The Effect of using 3D printer in implementation of pottery sculpture Designs

*Dr. Ali Hamood Twaij
E-mail :alih.abdulhussein@uokufa.edu.iq
T; 07816242043

**Assistant professor Dr.Imad Hamood Abdulhussein
E-mail :imad.abdulhussein@uokufa.edu.iq
T: 07808591807

***Mrs. Zahraa Hussein Alioue
E-mail :zahraahussein2020@gmail.com
T; 07831235416

University of Kufa -Education collage

Summary:

Education is facing many challenges, such as technological development, which may cause gaps in educational institutions that require them to undertake many development programs, for example digital art programs, so this study addressed the problem of research "What is the impact of the use of 3D printer in the implementation Pottery Sculpture Designs "This study aims to identify and utilize 3D printing, and to explain the key words. The research also included an explanation of 3D printing and 3D sculpture programs. The study population consisted of the students of the third stage of the morning and evening studies in the Department of Art Education in the College of Education.The sample of the study is the morning study students, which number (22) students. The researchers used the experimental method, and a questionnaire was developed as a tool to collect data from the study population. One of the most important results of the study, the three-dimensional printer helps through its technological capabilities to implement ideas that seem at first glance fictional and unrealistic because they deal with small molecules do not see the naked eye, but for students with limited technical capabilities, the results showed their ability to digital sculpture easily As a result of their ability to accommodate the program, most of the models done by the students took only a few minutes. One of the most important conclusions reached by the researchers that the application of 3D printer technology in the teaching of sculpture material gives the possibility of the student can employ in other areas and applications such as making models of theaters and handicrafts and elements of art and anatomy, and the most important recommendations reached by the researchers calls for attention to modern techniques, including programs of design, sculpture and digital drawing in technical education, which aims to develop the mental and skill capabilities of students and make them the focus of the educational process, the most important proposals reached by the researchers, to study the impact of 3D printer technology on other subjects, such as ceramics, murals and handicrafts, and then followed by appendices and sources of research.

Key words: Effect . D printing. pottery Sculpture

اثر استخدام طابعة ثلاثية الابعاد في تنفيذ تصاميم النحت الفخاري

*م. د. علي حمود تويج ** أ.م .د عماد حمود عبد الحسين *** زهراء حسين عليوي اللهيبي
كلية التربية – جامعة الكوفة

ملخص البحث:

يواجه التعليم موجة من التحديات ومن تلك التحديات التطور التكنولوجي والذي قد يتسبب في وجود فجوات في المؤسسات التعليمية تتطلب منها القيام بالعديد من البرامج التطويرية منها على سبيل المثال برامج الفن الرقمي لذا تناولت هذه الدراسة عرضا لمشكلة البحث " ما هو اثر استخدام طابعة ثلاثية الابعاد في تنفيذ تصاميم النحت الفخاري" وتهدف هذه الدراسة إلى تعرف الطباعة ثلاثية الابعاد والاستفادة منها, وشرح للكلمات المفتاحية. كما تضمن البحث شرحا للطباعة ثلاثية الابعاد وبرامج النحت ثلاثي الابعاد. تكون مجتمع الدراسة من طلاب المرحلة الثالثة للدراستين الصباحية والمسائية في قسم التربية الفنية في كلية التربية اما عينة الدراسة فهي طلاب الدراسة الصباحية والبالغ عددهم(22) طالب ، وقد استخدم الباحثين المنهج التجريبي ،كما تم تطوير استبيان كأداة لجمع البيانات من مجتمع الدراسة. ومن اهم نتائج الدراسة , ان الطابعة ثلاثية الأبعاد تساعد من خلال قدراتها التكنولوجية على تنفيذ الافكار التي تبدو للوهلة الاولى خيالية وغير واقعية لكونها تتعامل مع جزيئات صغيرة لا ترى بالعين المجردة, اما بالنسبة للطلاب محدودي الامكانيات الفنية, فقد اظهرت النتائج قدرتهم على النحت الرقمي بسهولة ويسر نتيجة لقدرتهم على استيعاب البرنامج, كما ان اغلب النماذج التي قام بعملها الطلاب استغرقت وقتا لم يتجاوز بضع دقائق. ومن اهم الاستنتاجات التي توصل لها الباحثين ان تطبيق تقنية الطابعة ثلاثية الابعاد في تدريس مادة النحت يضفي امكانية للطالب يستطيع توظيفها في مجالات وتطبيقات اخرى مثل عمل موديلات المسارح والاشغال اليدوية وعناصر الفن والتشريح .ومن اهم التوصيات التي توصل لها الباحثين تدعو للاهتمام بالتقنيات الحديثة ومنها برامج التصميم والنحت والرسم الرقمي في التعليم الفني والتي ترمي إلى تنمية القدرات العقلية والمهارية عند الطلبة وتجعلهم محور العملية التعليمية. ومن اهم المقترحات التي توصل لها الباحثين, دراسة أثر تقنية الطابعة ثلاثية الابعاد على مواد دراسية أخرى, كالخزف والجداريات والاشغال اليدوية, ثم اعقبها الملاحق ومصادر البحث.

الكلمات المفتاحية

اولاًــ اثر (Effect) : " بمعنى النتيجة, وهو الحاصل من الشيء".(الجرجاني, 1985:ص7)

وعرفه (داود) : " ما بقي بعد غياب الشيء أو معظمه, وعلى ذلك فقد يكون ظاهراً, وقد يكون خفياً يحتاج إلى بحث وفحص للوقف عليه ".(داود, 2008:ص30)

ويعرفه (صليبا) : " الأثر نتيجة الشيء, وله عدة معان:1- بمعنى النتيجة وهو الحاصل من الشيء.2- بمعنى العلامة, وهي السمة الدالة على الشيء.3- بمعنى الخبر, ويطلق على كلام السلف , لا على فهمهم.4- ما يترتب على الشيء" .(صليبا, 1994:ص37)

كما ان الاثر هو : " محصلة تغيير مرغوب أو غير مرغوب فيه يحدث في المتعلم نتيجة لعملية التعليم ".(شحاته, 2003: ص22)

أفاد الباحثين من المصطلحات آنفة الذكر في بناء تعريفها الإجرائي للأثر بأنه : (هو مقدار التغير الذي تحدثه الطباعة ثلاثية الابعاد وبرامجيات النحت الرقمي في مادة النحت الخزفي).

ثانيا: طباعة ثلاثية الابعاد:

الطباعة ثلاثية الأبعاد تقنية تدعم الطالب والمصمم وعملية الابتكار ويطلق عليها التصنيع المضاف , تصنع فيها أشكال ثلاثية الأبعاد من ملف رقمي، وتكنولوجيات التصنيع المضاف هذه مناسبة لتطوير منتج وتصوير البيانات والطباعة السريعة للنموذج.(برونوين,2017:ص 86)

اما اجرائيا فقد عرفه الباحثين: تجربة بصرية مبنية على التفاعل مع الصور المجسمة عن طريق مزج التكنولوجيا المتقدمة مع الفن وبشكل خاص فن النحت, والاعمال المنتجة تمثل الحداثة والمادية لتقنية تكنولوجية مختصرة للجهد والوقت.

ثالثا: النحت الخزفي:

النحت من الفنون القديمة المعتمدة على المواد الخام والادوات والاجهزة والتقنيات المختلفة وتشمل مراحل انتاج النحت الخزفي : إعداد النماذج – إعداد القوالب – الصب والتشكيل – الحفر والنقش – التسخين اما أنواع النحت. فتشمل النحت الزخرفي والدائري. والأقنعة والتماثيل.(شعبان, 1996: ص731)

النحت عادة له خصيصة لا توجد في غيره الا وهى البعد الثالث، وهى قوامه كفن، ويتضمن فن النحت , النحت البارز. والنحت الغائر اما النحت الخزفي فهو يجمع بين النحت كتقنية عامة وبين الخزف كخامة حيث تستخدم خامة الطين في انجاز الاعمال النحتية الخزفية.(مجلة افكار, 1988: ص 145) وتبنى الباحثين التعريف السابق لتطابقه مع الدراسة الحالية.

المقدمة:

ان استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد يعد مجالًا جديدًا وناشئًا حديثًا بسبب التكنولوجيا المتقدمة ومعرفة ما هي الطريقة الناجحة في تصميم وانجاز الاعمال النحتية الخزفية لطلبة قسم التربية الفنية قد يكون له دور فاعل في الانتقال الى النحت الرقمي الالكتروني, إن الفن شهد في الفترة الأخيرة عملية تطور فرضتها التطورات التكنولوجية التي يشـهدها العالم، وهذا يسـتلزم معرفة تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد مع البرامجيات التي تتعامل معها واي البرامج افضل للفنان والطلاب والهواة. وللفنون التقليدية مكانة معروفة على مر العصور، وللفنان (النحات) مكانته المهمة مهما تقدمت التكنولوجيا ومهما انتقل المجتمع الى الحياة الرقمية , وذلك لما يتمتع به العمل النحتي من قيمة كونه عمل يدوي يتمتع بالفردية , ولكن هذا لا يعني الوقوف بوجه التحديات التي تفرضها الكتولوجيا . فالنحت الرقمي جزء مهم من الفنون الرقمية التي انتشرت في مختلف دول العالم بشكل سريع وخلال سنوات قليلة, واصبح اقتناء عمل فني رقمي يكلف مبالغ طائلة رغم انه في بعض الاحيان لا يتعدى عملا معروضا افتراضيا .

تكمن اهمية البحث في تعلم طريقة الطباعة ثلاثية الابعاد ضمن طرق الانهاء للاعمال النحتية, والتي ستمتلك القدرة على أن تصبح أكثر انتشارًا في المستقبل القريب بسبب التقدم التكنولوجي الذي يشهده العالم, وقد تسهم في رفع كفاءة طلبة التربية الفنية في مادة النحت .

تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد تمتلك خاصية تمكنها من انتاج الافكار في مخيلة الطلبة والفنانين بأبعادها الافتراضية لطلبة قسم التربية الفنية في مختبر الحاسوب , كما ستقدم الدراسة معلومات البرامجيات المختلفة وكيفية انتقاء الافضل منها.

وتعود اهمية البحث للطلبة الدارسين في تخصص التربية الفنية والتربية التشكيلية وبشكل خاص فرع النحت ومعاهد الفنون الجميلة والفنون التطبيقية, والفنانين المحترفين والهواة.

يهدف البحث الى تعرف اثر الطباعة ثلاثية الابعاد, وألية عملها وفق برامج النحت الرقمي في تطوير المهارات الادائية لطلبة قسم التربية الفنية في مادة النحت الخزفي.

والبحث يتحدد في موضوعه الطباعة ثلاثية الابعاد وتطبيق برامج النحت الرقمي في مادة النحت الخزفي في المرحلة الثالثة, في العراق- جامعة الكوفة- كلية التربية –- قسم التربية الفنية, للعام الدراسي 2019-2018

الطباعة ثلاثية الابعاد

الطباعة ثلاثية الأبعاد هي إحدى طرق التصنيع بالإضافة ظهرت للعيان عام 1980 وكانت تسمى تقنية النماذج الاولية السريعة (Rapid Prototyping) حيث يمكن تصنيع منتج ثلاثي الأبعاد مجسم وملموس من خلال تصميمه على الحاسوب ومن ثم طباعته (تصنيعه) بالطابعة ثلاثية الأبعاد. (بلاوالي, 2015: ص10) وتتم عملية الطباعة عن طريق رص طبقات الخامة فوق بعضها البعض حتى يكتمل شكل الجسم المطلوب.يمكن للطابعة ثلاثية الأبعاد طباعة (تصنيع) منتج معقد جداً وبخامات مختلفة وتستخدم في مجالات عديدة منها الطيران والفضاء والهندسة والطب والبناء والتعليم والترفيه مثل طباعة الطعام والإكسسوارات. تستخدم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لبناء أجزاء المنتج أو النموذج الأول في شكل طبقات(Layers) حيث يرسم الجزء المطلوب بمساعدة احد برنامج النحت ثلاثي الابعاد ثم يقسم التصميم الى رسوم محسوبة (Algorithm Draw) بحيث يحتوي كل رسم على المعلومات والتفاصيل الدقيقة لكل طبقة. (Thomas - David B. y (p732, 2015,.

ويرى الباحثين ان الطابعة ثلاثية الأبعاد متاحة للاستخدام الشخصي ومتوفرة في الأسواق العالمية بأحجام مناسبة , ورغم ذلك مازالت طريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد تحت التطوير من قبل بعض الشركات العالمية وذلك بقصد الوصول الى انتاج سريع ومرن لأجزاء النموذج الاول (prototype) وكذلك الاجزاء النهائية للمنتج مباشرة من النموذج المصمم على الجانب الالي بمساعدة البرامج المتخصصة.

وهذه الطـريقة لم يسبق لها مثيل في المرونة ، حيث يمكن إنتاج أي جزء أو شكل هندسي وبعدة خامـات مثل المـعادن ، البوليمرات ، والبلاستك والعديـد من المركبات والمواد الأخرى, كـــما في الشـكل (1).

شكل (1) طابعة ثلاثية الابعاد مادتها الخام خيوط البلاستك

ابتكر ايمانويل ساش (Emanuel Sachs) تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد عام 1993 وما زال التطوير مستمرا حتى يومنا. ويقول شاس أن أساسيات تقنية الطباعة الثلاثية واحدة في كل حالة. (Rajiv, Nabeel and 2019, p24.)

طريقة عمل الطابعة ثلاثية الأبعاد

تعد طابعات FFF / FDM ثلاثية الأبعاد أكثر الطابعات ثلاثية الأبعاد استخدامًا اعتبارًا من عام 2018 في حين تأتي SLS في المرتبة الثانية. ومع ذلك ، على مر السنين كانت الطباعة المعدنية تتطور, كما تستثمر شركة مثل Google و General Electric في العديد من التقنيات على مدار العام ، وربما تكون قد شهدت الإمكانات المستقبلية للطباعة المعدنية.(Charles [p49] 2014)

ويرى الباحثين ان صناعة الطابعة ثلاثية الأبعاد تشتمل على العديد من أشكال التقنيات والمواد, حيث يمكن تقسيم الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى معادن وأقمشة ومواد بيولوجية ومجموعة كاملة من الصناعات الأخرى. لهذا السبب, تراها مجموعة من الصناعات المتنوعة مع عدد لا يحصى من التطبيقات المختلفة.

أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد (كاتوتي, 2014: ص 160)

١) **الطابعات الضوئية** مثل الطابعات التي تعمل عبر تقنيات , SLA DLP ونعني بها خاصية الحفر المجسم ثلاثي الابعاد او التلبيد الانتقائي بواسطة اشعة الليزر (SLS) والتي يتم فيها تصنيع جسم ثلاثي الابعاد من شريحة واحدة ثنائية الابعاد في وقت واحد بأستخدام نظام الخطوة .

٢) **طابعات الليزر** مثل الطابعات التي تعمل عبر تقنيات SLS , SLM

٣) **طابعات الثرموبلاستيك** أو البناء بالترسيب المنصهر(FDM) (وهي الأكثر انتشاراً)

مميزات الطباعة ثلاثية الأبعاد:

أهم ما يميز تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد هو التخصيص بمعنى أنك تنتج كل شيء بالشكل الذي تريده وبالتعديل الذي يناسبك, وباستخدام طريقة الطبقات الصغيرة يمكن إنتاج اشكال معقدة جدا لا يمكن إنتاجها بالطرق الصناعية التقليدية, كما يمكنك تصنيع منتجك بضغطة زر فقط بدلاً من الصناعة بواسطة القوالب والآلات والأيدي العاملة ذات الخبرة.(Bran,2012:p17)

تطبيقات الطباعة ثلاثية الأبعاد واستخداماتها:

تتطور آفاق الاستخدام الطبي للطباعة ثلاثية الأبعاد بوتيرة سريعة, حيث بدأ المتخصصون في استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد بطرق أكثر تقدمًا من خلال الاعضاء المطبوعة والأطراف الصناعية, والأقلام ثلاثية الأبعاد تساعد في جراحة العظام . واستخدامها في تطبيقات هندسة الأنسجة حيث يتم تصنيع الأعضاء وأجزاء الجسم باستخدام تقنيات نفث الحبر. يتم ترسيب طبقات الخلايا الحية على وسط جل لتشكيل هياكل ثلاثية الأبعاد, وفي صناعة الأسنان تتبنى التقنية الثلاثية الابعاد المطبوعة, حيث سمحت شركة (AM) لأطباء الأسنان بصناعة (الجبائر، وحاملي الأسنان، واطقم التيجان)، وطابعات الأسنان مثل (EnvisionTEC Vida) . تتيح لاطباء الأسنان صياغة ما يحتاجونه بالشكل الدقيق.(Gerald,2017:p123)

أصبحت الطباعة ثلاثية الأبعاد تستخدم بكثرة في مجال الطب من خلال:(Deepak,2017;p5)

1) **التشخيص:** تستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد في طباعة الجزء المصاب ليتحول إلى مجسم ملموس وتشخيص الأمراض الأكثر تعقيدا مثل السرطانات. كما في الشكل **(2).** في علم الأجنة يتم طباعة الجنين للكشف الدقيق والمبكر عن التشوهات .

شكل (2) طباعة الأجنة البشرية بالطابعة ثلاثية الأبعاد

2) **الأجهزة التعويضية والأطراف الصناعية**: يمكن تصنيع أطراف صناعية أقل تكلفة من الطرق التقليدية مما يمكن استبدال العظام التالفة وكذلك المفاصل, كما في الشكل(3) و(4).

شكل (3) ذراع صناعية قليلة التكلفة باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد

شكل (4) أعضاء بشرية مطبوعة ثلاثية الأبعاد

3) **التعلم:** حيث يتم صناعة نماذج مماثلة تماما للجسم البشري للدراسة عليها

4) **صناعة الأجهزة الطبية:** مثل صناعة الأدوات الجراحية والإلكترونيات الطبية

كما دخلت طباعة ثلاثية الابعاد في مجال تصميم هياكل الروبوت حيث لا مزيد من الدوائر المكشوفة كما في الشكل (5).

شكل (5) روبوت مطبوع بالطباعة ثلاثية الأبعاد

يحتاج المهندسون المعماريون إلى تقديم أعمالهم كنموذج مقياس حقيقي ، فإن الطباعة ثلاثية الأبعاد ستكون دائمًا وسيلة سريعة وفعالة للقيام بذلك. تساعد الطابعات ثلاثية الأبعاد في تقليل القوى العاملة والوقت عندما يتعلق الأمر بتصور التصميمات (3D ,2017:83) ما في الشكل(6). حيث يعتبر تصميم نموذج قابل للاختبار والتجربة من الأشياء التي تساعد في تطوير فن العمارة, كما يمكن طباعة المباني طبقة تلو الأخرى عن طريق قذف الخرسانة.

شكل (6) نموذج لمبنى مطبوع بالطباعة ثلاثية الأبعاد

تستخدم مواد خام ومرنة في صناعة الملابس ثلاثية الأبعاد, ومن الأمثلة الأخرى للطباعة ثلاثية الأبعاد تكرار القطع الأثرية القديمة في علم الآثار، وإعادة بناء الأدلة التالفة من التحقيقات في مسرح الجريمة, تدخل تقنية الطباعة الثلاثية الابعاد في الصناعات المتعلقة بالفضاء حيث تمكنت وكالة ناسا من استخدام تلك التقنية في تصنيع احزاء من المركبات الفضائية وكذلك مكونات محركات الصواريخ , يستخدم رواد الفضاء طابعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج قطع غيار للمركبات الفضائية, كما في الشكل(7). (ايهاب, 2014: ص61)

شكل (7) طباعة قطع غيار في الفضاء باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد

شكل (8) تروس ميكانيكية مطبوعة بالطباعة ثلاثية الأبعاد على

الرغم من أن امكانيات التصنيع ثلاثي الابعاد تتطور ويضاف لها تفاصيل تعتبر جديدًة إلى حد ما ، فقد استخدمت الجامعات منذ فترة طويلة الطابعات ثلاثية الأبعاد في تخصصات عديدة, توظف الجامعات نتاجات للطباعة ثلاثية الأبعاد بأستخدام CAD والتصميم ثلاثي الأبعاد في تخصصات التدريس للمواد العلمية حيث يمكن طباعة المواد العلمية الداخلة في التخصصات المختلفة مثل الكيمياء والفيزياء والرياضيات وغيرها. (Lesley, 2015,p22)

يستخدم الجيش الامريكي عدة طابعات ثلاثية الابعاد لانتاج قطع تبديل التجهيزات العسكرية في الميدان عند الحاجة وبسرعة فائقة دون الحاجة الى طلب هذه القطع من مناشئها وانتظار وقت وصولها, ولا يقتصر الأمر على الأسلحة الخفيفة فقط، بل يمتد إلى الأسلحة الثقيلة أيضا، فقد حلقت مقاتلات بريطانية للمرّة الأولى بقطع غيار صنعت بتكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد، وأعلنت شركة (BAE Systems) للصناعات العسكرية، أن قطع الغيار المعدنية استخدمت بنجاح في مقاتلات تورنايدو. (ايهاب, 2014: ص81)

نماذج من الطابعات

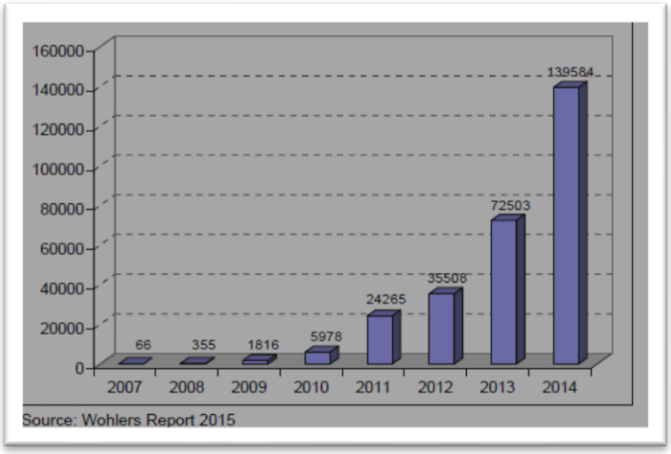
شكل (9) طابعة ريب راب واتوم مفتوحة المصدر

مستقبل الطباعة ثلاثية الأبعاد

أن التطور التكنولوجي سيغير طبيعة العديد من الصناعات ، لأن المستخدم النهائي سيكون قادر على القيام بالكثير من التصنيع الخاص بهم بدلاً من الانخراط في التجارة لشراء المنتجات من أشخاص وشركات أخرى.

ومن المتوقع أن تنمو صناعة الطباعة ثلاثية الأبعاد في جميع أنحاء العالم من 7 مليار دولار في الإيرادات في عام 2013 إلى 13.9 مليار دولار بحلول عام 2014 ، وأن تتجاوز 21 مليار دولار في الإيرادات في جميع أنحاء العالم بحلول عام 2020, ومع تطورها، تهدف تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى تحويل كل الصناعات الرئيسية وتغيير طريقة العيش والعمل واللعب في المستقبل.(Wohlers, 2015:p4)

جدول (1) تطور صناعة الطابعة ثلاثية الابعاد في العالم



برامج التصميم ثلاثي الأبعاد

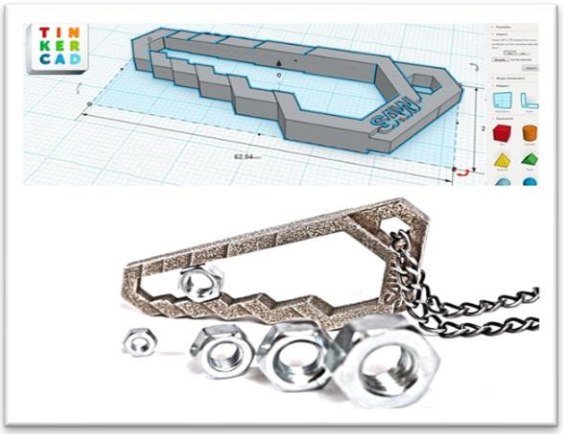
تصنع برامج التصميم ثلاثية الأبعاد لتناسب وظائف صناعية. وقد نتج عن هذا ظهور برمجيات مناسبة لتخصصات محددة، تلبي احتياجات الطيران أو النقل، تصميم الأثاث أو الأقمشة والأزياء وأشياء أخرى كثيرة, يتم تقسيم النموذج ثلاثي الأبعاد لجعله قابلاً للطباعة ثلاثية الأبعاد. من خلال شرائح (Slicing) إلى مئات أو آلاف الطبقات الأفقية باستخدام برنامج التقطيع, في بعض الأحيان يكون من الممكن تقطيع ملف ثلاثي الأبعاد ضمن برنامج نمذجة ثلاثية الأبعاد أو في الطابعة ثلاثية الأبعاد نفسها. ومن الممكن أيضًا استخدام أداة تشريح لطابعة ثلاثية الأبعاد .

يعد تصنيف وتقييم برنامج تصميم ثلاثي الأبعاد أمرًا معقدًا للغاية لأن كل شخص لديه تفضيلات وتطبيقات مختلفة للطباعة من التطبيقات المجانية عبر الإنترنت إلى البرامج الاحترافية المتطورة.

حاول الباحثين عرض اهم البرامج ذات الفئات المختلفة بناءً على نمط التصميم ثلاثي الأبعاد.

اولا: برنامج النمذجة الصلبة(Tinker Cad):

تطبيق سهل الاستخدام يستند الى نهج الطبقات في الأساس، يجمع بين الأشكال الهندسية المختلفة ، لإنشاء كائنات جديدة, يلائم التصاميم الهندسية وطريقة التفكير الهندسية .من الصعب جدًا إنشاء كائنات عضوية باستخدام الواجهة ، (مثل الأشخاص والحيوانات وما إلى ذلك). من انتاج شركة (Autodesk). (Shaun,2018:p36). كما في الشكل(10).



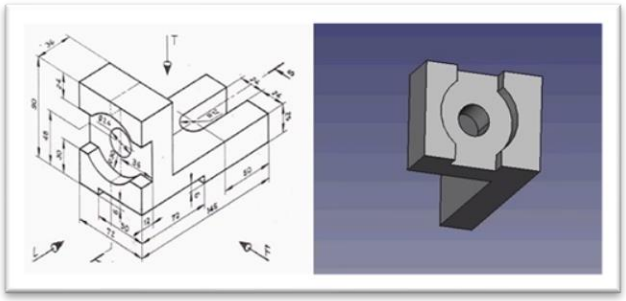
شكل (10) تصميم ثلاثي الابعاد بواسطة برنامج (Tinkercad)

هذا البرنامج هو تطبيق ممهد ومكمل لبرنامج اكثر احترافية يدعى **(Fusion360)** من ضمن نتاجات شركة (Autodesk)، والبرنامج متاح مجانًا للطلاب والهواة والشركات الناشئة .لكونه يجمع بين القدرات المهنية لبرنامج CAD المتطور مع واجهة سهلة الاستخدام وسهولة العمل .لهذا السبب يعتبر برنامجًا متداولا بين الفنانين. (Joe,2015:p68)

ثانيا: برنامج النمذجة الحرة ثلاثية الابعاد (Free Cad):

برنامج النمذجة ثلاثية الأبعاد يتيح التنقل بسهولة وتعديل النموذج الثلاثي الأبعاد من خلال التصفح في محفوظات النموذج وتغيير عناصره الفردية, هذا البرنامج يؤكد على الدقة .مع انعدام حرية التصميم "ذات النمط الحر."

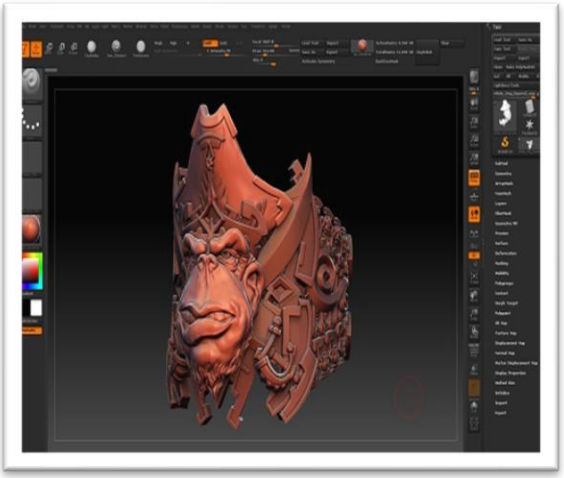
برنامج مجاني يسمح لك بإنشاء تصميمات هندسية ، مثل الأجزاء الفنية وقطع الغيار والأدوات الذكية والحالات ونماذج المقاييس وما إلى ذلك.(Brad,2012:p54) كما في الشكل(11).



شكل (11)التصميم في :FreeCAD من مخطط تقريبي إلى نموذج ثلاثي الأبعاد.

ثالثا: برنامج ZBrush

تم إطلاقه في عام 1999 كبرنامج تصميم ، وهو الحل الأمثل للنحاتين والرسامين ثلاثي الأبعاد .يصف جودي غاريت ، الذي قام بطباعة جمجمة الماعز التي يمكنك رؤيتها أدناه باستخدام ZBrush ، البرنامج بأنه أداة تفكيك الأدوات الرقمية, يستخدم هذا البرنامج بشكل رئيسي لتصميم التماثيل والمنحوتات وشخصيات الالعاب، أو أي تصميم آخر يحتاج إلى شكل عضوي .يواجه بعض المستخدمين صعوبة في تحويل هذه النماذج ثلاثية الأبعاد إلى مطبوعات ثلاثية الأبعاد.(Scott,2010:p266) كما في الشكل(12), (13).



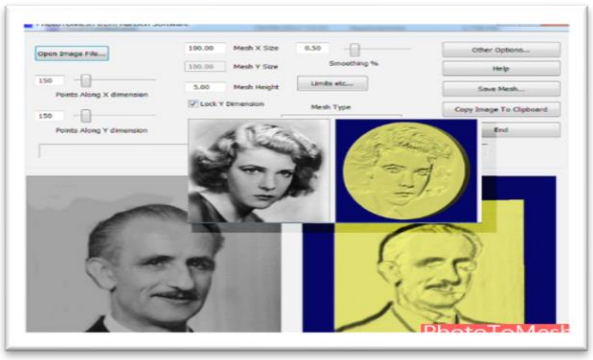
شكل (12) تصميم فيلم **"Ring Of The Monkey Pirate King"** من بن دانسي بتصميم ثلاثي الأبعاد في ZBrush and Blender ...

ويرى الباحثين ان النحت ثلاثي الأبعاد في برنامج زت بروش هو طريقة لتصميم الشخصيات وجميع أنواع الأشكال العضوي, .بينما تركز العديد من برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد على الدقة ، تركز تطبيقات النحت ثلاثي الأبعاد على تحويل جزء من الطين إلى طباعة ثلاثية الأبعاد.

شكل (13)اسم العمل Goat Skull للنحات Jody Garrett في ZBrush

كما ويرى الباحثين إن عالم النحت الرقمي المطبوع ثلاثي الأبعاد لا يشبه أي عالم آخر, فهو لا يقتصر على تخيل عالم آخر، بل يجعله حقيقيًا ، ان النحت الرقمي والطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن أن يوفر قدرات لم تكن تعرفها مطلقًا .يمكن أن يعوض التكبير / التصغير لرؤية اوضح وخيارات التناظر وأزرار "التراجع" تعوض عن الاخطاء ، ويمكنك إنشاء أو تقديم أي حالة إضاءة تقريبًا , بما في ذلك الحالات التي لا يمكن أن توجد في العالم الحقيقي, كما ان النحت ثلاثي الأبعاد يمكن ان يعطي نتائج دقيقة للغاية ، ويعمل بشكل جيد للقطع المجهزة بإحكام، مثل المفصلات والاجزاء الكروية والقبعات ومن الناحية الفنية، يتم نحت نصف الشكل، ويقوم الكمبيوتر بإنشاء الجانب الآخر عن طريقة التناظر .تعد ميزات التناظر متعددة الاستخدامات بما يكفي لتحديد الأجزاء المتناظرة والأجزاء التي ليست كذلك, وهي طريقة جيدة لإنشاء شخصية ذات وجه متماثل او غير متماثل .

أن التصميم ثلاثي الأبعاد يضمن أن تكون مفاصلك ومفصلاتك متناظرة وقابلة للاستخدام على كلا الجانبين .هذا بديل مفيد للنحت الفخاري ، ويمكنك من طباعة الأجزاء المشتركة في أي عمل نحتي مكون من اجزاء, و يمكن للطباعة ثلاثية الأبعاد تحويل الصور ثنائية الأبعاد بسرعة إلى صور ثلاثية الأبعاد بحيث يمكن للناس لمسها والتعلم منها(Bonny,2015:p218). كما في الشكل (14)



شكل (14) لقطة شاشة تعرض صورة أساسية تم التقاطها بواسطة Photo to Mesh. يمكن أن تكون ثلاثية الابعاد ومطبوعة.

رابعا : صندوق الطين (Mud Box)

تم تطويره في عام 2007 واستحوذت عليه .Autodesk يوفر برنامج الرسم والنحت الرقمي من Mudbox للفنانين ثلاثي الأبعاد مجموعة أدوات بديهية وملموسة لإنشاء وتعديل الأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد . (Ara,2010:p310)

ويرى الباحثين ان اسباب صعوبة العثور على برامج التصميم ثلاثي الأبعاد تتلخص بالتالي:

1- وجود مجموعة كبيرة من برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد .ولا وجود لبرنامج واحد يهيمن على السوق ، مما يجعل اختيار البرنامج الصحيح معقدًا ومربكًا للغاية.

2- يعمل برنامج تصميم النماذج ثلاثية الأبعاد بطرق مختلفة جدًا .قد يكون أحد البرامج بديهيًا للغاية بالنسبة لبعض الأشخاص ، ولكنه معقد للغاية بالنسبة للبعض الآخر .لا يوجد منهج واحد يناسب الجميع.

3- عادة ما يكون لدى المستخدمين آراء قوية جدًا تفيد بأن البرنامج الذي يستخدمونه هو الأفضل .يبدو أن الجميع لديهم رأي مختلف بشأن البرنامج الأكثر ملاءمة لإنشاء ملف ثلاثي الأبعاد.

4- غالبًا ما يأتي برنامج النمذجة الاحترافية ثلاثية الأبعاد بسعر مرتفع .لا يرغب الكثير من الناس في المخاطرة بشراء برامج متطورة دون تجربة البرامج المجانية أولاً.

الدراسات السابقة لم يجد الباحثين أي دراسة سابقة تناولت موضوع اثر الطباعة ثلاثية الابعاد في تطوير المهارات الادائية في مادة النحت , على حد علمهم.

المؤشرات التي اسفر عنها الاطار النظري

1- تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد, تقنية تنفرد بخاصيّة إنشاء مجسمات للأجسام ثلاثيّة الأبعاد بالاعتماد على تكوين صور متعددة ومن جميع الجهات تتكامل مع بعضها البعض.

2- طرق الطباعة ثلاثية الابعاد تتنوع بين الطباعة بالتسخين أوالحقن او التجميع أو غيرها من طرق التصنيع المتناهية الصغر باستخدام خامات مختلفة.

3- إنجاز مجسم بأبعاد ثلاثية يتم عن طريق توفر تصميم معد مسبقا باحدى برامج النمذجة.

4- الطباعة ثلاثية الابعاد تقنية لها تطبيقات كثيرة، وتتزايد باستمرار اعتمادا على اعتماد برامجيات متطورة تتسابق فيما بينها للوصول الى مختلف الخامات والاستخدامات .

5- تطبيقات الطباعة ثلاثية الابعاد متعددة ومنها الاستخدامات الطبية، والالعاب والرياضة والمتاحف والفنون المرئية، والتعليم والتشخيص والتصوير الطبي، ورسم الخرائط.

6- للطباعة ثلاثية الابعاد القدرة على تحويل نموذج التعليم بأكمله، من الصور ثنائية الابعاد الى المجسمات ثلاثية الابعاد.

7- ان توظيف الطباعة ثلاثية الابعاد في تدريس مادة النحت الخزفي لطلاب التربية الفنية - تقدم دليلاً هامًا على المفهوم الخاص بالتأثير الهائل للتكنولوجيا .في التعليم .

8- النحت الرقمي أداة تعليمية تساهم في جذب اهتمام الطلاب وتعزيز فهمهم وإضفاء الطابع الإنساني على التعلم ، حيث يمكن للطالب التفاعل مع المادة العلمية دون إدراك التكنولوجيا كحاجز.

مجتمع البحث :- ينقسم مجتمع البحث الى قسمين:

ا. مجتمع البحث المادي(الطلاب): تألف مجتمع البحث من طلاب المرحلة الثالثة, قسم التربية الفنية في كلية التربية جامعة الكوفة, للعام الدراسي(2018- 2019) م, والبالغ عددهم (36) طالب توزعوا على مجموعتين, المجموعة الاولى ضمت طلبة الدراسة الصباحية وبواقع (22) طالب, والمجموعة الثانية ضمت طلبة الدراسة المسائية وبواقع (14) طالب.

ب. مجتمع البحث البرامجي: تألف مجتمع البحث البرامجي من اربعة برامج متخصصة في النحت الرقمي تم استعراضها.

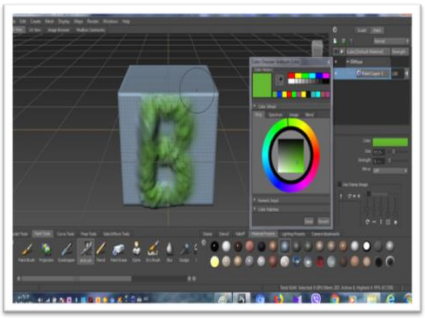
عيّنة البحث :- انقسمت عينة البحث الى قسمين:

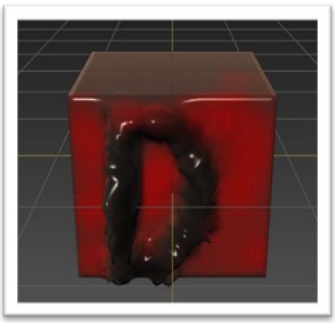
ا. عينة البحث المادية(الطلاب): قام الباحثين وبشكل عشوائي بتحديد طلبة الدراسة الصباحية لتمثل المجموعة التجريبية في البحث الحالي, وحددت المجموعة الضابطة من نصيب طلاب الدراسة المسائية.

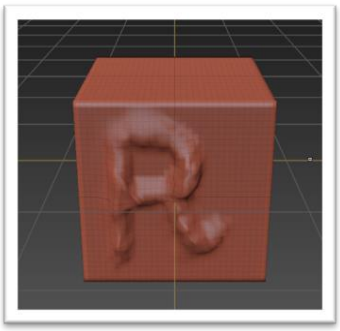
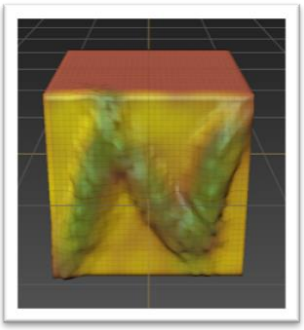
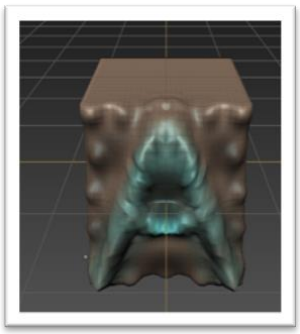
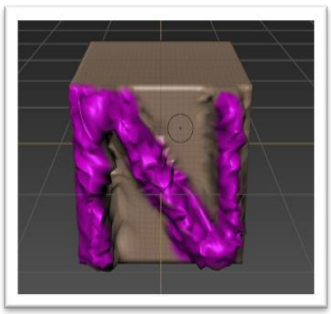
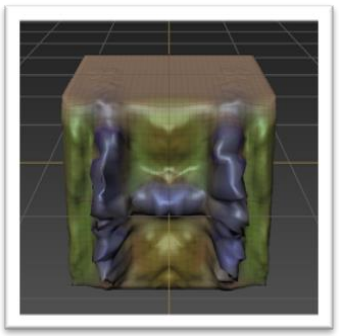
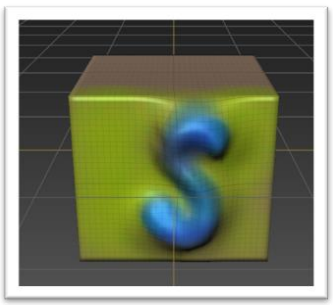
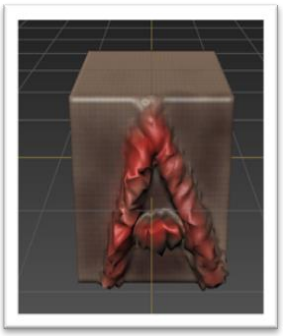
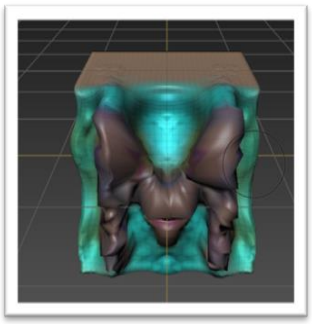
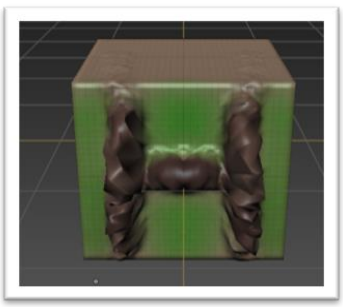
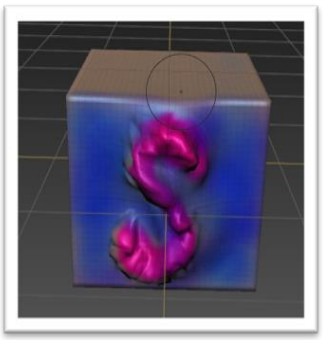
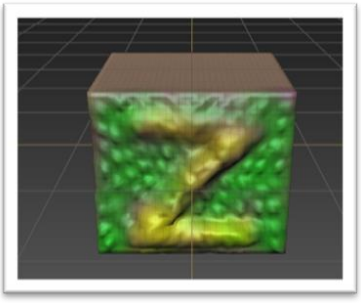
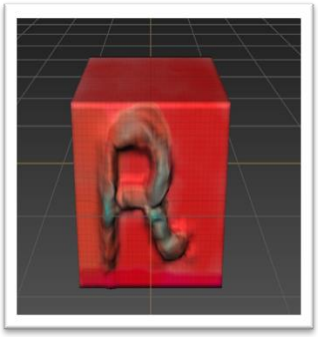
ب. عينة البحث البرامجية: تم اختيار برنامج Mudbox ليكون البرنامج التعليمي الخاص بالنحت الرقمي, وتم اختيار البرنامج من ضمن مجموعة كبيرة من البرامج وذلك للامور التالية:

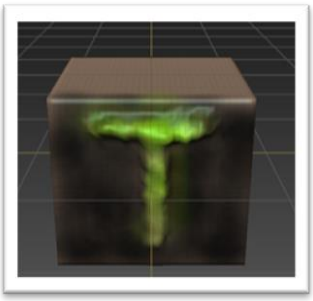
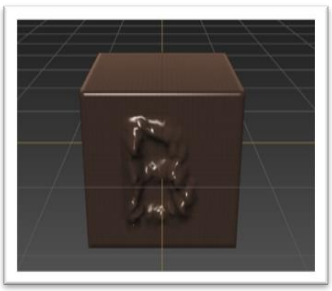
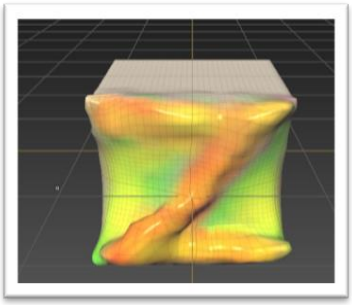
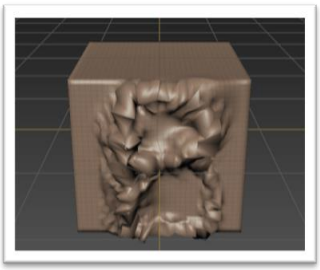
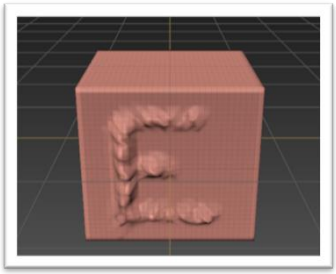
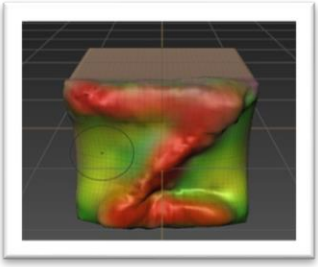
1- البرنامج سهل التنزيل على الحاسبة الشخصية, حيث انه لا يحتاج الى اكثر من خطوتين.
2- البرنامج مجاني بشكل كامل ولن يكلف القسم او الطالب اي مبالغ مالية..
3- البرنامج يتعامل مع الاشكال الهندسية والادمية والحيوانية والخيالية , في حين اغلب البرامج الباقية تخصصية تتعامل مع اشكال محددة.
4- يعد البرنامج من البرامج سهلة التعلم ولا يحتاج الى وقت طويل.
5- يتعامل البرنامج مع برامج تخصصية وبالتالي تعلمه سينعكس ايجابا على الطلبة .
6- البرنامج يعتبر حلقة وصل بين فن النحت وفن الرسم لوجود ادوات للرسم.
7- للبرنامج ارتباط مع برامج اعداد الافلام وبذلك يعتبر مفيدا للطلاب.

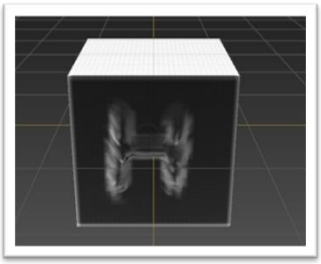
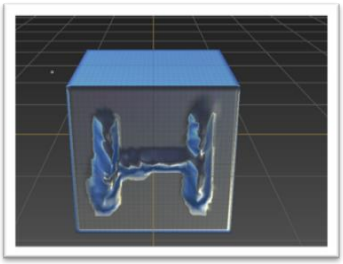
عينة البحث(21) انموذج





<u>التصميم التجريبي</u> :- ولغرض تحقيق هدف البحث فقد تم اختيار الباحثين للتصميم التجريبي المعروف بتصميم المجموعتين التجريبية والضابطة واجراء الاختبار القبلي والبعدي, والذي يتم بموجبه اخضاع المجموعتين للاختبار القبلي في مادة النحت, ومن ثم توظيف برنامج للنحت الرقمي في المجموعة التجريبية, في حين يتم تدريس مادة النحت الخزفي بالطريقة التقليدية للمجموعة الضابطة وفقاً للطريقة الاعتيادية, وبعد الانتهاء من الدراسة, يتم إخضاع المجموعتين للاختبار البعدي للتعرف على أثر المتغير المستقل (برنامج النحت الرقمي) .

<u>ضبط المتغيرات</u> :- لضمان التعرف على أثر المتغير المستقل وبشكل حصري فقد قام الباحثين بضبط المتغيرات ذات العلاقة بنتائج التجربة وكما يأتي :

1- **الخلفية العلمية للطلاب:** قام الباحثين بضبط متغير الخلفية العلمية من خلال كون طلاب المجموعتين , من طلبة المرحلة الثالثة لقسم التربية الفنية.
2- **التدريس :** تم ضبط هذا المتغير من خلال قيام الباحثين بالمساعدة في التدريس الى جانب استاذ المادة, طيلة ستة اسابيع في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (2018- 2019), والمتضمن خلاله إجراء التجربة.
3- **الحصص الدراسية :** تم ضبط هذا المتغير بالتنسيق مع إدارة قسم التربية الفنية لتحديد الدروس اللازمة لإجراء التجربة وبواقع حصة واحدة اسبوعياً لمدة ستة اسابيع.
4- **سرية التجربة :** إتفق الباحثين مع إدارة القسم على ضرورة الحفاظ على سرية التجربة وعدم إطلاع الطلاب على أنهن تحت التجربة.

<u>تحديد المادة العلمية</u> :- إعتمد الباحثين على الاستعانة بمدرس مادة النحت لتوحيد المطلوب من الطلاب حيث تم اعتماد موضوع نحت

الحروف على المكعب الهندسي لكونه ضمن المنهج المقرر للمرحلة الثالثة.

صدق الاختبار :- اعتمد الباحثين الصدق الظاهري, إذ قاموا بعرض الاختبار بصيغته الأولية على مجموعة من الخبراء ذوي الاختصاص في مجال (التصميم, النحت) لبيان صلاحيته, وبناءً على آرائهم وملاحظاتهم تم تعديل بعض فقراته وباستخدام معادلة كوبر تم حساب صدق الاختبار, حيث بلغ معامل الاتفاق (95٪) بين الخبراء ليتخذ صيغته النهائية.

ثبات الاداة:- قام الباحثين باعتماد الاتساق الزمني بين الباحثيت ونفسهم حيث تم إعادة الاختبار بعد اسبوعين فاظهرت النتائج وباستخدام معادلة بيرسون أن الثبات قد بلغ (**0.94**) وهذا يدل على أن الاختبار ذو ثبات عالي.

تطبيق التجربة :-

المجموعة التجريبية :تم تحديد العمل المطلوب من الطلاب انجازه في الاسبوع السادس, حيث تم تحديد موضوع حرف مجسم على مكعب هندسي.

المجموعة الضابطة : تم تكليفهم من قبل مدرس المادة بانجاز حرف مجسم فوق مكعب هندسي وبالطريقة التقليدية

تحليل عينة البحث:-

نظرا لتشابه عينات البحث من الناحية التصميمية, ولكون البحث يبتعد عن دراسة البعد الجمالي ويركز على الجانب التقني, لذا اعتمد الباحثين على تحليل النماذج بشكل جماعي تبعا لاستمارة التحليل.

الوصف العام ان نماذج عينة البحث اعتمدت على تقنية للإظهار الا وهي الطباعة ثلاثية الابعاد, (لكونها تقنية تنفرد بخاصيّة إنشاء مجسمات للأجسام بالاعتماد على تكوين صور متعددة ومن جميع الجهات), اما بالنسبة لطريقة الطباعة فتم اعتماد الطباعة بالتسخين للفائف البلاستك لإنجاز مجسم لتصميم معد مسبقا باستخدام برنامج النمذجة (MudBox) .

التحليل ان الطباعة ثلاثية الابعاد تقنية خدمت الاظهار لفن النحت, حيث ان لها القدرة على تحويل نموذج النحت بأكمله، من الصور ثنائية الابعاد الى المجسمات ثلاثية الابعاد.

موضوع العمل الفنى: تميزت المواضيع التي اختارها الطلبة بالحرية، ولكون النحت الرقمي أداة تعليمية تساهم في جذب اهتمام الطلاب وتعزيز فهمهم وإضفاء الطابع الإنساني على التعلم ، تمكن الطالب من التفاعل مع موضوع المادة العلمية بحرية دون إدراك التكنولوجيا كحاجز.

اللـــــون: عينة البحث الرقمية اعتمدت اللون المتنوع وبحسب إمكانيات الحاسب الألى التى تتيح فرصة لم تتوافر لأى فن أو لأى فنان حيث تبلغ فرصة اختيار اللون حوالى 16 مليون درجة لونية مختلفة بالإضافة ألى الانظمة اللونية المختلفة.

الإتجاه الفنى: تمكن الطلاب في نتاجهم لاعمال فنية للنحت الرقمى مختلفة الاتجاهات بتنوع المدارس الفنية فالبعض حاول تجريد الحروف والبعض الاخر اتجه الى الخطوط القوية للمكعب .

إخراج العمل: معظم عينة البحث رقمية تعرض على شاشة الكمبيوتر أو تطبع على ورق فتصبح كالأعمال التصويرية تماما أو قد تنتج على شكل مجسم من خلال تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد.

النحت الرقمى: امتازت الاعمال بالدقة من ناحية القياسات (الطول، العرض والعمق) لوجود ادوات داخل البرنامج تضبط القياسات وقد تحولها الى مقياس رسم يتناسب مع ما يرغب به الطالب من قياس . الميزة الاخرى ان عينة البحث تبدو كأنها مصنوعة من مادة حقيقية مثل الطين والمعدن وغيرها من الخامات، مما يساعد فى إطلاق الفكر الإبداعى والتعبير.

ويرى الباحثين ان التقنيات الرقمية تعتمد على إدخال البرامجيات الرقمية لوحدة الحاسب الألى لمعالجاتها وتحويلها إلى تصاميم فنية تأخذ مصادرها من عناصر أخرى كالماسح الضوئى، فعن طريقه يمكن إدخال العديد من المعلومات والبيانات داخل الحاسب الألى كالصور الفوتوغرافية ثنائية الابعاد ، والرسوم الخطية، ومن ثم تعديلها بشكل كبير.

نتائج البحث : توصل الباحثين الى مجموعة من النتائج منها:

اولا: ان الطابعة ثلاثية الأبعاد تساعد من خلال قدراتها التكنولوجية على تنفيذ الافكار التي تبدو للوهلة الاولى خيالية وغير واقعية لكونها تتعامل مع جزيئات صغيرة لا ترى بالعين المجردة .

ثانيا: بالنسبة للطلاب محدودي الامكانيات الفنية اظهرت النتائج قدرتهم على النحت الرقمي .

ثالثا: اغلب النماذج التي قام بعملها الطلاب استغرقت وقتا لم يتجاوز بضع دقائق.

رابعا: اظهرت النتائج قدرة الطلبة على تغيير المفردات والاشكال بما يتناسب مع رغباتهم بالاعتماد على ملاحظات محددة يستطيع الطالب تنفيذها دون الحاجة الى التعلم بل يتم الاعتماد على التجريب.

خامسا: اعطى البرنامج المستخدم الحرية للطالب في عمل مجسمات متعددة ومن اكثر من قطعة واختبارها عن طريق مساهدتها من جميع الجهات.

سادسا: الطباعة ثلاثية الابعاد تكنولوجيا ناشئة لا تزال في مهدها وتكلفتها باهظة بعض الشي ، ومن المحتمل أن يكون الافتراض معقولاً إلى حد كبير أنها ستصبح في المتناول على نحو متزايد وشائع في السنوات القليلة القادمة.

الاستنتاجات : بناءً على النتائج البحث التي ظهرت, توصل الباحثين إلى الإستنتاجات التالية :

1. ان تطبيق تقنية الطابعة ثلاثية الابعاد في تدريس مادة النحت يضفي امكانية للطالب يستطيع توظيفها في مجالات وتطبيقات مثل عمل موديلات المسارح والاشغال اليدوية.
2. يمكن الاستفادة من برامج النحت الرقمي في عمل استوديوهات افتراضية يتم عرض الاعمال رقميا فيها دون الحاجة الى تنفيذها.
3. ان استخدام برامجيات النحت الرقمي يوفر الوقت والمجهود في اعداد التصاميم ويعطي خيارا للتعدد الشكلي واللوني بسهولة ويسر.
4. تشترط برامجيات النحت الرقمي وجود مختبرات رقمية متكاملة من الفكرة الى الانتاج.
5. تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد ذات تكاليف متناقصة وستكون جزءا مهما في التعليم الجامعي.
6. دمج تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الابعاد مع البرامجيات الرقمية سيؤدي بالتالي الى ايجاد جيل رقمي متطور يواكب التطور العالمي.
7. الطباعة ثلاثية الأبعاد تعمل على توفير المستلزمات الفنية والعلمية بدلا من المصانع الكبيرة .
8. التكنولوجيا الرقمية يمكنها أن تحول الفن الى نتاج عالمي يقتنى كفكرة قبل ان يكون منتج.

التوصيات : وفقاً للاستنتاجات التي توصل إليها الباحثين, تحدد التوصيات التالية :

1. الإهتمام بإلتقنيات الحديثة ومنها برامج التصميم والنحت والرسم الرقمي في التعليم الفني والتي ترمي إلى تنمية القدرات العقلية والمهارية عند الطلبة وتجعلهم محور العملية التعليمية.
2. حث المؤسسات التعليمية على ضرورة إلمام المدرسين والمدرسات باستخدام التقنيات الحديثة وعدم الاعتماد على الأساليب والطرق التقليدية في التعليم.
3. اعتماد اعضاء الهيئة التدريسية في معاهد الفنون الجميلة وكليات الفنون على دعم العملية التدريسية للمواد العملية بوجه عام ومادة النحت بشكل خاص عن طريق اقامة الدورات التدريبية للبرامج المتخصصة في مجال الفن, لما اثبته البحث الحالي من دور إيجابي لها .
4. توفير طابعات ثلاثية الابعاد في اقسام التربية الفنية والفنون التشكيلية لتطوير الطلبة .

المقترحات : استكمالاً للبحث يقترح الباحثين القيام بالدراسات الآتية :

1. دراسة أثر تقنية الطابعة ثلاثية الابعاد على مواد دراسية أخرى, كالخزف والجداريات.
2. دراسة أثر تعليم برامجيات متطورة على مستويات الطلبة الضعاف فنيا.
3. دراسة أثر الطابعة ثلاثية الابعاد على تحصيل طلبة معهد الفنون الجميلة في مادة النحت بين الذكور والإناث (دراسة مقارنة).
4. دراسة انواع مختلفة من الطابعات ثلاثية الابعاد(دراسة مقارنة) لمعرفة الافضل منها.

المصادر

القران الكريم

1. ايهاب خليفة: مجتمع ما بعد المعلومات :تاثير الثورة الصناعية الرابعة على الامن القومي, العربي للنشر والتوزيع, الامارات العربية المتحدة, 2014.
2. برونوين ماك فرلين: اصدارات موهبة : تصميم مناهج ستيم للطلبة الموهوبين, تر: محمود احمد الوحيدي, العبيكان للنشر , السعودية, 2017.
3. الجرجاني, علي بن محمد الشريف: كتاب التعريفات, مكتبة لبنان, بيروت, 1985.
4. داود, محمد محمد : معجم الفروق الدلالية في القرآن الكريم لبيان الملامح الفارقة بين الألفاظ متقاربة المعنى والصيغ والأساليب المتشابهة, دار غريب للطباعة, القاهرة, 2008.
5. شحاته, حسن وزينب النجار: معجم المصطلحات التربوية والنفسية, ط 1, الدار المصرية اللبنانية, القاهرة, 2003.
6. شعبان عبد العزيز خليفة: التصنيف العشري القياسي الجداول الرئيسية والمساعدة, المكتبة الاكاديمية, مصر, 1996.
7. صليبا, جميل : المعجم الفلسفي, ج 1, الشركة العالمية للكتاب ش م ل, بيروت, 1994.
8. علي عبد الحكيم بلاوالي: الطباعة ثلاثية الابعاد ,الاردن, 2015.
9. كاتوتي لاورنسين , لاكشمي اس نير : تقنية النانو وهندسة الانسجة حاملة الخلايا والانسجة, تر: محمد فائز نادر الرز, دار جامعة الملك سعود للنشر , السعودية, 2014.

10. مجلة افكار , الاعداد 84-86, وزارة الثقافة والفنون, عمان الاردن, 1988.

11- Ara Kermanikian: Introducing Mudbox, Wiley , USA, 2010.

12- Brad Falck ,Daniel Falck ,Brad Collette: Freecad [How-To],packt publishing, UK, 2012.

13- Brian Evans: Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing, friends après , usa ,2012.

14- Bonny pierce lhotka: Hacking the Digital Print: Alternative image capture and printmaking processes, new riders usa,, 2015.

15- Charles Bell: Maintaining and Troubleshooting Your 3D Printer, friends press,usa, 2014.

16- David B. Johnson ,Thomas A. Mowry : Mathematics: A Practical Odyssey, CENGAGE LEARNING, USA, 2015.

17- Deepak M Kalaskar: 3D Printing in Medicine ,woodhead publishing, UK , 2017.

18- D – Printed Body Architecture, Wiley , Uk, 2017 .

19- Gerald T.Grant, Frank J. : 3D printing :A practical Guide For Medical , springer, USA, 2017

20- Jilan (John) Dong: Rapid Response Manufacturing: Contemporary, springer science and Business Media, USA, 2912,.

21- Joe Micallef: Beginning Design For 3D printing, Apress, USA 2015.

22-Lesley M. Cano: 3D printing : A Powerful New Curriculum Tool For Your school library , libraries unlimited, usa, 2015.

23- Nabeel Ahmad ,P. Gopinath ,Rajiv Dutta: 3D Printing Technology in Nano medicine, Elsevier, USA, 2019.

24-Shaun C. Bryant : Tinkercad for Dummies, wiley, Uk, 2018,.

25-Scott Spencer: ZBrush Digital Sculpting Human Anatomy,wiley publishing inc, UK, 2010.

26-Wohlers report, executive summary USA, 2015.

ملحق الخبراء والمختصين لتحديد صلاحية فقرات استمارة الاستبيان

ت	الاسم الكامل	اللقب العلمي	الاختصاص الدقيق	مكان العمل
1	أ.م.د. احمد عبيد كاظم	استاذ مساعد	تصميم طباعي	جامعة الكوفة -كلية التربية
2	ا.م.د. نعيم عباس حسن	استاذ مساعد	تصميم طباعي	جامعة بغداد-كلية الفنون
3	م. د. نصير حميد عبود	مدرس	فنون تشكيلية	جامعة الكوفة-كلية التربية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الكوفة - كلية التربية - قسم التربية الفنية

تحية واحترام..... **م- استبيان**

يقوم الباحثين بإعداد دراسة بعنوان **((**اثر استخدام طابعة ثلاثية الابعاد في تنفيذ تصاميم النحت الخزفي **))** يمثل هذا الاستبيان أحد الجوانب الهامة فيها , أرجو التكرم والإجابة على الأسئلة وتزويد الباحثين بآرائكم القيمة من خلال وضع إشارة ( ) على الإجابة الملائمة . كما يأمل الباحثين أن تغني إجاباتكم وترفع من المستوى العلمي للبحث. ...شكرا لتعاونكم.

المحور الأول: طابعة ثلاثية الابعاد	موافق بشدة	موافق	محايد	معارض	معارض بشدة
1-أشعر بالتجسيم عندما أشاهد نحتا منجزا بالطابعة ثلاثية الابعاد					
2-التفاصيل في الاعمال المنجزة وفق تقنية الطابعة ثلاثية الابعاد المجسم أكثر دقة وواقعية من النحت التقليدي					
3-أعتقد أن النحت المنجز بواسطة الطابعة ثلاثية الابعاد يختصر الوقت عن النحت التقليدي					
4-تغير الطباعة ثلاثية الابعاد المنجز النهائي لونيا وحجميا بسهولة					

المحور الثاني : برامج النحت ثلاثي الابعاد	موافق بشدة	موافق	محايد	معارض	معارض بشدة
1-اشعر بإندماج وتفاعل أكثر مع استخدام برامجيات النحت ثلاثي الأبعاد في مادة النحت عن الطريقة التقليدية.					
2-عندما أشاهد عملا نحتيا منجزا عن طريق برامج النحت ثلاثي الابعاد أكون على وعي بالتقنية التي تم بها.					
3-برامجيات النحت الرقمي ثلاثي الأبعاد تعد غير مكلفة ومجانية					
4-تجذب صور الاعمال النحتية اهتمام الطلاب اكثر من التخطيطات في الطريقة التقليدية .					
5-كل الأجسام في برامج النحت الرقمي تبدو حقيقية للغاية					
6-أري أن مقرر النحت لا يمكن أن يكون ناجحا الا اذا تعلم الطالب برامجيات النحت ثلاثي الأبعاد					

انتهت