حدود وخصائص الوسائط المستخدمة في تمثيل وإظهار المنتج في مراحل تصميمه المختلفة

The limits and characteristics of the media used to represent and display the product in his different design stages

م.د / محمد فريد حسين أحمد
مدرس بقسم التصميم الصناعي
كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

ملخص البحث

نظرا لطبيعة نشاط التصميم باعتباره نشاط إبداعي، لكونه يقدم ما هو جديد ومبتكر دائما، نجد أنه في مراحل ممارسته الأولى يعتمد على ما يقدمه العقل من بناء وتوليد تصورات ذهنيه مبتكره، كبدائل لحلول مشكلة التصميم في صورة منتج قابل للاستخدام. فكان لزاما على المصمم امتلاك مهارات وتقنيات يستطيع من خلالها تجسيد وإخراج تصوراته الذهنية إلى عالم الوجود الحقيقي، وكذلك تقنيات يتمكن من خلالها اختبار تلك الاقتراحات حتى يمكن تطويرها، وتصبح في صورة منتج فعال في أداء وظائفه. وبالرغم من ذلك قد لا يلم بعض المصممين بخصائص وحدود تقنيات ووسائط تمثيل وإظهار المنتج. أو يجهلون بعضها، فلا يستفيدون الاستفادة القصوى منها بما يتناسب مع مراحل التصميم المختلفة، وبما يتناسب أيضا مع القدرات الطبيعية البشرية. لذلك نستعرض خصائص وحدود وسائط التمثيل والاظهار المختلفة، وإيجاد الرابط بينها وبين مراحل التصميم، حتى يتمكن المصمم من استخدام الأنسب منها طبقا لمرحلة التصميم التي يعمل فيها، ويكون حريصا على تعلم ما يجهله منها والتدريب عليه، لضمان تحقيق أعلى مستوى لنجاح التصميم. كذلك يستعرض البحث مراحل التصميم من جانب ووسائط التمثيل والإظهار من جانب آخر ويحاول إيجاد الرابط بينهم، مع الوضع في الاعتبار الخصائص الطبيعية للمصمم.

الكلمات المفتاحية Keyword

وسائط التمثيل Representation media - رسوم التخطيط الحرة Free Hand sketch
رسومات تصورات التصميم Concept Design Drawing - التفاعل الملموس Tangible Interaction
الذاكرة Memory - الواقع الافتراضي و المعزز Virtual (Reality & Augmented) Models
النموذج الفيزيقي Physical Model

مشكلة البحث

- عدم إلمام ومعرفة بعض القائمين على تصميم المنتج بجميع الوسائط والتقنيات الممكنة والمتاحة، الخاصة بإظهار وتمثيل تصوراتهم وتصميماتهم، أو حتى عدم الإلمام بطبيعة وخصائص كل تقنية يجعلهم لا يدركون أي من التقنيات هي الأنسب في أي من مراحل التصميم، مما يجعلهم لا يستفيدون الاستفادة القصوى من تلك التقنيات.
- امتلاك او اتقان بعض المصممين بعض من الوسائط أو التقنيات وجهلهم بالأخريات كإتقان البعض مهارات تقليدية كاليدوية والمعتمدة على القدرات الذاتية، في مقابل اتقان البعض الأخر تقنيات مستحدثة كالتقنيات الرقمية. يولد صراعا وانحيازا أو تعصب بين المشاركين في التصميم الجماعي أو حتى صراعا داخل أنفسهم يعرقل نشاط التصميم وإنجازه بجودة وسرعة عالية.

فرض البحث

اذا ما تم عرض الوسائط و التقنيات المتاحة الخاصة بتجسيد و إظهار المنتج في مراحل تصميمة المختلفة وحدود وخصائص تلك التقنيات، يجعل القائمين على التصميم حرصين على امتلاك مهارة التعامل مع العديد من تلك التقنيات والتدريب عليها دون انحيازهم لبعضها، كذلك يجعلهم يوجهون ويستخدمون التقنية الأنسب لكل مرحلة من مراحل التصميم أو الانتاج. مما ينعكس على انجاز التصميم في أفضل صورة وبجودة عالية.

الـهــدف

- يقوم البحث على تحديد الارتباط بين تقنيات ووسائط الاظهار المختلفة وبين المراحل المختلفة لعملية التصميم، لبيان أي منها الأنسب لأي مرحلة، بهدف الوصول الى أعلى معدلات لنجاح التصميم.
- عرض وسائط وتقنيات الاظهار المختلفة وخصائصها وحدودها وارتباط تلك الخصائص بالقدرات والخصائص الطبيعية البشرية للمصممين مما يحدث أفضل التوافقات بين قدرات المصمم وخصائص تلك التقنية.

أهمية البحث

يخدم البحث مجالين هامين لتصميم المنتج.

- الأول : وهو على نطاق الممارسة الفعلية لنشاط تصميم المنتجات داخل المؤسسات الصناعية الكبرى والمتوسطة وكذلك الصغرى منها، حيث يمارس ذلك النشاط بشكل مقنن من خلال مراحل محددة، وبين التخصصات المختلفة المشاركة في عملية التصميم والإنتاج واتخاذ القرار وكذلك تسويق تلك المنتجات.
- الثاني : وهو على نطاق المجال الاكاديمي، حيث يتم تعليم التصميم، واكساب الدارسين المهارات اللازمة لممارسة نشاط تصميم المنتج، كذلك تزويدهم بالمعرفة والتقنيات الواجب إتقانها، ما منها متاح داخل المؤسسات الصناعية في أوطانهم، أو ما تم التوصل اليه عالميا.

وفي أي من المجالين السابقين يسعى البحث بعرض الكيفية المثلى التي يجب ان تتبع في تعليم وممارسة نشاط تصميم المنتج، بداية من ظهور الاحتياج اليه الى وجوده كفكرة وتصور ذهني

داخل ذهن المصممين الى ان يتم تجسيده بشكل ملموس ويصبح منتج قابل للاستخدام. وذلك من خلال معرفة وفهم الأدوات والتقنيات التي يجب ان يتزود بها المصمم لممارسة التصميم، ولكي يكون حريصا على اكتساب مهارة استخدامها، وكذلك حدود تلك التقنيات بما تستطيع أن تؤديه في كل مرحلة من مراحل التصميم، بهدف أنجاح عملية التصميم وإنجازه في أفضل صورة.

حدود البحث

تتمثل حدود البحث في خدمة مجالين، المجال الأكاديمي المعني بتعليم تصميم المنتج، وكذلك مجال ممارسة نشاط التصميم داخل المؤسسات الصناعية المعنية بإنتاج المنتجات الصناعية المختلفة لتلبية احتياجات الأسواق المحلية والعالمية.

منهج البحث

المنهج المتبع هو الوصفي التحليلي، حيث تجميع المعلومات وتحليلها لتحقيق هدف البحث.

مقدمـــة :

إن صناعة المنتجات سواء كانت من خلال مؤسسات صناعية كبرى، أو من خلال نشاط حرفي أو صناعات صغيرة. فإن عملية تصنيع المنتج من خلالها لم يكن محض صدفة، ولكنه نشاط مقنن يتم من خلال عدة مراحل مدروسة ومقننه، ولكن يتفاوت هذا التقنين بين المؤسسات الكبرى والمؤسسات الأصغر حتى الممارسة الحرفية في الورش او المصانع الصغيرة. وفي العموم يبدأ التفكير في إنتاج منتج ما عند ظهور احتياج ما، تسعى المؤسسة أو الصانع في خلق مجموعة من الاقتراحات تلبي هذا الاحتياج في صورة منتج، مراعية فيه تحقيق جانب وظيفي يؤديه هذا المنتج وفي نفس الوقت يتسم بخصائص جمالية، وبين الوظيفة والجمال تتفاوت وتتنوع المنتجات. وبداية من ظهور الاحتياج إلى طرح المنتج الذي يلبى هذا الاحتياج في الاسواق، يمر المنتج بمجموعة من المراحل المدروسة تجعل هذا المنتج قابل للاستخدام، أو جدير بالاقتناء كما في المنتجات الفنية والتراثية، وإذا كان الهدف الحصول على أعداد وفيرة من ذلك المنتج (انتاج كمي) كان لابد من اعداد دراسات خاصة بتصميمه وإنتاجه من خلال مجموعة من المراحل المتسلسلة، وبالطبع هذا النشاط يختلف عن النشاط الخاص بالأعمال الفنية ذات القطعة الواحدة الغير متكررة.

و عملية التصميم و الإنتاج تبدا بوضع مجموعة من التصورات الذهنية كحلول مقترحة للمصمم القائم بذلك العمل، وتجسيد تلك التصورات تكون من خلال بعض التقنيات تمكن المصمم من إخراج أفكاره الى عالم الوجود والذي بدوره يطورها بعد ذلك ويختبرها حتى يضمن نجاحها قبل وصولها الى المستهلك، وكل مرحلة من مراحل التصميم تتطلب مجموعة من الوسائط تساعد على تجسيد الفكرة وتطويرها واختبارها...الخ، و بتعدد تلك الوسائط أو تعقيدها، يتولد احتياج الى معرفة الوسائط المتاحة و خصائصها و قدرتها على تحقيق أداء معين ، وأي منها انسب لأي مرحلة من مراحل التصميم، وهذا هو الدافع من هذا البحث.

❖ - طبيعة نشاط التصـــميم

ممارسة نشاط التصميم في المقام الأول تعتبر نشاط ابداعي و ليس مهاري فحسب، لأن التصميم دائما ما يجب أن يقدم حلولا مبتكرة سواء كانت متمثلة في صورة منتجات جديدة أو منتجات قائمة يتم تطويرها، فنجده يعتمد في بدايته على نشاط ذهني تتولد فيه مجموعة من التصورات الذهنية داخل ذهن المصمم المبتكر ، حيث يسعى المصمم لتوليد أفكار أكثر تلبية لاحتياجات المستخدم وتكون أكثر ابتكارا وأبداعا من خلال مجموعة من العمليات العقلية ينتهج فيها العقل مسارا يقوده لإنجاز تلك المهمة، و هذا النهج يمكن تحديده والتعرف عليه من خلال مجموعة من الأبحاث الاخرى .[11]

و نشاط التصميم كغيره من الأنشطة الإبداعية و الفنية مثل (الادب ، الشعر، الموسيقى ، التصوير و النحت ... الخ) سواء كان يمارس ذلك النشاط في الاطار المؤسسي و الاكاديمي أو في الاطار الشخصي أو الحرف اليدوية ذات الطابع الفني و التراثي . فإن كل تلك الأنشطة المعتمدة على العملية الإبداعية والفنية، تعتمد في ممارستها على شقين، الأول وهو الأداء الذهني داخل عقل المبدع حيث تتكون الصورة الذهنية للعمل. والشق الثاني هو الأداء الفيزيقي وفيه يتم تمثيل ما انتجه العقل من صور ذهنيه وتجسيدها في صور ملموسة في الوجود الحقيقي تستشعره حواس الانسان. ولكن لن يكون هناك عمل ابداعي دون أحد هذين الشقين في أي مجال من مجالات الابداع، ومثال على ذلك اذا وجدنا شاعرا من شعراء الباديه لا يكتب، ولكنه يستطيع ان ينظم و يلقي أفضل الاشعار، اذا فقد نعمة التحدث هل يفقد القدرة على ابداع قصائد جديدة في ذهنه؟ الحقيقة انه مازال قادر على الابداع الشعري ولكنه أصبح لا يمتلك وسيلة لتمثيل تلك الاشعار في صورتها الذهنية داخل عقله وإخراجها الى الوجود الفيزيقي الذي تستشعره حواسنا سواء البصر اذا كانت مكتوبة أو السمع أذا كانت ملاقاه. وبذلك لن نرى ابداعا من ذلك الفنان حتى وان كان قادرا ذهنيا. لذلك ان أي نشاط ابداعي يلزمه الشقين (الأداء الذهني والأداء التمثيلي الفيزيقي، حيث تجسيد الصورة الذهنية وإخراجها الى الوجود المحسوس).

وبالطبع عند تكون الصورة الذهنية لموضوع ما، ليس بالضرورة ان تكون هذه الصورة مكتملة لكيان العمل النهائي، وهي في الغالب لن تكون مكتملة بالرغم من انها قد تمر بأكثر من مرحلة ذهنيا، كرؤية الانسان لمجموعة من الأفكار حول موضوع ما، ومحاولته ذهنيا المفاضلة بينهم واختيار الأفضل منهم، دون اخراجهم جميعا للوجود المحسوس. بالرغم من ذلك لا يستطيع الانسان اكمال جميع تلك المراحل (ما بين توليد أفكار جديدة وتنقيتها وتطويرها وإجراء التقييم بعد ذلك والوصول للشكل النهائي). والحقيقة لن يحدث هذا أبدا. وذلك لعدة أسباب نذكرها فيما يلي، كطبيعة الذاكرة الإنسانية وحدودها... ولكن عندما يتكون تصور ذهني

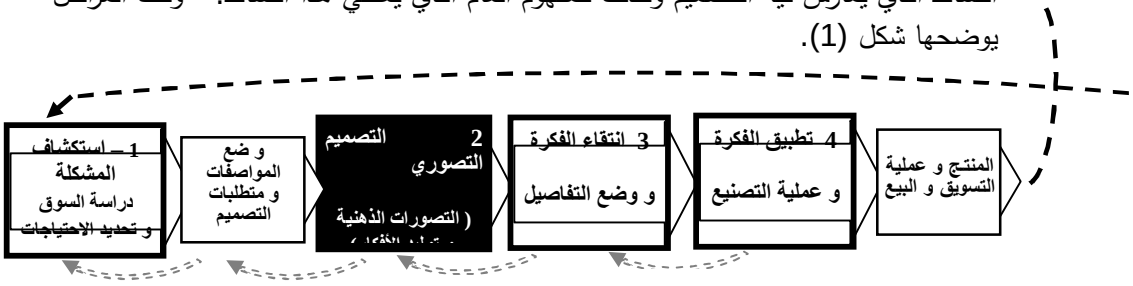
اولي لموضوع ما، لابد أولا وبسرعة الإمساك به بما يعرف بـ (catch the idea) حتى لا يتلاشى.

لذلك يجب على كل مبدع امتلاك مجموعة من الأدوات والتقنيات التي تجعله قادر على تمثيل واخراج تصوراته الذهنية الى عالم الوجود الطبيعي الملموس والتي قد تكون في اشكال عديدة عند خروجها الى ذلك العالم، حيث يمكن للمبدع رؤيتها بوضوح دون تلاشيها والعمل عليها مرة أخرى من الإضافة والتطوير واختبارها والمفاضلة بينها.. الخ حتى الوصول لشكل العمل النهائي.

ولكن ممارسة نشاط التصميم يختلف عن باقي الأنشطة الفنية وبخاصة ما منها في الاطار الشخصي للفنان، في ان التصميم يرتبط بعدة قيود مثل، انه يرتبط بالزمن حيث لابد من إنجازه في فترة زمنيه محددة على عكس طبيعة حياة و نشاط الفنان الحر. وكذلك نجد ان التصميم يرتبط بتسلسل مرحلي تترتب فيه كل مرحلة على الأخرى. وفي كل مرحلة من تلك المراحل، لابد من توفر مجموعة من الادوات والتقنيات التي يجب ان يمتلكها المصمم لإتمام كل مرحلة بنجاح.[6،11]

برنامج و مراحل عملية التصميم

إن مراحل عملية التصميم تتمثل في أربع مراحل أساسية يزداد عدد تلك المراحل طبقا لنوع النشاط الذي يمارس فيه التصميم وكذلك للمفهوم العام الذي يغطي هذا النشاط. وتلك المراحل يوضحها شكل (1).



شكل 1 : يوضح التسلسل العام لبرنامج و مراحل التصميم

1- المرحلة الأولى (**استكشاف المشكلة**) : و هي المرحلة التي يتم فيها كشف و تحديد أبعاد مشكلة التصميم سواء كانت هذه المشكلة تتمثل في الاحتياجات Needs النابعة من ذات المستخدم أو محاولة تطبيق تكنولوجيا جديدة أو تجسيد لابتكار أو اختراع جديد في محاولة جعله قابل للاستخدام . و كشف المشكلة و تحديد أبعادها يكون من خلال مجموعة من الدراسات و التي قد تتمثل أحيانا في الأبحاث الخاصة باحتياجات السوق Market Research و الذين يقومون

بإنجاز تلك المرحلة ليس بالضرورة ان يكونوا مصممين و هناك العديد من الأدوات و الأساليب المستخدمة في كشف و تحديد مشكلة التصميم .

2 - **المرحلة الثانية (مرحلة التصور)** : و يطلق عليها أحيانا بمرحلة التصميم المبكر early design أو مرحلة التصميم التصورية conceptual design phase و هي المرحلة التي يتم فيها توليد مجموعة من الأفكار المجردة أو البسيطة باعتبارها اقتراحات لحل مشكلة التصميم ، وتؤكد جميع الدراسات المتعلقة بدراسة نشاط التصميم إنها المرحلة الأكثر أهمية في برنامج التصميم حيث يتوقف عليها النجاح التقني و الاقتصادي لإنجاز المنتج و هي المرحلة الإبداعية التي تعتمد بشكل أساسي على مصمم المنتج و ما يستطيع أن ينجزه فيها ، و قدراته الذاتية من تكوين الأفكار داخل ذهنه و كذلك إمكانياته في تجسيد تلك الأفكار، و نادرا ما تستخدم التقنيات الحديثة من الكمبيوتر و تقنية الواقع الافتراضي في أساس هذه المرحلة و تحاول الدراسات المختلفة إدخال تلك التقنيات بشكل أوسع للمساعدة في تسهيل مهمة المصمم و سرعة إنجازه .

3 - المرحلة الثالثة (انتقاء الفكرة) : و هي المرحلة التي يتم فيه اختيار فكرة واحدة بعد دراسة و اختبار و تقييم مجموعة الأفكار المولدة في المرحلة السابقة بناء على مجموعة من الاعتبارات التي يضعها المسئولون من فريق التصميم و المهندسين المتعلق تخصصهم بمكونات المنتج المختلفة و مهندسي الإنتاج و أصحاب القرارات العليا في المؤسسة الإنتاجية لإطلاق عملية الإنتاج ، و بالاتفاق الجماعي و القناعة الكاملة على أن تلك الفكرة هي الحل الأمثل لحل مشكلة التصميم ، و هي في المقام الأول تعتبر مرحلة (التصميم التشاركي أو الجماعي)

4 - المرحلة الرابعة (تطبيق الفكرة): و هي المرحلة التي يتم فيها التقنين النهائي للمنتج و توثيقه بالوسائط المختلفة و اللازمة لعملية الإنتاج مثل الرسوم الهندسية التنفيذية و كذلك نماذج العينة الأولى، حتى يتم إطلاق الإنتاج الكمي لهذا المنتج بما يلزم السوق.

وعند الممارسة الفعلية لنشاط التصميم سواء في المؤسسات الإنتاجية أو المؤسسات التعليمية التي تركز على التحليل التفصيلي لممارسة التصميم فإن المراحل الأربع السابقة يزداد فيها وضع مجموعة من المراحل التفصيلية بين تلك المراحل بما يناسب طبيعة المنتج والمؤسسات الإنتاجية والتكنولوجيا المتاحة وقدرات فرق العمل المعنية ... الخ من العوامل المؤثرة في ذلك النشاط. ويوجد العديد من أمثلة البرامج الخاصة بممارسة نشاط التصميم؛ والشكل السابق يوضح أحدى تلك البرامج. اما باقي المراحل البينية فقد يقوم بإنجازها بعض المتخصصين الاخرين غير المصممين او يتشاركون فيها، مثل مرحلة تحديد المتطلبات والمواصفات وكذلك مرحلة وضع التفاصيل النهائية ومرحلة الإنتاج.[15،6]

القدرات البشرية المرتبطة بنشاط التصميم وتجسيد تصوراته

تتعدد الخصائص والقدرات البشرية التي تجعل الانسان قادر على التكيف مع حياته و محيطها و قادرا على انجاز مهامه و انشطته الحياتية المختلفة، و لكننا هنا سنحاول القاء بعض الضوء على بعض الخصائص التي ترتبط بشكل وثيق بالجوانب الإبداعية في نشاط التصميم، وحيث ان نشاط التصميم ابداعي تنجز اهم جوانبه داخل عقل المصمم، فإن من اهم الدراسات لدعم ذلك النشاط هي التي تركز على فهم أنواع التفكير وآلية توليد الأفكار وآلية المعالجة الإنسانية للمعلومات ... الخ من العمليات العقلية العليا، ولكننا هنا على قدرتين من قدرات الانسان الطبيعية. وهما **الذاكرة و خصائصها و حدودها** لما لها من أهمية في الاحتفاظ بالصورة الذهنية لمرحلة إبداعية هامة (و هي مرحلة بناء التصورات الذهنية) و التي تكونت داخل عقل الانسان كمعالجة لمتطلبات التصميم و خلقه في صورة حل قد يكون مناسب. ولان العقل يظل يعمل بشكل مستمر في الغالب لا إرادي باحثا عن حلول أخرى ومتنوعة لنفس الموضوع. لذلك تظهر أهمية القدرة الثانية البشرية والتي تكون انسب وأكثر ملائمة مع آلية عمل العقل في تلك المرحلة دون التأثير سلبا على توليد مزيد من الأفكار. حيث يوجد نشاط متزامن للعقل في بناء حلول متنوعة والاحتفاظ بصور تلك الحلول ولان الذاكرة البشرية لها حدود في الاحتفاظ بصور العالم اللامرئي داخل العقل. لذلك لزم علينا معرفة الكيفية المثلى التي يمكن بها الإمساك بتلك الصور وتمثيلها في صور ثابتة يمكن رؤيتها والرجوع اليها، وهي هنا قدرة الانسان الطبيعية (الموهبة) في ترجمة تلك الصور والمتمثلة في **مهارة و قدرة اليد** على التجسيد و الإخراج. حيث يوجد ارتباط ذهني عصبي وثيق بين اليد والأوامر الصادرة لها من العقل سيتم توضيحه بشيء من التفصيل فيما يأتي.

❖ - الذاكرة وعلاقتها بالقدرة الإبداعية وبناء التصورات الذهنية

تؤكد الدراسات المختلفة على أن القدرة الإبداعية للإنسان تعتمد على الكم المعرفي المخزن في ذاكرة الإنسان والمحصلة الإدراكية على مدار حياته، وبزيادة تلك المحصلة الإدراكية تزداد عناصر التخيل داخل عقل الإنسان وبدورها تزداد القدرة على التصور. وناتج التصور الجيد هنا هو الناتج الإبداعي في أي نشاط من أنشطة الإنسان.

❖ - طبيعة وخصائص الذاكرة

الذاكرة هي مستودع لتخزين التجارب والانطباعات التي اكتسبها الإنسان في حياته عن طريق الحواس، وهذه الانطباعات توجد على شكل صور ذهنية ترتبط معها أحاسيس ومشاعر مختلفة، والذاكرة هي المنظومة الأساسية في معالجة المعلومات والوظيفة العقلية العليا التي يتمكن الإنسان بواسطتها من حفظ نتائج تفاعله مع العالم الخارجي. ووضعت العديد من

النظريات والنماذج الخاصة بتفسير وآلية تخزين المعلومات، وبشكل عام فإن الذاكرة تنقسم إلى ثلاث أنواع أساسية في منظومة المعالجة بدأ من المثير إلى تخزين المعلومة وهي :

الذاكرة الحسية Sensory Memory

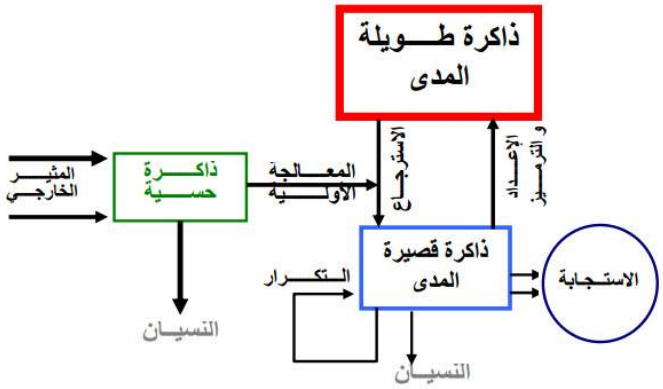
الذاكرة قصيرة المدى Short Term Memory (STM)

وتعتبر هي منظومة الذاكرة العاملة Working Memory (W M) أو نظام الذاكرة الفاعل

الذاكرة طويلة المدى Long term Memory

❖ - آليـة عمـل الذاكـرة

قدم العالمان (Atkinson، (shiffrin) في كتابهما (الذاكرة البشرية : نموذج مقترح ،1968) و هو نموذج الذاكرة المعتمد عليه الآن والذي يوضح الثلاث أنواع من الذاكرة. (الذاكرة الحسية، الذاكرة قصيرة المدى، الذاكرة طويلة المدى)، والعلاقة بينهم. ومن خلاله تم توضيح آلية معالجة المعلومات التى تمثلت فى ثلاث مراحل يوضحها شكل (2)



شكل: 2 يوضح المراحل الثلاث لآلية عمل الذاكرة Atkinson and Shiffrin

والدراسة حول موضوع الذاكرة نستخلص منها ما يجب ان نضعه في الاعتبار عند ممارسة نشاط التصميم والمتمثل هنا في النقاط التالية:

الذاكرة الحسية: وفيها تتم المرحلة الأولى لمعالجة المعلومات، وهي قدرة الحواس على الاحتفاظ بالانطباعات التي تتركها المثيرات، وزمن الاحتفاظ بأثر المثير يكون صغير جدا وبعده يحدث تلاشي لهذا الأثر ويكون نسيانه. (وهو أقل من نصف ثانية بالنسبة للرؤية و3 ثوان عند الاستماع) وعلى سبيل المثال تم الاستفادة من معرفة تلك القدرة في مجال الإبصار وتوليد إحساس بصور متحركة من صور ثابتة فيما يسمى بالسينما.

الذاكرة قصيرة المدى: و فيها تتم المرحلة الثانية لمعالجة المعلومات، وتسمى أيضا الذاكرة العاملة وهي مرحلة ترتبط بوعي الإنسان، ونقاء المعلومة فيها يعتمد إما على حافز خارجي

خاص بالمثير أو على حافز داخلي مرتبط بالنسيان تجاه المثير أو بالاثنين معا والفترة الزمنية الخاصة ببقاء المعلومة داخل تلك الذاكرة قصيرة فتتراوح إلى ما بين 15 : 20 ثانية إن لم يحدث تكرار للمعلومة أي التعرض لأكثر من مرة لأثر المثير. وإن حدث التكرار ومعالجة المعلومة بقيت حوالي 20 دقيقة، وتكرار المعلومة في هذه المرحلة هام جدا حتى يتم تأكيدها وتثبيتها ليتم إرسالها إلى الذاكرة طويلة المدى مثل (سماع رقم هاتف، رؤية مجموعة من العناصر داخل مشهد ما) وقصر المدة الزمنية لتلك الذاكرة يرجع إل تواجد مثيرات أخرى تالية للمثير السابق تزيد الدخول فيها لتأخذ مكانها هي الأخرى داخل هذه الذاكرة العاملة.**(لذلك عندما نقول لإنسان ركز لكي تبدع أو تبتكر أو تستطيع وضع حل ما)**، ما هي الا محاولة تنبيهه الى الابتعاد عن أثر مؤثرات خارجية متنوعة كالمؤثرات المتعلقة بـ (السمع ، البصر، اللمس، الشم ، التذوق) و كل ما لا يتعلق بالموضوع الذي ينشغل العقل في معالجته ، حتى لا تنشغل الذاكرة بمعالجة تلك المثيرات وتستنفذ الطاقة الذهنية في المعالجة ولا تتوجه في بناء التصورات. " وهناك بعض الدراسات تحدد سعة تلك الذاكرة لكمية المثيرات التي تتواجد بها في نفس الوقت حتى تتم معالجتها، فيحدد Miller,1965 عدد 7 وحدات ±2 ولكن هناك مجموعة أبحاث أكثر حداثة تحدد أن عامة الأفراد تستوعب 5 وحدات ±2 وقلة نادرة من الأفراد هي التي تستطيع أن تستوعب عدد 7 ± 2 "[12،21]

وناتج ما سبق حول الذاكرة يتلخص في:

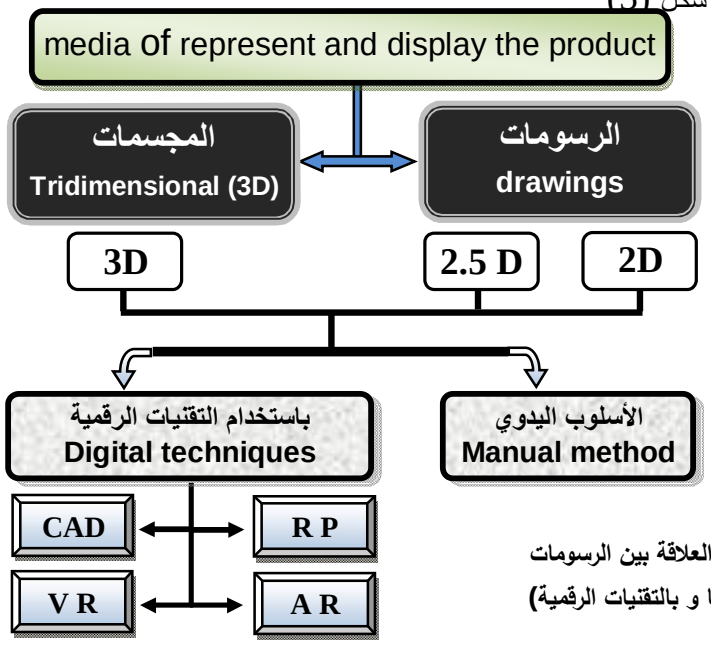
- أن ثبات الصور التي تتكون داخل عقل الانسان أو التي تدخل اليه، والتي توجد في الذاكرة المؤقتة لها زمن احتفاظ محدد، قبل فهمها وتشفيرها حتى يمكن تخزينها بعد ذلك في الذاكرة الدائمة. و لان مرحلة توليد الأفكار ذات طبيعة تتوالد فيها الحلول المتنوعة بشكل سريع و مستمر فلن تستمر صورة حل ما بالبقاء مدة طويلة، و الا تلاشت، أو يحدث ان يقف الذهن على توليد المزيد من الحلول و يركز نشاطه و قدرته على معالجة الصورة التي تكونت و تشفيرها ثم تخزينها بشكل دائم و حيث ان الصور المتكونة للحلول لا تولد مكتملة التفاصيل فهي(صور لهيئات عامة) و أيضا تتشابه مع بعضها البعض بشكل كبير مع بعض التغيرات الطفيفة ، لذلك تستغرق مزيد من الوقت لإدراكها بشكل جيد وحتى يمكن تخزينها بشكل دائم ، و هذا ما يصرف العقل عن توليد المزيد ، ما يلزم سرعة تمثيلها و تحويلها الى صورة فيزيقية اكثر ثباتا ، مما يؤكد أهمية قدرة اليد على ترجمة الفكرة في صور تخطيطات يدوية سريعة (اسكتشات) ثنائية او ثلاثية الابعاد .

- ان جودة المعلومات المحتفظ بها العقل في الذاكرة الدائمة تختلف طبقا لطبيعة المعلومة، فالمعلومات المخزنة من اثر مثير صوتي خارجي غير التي ناتجة من أثر مثير بصري أو حسي أو ما يتعلق بالمس أو الرائحة، و عليه تم التوصل الى أن ذاكرة الصور هي اكثر

استدامة و وضوحا و سهولة في الاسترجاع عن غيرها من المعلومات المخزنة من خلال حفظ كلمات. و هذا ما يفسر لنا المقولات بأن الصور بألف كلمة و المجسم بألف صورة لارتباطه بذاكرة حاسة أخرى و هي اللمس. و ما يفيد هنا أن التعبير و التمثيل من خلال الصور أكثر تأثيرا و فهما و إدراكا سواء كان ذلك على نفس المستهلكين عند عرض مجموعة من الصور او المجسمات عليهم ، لسهولة ادراكها و فهمها عند مقارنة عقولهم لها بما لديهم من مخزون معرفي ، أو على المبدعين في قدرتهم على الاستفادة من ما عندهم من صور مخزنة يمكن استخدامها في بناء التصورات الذهنية بعد ذلك.

وسائط تمثيل و اظهار المنتج طبقا لمراحل التصميم المختلفة

يحتاج المصمم الى تمثيل و اظهار تصوره الذهني من صورته العقلية إلى صورة فيزيقية ملموسة و كذلك جميع اقتراحاته اللازمة لتطوير المنتج في مراحل تصميمه المختلفة ، حتى يمكن للآخرين رؤيتها والإحساس بها لإمكانية تقييمها وتطويرها، وذلك من خلال مجموعة من الأساليب التقنية سواء كانت المعتمدة على مهارات المصمم الذاتية اليدوية أو المعتمدة على التقنيات الرقمية والكمبيوتر، و من أهم تلك الوسائط (الرسومات والمجسمات) و التي يوضح العلاقة بينها شكل (3)



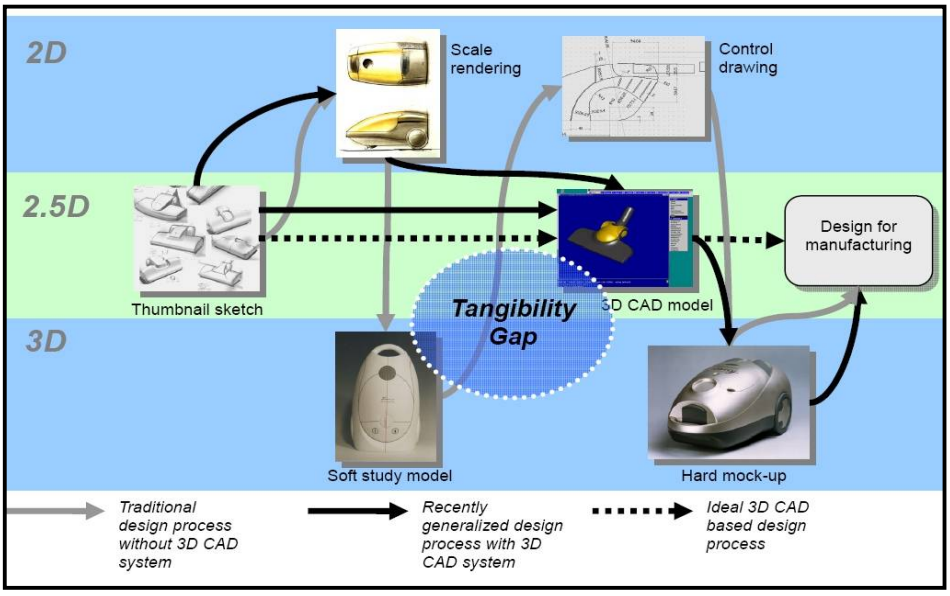
شكل 3 : يوضح العلاقة بين الرسومات والمجسمات (يدويا و بالتقنيات الرقمية)

ويوضح الشكل أن وسائط تمثيل المنتج وتصوراته الذهنية إما أن تكون من خلال **رسومات** تمثل أشكال ثنائية الأبعاد(2D) مثل التخطيطات السريعة للمساقط التي توضح واجهات و

جوانب المنتج سواء أكان ذلك بالأسلوب اليدوي أو باستخدام الكمبيوتر أو أن تكون تلك المساقط مفصلة و دقيقة كالرسوم الهندسية التي توضح تفاصيل و قياسات المنتج. و قد تكون تلك الرسومات تمثل و تعبر عن أشكال ثلاثية الأبعاد للمنتج (والتي هي في الحقيقة مازالت صور مسطحة ترى من خلال الأوراق او شاشات العرض) مثل التخطيطات التي توضح المناظير المختلفة لأوضاع المنتج ، و تسمى رسوم (2.5D) و يكون ذلك أيضا بالأسلوب اليدوي أو بالكمبيوتر

أما تمثيل المنتج أو تصوراته عن طريق المجسمات الملموسة (3D) فهي بالطبع تكون عن طريق أجسام ثلاثية الأبعاد في الفراغ والتي يمكن انتاجها يدويا أو عن طريق تقنيات النمذجه السريعة باستخدام الكمبيوتر، حيث تستخدم لتوضيح هيئة و شكل المنتج او حتى ملمسه.[8] وشكل (4) يوضح العلاقة بين التقنيات المختلفة في التمثيل و الاظهار و التجسيد .

و يتضح من الشكل وجود فجوة لمسية (Tangibility Gap) تتعلق بالانتقال من التعرف بصريا إلى التعرف لمسيا) ما بين ((التمثيل ثنائي الأبعاد 2D و المنظوري 2.5D)) من ناحية، و من ناحية أخرى بين ((التمثيل الفيزيقي المجسم 3D)) ؛ ويرجع ذلك لدخول البعد الثالث، الى جانب عنصري الزمان والمكان (الزمكان) وما يستتبعه من تمثيل التصور من جميع جهاته، وتأثير ذلك على الأفكار الأساسية وتضمينها في شكل مجسم.



شكل 4 : يوضح العلاقة بين وسائط تمثيل و إظهار المنتج المستخدمة في مراحل تصميمه

و هذه الفجوة لها بالغ الأثر في مراحل التصميم و بخاصة عند الغير متخصصين و المستهلكين عند عرض المنتج عليهم من اجل تقييمه و اتخاذ القرار في تطويره أو في مرحلة تسويقه ، وهذا العرض أما أن يكون (بتقنية التجسيم الملموس او بتقنية خلق صور ثلاثية الابعاد المرئية فقط

) و لكل تقنية من هذه لها تأثير مختلف ، حيث أن حاسة اللمس تعطي كثير من الانطباعات النفسية الإيجابية في التعرف على المنتج و خصائصه و بخاصة من حيث الحجم و الملمس ، وهذا لا يتوفر الا في تقنية التجسيد لإنتاج مجسم ملموس ثلاثي الابعاد في الفراغ الحقيقي (18،4).

فاعلية و أثر تقنيات التمثيل و الاظهار في مراحل التصميم

أولا : الرسومـــات

(رسومات تصورات التصميم Concept Design Drawing ، رسومات التصميم المتقدمة)

رسومات التصميم التي تنتج في عملية التصميم يطلق عليها أحياناً بـ " إبداع الأفكار الجرافيكي " Graphic Ideation أي الأفكار المخرجة في أشكال جرافيكية على شكل رسومات وتخطيطات.

❖ - **الوظائف الرئيسية لرسومات التصميم**

- تسهيل عملية التصميم.
- تجسيد الفكرة في الواقع الخارجي أو إخراجها إلى حيز الوجود الفعلي، وأيضاً السماح للآخرين بالمشاركة في العملية،
- توصيل ونقل Communicate اقتراحات التصميم المكتملة إلى الآخرين من (مديري التصميم، و المصممين الآخرين ، الزبائن Client وسؤلي التسويق، الإنتاج... الخ).

❖ **الأنواع الرئيسية لرسومات التصميم**

تنقسم رسومات التصميم إلى ثلاثة أنواع رئيسية والتي تستعمل في حقل تصميم المنتج وهي :

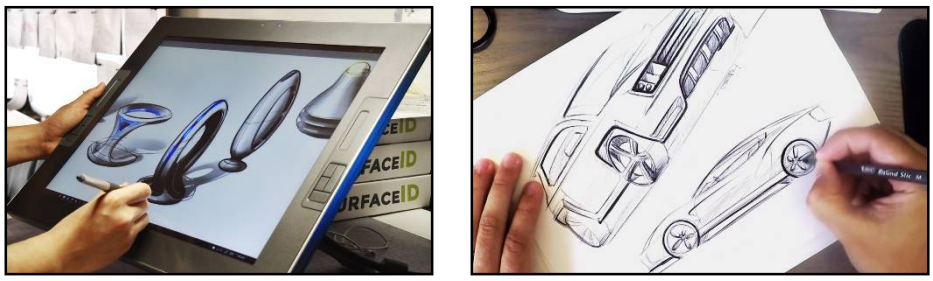
- **رسومات تمثيلـــية** Representational drawing
  - رسومات التصور Concept drawing
  - رسومات الأفكار Ideas drawing

  او ما يسمى بالرسومات الاستكشافية Explorative sketches
- **رسومات بيانيـــة** Diagrammatic drawing
  - تخطيطية Schematic
  - ملخصة Abstract
- **رسومات معيارية / مقاسة** Measured drawings
  - ثنائية الأبعاد (للمساقط) Two-dimensional
  - ثلاثية الأبعاد (منظورية) 3D (planometric, isometric)

وتعتبر الرسومات التمثيلية Representational ذات الأهمية الأكبر في استراتيجية التصميم التأليفية الشمولية، بينما تكون للرسومات البيانية التخطيطية Diagrammatic الأهمية الأكبر في استراتيجية التصميم المتسلسلة التحليلية. (8،12)

و بشكل عام يمكن تمثيل الرسومات التمثيلية باستخدام تقنية الاسكتشات سواء منها اليدوي التقليدي أو ما ينجز بمساعدة الكمبيوتر والاسكتشات بشكل عام لها أهمية كبيرة في ابتكارات التصميم؛ لذلك سوف نتناولها بالشرح فيما يلي:

أ - الرسوم التخطيطية بالأسلوب اليدوي الحر (Free Hand sketch)



شكل (5) : يوضح ممارسة تقنية الرسوم التخطيطية اليدوية (Free Hand sketch)
(بالقلم الرصاص مع الورق و باستخدام الأجهزة اللوحية)

- " فن التخطيط هو ينبوع وروح كل أنواع الرسم وهو الذي يكون جذور كل العلوم" " مايكل أنجلو "
- أكدت دراسات إدراك التصميم أن الصورة العقلية تتجسد خلال فعل التخطيط (الاسكتش)
- التجارب العملية التي اثبتت التفاعل بين العقل وحركة اليد اثناء التخطيط، حفزت مجموعة من الباحثين للسعي من أجل معرفة الآلية التي تحدد متى وكيف يتم هذا التفاعل ؟

بالرغم من أن أكثر تطبيقاتِ CAD (Computer-aided design) مفيدة بشكل عام ، إلا إنها في المراحل المبكرة لعمليةَ التصميم اثبت الدراسات إنها معرقلة لتوليد و تدفق الأفكار و يظهر ذلك بخاصة عند التعامل مع أدوات الإدخال للكمبيوتر مثل الفأرة و لوحة المفاتيح، وبذلك تأكدت أهمية الاسكتش والأثر الذي يصنعه في نجاح عملية التصميم، بالإضافة لمدى أهميته من الناحية السيكولوجية أثناء تعاون المصممين عند إجراء المحاورات حول فكرة ما، وتؤكد الدراسات التي أجريت على العديد من المصممين المحترفين والمجيدون للأساليب التقليدية و كذلك المجيدون في نفس الوقت التعامل مع الكمبيوتر ببرامجه المختلفة الخاصة بالتصميم، أن آراءهم تؤكد أن استخدام القلم الرصاص والورقة أكثر مرونة وأن الاسكتشات تساعدهم في اكتشاف أفكارهم بحرية وبسرعة أكبر، وأن بعضهم لا يستطيع التفكير عند فقدانه الورقة و القلم **(20،17،16،10،9،2)**.

ب – الرسوم التخطيطية بالتقنية الرقمية (الكمبيوتر و الأجهزة اللوحية)

لما كان لممارسة الاسكتش بالأسلوب اليدوي من أهمية كبيرة ، لتوافقه مع القدرات العقلية في تمثيل التصورات الذهنية، بغرض الحصول على أكبر قدر ممكن من تلك التصورات، وبما أن هذه التصورات تشكل قاعدة قوية لمراحل التصميم الأخرى، جعل العديد من الأبحاث تسعى

لتطوير هذه الممارسة والاستفادة منها بأكبر قدر ممكن. وتمثلت هذه المساعي بربط الممارسة اليدوية مع تقنية الكمبيوتر، لما للكمبيوتر من مميزات عديدة مثل سهولة التخزين والاسترجاع والعرض وإضافة التحسينات دون فقد التخطيطات السابقة ... الخ. هذه التطورات التكنولوجية مرت بمراحل عديدة، بداية من مسح الاعمال اليدوية التي أنجزت بقلم الرصاص والورق الى داخل الكمبيوتر. ثم تطورت التقنيات بحيث يتم الرسم بقلم رقمي على احد المسطحات المتصلة بالكمبيوتر والذي يمكن من خلاله تسجيل حركة اليد على هذا اللوح لترجمتها الى مجموعة من الخطوط المرئية على شاشة الكمبيوتر. و مثل هذه التقنيات كانت لها عيوب كثيرة مثل فقد تواصل المصمم، حيث كان ينظر في اتجاه الشاشة في حين ان يده كانت تتحرك في مكان آخر بعيد عن مجال رؤيته، و توالت التطورات الى ان وصلت في الآونة الحالية الى ابتكار أجهزة الكمبيوتر اللوحية (Tablet computer) حيث يتم استخدام قلم رقمي بديل عن قلم الرصاص و الرسم به مباشرة على شاشة الجهاز بديل عن الورق، و هذه التقنية جمعت بين مميزات الرسم اليدوي الحر و مميزات الكمبيوتر، و لكنها ليست منتشرة بشكل واسع الآن نظرا لارتفاع أسعرها نسبيا .[19،17،10]

❖ الاسكتش و علم الإدراك Sketch & Cognitive science

دَفعَ علم الإدراكُ الذهني الانتباه إلى رسومِ التصميمِ حيث يَتعلّقُ الرسم بعمليةِ الإدراكَ في عقلِ المصممين. وكذلك تم توضيح العلاقةَ بين الاسكتشَ والعمليةِ الإدراكية، حيثَ أن أحد أهم أسبابِ استخدام الاسكتش أُنه يعمل على تمديد تقيَد وقصور الذاكرة في عملية التفكير. حيث يستعملُ الاسكتشَ لتعويض ذاكرةِ المدى القريبِ للاتصال بتفكيرنا. كما برهن (نورمان 1993) بأن مصادر الإدراك البشرية تزيد في تقديراتها إلى حد كبير بدون المساعدات البشرية الخارجية طبقا لحدود وسعة الذاكرة . وأوضح (Larkin and Simon 1987) أن البشر محددون بكمية المعلومات التي يتناولونها والتي يمكن أن يحتفظون بها في عقولهم، وكذلك بالعمليات العقلية التي يمكن أن تطبق على تلك المعلومات. وتقيد الذاكرة يمكن أن يمدد و تزيد كفاءتها من خلال استخدام العروض الخارجية external displays لتلك المعلومات التي تعالج داخل العقل حيث تعطى الفرصة لعمليات التقصي لهذه المعلومات. و كثير من الباحثين و العلماء الذين ابتكروا أدوات لتوليد الأفكار التي تعتمد في المقام الأول على الاسكتش بالاعتماد على الدراسات الخاصة بعلم الإدراك، اكتشفوا أن تكوين و عرض الاسكتشات يعمل على التحفيز لـ (تدفق الأفكار و ذاكرة المدى القريب) .

و يرى Mezughi 1996 أنّ التخطيطاتَ Sketches تأتي من العقل أولا قبل أن يخرجها الفرد إلي العالم الواقعي لتَدْعم الأحمالَ الإدراكيةِ في معالجة البيانات . و باستخدام

الأسكتش يـُمكِن أَنْ نَستغلَّ الفهمِ البصري بَوضْع الصورةِ البصريةِ المتكونة في العقلِ الى الحيز الخارجي بشكل واضح على الورقةِ .[12،21،7]

❖ **ميزات التمثيل بالأسكتش** Advantages of Sketching

إن للاسكتش فائدتين هامتين:
الأولى: **أنه أداة لتسجيل وتخزين الأفكار** التي تتوارد إلى الأذهان حتى يمكن الرجوع إليها مرات أخرى في أوقات تالية لإمكانية تطويرها وتحسينها أو أرشفتها أو حتى استبعادها.
الثانية: **هو طريق لتجسيد الفكرة** بشكل سريع مع وجود الغموض الذي يحيط بالفكرة والذي يكون له الأثر الكبير في الإبداعات المتوالية لأفكار التصميم. والشيء الهام هنا هو وضع الفكرة في شكل ملموس Physical form والذي يمكن أن يرى وتدركه الحواس ثم بعد ذلك تكون هناك الإمكانية لتغييره، وبذلك يعطي الاسكتش الإمكانية في توليد العديد من الحلول والاختلافات والتغيرات different and variations لحل مشكلة التصميم في وقت سريع.

وقلة القيود الموضوعة على الاسكتش تعطي تمثيل سريع وحدسي للتصورات المختلفة، فقد يصاب المصممون بالإحباط إذا لم يستطيعون تجسيد صورهم العقلية. وهكذا يكون التمثيل والتجسيد شيء هام لهم، لأن إعادة الهيكلة التكرارية للصور العقلية التمهيدية يعمل على تقدّم التصميم الإبداعي. وتأتي القدرة لإعادة هيكلة التصميم ووضع البدائل المختلفة بالدعم الآتي من قبل الغموض المصاحب للاسكتشات والذي يدعم عملية الإبداع. وهذا الغموض قد ينتج من قلة التفاصيل أو نقص وعدم اكتمال الاسكتش. و يظهر أثر الغموض في العملية الإبداعية من خلال بعض النقاط و التي منها:
- أن رسما غامضا واحد يمكن أن يعاد ترجمته من قبل المصمم نفسه أو المشاركين معه بمعاني مختلفة عن نية المصمم الأصلية. لأن العقل يميل إلى إغلاق وإكمال الأشكال الناقصة فقد يكون هذا الإكمال يتوافق ويتطابق مع فكرة الاسكتش أو قد يذهب إلى فكرة مختلفة تكون مستوحاة من هذا الاسكتش
- " أن الاسكتش ذات العناصر المجردة يسمح لتصوير العنصر كشيء آخر (من خلال مجموعة أخرى من الصور) بالإضافة إلى اكتشاف العلاقات الهيكلية بين العناصر الممثلة على الورق والمخزنة في العقل بشكل تناظري (analogy).
- يسمح التمثيل الثنائي الأبعاد (الغامض) للمصمم بإهمال الميزّات البارزة features للعناصر الممثّلة مما يساعد على تدفق غيرة بشكل سريع دون إهدار المجهود في وضع التفاصيل.
- توليد التصورات من خلال العناصر المجردة بشكل حسابي وتقّديم المصمم لهم بأعداد كبيرة يسمح له أن يستكشف نوعيات مخفية في تصميمه خلال التجول في هذه التمثيلات المجّردة والمتدفقة بسرعة عالية. "

" وفي الحقيقة، وجد الباحثين أن حالات الغموض تلك " قد تسّبب آليات بحث للإدراك الفطري والتي تولّد تيار متدفق لصور مفيدة للاختراع Invention. وقد لوحظ أنّ غموض الاسكتشات يسهـّل أعداد كبيرة من تفسير وترجمة العناصر والتحويلات الضرورية لاستكشاف

البدائل في هذه المرحلة من التصميم. وتمت ملاحظة عدد من المصممين و هم ينجزون اسكتشات الرسوم الحرة freehand sketching عند توليدهم للأفكار الجديدة و وجد أن عدد الاختلافات و التنوعات كانت تأتي بسرعة .. بينما عند استخدامهم لبرامج التصميم بالكمبيوتر لإنجاز تلك الرسوم يحتاجون معها مجهود مضاعف مما يؤدي إلى غلق الذهن وعرقلة توليد الأفكار "(20،17،9،7)

و من تلك الدراسات أيضا، دراسة استقصائية لبعض التخصصات المختلفة العاملة في مجال الابداع الفني [1]. والتي كان منها مجال (تصميم الشعارات Logo Design - تصميم صفحات مواقع الانترنت - تصميم و رسم صور الكتب - تصميم البرامج التعليمية باستخدام (Photoshop software) - تصميم الدراجات - تصميم المنتجات ... الخ) . و الكل اجمع على انه لا يستطيع التفكير و توليد الأفكار في المراحل الاولى على الكمبيوتر، حتى من منهم أساس انتاجه من (Computer Graphics) فالكل وجد من الافضل له البدء برسوم تخطيطية يدوية سريعة على الورق توضح الاتجاهات العامة المتعلقة بتصميماته، كما ان أغلبهم كان يحمل معه دائما دفتر ورقي يستطيع من خلاله تسجيل تصوراته عندما تتوارد الى ذهنه في أي وقت، حيث يعرف البعض ويعتقد في ان الفكرة تأتي كومضة من عالم اللاوعي داخل العقل، لذلك لزم الإمساك بها و تسجيلها بسرعة و لوكان ذلك على ظهر مظروف أو منديل ورقي، او حتى على علبة سجائر، وأن كثير من الأفكار لمشروعات وتصميمات عظيمة سجلت بهذه الطرق، ومثالا على ذلك ، فكرة تصميم احدى طائرات الهليكوبتر لاحد مخترعي طائرات الهليكوبتر Igor Sikorsky's [2].
ثم بعد تسجيل الفكرة يمكن للمبدع بعد ذلك الشروع في استخدام الكمبيوتر لتطوير وتحسين تصوراته

لذلك فأن الرسوم التخطيطية الحرة دون التقيد باستخدام أدوات مساعدة كالأدوات الهندسية، سواء كانت هذه الرسوم تمثل المنتج من حيث جانب او اكثر من جوانبه (مساقط) او رسوم منظورية، فإن لها أثر بالغ و بخاصة في مرحلة بناء التصورات الذهنية وتوليد الأفكار المبتكرة.

وتوجد ملاحظة أيضا في مجالات عدة وعلى سبيل المثال مجال الكتابة – للكاتب أو الشاعر في ممارسته لنشاطه، هل الأفضل له من حيث الحفاظ على توارد وتدفق الأفكار استخدام الورقة والقلم لكتابة وتسجيل ما يتوارد الى ذهنه أم استخدام لوحة المفاتيح الملحقة

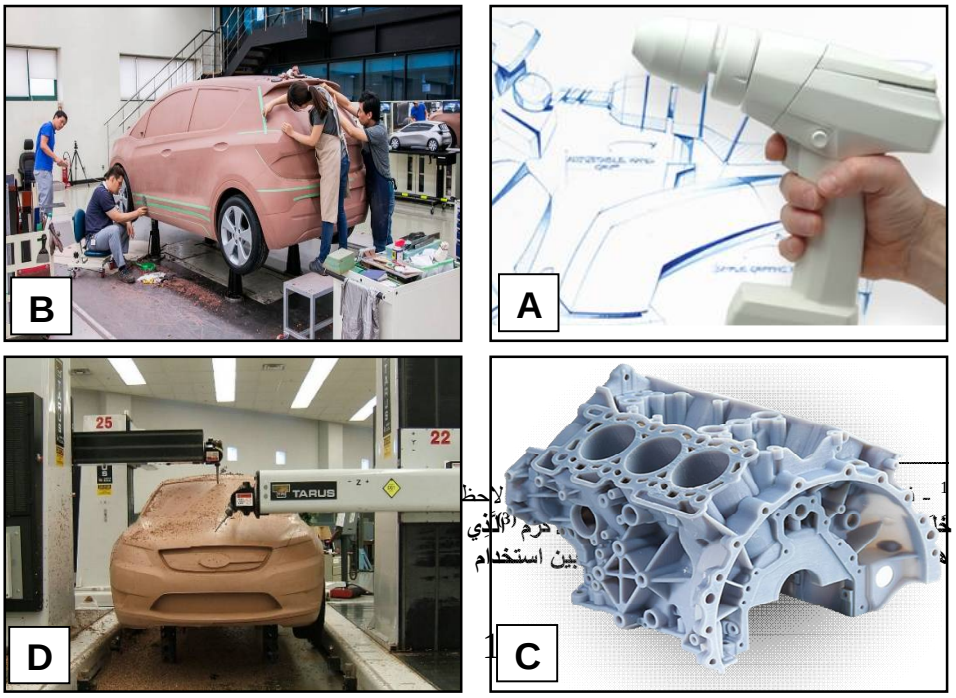
[1] - مرجع رقم 17 حيث ان الدراسة أجريت تحت عنوان " The Role of Sketching in the Design Process " من موقع "Envato Tuts+" المهتم بأنماء النشاط الإبداعي و عمل دورات تدريبية في مجالات عدة -

[2] - مخترع و أحد مصممي الطائرات بشركة Sikorsky Aircraft Corporation, Stratford, CT. و تخطيطاته تلك مسجلة من قبل كيرت وهليبر، التراث الأمريكي للاختراع و تيشنولوغي، وينتر 1993, pp. 26-39

بأجهزة الكتابة ؟ والحقيقة التي تم التوصل اليها، انه يوجد توافق وارتباط وثيق بين أداء اليد باستخدام القلم و مراكز الادراك وبناء التصورات الذهنية داخل العقل [1]

ثانيا: المجسمات Tridimensional (3D)

يستخدم مصطلح مجسم، أو مجازا (نموذج في مجال التصميم) ليشير إلى تمثيل الأشياء والأجسام إما داخل العقل فيسمى بالنموذج العقلي Mental Model، أو لتمثيل الأجسام في الواقع المحسوس والملموس ويسمى بالنموذج الفيزيقي Physical Model، وهناك أيضاً النموذج الافتراضي Virtual Model. والمجسم هو أحد وسائل تجسيد الأفكار ويستخدم في العديد من مراحل التصميم بأغراض مختلفة ويتميز عن الاسكتش في أنه يعطي إمكانية الإحساس بحجم المنتج وأحيانا بملمسه، كما أنه يستخدم لأغراض الاختبار والتحقق من إمكانية عمل الأجزاء المختلفة المكونة للمنتج. ويكنى المجسم نسبة إلى المرحلة والغرض الذي صنع من أجله، ففي المراحل الأولى والتي تتميز بتوليد التصورات ودراستها، تكنى تلك المجسمات بنماذج الدراسة Study Models وفي المراحل التي يتم فيها عرض المنتج على مجموعات الأفراد (مستعملين أو متخذي القرارات) يكنى بنماذج العرض. Presentation Models وفي المراحل التي يتم فيها إجراء الاختبارات على الأداء الوظيفي للمنتج وكذلك أجزاءه المختلفة ومدي تحملها للظروف والعوامل التي سوف تؤثر عليها أثناء استخدامه الفعلي تكنى تلك النماذج بنماذج الاختبارات. وكذلك المرحلة النهائية في برنامج التصميم وقبل طرح المنتج للأسواق ودخوله في عملية التصنيع النهائي والإنتاج الكمي تنفذ بعض النماذج والتي تعتبر من عينات المنتج، لتقيمه بشكل نهائي، فتكنى تلك النماذج بنماذج العينة الأولى Final Prototype. [3،8،18]



شكل 6 : يوضح مجموعة من الأمثلة للمجسمات (نماذج فيزيقية Physical Model)

A- مثال من نماذج الدراسة soft study models

B- نموذج بالحجم الطبيعي منفذ يدويا بخامة الطين الصناعي

C- نموذج بالحجم الطبيعي منفذ بتقنية (CNC) بالطين الصناعي

D- نموذج بتقنية النمذجه السريعة باستخدام الطابعات ثلاثية الابعاد (3d printer) .

❖ - أنواع المجسمات

نماذج الدراسة Study Models أو soft study models وهي مجسمات تستخدم في عدة مراحل مختلفة من برنامج التصميم بغرض دراسة المنتج. وطبقا لطبيعة الدراسة التي تتطلبها تلك المرحلة، مثل (علاقة مكونات المنتج ببعضها وشكل المنتج وحجمه، أو التحقق من أداء بعض الأجزاء ... الخ). ويمكن تنفيذ تلك المجسمات بعدة مقاييس مختلفة مع مراعاة بعض الاعتبارات كحجم المنتج وسهولة التعامل معه وإمكانية السيطرة عليه. ولكن هذه النوعية من المجسمات في الأعم تستخدم للتعبير عن المجسمات التي تنفذ في مرحلة توليد التصورات. و لما كانت للتخطيطات اليدوية من أثر في تدفق الأفكار الأولية فإن المجسمات الأولية السريعة نفس الأثر و لكن يفضل استخدامها عندما يعجز الاسكتش في تمثيل الفكرة، كما يتم تنفيذها أيضا لتحقيق مجموعة من الأغراض المختلفة والتي منها ما يلي:

- الإحساس بالحجم المطلق للمنتج محل الدراسة أو حتى الحجم النسبي له.
- الحصول على أكبر قدر من بدائل الحلول، لأنها تمثل الأفكار التي تعبر عن البدائل. و شأنه في ذلك شأن الرسوم التخطيطية الحرة Free Hand sketch وأثره كأثرها إلا انه يشغل حيز في الفراغ.
- عندما لا يستطيع الأسكتش التعبير عن الجسم بشكل كامل كما في بعض الأشكال الحرة و الأشكال التي تستلهم من بعض الكائنات Bionics .
- يعتمد عليها أحيانا كركيزة لمجموعة من الأدوات والأساليب التي تراعي الجانب السيكولوجي في توليد التصورات عندما يحدث انغلاق للذهن.
- التحقق من أداء بعض الأجزاء المكونة للمنتج .

ويتم تنفيذها بشكل عام من خامات سريعة وسهلة التشكيل wieldy materials مثل الورق والكرتون - رغوة البوليمر polymer foams - الخشب - الطين.... الخ، وتتحدد جودة تنفيذ تلك النوعية من المجسمات، ووضع التفاصيل بها طبقا للمرحلة التي تنفذ فيها. ففي المراحل الأولى من برنامج التصميم لا يراعى فيها وضع التفاصيل الدقيقة. وفي المراحل المتقدمة من برنامج التصميم تكون فيها جودة التنفيذ أعلى من جودة مثيلاتها المستخدمة في المراحل الأولية، وكذلك تضاف بعض التفاصيل. كما و تشمل نماذج الدراسة Study Models نوعيات فرعية من النماذج مثل نماذج الاختبارات أو(التجريبية) Experimental Models؛ ونماذج المحاكاة الفيزيقية بالحجم الطبيعي Mock-up والأخيرة هي نوعية من المجسمات تطابق تماما في حجمها المنتج النهائي، أي يتم تنفيذها بمقياس تنفيذ (1:1)، ولكن بخامات بديلة تستطيع أن تعبر عن تشكيل و هيئة المنتج، وتنفذ بغرض الحصول على ردود أفعال المستعمل، وعلاقاته الأرجنوميكية بالتصميم المقترح.

❖ **- المجسمات والتقنيات الرقمية**

(3d model for cnc ، Rapid Prototype)

Prototype في مجال التصميم الصناعي يستخدم للتعبير عن الوسائط المعبرة عن تمثيل المنتج سواء منها في صورة رسوم أو هيئة مجسمات والتي تستخدم في بداية أي مرحلة من مراحل التصميم. و عندما ينفذ الـ Prototype في صورة مجسمة ملموسة يسمى Physical Prototype ، ولذا تم تنفيذه بمساعدة الكمبيوتر، يطلق عليه مجسم النمذجه السريعة Rapid Prototype و يتم تنفيذه باعتبارات مختلفة طبقا لإمكانيات وطبيعة الخامات المستخدمة في ماكينات النمذجه السريعة و هي عبارة عن طابعات ثلاثية الابعاد 3D Printers .

و المجسمات الفيزيقية تلك يمكن تشكيلها و نحتها يدويا من خلال بعض الخامات التي تشكل كتلة في الفراغ بأدوات النحت و التشكيل المتعارف عليها، كذلك يمكن اجراء عمليات التشكيل و التشغيل بمساعدة الكمبيوتر بتقنية (**CNC-Computer Numerical Control**) والتي تعطي مجسمات لها نفس أداء المجسمات اليدوية إلا انها اكثر دقة و سرعة و توفيرا للجهد البشري.**(14،8)**

ثالثا : النماذج الافتراضية Virtual Models

إذا ما تم إظهار المنتج من خلال صورة ثلاثية الابعاد بتقنيات الواقع الافتراضي بمساعدة الكمبيوتر Virtual Reality (VR) سمى النموذج نموذجًا افتراضيا Virtual Model ونماذج الواقع الافتراضي Virtual Reality Models وهذه النماذج عبارة عن صور مجسمة ثلاثية الأبعاد رسمت باستخدام الكمبيوتر. وهي ليست نماذج ملموسة tangible models، وتلك الصور تعرض من خلال بعض من أجهزة العرض الخاصة وباستخدام بعض من الأدوات المساعدة التي يتحكم فيها الفرد لتغيير أوضاع تلك الصور؛ فتعطي الفرد عند مشاهدته لها عبر شاشة معينة (قد تكون نظارة خاصة، أو شاشة مدمجة داخل كبينة محاكاه) إحساس و كأنه

يعيش داخل الفراغ الذي يحتوي على تلك الأشياء، والذي يسمى بالواقع الافتراضي. وهو واقع غير حقيقي لا يمكن لمسه عن طريق حاسة اللمس، ولكن يمكن إدراكه بالحواس الأخرى مثل السمع أو البصر.

رابعا : نماذج تقنية الواقع المعزز Augmented Reality Technology (AR)

هي تقنية ابتكرت بغرض إمكانية تحقيق اختبارات الاستعمالية لنماذج الواقع الافتراضي ولمعالجة مشكلة فقدان التفاعل الملموس Tangible Interaction لنماذج الواقع الافتراضي لميل الانسان إلى اكتشاف أسطح الأجسام حيث يستوعب الأحاسيس الواقعية من خلال الحجم، الكتلة و الخشونة للجسم من اللمس المباشر. لأن المعلومات البصرية وحدها لا تكون كافية للتقييم. ولتزويد المصممين بالمعلومات المدركة بحاسة اللمس في تلك التقنية تم فيها دمج الأجسام الحقيقية والافتراضية، حيث يتم تنفيذ مجموعة من النماذج السريعة من خامات سهلة التشكيل مثل رغوة البولي يوريثان أو رغوة البول استيرين سواء كان ذلك بالأساليب التقليدية أو من خلال التقنيات الرقمية. فتدمج هذه المجسمات مع صور افتراضية تحاكي البيئة التي يتواجد فيها المنتج والتي يشاهدها الفرد من خلال شاشة معينة في نفس الوقت تلمس يده المجسم الفيزيقي، فيشعر وكأنه يتعامل مع المنتج الذي يراه في بيئته.[1،2،5]

و في النهاية لبيان مدى أهمية جميع التقنيات المستخدمة في تمثيل و إظهار المنتج، نطرح في هذا الصدد السؤال التالي: هل تقنيات تمثيل المنتج بشكله النهائي في صورة ثلاثية الابعاد المولدة و المرئية داخل (الكمبيوتر أو الواقع الافتراضي) **تغني** عن تمثيل المنتج بمجسم فيزيقي ملموس(Tangible) حتى و لو كان ذلك موفرا من الناحية الاقتصادية ؟؟؟

والإجابة يوضحها الشكل (6) السابق. والتي تتلخص في أنه بالرغم من ابتكار تكنولوجيات مستحدثة تستخدم في انماء وتسهيل عملية التصميم كتقنية خلق **صور** ثلاثية الابعاد (داخل الكمبيوتر أو بالواقع الافتراضي) والتي تمكن من رؤية صور المنتج في بيئة عمله، كما يمكننا تحريكها وتغيير أوضاعها، **الا انه** اتضح لا يمكن الاستغناء عن تنفيذ نموج مجسم ملموس للمنتج في مراحل تصميم مختلفة، لذلك يوجد سعي دائم في تطوير وابتكار تكنولوجيات مستحدثة تكون قادرة على خلق وتنفيذ نماذج ملموسة سواء كانت بمقياس تنفيذ مغاير أو بالحجم الطبيعي. كتقنيات تشغيل وتشكيل الخامات بما يسمى بـ **(CNC-Computer Numerical Control)** او بتقنيات النموذجة السريعة بالطباعة ثلاثية الابعاد (rapid prototype - 3d printer) وكلاهما يقدم في النهاية نموذج مجسم ملموس لا غنى عنه في المراحل المختلفة للتصميم

مقارنة بين وسائط التمثيل والاظهار المتمثلة في النماذج (الفيزيقية – الرقمية - الافتراضية

هناك بعض من المميزات أو العيوب التي تجعل هناك دافع في تنفيذ النماذج الفيزيقية عن الرقمية والعكس بالعكس ويوضحها الجدول التالي:

النماذج الفيزيقية	النماذج الرقمية و الافتراضية
أولا : من حيث الميزات	
- التفاعل الطبيعي المباشر بدون الحاجة إلى وسائل مساعدة	- المرونة و السهولة في إجراء التغيرات
- التكامل بين قنوات التفاعل اللمسي و البصري يؤدي إلى نطاق تفاعلي كبير	- القابلية للتمثيل بشكل تخطيطي Graphically
- تحقيق القدرة على التعامل و السيطرة Manipulatable (من خلال استخدام اليد)	- إنتاج منخفض التكاليف
- في حد ذاته يكون متكامل الإدراك و يدعم (التنسيق الحسي الحركي ، و الإحساس الموجه ، الذاكرة العاملة)	- انخفاض تكاليف التخزين و النقل و الصيانة (للنماذج و أجهزة العرض)
- غنى الأسطح بالإدراك اللمسي	- التكاليف لا تعتمد علي الحجم الهندسي للجسم
ثانيا : من حيث العيوب	
- صعوبة تغيير الخصائص الجوهرية (الشكل – اللون – النمط - ...)	- لا يتوفر فيه التفاعل الطبيعي physical
- مستويات عالية في التنفيذ و تكاليف متغيرة	- التوافق المحدود
- تكاليف عالية عند تحقيق الوظائف الديناميكية (مثل تحقيق الأداء الحركي ....)	- التمثيل التخطيطي لا يصل إلى مستوى التمثيل بالأجسام الطبيعية (حيث يكون إدراك العمق منخفض ، و التركيز دائما يكون على الأسطح البارزة التقديرية)
- ترتفع التكلفة طبقا لحجم النموذج	- التكلفة العالية عند إمكانية توفر التمثيل اللمسي
- محدد العمر بالمقارنة للنماذج الرقمية	- مشاكل في الانتقال بين النظم المختلفة في التشغيل و العرض .
- تضاف تكاليف للنقل و التخزين و الصيانة	

النتائــج و التوصيات

نلخص النتائج والتوصيات في تحديد أهمية كل تقنية من تقنيات ووسائط اظهار وتمثيل المنتج، وما تستطيع ان تقدمه تلك الوسائط في كل مرحلة من مراحل التصميم. مع التوصية بالتأكيد على مجموعة الوسائط اللازم استخدامها أو الوسائط الموصي باستخدامها طبقا لمراحل التصميم. حتى يتبين ويحرص المصمم أو دارس التصميم على تعلم واكتساب مهارة استخدام تلك التقنيات. وذلك العرض يظهر من خلال شكل:7 المعروض بمتن الملخص الأجنبي للبحث. بالإضافة الى عرض مجموعة النقاط التالية :

في المراحل الأولى والمبكرة من التصميم

- لابد من استخدام الأساليب التقليدية مثل الاسكتش سواء (بالقلم مع الورق أو بالأجهزة اللوحية) كذلك المجسمات اليدوية، لأنها أدوات ممتازة في الاتصال بين فريق العمل وتمكن من التقدم، ولها أثر فعال في بناء التصورات الذهنية وتساعد في تدفق الافكار.

في مراحل الاختبارات ووضع التفاصيل

- تفضل التقنيات الرقمية لقدرتها على خلق صور ورسومات أو مجسمات ذات جودة وبسرعة عالية مع إضافة التفاصيل الدقيقة، ولسهولتها في أرشفة ونسخ وثائق التصميم دون فقدها أو تلفها، وسهولة استرجاعها عند اجراء التطوير والتحسين على المنتج.

في مراحل الإنتاج وتسويق المنتج

- تفضل مجسمات الحجم الطبيعي (اليدوية أو بالتقنيات الرقمية). لما لها من خصائص فيزيقية التي تمكن من إجراء الاختبارات المختلفة عليها وتجربتها ولمسها بشكل مباشر فتعطي تجربة واقعية وانطباع نفسي جيد عند استخدامها بين المختصين وبخاصة عند المستهلكين
- الصور ثلاثية الابعاد مكتملة التفاصيل والمنجزة بالكمبيوتر تماثل تماما المنتج النهائي، فهي فعالة في عملية التسويق وبخاصة إذا تم تحريكها في مقاطع فيديو لبيان كيفية استخدام المنتج في بيئته الطبيعية.

ويجب الوضع في الاعتبار الآتي

- التقنيات الافتراضية قادرة على خلق صورة افتراضية مجسمة للمنتج وسريعة ولكن تعتمد على الخبرة الفردية السابقة والرؤية الذاتية للمصمم في عملية التطوير وتحسين المنتج، لذلك نجدها تفقد المشاركة الجماعية الجيدة عند مناقشة اقتراحات التصميم في المراحل الاولية.
- النمذجه السريعة هي تقنية قادرة على انتاج مجسمات معقدة التفاصيل ودقيقة وسريعة ولكن في الغالب احجامها صغيرة، فهي جيدة في التفاعل مع المنتجات صغيرة الحجم،
- أن التصميم بمساعدة الكمبيوتر CAD يعتمد على كم العناصر المستخدمة والمخزنة في المكتبات الالكترونية التابعة للبرامج المختلفة. ومهما زاد فهو محدود ويفتقد إلى التنوع لذلك يحد من نمو القدرة الإبداعية للمصمم المستخدم لهذه البرامج. ولكنه قد يكون فعال في إضافة شيء من الواقعية للأجواء المحيطة بالمنتج.

References المراجـع

1- Alexandre Gillet, Michel Sanner- **Augmented Reality with Tangible Auto-Fabricated Models For Molecular Biology Applications**-The Scripps Research Institute – from: www.citeseerx.ist.psu.edu
2- Andy - **How CAD Changed Product Design** - 2017 - from: www.scan2cad.com
3- article under title " **3D modeling** "- from: en.wikipedia.org
4- article under title "**Tangible user interface**" –from: en.wikipedia.org
5- Augment - **Virtual Reality vs. Augmented Reality** - October 6th, 2015 -from: www.augment.com
6- Chris Newton-**7 Steps of Product Development** -Copyright 2017- from: smallbusiness.chron.com

7- Ellen Yi-**Drawing as a Means to Design Reasoning**-College of Architecture-Georgia Institute of Technology-Atlanta, GA 30332-0155
8- James Self -**Tools of Design Representation and Conceptual Design Practices** - CORE JR - JUL 21, 2014- from: www.core77.com
9- John Wiley & Sons,- **freehand drawing and discovery, urban sketching and concept drawing for designers** - 2013
10- Leslie Gordon 1 -**Freehand Sketching for FEA**-Nov 03, 2009- from: www.machinedesign.com
11- Martin - **Product Design | The Complete Guide** -July 14, 2014 –from: www.cleverism.com
12- Masaki Suwa-**Analysis Of Cognitive Processes Of A Designer As The Foundation For Support Tools**-Department of Architectural and Design Science-The University of Sydney, Australia, NSW 2006
13- Nelson, Harold G.-**The design way : intentional change in an unpredictable world : foundations and fundamentals of design competence** , 2012 - references and index. ISBN 0-87778-305-5
14- Nikunj Patel - article under title **" 5 Key Benefits of Using Rapid Prototyping for Product Design & Development** "- 6 / 2015 –from: www.mdtmag.com
15- Pluralsight-**The Industrial Design Process Part 2: Concept Design, Ideation and the Creative Day** -March 31, 2014- from: https://www.pluralsight.com mmm
16- Renee Osgood-**Why Sketching Is An Important Part of the Design Process** - from: www.bluefountainmedia.com
17- Sean Hodge-**The Role of Sketching in the Design Process**-19 Apr 2008–from: design.tutsplus.com
18- Stephen Jia Wang -**Tangible Interaction Design: Preparing Future Designers for The Needs of Industrial Innovation** -The International Design Technology Conference,29th of June 2015,Geelong, Australia –from: www.sciencedirect.com
19- Suining Ding- **Freehand Drawing VS Transformed Digital Drawing** - Indiana University-Purdue University, Fort Wayne © American Society for Engineering Education, 2010 - Published on Oct 14, 2014-from: www.slideshare.net
20- Thomas Valcke -**Basic sketching techniques for the industrial designer**- Published on May 30, 2014 –from: www.slideshare.net
21- Huitt, W. (2003). **The information processing approach to cognition**. Educational Psychology Interactive. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved [date] from: http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/infoproc.html