Journal of
Design Sciences and Applied Arts

استحداث منهجية لتصميم وتجميع النظم المعدنية رباعية الأوجه بالإستفادة من مبادئ التصميم البارامتري (دراسة تطبيقية)

أحمد صلاح عبد العظيم محمد [١] شيماء جابر مصطفي حسن [١] مدحت مبروك زيدان [٢]

١- المدرس المساعد بقسم تصميم الأثاث والإنشاءات المعدنية - كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان- مصر
٢- أستاذ التصميم بقسم تصميم الأثاث والإنشاءات المعدنية – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان- مصر

Submit Date: 2020-05-11 06:57:06 | Revise Date: 2021-05-30 21:44:37 | Accept Date: 2021-06-02 09:24:43

DOI: 10.21608/jdsaa.2021.28859.1041

ملخص البحث:-

أصبح استخدام العديد من الأنشطة المختلفة في حياتنا اليومية يعتمد على تطبيقات مبنية على لغات البرمجة، سواء عند استخدام الهاتف، الانترنت، البيع والشراء، ....الخ. ولذلك فإن تعاملنا مع لغات البرمجة والآلة يجب ألا تقل أهمية عن لغاتنا نحن البشر، ولغة البرمجة تختلف عن اللغات المنطوقة فالأخيرة تعلمها يكون من خلال النطق والإستماع والكتابة، أما الأولي فهي القدرة علي التفكير كما يفكر الحاسب الآلي من خلال تجزئة المشاكل وايجاد الحل المناسب لها. ومن خلال البرمجة يصبح إنجاز الأعمال أسرع بكثير من القيام بها بشكل اعتيادي بدون البرمجة الي جانب أنها تُعزز القدرة علي التوصل الي حلول أكثر ابداعاً. فهناك العديد من الشركات ذات التخصصات المختلفة والتي تعاني من صعوبة شرح وتفسير ما تريده بشكل دقيق للموظفين العاملين بها، ولكن من خلال وجود برنامج خاص يشمل كل المعلومات المُعقدة التي تريدها الشركة فإن ذلك يُسهل من طريقة عملها داخل بيئتها الخاصة. واذا نظرنا الي جوانب الحياة (الطبية والهندسية والإدارية والتجارية و...الخ) سوف نجد أن جميع تلك المجالات تعتمد علي تطبيقات البرمجة المختلفة، لاسيما في المجال الصناعي بشكل عام وفي مجال صناعة الألومنيوم المعماري بشكل خاصوالذي أصبحت التكنولوجيا الحديثة فيه تُمثل التحدي الأكبر للتطور والتوسع والانتشار وزيادة القدرة التنافسية للمؤسسات.

الكلمات المفتاحية:-

التصميم البارامتري
Parametric Design
قطاعات الألومنيوم
Aluminum sections
– الهرم الرباعي pyramid

• تتلخص مشكلة البحث في:
-صعوبة تصميم وتجميع الأشكال غير النمطية بقطاعات نمطية سابقة التجهيز (نصف مصنعة) من الألومنيوم.
- زيادة تكاليف تصميم وتجميع النظم المعدنية رباعية الأوجه (الهرم الرباعي) باستخدام نظم التصنيع التقليدية.

•هدف البحث:
- تطويع القطاعات سابقة التجهيز (نصف مصنعة) من الألومنيوم لتصميم وتجميع أشكال وهيئات غير نمطية باستخدام برامج الحاسب الآلي البارامترية.
-زيادة فاعلية العزل (الصوت، الأتربة والمياه) للنظم المعدنية رباعية الأوجه (الهرم الرباعي).

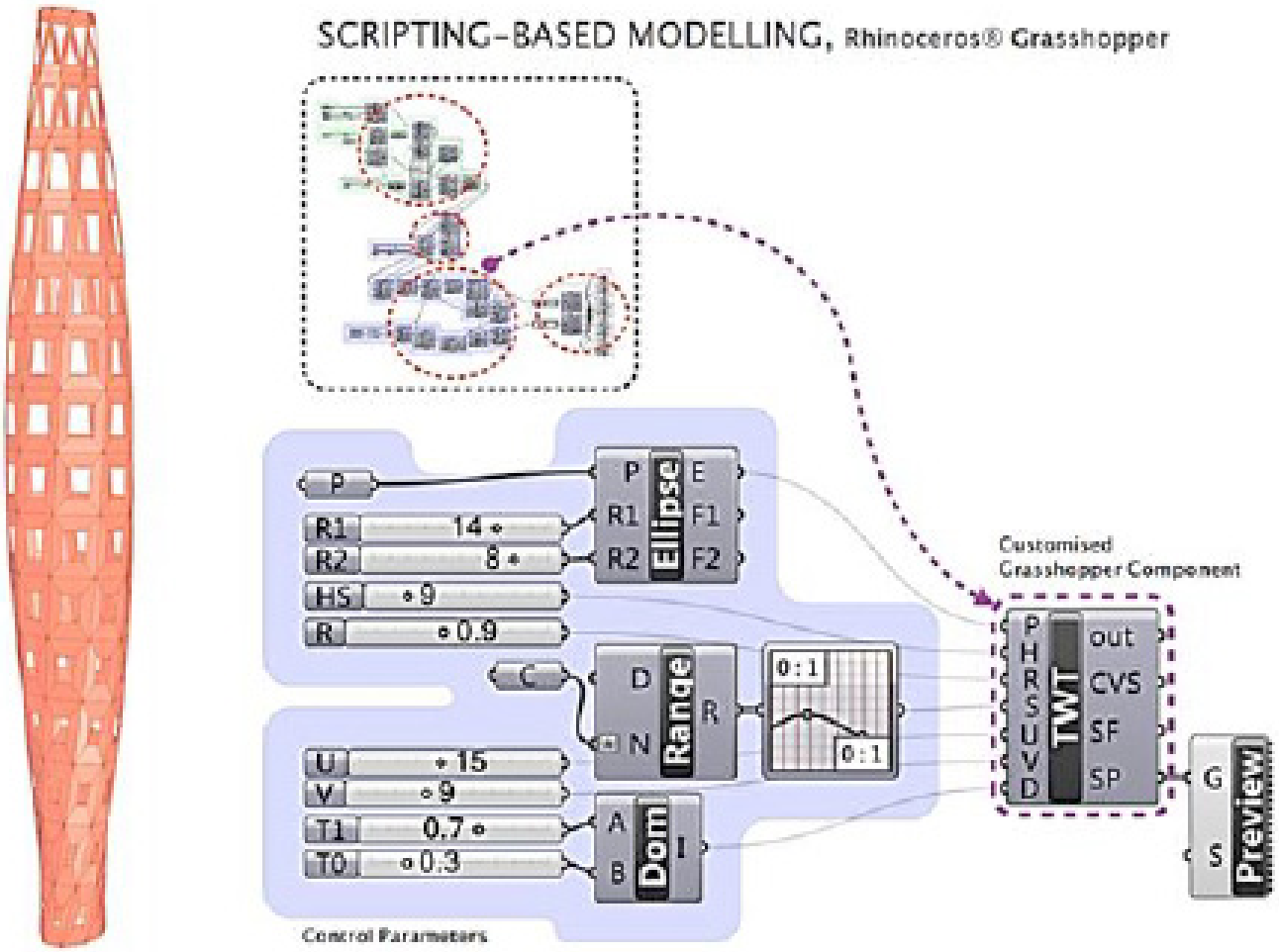
•أهمية البحث:
تعزيز القدرة التنافسية للنظم المعدنية سابقة التجهيز (نصف مصنعة) من خلال استحداث أساليب تصميم وتجميع غير نمطية.

فرض البحث:
أنه بدراسة وتحليل بعض النظم المعدنية في الأشكال رباعية الأوجه التقليدية من خلال منظور التصميم البارامتري، يُمكن ابتكار وتطوير منظومة لتصميم وتجميع وتطويع القطاعات لتصميم وتجميع أشكال وهيئات غير نمطية.

• منهجية البحث:
يتبع البحث المنهج الوصفي في الدراسات النظرية والمنهج التجريبي في الإطار العملي.

تعريف بأهم مصطلحات البحث:
- التصميم البارامتري: هو عملية تعتمد على التفكير الخوارزمي والعمليات الرياضية المختلفة التي تتيح التعبير عن المتغيرات والقواعد التي تُحدد وتوضح.

العلاقة بين هدف التصميم واستجابة التصميم، والتأثير علي احدي هذه المتغيرات يؤثر علي كاملها. ومن خلال استخدام البرمجة يتم تحقيق التمايز والترابط بين عناصر ومكونات التصميم من أجل تكثيف الترابط الداخلي والخارجي للعناصر المكونة للبناء التصميمي ضمن سياقات مُعقدة.)
- النظام: يُعرف النظام بأنه مجموعة من الأجزاء التي ترتبط مع بعضها وفق علاقة متبادلة تسير على معايير محدّدة لأجل إنتاج هدف معيّن، ويتكوّن النظام من مدخلات، يتم إجراء العمليّات المطلوبة للوصول إلى المخرجات التي تكون ضمن مواصفات معيّنة حُددت مسبقاً.
-النظم المعدنية رباعية الأوجه (تعريف اجرائي):
المقصود بها في هذه الدراسة أنظمة الأسقف الزجاجية (Sky



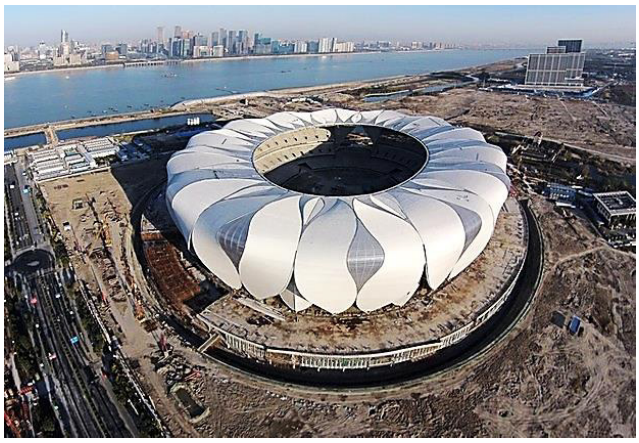
Lights) ذات الشكل الهرمي رباعي القاعدة والمصنوعة من قطاعات الألومنيوم كعناصر انشائية وخامة الزجاج كتكسية للأوجه.

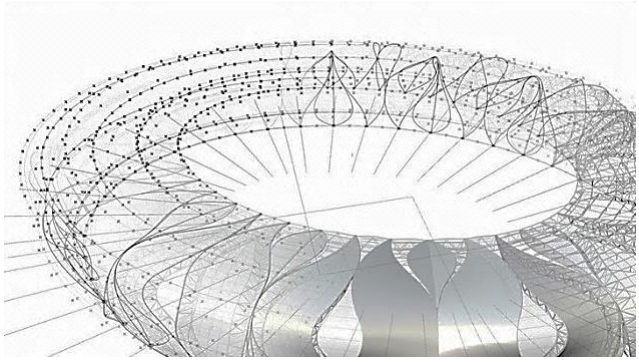
•المحور الأول : التصميم البارامتري: Parametric Design

تُعتبر أدوات التصميم المختلفة هي السبيل الوحيد الذي يربط بين فكر المصمم وما بداخله والمنتج المراد الوصول إليه
- يُساعد علي تقليل الهدر في الخـامـات وبالتالي تقليل التكلفـة وسعر المنتج بما يجعله أكثر تنافسية.
- يسمح للمصمم بإدخال البارامترات العددية أو الأشكال في التصميم.
- يسمح للمصمم باكتشاف الأخطاء أو المشكلات في التصميم وبالتالي تلافيها مما يُقلل من تكلفة تصحيح الأخطاء في التصميم والتصنيع.
يهتم بتضمين التفاصيل الخاصة بالبارامترات الداخلة في التصميم التي تساعده علي ايضاح ما يدور في ذهنه من أفكار مختلفة، إلا أنه مع التطور السريع الذي أحدثته التكنولوجيا الرقمية في المجالات المختلفة أصبحت الوسائل والأدوات التقليدية في التصميم غير مجدية للوصول الي نتائج غير تقليدية. ويُعد التصميم البارامتري من أحدث التقنيات الجديدة المستخدمة في التصميم والإنتاج في العمارة بشكل عام وفي بعض الصناعات بشكل خاص، وعُرف بأنه استخدام برامج الحاسب الآلي وأدواته لتوضيح العلاقات بين الأجزاء والبارامترات الداخلة في التصميم بحيث تُراعي وظيفة المنتج مع الأخذ في الإعتبار الشكل الجمالي. وعُرف أيضاً بأنه استخدام الحاسب الآلي وأدواته بما يُتيح للمُصمم العديد من البدائل التي يُمكنه الإختيار بينها بما يُحقق الوظيفة من التصميم مع امكانية التعديل في التصميم عن طريق الحذف أو الإضافة أو التعديل في البارامترات الداخلة فيه، فالتصميم البارامتري يسمح للمصمم بإجراء التعديلات للوصول الي أفضل الحلول لما يُقابله من مشكلات سواء في مرحلة التصميم أو التصنيع. ويسمح التصميم البارامتري أيضاً للمصمم بإجراء تعديلات في قيم البارامترات الداخلة في التصميم والتوصل الي تصميم جديد بناءً علي هذه التعديلات دون الحاجة الي إعادة الخطوات أو الرسم مرة أخري. كما يُتيح التصميم البارامتري من تقديم تغذية راجعة للمُصمم يوضح فيها أية مشكلات قد تظهر في مرحلة التصميم أو في مرحلة التصنيع ليُمكن تداركها وايجاد الحلول لها. كما يسمح للمصمم بالتعامل مع الأشكال غير التقليدية وتضمينها في التصميم كما يسمح للمصمم من خلال إعطاء الأمر للبرنامج الحاسوبي بحساب الخامات المُتعددة المطلوبة لتنفيذ التصميم وعملية التصنيع. كما يسمح للمصمم بأن يُضمن البارامترات الأساسية وإضافة البارامترات الجديدة الداخلة علي التصميم والتي قد تتضمن تسعير المنتج مثلاً أو حساب الخامات أو تغيير أو تعديل شكل المنتج.

١-١ خصائص التصميم البارامتري: Parametric Design characteristics

- يسمح بإجراء التعديـلات في أي مرحـلة من مراحل التصـميم دون إعادة الخطوات أو الرسم.
- يُساعد علي تحديد العلاقات بين البارامترات (المتـغيرات) الداخلـة في التصميم بشكل دقيق مع المرونة في التـطوير أو التعديل في قيـم البارامترات الداخلة في التصميم.
-يُقدم للمُصمم العديد من الحـلـول للمشـكلات التـي قد تواجـهه أثناء التصميم أو التصنيع بما يُتيح له اختيار أفضل البدائل.





ملعب هانغشتو الأولمبي، الصين 2018م، تم استخدام مبادئ وأسس التصميم البارامتري في تصميم كتلته المعمارية.

١-٢ أهم البرامج المستخدمة في إعداد التصميم البارامتري: Parametric Programs

من أهم البرامج التي تُستخدم في إعداد النماذج البارامترية برنامج كاتيا الذي ظهر عام 1976م عندما قامت شركة داسول الفرنسية بإنتاج برنامج يُساعد علي تصنيع الطائرات، ثم تم تطويره ليدخل في صناعة السفن والسيارات، ثم تم بيعه لشركة IBM ودخل في مجالات عديدة منها العمارة عن طريق المعماري فرانك جيري. ولأن أفكار المعماري جيري كانت غير تقليدية، فقد واجه مشاكل وصعوبات في تنفيذها، مما جعله يتجه الي استخدام البرنامج لتنفيذ تلك الأفكار، وحينها وجد أن كاتيا ينقصه العديد من الإجراءات لتطويعه لمجال التصميم المعماري وأنه يحتاج الي تطوير. وكان الحل في اعادة اعداد خطوات التصميم واجراءات التنفيذ في شكل بنائي معلوماتي الي جانب دراسة ماكينات التصنيع وتوقيع الأسطح رقمياً واستنتج ما يلي:
- أن كل مراحل التصمـيم لا بد أن يكون لها تداخل ودمـج مع عملية التصنيع وخطوات التنفيذ.
- لابد من فهم خصائص وقواعد المنحنيات والأشكال غير التقليدية حتي يكون من السهل تمثيلها رقمياً في عملية التصميم والتصنيع.
- ضرورة وضع خطة منهجية لإدارة منظومة البناء الرقمي.
أن النماذج الرقمية أصبحت من أهم العوامل الرئيسية لبناء المبني والحفاظ علي جميع قيمه الوظيفية والجمالية وبما يتوافق مع القيمة الإقتصادية. ومن أحد الأنظمة المستحدثة كانت أنظمة الألومنيوم التي استخدمت في العمارة بشكل واسع الي يومنا الحالي. ويُعرف النظام بأنه ذلك الكل المُكون من عناصر وأجزاء مترابطة ومتكاملة فيما بينها. أى أن النظام يجب أن يحتوي على عنصرين كحد أدنى يربط بينهما علاقة تفاعلية يتشكل فى إطارها النظام كوحدة واحدة متكاملة ومتناغمة. وتُتيح النظم

المختلفة للألومنيوم بشكل عام مرونة فى التصميم واتساع فرص الإختيار والتنويع حيث تتمثل المرونة التصميمية فى القدرة على التحكم والتغيير والتعديل وإعادة التنظيم كما تتمثل فى الكفاءة الإستخدامية الناتجة عن تنوع المفردات وامكانيات التكوين الحر، كما تتيح إمكانية الفك والتركيب من خلال إجراءات الوصل المؤقت مما يلبى عدد من الوظائف الخاصة ويُحقق إمكانية فك التكوينات دون إتلاف العناصر والمكونات مع سهولة النقل والتشوين والصيانة. وأيضا تتيح النُظم المُشار إليها قابلية التطويع لإستعمالات جديدة وتغيير الإنتفاع سواء كان ذلك جزئيا أو كلياً وبالتالى يخضع النظام لفكرة إعادة الإستخدام وهو ما يؤثر وبظهور هذه الأساليب والتقنيات، أصبح المجال واسعًا لابتكار وتطوير أنظمة جديدة تخدم الفكر التصميمي الحديث المبني علي الخامات الجديدة والتقنيات المُستحدثة.

• المحور الثاني: النظم المعدنية رباعية الأوجه:

قديماً اقتصر إكساء الفراغات الداخلية والخارجية على استعمال عدد محدود من المواد الأولية، مثل: (الطين، الجص، الأخشاب، الحجارة، الرخام، ..الخ)، هذه المواد رغم قلة عددها ومحدودية أصنافها، كانت كافية لتجهيز فراغ داخلي يُلبي جميع الشروط الأساسية الحياتية. الا أنه بقيام الثورة الصناعية في أواخر القرن الثامن عشر حدثت طفرة ونقلة نوعية تمثلت في تطور المهارات التقنية والإنشائية، وظهور عدد من المواد الجديدة، كالخرسانة المسلحة والهيكل الفولاذي والزجاج، والتي ظهرت نتائجها في تصميم الجسور والبيوت الزجاجية في انجلترا وألمانيا وفرنسا وغيرها، وتبلورت تقنية الفكر المعتمد على الآلة، في منتصف القرن التاسع عشر، حيث ظهرت خصائصه المتميزة في بناء القصر البلوري) (من قبل المعمارى جوزيف باكستون Joseph Paxton في لندن عام ١٨٥١، والذي تمثل في استخدام الوحدات المتكررة من الزجاج والحديد، وهو ما أحدث نقطة تحول كبيرة في مفهوم العمارة الحديثة

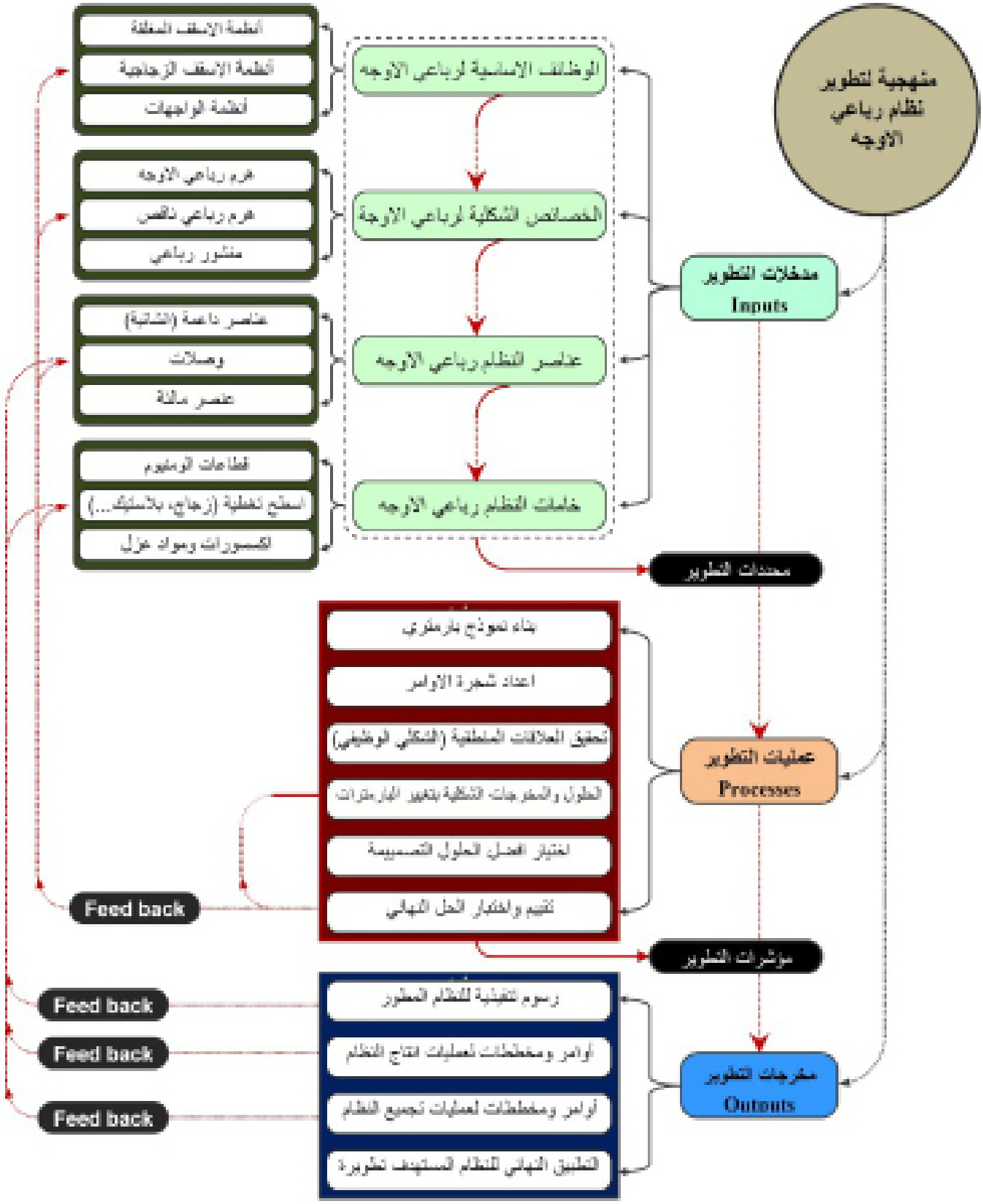
القصر البلورى – جوزيف باكستون 1851م.

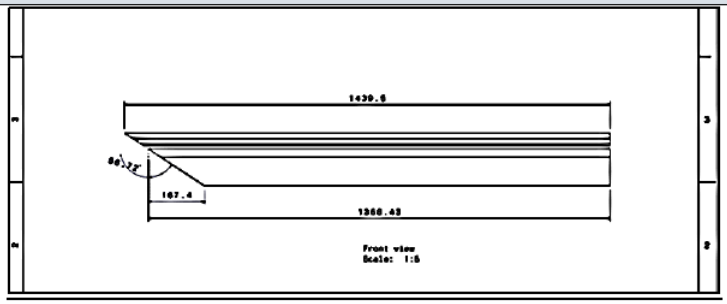
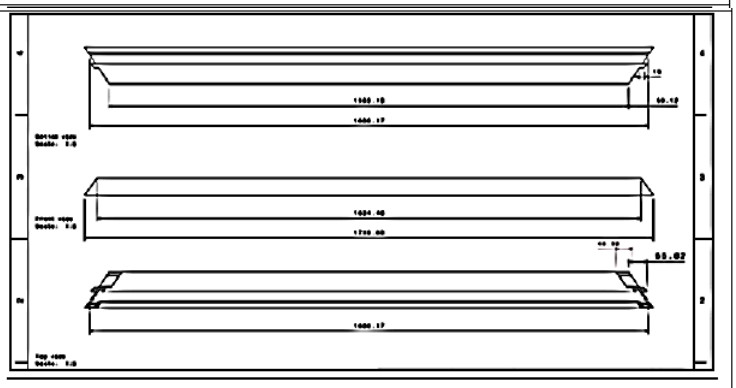
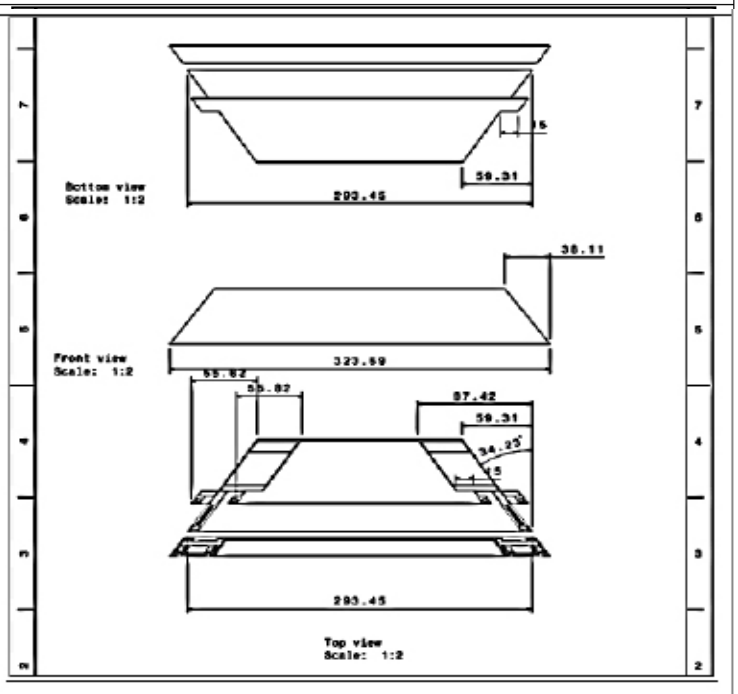
المحور الثالث: النظام البارامتري المُقترح:

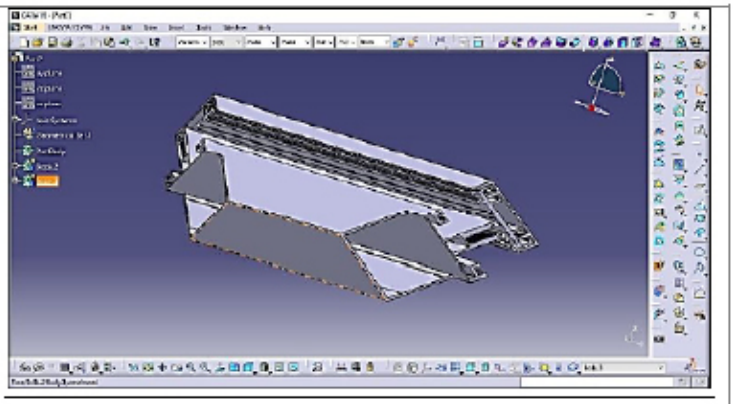
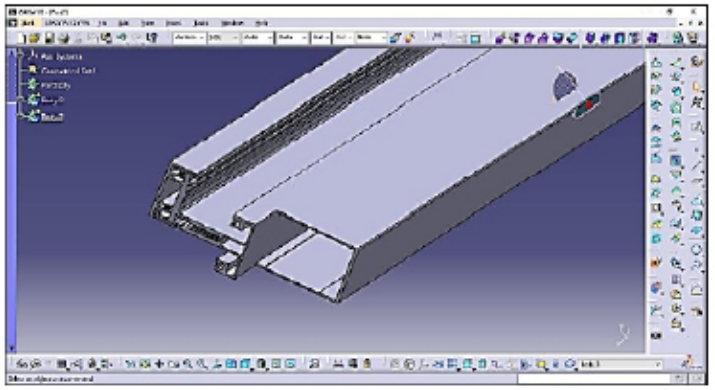
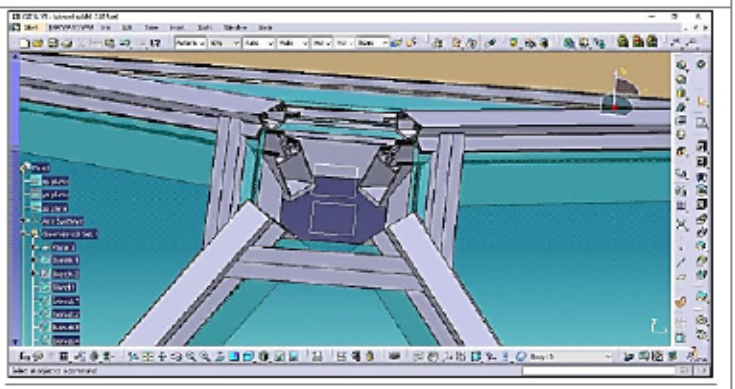
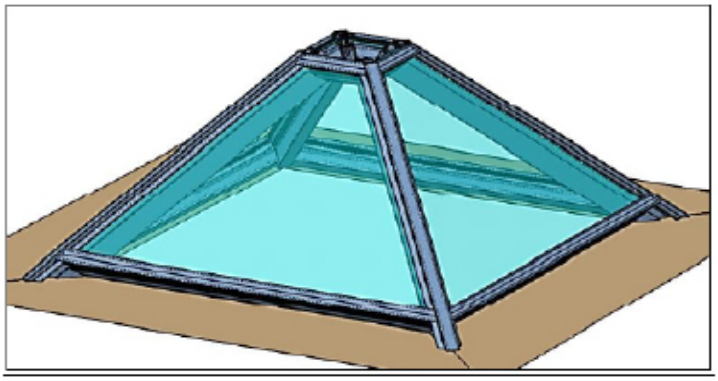
في الطرق التقليدية لتصميم وإنتاج وتجميع الأسقف الزجاجية رباعية الأوجه تتوقف مدي جودة المنتج النهائي علي تراكم خبرات ومهارات وابداعات المصمم القائم عليها، وبما أن التصميم يعتبر عملية ابداع وابتكار وفقاً لقواعد ومنظومات علمية هندسية ناتجة من قيم وثقافات متعددة، أصبح يتضح جلياً دور الحاسب الآلي في هذه العملية من خلال امكانياته المتعددة والتي من خلالها أصبح تصميم الأشكال المعقدة أكثر سهولة ويسر، كما أصبحت العملية الإنتاجية من خلال تطبيقات الحاسب الآلي أكثر دقة وجودة وأيسر في التنفيذ مع توفير الوقت وتقليل الهادر من الخامات بما يزيد من القدرة التنافسية للمؤسسات الإنتاجية. ومن هذا المنطلق كانت فكرة التطبيق تدور حول استحداث نظام بارامتري بمساعدة الحاسب الآلي من خلاله يتم تصميم وتصنيع الأنظمة المعدنية رباعية الأوجه بسهولة ويُسر بالرغم من تعقديها دون الحاجة الي وجود مصمم ذو خبرة أو فني ماهر. ومن خلال هذا المنطلق تم استخدام برنامج كاتيا في استحداث هذا النظام من خلال الخطوات التالية:

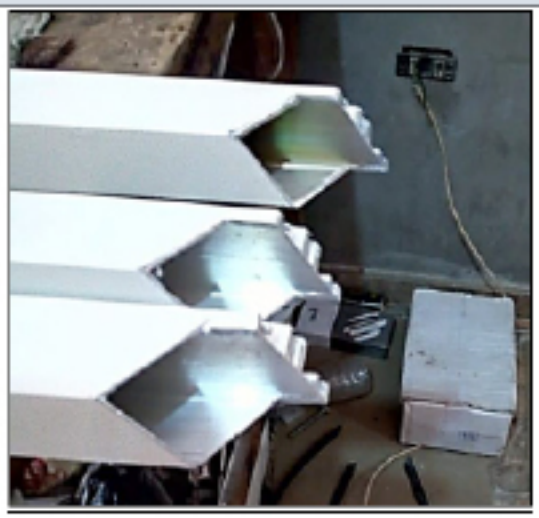
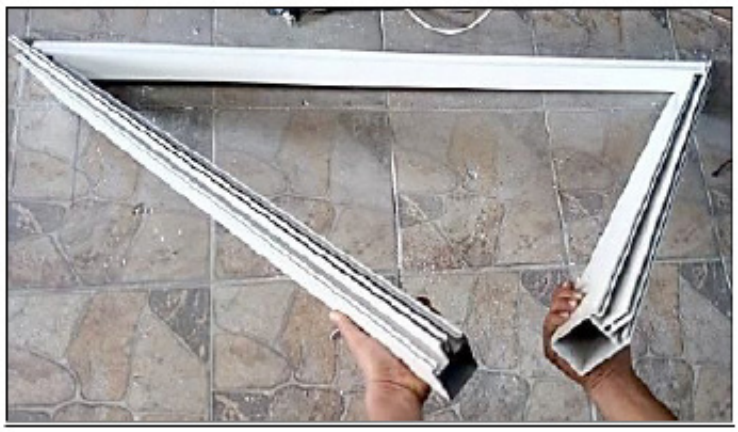
1- تم رسم القطاعات المطلوبة بمقاساتها الحقيقية وتفاصيلها المختلفة علي الأوتوكاد (قطاع القائم – قطاع العوارض – قطاع ضاغط الزجاج – قطاع الغطاء الخارجي – قطاع الزوايا المنفرجة).
2- ادخال القطاعات المرسومة من أوتوكاد الي كاتيا.
3- تحديد مقاس قاعدة الهرم الرباعي وارتفاعه وعدد الأوجه المطلوب (4 أوجه في هذا التطبيق).
4- بدء العمليات المختلفة وصياغة شجرة الأوامر لتحقيق العلاقات المنطقية بين العناصر المختلفة بشكل بارامتري للوصول الي التصميم المقترح.
5- مراجعة العلاقات المختلفة بين القطاعات الألومنيوم والزجاج وعمل حصر بالخامات المطلوبة.
6- تنفيذ العينة الأولي للتحقق من النتائج المُستخرجة من البرنامج للنظام المُقترح.
7- التأكد من مطابقة جميع الأبعاد والمواصفات للتصميم المقترح ومراجعتها.
8- تنفيذ المنتج النهائي.

وبالتحقق من النتائج السابقة، أصبحت عملية تصميم وتصنيع النظم المعدنية رباعية الأوجه للأسقف الزجاجية الهرمية سهلة ويسيرة، وأصبح التعديل علي المقاسات المختلفة (سواء مقاسات قاعدة الهرم أو ارتفاعه) لا يستلزم وجود مصمم ذو خبرة وكفاءة حيث أنه بإمكان أي شخص أن يغير من قيم تلك البارامترات، وفوراً تتغير جميع النتائج والمقاسات المختلفة المستخدمة في التصنيع وكذلك يختلف حصر الخامات وفق هذا التعديل.

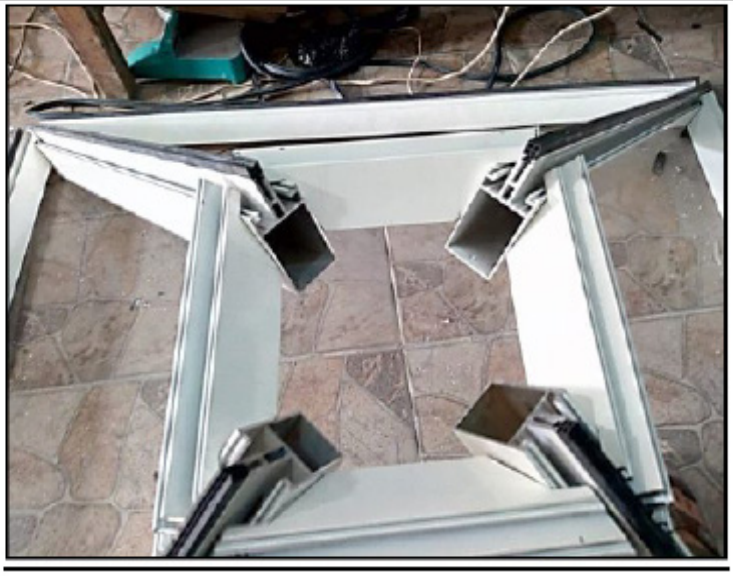

منهجية لتطوير نظام رباعي الاوجه
مدخلات التطوير Inputs
الوظائف الاساسية لرباعي الاوجه
الخصائص الشكلية لرباعي الاوجة
عناصر النظام رباعي الاوجه
خاصات النظام رباعي الاوجه
انظمة الاسقف المعلقة
انظمة الاسقف الزجاجية
أنظمة الواجهات
فرم رباعي الاوجه
فرم رباعي ناقص
منشور رباعي
عناصر داعمة (انشائية)
وصلات
عنصر مالئة
قطاعات الرخيوم
اسطح تغطية (زجاج، بلاستيك...)
الكسوارات ومواد عزل
محددات التطوير
عمليات التطوير Processes
بناء نموذج بارمتري
اعداد شجرة الاوامر
تحقيق العلاقات المنطقية (الشكلي الوظيفي)
الحلول والمخرجات الشكلية بتغيير البارمترات
اختيار افضل الحلول التصميمية
تقييم واختيار الحل النهائي
Feed back
مؤشرات التطوير
رسوم تنفيذية للنظام المطور
أوامر ومخططات لعمليات انتاج النظام
أوامر ومخططات لعمليات تجميع النظام
التطبيق النهائي للنظام المستهدف تطويره
Feed back
Feed back
Feed back
مخرجات التطوير Outputs

التطبيق ومراحل التصميم والتجميع والتركيب للنموذج المُقترح	
الشكل	**الوصف**
مرحلة التصميم	
	توضح الصورة المسقط الجانبي للقائم بمقاساته وزوايا قطعه – العدد المطلوب 4 قوائم.
	توضح الصورة المساقط المختلفة للعارضة الكبري السفلية ويظهر من خلالها مقاسات التصنيع اللازمة، وشكل القطع المُراد من اتجاهات مختلفة – العدد المطلوب 4 عوارض.
	توضح الصورة المساقط المختلفة للعارضة الصغري العلوية ويظهر من خلالها مقاسات التصنيع اللازمة، شكل القطع المُراد من اتجاهات مختلفة – العدد المطلوب 4 عوارض.

توضح الصور لقطات منظورية لشكل القطع المطلوب في العوارض العلوية والسفلية لمساعدة الفني علي تخيل الشكل النهائي وتدارك الأخطاء قبل حدوثها.	 
توضح الصورة العلاقات بعد تجميع القوائم مع العوارض العلوية والسفلية، وكذلك بعد تركيب الزجاج وضاغط الزجاج والغطاء الخارجي.	 

مراحل التصنيع	
	توضح الصورة شكل العوارض الافقية المجمعة للنظام المعدني رباعي الأوجه بعد تقطيعها بالزوايا المطلوبة كما هو مُرفق بالرسومات التنفيذية الناتجة عن مرحلة التصميم. والصورتين الأخيرتين يوضحان شكل الوجه الواحد بعد تجميع العارضة السفلية مع القائمين.
	

توضح الصور شكل العلاقة الزاوية بين العوارض والقائم بعد تجميع وجهين من الهرم الرباعي.	
توضح الصورة الأولي العلاقات الأربعة بين القوائم والعوارض السفلية بعد تجميعها وشبه اكتمال الشكل النهائي للنظام المعدني رباعي الأوجه. والصورة الثانية توضح الشاسيه المعدني للنظام فور اكتمال تجميع عناصره.	

	صورة توضح الشكل النهائي لطريقة تركيب العوارض العلوية مع القوائم الأربعة وفق ما تم تصميمه مسبقاً.
	صورة توضح الشكل النهائي بعد تركيب الغطاء العلوي.

مرحلة التركيب	
	الصورة تُوضح تركيب الزجاج علي الشاسيه الألومنيوم للأوجه الأربعة.
	والصورتين يوضحان الشكل بعد تركيب ضاغط الزجاج والغطاء الخارجي وتركيب جميع الجوانات اللازمة للعزل (الأتربة ومياه

	الأمطـــار واحكـــام وعـــزل الصوت).
	الصـــورة توضـــح العلاقـــة الشـــــكلية الجماليـــــة للمنتج من الأسفل.

• **المحور الرابع: النتائج:**

١- يُقدم النظام البارامتري المقترح إمكانية إجراء تعديلات في قيم البارامترات الداخلة في تصميم النظم المعدنية رباعية الأوجه والتوصل الي تصميم جديد لها وفق التعديلات دون الحاجة الي إعادة الخطوات وكذلك تقديم تغذية راجعة للمُصمم يوضح فيها أية مشكلات قد تظهر في مرحلة التصميم أو في مرحلة التصنيع ليُمكن تداركها وايجاد الحلول لها.

٢- توصل البحث إلى فاعلية النظام المقترح في استحداث أنماط شكلية مبتكرة للنظم المعدنية رباعية الأوجه تتيح سهولة وجودة في التصنيع والتركيب عبر التطبيق على نموذج لهرم رباعي الأوجه تم توظيفه كسقف زجاجي معدني. Sky Light

٣- أمكن قياس النموذج التطبيقي افتراضيا من خلال برامج الحاسب المستخدمة لبيان مدى كفاءته من الناحية الوظيفية والانشائية والاقتصادية مقارنة بوسائل التصميم والتصنيع والانشاء التقليدية.

٤- قدمت التقنيات الرقمية امكانات هائلة ساعدت في تفرد نتائج النظم المعدنية بالاستعانة ببرامج الحاسب الآلي البارامترية.

٥- باختبار المنتج التطبيقي، اتضحت فاعلية عزل الصوت والإحكام ضد الأتربة وكذلك عدم تسرب المياه من خلال طريقة التركيب المقترحة.

٦- من خلال النظام المقترح تم الحد من حدوث أية أخطاء أثناء عملية التصميم والتصنيع مما يضمن منتج نهائي خالي من العيوب.

٧- من خلال النظام البارامتري المقترح تتضح سرعة الوقت المستهلك في عملية تصميم واصدار أمر تنفيذ النظم المعدنية رباعية الأوجه، الي جانب عدم الإحتياج الي شخص ذو خبرة في تلك العمليات.

المراجع

١. اسلام مجدي: التصميم البارامتري كمدخل لإستلهام الطبيعة في تصميم المنتجات، بحث منشور، مجلة العمارة والفنون، العدد ١٤، ٢٠١٩.

٢. ابتسام سمير وآخرون: مقومات أنظمة الواجهات الذكية للأبنية، مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الهندسية، العدد الأول، المجلد الخامس والعشرون، ٢٠١٨.

٣. أسعد حسن علي: المواد الحديثة في الإكساءات الداخلية واقع وآفاق، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، المجلد الخامس والعشرون، العدد الأول، ٢٠٠٩.

٤.برهام محمود شفيق: معايير تصميم الوحدات الموديولية والإستفادة بها في مجال الهياكل المعدنية الخفيفة سابقة التجهيز، رسالة دكتوراة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ٢٠٠٠.

5.Jan Cudzik ,Parametric design in architectural education World Transactions on Engineering and Technology Education 17(4):448-453, ,Gdansk University of Technology, December 2019.

6.Jürgen Ruth, Linda Hildebrand, Ulrich Knaack: Parametric Life Cycle Assessment: Introducing a time-efficient method for environmental building design optimization, Chalmers University of Technology, November 2016.

7.Ludwig von Bertalanffy, General System Theory Foundations, Development, Applications by University of Alberta Edmonton, Canada GEORGE BRAZILLER, New York, 2015.

8. Yasser Zarei: The Challenges of Parametric Design in Architecture Today: Mapping the Design Practice Philosophy (MPhil), School of Environment and Development in the Faculty of Humanities, 2012.