# مقال بعنوان : الطابعات ثلاثية الأبعاد

## وتوظيفها في التعليم

اعداد: د. محمد شوقي شلتوت

استاذ تكنولوجيا التعليم المساعد ومدير مركز التعلم الالكتروني

بكليات الشرق العربي للدراسات العليا السعودية

واستشاري التعليم الالكتروني والفنون البصرية

**تم النشر** : مجلة التعليم الإلكتروني – وحدة التعليم الإلكتروني بجامعة المنصورة – جمهورية مصر العربية، العدد السابع عشر 1/مارس/2016 م. رابط المقال:

http://emag.mans.edu.eg/index.php?sessionID=41&page=news&task=show&id=531

في الماضي كنا نستغرق وقتا طويلا جدا عندما نصمم مجسما نستخدمه في توضيح احد موضوعات المقرر، اما الان اصبحنا نستطيع تنفيذ ذلك عن طريق استخدم الطابعات ثلاثية الابعاد، حيث بدأت في التعرف عليها من خلال اطلاعي علي العديد من الابحاث والكتب التي تحدثت عنها وكذلك من خلال زيارتي لمعرض جيتكس بدبي ولكن زادت معرفتي اكثر عند مشاركتي بالمنتدي العالمي بدبي (GESS 2015)بتقديم بحثي بعنوان نموذج للانفوجرافيك التعليمي، حيث قمت بزيارة المعرض المصاحب وتفقدي لأجنحة المعرض توقفت عند احد الشركات الهندية التي تعرض الطابعات ثلاثية الابعاد واستمتعت الي عرض مطول لكل ما يخص هذه الطابعات وكعادتي المجنونة توقف عقلي للحظات حيث بدا في التفكير ما مدي الاستفادة من هذه الطابعات في التعليم وجعله بصورة اكثر فعالية وتشويق .

## تعريف الطابعات ثلاثية الابعاد :

يظن الكثيران طابعات ثلاثية الابعاد ما هي الا طابعه مثل اي طابعه نضع لها حبر وورق فتطبع ما نحتاجه ولكن عندما نستعرض تعريفها نجدها انها أحد أشكال تكنولوجيا التصنيع بالإضافة حيث يتم تكوين جسم ثلاثي

الأبعاد بوضع طبقات رقيقة متتالية من مادة ما فوق بعضها البعض، اي بمعني اننا امام طابعة تقوم بوظيفة مصنع صغير يصنع المجسمات بوقت قصير وتسطيع وضعها علي مكتبك كأي طابعة عادية.

## طرق وتقنيات الطابعات ثلاثية الابعاد

لكي نتعرف اكثر علي الطابعات ثلاثية الابعاد يجب علينا ان نتعرف علي كيفية قيامها بإنتاج المجسمات حيث انها لا تستخدم نفس التقنية لإنتاج المجسمات. فهناك طرق عديدة لعمل هذا، لذلك سوف تحمل السطور القادمة توضيح مبسط لطريقة عمل هذه الطابعات في انتاجها لمجسمات . وتنقسم طرق وتقنيات الطابعات ثلاثية الابعاد الي :

- **التلبيد الانتقائي بالليزر Selective laser sintering (SLS)**
- **طريقة البناء بالترسيب المنصهر FDM**
- **ستيريوليثوجرافي (SLA)**

## التلبيد الانتقائي بالليزر Selective laser sintering (SLS) :

تستخدم هذه التقنية ليزر عالي القدرة للحام جزيئات صغيرة من بلاستيك أو معدن أو خزف أو زجاج في كتلة صلبة تحمل شكل المجسم المطلوب. يقوم الليزر بلحام الخامة التي تكون في هيئة بودرة بشكل انتقائي، حيث تقوم الطابعة بقراءة الطبقة (المقطع العرضي) التي صنعها برنامج الرسم 3د ثم تقوم برسمها فوق طبقة البودرة. بعد هذا تهبط المنصة التي تحمل البودرة درجة إلى الأسفل، بمقدار سمك الطبقة المطلوب، وتضاف طبقة جديدة من البودرة، ومن ثم تعاد نفس العملية مع طبقة جديدة، وهكذا حتى يكتمل الشكل.

طبقات البودرة التي لم يمسها الليزر تظل على حالتها، مما يجعلها تشكل بناءً داعمًا للجسم النهائي. وهي ميزة تقنيتي الSLS والSLA ، حيث لا يحتاج المصمم إلى صنع هيكل إضافي للدعم كذلك، يمكن اعادة تدوير البودرة الغير مستخدمة لتدخل في طباعة جسم جديد. تم اختراع وتطوير تقنية SLS على يد د. كارل ديكارد Dr. Carl Deckard بجامعة تكساس في منتصف الثمانينيات وتحت رعاية DARPA (وكالة المشاريع البحثية المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية)

**فيديو توضيح لهذه التقنية**

https://www.youtube.com/watch?v=0sLcobtfHFY



شارك المحتوى
MOHAMED SHALTOUT
www.shaltot.com
drShaltout
Dr.Mohamed ShaltoutTV

## طريقة البناء بالترسيب المنصهر FDM :

تعمل هذه الطريقة باستخدام خيط من البلاستيك أو سلك معدني، يتم سحبه من بكرة ليغذي فوهة البثق extrusion التي تستطيع التحكم في السريان بوقفه وتشغيله. يتم تسخين الفوهة حتى تصهر الخامة، ثم يمكن لها أن تتحرك في الاتجاهين الأفق والرأسي بواسطة آلية ميكانيكية تعمل بالتحكم الرقمي، ويتم التحكم بها مباشرة بواسطة حزمة برامج للتصنيع بواسطة الكومبيوتر Computer-aided manufacturing (CAM). يتم تخليق المجسم النهائي باستخدام الخامة المنصهرة لتشكيل طبقات، حيث تتحول الخامة إلى الحالة الصلبة فور خروجها من الفوهة. تم اختراع تقنية FDM على يد سكوت كرامب Scott Crump في أواخر الثمانينيات. وبعد حصوله على براءة الاختراع، أسس سكوت شركة ستراتاسيس Stratasys في عام 1988. البرنامج الذي يأتي مع تقنيته هذه يقوم تلقائيا بصنع بناء دعم للمجسمات إذا احتاج المستخدم لذلك. تقوم الماكينة باستخدام خامتين، واحدة للنموذج النهائي وواحدة لبناء الدعم والذي يتم التخلص منه بعد ذلك مصطلح الترسيب المنصهر واختصاره FDM هما علامتين تجاريتين لشركة ستراتاسيس. المصطلح المكافئ، التصنيع بالخيط المنصهر fused filament fabrication (FFF), تم صكه على يد أعضاء مشروع ريب-راب RepRAP لإمكان استخدامه بدون تبعات قانونية. (مشروع ريب-راب هو مشروع طابعة مجسمة صغيرة مفتوحة المصدر open source مصنوعة من أجزاء بلاستيكية، وبما أن بإمكان الطابعة طباعة الأجزاء البلاستيكية فإن المشروع يهدف إلى جعل الماكينة تقوم بإعادة استنساخ نفسها، مع توافر الوقت والخام المطلوب، مما يجعل الطباعة المجسمة متوافرة ومتاحة ومجانية لأكبر عدد من الأشخاص)

**فيديو توضيح لهذه التقنية**

https://www.youtube.com/watch?v=WHO6G67GJbM

## ستيريوليثوجرافى (SLA) :

التقنية الأشهر والتي تستخدم التبلمر الضوئي لصنع مجسمات صلبة من السوائل هي ال .SLA هذه التقنية تستخدم خزانا مليئا براتينج سائل ضوئي التبلمر قابل للمعالجة بالأشعة فوق البنفسجية ultraviolet curable photopolymer resin، بالإضافة إلى ليزر في نطاق الأشعة فوق البنفسجية لبناء المجسم النهائي طبقة بعد أخرى. لصنع الطبقة الواحدة، يقوم شعاع الليزر برسم مقطع عرضي من شكل الجسم على



شارك المحتوى
MOHAMED SHALTOUT
www.shaltot.com
drShaltout
Dr.Mohamed ShaltoutTV

سطح الراتينج السائل. التعرض لليزر الفوق بنفسجي يعالج ويصلب الشكل المرسوم على الراتينج، ويقوم بلحامه بالطبقة التي بأسفله.

بعد أن ينتهي رسم الشكل، تقوم منصة الجهاز بالهبوط لمسافة تساوي سمك طبقة واحدة، عادة ما تكون بين 0.05 إلى 0.15 مم. ومن ثم يبدأ نصل مليء بالراتينج بمسح سطح الجسم، معيدًا تغطيته بكمية جديدة من الخامة. على هذا السطح الجديد الذي لا يزال سائلا، يتم رسم الطبقة التالية، لتلحم بعد ذلك في سابقتها. المجسم النهائي المصنوع باستخدام الستيريوليثوجرافي يتطلب استخدام بناء داعم ليعمل على ربط المنتج بمنصة الجهاز.تم تطوير هذه التقنية في عام 1986 على يد تشارليز هال، والذي أسس بدوره شركة 3D Systems

**فيديو توضيح لهذه التقنية :**

https://www.youtube.com/watch?v=LSSZW9ab_sg

## مجالات استخدام الطابعات ثلاثية الابعاد:

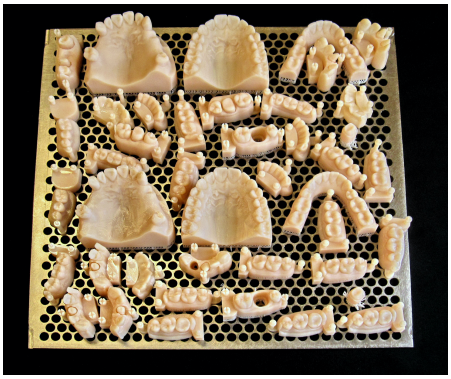
غزت الطابعات ثلاثية الابعاد مجالات كثيرة من مجالات الحياة واصبحت عنصر اساسي في انتاج ما يفيد هذه المجالات وعلي سبيل المثال لا الحصر المجالات التالية :

- المجال الطبي :

أهم الاستخدامات للطباعة ثلاثية الأبعاد هي استخدامها في صناعة الأجزاء التعويضية المعروفة بأسعارها المرتفعة نظراً لاحتكارات الشركات في هذا النطاق لتقدم أجزاء تعويضية بأسعار رخيصة نسبياً و بحيث تكون أكثر مطابقة لاحتياجات المريض من حيث الشكل و المضمون.وتسمى هذه التقنية بالطباعة الحيوية، وهي تعتمد أساساً على تجهيزات مماثلة لتجهيزات الطباعة الثلاثية الأبعاد، لكنها تستخدم الخلايا الحية في عملية الطباعة أو التشكيل .

ومن التجارب الناجحة في هذا المجال تمكُّن فريق من الباحثين في جامعة كورنيل من إنتاج هيكل أذن بشرية مصنوعة من خلايا المريض ذاته. كما نجح فريق آخر من الباحثين في إنتاج أوعية دموية بديلة لاستخدامها في عمليات جراحة القلب واستبدال الأوردة أو الشرايين. هذا ويتوقع أن تتوفر هذه التقنية تجارياً خلال بضع سنوات حال الانتهاء من اختبارات السلامة الطبية المطلوبة لاعتمادها رسمياً.

وقد تمكن ايضا فريق من العلماء في جامعة برينسيتون للأبحاث بولاية نيوجيرسي الأميركية و بمساعدة من أحد الطلاب في المدرسة الثانوية- من اختراع أذن آلية، لا تشكل بديلا للأذن البشرية فقط من حيث المظهر ، ولكنها تضم مستشعرات مبنية في نسيجها، تساهم ايضاً في تحسين قدرات السمع. والأذن المذكورة هنا تحديدا تم صـــنعها من خليط من مادة "الهيدروغل" وخلايا جذعية من العجل، دمجت بجزيئات فضية متناهية الصغر، تتولى عمل الهوائي ، وقد استخدمت ايضا في صناعه الاسنان البشرية .



- <u>مجال الفضاء،</u>

و لم تتوقف أهمية هذه التقنية عند حدود الاستخدامات المنزلية فأهمية هذه التقنية جعلت ناسا ترسل أحد صواريخها إلى محطة الفضاء الدولية محملاً بطابعة ثلاثية الأبعاد بحجم ميكروويف صغير لصناعة و استبدال الأجزاء التالفة من المحطة. وقد استخدمتها ايضا على الأرض كوسيلة رخيصة سريعة لتصنيع أجزاء من المركبات الفضائية، بما في ذلك مكونات محركات الصواريخ التي يجري اختبارها للجيل المقبل من مركبات الفضاء.

- صناعة الاسلحة :

تمكنت مجموعة غير ربحية تطلق على نفسها اسم "ديفينس ديستربيوتد" من تصنيع أول مسدس يد باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد، وأطلقت عليه اسم "ذي ليبريتور" أو "المحرر"، الأمر الذي أثار مخاوف أعضاء في مجلس الشيوخ الأميركي (الكونغرس).

مؤسس هذه المجموعة، هو طالب في قسم القانون في جامعة تكساس يبلغ من العمر 25 عاما يدعى كودي ويلسون، قد أعلن انه سيخترع أول مسدس يد مصنوع بالكامل باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد، وقد نجح مؤخرا في ذلك.وجميع أجزاء المسدس الستة عشر مصنوعة من مادة البلاستيك الحراري الذي يتميز بصلابته، باستثناء مسمار معدني وحيد استخدم كـ"طارق" للمسدس، وتمت طباعته باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد. ويستخدم المسدس الرصاص العادي وطواحين رصاص متغيرة تبعا لنوع الذخيرة.وتقنيا فإن هذا المسدس يضم مكونا إضافيا لم تتم طباعته، فقد أضافت المجموعة قطعة معدنية بوزن ستة أونصات إلى جسم المسدس لجعله قابلا للكشف عنه في أجهزة الكشف عن المعادن تماشيا مع "قانون الأسلحة النارية التي لا يمكن الكشف عنها". وكانت المجموعة حصلت في مارس/آذار الماضي على رخصة اتحادية للأسلحة النارية ليسمح لها بأن تكون مُصَنِّعا قانونيا للمسدسات مثل شركات الأسلحة. وتثير طباعة مثل هذا المسدس مخاوف لدى كثيرين، إذ إن وصول ملف التصميم الثلاثي الأبعاد للمسدس (كاد) إلى الإنترنت سيتيح لكثيرين تحميله، وبالتالي سيتمكن من يملك طابعة ثلاثية الأبعاد من إنتاج مسدس بلاستيكي بشكل قانوني أو غير قانوني، لا يوجد عليه رقم متسلسل، ولا يخضع لأي عقبات تنظيمية أخرى.

- الوحدات سكنية:

افتتح في مجمع "جانسو" الصناعي الصيني معرض للمساكن المطبوعة بواسطة الطابعة ثلاثية الأبعاد. ويتكون أحد تلك المساكن من 5 طوابق.

وفي حال استخدام النفايات الإنشائية والزجاج والاسمنت والفولاذ كمواد إنشائية، أي كـ"حبر" للطابعات ثلاثية الأبعاد يمكن تصنيع مبان سكنية يبلغ ارتفاعها 6.5 متر وطولها 152.4 متر وعرضها 9.7 متر.

يذكر أن الشركة التي طرحت مبان لها في المعرض قد حصلت على مئات الطلبات بإنشاء مثل هذه المساكن. وقيل أن أحد تلك الطلبات ورد من الحكومة المصرية.



شارك المحتوى
MOHAMED SHALTOUT
www.shaltot.com
drShaltout
Dr.Mohamed ShaltoutTV

ويقول منظمو المعرض إنه يمكن شراء نماذج جاهزة معروضة في المعرض، حيث يبلغ سعر أصغرها 100 ألف جنيه استرليني.

وتنقل صحيفة "ذي دايلي مايل" عن رئيس شركة " Winsun " الصينية قوله إن النفايات الإنشائية يمكن معالجتها أكثر من مرة، مضيفا أن المواقع الإنشائية في المستقبل ستكون أكثر نظافة وأقل ضجيجا.

## مميزات الطباعات ثلاثية الابعاد :

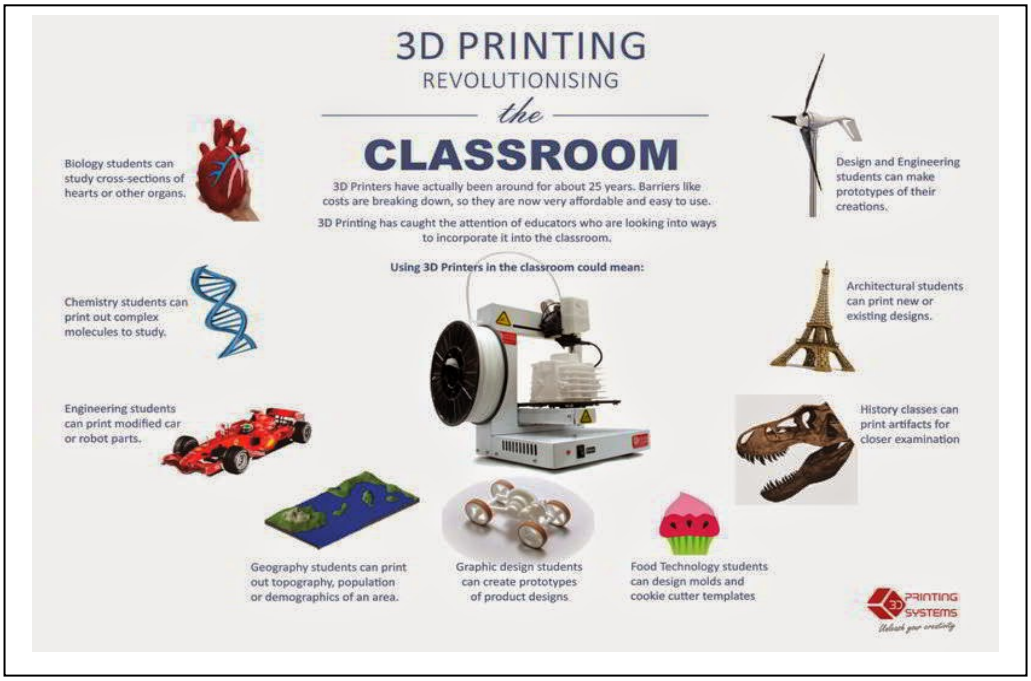
1. سهولة تعديل التصميم.
2. امكانية نسخ التصميمات باستخدام نظام مسح ضوئي رقمي scanning للنموذج الأول بواسطة حاسوب ووب كام وسوفتوير خاص . وبعد ذلك يتم تحويل البيانات إلى منتج ثلاثي الأبعاد من المادة المختارة.
3. امكانية الحصول على أجزاء كبيرة الحجم، الأجزاء البارزة، الأجزاء المتداخلة، والأجزاء المعشقة بزاوية أقل من 90 درجة والتي من الصعب أو المستحيل الحصول عليها بطرق التشكيل التقليدية.
4. نظام استرجاع متكامل للخامات.
5. لا تستخدم أدوات أو أجهزة كثيرة وبذلك يختصر الوقت والتكلفة.
6. لا توجد حدود لمدى تعقيد التصميم.
7. تتفوق طريقة الطباعة الثلاثية على طرق التشكيل التقليدية وذلك أن مكونات المنتج في طريقة الطباعة الثلاثية تنافس أداء مثيلاتها التي صنعت بطرق التشكيل التقليدية.
8. تكلفة أقل بالنسبة للأشكال المعقدة.
9. دورة انتاج قصيرة جدا.
10. الحصول على منتج مطابق لكل المواصفات القياسية.

## الطابعات ثلاثية الابعاد في التعليم :

اصبح امام العاملين والباحثين في المجال التعليمي افكار كثيرة وجديدة لقيام بتوظيفها في العلمية التعليمية بما يعود بالفائدة الكبيرة علي المخرج النهائي المتمثل بالمتعلم، حيث تتيح تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد إمكانية استخدام مواد عدة في عملية الطباعة، منها مثلاً البلاستيك والمعادن وحتى المواد الغذائية، أي أن هذه الطابعات يمكن أن تستخدم في تصنيع أشكال لا حصر لها من "الأشياء" البلاستيكية أو المعدنية، كالألعاب والمزهريات والأكواب والمواد التعليمية، مما يوفر أدوات أفضل للطلاب من خرائط مجسمة او أعضاء جسم مجسمة او نماذج مجسمة للمركبات الكيميائية او نماذج أولية لمشاريع الطلاب كل هذا و أكثر منه يمكن أن تقدمه تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال التعليم. وهذا ما يتضح في الصورة التالية .



شارك المحتوى
MOHAMED SHALTOUT
www.shaltot.com
drShaltout
Dr.Mohamed ShaltoutTV




## ورش عمل وندوات لتعلم الطباعة ثلاثية الأبعاد :

أولاً: ورشة عمل كاملة مسجلة عن الطباعة ثلاثية الأبعاد بواسطة الدكتور معتز عطا الله :الثورة الصناعية الثالثة | الطباعة ثلاثية الأبعاد | د. معتز عطا الله قدمت علي موقع علماء مصر

ثانيًا: موقع Lynda يقدم ورشة الطباعة ثلاثية الأبعاد عن تاريخ تلك التكنولوجيا وأنواع الطابعات المتوفرة الآن وكيفية التعامل معها وكذلك إصلاحها :
http://www.lynda.com/3D-Animation-Prototyping-tutorials/Up-Running-3D-Printing/151814-2.html

ثالثًا: موقع Udemy مجموعة ورش قصيرة كمقدمة للطباعة ثلاثية الأبعاد، فالورشة الأولي عبارة عن دروس قصيرة لأفكار من الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن الاستفادة منها في الصناعة :
https://www.udemy.com/3d-printing/?dtcode=JlSk1qf15HTA

والورشة الثانية تعتبر مقدمة بسيطة للتعامل مع نوع معين من الطابعات ثلاثية الأبعاد وهو نوع:
https://www.udemy.com/makerbot-replicator/?dtcode=rCUjeES15HTA

ويعتبر كل من الورشتين السابقين مقدمة للورشة "غير" مجاني مقدم من نفس المجموعة عن كيفية الاستفادة من الطباعة ثلاثية الأبعاد في جني الأموال عن طريق كيفية تصميم منتجاتك وإيجاد سوق لها وكيفية تسويقها وبيعها :



شارك المحتوى
MOHAMED SHALTOUT
www.shaltot.com
drShaltout
Dr.Mohamed ShaltoutTV

https://www.udemy.com/how-to-make-money-with-3d-printing/?dtcode=kvzpOmy15HTA

وتقدم شركة VTC كورس غير مجاني ولكن بسعر منخفض كمقدمة للطباعة ثلاثية الأبعاد على نفس الموقع :
https://www.udemy.com/quickstart-3d-printing-vtc/

رابعًا: تقوم بعض الشركات بتقديم ندوات عن منتجاتها من الطابعات ثلاثية الأبعاد وكيفية التعامل معها وإصلاحها مثل شركة
التي تقدم مجموعة من الندوات عن الطابعة من نوعPolyJet

(1)موقع
http://computer.howstuffworks.com/3-d-printing7.htm

(2)موقع
http://www.3dsystems.com/blog/2009/05/get-your-v-flashr-3d-printer-today

(3)موقع
http://www.evilmadscientist.com/2007/sneak-preview-the-evil-mad-scientist-3d-printer-project/

(4)موقع
http://www.candyfab.org/

(5)موقع شركة
http://www.shapeways.com/

(6)موقع شركة
https://www.ponoko.com/

(7)كتاب
Practical 3D Printers The Science and Art of 3D Printing

(8)ورقة علمية
New World of 3-D Printing Offers "Completely New Ways of Thinking": Q&A with Author, Engineer, and 3-D Printing Expert Hod Lipso



شارك المحتوى
MOHAMED SHALTOUT
www.shaltot.com
drShaltout
Dr.Mohamed ShaltoutTV

وقريبا سوف اقوم بنشر احد ابحاثي عن هذه التقنية وكذلك مجموعه من محاضرات عن شرح هذه التقنية ان شاء الله تعالي علي قناتي الشخصية .

https://www.youtube.com/user/shaltoutm

مراجع ومصادر للاستزادة منها :


- ثورة الطباعة ثلاثية الأبعاد : اصنع أي شيء بكبسة زر - ملف كامل

http://www.ruoaa.com/2014/10/3d-printing-revolution.html#ixzz3gyb8KKu1

- كيف تعمل: الطباعة المجسمة (ثلاثية الأبعاد)؟

http://ibelieveinsci.com/?p=4920

- http://arabic.rt.com/news/772556-%D8%A7%D9%84%D8%B5%D9%8A%D9%86-%D9%88%D8%AD%D8%AF%D8%A7%D8%AA-%D8%B3%D9%83%D9%86%D9%8A%D8%A9-%D8%A8%D8%B7%D8%A7%D8%A8%D8%B9%D8%A9-%D8%AB%D9%84%D8%A7%D8%AB%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%A8%D8%B9%D8%A7%D8%AF/
- http://www.arageek.com/2014/06/04/10-amaizng-things-already-printed-3d.html?utm_content=buffer6e5dc&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer
- https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B7%D8%A8%D8%A7%D8%B9%D8%A9_%D8%AB%D9%84%D8%A7%D8%AB%D9%8A%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%A8%D8%B9%D8%A7%D8%AF