منهجية فعالة لصقل مهارات الطلاب فى بناء النماذج الأولية Prototyping بإستخدام تقنيات النمذجة المتقدمة فى التصميم الصناعى

An effective methodology for honing students' skills in building prototypes using modern modeling techniques in industerial design

أ.م.د/ هيثم محمد جلال محمد

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعى كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Assist.prof.Dr.haitham mohamed galal Mohamed

Assistant Professor, Department of Industrial Design, Faculty of Applied Arts, Helwan University

wedesignlife@yahoo.com

الملخص:

تتمثل (أهمية) البحث لطلاب التصميم الصناعى وتصميم المنتجات فى التوصل لمنهجية جديدة فعالة تحسن من تدريس مادة النماذج الأولية Prototyping عن طريق دراسة حالة وتطبيق تلك المنهجية على طلاب قسم التصميم الصناعى بجامعة حلوان، وطلاب قسم تصميم المنتجات بجامعة ٦ أكتوبر، وطلاب قسم تصميم المنتجات بجامعة بدر بالقاهرة والتوصل إلى نتائج مميزة لم تكن موجودة من قبل. كما تتمثل أهداف البحث فى التوصل إلى منهجية فعالة لصقل مهارات الطلاب فى النمذجة الأولية Prototyping لطلاب الفرق المتقدمة فى تخصص التصميم الصناعى وتصميم المنتجات، تدريب الطلاب على إستخدام المنهجية المقترحة فى الإظهار المادى لنماذج المنتجات، إكساب الطلاب القدرة على محاكاة الخصائص الفيزيائية للمنتج النهائى لتكون عينة إختبار شبه حقيقية للمنتج. يدعى البحث يدعى البحث أن المنهجية المقترحة لتدريس مادة النماذج Prototyping سوف تحسن وتطور وترفع من مستوى الطلاب وتجعلهم قادرين على محاكاة الخصائص الفيزيائية للمنتج النهائى بدقة واحترافية عالية. وكانت أهم النتائج اكساب الطلاب القدرة على محاكاة الخصائص الفيزيائية للمنتجات محاكاة شبه حقيقية للشكل، اللون، الملمس، الكتل، الأحجام، الوزن والاستخدام أيضاً لتكون عينة اختبار شبه حقيقية للمنتج، التوصل الى منهجية فعالة تحسن من تدريس مادة " النماذج " أو ماتسمى Modeling and Simulation أو "تصميم النماذج والعينة الأولي" وهى مسميات ذلك المقرر فى الجامعات المختلفة. أما توصيات البحث: فيوصى الباحث بإستكمال تحسين تدريس مادة " النماذج الأولية "، تعريف الطلاب أولاً بأول بماكينات النمذجة الرقمية، وشروط توصيل الـ 3D Model اليها ليتك تشغيله دون مشاكل.

الكلمات المفتاحية :

منهجية - النماذج الأولية - النمذجة المتقدمة - التصميم الصناعى

Abstract

(The importance of) the research is represented for industrial design students and the design of the products in reaching a new effective methodology that improves the teaching of Prototyping preliminary subject by studying the case and applying this methodology to students of the Industrial Design Department at Helwan University, students of the product design department at 6th of October University, and students of the Product Design Department at the University Badr in Cairo and reached distinguished results that were not before. The (research objectives) also are to reach an effective methodology for refining students 'skills in the primary modeling for students of advanced teams in industrial design and product design, training students to use

the proposed methodology in the material show of products models.(The research is called) The research claims that the proposed methodology for teaching Prototyping models will improve, develop and raise the level of students and make them able to simulate the physical characteristics of the final product with high accuracy and professionalism.
The most important (results) were to provide students with the ability to simulate the physical properties of products, almost real simulation of shape, color, texture, blocks, sizes, weight and use as well as a semi -real test sample of the product. As for the research (recommendations): The researcher recommends completing the improvement of the teaching of 'primary models', defining students first -hand with digital modeling machines, and the conditions for the 3D Model delivery to it so that it would be operated without problems.

Kaywords:
Methodology; design; Advanced prototyping

الظاهرة موضوع البحث Research Phenomenon:
النماذج الأولية Prototyping من أهم مراحل تصميم أى منتج، بل وتعتبر مرحلة أساسية قبل ظهور المنتج بالأسواق، والمصمم الصناعى يجب أن يكون على علم ودراية كاملة بتلك المرحلة، بل ويجب أن يكتسب المهارة بها سواء كان طالب أو خريج أو ممارس أو مصمم حر، وهذ البحث يهتم فى المقام الأول بالطالب وبالأخص طلاب المراحل المتقدمة فى مجال التصميم الصناعى وتصميم المنتجات. حيث من الملاحظ ضعف مستوى ومهارة الطلاب فى تلك المواد الهامة للتخصص، وكان من الضرورى التوصل إلى منهجية عملية، تطبيقية، فعالة وناجحة تصل بمستوى الطلاب إلى درجة عالية من الدقة والمهارة فى محاكاة المنتج سواء المحاكاة فى الشكل أو اللون أو الملمس أو الحجم أو الإستخدام لما لهذه المادة أو المقرر الدراسى من أهمية قصوى فى تخصص التصميم الصناعى وتصميم المنتجات.

إشكالية البحث Research Problem:
تتمثل الاشكالية فى احتياج الطلاب إلى منهجية جديدة تلك المنهجية المقترحة لتدريس مادة بناء النماذج الأولية Prototyping ولها مسمى اخر فى بعض الجامعات Modeling and simulation prototyping لطلاب الفرق المتقدمة ستحسن طريقة تدريس تلك المادة وتطور من خبرات الطلاب سواء فى برامج النمذجة بالحاسب والتعرف على ماكينات النمذجة الحديثة مما يؤدى إلى ظهور نتائج ممتازة تفى بالغرض المطلوب وهو الوصول بالنماذج الأولية الى محاكاة طبق الأصل للمنتج، وعلى الباحث فى هذا البحث أن يثبته عملياً.

إدعاء البحث Research Assumption:
يدعى البحث أن المنهجية المقترحة لتدريس مادة نماذج العينة الأولى Prototyping سوف تحسن وتطور وترفع من مستوى الطلاب وتجعلهم قادرين على محاكاة الخصائص الفيزيائية للمنتج النهائى بدقة واحترافية عالية.

أهمية البحث Importance of study:
١- ثقل مهارة الطلاب فى النمذجة الأولية Prototyping وخاصة طلاب الفرق المتقدمة وتحسين مستواهم.

٢- إكساب الطلاب القدرة على محاكاة المنتجات محاكاة شبه حقيقية سواء للشكل أو اللون أو الملمس أو الحجم أو الوزن أو الإستخدام.

٣- التوصل لمنهجية جديدة فعالة تحسن من تدريس مادة النماذج الأولية Prototyping عن طريق دراسة حالة وتطبيق تلك المنهجية على طلاب قسم التصميم الصناعى بجامعة حلوان، وطلاب قسم تصميم المنتجات بجامعة ٦ أكتوبر، وطلاب قسم تصميم المنتجات بجامعة بدر بالقاهرة والتوصل إلى نتائج مميزة لم تكن موجودة من قبل.

أهداف البحث Research Objective:

١- التوصل إلى منهجية فعالة لمقرر النمذجة الأولية Prototyping لطلاب الفرق المتقدمة فى تخصص التصميم الصناعى وتصميم المنتجات.

٢- تدريب الطلاب على إستخدام المنهجية المقترحة فى الإظهار المادى لنماذج المنتجات (دراسة حالة).

٣- إكساب الطلاب القدرة على محاكاة الخصائص الفيزيائية (الشكل واللون والملمس والحجم) للمنتج النهائى لتكون عينة إختبار شبه حقيقية للمنتج.

٤- تحسين تدريس تلك المادة فى تخصصى التصميم الصناعى Industerial design وتصميم المنتجات Product design.

منهج البحث Research Methodology:

يقوم البحث على المنهج التجريبى والتحليلى.

خطة البحث Research plan:

لإثبات الإدعاء يجب إتباع خطة للوصول إلى الهدف:

يفكر الإنسان عندما يواجه إشكالية ما، فإذا توفرت بعض معلومات تتعلق بالإشكالية فإن المفكر يستند إلى هذه المعلومات، وقد يطلب المزيد منها ليصل إلى العناصر غير المعروفة فى الإشكالية، ونعبر عن هذا فى لغة المنطق بقولنا: إن المفكر ينتقل من المقدمات إلى النتائج، وهذا هو الإستدلال. فالإستدلال بمفهومه العام هو العملية العقلية التى تتم بواسطتها الإنتقال من المجهول إلى المعلوم، فيجب فى البداية التعرف على معنى كلمة منهجية وما فائدة استخدامها لانجاز شىء ما ... فهناك عدة محاور للبحث وهى:

١- معنى كلمة "منهجية" وفائدتها:

٢- تاريخ صناعة النماذج، لماذا تصنع، أنواع النماذج.

٣- طرق وأساليب النمذجة المتقدمة (المستخدمة من قبل الطلاب).

٤- شرح المنهجية المقترحة بالتفصيل من قبل الباحث، ونتائجها بعد تطبيقها فى ثلاث جامعات.

٥- تحليل النتائج وتفسيرها.

٦- التوصيات.

٧- المراجع.

● المقدمة Introduction :

النماذج السريعة من أحد أهم مقومات الإنتاج الدقيق. وذلك لأنه يعطي المصمم القدرة على تلافي الأخطاء في المنتج النهائي، حيث أن التعديل والتغيير قد يكون مُكلف في المراحل الأخيرة من رحلة تطوير وتصنيع المنتج. بالإضافة إلى كونها وسيلة تعليم لتنمية الأفكار والإطلاع.

فالنماذج الأولية السريعة هي مجموعة من التقنيات التي تستخدم بشكل سريع لصناعة نموذج مصغر من المنتج الحقيقى أو بتجميع نموذج مادي باستخدام (التصميم بمساعدة الحاسب) مع ماكينات النمذجة الحديثة.

ويجب إتباع منهجية منظمة متسلسلة لتعليم الطلاب وإكسابهم المهارة لعمل نماذج أولية تحاكى المنتج الحقيقى كما سيتم شرحه فى البحث.

المفاهيم الأساسية Basic concepts:

أولاً: " منهجية " Methodology:

هى الطريقة لعمل أي شيء تبعاً لخطة منظمة، أو تنظيم مرتب، أو شكل معين في الإجراءات الملائمة لأي فرع من الأنشطة الذهنية، سواء كان ذلك للعرض أو الإستقصاء.

وهى التنظيم الصحيح لسلسلة من الأفكار العديدة إما من أجل الكشف عن الحقيقة حين نكون جاهلين بها أو البرهنة عليها للآخرين حين نكون بها عارفين، وهي العلم الذي يدرس كيفية بناء المناهج واختيارها وتشغيلها وتعديلها ونقضها وإعادة بنائها، يبحث في كلياتها و مسلماتها وأطرها العامة، فهى الوصلة ما بين النموذج المعرفي والمناهج التي تمثل الوسائل والطرق التي تستخدم للوصول إلى الحقيقية.

وهي أيضاً منظومة تضع المبادئ التوجيهية لحل مشكلة ما، ذات مكونات، منها الأطوار والمهام والطرق والأساليب والأدوات.

ثانياً: " النماذج الأولية " Prototyping:

عادةً ما ينطوي أي تصميم جديد على نسبة من الشك في ما إذا كان سيؤدي الوظيفة التي صُمم من أجلها، فقد تظهر فيه مشكلات غير متوقعة. لذا، يستخدم النموذج الأولي كجزء من عملية تصميم المنتج، فيمنح المصممين القدرة على استكشاف بدائل التصميم ووضع النظريات محل الاختبار والتأكد من الأداء قبل خوض مرحلة الإنتاج الفعلي، ومن صميم عمل مصمم النماذج الانخراط في أعمال تصميم النماذج وتكوينها واختبارها وتعديلها. كما يقوم بتصنيع النماذج من مختلف أنواع المواد. ويستخدم معرفته الواسعة ومهاراته وخبراته في تفصيل النموذج الأولي وفقًا لعوامل معينة مجهولة مطلوب توافرها في التصميم المستهدف. وبصفة عامة، يتم تصميم سلسلة من النماذج الأولية وانشاؤها واختبارها تدريجيا لتنقيح التصميم استنادا الى التحليل الذى يجرى على النموذج.

ثالثاً: " النمذجة المتقدمة "Advanced prototyping:

هي مجموعة من التقنيات التي تستخدم بشكل سريع لصناعة نموذج مصغر من الجزء المادي أو بتجميع نموذج مادي باستخدام تقنية ثلاثية الأبعاد فى التصميم بمساعدة الحاسب، وعادة ما يتم بناء جزء أو تجميع جزء عن طريق استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد. او باستخدام برامج الحاسب الحديثة والماكينات الحديثة أيضاً ولقد أصبحت التقنيات الأولى المستخدمة في النماذج الأولية السريعة متاحة في أواخر الثمانينيات من عام ١٩٨٠م وكانت تستخدم لإنتاج نماذج وأجزاء أولية. واليوم فإن هذه التقنيات يتم استخدامها في تطبيقات أوسع وتستخدم أيضًا في تصنيع أجزاء قيمة ذات جودة صناعية عالية بأعداد

صغيرة نسبياً. فالنماذج المتقدمة ما هى الا نتاج استخدام برمجيات حديثة لتشغيل ماكينات حديثة لانتاج نموذج أولى يحاكى المنتج الأصلى.

رابعاً: التصميم الصناعى Industrial design:

التصميم الصناعي هو علم هندسي مشتق من الهندسة المعمارية ومزيج من فن تطبيقي يعنى بمعمارية المنتجات والتصاميم الصناعية والهندسية حيث يجمع الجمال وقابلية الاستخدام في تصميم المنتجات الهندسية أو الأعمال الصناعية والتصميمية ذات الإنتاج الكمي من أجل تحسين المبيعات ورفع قدرات العمليات الإنتاجية والتصميمات الهندسية سواء المعمارية أو الإنتاجية كالمنتجات باختلاف أنواعها، البيئية، أعمال العمارة الداخلية أو الخارجية وغيرها من تصميمات المنتجات، هو عملية ذات فكر هندسي وجمالي تتفرع من الهندسة المعمارية تهدف لإتخاذ قرارات تستخدم في تطوير أو بناء النظم التي يكون للبشر حاجة لهم فيها للحفاظ على إنسانيتهم عبر المنتجات الهندسية والأعمال الصناعية، ويعمل على تحديد مستويات التشغيل للمنتج فترة الإنتاج وفترة الاستخدام.

١- معنى كلمة "منهجية" وفائدتها:

المنهجية هى خطوات متبعة من أجل الوصول إلى هدف معلوم، وهى علم الوصول إلى الحقائق العلمية بخطوات منتظمة، ويعرف البعض المنهجية على أنها (علم المناهج)، ومن الممكن أن نقول إن المنهجية هي المفهوم الأعم، والذي يشمل عديدًا من المناهج. وهى سلسلة من الأساليب والتقنيات العلمية الدقيقة التي يتم تطبيقها بشكل مرتب خلال عملية البحث لتحقيق نتيجة صحيحة من الناحية النظرية.

- **أما عن أهمية المنهجية فهى:**

أولاً: أداة فكر وتفكير وتنظيم.

ثانياً: أداة عمل وتطبيق.

ثالثاً: أداة تخطيط وتسيير.

رابعاً: أداة فن وإبداع.

٢- تاريخ صناعة النماذج، لماذا تصنع، أنواع النماذج:

٢-١- تاريخ صناعة النماذج:

أقدم ما سجل تاريخياً فى مجال بناء النماذج يشير الى الحضارة المصرية، حيث قام المصريون القدماء بدفن العديد من النماذج المنحوتة ذات التفاصيل المتناهية فى الدقة فى المقابر الملكية، حيث وضعت تلك النماذج فى القبور، علاوة على بعض العناصر الحقيقية لكى تزود روح الميت بالراحة والطمأنينة، فقد اكتشف الكثير عن الحضارات القديمة من خلال النماذج الموضوعة فى المقابر كما هو موضح **(شكل١)**

شكل١ : يوضح نماذج مصغرة للسفن والمراكب الفرعونية

وفى يومنا الحاضر تمثل عملية بناء النماذج أهمية خاصة فى مجال صناعة السفن والطائرات والسيارات والمبانى، حيث يبدأ التخطيط على الورق ثم تبنى النماذج ذات النسب المقياسية ثم تختبر، حيث تجرى الاختبارات الخاصة بالديناميكا الهوائية على نماذج الطائرات والسيارات فى أنفاق هوائية Wind tunnels كما تختبر النماذج الخاصة بالسفن فى أحواض خاصة حيث يحاط النموذج أو الماكيت برياح وأمواج تعكس الأحداث البيئية الحقيقية، بعد ذلك تصنع النماذج ذات الحجم الحقيقى الكامل، ثم تنتج العينة الأولى القابلة للتشغيل Working Prototype.

٢-٢- لماذا تصنع النماذج:

إن جميع الخبراء والمتخصصون فى مجال التصميم الصناعى وتصميم المنتجات يدركون تماماً أن مرحلة صناعة النماذج تمثل أهمية قصوى لا غنى عنها فى برنامج التصميم لأى منتج، فلماذا تصنع النماذج ؟

أ - لاختبار فكرة التصميم ولاختبار كفاءة الأداء الوظيفى والاستخدامى وللتحقق من الافتراضات التصميمية.

ب - اظهار التصميم الجيد والتصميم السيء وبالتالى لا نفقد منتج حقيقى ولكن نفقد مجرد نموذج مصنع من خامات بسيطة.

ج - اختبار خصائص وثبات وقوة التصميم التى يمكن الحكم عليها بسهولة من خلال النماذج فى حين يكون من الصعب التحقق من مدى صلاحية هذه العناصر بواسطة الرسم الهندسى فقط.

د - يتيح النموذج للمصمم رؤية التصميم فى شكله البنائى المتكامل لأنها تكون ثلاثية الأبعاد 3D حقيقية وليست ثنائية البعد مثل الرسم الهندسى.

هـ - المشاكل التى تظهر فى التصميم يمكن معالجتها بسهولة على النماذج.

و - النماذج رخيصة التكلفة وسهلة البناء، لا تعادل فى قيمتها المادية تكلفة جزء كامل التصنيع، لذلك يكون من الأفضل حل جميع مشاكل التصميم فى مرحلة النماذج.

٢-٣- أنواع النماذج:

أولاً: نماذج العرض Sales Models:

يستعين المصمم بنماذج العرض متى كانت هناك حاجة الى قيامه بدراسة الصفات المميزة لفكرة تصميم جديد مع آخرين، وهذه النوعيه من النماذج تأخذ شكلاً بسيطاً ولا يشترط أن تكون بمقياس كامل، بل أنها قد تكون شديدة الصغر، منخفضة التكلفة، لا يتطلب انجازها وقت كبير، وتصنع نماذج العرض من الورق، والورق المقوى، والمواد الرغوية، ومن الطين، وسبائك الزنك المشكلة بالسباكة.

ثانياً: نماذج التخطيط Layout Models:

تستخدم هذه النوعية من النماذج للمساعدة فى تبادل الأفكار والآراء فيما هو غير مريح من مشكلات ترتبط بالتشكيل على مستوى الثلاث أبعاد، فكل تصميم من خلال نماذج التخطيط يمكن تشكيله على هيئة شبكة من الأنابيب توزع داخلها مكونات التصميم، وتصنع هذه النوعية من النماذج بمقياس رسم مصغر من خلال الاستعانة بخامات سهلة التشكيل مثل الخشب، ألواح الكرتون، اللدائن، الأسلاك المعدنية **(شكل٢).**

شكل٢ : نموذج Layout Models لسيارة من الخشب

ثالثاً: نماذج التصميم الجمالى/ الارجونوميكى Ergonomic/Aesthic Design Models:

بعد الانتهاء من اتخاذ قرار نهائى حول أماكن توزيع المكونات الداخلية للمنتج موضع التصميم، فإن المصمم يكون فى حاجة الى اظهار خصائص التصميم الجمالية، ولهذا فانه تصنع هذه النوعية من النماذج بحيث تبدو مماثلة تماماً للمنتج فى صورته النهائية، ولهذا فانه يفضل استخدام الطين، الصلصال، الجبس، المواد الرغوية، والكرتون ... وذلك لما تتمتع به هذه الخامات من امكانية الحذف والاضافة، وتستخدم هذه النماذج فى عمليات المراجعة النهائية لشكل التصميم الخارجى الذى يجب أن تكون خطوطه الخارجية مختلفة عن الطرز الموجود فى السوق ولكن بما يمكن معه ادخاله الى خطوط الانتاج، ويستخدم لدراسة الجوانب الارجونوميكية أيضاً (شكل٣).

شكل٣ : تصميم تابلوه السيارة BMW لعمل الاختبارات عليه

٣- طرق وأساليب النمذجة المتقدمة (المستخدمة من قبل الطلاب):

٣-١- الطابعة ثلاثية الأبعاد بتقنية " بودرة السيراميك " 3D Printing with ceramic powder:

هى احدى الطابعات ثلاثية الأبعاد التى تستخدم بودرة السيراميك وتمتاز بأن دقتها عاليه جداً فى ظهور تفاصيل الأجزاء المطبوعة، وهى تعتمد أيضاً على طبقة لاصقة تجمع بين جميع الطبقات لتكون الجسم أو الجزء المراد طباعته 3d كما هو موضح (شكل٤).

شكل٤ : يوضح الطابعة ثلاثية الأبعاد بتقنية " بودرة السيراميك "

٣-٢- الطابعة ثلاثية الأبعاد بتقنية الثرموبلاستك " البناء بالترسيب المنصهر" thermoplastic 3d printer:

هى طابعات ثلاثية الأبعاد تستخدم تقنية النمذجة بترسيب مصهور المادة حيث يتم ترسيب المادة الخام (في هذه الحالة البلاستيك الحراري) على شكل طبقات متراصّة لتصميم المجسم المطبوع ثلاثي الأبعاد، تُغذَّى فوهة الطارد السّاخنة أثناء عملية الطّباعة بأسلاك البلاستيك مما يؤدي إلى تذويب هذه الأسلاك بما يكفي لتمكين الرّأس القاذف من وضعها بدقة، يتم بناء الجسم عبر ترسيب الأسلاك المنصهرة على شكل طبقات فوق بعضها في المنطقة المخصصة للطباعة كما هو موضح (شكل٥).

شكل٥ : يوضح الطابعة ثلاثية الأبعاد بتقنية " الثيرموبلاستيك "

٣-٣- ماكينة الليزر " الحفر والقطع " laser machine:

من أشهر وأوسع الماكينات انتشاراً هى ماكينة الحفر والقطع بالليزر على خامات مختلفة مثل المعادن والأخشاب والبلاستيك والجلد وتستخدم فى عمل بعض الأجزاء فى النماذج وليس النموذج ككل (شكل٦)

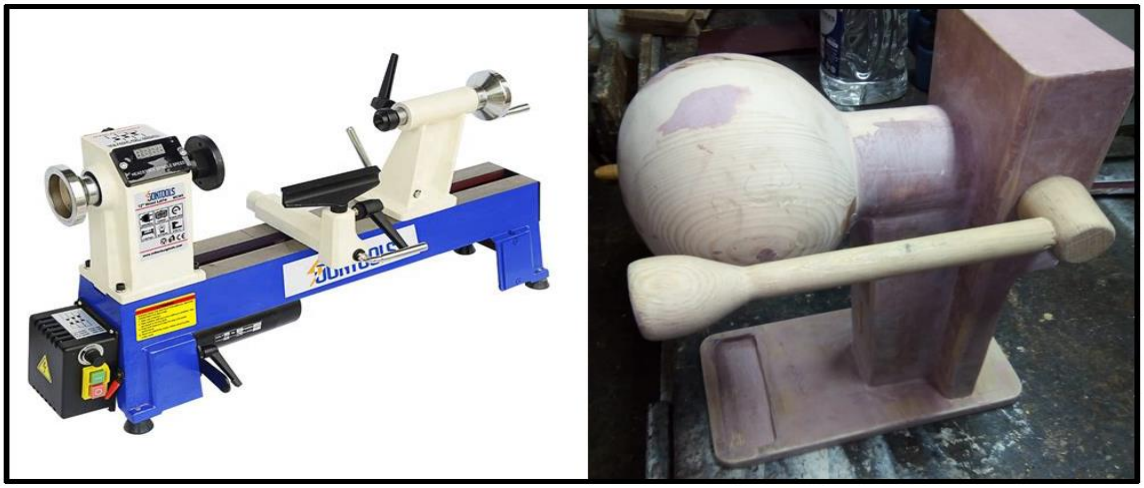
شكل٦ : يوضح ماكينة الليزر وأحد منتجاتها

٣-٤- ماكينة راوتر CNC:

ماكينة حفر راوتر رقمية تعمل بواسطة استخدام كمبيوتر، حيث تقوم بعدة وظائف مختلفة، وهي من أفضل ماكينات cnc فى عملية الحفر، تقوم بالحفر على الأخشاب، الاكريليك، الرخام، البلاستيك، وغيرها من الخامات (شكل٧).

شكل٧ : يوضح ماكينة حفر cnc

٣-٥- ماكينة الخراطة Latheing:



شكل٨ : يوضح ماكينة الخراطة

٤- المنهجية المقترحة والمطبقة فعلياً لصقل مهارات الطلاب فى بناء النماذج الأولية Prototyping بإستخدام تقنيات النمذجة المتقدمة:

تم تطبيق تلك المنهجية على طلبة كلية الفنون التطبيقية فى ثلاث جامعات، وتم اختيار منتجين فقط من كل جامعة:

(أ) جامعة ٦ أكتوبر (قسم تصميم المنتجات) نموذج لسيارة ليمبورجينى، طائرة ركاب ايرباص.

(ب) جامعة بدر (قسم تصميم المنتجات) نموذج لماكينة قهوة، عجان.

(ج) جامعة حلوان (قسم التصميم الصناعى) نموذج لمكوك فضاء، مكواة لفرد الشعر.

- **مراحل المنهجية المقترحة والمطبقة على الطلاب من قبل الباحث**

◄ **المرحلة الأولى (إختيار المنتج):**

يقوم كل طالب بإختيار صورة منتج محدد، ويتم الإختيار طبقاً لـ :

■ **فئة الإستخدام:**

وتعنى هل المنتج من فئة الإستخدام العام أم الإستخدام الخاص فمثلاً المنتجات التى توجد داخل المنزل من فئة الإستخدام الخاص (خلاط – عجان – منبه – مكواة – تلفاز – سشوار .... إلخ) أما منتجات الإستخدام العام فتتمثل فى (طائرة – أتوبيس – سفينة ... إلخ) فيجب على الطالب تحديد الفئة أولاً للمنتج سواء عامة أو خاصة.

■ حجم المنتج:

هناك منتجات من الممكن عمل Prototype لها بنفس حجمها أى Scale 1:1 مثل منتجات المنزل وكثير من هذا النوع يندرج تحت منتجات الإستخدام الخاص، أما منتجات الإستخدام العام مثل الطائرات، السيارات، الصواريخ، السفن يجب أن يتم تصغير حجمها بـ Scale مناسب.

■ طراز المنتج:

كلمة طراز هنا لا تعنى المدرسة الفنية ولكن تعنى هل المنتج من المنتجات الكلاسيكية Classic product design أو من المنتجات التى تتبع الخطوط الحديثة فى التصميم Modern product design كما هو موضح (شكل٩).

شكل٩ : يوضح المنتجات الكلاسيكية، المنتجات الحديثة فى تصميم الهاتف

● التطبيق العملى لمرحلة اختيار المنتج مع طلبة جامعة (٦ أكتوبر، بدر، حلوان):

المنتجات التى تم اختيارها من قبل طلبة جامعة ٦ أكتوبر هى " طائرة ايرباص طراز A320، وسيارة ليمبورجينى من طراز أفانتادور" (شكل١٠)، المنتجات التى تم اختيارها من قبل طلبة جامعة بدر هى "عجانة، ماكينة تحضيرالقهوة " كما هو موضح (شكل١١)، المنتجات التى تم اختيارها من قبل طلبة جامعة حلوان هى مكوك فضائى، مكواة لفرد الشعر كما هو موضح شكل (شكل١٢).

شكل١٠: يوضح اختيار منتجين من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة ٦ أكتوبر استعدادا لعمل Prototype لهم

شكل١١: يوضح اختيار منتجين من قبل طلبة جامعة بدر استعدادا لعمل Prototype لهم

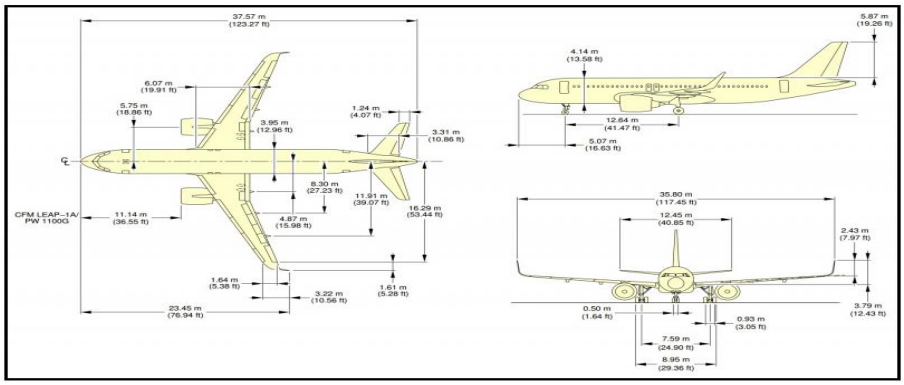
شكل١٢: يوضح اختيار منتجين من قبل طلبة جامعة حلوان استعدادا لعمل Prototype لهم

◄ المرحلة الثانية (الهندسة العكسية) Reverse engineering للتوصل إلى أبعاد المنتج:

من أهم المراحل فى المنهجية هى مرحلة الهندسة العكسية للحصول على أبعاد المنتج ككل أولاً ثم رسم هندسى للمنتج للحصول على أبعاد التفاصيل ثانياً. فما هى الطريقة التى تمكن الطالب من الحصول على أبعاد منتج بالإستعانة بصورة فقط ولحل تلك المشكلة هناك خطوتان وهما:

● الخطوة الاولى (الحصول على أبعاد المنتج "العامة"):

١- **موقع Google** عند الدخول عليه وكتابة Coffee machine dimensions سوف نحصل على أبعاد ماكينات القهوة العامة الطول والعرض والارتفاع، واذا أردنا أبعاد سيارة أو أى منتج فنتبع نفس الطريقة سواء الهدف الحصول على أبعاد ماكينات القهوة عامة أو بكتابة موديل الماكينة او المنتج سوف نحصل على الأبعاد العامة لتلك الفئة بالتحديد فمثلا للحصول على أبعاد الطائرة طراز Airbus A320 نكتب الطراز فى البحث وينتج الآتى (شكل١٣) مع مراعاة أن الأبعاد من الممكن أن تكون بالانش أو بالقدم أو بالمتر او بالسم أو بالملم.



شكل١٣: الحصول على أبعاد المنتج العامة من Google

٢- البحث فى موقع Google بالمخططات فيكتب فى البحث اسم المنتج أو طرازه بدقة وبجواره كلمه Plueprint وتعنى مخطط أو رسم تخطيطى للمنتج فمثلا نكتب Airbus a320 blueprint سنحصل على نفس النتائج السابقة.

٣- التوصل للمنتج الحقيقى اذا كان متوفرا ورفع أبعاده بدقة أو اختيار.

- **الخطوة الثانية (الحصول على أبعاد المنتج "الأجزاء"):**

نعتمد فى هذه الخطوة على الخطوة السابقة وهى أبعاد المنتج العامة الطول والعرض والارتفاع مع صور مساقط المنتج التى حصلنا عليها من قبل، فيتم طباعة مساقط المنتج بنفس قياس الـ Prototype الذى سوف يتم عمله، فمثلاً لو أن المنتج عجان فيتم طباعة المساقط بـ Scale 1:1 ونأخذ باقى القياسات من الصورة المطبوعة بالقياس الحقيقى ولو أن المنتج سيارة مثلاً فلا يمكن عمل ماكيت بالحجم الحقيقى لها لكبر الحجم لذا نحدد أقصى طول حقيقى فى السيارة وليكن ٤٠٠سم أى ٤ أمتار وبالتالى سوف نحصل على العرض والارتفاع لتلك السيارة استناداً الى الـ ٤٠٠ سم ثم ننسب الـ Scale الذى سوف يصغر طول السيارة فلو كان الطول الحقيقي فى الواقع ٤ أمتار فسنضطر الى تصغيره إلى ٤٠ سم (٤ امتار على الحقيقة) الى (٤٠ سم على الرسم وهو نفس قياس الموديل Prototype) أى تم تصغير طول السيارة ١٠ مرات من ٤٠٠ سم فى الواقع الى ٤٠ سم على الرسم أى ان الطول صغر بـ (Scale 10:1) ولو تم عكس الرقم 1:10 أصبح تكبير ١٠ مرات وهكذا.

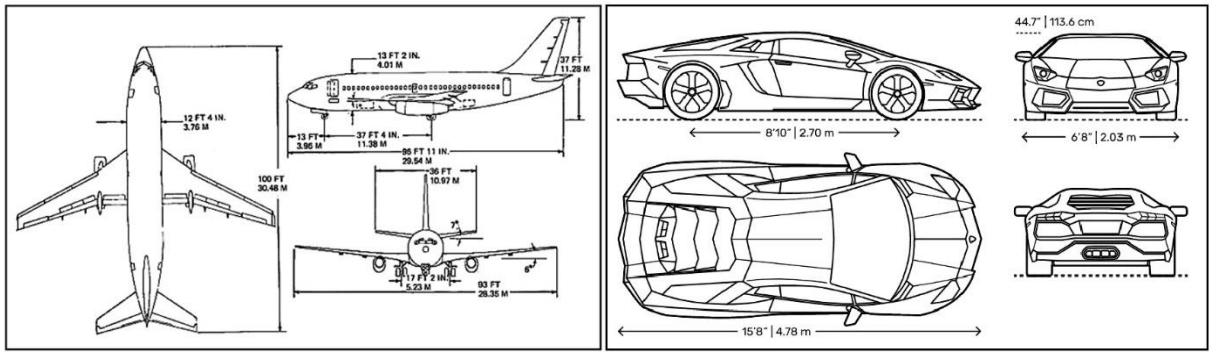
بالتالى يمكننا الحصول على أبعاد الأجزاء الصغيرة فى المنتج بسهولة عن طريق المساقط المطبوعة طباعة صحيحة.

هذا الطول الجديد ٤٠ سم هو ما سيتم طباعته بالفعل وسيتم الاعتماد على صور المساقط لعمل الـ Prototype كما هو موضح (شكل١٤) لأى منتج سواء حجمه كبير فسوف يصغير أو بالحجم الحقيقى.

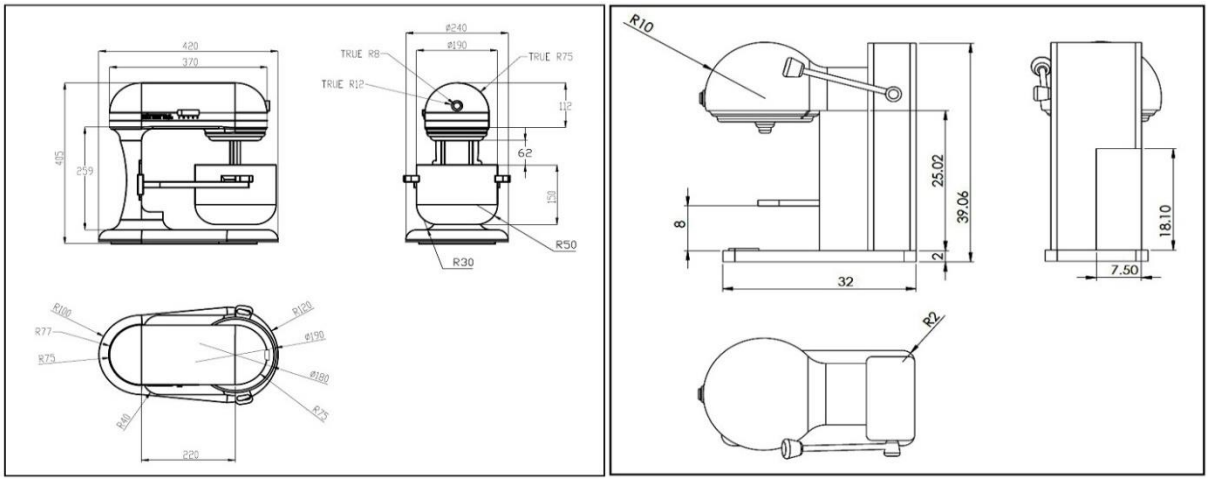
شكل١٤: يوضح الاستعانة بالمساقط سواء خطوط أو صورة حقيقية لعمل موديل سيارة Prototype

● التطبيق العملى لتلك المرحلة مع طلبة جامعة (حلوان،٦ أكتوبر، بدر):

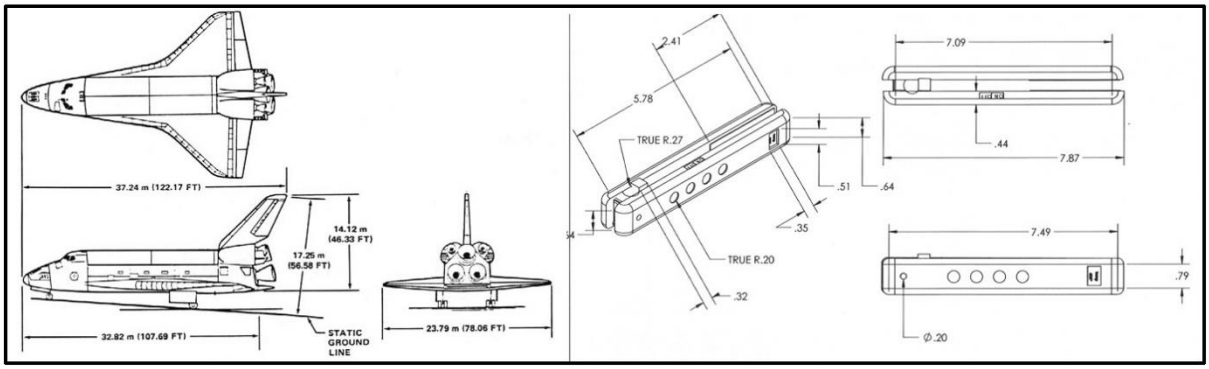
كل طالب توصل الى أبعاد منتجه بالطرق السابقة، تم التوصل فى تلك المرحلة الى أبعاد (الطائرة من طراز AirbusA320 ، والسيارة ليمبورجينى من طراز "أفانتادور"، العجانة وماكينة القهوة، المكوك، مكواة الشعر) ونتيجة تلك المرحلة مع الطلبة موضحة فى الاشكال التالية (شكل١٥،١٦،١٧).



شكل١٥ : يوضح أبعاد السيارة، والطائرة من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة ٦ أكتوبر



شكل١٦ : يوضح أبعاد ماكينة القهوة، والعجان من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة بدر



شكل١٧ : يوضح أبعاد المكوك، ومكواة الشعر من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

◄ المرحلة الثالثة: (تحويل الصورة إلى 3D Model) ببرمجيات الحاسب:

بعد التوصل لأبعاد المنتج العامة وأبعاد الأجزاء يتم تحويل الصور والرسومات الهندسية الى مجسم ثلاثى الأبعاد على الحاسب 3D Model ويمكن للطالب التعامل مع عدة برمجيات Software متخصصة فى تلك المهمة كل حسب مهارته، ومن أشهر هذه البرامج:

١- 3D MAX

٢- Solidworks

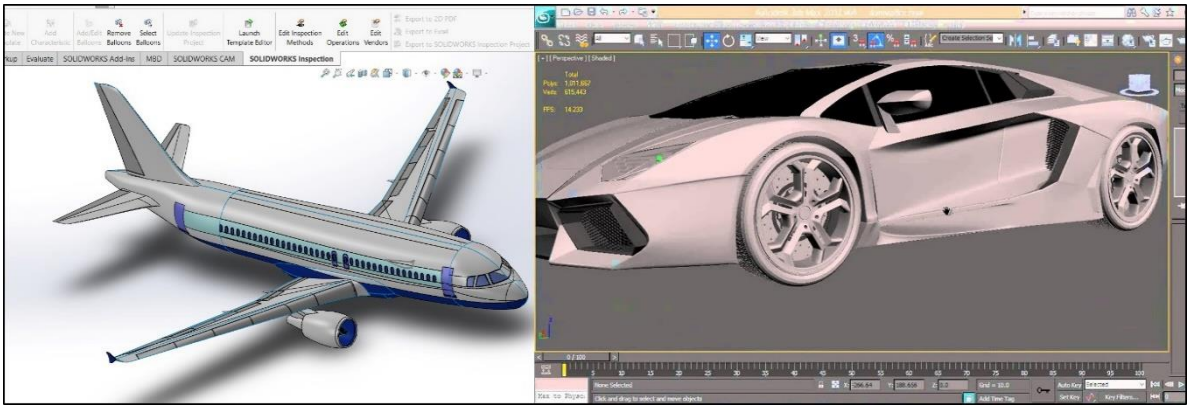
٣- Katia

٤- Inventor

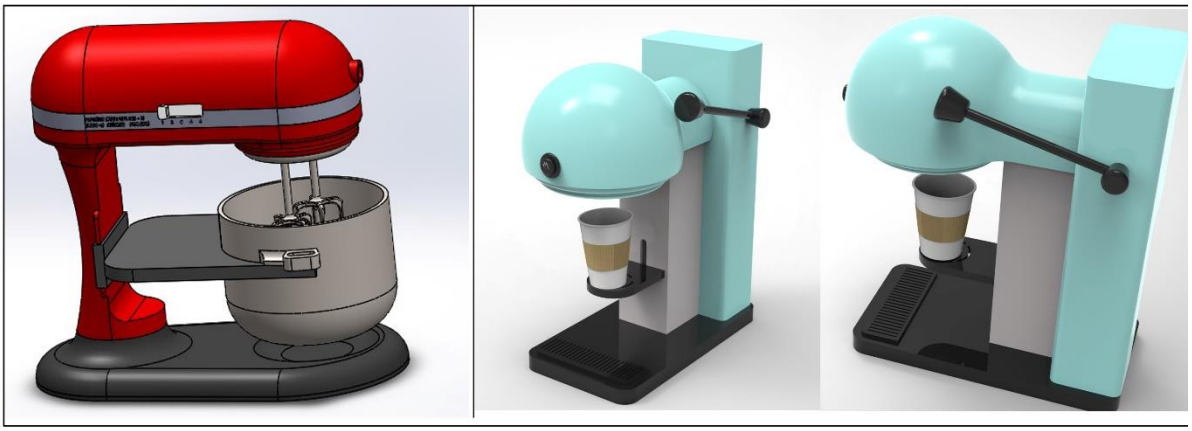
٥- Rhinoceros

- **التطبيق العملى لتلك المرحلة مع طلبة جامعة (حلوان،٦ أكتوبر، بدر):**

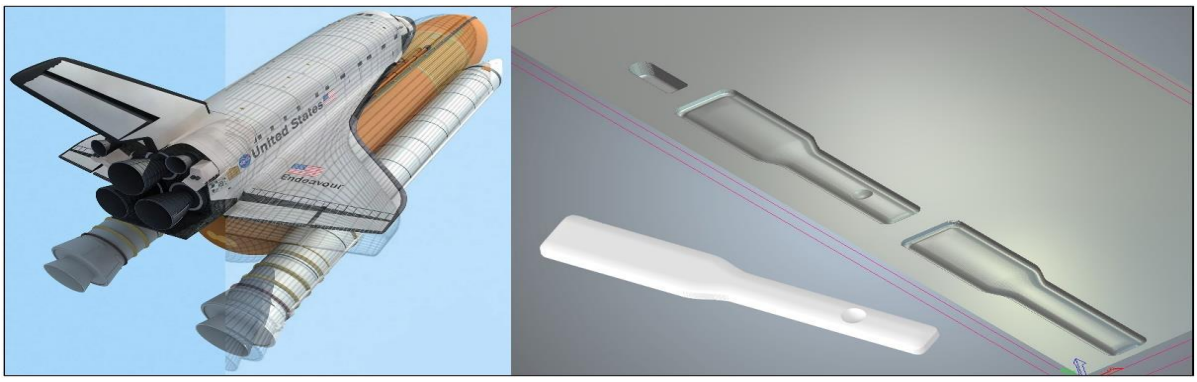
بعد أن توصل كل طالب إلى أبعاد المنتج العامة وأبعاد الأجزاء أى أصبح الرسم الهندسى كامل كما فى الصور السابقة يستعد كل طالب بعد ذلك إلى تحويل الرسم الهندسى إلى 3D Model بالاستعانة بأى برنامج 3D software ويفضل إستخدام برامج مثل Solidworks او Katia أو Inventor أو Rhino عن برنامج 3d max لأن 3d max لا يتميز بدقة الأبعاد كما أن مجموعة البرامج السابقة متخصصة فى عمل الإسطمبات بدقة عالية عن الثرى دى ماكس كما هو موضح للأربع منتجات فى الأشكال التالية شكل (١٨،١٩،٢٠).



شكل١٨ : السيارة 3d model ببرنامج 3d max، الطائرة 3D model ببرنامج Solidwoks من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة ٦ أكتوبر



شكل١٩ : ماكينة القهوة 3d model ببرنامج 3d max، العجان 3D model ببرنامج Solidwoks من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة بدر



شكل٢٠ : مكواة الشعر 3d model ببرنامج Solidwoks لنقلها لماكينة راوتر cnc، المكوك 3D model ببرنامج 3d max من قبل طلبة كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

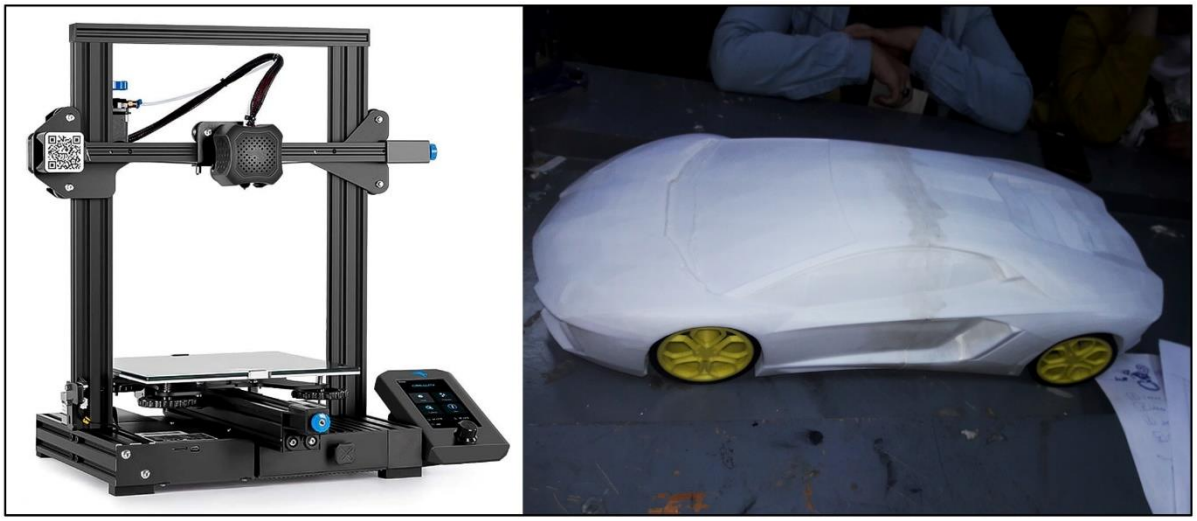
◄ المرحلة الرابعة: (تحديد أفضل طرق النمذجة لكل جزء) بالماكينات الرقمية:

التوصل لأسهل وأفضل طريقة لعمل النموذج بالخامات المختلفة سواء الخشب أو الفوم أو الأكريليك أو بالاستعانة بالطابعات ثلاثية الأبعاد .... الخ، ويتم شرح جميع طرق النمذجة اليدوية والرقمية للطالب بالأمثلة ليفهم الطالب كيفية عمل كل جزء من المنتج بأى ماكينة وبأى خامة ولماذا، وهل المنتج سيتم عمل Prototype له بحجمه الحقيقى أم سيتم عمله بمقياس رسم Scale، ويتم عمل أكبر أجزاء المنتج أولاً ثم الأجزاء الأصغر بعد ذلك أى يتم عمل الكتل الأساسية والرئيسية للمنتج فى البداية والتى تمثل غالبيه حجم المنتج والتى تعطى له وزنه على الأرض وتعطى له شكله العام ثم ننتقل الى الأجزاء الأصغر حجماً.

● التطبيق العملى لتلك المرحلة مع طلبة جامعة (حلوان، ٦ أكتوبر، بدر):

أولاً: طلبة جامعة ٦ أكتوبر (السيارة الليمبورجينى، و الطائرة):

- السيارة تم طباعتها 3d model بالطابعة ثلاثية الأبعاد من نوع 3d printer thermoplastic (شكل٢١)



شكل٢١ : السيارة الصفراء بعد طباعتها 3d printer بحجم مناسب

- أما الطائرة فقط تم استخدام ماكينة راوتر cnc لعمل الجسم الأساسى فقط، أما باقى جسم الطائرة تم تقطيعه وصنفرته يدوياً وتجميعها بالغراء الأبيض (شكل٢٢).

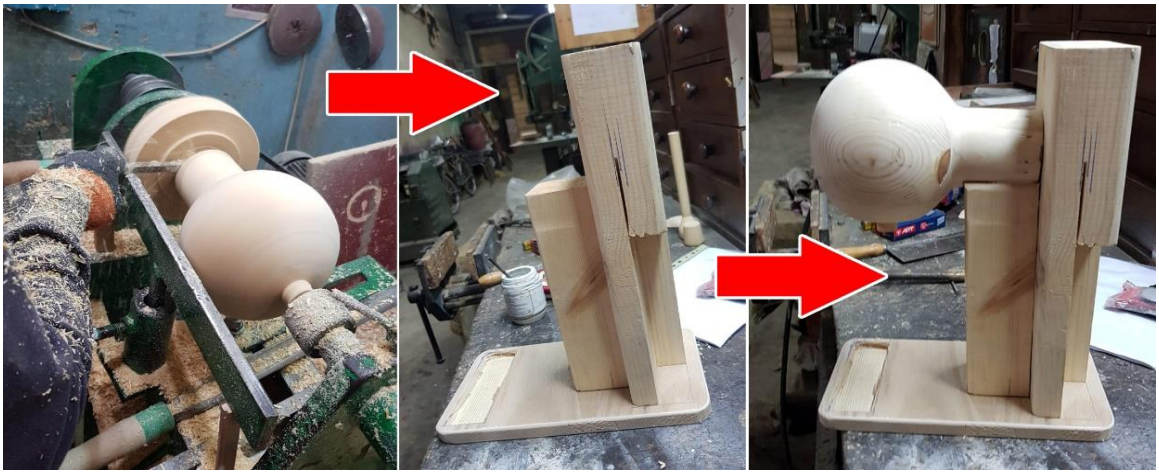
شكل٢٢ : الطائرة بعد عمل جسمها الأساسى حفر cnc وبقية الأجزاء تقطيع يدوى ثم التجميع

ثانياً: طلبة جامعة بدر (ماكينة القهوة، و العجان):

- العجان تم حفره عدة طبقات على ماكينة راوتر CNC من نوع خشب Mdf وتم تجميعه ولصقة بغراء أبيض ثم تسويته يدوياً بمبرد خشابى وبصنفرة كهرباء (شكل٢٣).

شكل٢٣ : العجان بعد حفره cnc وتجميعه ولصقة

- أما ماكينة القهوة فتم عملها من الخشب الأبيض، الجزء الكروى تم عمله بالخراطة، بقية الأجزاء تقطيع يدوى وتجميع بالغراء (شكل٢٤).



شكل٢٤ : ماكينة القهوة بعد خراطة جزء منها وتجميع الأجزاء الباقية

ثالثاً: طلبة جامعة حلوان (المكوك، ومكواة الشعر):

- المكوك تم عمله بخشب الزان وأجزاء تم عملها بالخراطة، والجزء الأساسى تم عمله ونحته يدوياً، وتم التجميع معاً بما يسمى بـ " كاويله خشب " والغراء الأبيض مع اضافة الاجزا (شكل٢٥).

شكل٢٥ : جسم المكوك بعد خراطة اجزاء منه، وباقى الأجزاء نحت يدوى

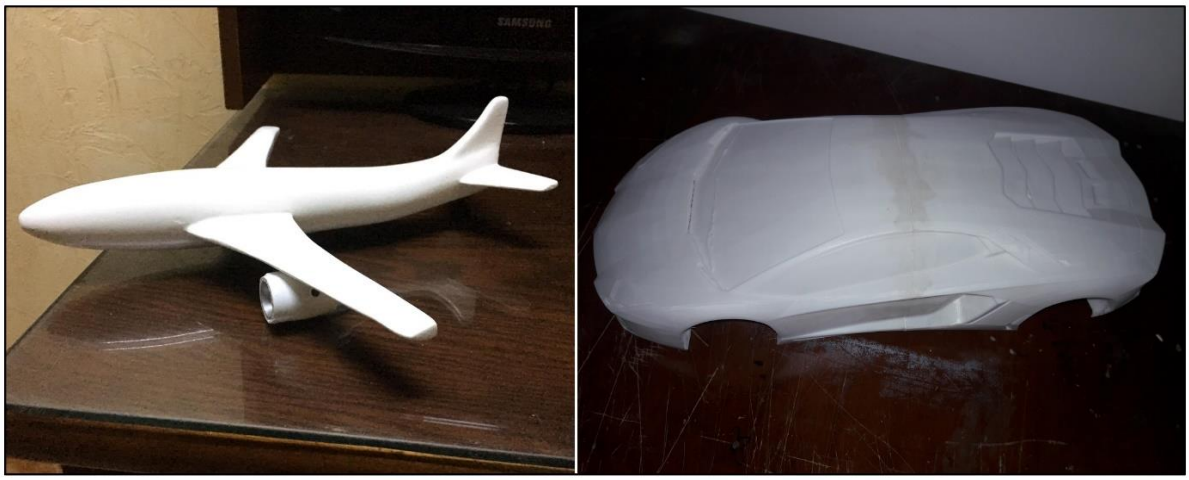
◄ المرحلة الخامسة: (تحديد مواد التشطيب الأولية) " البطانة ":

قبل الدهان النهائى يجب عزل الأسطح الخشبية وغلق مسامها حتى لا تمتص اللون النهائى " الدوكو"، وحتى نتخلص من العيوب والشقوق ... الخ. فيتم دهان طبقة " سيلر " أو معجون " فيلر" أو كلامهما حسب طبيعة السطح المطلى ويتم استخدام الصنفرة " الدوكو " معه حتى يتم تنعيم السطح تماماً ونتخلص من العيوب والشقوق والفتحات ويصبح الخشب كله بلون المعجون ويكون السطح ناعم تماماً، ومن الممكن استخدام ورنيش الخشب بدلاً من المعجون مع الخشب الزان.

● التطبيق العملى لتلك المرحلة مع طلبة جامعة (حلوان، ٦ أكتوبر، بدر):

أولاً: طلبة جامعة ٦ أكتوبر (السيارة الليمبورجينى، والطائرة):

- تم دهان السيارة، الطائرة بالمعجون ثم الصنفرة (شكل٢٦).



شكل٢٦ : السيارة والطائرة بعد دهانهم بطبقة المعجون وتنعيم السطح بالصنفرة

ثانياً: طلبة جامعة بدر (ماكينة القهوة، و العجان):

- تم دهان العجان، ماكينة القهوة بالمعجون ثم الصنفرة (شكل٢٧).

شكل٢٧ : العجان، ماكينة القهوة بعد دهانهم بطبقة المعجون وتنعيم السطح بالصنفرة

ثالثاً: طلبة جامعة حلوان (المكوك، ومكواة الشعر):

- تم طلاء المكوك ورنيش خشب عازل بدلاً من المعجون وتم الصنفرة، أما مكواة الشعر فدهنت بمعجون فيلر(شكل٢٧)

شكل٢٧ : المكوك ومكواة الشعر بعد دهانهم بطبقة المعجون وتنعيم السطح بالصنفرة

◄ المرحلة السادسة: (تحديد مواد التشطيب النهائية) والاستيكرات والاكسسوارات:

الفينيش النهائى تم باستخدام ألوان " الدوكو" سواء كان دوكو جاهز أو يتم شراؤه وتخفيفه بالتنر، ورشه بكومبريسور ومسدس رش، يتم لص استيكرات على الماكيت بألوان محددة ولوجو الشركة أو اسم المنتج، ويتم وضع أزرار التشغيل، لمبات البيان والمؤشرات ان وجدت، وسلك الكهرباء بالفيشة لاكمال شكل المنتج.

● التطبيق العملى لتلك المرحلة مع طلبة جامعة (حلوان،٦ أكتوبر، بدر):

أولاً: طلبة جامعة ٦ أكتوبر (السيارة الليمبورجينى، و الطائرة) (شكل٢٨).

شكل٢٨ : الماكيت النهائى للسيارة، الطائرة

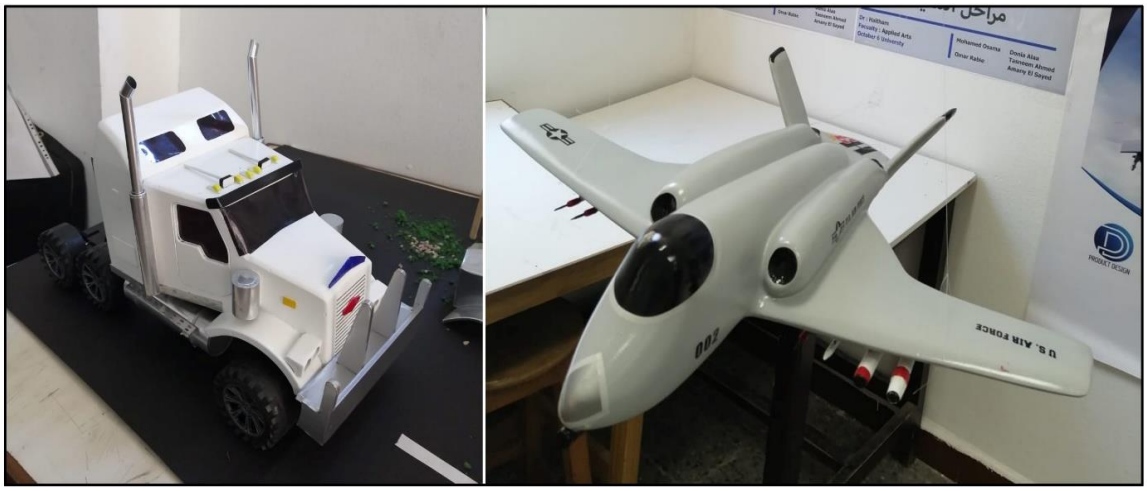
ثانياً: طلبة جامعة بدر (ماكينة القهوة، و العجان)(شكل٢٩).

شكل٢٩ : الماكيت النهائى للعجان، ماكينة القهوة

ثالثاً: طلبة جامعة حلوان (المكوك، ومكواة الشعر)(شكل٣٠).

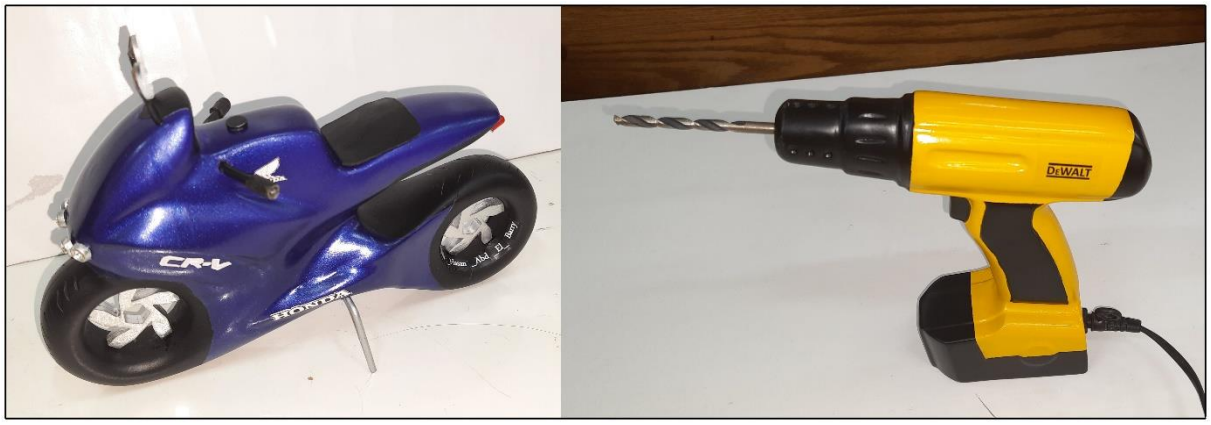
شكل٣٠ : الماكيت النهائى للمكوك، مكواة الشعر

نماذج أخرى من أعمال الطلاب طبقت عليها هذه المنهجية



شكل٣١ : نموذج لطائرة حربية، شاحنة من أعمال طلبة جامعة ٦ أكتوبر قسم تصميم المنتجات

شكل٣٢ : نموذج لعجان، عربة قطار سريع من أعمال طلبة جامعة بدر قسم تصميم المنتجات



شكل٣٣ : نموذج لشنيور، دراجة نارية من أعمال طلبة جامعة حلوان قسم التصميم الصناعى

● شكل تخطيطى لمراحل المنهجية المقترحة والمطبقة على الطلاب من قبل الباحث ●

ترتيب المرحلة	اسم المرحلة	ما يتم فيها
١- المرحلة الأولى	إختيار المنتج	يتم الاختيار تبعاً لفئة الاستخدام، حجم المنتج، طراز المنتج
٢- المرحلة الثانية	الهندسة العكسية	يتم التوصل الى أبعاد المنتج من رسوماته الهندسية أو من المنتجات المشابهه أو من جزء فيه له قياسات Standard معروفه أو من طريقة طباعة صور للمساقط
٣- المرحلة الثالثة	تحويل الصور والرسومات الى 3D Model Software	تحويل صورة المنتج بعد التوصل الى أبعاده الى 3D Model ببرمجيات الحاسب الآلى
٤- المرحلة الرابعة	تحديد طرق النمذجة لكل جزء من المنتج	تحويل الرسومات والـ 3d model الى ماكينات النمذجة وتحديد أفضل وأسهل الطرق لنمذجة كل جزء من المنتج
٥- المرحلة الخامسة	تحديد مواد التشطيب الأولية	مواد التشطيب الأولية وتسمى " البطانة" سواء كانت "سيلر" أو "فيلر" أو أى نوع من المواد المالئة والمبطنة لتنعيم السطح وعزله استعداداً للون النهائى
٦- المرحلة السادسة	تحديد مواد التشطيب النهائية	تحديد أنواع وألوان التشطيب النهائية ووضع جميع الأزرار ولمبات البيان والمؤشرات ان وجدت، وضع شعار أو لوجو الشركة، الأسلاك الكهربية

٥- النتائج

" تحليل النتائج وتفسيرها" " كيفية استفادة الطلاب من المنهجية":

أ- رفع مهارة الطلاب فى كيفية الحصول على أبعاد منتج ما عن طريق " الهندسة العكسية "، حيث يعتمد الطالب فى ذلك على صورة للمنتج مع معرفه موديل المنتج بدقة، فهناك مواقع على الانترنت تدعم ذلك، وتعليم الطالب كيفية رفع قياسات منتج موجود أمامه بدقة عاليه، وكيفية بناء قياسات منتج على أساس جزء من أجزاؤه أبعاده Standard فمثلاً ماكينة القهوة من الممكن التوصل لأبعادها إذا تم الوصول لأبعاد كوب أو فنجان القهوة المستخدم، فالسيارة مثلاً تعتمد أبعادها وقياساتها على شيء أساسى أبعاده معروفه وهو جسم الانسان.

ب - رفع مهارات ومستوى الطلاب فى استخدام الخامات المختلفة والمتنوعة مثل الفوم، الخشب بجميع أنواعه، الأكريليك بأنواعه وبالتالى تعرف الطالب على طرق تشكيل وتشغيل تلك الخامات وطرق تجميعها لصقها معاً.

ج- صقل مهارة الطلاب فى كيفية تشطيب أى سطح سواء كان خشبى أو معدنى أو بلاستيكى ... الخ، فكل له خواصه وكل له أسلوبه فى التشطيب.

د - اكساب الطلاب القدرة على محاكاة الخصائص الفيزيائية للمنتجات محاكاة شبه حقيقية للشكل، اللون، الملمس، الكتل، الأحجام، الوزن والاستخدام أيضاً لتكون عينة اختبار شبه حقيقية للمنتج.

هـ - التوصل الى منهجية فعالة تحسن من تدريس مادة " النماذج " أو ماتسمى Modeling and Simulation أو "تصميم النماذج والعينة الأولي" وهى مسميات ذلك المقرر فى الجامعات المختلفة لطلاب الفرق المتقدمة فى تخصص التصميم الصناعى وتصميم المنتجات، عن طريق ثلاث دراسات حالة مختلفة من ثلاث جامعات والتوصل الى نتائج ممتازة.

و- اكساب الطلاب المهارة فى التعامل مع برامج المحاكاة على الحاسب الآلى لأن تلك البرامج هى التى تتعامل مع الماكينات الرقمية

٦- التوصيات:

- يوصى الباحث بإستكمال تحسين تدريس مادة " النماذج الأولية " لأنها جزء لا يتجزأ من عملية تصميم أى منتج.
- تعريف الطلاب أولاً بأول على ماكينات النمذجة الرقمية كيف تستخدم، وشروط توصيل الـ 3D Model اليها ليتك تشغيله دون مشاكل.
- تعليم الطلاب البرامج الهامة على الحاسب الآلى الخاصة بالنمذجة 3D Models لأنها هامة لتوضيح التصميم وعرضه وهامة لعمل النماذج أيضاً.
- تعليم الطلاب كيفية الدقة فى محاكاة منتج ليبدو شبه حقيقى والاهتمام بأدق التفاصيل فى المنتج لأن هذه التفاصيل هى التى شكلت ماهية المنتج.

٧- المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

1- محمد عبد الحميد محمد سالم الحلو (دكتور) - ١٩٩٧م - رسالة ماجستير " دراسة لاستخدامات تكنولوجيا التجميع المستحدثة فى مجال التصميم وانتاج الأجهزة والمعدات " كلية الفنون التطبيقية - قسم التصميم الصناعى - جامعة حلوان.

muhamad eabd alhamid muhamad salim alhulw (duktur) - 1997m - risalat majistir " dirasat liaistikhdamat tiknulujia altajmie almustahdathat faa majal altasmim waintaj al'ajhizat walmueadaat " kuliyat alfunun altatbiqiat - qism altasmim alsanaeaa - jamieat hulwan

٢- مجدولين السيد حسانين (دكتور) - ٢٠٢٠م - بحث منشور بعنوان " عملية التصميم الصناعى فى ضوء الذكاء الاصطناعى " مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية - عدد خاص " أكتوبر".

majdwalayn alsayid hasanin (duktur) - 2020m - bahath manshur bieunwan " eamaliat altasmim alsanaeaa faa daw' aldhaka' alaistinaeaa " majalat aleimarat walfunun waleulum alansaniat - eadad khasun " 'uktubar

٣- محمود أحمد جودة الجزار (دكتور) - ٢٠٢٠م - بحث منشور بعنوان " تأثير الثورة الصناعية الرابعة فى تغيير متطلبات الانتاج (الاقتصادية – التقنية – البشرية) " مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية - عدد خاص " أكتوبر".

mahmud 'ahmad judat aljazaar (duktur) - 2020m - bahath manshur bieunwan " tathir althawrat alsinaeiat alraabieat faa taghyir mutatalabat alaintaj (alaiqtisadiat - altaqniat - albasharia) " majalat aleimarat walfunun waleulum alansaniat - eadad khasun " 'uktubar".

ثانياً: مواقع شبكة المعلومات:

1.www.pewinternet.org/2016/03/10/public-predictions-for-the-future-of-workforce-automation .

2.www.bcgperspectives.com/content/articles/lean-manufacturing-innovation-robots-redefine competitiveness.