling (FDM), Photopolymerization. This paper also presents the most important materials used in the 3D printing technology such as ceramics, nylon, etc. The final section of this paper is an overview of the future of the 3D printing technology in Libya and the Arab world.

Keywords: 3D printing, Additive Manufacturing, Selective laser sintering (SLS), Fused Deposition Modelling (FDM), Photopolymerization.

المقدمة

Solidworks و 3D Studio و Light Wave 3D وغيرها من البرامج حيث يعنى هذا البرنامج بتصميم القطع الصناعية المعقدة و ذات الأشكال المختلفة و يتم التصنيع بالطباعة ثلاثية الأبعاد عن طريق رص طبقات من المادة الخام فوق بعضها البعض حتى يكتمل الجسم المراد تصنيعه. [2]

تضم الطباعة ثلاثية الأبعاد العديد من تقنيات التصنيع و طرق مختلفة تتغير بشكل ملحوظ و لكن كل هذه التغيرات تدار ببرامج كمبيوتر مساعد و هذا البرنامج يكون عبارة عن مسح رقمي أو نموذج مصمم و تجرى العمليات عن طريق برنامج يقوم بتقسيم المنتج إلى طبقات رقيقة يتم طباعتها طبقة بعد طبقة. [6]

و من مميزات الطباعة ثلاثية الأبعاد أن المادة الخام تمر بعملية تصنيع واحدة على عكس طرق التصنيع الأخرى التي تمر فيها القطعة المراد تصنيعها على عدة مراحل في كل مرة تكتسب فيها خواص و شكل جديد و هذا يوفر الكثير من الوقت و الجهد

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي عبارة عن مجموعة من عمليات صناعية يستخدم فيها مواد تصنيع مختلفة وتتم بطريقة تسمى طريقة الطبقة فوق طبقة أو عملية التصنيع بالإضافة Additive Manufacturing و هي طريقة لصناعة نماذج ثلاثية الأبعاد حيث يمكن خلق نموذج كامل في عملية واحدة [4].

أن التطور الصناعي و التكنولوجيا الصناعية في عصرنا الحديث باتت تسبق الزمن و كلما تعرفنا و اكتشفنا تكنولوجيا أو طريقة جديدة من طرق التصنيع نجد إن العالم من حولنا قد باشر في استخدام طرق أكثر سرعة و أكثر تطور و من هذه التطورات ظهرت إلينا الطباعة ثلاثية الأبعاد أو ما يعرف بالتصنيع بالإضافة.

يمكن تعريف الطباعة ثلاثية بأنها القدرة على إنتاج جسم حسب الطلب و بمواصفات خاصة و بكبسة زر واحدة و ذلك بعد تصميم الشكل أو الجسم المراد تصنيعه أو طباعته باستخدام برامج التصميم المعروفة و لعل ابرز هذه البرامج هو

و في 1993 مجموعة من الباحثين في LMIT شركة لو كيهيد مارتن لتقنية المعلومات قاموا بتطوير تقنية طباعة الجبس و صناعة السيراميك و في عام 1996 طورت معامل ناس الأموس تقنيتين لطباعة أجزاء معدنية باستخدام الليزر و بناء الليزر بشكل طبعي، و في عام 2007 قامت شركة استراتنس بتطوير تقنية البوليجت تعمل بنفس النظام الطبقي و لكنها بطبقات مختلفة و هذه التي تمكن المصنع من إنتاج منتج مركب من عدة مواد و مواصفات مختلفة.

في عام 2005 أطلقت شركة (Z Corp) أول طابعة ثلاثية الأبعاد عالية الدقة تحت أسم (Spectrum Z510). [3] و في عام 2013 قامت شركة M COR بتطوير تقنية طباعة الثلاثية الأبعاد من أوراق مكتبية أو بمعنى آخر يمكن استخدام الأوراق الزائدة لطباعة أجسام ثلاثية الأبعاد به. [8] و آخر ما توصل إليه هو التقنية الأخيرة في عام 2014 جامعة وترولو جمعت بين تقنيتين هما البناء بالترسيب المنصهر و الباورد بت ليس فقط لبناء الأجسام ثلاثية الأبعاد بل للتحكم في الخواص الفيزيائية لهذا المنتج.

طرق الطباعة ثلاثية الأبعاد

إن المبدأ في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد واحد لا يتغير وهو عبارة عن رص لطبقات من المادة الخام حتى يكتمل الجسم المراد تصنيعه أو عن طريق النحت على المادة الخام باستخدام الطابعات الضوئية أو باستخدام طابعات الليزر.

1- طريقة التليد الانتقائي بالليزر

هذا النوع من الطباعة يستخدم فيها الليزر و المادة التي يطبع 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،ص) (X, Y) للطبقة الأولى من النموذج و بتفاعل الليزر مع سطح المسحوق يؤدي الى التصاقها ببعض و يكون قطعة صلبة حسب التصميم و بعد الانتهاء من الطبقة الأولى تمرر أسطوانة مع القليل من المواد المسحوقة لمليء 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.

و تتميز الطباعة ثلاثية الأبعاد بمبدأ التخصيص حيث يمكن التخصيص للمنتج و التصنيع بالطلب هذا ما يغير في سياسة التوظيف.

و قد لفتت أنظار الكثير حول العالم من الصناعين و الباحثين و حتى السياسيين و من أبرزهم حاكم دبي حيث صرح أنه بحلول عام 2030 ستتم طباعة 25% من مباني دبي، كما صرح رئيس أمريكي سابق في خطاب له أمام الكونغرس الأمريكي قائلاً أنها الثورة الصناعية. [8]

وهنا نعود بالزمن لذكر أول الثورات الصناعية التي بدأت من بريطانيا في نهاية القرن الثامن عشر باختراع الطاقة البخارية و ظهور الماكينات التي تصنع الصوف و الغزل و حولت هذه الصناعة من حرفة يدوية منزلية إلى عمليات صناعية بالآلات تتم في مصانع ضخمة.

أما الثورة الصناعية الثانية جاءت في بداية القرن العشرين مع اختراعات إنتاج الحديد و النفط و الكهرباء أو ما يسمى بعصر التصنيع الكمي حيث تمت الاستعانة بخطوط الإنتاج و تم تقليص زمن التصنيع إلى عشر الزمن ما قبل استعمال نظام خطوط الإنتاج و كان الفضل في ظهور خطوط الإنتاج المتحركة ل هنري فور الذي قلص زمن تصنيع السيارات و أصبحت تصنع بشكل كمي. [8]

تاريخ تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد

التصميم بالطباعة ثلاثية الأبعاد أو ما يعرف بالتصميم بالإضافة اعتمد هذا المصطلح من قبل ESTM المنظمة العالمية للمقاييس عام 2010. [8]

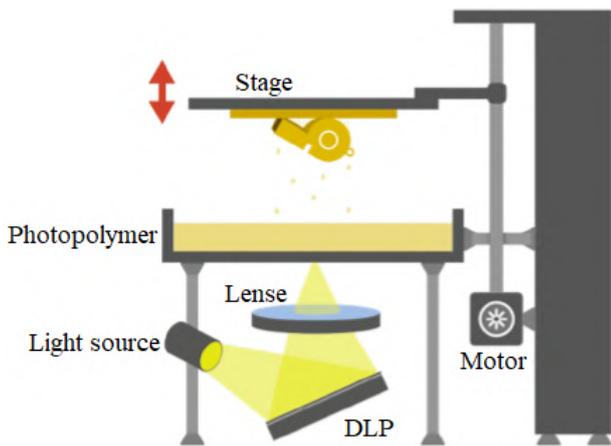
و قد وضح كل الباحثون أن الطباعة ثلاثية الأبعاد لها دور كبير في اختصار الوقت و الجهد لهذا كل العالم يتجه إلى الطباعة ثلاثية الأبعاد و هي تساعد في تصنيع المنتجات المركبة من عدة مواد و ذات التعقيد الشكلي و المادي حيث تبعدنا عن استخدام الطرق الأخرى التقليدية التي تهدر الوقت و المال و الجهد. [1] و هنا يتضح معنى الثورة الصناعية حيث نخرج من قيود طرق التصنيع الأخرى و نجد في الطباعة ثلاثية الأبعاد حرية التصنيع بدون أي صعوبات.

و نعود بالزمن مرة أخرى لنعرف كيف تطورت هذه التقنية حيث في عام 1986 تم تسجيل أول طابعة ثلاثية الأبعاد سجلها " شاك هو " في أمريكا، و في عام 1988 سكوت كرامب صنع ضفدع صغير لابنته باستخدام مسدس الإغراء و اكتشف هذه الفكرة وهي الطابعات البلاستيكية المتوفرة في الأسواق الآن.

[2]

ضوئي التبلر و قابل للمعالجة عن طريق الأشعة فوق البنفسجية بالإضافة إلى الليزر في نطاق الأشعة للجسم النهائي طبقة بعد طبقة. الشكل (3) يوضح طريقة البلمرة الضوئية.

و لصنع طبقة يقوم الليزر برسم مقطع عرضي من شكل الجسم على سطح السائل و التعرض لليزر فوق بنفسجي يعالج الشكل المرسوم و يجعله صلباً و يقوم بلحامه بالطبقة السفلية و بعد أن ينتهي تكوين الطبقة الأولى تهبط منصة الجهاز بالهبوط لمسافة تساوي سمك هذه الطبقة و عادةً ما يكون سمك هذه الطبقة بين 0.05 إلى 0.15 ملليمتر و بعدها يبدأ نصل مليء بالراتنج بمرح سطح الجسم و يعيد تغطيته بطبقة من الخام و على هذا السطح السائل يتم رسم الطبقة التالية لتلتحم في الطبقة السابقة لها و قام بتطوير هذه الطريقة عام 1986 تشارليز حيث أسس شركة 3D Systems.



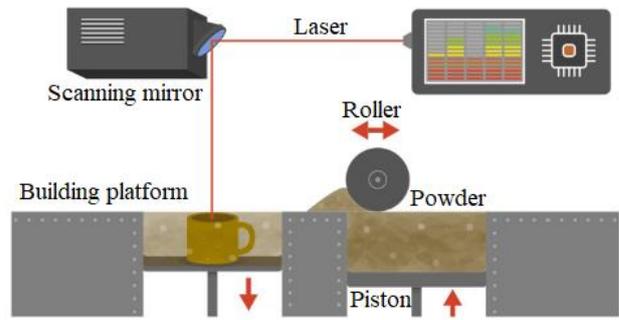
شكل 3: طريقة البلمرة الضوئية (2).

المواد المستخدمة في الطباعة الثلاثية الأبعاد

تسمى المواد المستخدمة في هذه التقنية بحبر الطابعات ثلاثية الأبعاد و كلمة حبر هنا تأخذ معنى آخر عن المعنى المعروف في الطباعة الورقية و حبر الطابعات ثلاثية الأبعاد هو عبارة عن المواد التي تدخل في تصنيع المنتج و تختلف المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد من حيث الشكل فمنها المسحوق و منها الخيوط و الحبيبات و الراتنج و من أهم هذه المواد:

1- المواد المعدنية :

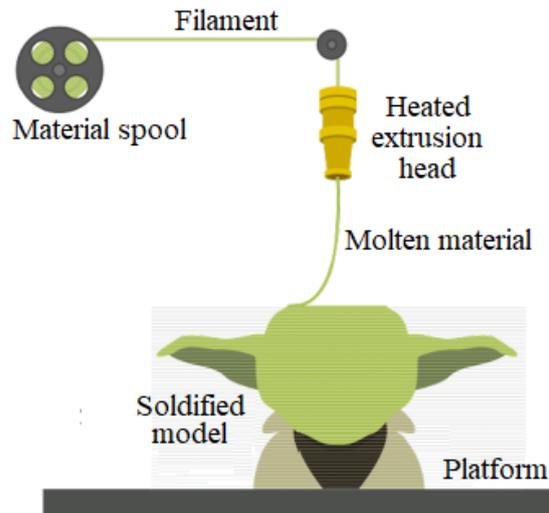
هناك العديد من المواد المعدنية المستخدمة في الطباعة و أكثرها استخداماً الألمونيوم و مشتقات الكوبالت و أيضاً من أكثر المعادن و أقواها استخداماً في الطباعة ثلاثية الأبعاد هي المعادن الغير قابلة للصدأ التي لونها الطبيعي نحاسي و يمكن أن يأخذ اللون الذهبي أو البرونزي كما إنه في الفترة الأخيرة تم إضافة



شكل 1: طريقة التلييد بالليزر (2).

2- طريقة البناء بالترسيب المنصهر

تعتبر هذه الطريقة من أكثر طرق الطباعة ثلاثية الأبعاد انتشاراً و يستخدم في هذا النوع مواد بلاستيكية حرارية عن طريق نفثها خلال نافث أو قاذف. و يتم فيها استخدام سلك من البلاستيك أو المعدن يتم سحبه من البكرة ليغذي فوهة البثق الذي يتحكم في السريان بوقفه أو تشغيله و حيث تسخن الفوهة حتى تقوم بصهر المادة الخام و تتحرك الفوهة في الاتجاهين الراسي و الأفقي بواسطة آلية ميكانيكية تعمل بالتحكم الرقمي و يتم التحكم فيها عن طريق برنامج على جهاز الحاسب الآلي و يتم خلق الجسم المراد صناعته عن طريق المادة المنصهرة المناسبة من فوهة البثق حيث تتحول المادة المنصهرة إلى صلبة فور خروجها من الفوهة و اخترع هذه التقنية سكوت كرامب في أواخر الثمانينيات حيث حصل على براءة اختراع و أسس شركة ستراتاسيس عام 1988.



شكل 2: طريقة البناء بالترسيب المنصهر (2).

3- طريقة البلمرة الضوئية

يستخدم التبلر الضوئي في هذه الطريقة لصنع مجسمات صلبة من السوائل و تستخدم هذه الطريقة خزائناً مليئاً براتنج سائل

تحقق الطباعة ثلاثية الأبعاد التوازن الإقتصادي و ذلك من ناحية الإستيراد و التصدير و هذا يضع احتمال كبير في تطور استخداماتها و توسيعها في أغلب الدول فهي تحول من نموذج إنتاج تقليدي إلى نموذج جيد و سريع ذو كفاءة عالية.

يعتقد الكثير من المهتمين بالطباعة ثلاثية الأبعاد أنه يمكن لها أن تكون قادرة على تحقيق العديد من النجاحات و خلق ابتكارات جديدة.

و بعد كل هذه النجاحات في الكثير من المجالات من المتوقع أن تتطور هذه التقنية بصورة أكبر و تخرج إلينا بالعديد من الابتكارات بما أنها تعد محل اهتمام أغلب الدول و كل الباحثين من جميع النواحي العسكرية و الاقتصادية و الصناعية و حتى الفنية و سيكون لها دور في خلق عالم جديد مع وجود التكنولوجيا و لكن من جهة أخرى تعود علينا بآثار سلبية منها فقدان الوظائف المصنعين و هذا يضر أغلب الدول النامية التي ستحتاج وقت لتتغلب على هذه المشكلة.

و بوجه الخصوص لبعض الدول التي تفتقد دورها الصناعي في العالم ستكون لها فرصة كبيرة لدخول هذه الثورة الصناعية و البحث عن مكانها بين الدول الصناعية الكبرى ، الطباعة ثلاثية الأبعاد هي عبارة عن ثورة صناعية كبرى بأدوات بسيطة فهي لا تحتاج إلا للمواد الخام و بعض الخبرات في مجال التصميم و التصنيع لتكوين مؤسسات صناعية كبرى تنتج العديد من المنتجات بشكل سريع و بسيط و هذا يعتبر قفزة كبيرة لدخول الدول النامية في عجلة الصناعة و تحقيق مكاسب اقتصادية و صناعية و سياسية عن طريق إثبات نجاحها في الصناعة عن طريق استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد.

تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد :

1- في مجال الطب

استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد في صناعة الأجهزة والأدوات الطبية وفي التعليم حيث يتم صناعة النماذج الخاصة بالأعضاء البشرية كما أنها تستخدم في صناعة الأطراف الصناعية و غالبا ما تكون تكاليفها أقل و أيضا استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال طب الأسنان و مجال التشخيص الطبي حيث تستخدم في تشخيص الأمراض الأكثر تعقيدا مثل السرطانات.

النحاس و الذهب إلى المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد.

2- المواد البلاستيكية :

البلاستيك هو من أكثر المواد المستخدمة في الطباعة ثلاثية الأبعاد حيث تتوفر الطابعات البلاستيكية بكثرة و تعتبر من أرخص أنواع الطابعات و أسهلها استخداماً و يستخدم البلاستيك بصورة عامة في صناعة ألعاب الأطفال كما يستخدم في صناعة نماذج مصغرة للمشاريع الهندسية و هناك العديد من الاستخدامات الأخرى.

و بصورة خاصة يستخدم النايلون على شكل خيوط أو مسحوق و من مميزاته المرونة و المئات.

3- المواد الحيوية :

تعتبر طباعة المواد الحيوية هي أكثر المواضيع تشويقاً في تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد و هناك العديد من البحوث حول طباعة المواد الحيوية في الأغراض الطبية و تبحث العديد من المؤسسات من أجل تطوير التطبيقات التي تستخدم في طباعة الأعضاء البشرية للزرع بدلاً من استبدال الأنسجة الخارجية للجسم.

4- يوجد العديد من المواد الأخرى مثل :

الأطعمة: حيث استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد في صناعة الشوكولاتة كما استخدمت في صناعة السكر و هناك العديد من المحاولات تجرى على طباعة المعكرونة و اللحوم كما أن هناك توقعات باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في طباعة مواد غذائية متوازنة.

السيراميك: السيراميك هي من أكثر المواد التي أثبتت نجاحها بالطباعة ثلاثية الأبعاد حيث أنها تخضع لنفس الظروف التي تحتاجها عند صناعتها بالطرق التقليدية.

الورق: حيث إن النماذج المطبوعة بواسطة الورق يمكن إعادة تدويرها و تعتبر آمنة هذا ما يجعلها صديقة للبيئة كما أنها لا تحتاج إلى عمليات إضافية كما أن تكلفة معداتها تعتبر قليلة.

تأثير تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد عالمياً

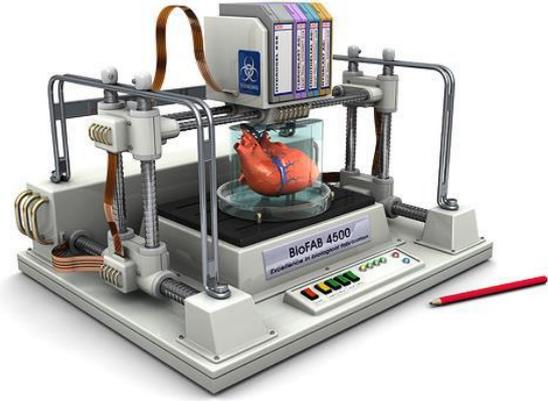
تؤثر الطباعة ثلاثية الأبعاد على طرق الإنتاج من عدة نواحي منها الاجتماعية و الاقتصادية و البيئية و من ناحية السلامة و الأمان الصناعي .

و تتميز الطباعة ثلاثية الأبعاد بتقريب المنتجات من المستهلك حيث تبعدنا عن قيود التوريد و التصدير و أيضا تعطي فرصة الإنتاج حسب الطلب و على دفعات حسب الحاجة و حسب الطلب للحد من تراكم المنتجات .

ثلاثية الأبعاد في صناعة قطع غيار السيارات و الإطارات و هذا يساعد في صنع قطع الغيار بالطلب.



شكل 6. سيارة مصنوعة بالطباعة ثلاثية الأبعاد (1).



شكل 4. طباعة الأنسجة و الخلايا الحيوية.(3)

5- في مجال الطائرات و الفضاء

استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد في صناعة قطع غيار الطائرات و المركبات الفضائية وبسبب الطبيعة الحرجة في تطوير الطائرات فان أعمال التطوير و البحث تحتاج إلى مقاييس حاسمة و مع ذلك يتم استخدام طابعات ضخمة في صناعة الأجزاء الأساسية في الطائرات في الكثير من الشركات و من أبرز هذه الشركات شركة Airbus/EADS.

6- في مجال الهندسة المعمارية و البناء

تصنع النماذج المصغرة للمشاريع الهندسية بشكل سريع و دقيق بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد و في الآونة الأخيرة يحاول بعض المهندسين و الإنشائيين استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في البناء حيث استخدمت بعض الشركات الصينية الطباعة ثلاثية الأبعاد في بناء هياكل كاملة للبيوت و المباني.



شكل 7. نموذج مصغر لمشروع هندسي (1).

7- في مجال الفنون

و قدر برزت أسماء فنية في مجال الفنون و النحت حيث استخدموا الطباعة ثلاثية الأبعاد في الفن بطرق عديدة و تكاد تكون مستحيلة بدون استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد و من أبرز هذه الأسماء هم نايك إيرفينك و ليونيل ديان و ديزنك أوف و

2- في الأحذية و الملابس

استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد مؤخراً في صناعة الملابس كما أنها استخدمت في صناعة الأحذية بالشكل و الحجم المطلوب و أيضاً في صناعة القبعات و الحفائب و كل ما يتعلق بالموضة و كل هذا بشكل ثلاثي الأبعاد.

3- المجوهرات

في هذا المجال تستخدم النماذج و القوالب في تصنيع المجوهرات و لكن بعد استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لا نحتاج إلى هذه القوالب و لا لصب المعادن الثمينة حيث يمكننا صناعة المجوهرات بعد تصميمها عن طريق الطباعة و بشكل سريع و بتكاليف أقل و بدون تخصيص.



شكل 5. مجوهرات مصنوعة بالطباعة ثلاثية الأبعاد (2).

4- في مجال السيارات

في 25-3-2015 كشفت الصين النقاب عن أول سيارة ركاب منتجة باستخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في هاينان بجنوب الصين كما إنه في السابق تم استخدام الطباعة

تطبيقات الاستخدام من الأولويات أيضاً، كما يقترح وجود جهة بحثية رسمية يوكل إليها تنظيم واستكشاف الاستخدامات المختلفة.

على الصعيد الطبي، أنه تستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الأطراف الصناعية والأجهزة التعويضية بما توفره من سهولة في تجسيد الأشياء فيزيائياً وصنعها، إلا أن المبتكر العربي (محمد العواد) مؤسس شركة ميدانيف فكر بتطبيقات طبية مبتكرة للطباعة ثلاثية الأبعاد تركز على استخدامها في محاكاة التشوهات والأمراض في أعضاء مرضى معينين بهدف إتاحة الفرصة للأطباء لتشخيصها والتخطيط لعلاجها بصورة صحيحة ودقيقة.

مستقبل الطباعة ثلاثية الأبعاد في العالم العربي هو قفزة صناعية كبيرة رغم إنها محدودة جداً حيث يكاد ينعدم استخدامها حتى الآن في بعض الدول كليبيا وموريتانيا والمغرب والسودان برغم وجود الكثير من البحوث في هذا المجال خصوصاً في ليبيا ولكن يبقى العائق الوحيد لتطبيق هذه التقنية في ليبيا هو عدم وجود دعم للبحث العلمي خصوصاً الدعم المالي. في حال وجود دعم للبحوث الليبية فإننا نتوقع أن تأخذ ليبيا مكانها بين الدول الصناعية خصوصاً وأن الأراضي الليبية خصبة بأغلب أنواع المواد الخام اللازمة لعمليات التصنيع المختلفة.

الخلاصة

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي تكنولوجيا المستقبل وطريق إلى عالم جديد في مجالات التصنيع بما فيها من استثمار الموارد وحفظ من التلوث، فكما نلاحظ أن الطباعة ثلاثية الأبعاد لا تنتج مواد ملوثة للبيئة ولا تصدر مواد ملوثة أيضاً، فقد نصبح في يوم تستخدم فيه كل المصانع طابعات ثلاثية الأبعاد صديقة للبيئة واقتصادية. وبعد هذا البحث نكون قد تعرفنا على مفهوم الطباعة ثلاثية الأبعاد وتطورها التاريخي وطرق استخدامها بالإضافة إلى تطبيقات هذه التقنية وتأثيرها عالمياً. عربياً بينت الدراسات محدودة استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد حيث كانت الإمارات العربية المتحدة وجمهورية مصر العربية من الدول التي بدأت فعلياً في إدخال هذه التقنية في مجالات التصنيع المختلفة. وبهذا البحث نكون قد أعطينا فكرة دقيقة عن مفهوم الطباعة ثلاثية الأبعاد، على أمل أن تُطبق تلك التقنية في بلدنا ليبيا والمساهمة في نقله إلى واجهة الدول في الاقتصاد والطب والمجالات المختلفة.

المراجع

[1]-د. محمد المغير، أطبعها ببساطة، الإصدار الأول، 2017.

في الوقت الحالي تصنع الكثير من التحف و الهدايا المعقدة عن طريق الطباعة ثلاثية الأبعاد.

8- في الإلكترونيات و الروبوتات

بعد تطوير الطباعة ثلاثية الأبعاد لا نحتاج الى الدوائر المكشوفة حيث يمكننا بالطباعة ثلاثية الأبعاد طباعة هياكل الروبوتات و الإلكترونيات المطلوبة بكل سهولة.



شكل 8. روبوت مصنوع بالطباعة ثلاثية الأبعاد(1).

مستقبل الطباعة ثلاثية الأبعاد في ليبيا والعالم العربي

هذا الجزء المهم من الورقة كان نتيجة لبحث مكثف في المصادر العلمية والكثير من مواقع الإنترنت حيث تم استنتاج أنه كان للدول العربية دورها البارز في هذه التقنية الجديدة، حيث أعلن رئيس اللجنة الوطنية للابتكار بدولة الإمارات العربية المتحدة عام 2015 عن مشروع بدبي لإنشاء أول مبنى مكتبي على مستوى العالم ستجري طباعته بالكامل بتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد. كما أعلنت دولة الإمارات العربية المتحدة في عام 2016 عن مخططاتها لإنشاء مختبرات بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، وكذلك إنشاء مختبرات لتقنيات الطيران من دون طيار باستخدام طابعات ثلاثية الأبعاد.

في جمهورية مصر العربية تم اتخاذ مجموعة من القرارات بمجلس الوزراء لدراسة التحديات الرئيسية للبدء في استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد فالتحديات متعددة، وأولها وجود الإطار المؤسسي و أن وجود تنظيم رسمي يشجع ويضبط

- [1]- Elizabeth Matias, Bharat Rao, 3D Printing: On Its Historical Evolution and the Implications for Business, Proceedings of PICMET '15: Management of the Technology Age, 2015.
- [2]- Dr.Ravi Shankar Kalva, 3D Printing - The Future of Manufacturing (The Next Industrial Revolution), International journal of innovations in engineering and technology, Vol. 5, No. 1, 2015.
- [3]- Robin M Snyder, An overview of the past, present, and future of 3D printing technology with an emphasis on the present, ASCUE Proceedings, 2015.
- [4]- Medhavi Kamran, Abhishek Saxena, A Comprehensive Study on 3D Printing Technology, MIT International Journal of Mechanical Engineering, Vol. 6, No. 2, August 2016.
- [5]- Burak Karagöl, 3D Printing: What does it offer and for whom?, TEKPOL Science and Technology Policies Research Center, 2015.
- [6]- Siddharth Bhandari, B Regina, 3D Printing and Its Applications, International Journal of Computer Science and Information Technology Research, Vol. 2, No. 2, 2014.
- [2]- علي البلاوي، الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D printing 2015،
- [3]- بشار ديب، الطباعة ثلاثية الأبعاد، المركز الوطني للمتميزين في سوريا، 2014-2015.
- [4]- إبراهيم أمين، الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D printing، المجلة الدولية للتعليم بالإنترنت، ديسمبر 2016.
- [5]- سيمون فيرونو، الطباعة ثلاثية الأبعاد، مؤسسة RAND البحثية، 2017.
- [6]- ليلاس قزيز، كيف تعمل الطابعات ثلاثية الأبعاد، منشورات وكالة ناسا، 2018.
- [7]- دحسان رشيد عبد العزيز، الطباعة ثلاثية الأبعاد (العبور السريع للمنتج)، منشورات جامعة الملك عبد العزيز، 2012.
- [8]- د. أحمد علي، التصنيع بالطباعة ثلاثية الأبعاد (التصنيع بالإضافة)، منشورات جامعة أم القرى، 2017.