مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

إبداع تقنيات التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية

" Creativity of Digital Manufacturing Techniques in Sculpture The Architectural System "

سلمى محسن

مدرس بقسم نحت وتشكيل معماري – كلية الفنون التطبيقية– جامعة دمياط

ملخص :-

تظهر إشكالية البحث في التعرف على تقنية التصنيع الرقمي ودورها في تنمية الإبداع لدى النحات والمعماري في تصميم وتنفيذ المباني داخل المنظومة المعمارية، حيث يدور البحث حول التعرف على النماذج والعمليات والأساليب التي تتبعها تقنية التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية وعليه ؛يحاول البحث الإجابة على هذا التساؤل من خلال الاستشهاد ببعض الأمثلة الموجودة التي تساعد النحات على الدخول إلى المنظومة المعمارية وخلق الإبداعات بها حيث أن تقنية التصنيع الرقمي ساعدت على خلق عمارة المنحنيات؛ لذلك فأن منهج البحث يعرض الجانب الوصفي التحليلي. ومن اهم النتائج التي توصل إليها الباحث أنه يجب مواكبة العصر والاطلاع على كل مستجداته ليس فقد في عملية التصميم بل وفي عملية التنفيذ أيضا حيث أن العمارة النحتية مستلهمة من الطبيعة التي كان يصعب تنفيذها قديما ولكن مع ظهور تقنية التصنيع الرقمي بات الأمر سهل حيث أنها ساعدت على تنفيذ كل ما يدور في الذهن وكل ما هو عضوي منحنى فقد أصبح وسيلة أساسية في المنظومة المعمارية تساعد على إطلاق العنان وخلق ملايين الأفكار مما سيجعل للنحات المعماري النصيب الأكبر في تشكيل المنظومة المعمارية.

مقدمة البحث :-

يعد التصنيع الرقمي في العمارة ظاهرة حديثة نسبيا، نشأت على مدى العقود الثلاثة الماضية نتيجة انتشار أنظمة الكمبيوتر في كافة جوانب الحياة، حيث أصبحت جانباً مهماً من الحوار النقدي والممارسةً التعليمية والمهنية ونظراً لأن نجاح العمل المعماري يعتمد على تحقيق التكامل بين التصميم والتنفيذ مما يتطلب تطوير التقنيات واستخدام أساليب وعمليات جديدة في التنفيذ لإعطاء مخرجات جديدة تتناسب مع الفكر المتطور الحالي مما ساعد النحات على الدخول في المنظومة المعمارية.

مشكلة البحث :

مر النحات المعماري بالعديد من المعوقات التي كانت تعمل كحاجز بينه وبين تنفيذ إبداعاته المعمارية على ارض الواقع ولكن مع ظهور تقنية التصنيع الرقمي وتأثيرها على كافة نواحي الحياة أصبح من الممكن تنفيذ تصميماته لذا تنحصر مشكلة البحث في السؤال الرئيسي: ماهي الأساليب والعمليات التي تعتمد عليها تقنية التصنيع الرقمي في نحت المنظومة؟

فروض البحث:

تفترض الباحثة: أنه بالتعرف على تقنية التصنيع الرقمي يمكن للنحات تنفيذ كل ما يدور بذهنه من إبداع داخل المنظومة المعمارية.

هدف البحث:

إلقاء الضوء على تقنية التصنيع الرقمي ودورها في مساعدة النحات في العملية التصميمية للعمارة

أهمية البحث:

١- يوضح إمكانيات تقنية التصنيع الرقمي في خلق عمارة نحتية مميزة

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

٢- إبراز أهمية نماذج تقنية التصنيع الرقمي في تطوير عملية التصميم والتنفيذ داخل المنظومة المعمارية.

الإطار النظري:

نحت المنظومة المعمارية: -

الإبداع

قدرة عقلية تظهر على مستوى الفرد أو الجماعة أو المنظمة، وهو عملية ذات مراحل متعددة ينتج عنها فكر أو عمل جديد يتميز بأكبر قدر من الطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات والاحتفاظ بالاتجاه ومواصلته [٩، صـ١١٠٨] كما في الصورة رقم (١).

الصورة رقم (١)Clevelandclinic مركز كليفلاند كلينك الطبي لاس فيغاس، نيفادا في الولايات المتحدة لفرنك جيري [١٤]

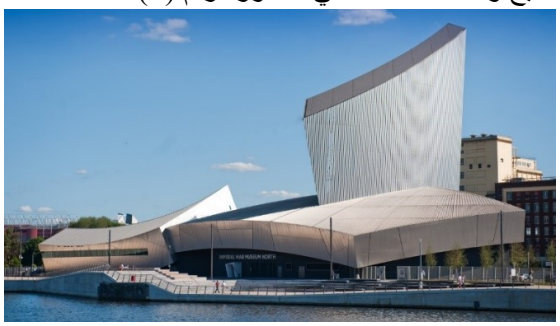
التقنية

هي الأشياء الموجودة المادية والغير مادية التي يتم تخليقها عن طريق تطبيق الجهود الفزيائية المادية للحصول على قيمة ما، فهي تشير للآلات والمعدات التي يمكن أن تستخدم لحل العديد من المشاكل على نطاق العالم [١٢،صـ٦٨] كما في الصورة رقم (٢) التي توضح التقنية الأداء في تنفيذ وتشكيل المحطة.

الصورة رقم (٢)Reggio is the director of Padana ريجيو مدير بادانا محطة سكة حديد في إيطاليا لسانتياغو كالاترافا Santiago Calatrava [١٥]

تعريف النحت المعماري:

هو تشكيل وتنسيق وتنظيم للكتل المعمارية الموجودة والعناصر التشكيلية في الفراغ المعماري حيث انه يساعد على الربط بين الفراغ الداخلي والخارجي وإلغاء المحددات بينهم ليصبح نسيج واحد[٦،صـ٢] كما في الصورة رقم (٣) .



الصورة رقم (٣) متحف الحرب الإمبراطوري الشمالي في مانشستر في المملكة المتحدة لدانيال ليبسكند Daniel Libeskind [١٦]

المنظومة المعمارية:

هي مجموعة من العناصر المعمارية المتداخلة والمترابطة والمتكاملة مع بعضها بحيث يؤثر كل منها في الآخر من أجل أداء وظائف وأنشطة تكون محصلتها النهائية بناء مبنى متكامل تشكيلياً ووظيفياً، حيث أنها ليست مجموعة من العناصر الثابتة ولكنها تتبع إستراتيجية عامة تتغير وفقا لطبيعة المبنى التي تريد أن تحققه والظروف البيئية التي تحيط به، فهي تعتمد على معرفة العناصر التي تكونها وتعيد ترتيبها وفقا لمتطلباتها [١٧]كما في الصورة رقم (٤) .

الصورة رقم (٤) Beko Masterplan
مخطط بيكو الرئيسي لتحويل مصنع نسيج قديم في بلغراد بصربيا لزها حديد[١٨]

نحت المنظومة المعمارية:-

المقصود بهذا المصطلح أن النحات قادر على تشكيل المنظومة المعمارية كاملة بكل مفرداتها وما تحويه من ممرات ومباني ومقاعد وطرق، حيث انه قادر على التحكم في العلاقة الترابطية بين الكتلة والفراغ وتشكيلها بصورة فريدة تميزه عن غيره.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

العمارة النحتية:

بدأت الفكرة المعمارية من النحت ومع الوقت أصبح فن العمارة نوعاً من النحت [١٣،صـ٣٨] ،فهي عمارة الأسطح المتحولة المرنة التي تبدو كأشكال ديناميكية متحركة ناعمة ومتزنة تشمل الفراغات [١،صـ١٠]؛وعليه فهي الكتلة النحتية الذي تم استخدامها للمعيشة والمسكن ، فهي نتيجة القدرة الفريدة لعقل النحات المعماري لربط بين المهارات كوحدة أساسية في العلاقات الشكلية والتقنية وفي اللغة التعبيرية المستخدمة فيها ،حيث تأخذ أشكالاً تجريدية ذات دلالات من أجل خلق وفهم أشكال أكثر تقدماً تخدم النشاط البشري ،فهي تظهر بأسلوب تعبيري متطور يعتمد على مبدأ التضخيم في المقياس وتحويل المبنى لشكل نحتي يقترب من العمل الفني بشكل كبيركما يعتمد على الدلالة الرمزية والعلاقة بين الشكل والفراغ مما يكون له تأثيراً عاطفياً كبيراً [٥،صـ٣٠٢]كما في الصورة رقم (٥) .

الصورة رقم (٥) Chengdu Contemporary Art مركز تشنغدو للفن المعاصر مركز ثقافي في الصين لزها حديد[١٩]

التصنيع الرقمي

هي فكرة تخطيط العمليات الإنتاجية بمساعدة الحاسب [١٠،صـ٥٤٤]فهي مجموعة التقنيات والعمليات التي تتحكم في عمليات التقطيع والتجميع لتحقيق هيكل أو شكل معين [١١،صـ٥]عن طريقة معالجة مواد البناء باستخدام البيانات الرقمية المخرجة من برامج التصميم باستخدام الكمبيوتر للتحكم في عملية التصنيع اعتماداً على الآلات والماكينات التي يقودها الكمبيوتر : فيما عرف بـ " التصنيع بمساعدة الكمبيوتر، وذلك لبناء أو قطع أجزاء المواد الخام من خلال عمليات صناعية رقمية منها عمليات القطع والحذف والإضافة [٤،صـ١٤٥-١٤٦]كما في الصورة رقم (٦) .

الصورة رقم (٦) النموذج المعماري لدار الأوبرا في دبي لزها حديد وباتريك شوماخرAnd Patrick Schumacher [٢٠]

التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية: [٨، صـ٤-٦]

تعتمد المنظومة المعمارية في تشكيلها على جانبين أساسيين هما التصميم والتنفيذ فهما عمليتان يكملنا بعضهما البعض، حيث تبدأ بتوليد الفكرة الأولية لدى النحات المعماري لحين تطور التصميم إلى الشكل النهائي الذي يتم بعد ذلك تنفيذه مادياً من خلال الأدوات والوسائل التنفيذية المتاحة في كل مرحلة من المراحل الزمنية على مر العصور.

وعليه ظهرت أهمية التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية كمفهوم معاصر خلال العقود السابقة فهو حلقة وصل بين العملية التصميمية المتمثلة بالنماذج الأولية والنتاج المعماري المتمثل في تصنيع أجزاء المبنى ، حيث يعمل على التحقيق المادي للأفكار المعمارية المولدة بالحاسوب وخاصة للأشكال النحتية المنحنية وذات التعقيد الشكلي والتي اتصفت بصعوبة القدرة على تنفيذها بالطرق التقليدية للبناء ومع ظهور برمجيات النمذجة الحاسوبية الجديدة وتطور العديد من برامج التصميم سمح ذلك بتوليد واستكشاف الأنظمة التصميمة المعقدة والتي دعت إلى ظهور طرق وأساليب رقمية جديدة ساعدت على إنتاجها ماديا كما في الصورة رقم (٧) .

الصورة رقم (٧) Dr. Chow Chak Wing Building مبنى دكتور تشاو تشاك وينج لفرنك جيري في مدينة سيدني في أستراليا [٢١]

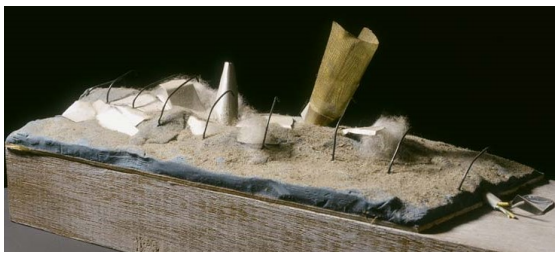
(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

النمـاذج التـي يعتمـد عليهـا التصـنيع الرقمـي فـي نحت المنظومة المعمارية

وتستند عملية التصميم على بعض البرامج كالأوتوكاد و ال 3dmax و الريفت وغيرها من البرامج التي تساعد على خلق بيئة افتراضية للمبنى وتشكيله بصورة جديدة تسمح بالتلاعب بالخطوط وخلق أشكال نحتية معقدة بها منحنيات كما يسهل التعديل عليها واستخرج منها كافة الرسومات الهندسية اللازمة للإنشاء كما أنها تستخدم وسيلة لصنع نماذج مادية من نماذج افتراضية بسرعة وفعالية [٨،ص٧] وتنقسم هذه النماذج إلى:

١-**النموذج المجرد :** يستخدم في دراسات الشكل أو المساحات المجردة ويختص بتوضيح الخطوط العريضة للتصميم في مراحله الأولية [٣،ص٢٠٧] كما في الصورة رقم (٨) .



الصورة رقم (٨) توضح النموذج المجرد لجناح المياه Htwo Oexpo للمعماريين لارس سبويبروك وكاس أوسترهويس في هولندا[٢٢]

٢- نموذج الإمكانية: يستخدم للتعبير عن مفهوم تصميم البناء حيث لا يتم فيه إضافة الكثير من التفاصيل وحجمه عادة ما يكون صغير إلا أنه يأخذ الشكل العام للشكل المعماري كما في الصورة رقم (٩) .

الصورة رقم (٩) توضح نموذج الإمكانية لجناح المياه Htwo Oexpo للمعماريين لارس سبويبروك وكاس أوسترهويس (Lars Spuybroek and Cass) (Oosterhuis في هولندا[٢٢]

٣- نموذج التخطيط: يستخدم عندما نحتاج إلى صنع تفاصيل بجودةً اعلى قليلا من نموذج الإمكانية ليمكن المصمم من خلاله خلق تصور أكثر وضوحاً لتصميمً المبنى وعلاقته بالبيئة المحيطة به كما في الصورة رقم (١٠) .

الصورة رقم (١٠) توضح نموذج التخطيط لجناح المياه Htwo Oexpo للمعماريين لارس سبويبروك وكاس أوسترهويس (Lars Spuybroek and Cass Oosterhuis) في هولندا[٢٢]

٤- نموذج المشروع النهائي: يظهر فيه ما سيبدو عليه المشروع عند الانتهاء منه، وهذا هو نوع النموذج الذي يقدم للعملاء والمتلقين، حيث يقدم في مراجعة التصميم النهائي لإظهار القصد النهائي للتصميم كما في الصورة رقم (١١).

الصورة رقم (١١) توضح نموذج المشروع النهائي لجناح المياه Htwo Oexpo للمعماريين لارس سبويبروك وكاس أوسترهويس Lars Spuybroek and Cass Oosterhuis في هولندا[٢٢]

٥- نموذج الحجم الطبيعي: يستخدم لاختبار السلوك النهائي لمجموعة معينة من مكونات البناء التي تم تجميعها، حيث يصنع بالحجم الكامل، وهذه النماذج تسمح للمصمم التحقق من الشكل والوظائف النهائية للتجميع المختار [٨، ص٧]كما في الصورة رقم (١٢) .

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

الصورة رقم (١٢) توضح نموذج الحجم الطبيعي لجناح المياه Htwo Oexpo للمعماريين لارس سبوبيروك وكاس أوسترهويس (Lars Spuybroek and Cass Oosterhuis)في هولندا[٢٢]

عمليات التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية:-

١-عملية التصنيع القطعي:-

تعد هذه الطريقة الأكثر تطبيقياً في التصنيع الرقمي وتتم بواسطة برامج رسم مستعينة بالكمبيوتر وتقنية التصنيع ثنائية الأبعاد [٤،صـ١٤٦]،وتستخدم عمليتين للقطع إما ميكانيكية أو إلكترونية تنقسم أنواع الماكينات حسب نوعية التقطيع وحسب الخواص الفيزيائية للخامة المستخدمة وتعتبر مكينات CNCهي الأكثر شيوعاً وتتضمن تقنيات التقطيع المختلفة وهي قوس البلازما وشعاع الليزر وماكينة التقطيع بواسطة الماء [١١،صـ٩]كما في الصورة رقم (١٣) .

الصورة رقم (١٣) نموذج معماري مصنوع باستخدام ماكينة CNC [٢٣]

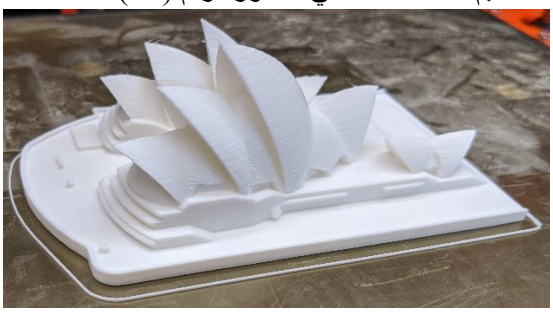
٢-عملية التصنيع المطروح:

تعتمد هذه العملية على عمليات القطع والحفر والتفريز والخراطة [٧،صـ٥]عن طريق استبعاد حجم معين من مواد الأجسام عن طريق عمليات حذفه ميكانيكية أو إلكترونية (حذف متعدد المحاور) وهذا الحذف يمكن أن يكون مقيداً من حيث الحجم أو السطح أو المحور وبالتالي يمكن تصنيع السمات السطحية المعقدة من خلال توفير محاور إضافية للدوران بدرجة عالية من الدقة والتعقيد في الأشكال [١١،صـ١٠] كما في الصورة رقم (١٤) .

الصورة رقم (١٤) Bloomberg Center مركز بلومبرج في نيويورك، الولايات المتحدة للمعماري مورفوسيس (Morphosis) تم استخدام تقنية التصنيع المطروح في عمل وجهاته [٢٤]

٣-عملية التصنيع بالإضافة:

يعرف بالتصنيع الطبقات المتعددة ويستخدم لعمل النماذج ذات الإنحناءات المعقدة[٤،صـ١٥٦] ،فهو عملية تصنيع الأجسام المادية عن طريق ترسيب طبقات رقيقة من المواد بعضها[٧،صـ٤] بدلاً من إزالتها بشكل تدريجي وينتج الجسم المادي من خلال عملية تراكمية للطبقات بواسطة طابعات ثلاثية أبعاد أو ماكينات تشكيلية ولكن بسبب الحجم المحدود للأجسام التي يمكن إنتاجها والمعدات المكلفة وأوقات الإنتاج الطويلة، فان تطبيقاتها محدودة نوعاً ما في عمليه التصميم لكن استخداماتها أكثر شيوعاً في النماذج الأولية السريعة أثناء عملية التصميم [١١،صـ١١]كما في الصورة رقم (١٥) .



الصورة رقم (١٥) نموذج معماري يعتمد على تقنية التصنيع بالإضافة [٢٥]

٤-عمليه التصنيع التشكيلي أو التقويمي:-

هي عملية يتم فيه استخدام القوى الميكانيكية لتكوين الأشكال مثل الحرارة أو البخار أو الضغط التي يتم تركيزها على المادة لتشكيلها وفقاً للتصميم المطلوب : ويتم ذلك من خلال عمليات إعادة التشكيل والتغير وقد تكون بشكل محوري أو مسطح فيتم مثلاً ضغط المعادن

(ISSN 2537-1061) (Print)

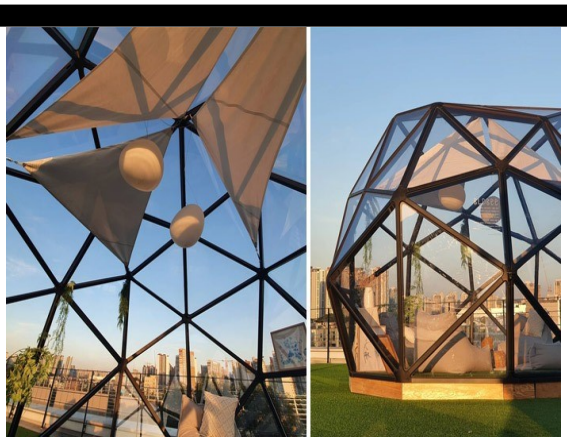
(ISSN 2537-107X) (Online)

فيما يتعدى معامل مرونتها أو تسخينها وثنيها فيما لا تزال لينة أوثني الألواح باستخدام البخار كما يمكننا إنتاج الواح الزجاج المقولب وبلاطات المعدن المطبوع المنحني والواح البلاستيك معقدة الإنحناء[٤،صـ١٥٥] كما في الصورة رقم (١٦) .

الصورة رقم(١٦) متحف الموجة الفني تنفيذ شركة lacime Architects في الصين. [٢٦]

٥-عملية التصنيع التجميعي :-

تتم هذه العملية أما بطريقه رقميه أو عن طريق التجميع الروبوتي[٢،صـ٧٧] من خلالها تحديد أماكن التراكيب باستخدام ماكينات ليكون من السهل تركيب وتجميع المنتج [١١،صـ١٧]،عن طريق وضع رمز لكل مكون من مكونات البناء بشفرة خاصة تميزه بعلامة عن نهاية تقاطعها مع القطعة التي تليه ،وتعتمد على تقسيم التصميم إلى قطع يتم تجميعها بشكل متلاصق فيما يشبه تقنية الفسيفساء فيتكون التصميم ويسمح ذلك للتصميم أن يتخذ أشكالاً معقدة مزدوجة الانحناء موفراً المزيد من التباين والتشكيل[٤،صـ١٥٥،١٥٩] كما في الصورة رقم (١٧) .



الصورة رقم (١٧) مبني غير نمطية مصنوعة من شركة HS HITECH في كوريا الجنوبية [٢٧]

أساليب التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية

نتيجة للعمليات السابق ذكرها يستنتج الباحث أن هناك مجموعة من الأساليب المتبعة في التصنيع الرقمي لنحت وتشكيل المنظومة المعمارية وهم: -

١- أسلوب التجزئة

هي طريقة يتم فيها ترتيب المكونات حسب الشكل الهندسي للسطح أو تقسيم الشكل الهندسي للسطح إلى مقاطع يتم تزويدها بالمادة أو القشرة[٢،صـ٧٧]، عن طريق تقسيم الكتل إلى مقاطع عريضة متوازية بدلاً من تصنيعها ككتلة مجمعة للانحناء [٤،صـ١٤٦]،حيث أنها تمثل مكونات هندسة السطح عن طريق النموذج الرقمي كما أنها تتميز تقديم طريقه سريعة وفعاله لجمع البيانات الهامة لدعم عملية التصميم كاستخدام التقسيم كأسلوب لأخذ قطاعات عرضية متعددة عبر شكل ؛ وعليه فهي تجمع بين التصنيع الرقمي والعمارة النحتية من خلال عمل أسطح مزدوجة الانحناء مرتبطة بأشكال البناء المتخصصة فبدلاً من بناء السطح نفسه يستخدم التقسيم سلسه من الأوضاع تتبع خطوطها هندسة. [١١،صـ١٤] كما في الصورة رقم (١٨) .

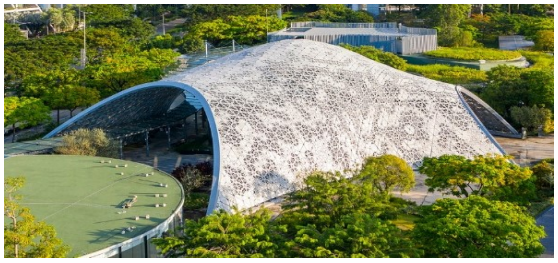
الصورة رقم(١٨) جناح من الخيزران من شركة the best bamboo في بوغوتا، كولومبيا [٢٨]

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

٢- أسلوب التشكيل

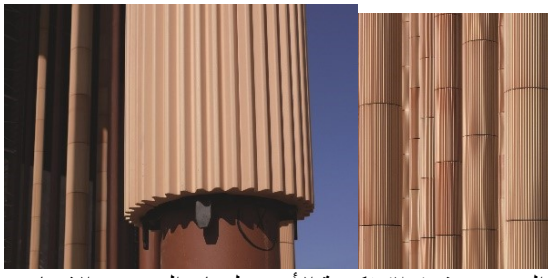
يتم فيه تشكيل المكونات البنائية رقميا[٢،صـ٧٧] ،حيث يتم تطبيقها على الخامات المختلفة كالبثق والطرق والثقب والثني وغيرها وتختلف طرق التشكيل حسب كل خامة وخواصها الكيميائية والفيزيائية وماكينات خاصة بها [١١،صـ١٣]كما في الصورة رقم (١٩) .



الصورة رقم(١٩) BayFornet Suite جناح بايفورنيت بواسطة مختبر الهندسة المعمارية المتقدم SUTD في حدائق الخليج في جامعة سنغافورة في أسيا ٢٠١٩ [٢٩]

٣- أسلوب التكسية

يتم عن طريق مجموعة أشكال مستوية من عنصر تشكيلي واحد مع الاحتفاظ بنسبته أو التغيير فيها من حيث الحجم فتملأ المستوى المراد بمسافات أو بدون مسافات مع المحافظة على شكلها [١١،صـ١٣] كما في الصورة رقم (٢٠) .



الصورة رقم(٢٠) تكسية الأعمدة لجناح المعرض الإسباني في مدينة سرقسطة (Zaragoza)بإسبانيا للمعماري مانجادو (Mangado)[٣٠]

٤- أسلوب التبليط

هي عملية تشمل تطوير أشكال عن طريق تشكيل سطح متماسك دون تعارض لتكون مستوى أو سطح ويمكن أن تكون أي شكل فعلياً طالما أن القطع تتناسب معاً في تكوين محكم يعبر عن مجموعة أشكال هندسية تملأ المستوى ودون تداخلات كالفسيفساء [١١،صـ١٥] كما في الصورة رقم (٢١) .

الصورة رقم(٢١) Fab Lab House مشروع فاب لاب هاوس في كاتالونياCatalonia بإسبانيا ٢٠١٠[٣١]

٥- أسلوب الطي

هو أسلوب يتم فيه تطوير السطوح ثنائيه الأبعاد إلى أشكال ثلاثية الأبعاد، أو تكوينات شكليه ذات خصائص هيكليه [٢،صـ٧٧]،عن طريق عمل علاقات بين أشكال هندسية لتكوين السطح سواء كان مسطح منكسر أو منحني مما يخلق علاقات وطرق ربط وتعشيق جديدة مبتكرة لتراكب هذه الأشكال الهندسية فيكون له القدرة على تحديد هيكلية الأشكال الهندسية مما يؤدى إلى وجود تطورات تصميمية أكثر [١١،صـ١٦]كما في الصورة رقم (٢٢)

الصورة رقم (٢٢) مكتبة شارع في بلغاريا للمعماري رابانا (Rapana)[٣٢]

٦- أسلوب **تحديد المعالم**

هو أسلوب يعيد تشكل السطح بتغيير الخصائص المادية تشكيل بارز ثلاثي الأبعاد من خلال تقطيع مجسم ثلاثي الأبعاد بقطاعات متوازية ليتم إنتاج مسطح معقد التشكيل عن طريق أزاله طبقات

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

المادة المتتالية فهي عملية طرحيه تشبه النحت في أنماط منظمة بخامات ذات ألواح مسطحة[١١،صـ١٧]كما في الصورة رقم (٢٣) .

الصورة رقم(٢٣) جناح الزيز، في مصنع تبغ قديم في أليكانتيAlicante ، إسبانيا [٣٣]

نماذج معمارية توضح إبداع التصنيع الرقمي في نحت المنظومة المعمارية :-

النموذج الأول:- كابينة الكتب في حديقة باوشان ويزدوم باي(Baoshan Wisdom Bay) للعلوم والتكنولوجيا في شنغهاي بالصين.[٣٤]

مصمم المبنى :- المعماري شو ويجو(Show ygu) الأستاذ في كلية الهندسة المعمارية في جامعة تسينغهوا (Tsinghua University)

وصف المبنى :- هي مكتبة ومكان تقدم مساحة للقراءة ومشاركة الكتب وعروض الكتب والمناقشات الأكاديمية ، فهي تبدو كالمقصورة وكأنها قطعة ضخمة من الفخار المنبعج، أو ربما عش دبابير ورقية .يمكن رؤية كل طبقة رقيقة من الخرسانة المطبوعة على سطحها الخارجي للحصول على تأثير نسيجي، والجدار الذي ينحني للترحيب بك في الداخل له سطح متموج مثير للاهتمام خاص به .تم تصميم المقصورة باستخدام برنامجMAYA ، ويمكن أن تستوعب ما يصل إلى ١٥ شخصًا في المرة الواحدة

تنفذ المبنى :- تم بناؤه باستخدام آلات الطباعة التي طورها الفريق بنفسه لم يتم استخدام أي إطار أو قوالب صب جامدة في بناء، حيث قامت مجموعتان من الأذرع الآلية بوضع مادة الألياف الخرسانية التي طورها الفريق خصيصًا بحيث تكون طبقة واحدة في كل مرة حتى تكتمل قمة السقف المقبب إذا أنه يتطلب كل روبوت شخصين للعمل إلا أن هناك حاجة إلى ٤ إلى ٥ أشخاص فقط للإشراف على عملية البناء بأكملها، على عكس الطواقم الأكبر المطلوبة للبناء التقليدي ومن ثم تمتلئ الجدران المجوفة بملاط العزل الحراري ويتم ثقب السقف بواسطة كوة قابلة للتشغيل حتى تتمكن من الاستمتاع بالهواء النقي والقراءة على ضوء الشمس كما في الصور رقم (٢٤) .

الصورة رقم (٢٤) كابينة الكتب في حديقة باوشان ويزدوم باي(Baoshan Wisdom Bay) للعلوم والتكنولوجيا في شنغهاي(Shanghai) بالصين [٣٥]

النموذج الثاني:- جسر في حديقة خليج الحكمة الصناعية في شنغهاي بالصين. [٣٦]

مصمم المبنى:- المعماري شو ويجو(Show ygu) الأستاذ في كلية الهندسة المعمارية في جامعة تسينغهوا

وصف المبنى:- يبلغ طول الجسر أكثر من ٨٦ قدمًا وعرضه ١٢ قدمًا، وله شكل سائل مستوحى من جسر أنتي القديم في تشاوشيان(Zhaoxian) بالصين.

تنفيذ المبنى :- قام فريق العمل بدمج تقنيات مبتكرة مثل إنشاء مسار الطباعة والتصميم الرقمي والتطورات في الطباعة ثلاثية الأبعاد كذراع الروبوت مع أداة الطباعة التي لن تتعرض للانسداد أثناء جلسات الطباعة الخرسانية الطويلة ،حيث استغرق إكماله ٤٥٠ ساعة وكانت التكلفة أقل بمقدار الثلث من الجسر التقليدي ذي الحجم المماثل[٣٨] كما في الصور رقم (٢٥) .

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

الصورة رقم (٢٥) جسر في حديقة خليج الحكمة الصناعية في شنغهاي بالصين [٣٧]

النموذج الثالث:- سوق الأشجار الشمسية الجديد في منطقة مينهانج جنوب غرب شنغهاي في الصين[٣٩]
مصمم المبنى:- الشركة الأسترالية كويتشي تاكادا (Koichi Takada) للمهندسين المعماريين .
وصف المبنى :- هو هيكل على الشكل العضوي تم تشغيله بالطاقة الشمسية اعتمد تصميمه على المحاكاة الحيوية كمبدأ توجيهي ليصبح صديقاً للبشر والبيئة مستوحى من إبداعات الطبيعة الأم ، فهو يتكون من ثلاثة طوابق تمحور حول الأشجار الطبيعية والاصطناعية . [٤٠]
تنفيذ مبنى:- يمتد البرنامج على مساحة أرضية إجمالية تبلغ ٣٤٥٠ مترًا مربعًا (٣٧١٣٥,٤٩ قدمًا مربعًا) .٣٢ شجرة" معمارية مستوحاة من غابات شنغهاي تخلق مظلة محمية يتم تحتها استيعاب أكشاك السوق المعيارية .تمامًا مثل الأشجار الحقيقية، توفر الأشجار الاصطناعية المأوى والظل بينما تسمح بتدفق الهواء النقي عبر المساحات .وبفضل المظلات الشفافة والألواح الشمسية، سيعمل الهيكل أيضًا على توليد الطاقة الخاصة به وإنشاء مساحات داخلية مليئة بالشمس، مما يجعل المتسوقين يشعرون وكأنهم في الخارج. كما في الصور رقم (٢٦) .

الصور رقم (٢٦) سوق الأشجار الشمسية الجديد في منطقة مينهانج (Minhang)جنوب غرب شنغهاي في الصين [٤١]

النموذج الرابع :- متحف اتيله أوديمار بيغيه العشبي) Atelier Audemars Piguet Herbal Museum) في قرية لوبراسوس (Lubrassus) في سويسرا. [٤٢]
مصمم المبنى :- مجموعة بجارك إنجلز في سويسرا
وصف المبنى :- هو عبارة عن جناح حلزوني الشكل مساحته ٢,٥٠٠ متر مربع مغلف بجدار من الزجاج الهيكلي المنحني عدد الألواح المحيطة به ١٠٨ لوح تلتف هذه الجدران الزجاجية المنحنية في اتجاه عقارب الساعة نحو مركز الحلزون، ثم تتحرك في الاتجاه المعاكس، مما يسمح للزوار بالتنقل في جميع أنحاء المبنى بنفس الطريقة التي يتحركون بها من خلال آلية

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

لـف السـاعة كمـا تـم تصـميم الأرضـيات لتناسـب معـالم المنـاظر الطبيعيـة وإنشـاء مسـاحة خطيـة متصـلة داخـل المتحف . (٤٣)

تنفيـذ المبنـى :- هـو عبـارة عـن جـدران زجاجيـة تـدعم السقف الفولاذي هذه الجدران محملة على شبكة نحاسية تعمـل علـى الـتحكم بشـكل سـلبي فـي الإضـاءة الداخليـة ودرجة الحرارة - وهي استراتيجية يدعمها أيضًا السقف الأخضر للمبنى . كما في الصور رقم (٢٧) .

الصور رقم (٢٧) Atelier Audemars Piguet Herbal Museumمتحف اتيله أوديمار بيغيه العشبي في قرية لوبراسوس(Lubrassus) في سويسرا(٤٤)

النمـوذج الخـامس :- حـرب النجـوم تلتقـي بسـيد الخـواتم البيـت العضـوي المسـتقبلي فـي منطقـة تشـيخوف (Chekhov) في موسكو في روسيا . (٤٥)

مصمم المبنى:- شركة نيكو(Niko) للهندسة المعمارية

وصف المبنى :- عبارة عن تصميم عضوي خيالي يشمل المناظر الطبيعية مثل تلة طبيعية تتخللها مناور مدورة ومـداخن تبلـغ مسـاحته ٣٠٠ متـر مربـع ، فهـو تـوازن يـرفض فكـرة وجـود الهندسـة المعماريـة والطبيعـة بشـكل مستقل عن بعضهما البعض ويظهر ذلك في إنشاء توازن يعكس كائنًـا حيًـا ، حيـث إن التركيـب المعمـاري للمبنـى يتطور من الخارج إلـى الـداخل فهـي مترابطـة مـع البيئـة كونها بنية عضوية ذات فلسفة التمثيل الغذائي .

تنفيـذ المبنـى :- تـم بنـاء المنـزل بشـكل أساسـي مـن الخرسـانة المسـلحة المتجانسـة مـع واجهـة زجاجيـة مزدوجة الارتفاع تواجه كلاً من حوض السباحة العاكس وحـوض السـباحة فـي الخـارج، فهـي "امتـداد طبيعـي للطبيعة والمناطق الوظيفية المختلفة للمنزل منفصلة بما يكفـي لتـوفير الخصوصـية والشـعور بالهـدوء والسـكينة، ولكنها متصلة بما يكفي لتشكل وحدة واحدة، بما في ذلك المناطق الخارجية. كما في الصور رقم (٢٨) .

الصور رقم (٢٨) حرب النجوم تلتقي بسيد الخواتم البيت العضوي المستقبلي في منطقة تشيخوف(Chekhov) في موسكو في روسيا(٤٥)

النتائج:

١. إن تقنيـة التصـنيع الرقمـي سـاعدت النحـات علـى ابتكـار تصـميمات مسـتلهمة مـن الطبيعـة وتنفيـذها علـى ارض الواقع.

٢. إن التعـرف علـى نمـاذج تقنيـة التصـنيع الرقمـي تسـاعد ت علـى خلـق طفـرة فـي المنظومـة المعماريـة بتقديم أفكار تصميمة أكثر وضوحا وقابلة للتنفيذ

٣. إن تقنيـة التصـنيع الرقمـي سـاعدت النحـات علـى التوغل في المنظومة المعمارية

٤. إن التعـرف علـى أسـاليب تقنيـة التصـنيع الرقمـي سهلت تنفيذ الأسطح المنحنية في منظومة المعمارية

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

التوصيات:

توصي الباحثة بالعمل على زيادة وعى المجتمع بمزايا التصميم الرقمي الذى يوفر الوقت والجهد والتكلفة ويعطى دقة في التنفيذ مع محاولة تطبيق وممارسة هذه المعرفة من اجل الوصول إلى نتائج جديدة وخلق عقول قادر على التطور.

المراجع: -

١. أحمد محمود صابر محمد:" تكنولوجيا التصميم الرقمي وتأثيرها على شكل العمارة المعاصرة في ضوء الاتجاهات المعمارية الرقمية" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية المجلد ٧ – العدد ٣٤ ،يوليو ٢٠٢٢م

٢. أمينه عبد الجواد عبد الباقي : " استخدام النمذجة الرقمية في محاكاة الأثاث التراثي وإعادة تصنيعه بشكل رقمي" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ،المجلد الخامس ،العدد الرابع والعشرون، نوفمبر ٢٠٢٠م

٣. أيمن محمد عفيفي عامر: " النمذجة الافتراضية ودورها في عملية تصميم المنتجات" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، المجلد ٦، العدد ٢٨ ،يوليو ٢٠٢١م

٤. بسمة نبيل احمد حسن ،وأخرون : " تقنيات التصنيع الرقمي وأثرها على العمارة الداخلية في القرن ٢١" مجلة البحث في التربية وعلم النفس ،كلية التربية جامعة المنيا ،المجلد ٣٣، العدد ٣، يوليو ٢٠١٨ م

٥. سلمى محسن البلاسي : " الاتجاه النحتي في العمارة " مجلة العلوم والفنون التطبيقية، المجلد ٢، العدد ١، يناير٢٠٢٥م

٦. سلمى محسن البلاسي : " فاعلية الذكاء الاصطناعي في تصميم النحت المعماري والعمراني " مجلة العلوم والفنون التطبيقية، المجلد ١١، العدد ١، يناير٢٠٢٤م

٧. سيمون فيرونو ، جيفري تورينجتون ، جاكوب هلافكا "الطباعة ثلاثية الأبعاد عملية الإنتاج في المراحل النهائية تحول سلسلة الإمداد " بحث منشورة ، مؤسسة RAND منظمة غير ربحية ،١١ أغسطس ٢٠١٧م

٨. عبد الباقي غازي حسين " محاضرات الثالثة في الإنشاء التقني بعنوان العمارة الرقمية -التصنيع الرقمي في العمارة" المرحلة الرابعة قسم هندسة العمارة جامعة المستنصرية ، العراق ، ٢٠٢٠-٢٠٢١م

٩. محمد عبد الحفيظ هارون ،إسلام محمد السيد هيبه "التحول الرقمي كمدخل لتنمية التفكير الإبداعي لدى دارسي النحت" المجلة العلمية لكلية التربية النوعية ، العدد ٣٢، مجلد ١، نوفمبر٢٠٢٢م

١٠. مدحت مبروك زيدان، محمد محمد يحيي، أحمد صلاح عبد العظيم محمد " نظم التصنيع الرقمي بين النظرية والتطبيق "تطبيقاً على أنظمة الأسقف المعدنية" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ،المجلد ٨، العدد ٣٩، مايو ٢٠٢٣م

١١. مهيتاب السيد أحمد محمد أحمد "الفكر التصميمي المعاصر وعلاقته بتكنولوجيا التنفيذ في ظل عصر الثورة الرقمية" بحث منشور ،المؤتمر الدولي الثالث عشر الأبداع والتكنولوجيا ،كلية الفنون الجميلة ،جامعة المنيا،١٥-١٧ أبريل ٢٠١٩م

١٢. هبة سيف النصر محمد على " أثر التقنيات الرقمية على الفنون التشكيلية "مجلة International Journal of Artificial Intelligence and Emerging Technology المجلد ٣ ، العدد ٢ ، ٢٠٢٠ م

١٣. هويدا عبد المنعم أحمد سراج الدين " النظرية الإبداعية بين النحت والعمارة المعاصر" مجلة بحوث في التربية الفنية والفنون ، جامعة حلوان ، المجلد ٢١، العدد ٣، أبريل ٢٠٢١م

14. https://my.clevelandclinic.org/locations/directions/205-cleveland-clinic-lou-ruvo-center-for-brain-health--las-vegas (31/1/2024)

15. https://www.structuralweb.it/cms/it300-inaugurata-la-stazione-av-mediopadana-.asp (31/1/2024)

16. https://discover.hubpages.com/education/Modern-Architecture-in-Manchester-UK(1/2/2024)

17. http://ahkeelak.com/ar/articles/components-of-the-education-technology-system (31/1/2024)

18. https://vimeo.com/71883098 (1/2/2024)

19. https://www.dezeen.com/2010/11/15/chengdu-contemporary-art-centre-by-zaha-hadid-architects / (31/1/2024)

20. https://www.designboom.com/architecture/dubai-opera-house-by-zaha-hadid / (31/1/2024)

21. https://www.sharvainprojects.com/projects/dr-chau-chak-wing-building-uts / (11/3/2024)

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

22. https://hiddenarchitecture.net/htwooexpo/(11/3/2024)
23. https://zmorph3d.com/blog/multi-material-architectural-model/(11/3/2024)
24. https://architizer.com/blog/inspiration/industry/subtractive-manufacturing-architecture /(11/3/2024)
25. https://www.ebay.com.au/itm/293693911325 (11/3/2024)
26. https://www.designboom.com/architecture/lacime-architects-the-wave-museum-china-08-10-2020 / (28/2/2024)
27. https://www.3dnatives.com/en/blobee-break-codes-of-architecture-041120204/ (14/3/2024)
28. https://thebestbamboo.com/engineering-bamboo-structures (14/3/2024)
29. https://parametric-architecture.com/innovative-architecture-in-the-tropics-bayfront-pavilion-by-sutd-advanced-architecture-laboratory (14/3/2024)
30. https://architecturetoday.co.uk/custom-made#/ (14/3/2024)
31. https://archello.com/project/the-fab-lab-house (14/3/2024)
32. https://www.archdaily.com/883413/parametric-design-helped-make-this-street-library-out-of-240-pieces-of-wood?ad_medium=gallery (14/3/2024)
33. https://parametric-architecture.com/cicada-pavilion-a-morphogenetic-structure-in-an-old-tobacco-factory-in-alicante-spain/ (14/3/2024)
34. https://www.archdaily.com/959283/a-robot-3d-printed-concrete-book-cabin-professor-xu-weiguos-team (25/3/2024)
35. https://dornob.com/read-beneath-a-giant-skylight-in-this-3d-printed-concrete-book-cabin/ (25/3/2024)
36. https://www.designboom.com/architecture/shanghai-3d-printed-concrete-bridge-jcda-01-21-19/ (25/3/2024)
37. https://www.chinadaily.com.cn/a/201812/25/WS5c21a220a3107d4c3a002ba3_2.html (25/3/2024)
38. https://www.alamy.com/view-of-the-worlds-largest-3d-printed-concrete-bridge-at-wisdom-bay-in-baoshan-district-shanghai-china-23-february-2019-the-worlds-largest-pe-image261353788.html (25/3/2024)
39. https://www.designboom.com/architecture/32-solar-trees-shanghai-marketplace-koichi-takada-architects-05-05-2021/ (25/3/2024)
40. https://koichitakada.com/projects/solar-trees-marketplace/ (25/3/2024)
41. https://www.archdaily.com/1010230/solar-trees-marketplace-koichi-takada-architects/6560f4000ca0c3354648a3b1-solar-trees-marketplace-koichi-takada-architects-photo?next_project=no (25/3/2024)
42. https://www.archdaily.com/938537/atelier-audemars-piguet-museum-big (25/3/2024)
43. https://hommes.studio/journal/big-interior-design-inspirational-spiral-museum-in-the-swiss-mountains/ (25/3/2024)
44. https://www.dezeen.com/2020/04/22/big-musee-atelier-audemars-piguet-in-the-swiss-mountains/(25/3/2024)
45. https://dornob.com/star-wars-meets-lord-of-the-rings-futuristic-organic-house-in-russia/(25/3/2024)
46. https://www.rand.org/ar.html (28/2/2024)

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

Abstract

The research problem appears in identifying digital fabrication technology and its role in developing the creativity of the sculptor and architect in designing and implementing buildings within the architectural system. The research revolves around identifying the models, processes and methods that digital fabrication technology follows in sculpting the architectural system. Accordingly, the research attempts to answer this question. By citing some existing examples that help the sculptor enter the architectural system and create creations in it, as digital manufacturing technology helped create curved architecture; Therefore, the research method presents the descriptive and analytical aspect. One of the most important findings reached by the researcher is that it is necessary to keep up with the times and be informed of all its developments, not only in the design process but also in the implementation process, as sculptural architecture is inspired by nature, which was difficult to implement in the past, but with the emergence of digital manufacturing technology, it has become easy as it has helped to Implement whatever comes to mind and whatever is organic is a curve, It has become an essential means in the architectural system that helps unleash and create millions of ideas, which will give the architectural sculptor the largest share in shaping the architectural system

.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)