

دراسة تحليلية لأثر الطباعة ثلاثية الأبعاد على الموضة والأزياء An analytical study on the the impact of 3D printing on fashion and clothing

د / مروة السيد إبراهيم أبو الإسعاد
مدرس بكلية التربية – جامعة حلوان

كلمات دالة Keywords:
الطباعة ثلاثية الأبعاد
3D printing
الموضة
Fashion
الأزياء
Clothing

ملخص البحث Abstract:

يتطور العالم بسرعة كبيرة، وربما تكون هذه الفترة الأسرع على الإطلاق من حيث الاختراعات والاكتشافات العلمية، والتقدم في جميع المجالات. ومما لا شك فيه أن عصرنا الحالي يسمى عصر التكنولوجيا الحديثة السريعة والمتطورة، وذلك بسبب دخول التكنولوجيا واستخداماتها المتنوعة والمتعددة في كافة مجالات الحياة، وأصبحنا يوماً بعد يوم نصدم بما تنتجه لنا تلك التقنيات الحديثة من إبداعات واختراعات تذهل العقول ببراعتها، مما جعلها تدخل عالم الموضة النسائية وبشكل قوي لتتصدر أجمل إطلالات الأزياء النسائية، حيث حدثت انعطافة كبرى في العلاقة بين الموضة والتقنية الرقمية في عام 2015. ثمة تطور كبير يشهده العالم مع تصاعد استخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد. فهي من أهم التقنيات التي تم تطويرها خلال الأعوام القليلة الماضية، وتوسعت استخداماتها بشكل كبير، وأصبحت تخدم العديد من المجالات المختلفة. والتكنولوجيا هي العامل الرئيسي في التطوير والتغيير وبظهور برامج الكمبيوتر المساعد في التصميم CAD لم تحل محل المهوبة ولكنها ساعدت في إبداع الموضة والأزياء وزيادة الإنتاجية حيث يتطلب إيقاع الحياة السريع ملابس أكثر راحة مما أدى إلى تلبية الموضة لهذه الاحتياجات في بداية القرن الواحد والعشرين أبدع المصممين ملابس تحقق مزيد من الراحة وذات شكل أفضل مثير للانتباه، والاندماج الحادث بين الموضة وتكنولوجيا الصناعة أنتج ما يوصف بالتكنولوجيا قابلة للارتداء جمالياً ووظيفياً. إن مستقبل صناعة الموضة والأزياء ستنتم فيه خطوات الإنتاج اعتماداً على الطباعة ثلاثية الأبعاد حيث ينتظر من الطباعة ثلاثية الأبعاد تصنيع مواد تكون قوية تماماً كألياف النسيج، كما شهدت أمريكا بالفعل طباعة ملابس ثلاثية الأبعاد، وأصبحت رائجة خلال فترة قصيرة، ويتم تداولها بشكل موسع. وقد تسارعت وتيرة تطوير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد منذ ظهورها لأول مرة عام 2003، ومن ضمن تلك التطورات الحديثة ظهر استخدام جديد للطابعات ثلاثية الأبعاد التي ستوفر ملابس وإكسسوارات مصنعة بتلك التقنية، حيث أصبح القائمون على صناعة الموضة والأزياء في انتظار ما ستقدمه هذه التكنولوجيا. ويهتم البحث الحالي بالتحرف على الطباعة ثلاثية الأبعاد ومميزاتها وعيوبها وأثرها على صناعة الموضة والأزياء وكذلك التعرف على أبرز المصممين الذين أنتجوا أزياء وملابس ثلاثية الأبعاد أمثال ايريس فان هيربين وكاثرين ويلز ودانيت بيلينغ وزوي جيا داي، وعرض نماذج من أهم أعمالهم المتميزة.

Paper received 17th November 2017, accepted 26th December 2017, published 1st of January 2018

مقدمة Introduction:

يتطور العالم بسرعة كبيرة، وربما تكون هذه الفترة الأسرع على الإطلاق من حيث الاختراعات والاكتشافات العلمية، والتقدم في جميع المجالات⁽¹⁾. ومما لا شك فيه أن عصرنا الحالي يسمى عصر التكنولوجيا الحديثة السريعة والمتطورة، وذلك بسبب دخول التكنولوجيا واستخداماتها المتنوعة والمتعددة في كافة مجالات الحياة، وأصبحنا يوماً بعد يوم نصدم بما تنتجه لنا تلك التقنيات الحديثة من إبداعات واختراعات تذهل العقول ببراعتها، مما جعلها تدخل عالم الموضة النسائية وبشكل قوي لتتصدر أجمل إطلالات الأزياء النسائية، حيث حدثت انعطافة كبرى في العلاقة بين الموضة والتقنية الرقمية في عام 2015⁽¹⁹⁾. وتبعاً للتطور العلمي والتقني المذهل الذي نحن بصدد فقد تم ابتكار أحدي الطرق الجديدة لتشكيل المنتجات تعرف بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد⁽²⁾. وهي من أهم التقنيات التي تم تطويرها خلال الأعوام القليلة الماضية، وتوسعت استخداماتها بشكل كبير، وأصبحت تخدم العديد من المجالات المختلفة⁽²⁶⁾. والبعض منا للوهلة الأولى سيعتقد أننا نتحدث عن مستقبل بعيد ولكننا في الحقيقة نتحدث عن ماضي قريب⁽²⁵⁾. فالطابعات ثلاثية الأبعاد توفر الآن إمكانيات متنوعة فهي قادرة على صنع ملابس وإكسسوارات، قد لا يمكن صنعها بالطريقة التقليدية. ولا شك أن صناعة الموضة والأزياء تنتظر الكثير من هذه التكنولوجيا. وهناك ثورة صناعية تقنية جارية في الغرب، حيث ولد من رحم ثورة المعلوماتية والاتصالات المتطورة ثورة صناعية أخرى، إذ استطاع الكمبيوتر أن يصنع مجسمات افتراضية عن أشياء لا حصر لها⁽²¹⁾. فالتكنولوجيا هي العامل الرئيسي في التطوير والتغيير وبظهور برامج الكمبيوتر المساعد في التصميم CAD لم تحل محل المهوبة ولكنها ساعدت في إبداع الموضة والأزياء وزيادة الإنتاجية حيث يتطلب إيقاع الحياة السريع ملابس أكثر راحة مما أدى إلى تلبية الموضة لهذه الاحتياجات ففي بداية

القرن الواحد والعشرين أبدع المصممين ملابس تحقق مزيد من الراحة وذات شكل أفضل مثير للانتباه، والاندماج الحادث بين الموضة وتكنولوجيا الصناعة أنتج ما يوصف بالتكنولوجيا قابلة للارتداء جمالياً ووظيفياً⁽¹⁸⁾. والطباعة ثلاثية الأبعاد هي احدي طرق التصنيع الحديثة (التصنيع بالإضافة) حيث يمكن تصنيع منتج ثلاثي الأبعاد مجسم وملمس من خلال تصميمه على الحاسوب ومن ثم طباعته (تصنيعه) بالطباعة ثلاثية الأبعاد. وتتم عملية الطباعة عن طريق رص طبقات الخامة فوق بعضها البعض حتى يكتمل شكل الجسم المطلوب. ويمكن للطابعة ثلاثية الأبعاد طباعة (تصنيع) منتج معقد جداً وبخامات مختلفة⁽⁴⁾. وتختصر الطباعة ثلاثية الأبعاد الوقت اللازم لتسويق منتج جديد في العديد من المجالات وذلك بتحسين جودة المنتج، بالجمع بين التصميم والتصنيع مباشرة، وتخفيض تكلفة المنتج بواسطة تخفيض تكلفة مرحلة التطوير والتحديث⁽²⁾. فقد تم استخدام التكنولوجيا في الموضة بشكل غير محدود، مما جعل المصممين يعيدوا التفكير في وظيفة الملابس وكيف يمكن لطرق الإنتاج ابتكار تصميمات وكيف أنه لا علاقة للتقنية بالتأثير على الناحية الجمالية للموضة، وتوصلوا إلى إيجاد الملابس ذات التكنولوجيا قابلة للارتداء. ويستعمل كثير من المصممين التكنولوجيا والتفكير في المستقبل كمصدر للإلهام، ويتخيل بعضهم تركيبة تجمع بين المرأة ووسائل وعمليات الإنتاج والتفاعل الحادث بينهم مما يؤدي إلى تصميمات فائقة الإبداع⁽¹⁷⁾. والطباعة ثلاثية الأبعاد تشجع وتحرك الابتكار بطريقة لا مثيل لها من التصميم الحر دون استخدام معدات إضافية وتكلف أقل، والقطع المصنعة يمكن تصميمها بحيث لا تحتاج إلى جمعها معاً باستخدام الهندسة المعقدة وبالتالي تكلف أقل أيضاً^(3ص7).

إن مستقبل صناعة الموضة والأزياء ستنتم فيه خطوات الإنتاج اعتماداً على الطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث ينتظر من الطباعة ثلاثية الأبعاد تصنيع مواد تكون قوية تماماً كألياف النسيج، كما

3- الاستفادة من التطور التكنولوجي الهائل في الصناعة وخاصة من تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الملابس ومعرفة أثرها علي مجال الموضة والأزياء.

أهداف البحث Objectives:

يهدف البحث إلي :

- 1- مساهمة التقدم التكنولوجي الهائل الحادث في الصناعة.
- 2- التعرف علي الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 3- التعرف علي مميزات وعيوب الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 4- التعريف بأشهر مصممي الأزياء والملابس ثلاثية الأبعاد وعرض نماذج من أعمالهم.
- 5- دراسة أثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي مجال الموضة والأزياء.

أهمية البحث Significance:

تتلخص أهمية البحث في :

- 1- مواكبة التقدم التكنولوجي الهائل الحادث في الصناعة.
- 2- الاستعداد لمواجهة انتشار تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 3- فتح باب الإبداع والطلاقة أمام المصممين للاستفادة من الطباعة ثلاثية الأبعاد في مجال الموضة والأزياء.
- 4- يساهم البحث في تقديم دراسة علمية لتوضيح أثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي مجال الموضة والأزياء.
- 5- تعد الدراسة الحالية أحد الخطوات للخروج بتصميم الموضة والأزياء بمصر عن الإطار التقليدي وربطها بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد التي لم يتم التطرق إليها من قبل بالدراسات العربية.

حدود البحث Delimitations:

تحدد الدراسة في :

- 1- دراسة الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 2- التعرف علي مميزات وعيوب الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 3- التعريف بأشهر مصممي الأزياء والملابس ثلاثية الأبعاد وعرض نماذج من أهم أعمالهم.
- 4- دراسة أثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي الموضة والأزياء.

فروض البحث Hypothesis:

يفترض البحث أن :

- 1- استخدام التكنولوجيا المتمثلة في الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الملابس يساهم في فتح باب الإبداع والطلاقة أمام المصممين للاستفادة منها في مجال الموضة والأزياء.

منهج البحث Methodology:

يستند البحث علي :

- المنهج الوصفي التحليلي حيث يتناول البحث دراسة الطباعة ثلاثية الأبعاد وأهم مميزات وعيوبها، وكذلك يتناول البحث وصف لأهم أعمال مصممي الأزياء والملابس ثلاثية الأبعاد.

الإطار النظري Theoretical Framework:

1- الطباعة ثلاثية الأبعاد :

تبعاً للتطور العلمي والتقني المذهل الذي نحن بصدد فقد تم ابتكار أحدي الطرق الجديدة لتشكيل المنتجات تعرف بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.

ولقد ابتكر ايمانويل ساش Emanuel Sachs تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد عام 1993م ومازال التطوير بها مستمراً حتى يومنا (2).

و الطباعة ثلاثية الأبعاد هي أحدي طرق التصنيع الحديثة (التصنيع بالإضافة) حيث يمكن تصنيع منتج ثلاثي الأبعاد مجسم وملمس من خلال تصميمه علي الحاسوب ومن ثم طباعته (تصنيعه) بالطباعة ثلاثية الأبعاد. وتتم عملية الطباعة عن طريق رص طبقات الخامة فوق بعضها البعض حتى يكتمل شكل الجسم المطلوب. ويمكن للطباعة ثلاثية الأبعاد طباعة (تصنيع) منتج معقد جداً وبخامات مختلفة (4). والطابعات ثلاثية الأبعاد في العادة أسرع

شهدت أمريكا بالفعل طباعة ملابس ثلاثية الأبعاد، وأصبحت رائجة خلال فترة قصيرة، ويتم تداولها بشكل موسع (12). فقد تسارعت وتيرة تطوير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد منذ ظهورها لأول مرة عام 2003، ومن ضمن تلك التطورات الحديثة ظهر استخدام جديد للطابعات ثلاثية الأبعاد التي ستوفر ملابس وإكسسوارات مصنعة بتلك التقنية، حيث أصبح القائمون علي صناعة الموضة والأزياء في انتظار ما ستقدمه هذه التكنولوجيا (1).

وبعد الاطلاع علي بعض الدراسات العربية والأجنبية التي تعني بتطبيقات في عالم الموضة والأزياء فقد جاءت الدراسة الحالية مدفوعة بعدة عوامل هي :

- قلة الدراسات المتعلقة بأثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي الموضة والأزياء علي المستوى العالمي.
- ندرة الدراسات العربية المتعلقة بأثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي الموضة والأزياء.
- عدم إلمام الكثير من أساتذة التصميم والمتخصصين في الموضة من المقصود بالطباعة ثلاثية الأبعاد وأثرها علي الموضة والأزياء.
- حاجة المجتمع المصري للمزيد من الأبحاث في مجالات غير متطرفة من قبل بدلاً من إعادة الأفكار القديمة في قوالب مختلفة شكلاً وليس موضوعاً.
- الإطلاع علي العديد من تصميمات موضة/أزياء ثلاثية الأبعاد علي مستوي العالم في صورة عروض أو تطبيقات بالبحوث العلمية وعدم توفر التطبيقات العربية عن الطباعة ثلاثية الأبعاد وأثرها علي الموضة والأزياء.

كما أن الاعتقاد بقيمة الإبداع ومنح فرص للمصممين لإطلاق إبداعهم مما يترتب عليه من آثار إيجابية للتقدم سواء علي المستوي الثقافي لأفراد المجتمع أو المستوي الاقتصادي، فهذا البحث يأتي أيضاً كدفعه لدفع قاطرة التجديد في مجال تصميم الموضة والأزياء، ولمساهمة الدول المتقدمة في هذا المجال.

ويهتم البحث الحالي بالتعرف علي الطباعة ثلاثية الأبعاد ومميزاتها وعيوبها وأثرها علي صناعة الموضة والأزياء، وكذلك التعرف علي أبرز المصممين الذين أنتجوا أزياء وملابس ثلاثية الأبعاد أمثال ايريس فان هيربين وكاترين ويلز ودانيت بيلينغ وزوي جيا داي، وعرض نماذج من أهم أعمالهم المتميزة.

مشكلة البحث :

تتلخص مشكلة البحث في :

تواجه صناعة الموضة والأزياء تحديات كبيرة ومنافسة شديدة من قبل دول العالم المختلفة لمتابعة التطور التكنولوجي الحادث في الصناعة وإيفاء حاجات ورغبات السوق والمستهلك. وفي السنوات الأخيرة ظهرت تكنولوجيا جديدة أشبه بثورة في عالم التصنيع هي الطباعة ثلاثية الأبعاد.

إن مستقبل صناعة الموضة والأزياء ستتم فيه خطوات الإنتاج اعتماداً علي الطباعة الثلاثية الأبعاد، حيث ينتظر من الطباعة ثلاثية الأبعاد تصنيع مواد تكون قوية تماماً كالألياف النسيج. وتزداد وتيرة تطوير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد منذ ظهورها لأول مرة عام 2003 م، ومن ضمن تلك التطورات الحديثة ظهر استخدام جديد للطابعات ثلاثية الأبعاد التي ستوفر ملابس وإكسسوارات مصنعة بتلك التقنية، حيث أصبح القائمون علي صناعة الموضة والأزياء في انتظار ما ستقدمه هذه التكنولوجيا.

لذلك تمثل مشكلة البحث في :

- 1- قلة الدراسات المتعلقة بأثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي الموضة والأزياء علي المستوى العالمي.
- 2- ندرة الدراسات العربية المتعلقة بأثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي الموضة والأزياء الأمر الذي يستوجب المزيد من تلك البحوث المتخصصة التي تقيد هذا المجال.

2-3- طابعات الترموبلاستيك أو البناء بالترسيب المنصهر FDM وهي الأكثر انتشاراً (4).

ويسمى النوع الأول "الطابعات الضوئية" إذ يعتمد أساساً علي طباعة الأجسام والنماذج باستخدام مادة الـ "ريزين" الحساسة للضوء. وتختلف هذه التكنولوجيا عن غيرها بأنها تعتمد علي إسقاط صورة ضوئية بلون واحد مسلطة علي سطح الطباعة لمدة زمنية معينة، كي يستنسخ الشكل النهائي للمنتج المطلوب، بصورة تدريجية.

ويسمى النوع الثاني "طابعات الليزر الثلاثية الأبعاد" التي تتشابه مع الطباعة الضوئية، لكنها تستخدم أشعة الليزر مصدر للضوء. إذ تسقط أشعة الليزر علي مرتأتين صغيرتين تتحركان علي محورين أفقيين، فينعكس خط أشعة الليزر علي سطح مملوء بمادة الـ "ريزين" التي تتحول إلي بلورات فور تعرضها للضوء الليزر. وعلي ذلك النحو، تتكون الطبقة الأولى، ثم تضاف إليها بقية الطبقات تباعاً، إلي أن يظهر المنتج المطلوب في شكل كامل.

ويسمى النوع الثالث باسم "طابعات الترموبلاستيك" Thermoplastic 3D Printers التي تعمل بأسلوب الطباعة بالانصهار. وتستخدم البلاستيك المصهور مادة أساسية في عملها، مما يعني أنها تتطلب درجة حرارة عالية. وباستخدام البلاستيك الذائب تنسج الآلة الطبقة الأولى للمنتج، وتكون رقيقة تماماً، وبعدها تضيف الطباعة طبقة فوقها، فيصبح لها ارتفاعاً معيناً، حتى لو كان ضئيلاً جداً، ثم ترتصف الطبقات تدريجياً فوق بعضها بعضاً، إلي أن يظهر المنتج المراد صنعه (19).

3- مراحل عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد :

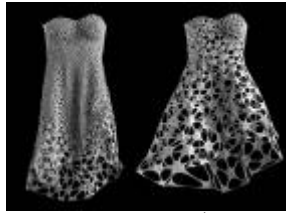
مهما كانت الطريقة المستخدمة للطباعة الثلاثية الأبعاد فهي تعتمد علي نفس المراحل والخطوات وهي ثمانية خطوات علي النحو التالي :

الخطوة الأولى : التصميم بواسطة الكمبيوتر CAD – ينتج عنها نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام برامج التصميم التي تعرف باسم CAD. وتوفر هذه البرامج في بعض الأحيان معلومات علمية حول طبيعة المواد التي سوف تستخدم في الطباعة وكيف سوف يكون سلوكها في ظروف معينة من خلال المحاكاة الافتراضية التي تأتي مع برمجيات الـ CAD. ويوضح شكل رقم (1) البرنامج المستخدم في التصميم.



شكل (1) البرنامج المستخدم في التصميم

لاستخدامها في أجهزة الستيريوليثوغرافي. ومعظم الطابعات ثلاثية الأبعاد تتعامل مع ملفات STL. ويوضح شكل رقم (2) التغطية الفسيفسائية.



شكل (2) التغطية الفسيفسائية

الخطوة الرابعة : إعداد وتجهيز الآلة – كل آلة تمتلك متطلباتها الخاصة لكيفية تحضيرها وتجهيزها لبدأ طباعة جديدة. وهذا يشمل علي إعادة تعبئة المواد البوليمرية والمواد المستخدمة كإصق والمواد المستهلكة الأخرى التي تستخدمها الطباعة.

وأوفر وأسهل في الاستعمال من التكنولوجيات الأخرى للتصنيع بالإضافة. وتتيح الطابعات ثلاثية الأبعاد للمطورين القدرة علي طباعة أجزاء متداخلة معقدة التركيب، كما يمكن صناعة أجزاء من مواد مختلفة وبمواصفات ميكانيكية وفيزيائية مختلفة ثم تركيبها مع بعضها البعض (8).

وتعتمد الطباعة ثلاثية الأبعاد علي بناء أجزاء المنتج المطلوب طباعته عن طريق إضافة الطبقات الدقيقة فوق بعضها البعض حتى يتم تشكيل المنتج في صورته النهائية، وذلك بعد رسمه علي الكمبيوتر في صورة رسوم ثلاثية الأبعاد أو ما يسمى بصيغة 3D عن طريق برنامج الكاد CAD، وتمت الطباعة باستخدام مواد مختلفة، ويحدد عدد هذه المواد طبقاً لنوع الطباعة وقوتها وتطورها، ويمكن أن تطبع الطباعة ثلاثية الأبعاد المجسم باستخدام مادتين الأولى تكون لطباعة الجسم، والثانية تكون مادة هششة لطباعة الأجزاء الفارغة في المجسم ويتم بعد ذلك تنظيفها منه بعد إتمام عملية الطباعة (25).

وتختصر الطباعة الثلاثية الأبعاد الوقت اللازم لتسويق منتج جديد في العديد من المجالات وذلك بتحسين جودة المنتج، بالجمع بين التصميم والتصنيع مباشرة، وتخفيض تكلفة المنتج بواسطة تخفيض تكلفة مرحلة التطوير والتحديث. كذلك يمكن زيادة معدل الإنتاج بتخصيص كل ماكينة أو طابعة لإنتاج نوعية واحدة من المنتجات، لذلك فإن الطباعة الثلاثية هي الثورة القادمة في التصنيع لكونها الرائدة في الإنتاج السريع للنماذج الأولية وكذلك الأجزاء النهائية للمنتج (8).

وكانت تستخدم الطباعة الثلاثية الأبعاد علي نطاق محدود في المصانع حتى حدثت طفرة الهائلة في بداية القرن الحادي والعشرين، وخصوصاً في عام 2010م، حيث أصبحت الطابعات ثلاثية الأبعاد أصغر حجماً وأرخص وأسهل في الاستخدام، كما أمكنها استخدام مواد خام أكثر وطباعة مجسمات أكثر تعقيداً وتشابكاً (14).

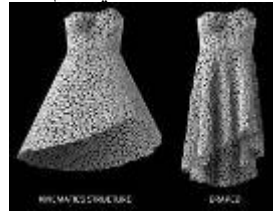
2- أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد :

يوجد ثلاث أنواع من الطابعات ثلاثية الأبعاد هي :

- 1-2- الطابعات الضوئية مثل الطابعات التي تعمل عبر تقنيات DLP ، SLA.
- 2-2- طابعات الليزر مثل الطابعات التي تعمل عبر تقنيات SLS ، SLM.

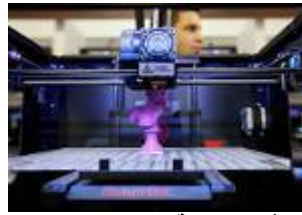


الخطوة الثانية : تحويل صيغة CAD إلي صيغة STL وهي نوع من الملفات تعني لغة معيار التغطية الفسيفسائية وهي اختصار لـ Standard Tessellation Language وتم تطوير هذه الصيغة من الملفات من قبل شركة الأنظمة ثلاثية الأبعاد في عام 1987م



الخطوة الثالثة : الانتقال إلي آلة الطباعة الجمعية والتعامل مع ملف STL – يقوم المستخدم بنسخ ملف STL إلي جهاز الكمبيوتر الذي يتحكم في الطباعة ثلاثية الأبعاد. ويقوم المستخدم بتحديد الحجم واتجاه الطباعة.

ساعات أو حتى أيام لتكتمل. وهذا يتطلب فحص الآلة وهي تقوم بعملها بين الحين والآخرى للتأكد من عدم وجود أي أخطاء. ويوضح شكل رقم (3) طريقة بناء المادة في الطباعة.



شكل (3) طريقة بناء المادة في الطباعة

والمواد الكيميائية السامة. ويوضح شكل رقم (4) التصميم بعد انتهاء الطباعة.



شكل (4) التصميم بعد انتهاء الطباعة

5-5- تعتبر أحدي التقنيات ذات الكفاءة العالية من ناحية صرف الطاقة وبذلك فهي صديقة للبيئة، وتقلل أيضاً من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون ولكون الطباعة ثلاثية الأبعاد تتم محلياً ولا توجد الحاجة إلي نقل المنتجات المصنعة حول العالم لذلك تقلل الانبعاثات نتيجة عدم الحاجة إلي النقل (3ص43).

5-6- سهولة تعديل التصميم.
5-7- إمكانية نسخ التصميمات باستخدام نظام مسح ضوئي رقمي وتحويلها إلي منتج ثلاثي الأبعاد (3D Scanning).
5-8- نظام استرجاع متكامل للخامات.
5-9- لا تستخدم أدوات أو أجهزة كثيرة وبذلك تختصر الوقت والتكلفة.

5-10- لا توجد حدود لمدي تعقيد التصميم.
5-11- تتفوق طريقة الطباعة الثلاثية علي طرق التشكيل التقليدية وذلك لأن مكونات المنتج في طريقة الطباعة الثلاثية تنافس أداء مثيلاتها التي صنعت بطرق التشكيل التقليدية.

5-12- تكلفة أقل بالنسبة للأشكال المعقدة.
5-13- دورة إنتاج قصيرة جداً.

5-14- الحصول علي منتج مطابق لكل المواصفات القياسية(8).

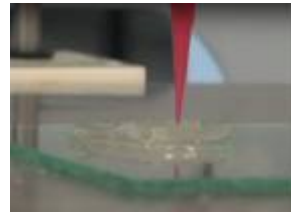
6- عيوب تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد :
6-1- التكلفة المرتفعة للطابعات والتي تقل تدريجياً مع الوقت حتى أنه يوجد طابعات يتم إنتاجها للاستخدام المنزلي.
6-2- بطء عملية الطباعة والتي تستغرق من ساعات إلي أيام حسب حجم الجسم (25).

7- وقت الطباعة ثلاثية الأبعاد :
المحاولات مستمرة لزيادة السرعة وخفض الوقت اللازم لعملية الطباعة ثلاثية الأبعاد. فقد يوجد تقنية جديدة للطباعة ثلاثية الأبعاد تقلل من الوقت اللازم للطباعة وذلك باستخدام مواد خام سائلة تتصلب عند تعرضها لضوء ليزري وذلك بديلاً عن طريقة الطباعة التقليدية.

كما يوجد طابعة جديدة تختصر وقت الطباعة لأقل من 6 دقائق عبر طباعة الجسم بالكامل داخل كمية من الراتنج السائل، وتهدف التقنيات الجديدة إلي أن يتاح استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد في الإنتاج التجاري واسع النطاق وذلك بديلاً من طرق التصنيع التقليدية(7).

8- مجالات استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد :
بدأت تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لبناء نماذج التصاميم المختلفة

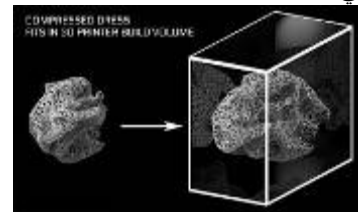
الخطوة الخامسة : البناء – دع الآلة تقوم بوظيفتها وتبدأ عملية البناء، وهي عملية أوتوماتيكية بالكامل. سمك كل طبقة يصل إلي 0.1 mm وقد تكون أقل أو أكثر بقليل. بالاعتماد علي حجم الجسم والآلة والمواد المستخدمة فإن هذه العملية قد تستغرق



الخطوة السادسة : التخلص أو الإزالة – إزالة الجسم المطبوع أو الأجسام المطبوعة في بعض الحالات من الآلة. وتؤكد بأخذ كامل الحيلة أثناء إبعاد الجسم المطبوع وتجنب لمس الأسطح الساخنة



الخطوة السابعة : المعالجة بعد الطباعة – الكثير من الطابعات ثلاثية الأبعاد تتطلب إجراء معالجة بعد عملية الطباعة للأجسام المطبوعة. وهذا يشمل إزالة المسحوق المتبقي أو غسل الجسم المطبوع للتخلص من مواد تثبيت الجسم علي المنصة. ويوضح شكل رقم (5) التصميم بعد الانتهاء في مكان مغلق للتخلص من المسحوق المتبقي.



شكل (5) التصميم بعد الانتهاء في مكان مغلق للتخلص من المسحوق المتبقي

الخطوة الثامنة : الاستخدام والتطبيق – وهي الاستفادة من الجسم أو الأجسام المطبوعة الجديدة(24).

4- مواد الطباعة الثلاثية الأبعاد :
المواد المستخدمة في الطابعات ثلاثية الأبعاد قطعت شوطاً طويلاً منذ الأيام الأولى لهذه التكنولوجيا. وهناك الآن مدي واسع لمختلف أنواع المواد والتي يتم توفيرها في مختلف الحالات (مسحوق، خيوط، حبيبات، راتنج، كريات)(3ص33).

ويمكن للطابعات ثلاثية الأبعاد الآن استخدام خامات مختلفة كالسبائك المعدنية والتيتانيوم والبلاستيك الحراري والورق والمطاط والطين الصلصال والسليكون والسيراميك(9).

5- مميزات تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد :
5-1- توفر استخدام المواد الخام، حيث أن الطباعة تقوم بإخراج الكمية المطلوبة فقط في حالة طابعات الرش، وفي حالة طابعات الليزر فإن المواد المتبقية يمكن استخدامها مرة أخرى.

5-2- بإمكانها طباعة أي مجسم طالما أنه معد مسبقاً علي الكمبيوتر، مع الوضع في الاعتبار ألا يزيد حجم الجسم عن حجم الطابعة.

5-3- الدقة الفائقة والجودة العالية للمجسمات التي تقوم الطابعات بإنتاجها وهذا هو سبب انتشارها في الوسط الطبي(25).

5-4- توفر خيارات لانهائية للتصميم والتشكيل والخامات المستخدمة.

في صناعة جديدة ومتطورة⁽¹⁹⁾. وفي السنوات الأخيرة، أصبح من الممكن مالياً تطبيق الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing على مستوى المشروعات الصغيرة – المتوسطة، بذلك انتقلت النمذجة من الصناعات الثقيلة إلى البيئة المكتبية، وبأسعار تصل إلى 5000 دولار للطباعة ثلاثية الأبعاد. كما أنه يمكن تطبيقها الآن في نفس الوقت على مجموعات مختلفة من المواد⁽¹⁾. ويوضح الشكل رقم (6) مجموعة صور لمنتجات صناعية وفنية تم إنتاجها بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد.



شكل (6) مجموعة صور لمنتجات صناعية وفنية تم إنتاجها بطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد

عن طريق طابعات موصولة بحاسبات تقوم بتكوين هذه الفساتين بشكل ثلاثي الأبعاد. بدلاً من الورق تقوم الطابعات بتشكيل الأجسام ثلاثية الأبعاد باستخدام مواد بلاستيكية أو بوليمر أو مواد مسيئة في تكوين المنتج طبقة فوق طبقة. لذلك يمكن أن يأتي زمن يقوم الفرد بطبع ملابسه بنفسه وفق تصميماته الخاصة. فقد أصبحت الطابعات ثلاثية الأبعاد تساهم بشكل كبير في عالم الموضة، وأصبحت قادرة على تصميم ملابس متطورة بأشكال مختلفة وأنيقة ومن خامات غير معتادة مما أحدث نقلة في عالم الأزياء⁽²⁶⁾.

فالطابعات ثلاثية الأبعاد توفر الآن إمكانيات متنوعة فهي قادرة أيضاً على صنع ملابس وإكسسوارات، قد لا يمكن صنعها بالطريقة التقليدية، ولا شك أن صناعة الأزياء تنتظر الكثير من هذه التكنولوجيات⁽¹¹⁾.

وتعتبر ايريس فان هيربين Iris Van Herpen من الرائدات في هذا المجال حيث قامت بإنتاج مجموعات ونماذج تم عرضها في باريس وميلان باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وقامت بنسف الطرق التقليدية في صناعة الأزياء والتي لم تعد تنطبق على تصميمات الأزياء^(3ص52).

10- أبرز المصممين الذين أنتجوا أزياء ثلاثية الأبعاد :

من أبرز المصممين الذين أنتجوا أزياء وملابس ثلاثية الأبعاد :

- 1-10- مصممة الأزياء ايريس فان هيربين.
- 2-10- مصممة الأزياء دانييت بيلينغ.
- 3-10- مصمم الأزياء كاترين ويلز.
- 4-10- المصممة زوي جيا داي.

وفيما يلي سوف نتناول كل منهم على حدة.

10-1- ايريس فان هيربين :

ايريس فان هيربين هي مصممة أزياء هولندية، درست تصميم الأزياء في معهد أرتيز للفنون أرنيهيم – هولندا، ومهتمة بشكل خاص بتصميم الملابس، تخرجت عام 2006م من قسم تصميم الأزياء في أرتيز. وتشارك في العديد من المعارض الدولية وتنشئ مجموعتين سنوياً. وبعد عام واحد من التخرج، أطلقت فان هيربين تسمية الأزياء الخاصة بها وأصبح لها علامة مميزة عام 2007م. تخلق هيربين مجموعات ملابس نسائية تصميماتها تتطلب في كل مرة علاج فريد من المواد أو إنشاء مواد جديدة كاملة لذلك فإنها تفضل البحوث المتعددة التخصصات والتعاون مع الفنانين الآخرين.

بسرعة والآن أصبحت وسيلة لصناعة منتجات للطب وطب الأسنان والفضاء ودخلت في صناعة السيارات ولم تترك مجال صناعة الأثاث والفن والموضة⁽¹⁾. كما أن لها تطبيقات في مجالات أخرى مثل الخزف والمعادن وتشكيل قوالب الصب⁽¹⁹⁾. وكذلك تستخدم في صنع ألعاب الأطفال والدراجات والتمثيل، وفي عمليات البناء، كما أنها قادرة على صنع ملابس وإكسسوارات قد لا يمكن صنعها بالطريقة التقليدية⁽²⁵⁾.

فقد أدى استحداث أنماط متعددة من الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى تنوع استخداماتها، حيث يكاد لا يمر يوم من دون خبر عن ابتكار مبهـر

9- استخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في الموضة والأزياء:

مما لا شك فيه أن عصرنا الحالي يسمى عصر التكنولوجيا الحديثة السريعة والمتطورة، وذلك بسبب دخول التكنولوجيا واستخداماتها المتنوعة والمتعددة في كافة مجالات الحياة، وأصبحنا يوماً بعد يوم نصدم بما تنتجه لنا تلك التقنيات الحديثة من إبداعات واختراعات تذهل العقول ببراعتها، مما جعلها تدخل عالم الموضة النسائية وبشكل قوي لتتصدر أجمل إطلالات الأزياء النسائية⁽¹⁹⁾. فقد تم استخدام التكنولوجيا في الموضة بشكل غير محدود، مما جعل المصممين يعيدوا التفكير في وظيفة الملابس وكيف يمكن لطرق الإنتاج ابتكار تصميمات وكيف أنه لا علاقة للتقنية بالتأثير على الناحية الجمالية للموضة، وتوصلوا إلى إيجاد الملابس ذات التكنولوجيا قابلة للارتداء.

ويستعمل كثير من المصممين التكنولوجيا والتفكير في المستقبل كمصدر للإلهام، ويتخيل بعضهم تركيبة تجمع بين المرأة ووسائل وعمليات الإنتاج والتفاعل الحادث بينهم مما يؤدي إلى تصميمات فائقة الإبداع⁽¹⁷⁾.

أن الجمع بين التقنيات الحديثة ومواد غير تقليدية، أدى إلى إنتاج نوع غير مألوف من الملابس المطبوعة في الصين عام 2008م، أنها لينة بشكل مثير للدهشة على غير ما كنا نتوقع من البلاستيك والليزر.

كما استخدمت الطباعة ثلاثية الأبعاد في عام 2008م في الصين في صناعة الأحذية والحلي مثل الساعات والنظارات المصنوعة بطابعات ثلاثية الأبعاد من خامات صلبة. كما يمكن تعديل النموذج لحظياً عبر تعديل التصميم بالحاسب والحصول على النموذج المعدل بنفس اليوم. وتستخدم بعض الشركات هذا النوع من الطباعة لطباعة المنتج النهائي وليس لطباعة النماذج فقط. ويمكنها بهذه الطريقة تعديل المنتج حسب رغبة المستهلك ليحصل على نسخة خاصة به وأصبح أمر كهذا شائعاً جداً مع زيادة سرعة الطباعة وانخفاض أسعار الطابعات.

وبدأت الطباعة ثلاثية الأبعاد بالملحقات (مجوهرات، نظارات، أحذية) ويتجه الآن إلى أن يشمل الجسم كله من خلال ملابس حقيقية يمكن ارتداؤها عن طريق طباعة الملابس ثلاثية الأبعاد⁽⁶⁾. ويستخدم مصممو الأزياء الطباعة لعمل تصميمات مجنونة ومبتكرة

مما أدى إلى تطوير كل من النسيج والملابس التي تصممها وأنتجت هياكل حيوية متعددة الأشكال باستخدام الدانتيل المعدني الخفيف⁽¹⁰⁾. ويوضح شكل رقم (7) صورة شخصية لايريس فان هيربين مع مجموعة فساتين من تصميمها مطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.



شكل (7) صورة شخصية لايريس فان هيربين مع مجموعة فساتين من تصميمها مطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

وقد قامت ايريس فان هيربين بعرض أول مجموعة فساتين بدون تفصيل وخياطة وظهر العرض الأول لها في خريف وشتاء 2009-2010م وربيع وصيف 2010م، وإنما مصنوعة بطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث قامت طابعات موصولة بحاسبات بتكوين هذه الفساتين بشكل ثلاثي الأبعاد. فبدلاً من الورق تقوم الطابعات بتشكيل الأجسام ثلاثية الأبعاد باستخدام مواد بلاستيكية أو بوليمر أو جص أو مواد أخرى مسيلة في تكوين المنتج طبقة فوق طبقة. ولتبسيط الفكرة إذا استخدم شخص سدس الغراء وقام بتفقيط نقطة

في البداية تعاملت هيربين مع النسيج الناعم ولأنها أرادت بناء ونحت المواد التي وضعت تصميمات لها، لجأت إلى تجربة استخدام خامات ومواد أخرى. وقد تعاونت هيربين مع الغواصين والفيزيائيين وعلماء الأعصاب علي مدى سنوات عديدة لتطوير بناء ونحت المواد التي تستخدمها،



وقد قامت ايريس فان هيربين بعرض أول مجموعة فساتين بدون تفصيل وخياطة وظهر العرض الأول لها في خريف وشتاء 2009-2010م وربيع وصيف 2010م، وإنما مصنوعة بطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث قامت طابعات موصولة بحاسبات بتكوين هذه الفساتين بشكل ثلاثي الأبعاد. فبدلاً من الورق تقوم الطابعات بتشكيل الأجسام ثلاثية الأبعاد باستخدام مواد بلاستيكية أو بوليمر أو جص أو مواد أخرى مسيلة في تكوين المنتج طبقة فوق طبقة. ولتبسيط الفكرة إذا استخدم شخص سدس الغراء وقام بتفقيط نقطة



شكل (8) مجموعة فساتين مطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من تصميم ايريس فان هيربين

فهي تهتم جداً بسلاسة وحرية حركة الجسم. وكشفت هيربين عن قطعة من الملابس تبدو وكأنها سحرية تقريباً. وقد تم بناء هذا الثوب بالاستعانة بالعديد من المؤثرات الخاصة والأقنعة في أفلام هوليوود، وهو مصنوع من جلد التنين، وهذا الثوب مصنوع من السليكون عالي الأداء. وهو واحدة من التكنولوجيات التي تستخدمها فان هيربين لخلق مجموعات الأزياء الخاصة بها، ففي عام 2010م كانت واحدة من أوائل المصممين الذين أنتجوا ثوب مصنوع بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، وقد استخدمت فيه القطع بالليزر والحام بالموجات فوق الصوتية والألياف المغطاة. شكل رقم (9).



شكل (9) فستان من تصميم ايريس فان هيربين 2010

أزياء وقطع فان هيربين ليست مثيرة للإعجاب فقط علي مستوى المواد المستخدمة في طريقة البناء لإنتاج الفساتين التي تبدو وكأنها عظام أو مياه مجمدة، فهي تجمع الأساليب التكنولوجية مع الخيال والإبداع⁽⁵⁾.

وقد أقامت ايريس فان هيربين معرض في متحف الفنون الراقية في أتلانتا تحت مسمى "تحويل الأزياء" وهو يضم 45 من تصميم ايريس فان هيربين، ويؤكد المعرض علي النهج المتعدد التخصصات لتصميم الأزياء الخاص بها، لأنها تجمع بين عناصر التصميم والهندسة المعمارية والتكنولوجيا والعلوم لإنتاج قطع الأزياء الخاصة بها. ولها مجموعة ملابس مصنوعة من الأقمشة المغناطيسية والمعادن المؤكسدة وقطع من مظلات الأطفال، وعدد من المواد التجريبية والمثيرة الأخرى. وظلت تعمل مع الطباعة ثلاثية الأبعاد وتصميم كابريرول في عام

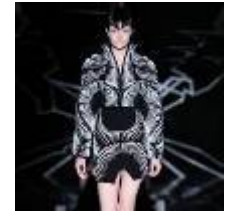
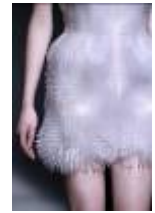
وتفضل هيربين استخدام التكنولوجيا لذلك تحولت لاستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد ووسائل النماذج السريعة وقادت التكنولوجيا إلى منطقة جديدة من التحدي. وبذلت الكثير لإتقان التعامل مع الكمبيوتر وعلاقته بهدفها، حيث استخدمت مجموعة من الخامات المبتكرة مثل الجلد والمعدن والمطاط والبلاستيك مع القص الدقيق والمعالجة التكنولوجية البارعة، وكانت مصنوعة بطباعة ثلاثية الأبعاد. تبدأ فان هيربين تصميماتها بالرسم اليدوي وتنتهي بشكل الفستان حول الجسم. وتنتج ملابس عملية وموضة حديثة باستخدام الخامات اللينة والبعد عن الصلابة لنتج وحدة كاملة مرنة، والمجموعة التي قدمتها دليل علي مرونة الخامات المستخدمة وقدرتها علي الانصهار وتطور استخدام الأدوات التكنولوجية⁽¹⁶⁾.

وفكرتها العامة عن الموضة أنها أكثر من مجرد ثوب، وأكثر من مجرد منتج تجاري. فالموضة هي في الحقيقة شيء مترابط، فهناك أشياء تحدث في كل مكان من حولنا، ويجب أن تكون متصلة بالأزياء والموضة. وتحاول هيربين أن يكون للموضة تفاعل مع التخصصات الأخرى مثل الفنون والهندسة المعمارية والعلوم. إن العالم يتغير بسرعة كبيرة والتكنولوجيا لها تأثير كبير علي ذلك، وتعتقد هيربين أن الطريقة التي يمكن بها صنع الملابس يمكن أن تتغير جذرياً. فعندما بدأت هيربين بدراسة الأزياء بدأت بتجربة استخدام مواد جديدة ليس لها علاقة بالأزياء لتصميم أزياءها، واستخدمت نسيج معدني رقيق جداً وأنتجت أول فساتينها المطبوعة ثلاثية الأبعاد، وكانت مبتكرة في دمجها مع تخصصات أخرى.

وتبدأ هيربين بتصميم الملابس أولاً ثم تكمل العمل علي الكمبيوتر مع المهندس المعماري حتى تتمكن من دمج الموضة مع التخصصات الأخرى، ثم تتم طباعة الملابس ثلاثية الأبعاد في النهاية⁽¹³⁾.

وتعتبر ايريس فان هيربين من أكثر المصممين ابتكارية في جيلها، الأكثر علي الإطلاق حتى اليوم تطبيقاً للطباعة ثلاثية الأبعاد في عالم الموضة بشكل متفرد إبداعياً. فالخامات التي تستخدمها هيربين غالباً خامات قاسية وجامدة كالـبلاستيك والمعدن والخشب، ومع ذلك

هيربين لأول مرة مشروع الحركة المغناطيسية، وهو مشروع طموح آخر، يتضمن فستاناً شفافاً بلورياً تم تصنيعه باستخدام تقنية التجسيم الحراري، وقدمت القطعة بالتعاون مع المهندس المعماري الإيطالي نيكولو كاساس ونظام الطباعة ثلاثية الأبعاد. وقد استخدمت فان هيربين تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد في عملها لأنها تسمح لها بحرية التصميم مع استخدام الحركة المغناطيسية. كما تضمن المعرض الذي أقيم في أسبوع الموضة في باريس شهر مارس 2015م، مجموعة خريف/شتاء 2015-2016م، ملابس مطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد بالإضافة إلي أهدية⁽²⁰⁾. كما يوضح شكل رقم (10) مجموعة فساتين وأحذية من تصميم ايريس فان هيربين.



شكل (10) مجموعة فساتين وأحذية من تصميم ايريس فان هيربين

وتقول المصممة أن الثوب يحتاج لعشرين ساعة من الطباعة وثلاثمائة ساعة لإنجازه. كما تؤكد أن الطباعة الثلاثية الأبعاد ستقوم بثورة في مجال تصميم الأزياء، هذه التقنية، تقنية الطباعة في المنزل، تسمح لنا جميعاً بارتداء هذا النوع من القماش، فهو غير مصنوع من البلاستيك القاسي، بل طري جداً ولا يعيق الجلوس، كما يمكن غسله بغسالة الأواني. ورغم أن التكنولوجيا الجديدة باهظة جداً لكنها ستسمح للجميع بالحصول على الأثواب التي يرسمونها كما أفادت بيلينغ. ومع انتشار هذه التكنولوجيا وتوسعها فإن ثمنها سينخفض مع السماح للجميع بتصميم أثوابهم.

2011م لصنع لباس عظمي مصنوع بالتعاون مع المهندس المعماري البلجيكي ومصمم إساي بلوش وشركة الطباعة ثلاثية الأبعاد ماترياليز، وتم إنتاج هذه القطعة باستخدام تليد الليزر الانتقائية⁽²⁰⁾.

وفي عام 2014م، جمعت فان هيربين بين عالم الموضة والفن والفرصة البيولوجية، والتي تضمنت قطع مطبوعة ثلاثية الأبعاد مصنوعة من مادة البولي يوريثين بالحرارة¹⁹²، وهي مادة مرنة تم تطويرها من قبل ماترياليز. وقد حققت نجاحاً كبيراً في عالم الموضة من حيث الجمع بين الناحية الجمالية و الطباعة ثلاثية الأبعاد. وفي مجموعة ربيع/صيف 2015م، أطلقت المصممة ايريس فان

10-2-دانيت بيلينغ :

طالبة جامعية تعرض مجموعة كاملة من الثياب المطبوعة اعتماداً على بلاستيك طري لا يعيق الجلوس، ويمكن تنظيفه بغسالة الأواني.

باريس-شهد متحف بومبيدو الفرنسي عرضاً لمجموعة كاملة من الألبسة المنسوجة اعتماداً على الطباعة ثلاثية الأبعاد. ونجحت الطالبة الجامعية دانيت بيلينغ البالغة 27 عاماً بعد 9 أشهر من العمل والجهد في تصميم أثواب اعتماداً على طباعات ثلاثية الأبعاد. وتستخدم بيلينغ لطباعة أزياءها مادة تعرف بالفيلافليكس، وهي مادة قوية ولينة.

أخذت 220 ساعة للطباعة ثلاثية الأبعاد وحوالي كيلو من المواد المصنعة، وتكلف المواد 70 يورو ولكن زمن الطباعة هو القضية الرئيسية، حيث يحتاج المرء إلي شراء أو تأجير طابعة ثلاثية الأبعاد لمدة 220 ساعة. ورغم إنها لا تزال عملية مكلفة ولكنها ستتغير مع تطوير التقنيات حيث يتم طباعة الملابس جزءاً جزءاً ثم يتم تجميعها معاً، وذكرت أن العملية قد تكون بسيطة جداً، ويمكن للعملاء تحميل نقوش جديدة تماماً ومن ثم طباعتها⁽²²⁾. ويعتبر المعرض نتويجاً لتاريخ امتزجت فيه التقنية والعلم من جهة، مع الأزياء والموضة، خصوصاً أثواب النساء⁽¹⁵⁾. ويوضح شكل رقم (11) مجموعة أزياء من تصميم دانيت بيلينغ ومطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد.



شكل (11) مجموعة أزياء من تصميم دانيت بيلينغ ومطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

وطباعتها حسب الطلب. ويوضح شكل رقم (12) مجموعة أزياء ثلاثية الأبعاد 3D من تصميم كاترين ويلز.



شكل (12) مجموعة أزياء ثلاثية الأبعاد 3D من تصميم كاترين ويلز

اعتمدت زوي في إنجاز مشروعها علي نوعين من الطابعات الذكية وهما EOS و FDM ، وبالنسبة للتصميم قامت بالاعتماد علي برامج كمبيوتر عديدة منها "ستوديو ماكس الثلاثي الأبعاد" و "ثري دي إس ماكس" الذي يستخدم في تحريك الأجسام ثلاثية الأبعاد. كما اعتمدت علي برامج "راينو" وهو أحد أقوى برامج التصميم ثلاثي الأبعاد الخاصة بإنشاء مجسمات عن طريق الخطوط والأشكال وربطها مع بعضها البعض لتكوين السطح ومن ثم المجسم ككل، وبرنامج "زد بروش" الذي يقوم بالطباعة بشكل مباشر علي النموذج المراد تشكيله.

وتود زوي في المستقبل استخدام مختلف أنواع المواد والألوان وبخاصة الأقمشة الناعمة الملمس والجلود والمعادن وتلك المواد التي تتصف بالشفافية، من أجل تصميم وإنتاج نماذج من الأحذية الأكثر جاذبية للنساء⁽²³⁾. ويوضح شكل رقم (13) أحذية من تصميم زوي جيا داي.



شكل (13) أحذية ثلاثية الأبعاد 3D من تصميم زوي جيا داي

حدثت انعطافة كبرى في العلاقة بين الموضة والأزياء وبين التقنية

وتقول المصممة بيلينغ يمكنني طباعة كل شيء، المشكلة الوحيدة أن اللوح صغير جداً، يعرض واحد وعشرين سنتيمتراً وطول تسعة وعشرين، لذا علي أن أطبع أجزاء الثوب بهذا الحجم، ومن ثم الصقها ببعضها ولا احتاج لخياطتها، فإن كنت لا تعرف الخياطة يمكنك استخدام الغراء⁽¹⁵⁾.

فقد استطاعت بيلينغ إنتاج مجموعتها الكاملة للتخرج باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد، بداية من فستان أسود إلي سترة زاهية باللون الأحمر كتب عليها كلمة "الحرية" ، وبالرغم من عمل البعض مع الطباعة من قبل، إلا أن هذه هي المجموعة الأولى التي يتم إنتاجها بآلات صغيرة يمكن استعمالها في المنازل. وطبعت بيلينغ تنورة شبكية طويلة شفافة تكشف الملابس تحتها، والتي أصبحت طرازاً حديثاً في الملابس. وأوضحت بيلينغ أنها

10-3-كاترين ويلز :

كما تم إنتاج مطبوعات ثلاثية الأبعاد 3D من قبل مصمم الأزياء كاترين ويلز يمكن أن تنفذ لتناسب أي شكل من أشكال الأجسام



10-4-زوي جيا داي :

مع استمرار تقدم وتطور تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد وسيطرتها علي آخر أخبار عالم الصناعة يتجه الكثير من الفنانين من مختلف الأهواء والمشارب إلي الشغف بتجسيد الفكرة التي تقول بأن "الفن يتحدي التقنية، والتقنية بدورها تلهم الفن".

ويبدو أن مصممة الأزياء الشابة زوي جيا داي من أوائل الذين تبنوا هذا الشغف عندما صممت وحذاءً نسائياً بالاعتماد علي هذه التقنية ضمن عملها لنيل شهادة الماجستير من كلية لندن للأزياء. غير أن الحذاء الذي صنعه يصلح لمعرض فني وليس للاستعمال اليومي.

وتقول زوي إنها تميل للمزج بين مختلف المواد الطبيعية وبين التقنيات الحديثة، مضيفة أنها ذهبت بالمواد الداخلة في التصميم إلي أبعد الحدود، وقامت بإعداد تصميمات لا تبدو عملية، أو تكون عملية ولكن تصنيعها غير ممكن باستخدام أدوات التصنيع التقليدية.

11- أثر الطباعة ثلاثية الأبعاد علي مجال الموضة والأزياء :

ببليغ وزوي جيا داي لإطلاق إبداعهم مما يترتب عليه من آثار إيجابية لدفع قاطرة التجديد في مجال تصميم الموضة والأزياء، وكذلك للتقدم سواء علي المستوي الثقافي لأفراد المجتمع أو المستوي الاقتصادي.

13- المناقشة Discussion:

ثمة تطور كبير يشهده العالم مع تصاعد استخدام تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد. فهي من أهم التقنيات التي تم تطويرها خلال الأعوام القليلة الماضية، وتوسعت استخداماتها بشكل كبير، وأصبحت تخدم العديد من المجالات المختلفة. وقد ساعدت في إبداع الموضة والأزياء وزيادة الإنتاجية حيث يتطلب إيقاع الحياة السريع ملابس أكثر راحة مما أدى إلي تلبية الموضة لهذه الاحتياجات ففي بداية القرن الواحد والعشرين أيدع المصممين ملابس تحقق مزيد من الراحة وذات شكل أفضل مثير للانتباه، والاندماج الحاد بين الموضة وتكنولوجيا الصناعة أنتج ما يوصف بالتكنولوجيا قابلة للارتداء جمالياً ووظيفياً. إن مستقبل صناعة الموضة والأزياء ستتم فيه خطوات الإنتاج اعتماداً علي الطباعة الثلاثية الأبعاد، حيث ينتظر من الطباعة ثلاثية الأبعاد تصنيع مواد تكون قوية تماماً كالياف النسيج، كما شهدت أمريكا بالفعل طباعة ملابس ثلاثية الأبعاد، وأصبحت رائجة خلال فترة قصيرة، ويتم تداولها بشكل موسع. وقد تسارعت وتيرة تطوير تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد منذ ظهورها لأول مرة عام 2003، ومن ضمن تلك التطورات الحديثة ظهر استخدام جديد للطابعات ثلاثية الأبعاد التي ستوفر ملابس وإكسسوارات مصنعة بتلك التقنية، حيث أصبح القائمون علي صناعة الموضة والأزياء في انتظار ما ستقدمه هذه التكنولوجيا.

وقد تم عرض مجموعة من أبرز المصممين الذين أنتجوا أزياء وملابس ثلاثية الأبعاد أمثال ايريس فان هيربين وكاثرين ويلز ودانيت ببليغ وزوي جيا داي، وعرض نماذج من أهم أعمالهم المتميزة.

إن استخدام تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد في مجال الموضة والأزياء يمنح الفرصة للمصممين لإطلاق إبداعهم مما يترتب عليه من آثار إيجابية للتقدم سواء علي المستوي الثقافي لأفراد المجتمع أو المستوي الاقتصادي، فاستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد يعد دفعة لدفع قاطرة التجديد في مجال الموضة والأزياء ولمسايرة الدول المتقدمة في هذا المجال.

14- التوصيات Recommendations::

توصي الباحثة بضرورة:

- 1-14- النظر بعين الاعتبار إلي تجارب مصممي الملابس ثلاثية الأبعاد أمثال ايريس فان هيربين وكاثرين ويلز ودانيت ببليغ وزوي جيا داي واللاحق بهذا الركب من المجددين، ونشر ثقافة جديدة للعاملين بمجال تصميم الموضة والأزياء لا ينصب كل تركيزه علي التصميم والإنتاج للارتداء في الحياة الاعتيادية، بل التفكير في المستقبل والتفكير الناقد وغيرها من الرؤى الجديدة في تصميم الموضة والأزياء.
- 2-14- تضمين موضوع الطباعة ثلاثية الأبعاد وأثرها علي مجال الموضة والأزياء داخل مقررات الدراسات العليا بالكليات المتخصصة، كذلك عقد ورش العمل والمحاضرات التي تزيد من معارف مجتمع تصميم الملابس في مصر بوجه عام.
- 3-14- عمل المزيد من الدراسات الخاصة بتصميم الموضة والأزياء بالشكل غير المؤلف.
- 4-14- تشجيع وتمويل المصممين المصريين لتصميم وتنفيذ تصميمات للملابس تصلح للطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 5-14- التوسع في دراسة تقنيات الإنتاج الحديثة للملابس وخاصة طابعات الملابس ثلاثية الأبعاد من أجل المنافسة العالمية في تصميم الموضة والأزياء.
- 6-14- توفير طابعات ثلاثية الأبعاد لإنتاج الملابس في المراكز

الرقمية في عام 2015م، فقد تم إنتاج أثواب نسائية لم تخرج من آلات الحياكة، إذ صنعت تلك الأثواب بواسطة آلات الطباعة الثلاثية الأبعاد. وكانت أثواباً أقرب إلي هياكل فساتين، من المستطاع بسهولة وضع أنسجة عليها كي تصبح زياً نسائياً كاملاً. والأرجح أنها لحظة تغيرت معها علاقة الملابس مع النسيج دفعة واحدة وإلي الأبد⁽²¹⁾.

فقد تم استخدام التكنولوجيا في الموضة بشكل غير محدود، مما جعل المصممين يعيدوا التفكير في وظيفة الملابس وكيف يمكن لطرق الإنتاج ابتكار تصميمات وكيف أنه لا علاقة للتقنية بالتأثير علي الناحية الجمالية للموضة، وتوصلوا إلي إيجاد الملابس ذات التكنولوجيا قابلة للارتداء.

ويستعمل كثير من المصممين التكنولوجيا والتفكير في المستقبل كمصدر للإلهام، ويتخيل بعضهم تركيبة تجمع بين المرأة ووسائل وعمليات الإنتاج والتفاعل الحادث بينهم مما يؤدي إلي تصميمات فائقة الإبداع⁽¹⁷⁾.

أن الجمع بين التقنيات الحديثة ومواد غير تقليدية، أدى إلي إنتاج نوع غير مألوف من الملابس ثلاثية الأبعاد، أنها لينة بشكل مثير للدهشة علي غير ما كنا نتوقع من البلاستيك والليزر.

وبدأت الطباعة الثلاثية الأبعاد بالمحقات (المجوهرات، نظارات، أحذية) ويتجه الآن إلي أن يشمل الجسم كله من خلال ملابس حقيقية يمكن ارتداؤها عن طريق طباعة الملابس الثلاثية الأبعاد⁽⁶⁾.

وتختصر الطباعة الثلاثية الأبعاد الوقت اللازم لتسويق منتج جديد في العديد من المجالات وذلك بتحسين جودة المنتج، بالجمع بين التصميم والتصنيع مباشرة، وتخفيض تكلفة المنتج بواسطة تخفيض تكلفة مرحلة التطوير والتحديث. كذلك يمكن زيادة معدل الإنتاج بتخصيص كل ماكينة أو طباعة لإنتاج نوعية واحدة من المنتجات، لذلك فإن الطباعة الثلاثية هي الثورة القادمة في التصنيع لكونها الرائدة في الإنتاج السريع للنماذج الأولية وكذلك الأجزاء النهائية للمنتج⁽⁸⁾.

فقد أصبحت الطابعات ثلاثية الأبعاد تساهم بشكل كبير في عالم الموضة، وأصبحت قادرة علي تصميم ملابس متطورة بأشكال مختلفة وأنيقة ومن خامات غير معتادة مما أحدث نقلة في عالم الأزياء⁽²⁶⁾.

فالطابعات ثلاثية الأبعاد توفر الآن إمكانيات متنوعة فهي قادرة علي صنع ملابس وإكسسوارات، قد لا يمكن صنعها بالطريقة التقليدية، ولا شك أن صناعة الأزياء تنتظر الكثير من هذه التكنولوجيا⁽¹¹⁾.

إن استخدام تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد في مجال الموضة والأزياء يمنح الفرصة للمصممين لإطلاق إبداعهم مما يترتب عليه من آثار إيجابية للتقدم سواء علي المستوي الثقافي لأفراد المجتمع أو المستوي الاقتصادي، فاستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد يعد دفعة لدفع قاطرة التجديد في مجال الموضة والأزياء ولمسايرة الدول المتقدمة في هذا المجال.

12 نتائج البحث Results:

توصلت الباحثة للنتائج التالية:

- 1-12- أثبتت الدراسة أن استخدام التكنولوجيا المتمثلة في الطباعة ثلاثية الأبعاد في إنتاج الملابس يساهم في فتح باب الإبداع والطلاقة أمام المصممين للاستفادة منها في مجال الموضة والأزياء.
- 2-12- أن دراسة الطباعة ثلاثية الأبعاد تعد فكرة جديدة وجديرة بأن تتضمنها أبحاث ودراسات فنون تصميم الموضة والأزياء فهي مجال خصب للمزيد من الدراسة.
- 3-12- مواكبة التقدم التكنولوجي الهائل الحادث في الصناعة، والاستعداد للانتشار تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- 4-12- أثبتت الدراسة وجود تأثير قوي للطباعة ثلاثية الأبعاد علي مجال الموضة والأزياء فهي تساعد علي منح فرص للمصممين أمثال ايريس فان هيربين وكاثرين ويلز ودانيت

- 13- <https://www.vogue.com/article/iris-van-herpen-dutch-designer-interview-3d-printing/2016/4/28>.
- 14- <https://www.youtube.com/watch?v=hXiyk23nRzw>.
- 15- middle-east-online.com/?id=206587/2015.
- 16- Sarah e, bbraddock Clarke and jane harris: "Digital Visions for Fashion+Textiles", first published in the united kingdom by Thames & Hudson,2012.
- 17- Steven Fearn: "Fashion Design Course", London. 2010.
- 18- Susan Dillon:"The Fundamentals of Fashion management, AVA publishing,SA,2012.
- 19- techno-qs.blogspot.com/2015/11/26.
- 20- www.3ders.org/articles/20151111-atlanta-high-museum-of-art-3d-printed-fashion-designer-iris-van-herpen.html/2015.
- 21- www.alhayat.com/Articles/11133896/2015/9/13.
- 22- www.arabstoday.net/461/2015.
- 23- www.dw.com/ar/a-18708610/2015.
- 24- www.hazemsakeek.net/ar/3d-printing/2014.
- 25- www.mstaml.com/f226012/
- 26- www.youm7.com/story/2015/1/14/2027103.

البيئية والجامعات.
7-14- ضرورة الاستفادة من الأبحاث العلمية الفنية في تطوير مجال صناعة الموضة والأزياء والارتقاء بالجانب الفني بها.

المراجع

- 1- حازم فلاح سكيك : "كيف تعمل الطباعة ثلاثية الأبعاد" – جامعة الأزهر – غزة – 2014م.
- 2- حسان رشيد عبد العزيز : "الطباعة ثلاثية الأبعاد" (العبور السريع للمنتج) – كلية المعلمين بمحافظة جدة – جامعة الملك عبد العزيز – السعودية.
- 3- علي عبد الحكيم محمود البلاوي: "الطباعة ثلاثية الأبعاد" – 2015م.
- 4- ar3dprinter.com/3dprinting/2017.
- 5- edition.cnn.com/style/article/iris-van-herpen-manus-x-machina/index.html/2016/12/1.
- 6- <http://3dprintingindustry.com/2015/3/17/xub-erances-3d-printed-wedding-dresses-draw-praise-in-shanghai/>
- 7- <http://www.masralarabia.com>
- 8- https://ar.wikipedia.org/wiki/طباعة_ثلاثية_الأبعاد.
- 9- <https://elshiekh.wordpress.com>.
- 10- https://en.wikipedia.org/wiki/Iris_Van_Herpen/2017.
- 11- <https://www.ida2at.com/3d-bioprinting/2016/2/26>.
- 12- <https://www.sayidaty.net/node>.