التكوينات الورقية ثلاثية الابعاد بين الدراسة التحليلية وتقنيات التصميم الرقمي

د/ شريف ربيع وحيد عبد الرحمن
أستاذ مساعد بجامعة الحدود الشمالية بالمملكة العربية السعودية
أستاذ مساعد بجامعة طنطا بجمهورية مصر العربية

مقدمة ومشكلة البحث:

يهدف الفكر الحديث لمجالات التربية الفنية إلى إظهار رؤى جمالية مختلفة عن طريق تنمية المفاهيم التجريبية لطلابها وتشجيعهم وتهيئة العقل والحس للممارسة التشكيلية بالعديد من الخامات المختلفة بأسلوب مبتكر مستحدث لأساليب الآداء والتعامل مع هذه الخامات، والذي يختلف مع مر العصور .

كل عمل فني وليد عصره، والعصر في معظم الاحوال هو المنبع الاصيل لعواطفنا الفرديه. ومن ثم فإن كل مرحله ثقافية تنتج الفن بالخامات التي تنتمي اليها، والذي قد لا يتكرر في عصر اخر. وقد امكن استخدام الورق كخامة سواء في انتاج النماذج الفنيه الأولية لتقريب المسافة الفكريه للأشكـــال، أو كعمل فني أو وظيفي نهائي سواء كمسطح أو كعمل مجسم لتكوين فني ذو حلول ونظم إنشائية ابداعية مستحدثة.

ولهذا فقد رأى الباحث ضرورة إلقاء الضوء علي خامة الورق كخامة تشكيلية في التعبير الفني وتنفيذ بعض النماذج بما يتوافق مع المفاهيم المعاصرة للفن، والتي وضعت العديد من القواعد والأسس التشكيلية بالاضافة الى تطوير تلك النماذج بالتقنيات الرقمية من خلال الحاسب الالى، بما يسمح بالكشف عن صيغ جماليه و تشكيلية جديدة فى الأشغال الفنية، والتي أصبحت وسيله منافسه لتوليد الأفكار، إلا انها وسيله تعتمد علي مهارات خاصة لدي المشتغلين بهذه التقنيه. ويمكن ايجاز فوائد تكنولوجيا التشكيل الورقي للنماذج الورقية فيما يلي:

- سرعه الحصول علي النماذج فور التفكير بها.
- سهوله تحريك أجزاء الشكل الورقي في ضوء الافكار المقترحه.
- قله التكاليف وسهوله تنفيذ الأفكار.

- امكانيه الدمج بين التشكيل الورقي التقليدي، و بين استخدام تكنولوجيا التشكيل للحاسب الالى عن طريق تبديل الإحداثيات للصورة الافتراضية للمسح ثلاثى الأبعاد .

وتكمن **مشكله البحث** في القاء الضوء علي تشكيل النماذج الورقية المجسمة والذى تتميز بالخصوصيه والبساطه، وما يترتب عليها من ابتكارات سريعة باستخدام الحاسبات والتصميم الرقمي في إجراءات التشكيل ثلاثي الأبعاد .

أهداف البحث: يهدف البحث الحالى الى :

- إلقاء الضوء على الأساليب الفنية المستحدثة للتشكيل الورقى المشغولات الفنية.
- ايجاد مداخل تجريبية جديدة لدارس الفن باستخدام التكوين التشكيلى للاسطح الورقية بما يساهم فى تنمية الخبرات والمهارات الفنية .

فروض البحث : يفترض البحث أن :

- الأساليب الفنية المتنوعة والمستحدثة للتشكيل الورقي يمكن أن تساهم في تنميه المهارات والخبرات لدارس الفن.
- استخدام الأسطح الورقيه للحصول علي امكانات مستحدثه للتصميم ثلاثي الابعاد عن طريق التصميم الرقمي، يمكنها ان تعمق التجربة الإبداعية للفنان.

محاور ومنطلقات البحث :

اولا: خامة الورق ومقوماتها التشكيليه.

ثانيا: المشغولات الورقية ثلاثيه الأبعاد مابين التقليدية وتقنيات التصميم الرقمى.

ثالثا : تحليل ودراسة لبعض النماذج الورقية المجسمة .

أولا: خامة الورق ومقوماتها التشكيلية.

إن خامه الورق من أكثر الخامات انتشارا ومرونة في التشكل عن العديد من الخامات الاخري. بالاضافه الي خفه وزنها وفاعليتها الكبيره في تجسيد الأفكار الانشائيه وسهوله التعديل والاضافه للشكل، لتحقيق رغبات وابتكارات الفنان.(٣ – ٥٠٦)

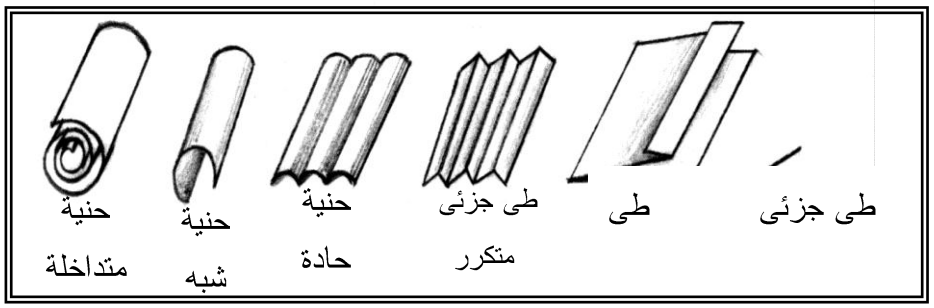
وللورق العديد من الخامات والأنواع والتخانات، فهو يتضمن نوعيات مختلفة من حيث القيم التشكيلية والجمالية والمتمثلة فى الشكل والسطح واللون والملمس

واللمعان، الامر الذي يجعل له تأثير مباشر علي المجسم الورقي عند تشكيله.(٦ – ٧٤)

وتعتبر خامة الورق من حيث إمكانات التشكيل، خامة غنية وطيعة ومرنه في التوصل الي مرئيات مستحدثه، باستخدام اساليب تقنيه متنوعة كالطي، الحني، والقطع، والبرم، واللي، وغيرها لإحداث تأثيرات ملمسيه وتعبيريه وتكوينات شكليه متنوعة، ومن ثم يمكن تصنيف الورق في النماذج التصميمية من خلال التعرف علي بعض الخصائص الميكانيكية والتي تتعلق بما يلي: (٦ – ٧٩)

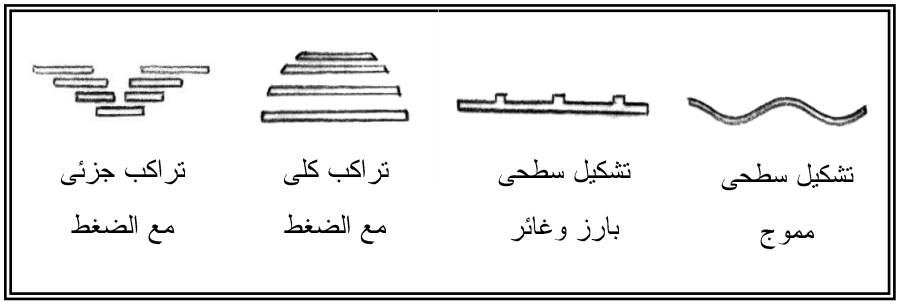
- القابلية للحني والطي.
- القابلية للضغط والتركيب.
- القابلية للي والتموج.
- القابليه للقطع والشق.
- القابلية للشد والمط.
- القابلية اللصق والتثبيت.

وعند تحليل بعض الخصائص السابقه في نطاق خامه الورق، نجد أن **الطي والحني** من أساليب التشكيل التى تساعد علي إيجاد شكلاً ذو نظام معين في طبقه أو اكثر وما ينتج عن ذلك من قيم تشكيلية، ويتحقق حني الورق فى تشكل الأسطح الورقيه من حيث : حنيه حاده وحنيه غير حادة ، اما الطي فيتحقق عن طريق حني الورق وطيه حتي الطرف الاخر، إلا انه يلاحظ صعوبة طي الورق السميك دون علاج مسبق مثل استعمال الحراره أو التليين بالماء قبل اجراءات التشكيل تلافيا لعمليات الشد والضغط التي تحدث في سمك الورق والشكل رقم (١) يوضح بعض اجراءات التشكيل بالحني والطي للورق. (٥– ٢٦٥)



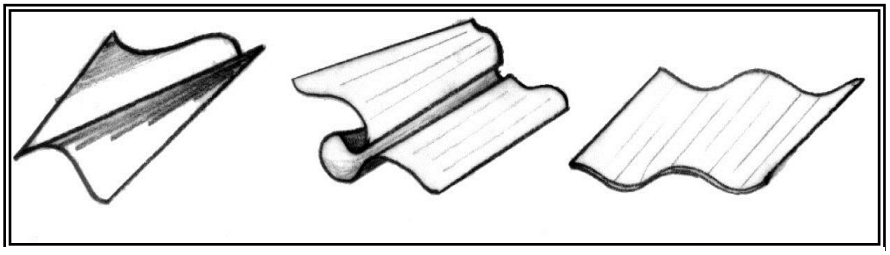
شكل رقم (١) بعض اجراءات الحنى والطى للورق

فتقنيات **الضغط والتراكب** تتم عن طريق التشكيل من خلال سمك الأسطح الورقية والتشكيل البارز والغائر أو عن طريق التراكب الكلي والجزئي للاسطح الورقيه للحصول علي تكوينات متعدده. حيث يجري التشكيل للأسطح المفرده بالضغط بين سطحين أو قالبين، أما عمليه التراكب فتتم بواسطة التثبيت بالمواد اللاصقة، والشكل رقم (٢) يوضح بعض المكونات التي تتواءم مع هذه المتغيرات.



شكل رقم (٢) بعض اجراءات الضغط والتركيب الجزئى والكلى للأسطح الورقية

كما يمكن الحصول على أسطح ورقية مشكلة بطريقة **اللى والتموجات السطحية**، إلا أن هذه التقنية تحتاج إلى معالجات سطحية قبل عمليات التشكيل مثل الترطيب بالماء مع استخدام الحرارة للتثبيت الشكلي او استخدام الحرارة فقط . كما في الشكل رقم (٣). ولا تستخدم هذة العمليات على جميع انواع الورق وذلك لانها تسبب إجهادات شد في الطبقة الخارجية للسطح الورقي وإجهادات ضغط في الطبقة الداخلية كما تؤدي أيضاً إلى تغيير سمك الورق نتيجة إجراءات الضغط المتبعة في التشكيل.

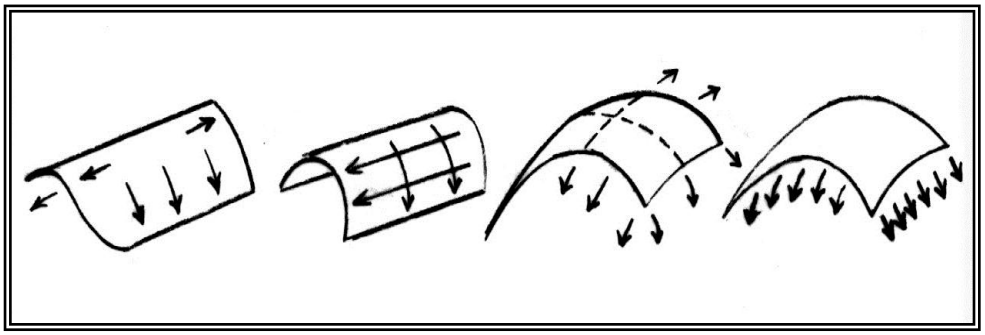


شكل رقم (٣) معالجات للأسطح الورقية بواسطة التموج واللى

أما تقنيات **القطع والشق** الجزئي للأسطح الورقية فتعتبر من أبسط العمليات التي تجري على الورق حيث يمكن أن تتم في النطاق الطولي أو العرضي خارج أو داخل السطح بشكل جزئى دون الوصول إلى نهاية المساحة.

أما عمليات **الشد والمط** للسطح الورقي، فتتخذ الشرائح الورقية (ذات الألياف الطويلة) شكل القالب من الداخل او الخارج أو تحت تأثير قوي شد مناسبة على أطراف السطح الورقي. وبهذه الطريقة يمكن الحصول على أشكال ثلاثية الأبعاد، ذات تشكيل بسيط منتظم الشكل أو يتضمن بعض الأطراف الحرة، أو علاقات متموجة على سطح الورق .(٤ – ٦٢)

ويمكن عرض بعض الأشكال ثلاثية الأبعاد للأسطح الورقية والتى يمكن الحصول عليها بهذا الأسلوب كما في الشكل رقم (٤).



شكل (٤) يوضح بعض الاشكال الورقية التى يمكن الحصول عليها بأسلوب المط (الشد)

وعلى ذلك نجد أن معظم الأشكال ثلاثية الأبعاد الناتجة من إفرادات الأسطح الورقية يمكن الحصول عليها بعمليات التشكيل المختلفة ، كى تتيح للفنان العمل بها بدرجة فائقة من الحلول التصميمية للتشكيلات المسطحة والمجسمة على حد سواء .

ثانيا: المشغولات الورقية ثلاثيه الأبعاد مابين التقليدية وتقنيات التصميم الرقمى.

يمكن بناء مشغولات (نماذج) ورقية من خلال مرحلتين:

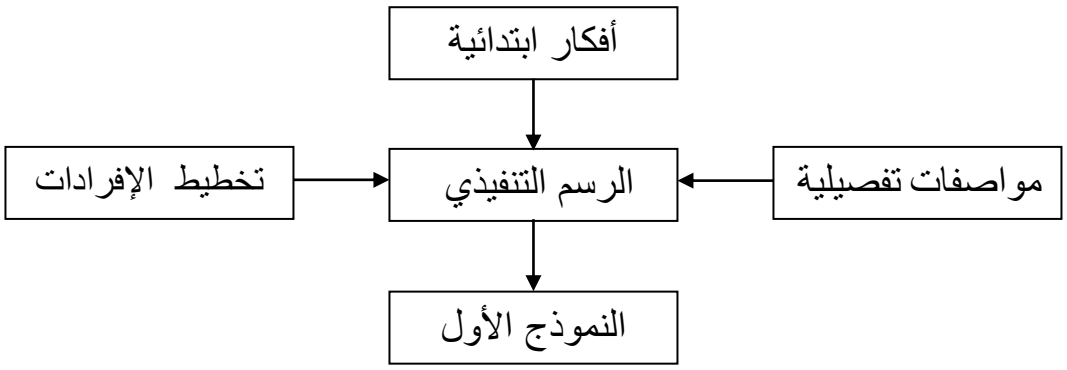
أ – مرحلة بناء النماذج الورقية باستخدام الأساليب والنظم التقليدية .

ب – مرحلة تطوير النماذج من خلال تقنيات التصميم الرقمي.

أ- النظم التقليدية لتشكيل النماذج الورقية :

تبدأ هذه الفكرة من خلال التخطيط ووضع الفكـــرة وتطويرهـــا، وهـــذا يـــتم باستخدام الطريقة اليدوية او التقليدية المعروفة. ويتم تنفيذ النموذج في مراحل متتابعـــة كما في الشكل رقم (٥)

- مرحلة التصور للهيكل البنائي.
- مرحلة تحديد التخطيط الأولي للإفرادات.
- تحديد مواصفات ومتطلبات الرسوم التفصيلية.
- تحديد الأبعاد والرسومات التوضيحية (التنفيذية).
- تنفيذ النموذج الورقي.



شكل رقم (٥) يوضح تسلسل أنشطة بناء النموذج

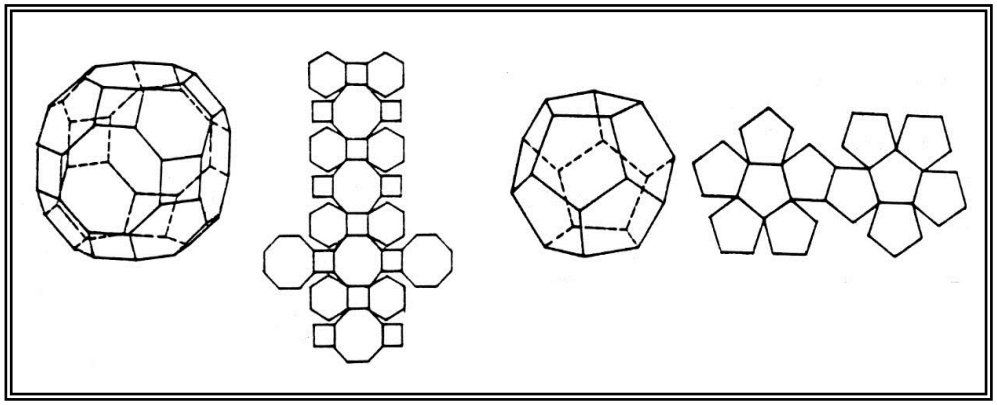
ويلاحظ أن النماذج ثلاثية الأبعاد التى يمكن إنتاجها من الأسطح الورقية يمكن ان تكون نماذج ورقية بسيطة، أو مركبة :

١ – النماذج الورقية البسيطة :

تتكون النماذج البسيطة سواء المغلقة أو المفتوحة من عدة أسطح، حيث تتميـــز باستوائها ودقة أطرافها. حيث يمكن تحديد أبعادها وحدودها الخارجية والداخلية بدقـــة. (٩ – ١٨٣)

كما تتكون نماذج السطوح المغلقة من عدة أسطح، كل سطح منها يتكون من مجموعة أوجه، وكل وجه تحده مجموعة من الحواف سواء كانت هذه الحواف مستقيمة أو معالجة.

وينتج عن ذلك نماذج ورقية ذات أسطح مستوية او منحنية او نحتية Sculptured Surfaces، أكثر تعقيدا، وهي تعرف أيضا باسم Curve–Mesh Surfaces، وتحمل العديد من القيم الفنية والتشكيلية .



شكل رقم (٦) يوضح بعض النماذج الورقية البسيطة المفتوحة والمغلقة

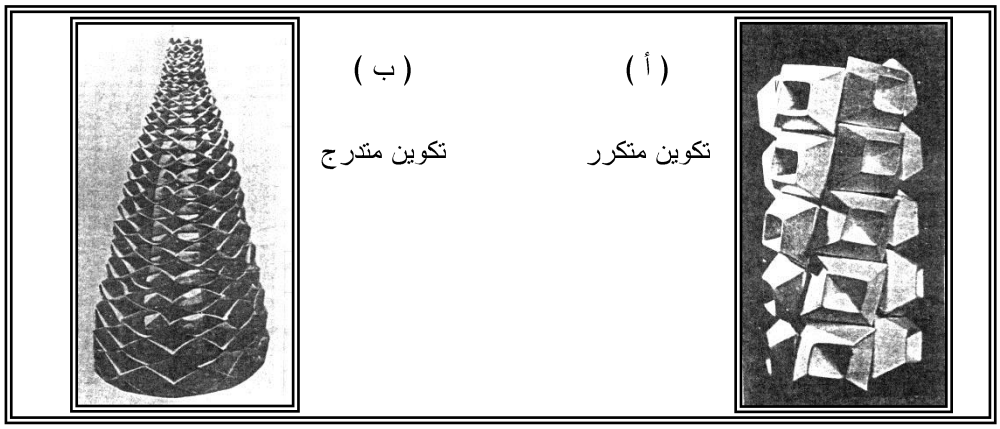
٢ – النماذج الورقية المركبة :

تتميز تلك النماذج بخواص بنائية قوية، حيث يتكون الشكل النهائى من مسطحات او وحدات مجسمة تمثل وحدات بنائية منفصلة يتم تجميعها بتكرارات وتراكبات مقصودة، ينتج منها شكل المجسم النهائى ،وتتضمن بعض القيم والعلاقات التشكيلية ومنها :

- التكرار والتدرج .
- المسطحات المتسلسلة .
- الوحدات والخلايا ذات الفراغات .
- المعالجات والتكويات الخارجية للمجسمات .
- التركيبات (الإنشائية)متعددة الأسطح.

- التكرار والتدرج :

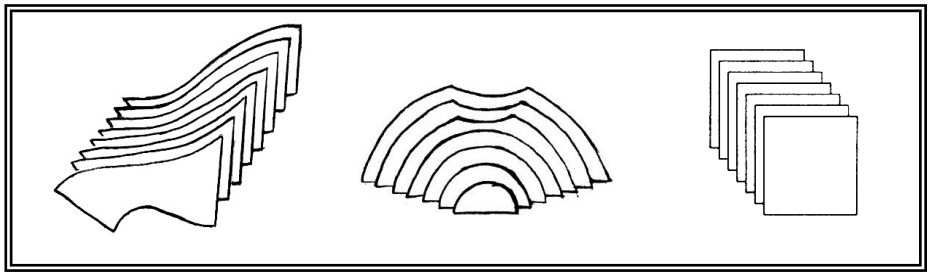
يتم بناء الشكل من خلال تجميع وحدات متساوية في الشكل والحجم واللون والملمس، أما التدرج فيعني التحول أو التغيير بإسلوب تنظيمي متدرج، ويمكن الحصول على تدرج في الشكل مع تغيير جزئي فيه أو تدرج في المقياس أو تدرج في الشكل. كما يتضح في الشكل رقم (٧) . (١٠ - ٢٠)



شكل رقم (٧) يوضح التكوينات المتكررة والمتدرجة

- المسطحات المتسلسلة :

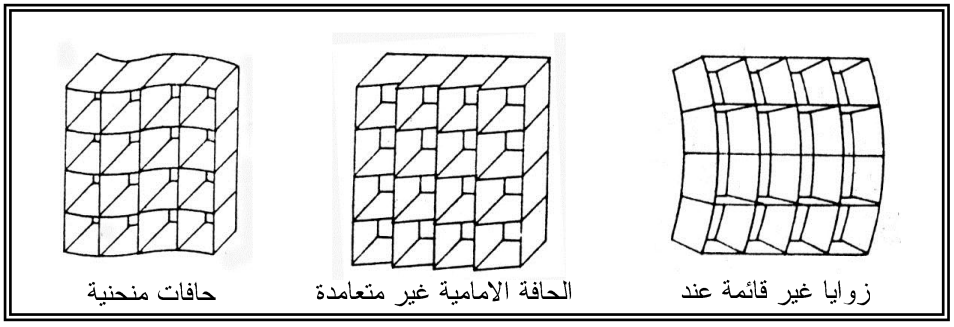
ويتكون فيها المجسم من خلال اسطح متسلسلة بتكرارات مقصودة عل مسافات منتظمة فينتج عن ذلك مسطحات متسلسلة. وكل مسطح متسلسل قد يعتبر شكلا قائما بذاته وقد يعتبر وحدة بنائية للمجسم من خلال التكرار أو التدرج . وللمزيد من الإيضاح يمكن تقطيع المكعب إلى عدد من المسطحات ذات سمك متساوى. وأبسط أسلوب لتقطيعه هو تجزأته طوليا أو عرضيا إلى طبقات متساوية كما يتضح في الشكل رقم (٨)



شكل رقم (٨) أشكال ذات مسطحات متسلسله

- الوحدات والخلايا ذات الفراغات :

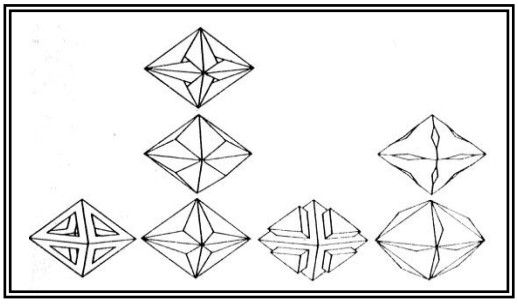
يمكن بناء المجسم بمجموعة من وحدات او خلايا بها فراغات داخلية منتظمة او غير منتظمة، والتي يمكن أن تتم بواسطة إيجاد تكوينات فراغية متراكبة فوق بعضها، ويمكن إيجاد أكثر من رؤية للشكل، من خلال اختلاف نوعية التكرار من حيث الاتجاه ، لتصبح بعض حافاتها الأمامية غير متعامدة مع القاعدة أو مع المسطحات الجانبية.(١٠- ٤١). كما يتضح في الشكل رقم (٩)



شكل رقم (٩) الخلايا الفارغة وتحويراتها

- التركيبات (الإنشائية) متعددة الأسطح:

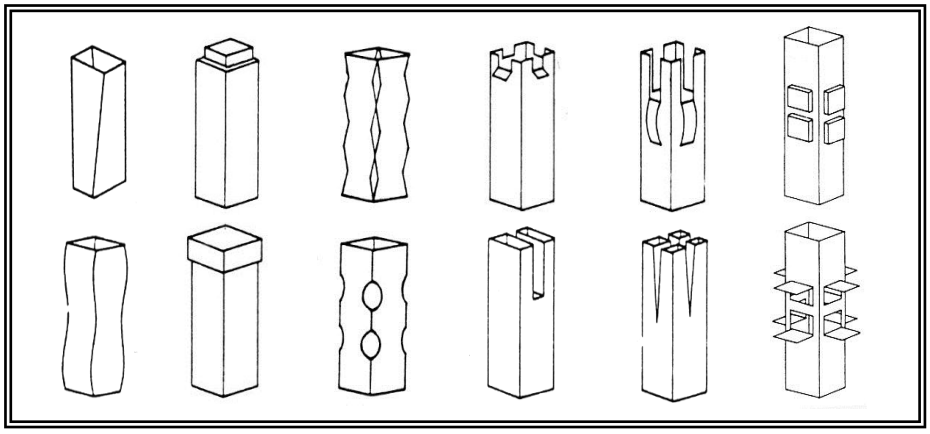
أما النماذج ذات التراكيب متعددة السطوح، فيمكن اعتبارها هي التراكيب الرئيسية التي تتكون من هندسية منتظمة. ويمكن ان تكون رباعية السطوح وثمانيه السطوح وذي الإثنى عشر سطحا وذو العشرين سطحا... إلخ. ويمكن تطوير تصميمات عديدة من خلالها حيث يمكن معالجتها من خلال التشكيل في الأسطح أو الأطراف أو أجزاء منها كما في الشكل رقم (١٠)



شكل رقم (١٠) أشكال متعددة السطوح مع معالجة الأطراف او الأوجه

- المعالجات والتكونات الخارجية للمجسمات :

يتم بناء الوحدات ذات المعالجات الخارجية للأسطح، سواء كانت متساوية الأسطح أو ذات تشكيلات فنية متعددة من خلال عمليات الحذف أو الإضافة أو الثنى او الحنى ،كما يمكن إعادة استخدام الأجزاء المقطوعة (السلبية) في تحقيق بعض الإضافات الشكلية عن طريق عمليات اللصق أو الثني في الاتجاه المقابل، كما يمكن تشكيل وقطع الحواف إلى أشكال مختلفة ومتميزة . كما يتضح في الشكل رقم (١١).



شكل رقم (١١) بعض المعالجات للمجسمات بالشق (القطع) والحذف والثنى

ب : تطوير بناء النماذج الورقية باستخدام تقنيات التصميم الرقمي .

يتجه تطوير النماذج الورقية باستخدام تقنيات التصميم الرقمي، والتي تتم عن طريق قراءة الإحداثيات أو المسح ثلاثي الأبعاد للوصول إلى صورته المادية النهائية، ويستخدم هذا النظام لتصميم واختبار وتقييم النموذج الورقي بطريقة تكاملية .(٨ – ٢٨٣)

وتعتبر هذه التقنية المتطورة وسيلة أساسية لنقل المجسم ثلاثي الأبعاد الورقي من الحالة المادية إلى الحالة الافتراضية لإمكانية تطويره إلكترونيا بواسطة الحاسب ،وليواكب المتطلبات التي يصعب الحصول عليها من خلال التصميم او النموذج ومتغيراته من النموذج المادي (الواقعى).

ومن أكثر التقنيات استخداما هي تقنيات الملامسة Technologies Contact. وهي تقنية تعتمد على عملية قراءة الإحداثيات أو المسح ثلاثي الأبعاد،

وتسجيل النظام لهذه المعلومات عن الأسطح في شكل بيانات عديدة، وبيانات كثيفة مسجلة Data Cloud بواسطة النظم الرقمية The Digital Systems. وتقوم تقنية الملامسة على استخدام حاسات (كاشفات) خاصة Detectors تتحرك على سطح الشكل الثلاثي الأبعاد بواسطة اليد أو يتم التحكم فيها بواسطة الحاسب وتقوم هذه الحاسات بتسجيل الشكل الورقي (مجس تناظري Stylus)، والموجود في نهاية ذراع القارئ الرقمي Digitizer (شكل رقم ١٢)، ويقيس الحاسب وضع أداة الحساس في الفراغ، وبوجود نقاط كافية يمكن للفنان أن يبني النموذج بالكامل. وتقوم هذه التقنية كبديل للإطارات الشكلية جاهزة الصنعReady Made Wire Frame، والتي يمكن للفنان التشكيلى او دارس الفن التعامل معها بسهولة لبناء نماذج ثلاثية الأبعاد تطويرا للنموذج الورقي. (٧ – ١٤٢، ١٤٥)

شكل رقم (١٢) يوضح جهاز Digitizer

ثالثا : تحليل ودراسة لبعض النماذج الورقية المجسمة .

لقد لعب الورق دورا هاما في إنتاج العديد من المجسمات ثلاثية الأبعاد فى مجال الأشغال الفنية ، حيث أمكن استخدامه في عمليات التشكيل والتجميع وإعادة التكوين ، مما ساهم في إيجاد العديد من التراكيبات المختلفة ذات الأنواع والأحجام في نطاق المشغولات الفنية المجسمة بالاضافة الى بعض القيم والمفاهيم التى تؤثر فيها مثل الاختزال لأشكال التكوينات الورقية والذى يعتمد على تفريغ المسطحات المرئية وتكراراتها البنائية والمنفذة بأساليب مختلفة.

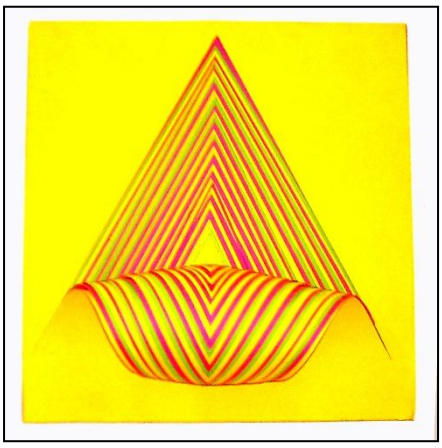
فان بناء وتشكيل المجسمات الورقية يتم بإجراءات متسلسلة من خلال عمليات التخطيط والبناء والتقييم الشكلي للنموذج سواء في حالته المسطحة او المجسمة . ويمكن تعريف البناء الفني للنموذج الورقي فى هذا البحث على أنه الشكل التجريدي الهندسي، والذى تم تصميمة وتنفيذه في نطاق قيم التكرار والتراكب والايقاع من خلال نظم انشائية محددة ،والذي يتم تنفيذه كمجسمات ورقية باستخدام عمليات القص والثني واللصق وغيرها من أساليب التشكيل التى يمكن ان تعطى قيما جمالية وتعبيرية وتشكيلية متنوعة .

وترتبط الإمكانات الجمالية لخامة الورق، بمدى نجاح النظام البنائي والتشكيلي وإظهار جماليات العمل الفني وقيمته، وتعتبر القيم التعبيرية هي النتاج التحصيلى للطريقة البنائية للعمل الفنى وهيئته ويعتمد الفنان في صياغة النموذج المقترح علي الأسس التشكيلية من تكرار وتوافق وتضاد، لتحقيق وحده متنوعة من الإيقاع والإتزان والتناسب والتي تتفق مع فكرة وتصميم وتنفيذ المجسم الورقى وكيفية معالجتة من خلال الماسح الضوئى ونظم تقنيات التصميم الرقمى وذلك لامكانية عمل العديد من البدائل والحلول التشكيلية للنموذج الورقى الواحد .

وتعتبر التخطيطات المستخدمة للنموذج الورقى كأساس لتطوير المجسم الورقي، حيث تتضمن المساقط الهندسية، بالإضافة إلى المنظور والقطاعات التي تبرز خصائصه الداخلية، وعدد القطع التي يتضمنها، وعمليات التركيب والتوافق الشكلي.

ومع ظهور نظم التصميم الرقمى من خلال الحاسب الالى، كطريقة تجسيد تمثيلي بصرى لتطوير النموذج الورقي والتي تضم قراءة الإحداثيات أو المسح ثلاثى الأبعاد للحصول على مجسم افتراضي للنموذج.

ويمكن عرض بعض النماذج الورقية البسيطة من إعداد الباحث والتى توضح الإمكانيات المختلفة للتشكيل الورقي (أشكال رقم ١٣ : ٢٠) والتى يمكن استخدامها كنماذج بسيطة يمكن ادخالها من خلال نظم تقنيات التصميم الرقمى لتصبح كنواه لعمل العديد من البدائل التشكيلية للمجسمات الورقية .

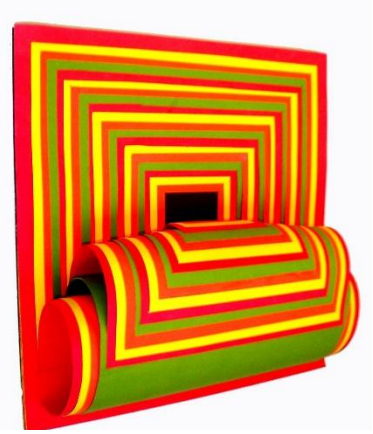


شكل رقم (١٣) يعتمد على أسلوب الشق والطى مع التثبيت

شكل رقم (١٤) يعتمد على أسلوب الشق والطى الجزئى مع التثبيت

شكل رقم (١٥) يعتمد على أسلوب القطع والتراكب الجزئى مع الضغط والتثبيت

شكل رقم (١٦) يعتمد على أسلوب الشق مع اللى والشد



شكل رقم (١٧) يعتمد على أسلوب الحنى اللين والتثبيت باللصق

شكل رقم (١٨) يعتمد على أسلوب الشق والحنى الحاد

شكل رقم (١٩) يعتمد على أسلوب الشق والتراكب الجزئى مع ثنى دون تثبيت

شكل رقم (٢٠) يعتمد على أسلوب الشق والحنى الحاد مع اللى والتثبيت الحرارى

نتائج البحث:

من خلال الدراسة التحليلية للبحث:

- أمكن الكشف عن الإمكانات التشكيلية للورق للحصول على نماذج ذات مظاهر متعددة.
- من أهم فوائد التعامل بتصميم النماذج، التعرف على الإمكانات الحقيقية للأشكال المجردة بما يدعم العملية الإبتكارية في التصميم ثلاثى الأبعاد.
- يساهم التصميم الرقمى في تطوير النماذج الورقية كشكل افتراضي، مما يتيح تطوير العديد من الأشكال المعقدة وذات التفاصيل السطحية المركبة مع إمكانية تقديم حلول تشكيلية مبتكرة ومستحدثة .

المراجع:

١- أرتو شميدث: **الرسم الهندسي**، ترجمة محمود رضا وكامل اسكندر، الأسس التكنولوجية، القاهرة، ١٩٨٢م

٢- إسلام السيد غريب: الأسس القياسية للتطوير ثلاثي الأبعاد للمنتجات المعدنية بإستخدام نظم التصميم الرقمى المتكامل. **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ٢٠٠٦م.

٣- أكرم فاروق محمد: تأثير تكنولوجيا استخدام الورق على تشكيل الفراغ المعماري. بحث منشور، **المؤتمر العلمي الثامن كلية الفنون التطبيقية**، جامعة حلوان، نوفمبر ٢٠٠٢م.

٤- انور محمود عبد الواحد: **معجم تشكيل المعادن**، المؤسسة الشعبية للتأليف في لابزج، مؤسسة الأهرام، ١٩٧٨م

٥- ليلى علام: العملية الإبتكارية في تشكيل المجسمات الورقية والإفادة منها في إعداد معلم التربية الفنية، **رسالة دكتوراه غير منشورة**، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، ١٩٧٨م.

٦- نجوان أحمد رفعت بكر: الأساليب الفنية للتشكيل المجسم بالورقة في النحت الحديث، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية التربية النوعية بالقاهرة، جامعة عين شمس.

٧- يسري عبد الحافظ: الإتجاهات المعاصرة في نظرية التصميم في التقنيات والنظم الرقمية الحديثة، **رسالة ما جستير غير منشورة**، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ٢٠٠٣م

8 - John M-Usher Utpal Ray, Hamid R-Baraei: **Integrated product process developmen**t, John Willy sons New York, 1998 .

9 - K. C. Jain Sanjay jain: **Principles Of Automation and Advanced manufacturing system**, Khanva Publishers Delhi, India, 2004 .

10 - Wucius Wong: **Principles of three – Dimensional design**, New York - 1976