Journal of Al Azhar University Engineering Sector
Vol. 13, No. 47, April 2018, 681- 694

برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي كعامل مُشارك فى العملية التصميمية

هشام أحمد محمد صبح و وليد محمد إبراهيم سنطباي
قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة الأزهر

المقدمـــــــة:

في ظل المتغيرات التي طرأت على العصر نتيجة ما أحدثتة التكنولوجيا الرقمية من طفرات على مستويات التقدم العلمي والتكنولوجي ، والتي غيرت من المفاهيم السائدة في واقع ممارسة ومستقبل العملية التصميمية ، كانت الحاجة إلى تطوير أساليب وأدوات التصميم في مراحل بناء الفكر الإبداعي وتنمية الحس الإبتكاري للمعماري، لذلك أصبح لأدوات وبرمجيات التصميم دوراً هاماً وواسعاً في العمل التصميمي سواء في مهد إعداد الأفكار التصميمية وتطورها أو كان ذلك في عملية توظيف تلك الأفكار وتهيئتها لتكون تصميمات تنفيذية للعمل ثم مرحلة التنفيذ مع التحول التقني الهائل في الإنشاء وصناعة المواد(صبح، 2017).
حيث أصبحت عملية التطورالتقني والتكنولوجي للعمارة وأثرها في النتاج المعمارى هامة جداً فى ظل طفرات معمارية ه ائلة انتقلت من مرحلة إلى أخرى من مراحل التطورالتكنولوجي والمشاريع المعمارية ذات التعقيد الهندسي الهائل حيث اكتشاف المواد الإنشائية الجديدة والنظم الإنشائية المتعددة وآليات التنفيذ المُتقدمة فائقة السرعة لتوفيرالوقت والجهد،وإكتشاف بعض مواد البناء الجديدة كالألياف الزجاجية واللدائن ورقائق الالمنيوم والمواد النانوية، وقد تأثرالتصميم المعمارى على وجه الخصوص والمنشآت المعمارية على وجه العموم بهذا التطورالتقني التكنولوجي والرقمي الهائل ، ومع هذا التطوروالاستخدام لبرمجيات وتقنيات التصميم الرقمي اصبحت تستخدم كعامل مشارك في العملية التصميمية بعدما كانت عاملاً مساعداً من قبل ويوما بعد يوم ومع هذا التطور المذهل للبرمجيات والتقنيات اصبح لزاما علينا مواكبة هذا التطور.

الكلمات الدلالية : التصميم البارامترى – علم التشكُل (المورفوجينتك) - تقنية اوريجامي - تقنية الإميرجينت (علم الإنبثاق)

1/1 المشكلة البحثية :

إن التطور الهائل التي أحدثته التكنولوجيا الرقمية وظهور برمجيات وتقنيات أثرت بما لايدعو مجال للشك على الفكر والإبداع المعماري وبالتالي على العملية التصميمية ككل حتى المنتج النهائي ، مما يجعل هذا عبئاً ثقيلا أصبح معه لزاماً علينا مواكبة هذا التطور المذهل وفي إطار المحافظة على الإبداع وتعظيم دوره.

2/1 فرضية البحث :

إن مانراه من توجهات معمارية مستحدثة نتيجة لاستخدام برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي يدل على إنه قد حدث تغيير في الفكر والأبداع المعماري مما جعل منها عامل مشارك في العملية التصميمية بعد ما كانت عامل مساعد.

3/1 أهداف البحث :

- دراسة لأهم التوجهات المعمارية المستحدثة التي نتجت عن استخدام برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي.
- التأكيد على ضرورة التعامل مع هذا التقدم المذهل الذي بدون شك أثرى العملية التصميمية وبالتالي التأكيد على العمل لمواجهة هذه التحديات للحاق بركب التطور الحادث .

4/1 حدود البحث :

عرض ودراسة وتحليل لبعض التوجهات المعمارية المستحدثة نتيجة لاستخدام برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي لمحاولة اثبات فرضية البحث بإنه قد حدث تغيير في الفكر والأبداع المعماري مما جعل منها عامل مشارك في العملية التصميمية بعد ما كانت عامل مساعد.

١ - بعض التوجهات المعمارية الناتجة عن استخدام برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي:

لقد نتج عن دمج العمارة مع التكنولوجيا ببرمجياتها وتقنياتها توجهات معمارية لم تكن لتعرف لولم تقتحم التقنيات الرقمية العمارة بقوة ، ومن أمثلة هذه التوجهات والتي سيتم مناقشتها من خلال الورقة البحثية :

١ - التصميم البارامترى (Parametric design(PDE
٢ - التصميم بعلم التشكُل(المورفوجينتك Morphogenetic Design)
٣ - التصميم بتقنية اوريجامي (Bio-origami) لإنشاء هياكل مبتكره
٤ - التصميم بتقنية الإميرجينت (Emergent Architecture) علم الإنبثاق

وغيرها من التوجهات ا لتى تشكلت أساساً بالتكنولوجيا الرقمية باندماجها مع الأفكار الإبداعية للمصممين والتي تعتمد ترجمتها بالأساس على التقنيات الرقمية التى من شأنها تترجم الخوارزميات والعمليات الحسابية إلى تصميمات مُعقدة يصعب على المصمم الخوض فيها والتعامل معها بدون هذه البرمجيات الرقمية.

1/2 التصميم البارامتري Parametric Design

هو نهج جديد للتصميم المعماري يقوم على مفهوم المعلومات الحسابية، بحيث يستخدم المعلومات لضبط العلاقات بين عناصر التصميم من أجل تحديد مجموعة من البدائل التصميمية.

والتصميم البارامتري Parametric هو التقنية الجديدة المُستحدثة في برامج التصميم باستخدام التقنيات الرقمية، وتعمل عن طريق إدراج العديد من المحددات الخاصة بالمبنى المراد تصميمه ، من طول وعرض وارتفاع ووزن ومادة وحتى الرموز المستخدمة والأكواد ، وذلك لكل عنصر من عناصر المبنى(Davis, 2013) .

ولمصطلح التصميم البارامتري تعريفات عديدة فهناك من عرفوا على أنه التصميم الحدودي أو نمذجة التصميم أو التصميم المعياري أو القياسي ...الخ. لكن المعنى الأصح لمصطلح التصميم البارامتري هو (التصميم المُتغير)

وأن البارامتر هي عبارة عن مساحات برمجية تحتوي على خوارزميات وعمليات رياضية واحدة أو أكثر، كما أن التصميم البارامتري يقوم على أسس هندسية ومفاهيم ذات منطق رياضي مستوحاة من الطبيعة(Burry,2003)..

ونتج عن هذه البرامج نظريات علم التشكُل (المورفوجينتك) الإسفنجيات والهندسة الكسرية أو التشعبية

وتعددت البرمجيات الرقمية الرائدة فى التصميميات البارامترية والتشكلية المُعقدة مثل:

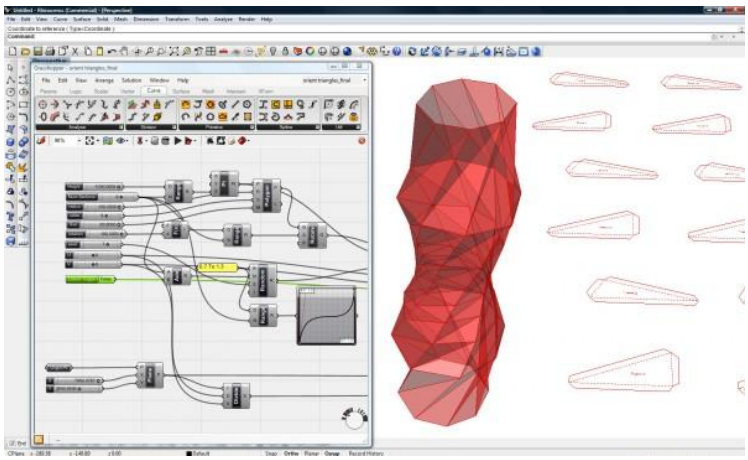
- برنامج راينو Rhino
- برنامج جراس هوبرGrasshopper
- برنامج مايا Maya
- برنامج فيرتكس تول Vertex Tool
- برنامج كاتيا Catia
- برنامج اوتو ديسس Auto Dessys
- برنامج رون ريتش Ron Resch
- برنامج 3Dماكس 3D MAX

ومن أهم برامج منظومة التصميم البارمترى هى :

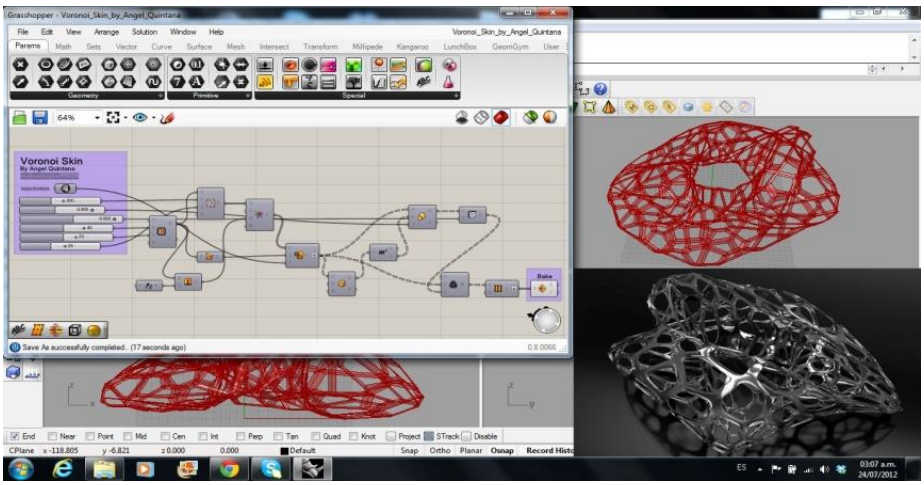
١ - برنامج Grasshopper 3D
٢ - برنامج Ladybug
٣ - برنامج Honeybee
٤ - برنامج Geco
٥ - برنامج Kangaroo Physics
٦ - برنامج Karamba

1/1/2 التصميم البارامترى من خلال برنامج راينو Rhino +3D Grasshopper :

يعمل برامج راينو من خلال الوحدادت البارامترية المتكررة، بحيث يتم معالجتها بالمدخلات الرقمية بالشكل المطلوب ، ثم يتم إسقاطها على الأسطح أو الأشكال المراد تصميمها ، ثم يتم دمجها ومُعالجتها بحيث يكون الشكل النهائى فى إطار الفكرة المطلوبه، ويتم التعديل على التصميم من خلال برنامج الGrasshopper من خلال تغيير المدخلات الرقمية التى تُعبر عن النقطة، والخط، والزاوية فى نسق مُتكامل يعبر عن المضمون الفكري للعملية التصميمية من ناحية الشكل والخامات وتحليلها بحيث يتم استيرادها من وتوريدها إلى البرامج الآخرى المتممة للتقنية الرقمية ونهاية ببرامج التصنيع والإنشاء ومتابعة التكلفة(Davis, 2013) .



شكل(1) يوضح برنامج راينوRhino وبرنامج Grasshopper
المصدر: Daniel Davis (B. Arch) 2013 (Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture)-p-109

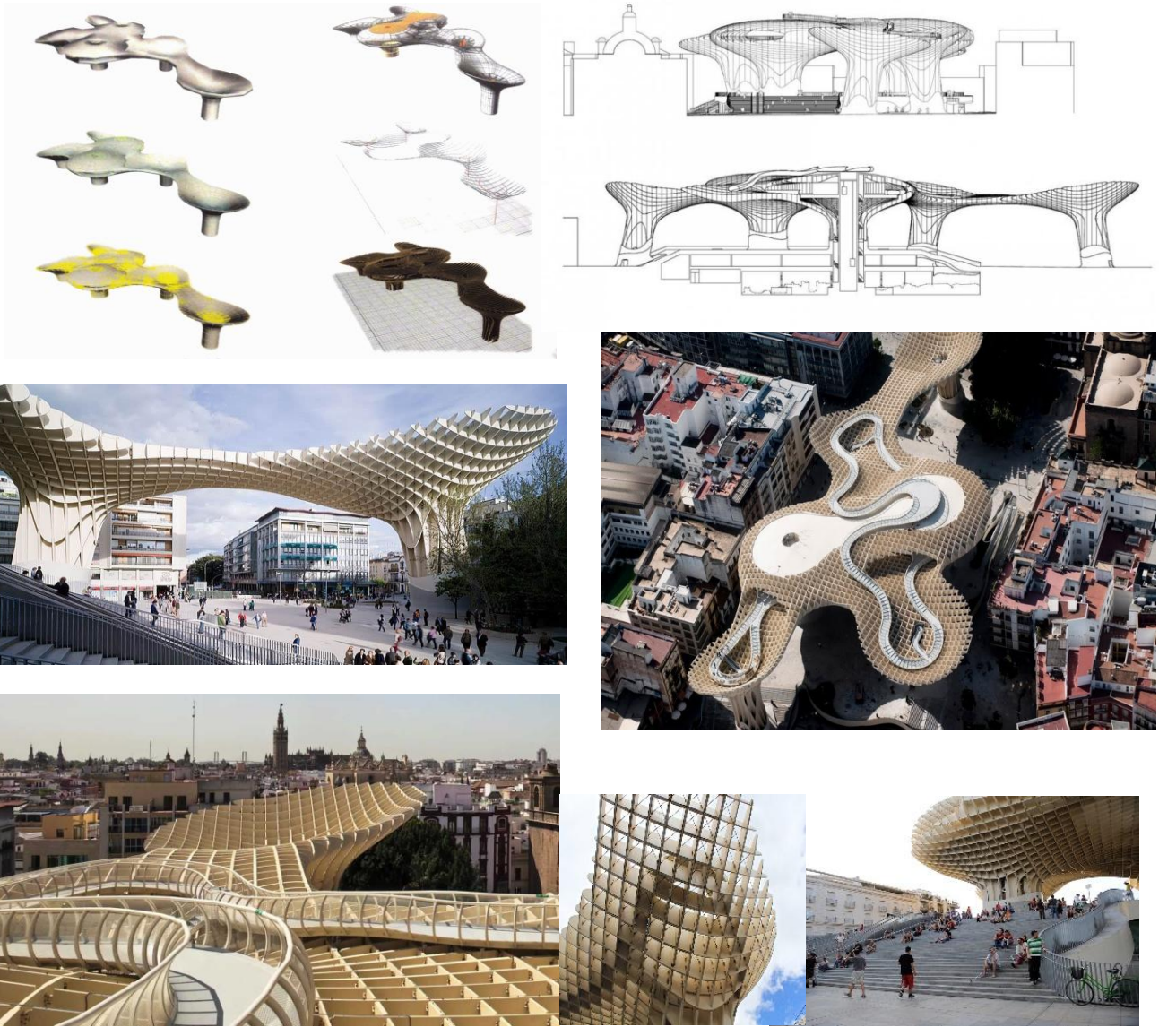


شكل(2) يوضح التصميم البرامترى على برنامج راينو
المصدر:http://www.arch2o.com/10-parametric-plugins-every-architect-should-know

ان التصميم البارامتري لم يعيد تعريف العمارة، الا انه قدم اداة حديثة طيعة ومرنة مكنت المصمم من التعامل مع المجسمات وخاصة ذات البنية المعقدة التي كان من المستحيل ادراك بنيتها سابقا وتتبع نظامها البنائي، كما مكنه من محاكاة الطبيعة وفهم الانظمه البنائية التي تقوم عليها بنى الاشكال فيها ليوظف تلك المفاهيم في تصميمات مبهرة غايه في التعقيد موائمة للعصر(المعموري ، 2014).

2/1/2مشروع Sevilla, Spain-Metropol Parasol

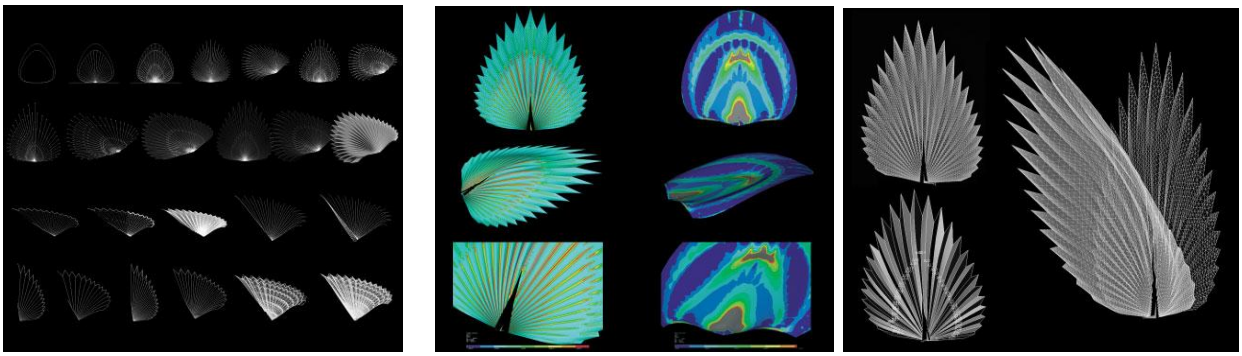
من تصميم المعمارى الألمانى ماير هيرمان architect Mayer-Hermann، يُعتبر هذا المشروع بمثابة فرض التقنية الرقمية على المحيط التقليدى فى إشبيلية - اسبانيا ، ويعتبر هذا المشروع من أكبر النماذج البارامترية على مستوى العالم ، تم تصميميه بالكامل بارامترياً بتقنيات رقمية وكذلك تم إنشاؤه بتقنيات رقمية بنائية، ويتكون المشروع من دعامات رأسية تحمل هيكلاً من خشب البتولا بالكامل بطول 150م وارتفاع 26 متراً، يتكون من ستة مظلات على شكل عش فطر mushrooms، يتكون المشروع من أربعة مستويات الأول يضم متحف الحفريات الرومانى والمستوى الثانى يضم سوقاً تجارياً والمستوى الثالث يضم سطحاً للساحة العامة والرابع يضم المدرجات البانورامية ومطاعم(Moore, 2011).



شكل(3) يوضح تصميمات مشروع Sevilla, Spain-Metropol Parasol
المصدر:http://www.designbuild-network.com/projects/metropolparisol

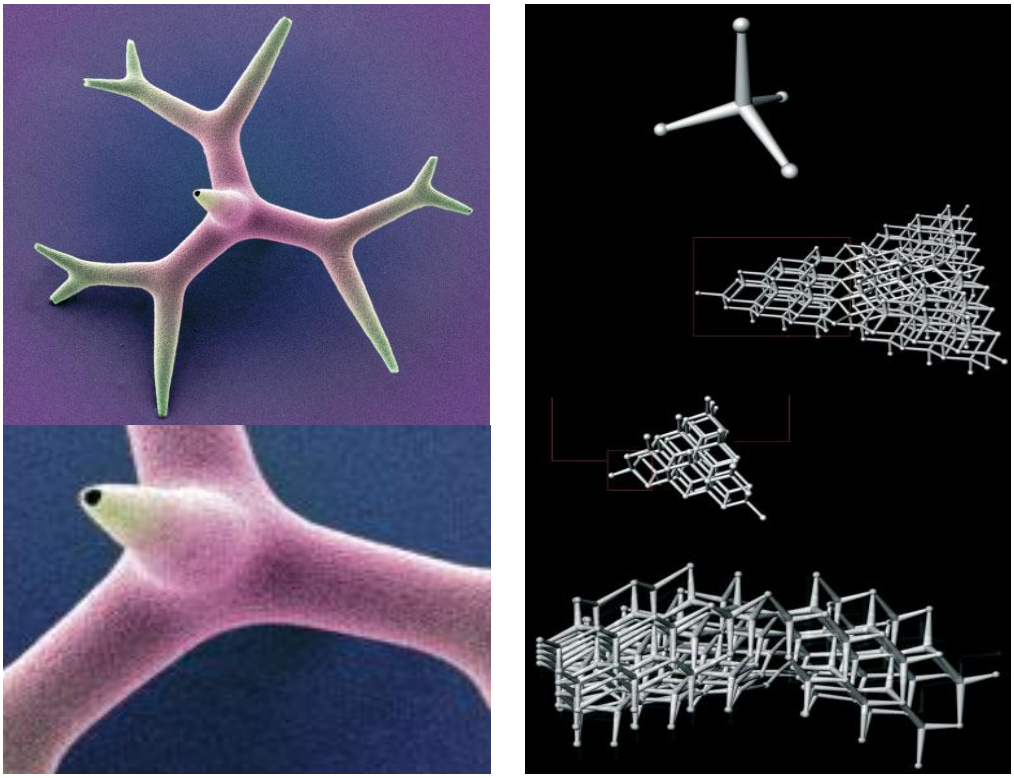
2/2 التصميم بعلم التشكُل (المورفوجينتك Morphogenetic Design) الإسفنجيات والهندسة الكسرية أو التشعبية:

يعتبر علم التشكل (المورفوجينتكMorphogenetic Design) من أهم إفرازات التقنيات الرقمية المُستخدمة من قبل المصممين المعماريين أمثال تويو أيتو Toyo ito وهو من العلوم التى تدمج بين التفكير الإبداعي والتقنية الرقمية بتحويل أشكال وعلاقات حقيقية من الطبيعة إلى مصفوفات هندسية يتم تحليليها رقميا واستخدامها كعناصر تصميمية وتحليلية لأغلب الأفكار الإبداعية ، ويستخدم فى هذه التصميمات برامج راينوRhino وكاتيا Catia للتصميم والتحليل(**Weinstock, 2006**) .



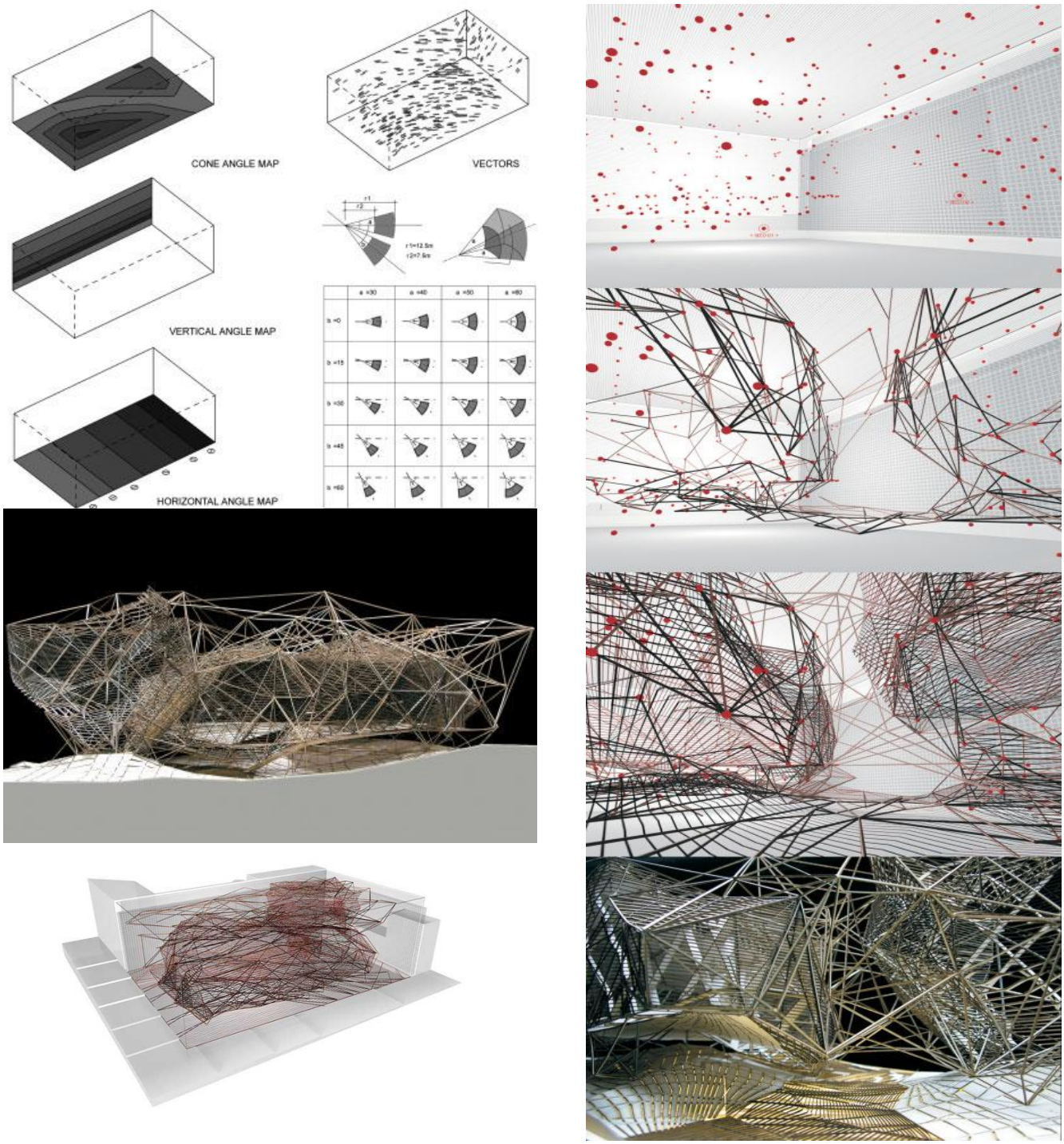
شكل (4) يوضح استخدام سعف النخيل كعنصر إنشائى مقاوم للرياح لاستخدام تلك العناصر فى إحدى المشروعات باستخدام منظومة المورفوجينتك.

المصدر:(Techniques and Technologiesin Morphogenetic Design) Michael Hensel, AchimMenges + Michael Weinstock 2006



شكل (5) يوضح استخدام عنصرSponge spicule إسفنجى يمثل حجمه حجم الكترون وهو عنصر كالسيوم مكون للعظام، تم استخدامه كعنصرأو وحده مكونه لشكل هيكلى كما هو موضح بالصور. المصدر:السابق

1/2/2 مشروع Art Centre Phase 02 and 03-London Ocean North,Music and



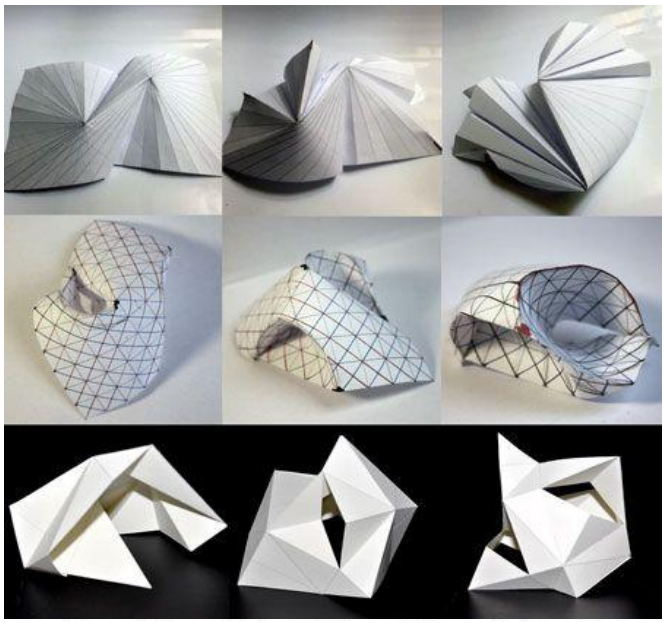
شكل (6) يوضح تصميمات مشروع Centre Phase 02 and 03- London OCEAN NORTH, Music and Art المصدر:السابق

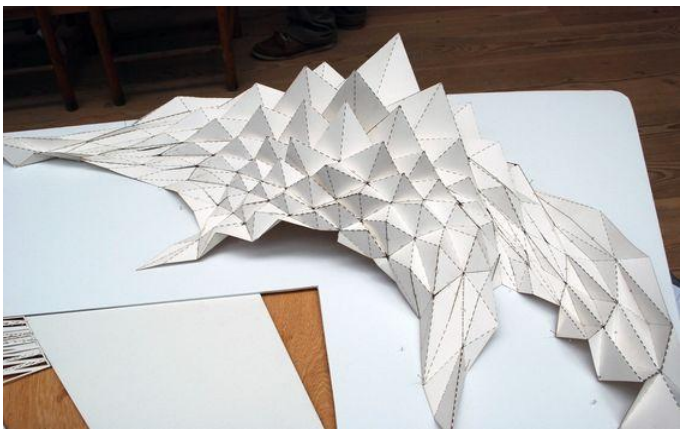
مركز الموسيقى والفنون – لندن- اوشن نورث تم تصميم الفراغ كسلسلة من خرائط التدرج التي نظمت على طول x، y و z محددة النقاط بحيث تعبر عن نقاط النمو المتصل بينهم الخطوط الرابطه- تم اقتباس فكرة المشروع من حركة الدورة الدمويه التى تتخلل الفراغ كعملية نمو متكرره لخلق فراغ متجانس يستخدم معه الصوت والضوء وخلق مساحة لاحدود لها تعبر عن ثقافة المكان(**Weinstock, 2006**).

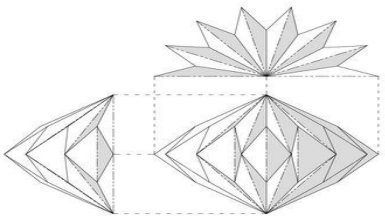
3/2التصميم بتقنية أوريجامي (origami) لإنشاء هياكل مبتكره:

الأسم مقتبس من أوريori ومعناه (الطي) والغامي kami-معناه الورق، هو فن طي الورق، و الذي كثيراً مايرتبط بالثقافة اليابانية.
الاستخدام الحديث لكلمة " أوريجامي" هي كمصطلح شامل لجميع ممارسات الطي بغض النظر عن ثقافتها الأصلية. الهدف منهاهو تحويل ورقة مسطحة ومربعة إلى الشكل النهائي من خلال تقنيات النحت و الطي. لايشجع ممارسو الأوريجامي استخدام القص و اللصق أو عمل أي علامات على الورق عامة.
ويمكن جمع عدد قليل من طيات الأوريجامي الأساسية بُطرق مختلفة لصنع تصاميم معقدة،وأكثر نموذج معروف من الأريجامي هو طائر الكركي الورقي الياباني.

هذه النماذج تبدأ بورقة مربعة و التي يمكن أن تكون جوانبها بألوان وأشكال وأنماط مختلفة. يعتبر الأوريجامي الياباني و الذي تم ممارسته منذ عصر الأيدو(1603 - 1867) (Edo periodأقل صرامة في هذه القوانين، و أحياناً يستخدم قص الورق أو يبدأ بورقة ليست مربعة ،

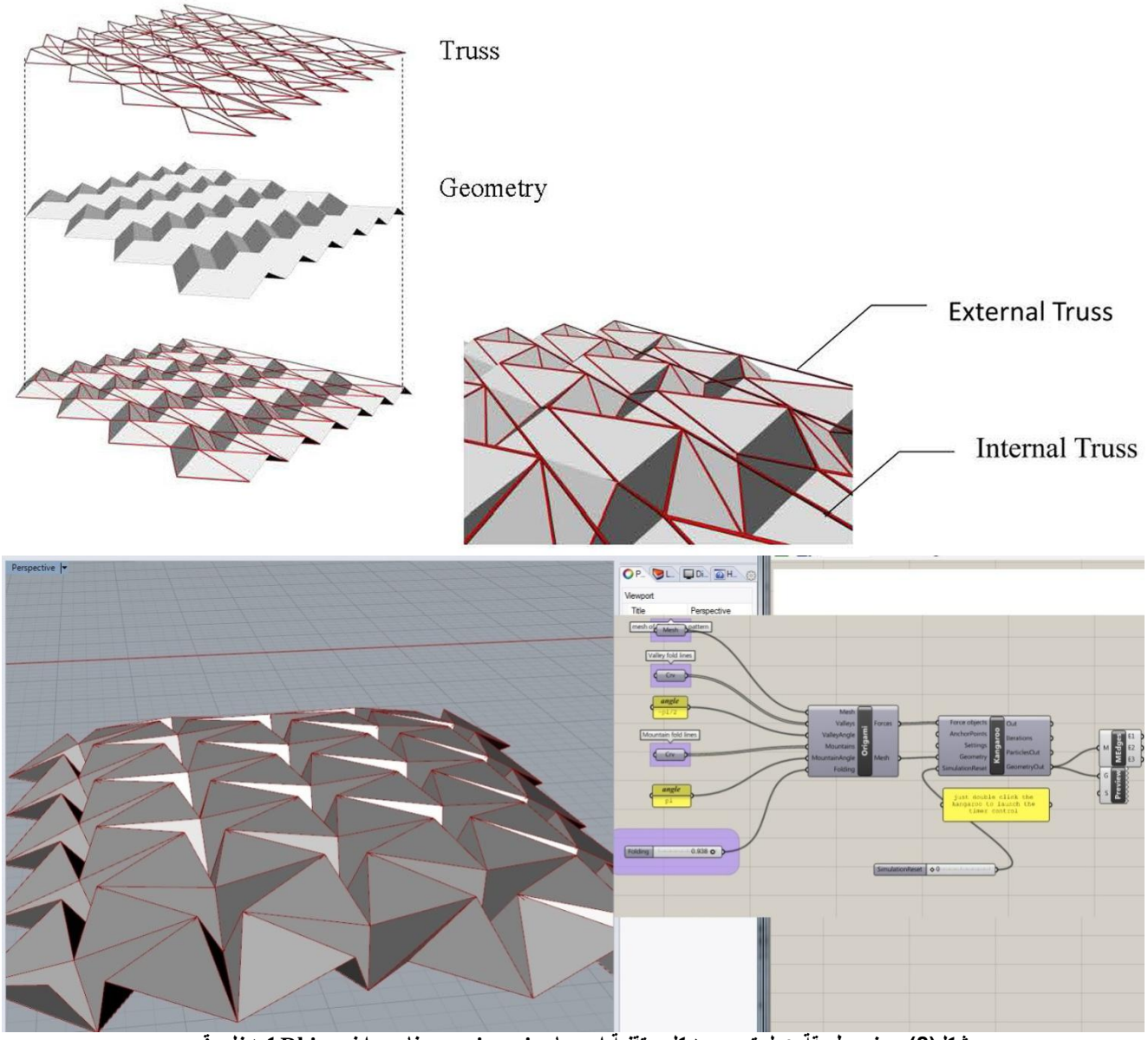






شكل(7) يوضح طريقة عمل أشكال وتصميمات مُعقدة بدايتها أشكال أساسية بتقنية اوريجامي origami
المصدر:https://www.pinterest.com/barrogig/origami

وبإضافة التطورات التقنية والبرمجيات الرقمية إليها أصبحت من أهم الطرق المتبعه حاليا فى طرح الأفكار الجديدة والمتنوعه فى الأستوديوهات المعماريه أوالتقنيات الإنشائية بجميع جوانبها الإبتكارية(Baerlecken, 2013).



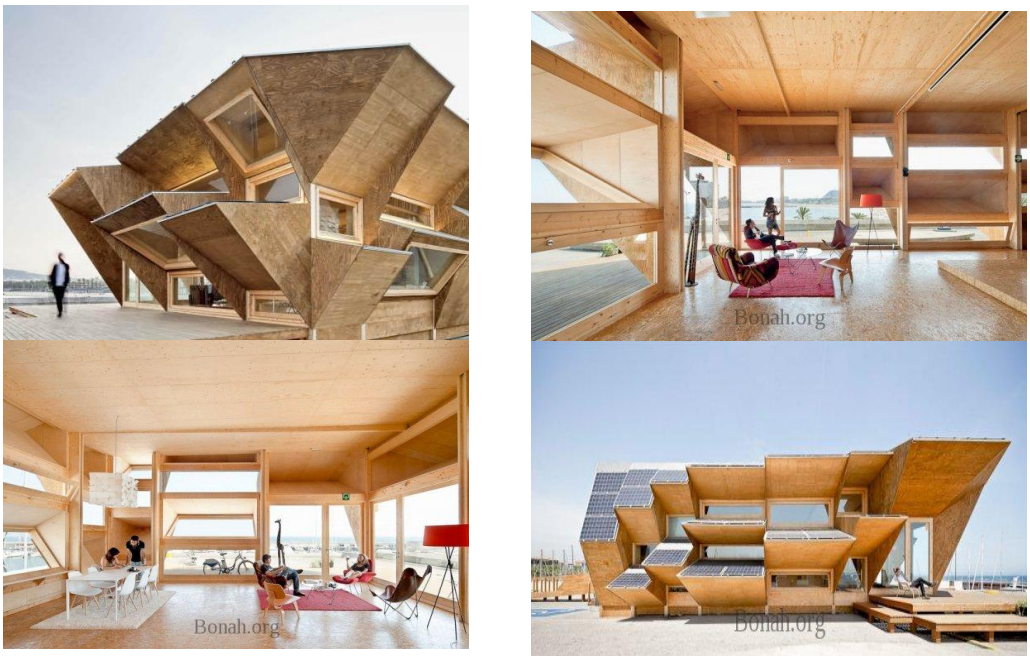
شكل(8) يوضح طريقة عمل تصميم هيكلى بتقنية اوريجامي origami ببرنامج راينو Rhino كمدخل رقمي

المصدر: Daniel Baerlecken1, Matthew Swarts2, Russell Gentry2013(Bio-Origami - Form finding and evaluation of origami structures

إن هذا النوع من التصميم الهيكلي بتقنية اورجامي وباستخدام التصميم الرقمي مع دراسة المناخ وحركة الشمس طوال العام كما يقول رودريغو روبيو (Rodrigo Rubio) من معهد الهندسة المعمارية المتقدمة بكاتالونيا يبدو مناسب تماما ليحل واحدة من أهم المشاكل الرئيسية التى لا يناقشها الناس فى كثير من الأحيان حول التغير فى المناخ، وهى الزيادة الهائلة في استخدام مكيفات الهواء في بعض من أكثر دول العالم والتي تنمو نموا سريعا وأن هناك طلب كامن ضخم فى هذا الأتجاه (بناة ، 2012). ويعتبر المشروع البحثي جناح انديسا (Endesa Pavilion) لديه كفاءة مضاعفة في هذا الصدد ... لأنه يولد الكهرباء الخاصة به، بدلا من إلتهامها من شبكة الكهرباء ، ويعتبر هذا المشروع البحثى مثال للنصميم الذي يمكن أن يسمح لتحقيق الاستدامة المتكاملة عن طريقه ، فبدلا من أن تبنى شيئاً ثم تحاول عن طريق بعض الجماليات والأساليب الخضراء تحسين تفاعلها مع البيئة يمكن من خلال التصميم وباستخدام برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي وباستخدام تقنية اوريجامي كمدخل للتصميم يمكن معالجة المبنى بحيث يعمل بالتنسيق مع المناخ الذى يعيش فيه، بدلا من خلق مناخ مطلوب في الأماكن المغلقة بشكل مستقل، مما يزيد تكاليف وحجم الطاقة المطلوبة ، وهوما سبتم عرضه في تصميم جناح انديسا ببرشلونة (اسبانيا) .

1/3/2 مشروع جناح إنديسا Endesa Pavilion:

الموقع: برشلونة (إسبانيا)
هذا المشروع البحثى ، برئاسة رودريغو روبيو (Rodrigo Rubio) من معهد الهندسة المعمارية المتقدمة بكاتالونيا (Institute for Advanced Architecture of Catalonia)
هو مبنى شمسي مكتف ذاتيا حيث قام باستخدام تقنية اوريجامي كمدخل للتصميم المُستدام لتحقيق المعايير البيئية فى المشروع حيث قام بتصميم واجهة مكونة من مكونات وحدات، مثل الالواح الشمسية، والكاسرات الموكونة من مفردات وعناصر بارامتريه لتحقيق الحماية الشمسية، والعزل، والتهوية، والإضاءة .لتحقيق مبدأ الاستدامة و الاكتفاء الذاتي للطاقة بالمشروع (١).



شكل (9)يوضح تصميمات مشروع جناح إنديسا كوحدة تكرارية لمبنى متعدد الطوابق Endesa Pavilion
المصدر:http://www.designboom.com/architecture/iaac-endesa-solar-pavilion

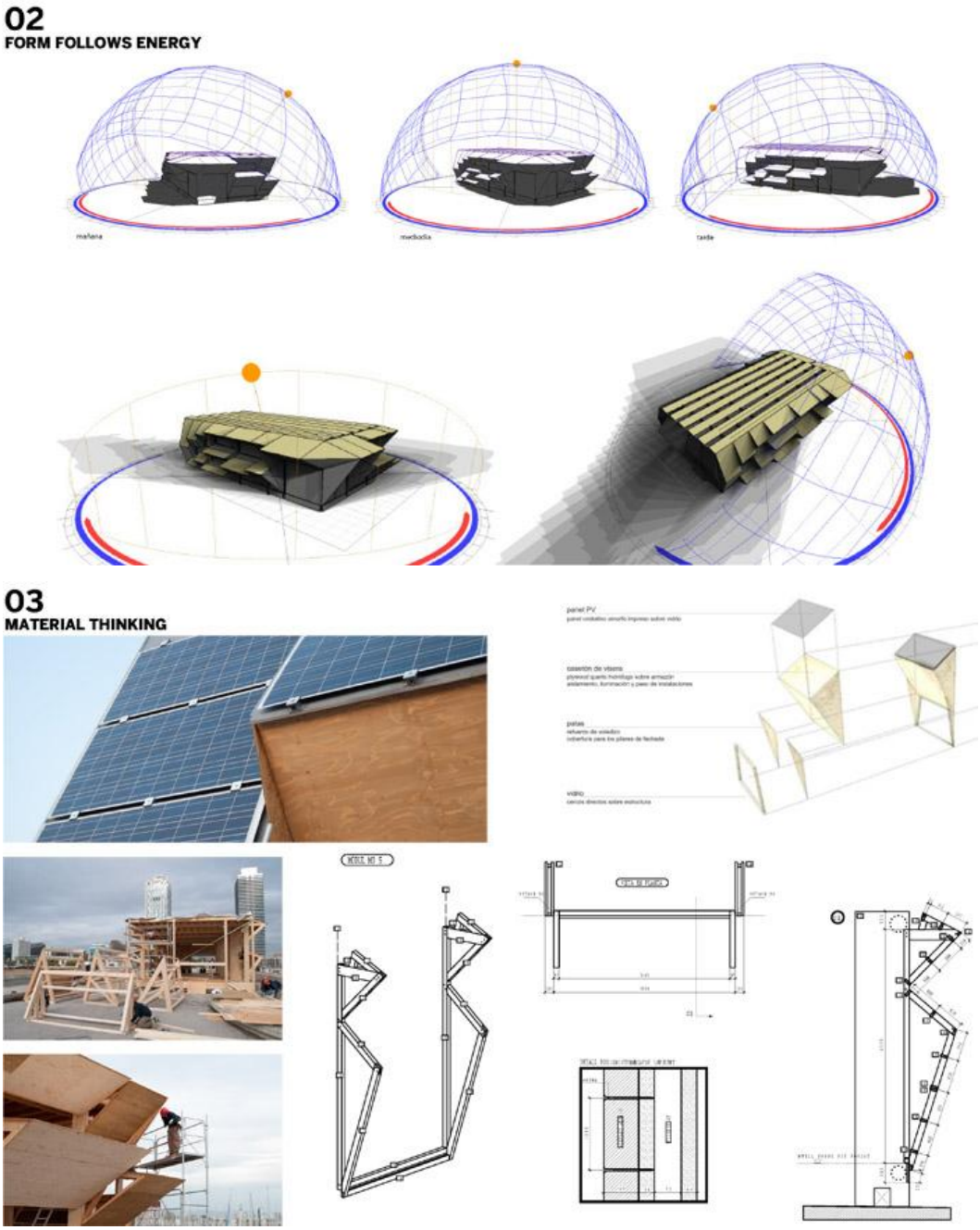
المسطحات الخارجية لجناح انديسا (Endesa) تم تصميمها بإستخدام برامج الكمبيوتر لتحقيق الامتصاص الكامل لطاقة لأشعة الشمس. يسمى جناح انديسا، و أيضاً يدعى الإصدار 2.0 من بيت الطاقة الشمسية (Solar House 2.0) ، يقبع قبالة شاطئ المياه في ميناء أوليمبيك (Olimpic) في برشلونة.

تجد واجهته الخشنة تخطف الأبصار في أي مكان أخر يوضع فيه، ولكن هذا الهيكل الإنشائى تحديداً لن يكون منطقيا في أي مكان آخر من الناحية الوظيفية له. هذا لأنه تم تصميم كل قطعه من الألواح الشمسية بواسطة برنامج مخصص لتحقيق الاستفادة المثلى من مسار الشمس خلال هذا الموقع تحديداً، فلا يمكنك حتى أن تنقله بضعة أمتار قليلة.

هذا المشروع البحثى مثال لا يصدق عن الطرق التي يمكن أن تسمح لتحقيق الاستدامة المتكاملة عن طريق التصميم، فبدلا من أن تبنى شيئاً ثم تحاول عن طريق بعض الجماليات والأساليب الخضراء تحسين تفاعلها مع البيئة.

فى البداية، قام روبيو بتجميع البيانات عن كيفية سفر الشمس عبر السماء فوق ميناء (Olimpic) على مدار السنة لتحديد مساراتها طوال العام. ثم بعد ذلك توصل تلك البيانات بقطعة من البرمجيات التي تستخدم لتحديد الحجم الأمثل وشكل كل وحدة على الوجهات الخارجية للجناح. والنتيجة هي هذا المبنى الذى يرتبط ارتباطا وثيقا مع محيطه.
والمبنى حتى أذكى مما يبدو على شكله الخارجى. فلقد تم تجهيزه بوحدات خلايا شمسية على واجهته الجنوبية ولم توضع فقط لجمع الكمية المثلى من أشعة الشمس ولكن أيضا للتحكم في كم الضوء الداخل للمبنى، وذلك اعتمادا على الموسم (بناة ، 2012)..

(1)duranvirginia.wordpress.com/2013/04/18/curiosities-11-buildings-with-unusual-facades



شكل (10) يوضح التصميم الرقمي لمشروع جناح إنديسا Endesa Pavilion باستخدام برامج النمذجة والمعالجة والتحليل
المصدر: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/627994/pabellon-endesa-margen-lab

وصمم المبنى لتحقيق مبدأالاستدامة كمبنى مُكتفي ذاتيا بالإعتماد على المحددات الشكلية والمعلوماتية الناتجة عن البرامج الرقمية بداية من التصميم ونهاية بالتقييم.

وقد أشار روبيو لي، أن التكنولوجيات الخضراء لاتزال تسير بوتيرة سريعة، والمبانى الجديدة يجب أن تكون ذكية بما فيه الكفاية ليتاح لها "التحديث" جنبا إلى جنب مع تلك التقنيات. "فوحدات الطاقة الشمسية ... تنمو بسرعة، ما نعتبره متقدماً اليوم ربما قد يكون عفا عليها الزمن أو غير فعالة بما فيه الكفاية بعد خمس سنوات"، وأوضح أن هياكل المستقبل "ستكون شيئا أكثر ديناميكية، فالأجهزة قابلة للترقية والتحديث بشكل مستمر، كما تفعل مع هاتفك، تحدّث نظام التشغيل الخاص بك كل عام (بناة ، 2012).

4/2 التصميم بتقنيةالإمرجينت EAD((Emergent Architecture Design الإنبثاق:

من التقنيات والتوجهات الحديثه التى تعتمد على البناء العضوي وهوالتشكل والإنبثاق The emergenceمن جزء الى جميع الأجزاء دون إنقطاع كترجمة لعملية الإنبات من البذرة إلى الشكل كاملاً، وهى من التقنيات المتولدة من اندماج الإبداع الفكري والتصميم الرقمى، نتج عنه ظهورانماط قويه وغير متوقعه.
ويعتبر المعمارى توم ويسكومب Tom Wiscombe من رواد هذا الاتجاه وأغلب مشروعاته تكون بهذا النمط الذى اعترف به دوليا وكان يعمل في طليعة التصميم الرقمي منذ عام 1999، وتنمو أفكاره من اندماج علم الأحياء والرياضيات كجزء من التصميم المعاصر، ويعتبر امتداد لعلم المورفوجنتيك الرقمى.
وأهم مايميز أعمال تقنية الإمرجنت Emergentهو تركيبها المُتميز من الشكل والنمط واللون، والتكنولوجيا على وجه الخصوص، ونالت إعجاب المتخصصون لقدرتها على مزج الأفكار الجمالية والهندسية في البناء المفرد، وغير قابلة للاختزال.وتدورأفكارهم عن جدلية الفائض والكفاءة في الهندسة المعمارية، لصالح فهم أكثر تعقيدا من خلال التفكير البيولوجي(١).
ومن بعض مشاريع هذا الاتجاه:

1/4/2 مشروع مجمع جامعة شينيانج Beijing -Shenyang University Complex:

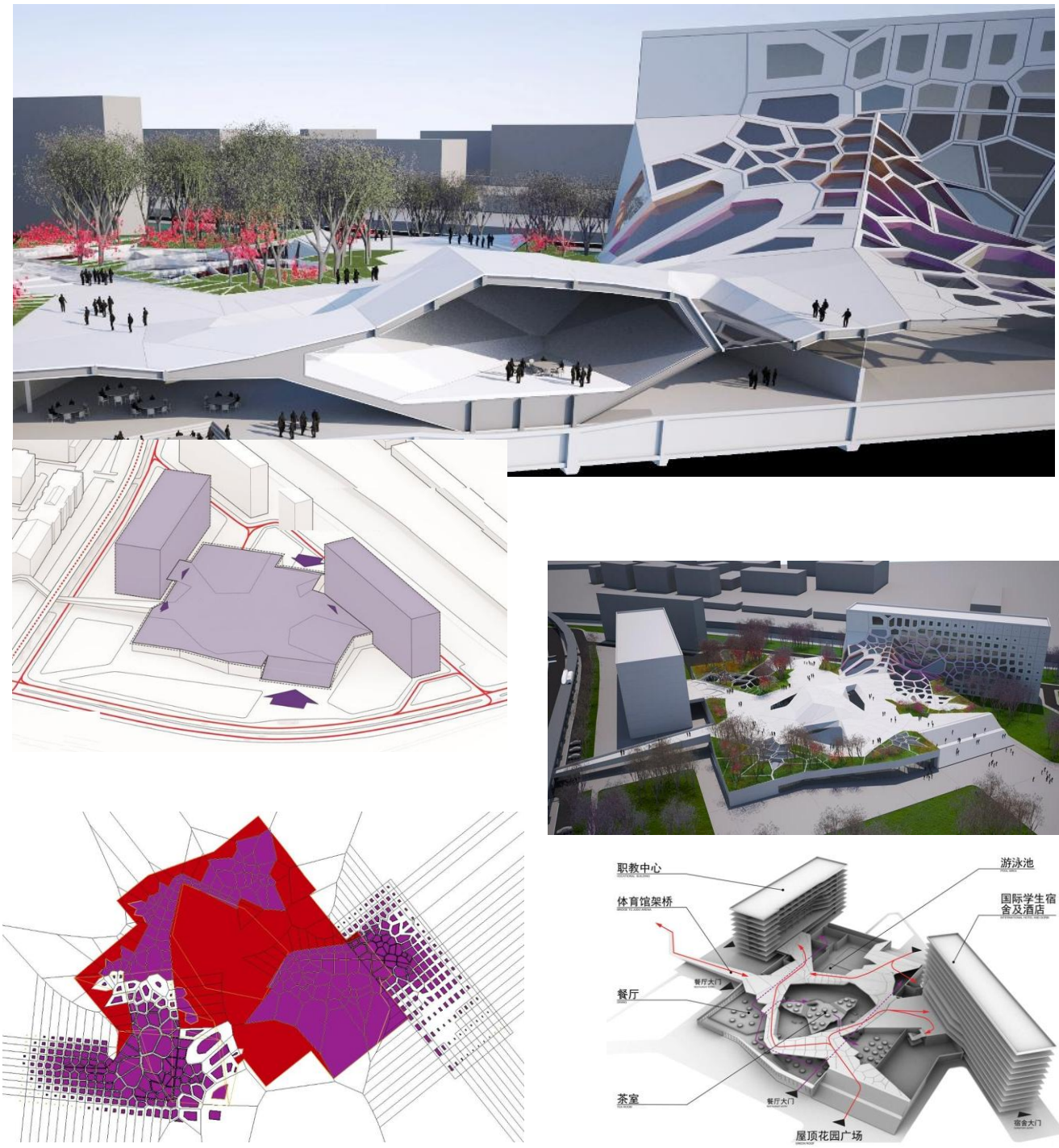
ويتكون هذا المجمع من مدرسة مهنية، وفندق دولي للطلبه، وحوض سباحة كبير، ومطعم كبير. ويحد الموقع من الغرب شارع وانغهوا الجنوبي، وعلى الجنوب North Yunhe Canal، وعلى الشرق بواسطة قطار مرتفع يربط بكين Beijing.

شكل(11) يوضح تصميم المشروع بتقنية الامرجينت
المصدر:http://www.archello.com/en/project/shenyang-university-complex

اعتمد المصمم في فكرته التصميمية على معالجة الموقع منأحمال الضوضاء العالية وخطورة حركة المرور فى الشوارع المحيطة لذلك اعتمد في التصميم الأساسي علي إنشاء مساحة مرتفعة ومحمية للطلاب فوق مستوى سطح الأرض. من خلال مساحات منخفضة الارتفاع من المدرسة المهنية ونهاية بهذا السقف الأخضر لتوفير شعور إضافي من الحدود المكانية والحماية.

(1)http://www.archello.com/en/company/emergent-architecture

وصُمم المشروع بالبرمجيات الرقمية والتحليلية لعمل المعالجات البيئيه لتحقيق الإستدامة، ويضم العديد من أنواع النباتات الظل والمسطحات الخضراء، فضلا عن وجود عنصر المياة ، ويستخدم النمط المتغير لتوضيح فكرة البثق أو النمو من الأرض إلى الأبراج محددة الفراغات الداخلية والشكل الخارجى والنوافذ بشكل جمالى متناسق.



شكل (13)يوضح مشروع مجمع شينيانج واستخدام تقنية الإمرجنتEmergent فى تكوين المشروع المصدر: السابق

مما سبق نستنتج أن عملية التطورالتقني والتكنولوجي للعمارة وأثرها في النتاج المعمارى هامة جداً فى ظل طفرات معمارية ه ائلة انتقلت من مرحلة إلى أخرى فى ظل مراحل التطورالتكنولوجي **والمشاريع المعمارية ذات التعقيد الهندسي** الهائل حيث اكتشاف المواد الإنشائية الجديدة والنظم الإنشائية المتعددة وآليات التنفيذ المُتقدمة فائقة السرعة لتوفيرالوقت والجهد، وإكتشاف بعض مواد البناء الجديدة كالألياف الزجاجية واللدائن ورقائق الالمنيوم والموادالنانوية، وقد تأثرالتصميم المعمارى على وجه الخصوص والمنشآت المعمارية على وجه العموم بهذا التطورالتقني التكنولوجي والرقمي الهائل.
نتج عن دمج العمارة مع التكنولوجيا توجهات معمارية لم تكن لتعرف لولم تقتحم التقنيات الرقمية العمارة بقوة مثل :

١. التصميم البارامترى (Parametric design(PDE
٢. التصميم بعلم التشكُل(المورفوجينتك Morphogenetic Design)
٣. التصميم بتقنية اوريجامي (Bio-origami) لإنشاء هياكل مبتكرة
٤. التصميم بتقنية الإميرجينت (Emergent Architecture) علم الإنبثاق

وغيرها من التوجهات التى تشكلت أساساً بالتكنولوجيا الرقمية باندماجها مع الأفكار الإبداعية للمصممين ، والتحول الهام جداً فى البرمجيات الرقمية من عامل مُساعد إلى عامل مُشارك فى العملية التصميمية.
وتطورات التقنيات الرقمية فى تحديث دائم،حيث أنه من الممكن أن تكون مواد البناء ووسائل التنفيذ ونظم الإنشاء المستخدمة اليوم لاتستخدم بعد مرحلة زمنية قادمة ويتم تحديث هذه المواد وغيرها.

نتائج البحث:

١ -تُعتبرالثورة الناتجة عن تطورالمعلومات والإتصالات من أقوى العوامل المؤثرةعلى هندسة العمارة بشكل عام والتصميم المعماري بشكل خاص ، إذ أنها عملت وتعمل على إحداث تغيرات جذرية في مفهوم العمارة ذاته.
٢ -التقنيات الرقمية سوف تُغير كيف نرسم وكيف نصمم وكيف نرى المعلومات، وهذه الأدوات الجديدة لديها إمكانيات تجعل من العمل المعماري أكثر إنتاجية ولكن ما هوأهم أنها ستُغير الطريقة التى نصمم بها.
٣ -ظهور توجهات معمارية قامت على التقدم الرقمي فى مجال التصميم المعماري على صعيدى التصميم والإنتاج توجب على المصممين معرفتها والتعاون معها لضمان اللحاق بركب التقدم الهائل.
٤ -إن برمجيات وتقنيات التصميم الرقمي أصبحت عامل مشارك ومهم في العملية التصميمية ، فقدغيرت بشكل جذرى طرق التصميم وكذلك طُرق وأساليب إنشاء المباني. وبالتبعيه ستغير طريقة عمل المعماري ودوره فى العملية التصميمية.

التوصـــــيات:

١ -تطوير بيئة العمل بأدوات وتقنيات وبرامج تخدم المصمم المعمارى وتزيد من فرص الإبتكار لديه والذى بدوره يخدم المنتج المعمارى.
٢ -تطوير القدرات الرقمية فى مجالى التصميم و التنفيذ والإنتاج لصياغة العملية التنفذية لتكون متممه للعملية التصميمية فى إطارمنهجى قائم على المعلومات الرقمية فى تنفيذ وإنتاج عناصر المشروع ونهاية بالتشغيل والمتابعه لاحقا ، بإستخدام تكنولوجيا البناء الرقمية المعاصرة والتى تعتبر ترجمة حقيقية للواقع المعمارى الجديد الذى لاينبغى أن يكون المُصممين بمعزل عنه حتى فى بدايات وضع الفكرة التصميمية والتى تتغير بإمكانيات التقنية مما تعطى للمعمارى حرية الإبداع وتفتح أمامه أفاق جديدة نحو المستقبل وتمكنه من مُجاراة التقدم التقني فى عمليتى التصميم والإنشاء.
٣ -دراسة التوجهات الرقمية الجديدة ومفراداتها وروادها، حيث نتج عن دمج العمارة مع التكنولوجيا توجهات معمارية لم تكن لتعرف لو لم تقتحم التقنيات الرقمية المجال المعمارى نظراً لتعقيدها الهندسي، وهو ماسهلته التقنيات الرقمية على صعيدى التصميم والإنشاء.
٤ -مراعاة التوازن والتكامل بين الأدوات الفنية الفردية للمصمم والأدوات ألتقنية بطريقةت جعل المنتج المعماري أكثرإبداعا.

المصـــــادر والمـــــراجع:

أولاً المصادر العربية:

١ - صبح ،هشام أحمد :استوديو التصميم في ظل متغيرات العصر،مؤتمر الأزهرالهندسي الرابع عشر،2017.

٢ - بكر ، حسام الدين محمد :تطبيقات الحاسب الآلي في العمارة ، شبكة المعلومات العنكبوتية .
www.kau.edu.sa/files/137001/subjects/14010/

٣ - المعموري ، ايسر وناس : التصميم البرامتري ، موقع هلا عربية ، 2014 .
http://ahlan.com/2014/06/12/parametric-design/#ixzz59IKreUby

٤ - بناة - العمارة والبناء : بالمعادلات الرياضبة تصميم جناح يحقق الاستفادة القصوى من الشمس ، موقع بناة، 2012 .
http://www.bonah.org/

ثانياً المصادر الأجنبية:

١ - Daniel Davis (B. Arch)2013(Modelled on Software Engineering -Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture)- School of Architecture and Design- College of Design and Social context- RMIT University- Melbourne-Australia.

٢ - Burry, M. Between Intuition and Process: Parametric Design and Rapid Prototyping, in Kolarevic, B. ,ed. Architecture in the Digital Age Design and Manufacturing, Spon Press, New York and London, 2003, pp. 149-162

٣ - Michael Hensel, AchimMenges + Michael Weinstock 2006(Techniques and Technologies in Morphogenetic Design) Editorial Offices- International House- Ealing Broadway Centre- London.

٤ - Daniel Baerlecken1, Matthew Swarts2, Russell Gentry,2013(Bio-Origami - Form finding and evaluation of origami structures) Nixon Wonoto4 Georgia Institute of Technology -USA

٥ - www.dbl.gatech.edu

٦ - Michael Hensel, AchimMenges + Michael Weinstock 2006(Techniques and Technologies in Morphogenetic Design) Editorial Offices- International House- Ealing Broadway Centre- London.

ثالثاً مواقع الإنترنت:

١ - http://www.arch2o.com/10-parametric-plugins-every-architect-should-know

٢ - http://www.designbuild-network.com/projects/metropolparisol

٣ - https://www.pinterest.com/barrogig/origami

٤ - http://www.designboom.com/architecture/iaac-endesa-solar-pavilion

٥ - http://www. duranvirginia.wordpress.com/2013/04/18/curiosities-11-buildings-with-unusual-facades

٦ - http://www.archello.com/en/company/emergent-architecture 6-

٧ - http://www.designlaunches.com/gadgets/multifunction_design_table_digital_design_board.php

٨ - http://www.microsoft.com/en-us/hololens