Journal of
Design Sciences and Applied Arts

منهجية البناء المورفولوجى للحيزات الفراغية

[١] م.م/ رهام إيهاب خليل [٢] أ.د/ عادل عدلى إبراهيم

١) مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلي و الأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة 6 أكتوبر، مصر.
٢) أستاذ التصميم الداخلي بقسم التصميم الداخلي و الأثاث، بكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر.

الملخص:
التقنيات الرقمية إنعكست على إدراك المصمم لمورفولوجى البناء التشكيلى للفراغات الداخلية و ما تشمله من عناصر تصميمية،و من هنا أصبح الهدف الأسمى للمصمم هو تحقيق الجودة البيئية لرفع الكفاءة الوظيفية للتصميم الداخلى على اختلاف أنماطه،و على الرغم من أهمية ذلك الهدف إلا أن العديد من الأعمال التصميمية و المعمارية تفتقر اليات تحقيقه فكراً و تطبيقاً. مما يترتب عليه الإتجاه نحو التقنيات الميكانيكية بأثارها السلبية الفسيولوجية لتحقيق جزء من جودة البيئة الداخلية و هنا تكمن المشكلة البحثية.
و يسعى البحث إلى الإستفادة من المورفولوجى كمحدد وظيفى فى إيجاد العلاج التصميمي لتحقيق جودة البيئة الداخلية الطبيعية و تقليل الإعتماد على الأجهزة الميكانيكية لسلبياتها.و لذلك يتجه البناء الهيكلى للبحث إلى دراسة علم المورفولوجي؛و المحددات الوظيفية فى بناء المضمون و الشكل،و تقنيات تحليل البناء المورفولوجى للأشكال،و جودة البيئة الداخلية؛و علاقتها بالمحددات الوظيفية لعلم المورفولوجى،و التحليل التصميمى للبناء المورفولوجى فى أشكاله و مضمونه لإثراء البيئة الداخلية صحياً شكلاً و مضموناً تحت تقنين علم المورفولوجى،ويتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى.

الكلمات المفتاحية:
المورفولوجى Morphology، جودة البيئة الداخلية Interior Environment Quality.

المقدمة:
إستلهم المصممون على مر العصور من الطبيعة الكثير ، سواء على المستوى التشكيلى و الوظيفى أو الإنشائى، فالطبيعة تمتلك بأشكالها و قوانينها مادة خام للتصميم،و هى الأقرب إلى سيكولوجية الإنسان الذى يعتبر جزء لا يتجزأ منها ، لذلك يجب إستكشاف و محاكاة المبادئ الأساسية و الوظيفة للأشكال الطبيعية، و ذلك عن طريق تحليل الأشكال فى الطبيعة و إستنباط العلاقات بين أشكالها و وظائفها ؛ و هذا ما تحلى به كل من المصممين أنطونى جودى (Antoni Gaudí) و فرانك لويد رايت (Frank Lloyd Wright) و ريتشارد بوكمينستر فولر Richard Buckminster Fuller و فراى أوتو (Frei Otto).
و فى بدايات القرن الحادى و العشرين ، و مع تزايد المعرفة و الإدراك ، ظهرت أشكال جديدة من التصميم ، حيث ساهمت التكنولوجيا الرقمية بشكل أساسى فى مساعدة المصمم فى فتح أفاق جديدة لتخيلاته التشكيلية بما تقدمه من أدوات تساعده فى توليد أشكال أكثر تحرراً، كما تطورت معايير التشكيل و المعايير الجمالية نتيجة لتلك الأدوات الرقمية المستخدمة فى توليد الأشكال.
التقنيات الرقمية إنعكست على إدراك المصمم لمورفولوجى البناء التشكيلى للفراغات الداخلية و ما تشمله من عناصر تصميمية، و من هنا أصبح الهدف الأسمى للمصمم هو تحقيق الجودة البيئية لرفع الكفاءة الوظيفية للتصميم الداخلى على اختلاف أنماطه، و على الرغم من أهمية ذلك الهدف إلا أن العديد من الأعمال التصميمية و المعمارية تفتقر اليات تحقيقه فكراً و تطبيقاً. مما يترتب عليه الإتجاه نحو التقنيات الميكانيكية بأثارها السلبية الفسيولوجية لتحقيق جزء من جودة البيئة الداخلية و هنا تكمن المشكلة البحثية.

و لقد حدد البحث : المورفولوجى - الوظيفية - جودة البيئة الداخلية.
و يسعى البحث إلى أهمية الإستفادة من المورفولوجى كمحدد وظيفى فى إيجاد العلاج التصميمي لتحقيق جودة البيئة الداخلية الطبيعية و تقليل الإعتماد على الأجهزة الميكانيكية لسلبياتها.و لذلك يتجه البناء الهيكلى للبحث إلى دراسة علم المورفولوجي؛و المحددات الوظيفية فى بناء المضمون و الشكل،و تقنيات تحليل البناء المورفولوجى للأشكال ،و جودة البيئة الداخلية؛و علاقتها بالمحددات الوظيفية لعلم المورفولوجى و التحليل التصميمى للبناء المورفولوجى فى أشكاله و مضمونه،والإتجاهات المورفولوجية الحديثة لإثراء البيئة الداخلية صحياً شكلاً و مضموناً تحت تقنين علم المورفولوجى.

١ . تعريف مفاهيم البحث

١.١ .تعريف المورفولوجي:

أولاً : التعريف اللغوى لمصطلح المرفولوجيMorphology:
المورفولوجي (التشكل) Morphology هو لفظ لاتينى Morphogenesisمشتق من كلمتين مورف Morph بمعنى شكل أو هيئة، و Loges علم أو خطاب. (٧)
ثانياً: التعريف الإصطلاحى للمورفولوجي فى العلوم المختلفة:
المورفولوجي بشكل عام هى علم دراسة شكل وبنية أى شئ ، و يتم تطبيقه فى كل علم وفقاً لمعطياته، فعلى سبيل المثال؛في البيولوجي

التشكل (أحياء) دراسة شكل وهيكل والحيوان والنبات،و في الجيولوجي التشكل (الارض) دراسة بنية الصخور والقشرة الأرضية .(٦)(٨)

٢.١تعريف جودة البيئة الداخلية Indoor Environmental Quality (IEQ) :

إن جودة البيئة الداخلية يعتمد على توافر الراحة الحرارية داخل الحيز، التهوية الطبيعية وجودة الهواء الداخلي، كفاءة البيئة الضوئية والصوتية، وأيضًا نوعية مواد البناء والتشطيبات وخامات الأثاث المستخدمة داخل الحيزات المختلفة وهذا يؤثر بدوره على رفع كفاءة الأداء لشاغلى الفراغ سيكولوجياً و فسيولوجياً.(١٦) (٣٥)

٢ .منهج الإبداع المورفولوجى و أسسه

من خلال تتبع دراسة المورفولوجى أسردت عدة تساؤلات حول أسبقية نتائج المرفولوجى و أسسه، فهل يتبع المرفولوجى أولاً و يليه الأسس، أو أن الأسس توضع مسبقاً ثم تسهم فى تكوين هذا النتاج؟ و فى واقع الأمر إن المورفولوجى ينبع أولاً، و منه يستنبط المتخصصين أسساً قد تسهم فى إنتاج تشكيلات أخرى، و فى العمارة الإغريقية أبدع بنائها تشكيلات بديعة للمعابد بعد جهد طويل من التطوير و التحسين و التجويد، حتى وصلوا لنتيجة تقبلتها العين و من ثم أستنبطوا من هذا النتاج أسساً مورفولوجية للعمارة الكلاسيكية. (١)

١,٢ . الشكل Shape:

يعتبر الشكل Shape أهم خصائص المورفولوجية حيث أن أى تشكيل يمكن إدراكه بنسبة كبيرة من خلال الأشكال لذلك كان لزاماً توضيح الفرق بين الشكل Shape و التشكيل Morphology، فإن التشكيل ينبع غالباً من المنفعة فعلى سبيل المثال معلقة الطعام، تتكون من حاوية مقعرة لأسفل تحمل المأكولات و زراع طويل يمكن إمساكها و هى العلاقة الأساسية التى حكمت تشكيل جميع الملاعق، و فى ظل تحقيق هذه المنفعة لذا تتخذ الملاعق أشكالاً Shapes عديدة فمنها ذو الحاوية الدائرية أو البيضاوية أو المربعة و تختلف كذلك درجات تقعر حويتها،و هنا تكمن علاقة البناء المورفولوجى بالتكوين فهى علاقة وظيفية نفعية بشكل كامل . (٩)

٢,٢ . الوظيفة فى الحيزات الداخلية:

هى الحركة الأجتماعية التى تضع الفراغ فى قالبه الذى أنشأ من أجله و هى التى تساعد على تحقيق أهدافه من الفراغ. كما أنها محاولة لإيجاد الشكل و الحيزات الفراغية الملائمة للإستعمال و التنفيذ و تحقيق الراحة النفسية عن طريق توزيع و توظيف عناصر التصميم الداخلية فيوصف نجاح الفراغ فى تحقيق الهدف منه.(١٥)

٣,٢ . وحدة الشكل و الوظيفة فى العمارة و حيزاتها:

تعد قضية الشكل و المضمون من أهم القضايا التى شغلت دراسات عديد من فلاسفة الفن و منهم أرسطو و أفلاطون ، الذين رأو أن الجمال المثالى يكمن فى الأشكال المستلهمة من الطبيعة و التى تمثل الكمال. و تمتاز التشكيلات أما بخلوها من عنصر الإنتفاع و يكون الغرض منها جمالى فقط كاللوحات الفنية، أو سيطرة هدف الإنتفاع مما يكسبها مجموعة من الصفات و المحددات فى شكل الكتلة و الفراغ يكسبها جمالاً وظيفياً ناتجاً عن تحقيق أهداف محددة.(٢)

٤,٢ . المحددات الوظيفية فى بناء المضمون و الشكل فى التصميم الداخلى:

تظهر المحددات الوظيفية فى بناء المضمون و الشكل فى التصميم الداخلى من خلال الموائمة التصميمية بضم الفراغات المتشابهة،و الإستفادة من وحدات الأثاث المدمجة مع العمارة الداخلية و توظيف العمارة الداخلية للحلول متعددة تتوافق مع تغيير الأنشطة داخل الفراغ ؛و كذلك الحاجة إلى الإبتكار فى حل المشكلات الفراغية، و ربط الحس الإنشائى بالتشكيل الفراغى للحيزات الداخلية،و إستخدام الأنظمة الذكية فى الفراغات الداخلية. (١٣)

٣. جودة البيئة الداخلية و علاقتها بالمحددات الوظيفية لعلم المورفولوجى

إن عوامل جودة البيئة الداخلية تقدم العديد من الفوائد المتقاربة. فالدراسات تنازعت حول أن رفاهية الإنسان، و المهام المرتبطة بالإنتاجية، و أداء جودة الهواء فى أختبارات التقييم يمكن أن يرجع الفضل فيها إلى عوامل مرتبطة بإدراك الطبيعة، و هى واحدة من أهداف جودة البيئة الداخلية. و قد قام مندل فى عام ٢٠٠٢ بتصنيف ملخص عن الدراسات الحديثة المتعلقة بأبحاث الإنتاجية، و توصل إلى العديد من العوامل يمكنها أن تأثر تأثيراً سلبياً على أداء الأطفال فى المدارس، و من بين هذه العوامل التحكم السيئ فى التهوية فضلاً عن الملوثات البكتيرية و الكيميائية بالبيئة الداخلية. بالإضافة إلى المبانى الجديدة و تواجد السجاد فيها قد أثرت سلباً على مهام معينة و على مستوى الأداء الذهنى، فى حين أن الإضاءة الطبيعية و الضوابط الشخصية قد أثر تأثيراً إيجابياً على التجارب الأكاديمية. (٤)

من خلال مراجعتنا لعوامل جودة البيئة الداخلية نرى أن البيئة الداخلية هى جزء يمثل الكل و بالتالى يجب أن يكون متكامل و منتظم وظيفياً مع كامل المبنى تحت تقنين علم المورفولوجى للوصول إلى تشكيل شامل لتصميم داخلى مستدام .

٤.خصائص المورفولوجي فى الحيز الداخلى

تعتبر الحيزات من أهم مقومات العمل المعمارى، و لكل من الحيزات مورفولوجيته و طبيعته و مميزاته و متعته البصرية، و العاطفية و الفكرية. و أى مبنى يخلق نوعين من الحيز داخلى يتكون من عدة أحجام من الحيزات، و خرجى محيط به تحده الأسوار و الأشجار و المبانى المحيطة. (٥) فيتعامل المصمم مع مورفولوجية الحيزات الداخلية و الخارجية، بناءاً على الطبيعة و البيئة القائمة و المادة الإنشائية و النشاط الذى سيمارس فى المكان، فهو يتعامل مع الحيزات الخارجية فيقتطع منها حيزات داخلية، فتتحول الحيزات اللانهائية البيئية إلى حيزات حضرية ذات مقياس إنسانى. فتنشأ الحيزات المعمارية التى تترك لدى مرتاديها الأحاسيس المناسبة للأنشطة المقصودة، فالحيز و الكتلة هما المحركان للمشاعر الأنسانية، و ما الحوائط و الأسقف إلا مفردات لهما؛ و دراسة التاريخ تؤكد أن وعى المعمارى القديم بالحيز وعى مقصود فى تحديده و تكوينه و وضع نقاط الرؤية به.(٣)

٥. تقنيات تحليل معالجات البناء المورفولوجى للأشكال

١,٥ . عملية التحول Transformation:

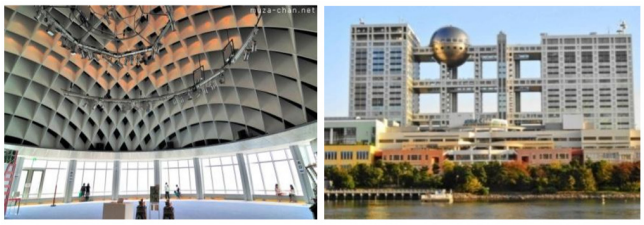
عبارة عن تحويل الشكل إلى أخر مقارب له فى النسب، و هى من العمليات المترتبة على عمليات الحذف و الإضافة، كما بالصورة(١).(١٠)

على اليمين ، صورة (1) الحيز الداخلى للقاعة المضافة، و على اليسار شكل (1) يوضح المسقط الأفقى به القاعة الأساسية بيضاوية الشكل المضافة إلى كتلة المبنى الرئيسية.(32)

البناء المورفولوجى و أثره الوظيفى و البيئى ظهر بشكل واضح فى خلق التوازن البصرى أعتماداً على فلسفة الفراغات المضافة ،وظهرت فلسفة الإضافة ؛ إضافة الجزء البيضاوى و إعطاءة الشفافية لدمجه مع البيئة الخارجية و كأن الفراغ الداخلى جزء من البيئة الخارجية مما أدى إلى توفير الإضاءة و التهوية الطبيعية و بالتالى تحقيق جودة البيئة الداخلية.

2.5. عملية التجميع Articulation:

تشكيل المبنى من خلال تجزئته لعدة كتل منفصلة، ثم تجميعها بحيث تكون متصلة بوصلات كطرقات أو مداخل، و تكون منفصلة طبقاً للوظيفة و الإنشاء، كما بالصورة(2).



صورة(2) يميناً، مبنى إذاعة شبكة فوجى – طوكيو – اليابان 1996م، تصميم المعمارى Kenzo Tange ، واجهة أمامية للمبنى و يظهر فيها كتلتين رئيسيتين و إتصلهم من خلال الممرات ليس فقط كشكل تجميعى و إنما أيضاً كمسارات حركة تنقل العاملين بالمبنى، يساراً، الفراغ الداخلى للشكل الكروى و تجميع لوحات بشكل شبكى عمودى فى السقف لتشتيت الموجات الصوتية.(19)

البناء المورفولوجى وأثره الوظيفى و البيئى يتضح فى الممرات التجميعية ليس فقط من أجل الرفاهية التشكيلية أو الفلسفية، و لكنها أيضاً لتدعيم الهيكل الإنشائى للمبانى مما يزيد من مقاومتها للزلازل و تعبيراً عن الوحدة و الترابط بدلاً من كتلة مصمتة واحدة مما أدى إلى رفع الكفاءة الوظيفية للحيز، و إستخدام الزجاج الشفاف لتغطية المبانى من الخارج لتعطى نظرة مفتوحة للبيئة المحيطة و هو يعكس رؤية الإذاعة على أنها منفتحة على الأفكار الجديدة و كذلك ربط الداخل بالخارج لتحقيق جودة البيئة الداخلية. (24)

3.5. عملية الإنحناء Curvature:

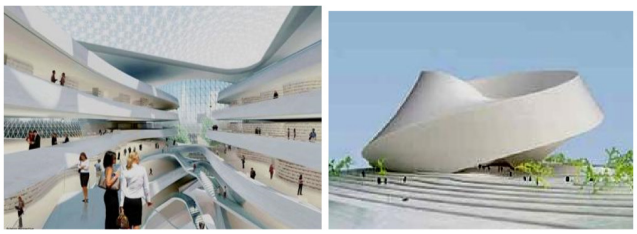
هى علاقة التغير التدريجى الحادث فى مسار خطى فى بعد واحد أو مستوى ذى بعدين أو حيز ذى ثلاث أبعاد يتخذ فيها أتجاهاً فراغياً جديداً بحيث يحتفظ العنصر المنحنى بكافة سماته التشكيلية قبل الأنحناء و بعده، كما بالصورة(3).

صورة (3) يميناً، كنيسة Bosjes بنيت فى وادي نهر بريدي فى لندن من تصميم Coet-zee Steyn of Steyn Studios سنة 2016. يساراً، الفراغ الداخلى و أثر عملية الإنحناء على تحقيق جودة البيئة الداخلية للصوت و الضوء كذلك التهوية . (23)

البناء المورفولوجى و أثره الوظيفى و البيئى من خلال تشكيل هيكل البناء منحنى يتوافق تشكيله مع البيئة المحيطة لم يكن الهدف منها جمالى فقط ، بل كان له بعد وظيفى لخلق فراغ داخلى يحقق أفضل إستخدام لكل من الصوت و الضوء مما ساعد على رفع الكفاءة البيئية للحيزات الفراغية .

4.5. عملية الأمتداد Extension:

هى علاقة التغير التى تحدث لمسار أو حيز أو فراغ فى أحد أتجاهاته بحيث يزداد البعد الظاهرى لهذا الأتجاه دون أن يصاحبه تغير فى الأتجاهات الأخرى فى التشكيل، كما بالصورة(4).

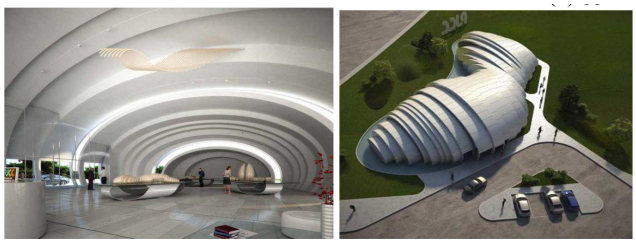


صورة(4) يميناً، منظور خارجى للمكتبة الوطنية في كازاخستان من تصميم المعمارى Bjarke Ingels عام 2009 على شكل حلزون ،يساراً، منظور داخلى للمكتبة يوضح عملية الأمتداد الحيزى و الإنسياب و التواصل.(30)

البناء المورفولوجى و أثره الوظيفى و البيئى يتضح فى عملية الأمتداد بشكل حلزونى إلى أعلى حققة إنسياب الحركة داخل الفراغ و إحساس بالإتساع و الإمتداد الحيزى و التواصل و كذلك خلق فتحات سقفية تعمل على توفير الإضاءة الطبيعية داخل المبنى مما ساعد على رفع الكفاءة الوظيفية و البيئية للفراغات الداخلية للمكتبة.

5.5. عملية الأنتقال Transition:

هى علاقة التغير الحادث فى موضع البنية التشكيلية بالنسبة للأبعاد الفراغية حيث تتحد خلالها موضعاً أخر يهيئ لها علاقة نسبية جديدة بهذه الأبعاد الفراغية، كما بالصورة(5).



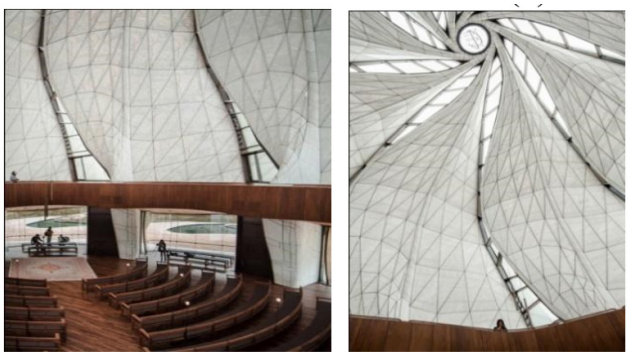
صورة (5) يميناً، جناح "Pod"، فى كوالا لامبور فى ماليزيا من تصميم المجموعة الهندسية MKH، و يساراً، التشكيل الدائرى الرقيق للنجاح كسلسلة من الأقسام الإهليجية بأعراض و إرتفاعات متنوعة. (25)

البناء المورفولوجى ظهر فى غلاف المبنى كأنه مقطع إلى شرائح بشكل مستقيم، لخلق سلسلة من الأشرطة التى تلتف أعلى و فوق المبنى لتخلق مساحة حيوية فى الداخل، فتشكيل بالتالى غلافاً حامياً ذات طبقات متعددة، كانت قطيرات الماء الطبيعية مصدر الإلهام تصميم كتلته الرئيسية ،و إنتقال الوحدة التصميمية مع إحتفاظها بكافة سماتها مما ساعد على خلق أعراض و إرتفاعات متنوعة مما حقق أمتداد للفراغ الداخلى و بالتالى أدى إلى رفع الكفاءة الوظيفية، بينما تؤمن إنحناءات و إنعطافات النوافذ وصول الضوء الطبيعى للفراغ الداخلى بأكمله و بالتالى التوظيف

الجيد للإضاءة الطبيعية لتحقيق الراحة الضوئية لشاغلى الفراغ.

6.5. عملية الدوران Rotation:

هى علاقة التغير الحادث فى موضع البنية التشكيلية بالنسبة للأبعاد الفراغية حيث تتحد خلالها موضعاً أخر يهيئ لها علاقة نسبية جديدة و لكنها تظل مشتركة مع محور الدوران، كما بالصورة(6).



صورة (6) معبد Bahá'í Temple من تصميم Hariri Pontarini Architects فى تشيلي سنة 2016، و تظهر العلاقة النسبية الجديدة و لكن تظل مع محور الدوران.(32)

البناء المورفولوجى و أثره الوظيفى و البيئى من خلال الحركة الدورانية فى سقف الفراغ الداخلى المشترك فى محور الدوران حققة وحدة التكوين للمبنى و خلقت فتحات طولية توفر الضوء و التهوية الطبيعية.

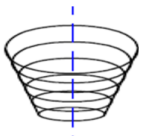
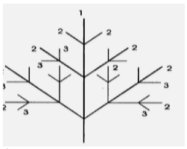
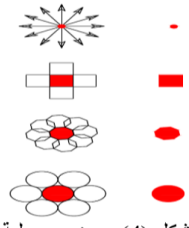
7.5. عملية الأتصالConnection :

ينتج من تجميع هيئات فراغية متلاصقة متصلة بصرياً مع بعضها البعض و مع العالم الخارجى ذات تكوين متماثل أو غير متماثل فى إتزان موحد بحيث تكون متصلة بوصلات فى تناسب متوافق تبعاً لعلاقات و أساليب و وسائل تعتمد على أستخدام المنطق و حسن التصرف و المرونة الواعية، كما بالصورة(7).

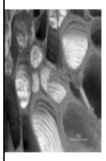
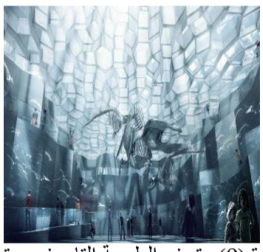
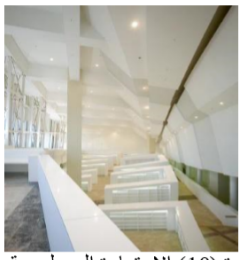
صورة (7) متحف العلوم (Tablero de Trigo) بميامى فى الولايات المتحدة فالقاطوع الأساسى ذو التصميم الخطى المستمر داخل معرض العلوم لتكوين الفراغات الداخلية المتصلة فيما بينها. (26)

البناء المورفولوجى و أثره الوظيفى و البيئى من خلال تصميم قواطيع ذو تصميم خطى مستمر تشكل تضاريس ثلاثية الأبعاد منحوتة فى القاطوع، تم نسخها من الطبيعة من أجل الحصول على فراغ داخلى متميز، مع أفتراض أن الحركة التى تمر بأصغر الوحدات ينتقل بالضرورة إلى النظام الكلى، رفع الكفاءة الوظيفية من خلال تحقيق الإستمرارية و الإتصال فى الوحدات الداخلية ،أما الجانب البيئى بأستخدام الخامات المعاد تدويرها مصنوعة من ألواح القش المضغوط لخلق فراغ داخلى متجدد بأستخدام أسلوب التصميم الرقمى "Digital Design".(21)

6. التحليل المورفولوجى للحيزات الداخلية لإثراء البيئة الداخلية صحياً بيئياً و وظيفياً

		الشكل	التقنيات التحليلية	التكوين	الأثر الوظيفى و البيئى
1.6. المورفولوجى الهندسى Geometric Morphology	المورفولوجى المركزى Centralized Morphology		يكون التشكيل حول نقطة واحدة متمركزة فى الشكل، كما بالشكل (2)	 شكل(2) عملية التكوين المورفولوجى المركزى.	يعطى الإنسان الإحساس بالإندماج مع الكون، و حرية و مرونة الحركة و اللانهائية، و تحقيق الجودة الهوائية و الحرارية و أمتصاص الترددات الصوتية بالحيزات الداخلية.
	المورفولوجى الخطى Linear Morpholoy		**المتماثل** حول محور أفقى أو رأسى، و **الغير متماثل** حول محور أما رأسياً أو أفقياً، مستقيماً أو مائلاً أو منحنى أو حتى منكسراً ، كما بالشكل(3)	 شكل (3) يوضيح عملية التكوين المورفولوجى الخطى	هو طريق طبيعى للجمال و الإتزان الشكلى. يتميز بالمرونة، كما أن التنظيم الإيقاعى للحيزات الخطية يمنح المتلقى متعة بصرية متناغمة و وحدة التأثير تلغى الرتابة و الملل.
	المورفولوجى الإشعاعى Radial Morphology		تجمع عدة محاور فى نقطة واحدة، أو أن تكون أشكال خطية منطلقة من نقطة تمثل المركز فى عدة أتجاهات ، و قد يكون أتجاهها مستقيم أو منحنى، فأما أن تكون متماثلة فى الأبعاد أو الأشكال أو مختلفة عن بعضها، كما بالشكل (4).	 شكل (4) يوضيح عملية التكوين المورفولوجى الإشعاعى.	المورفولوجى الإشعاعى يعمل على التعرف على خصائص النمو و التكيف مع البيئة المحيطة، و الإتصال البصرى و التكامل و الإندماج مع الطبيعة المحيطة.

	المورفولوجى الشبكى المديولى Grid Morphology		عبارة عن شبكات فى أتجاه محاور متكررة أو متوازية، و الزاوية بين هذه المحاور قائمة أو زاوية مائلة، و فى هذه الحالة تنظمها شبكات مديولية منتظمة أو غير منتظمة؛ و هذه الشبكات تتكون عن طريق تقاطعات على مسافات محددة فى أطار ثنائى أو ثلاثى الأبعاد ، كما بالشكل(5).	شكل(5) توضيحى لعملية التكوين المورفولوجى الشبكى المديولى.	يمكن إستغلالها للزيادة أو التكرار فى الشكل، و يمكن التغيير فى بعض وحدات الشبكة لخدمة التوزيع الحركى فى المسقط الأفقى أو إعطاء تزايد هرمى فى الخدمات أو النسب المستعملة حسب توجيه الحيز الداخلى؛ و يمكن تحريك أو إستقطاع جزء من التنظيمات الحيزية من مكانها فى المسقط الأفقى لإعطاء رؤية و إستمرارية عبر الحيز الداخلى.التخطيط الشبكى مع امكانية التداخل بين شبكتين لإعطاء أحساس بديناميكية الحركة، و المودیول فى معالجة الجدار و خلق فتحات رأسية و أفقة لتوفير الضوء الطبيعى و دمج الداخل بالخارج.
	المورفولوجى التجميعى (العنقودى) Clustered Morphology		أشكال يصعب تحديد محورها الأساسى، تم تجميعها نتيجة لمتطلبات وظيفية أو تشكيلية دون قواعد هندسية معينة، فيمكن أن يتم تجميعها متجاورة أو متتالية فى أتجاه محدد أو غير محدد، متماثلة أو غير متماثلة، كما بالشكل(6).	شكل (6) إسكتش مسقط أفقى و رأسى لتصميم الداخلى لحائط للمورفولوجى التجميعى الغير متماثل فى أتجاه غير محدد.	شكل الحيزات التجميعية يتميز بالمرونة لإحداث تغييرات فى الشكل، مع عدم التأثير على السمات الرئيسية.
2.6 المورفولوجى العضوى Organic	**المورفولوجى الحيوانى Zoomorphism**		وصف التكوين الشكلى للحيوان،و للأنسجة و الأعضاء **فى ثلاثة أشكال:** التماثل الكروى : تتدرج تحته مجموعة وحيدات الخلية كالإشعاعيات، حيث يتخذ الجسم شكل الكرة، كما بالشكل (7) التماثل الإشعاعى: ينتظم الشكل العام حول محور مركزى تشع منه أجزاء الجسد أو تنتظم الأجزاء المتماثلة بطريقة مركزية حول المحور. التماثل الجانبى :يظهر فى الحيوانات التى تمتلك مقدمة و رأس و سطح ظهرى و بطنى فى هذه الحالة يقسم التماثل إلى نصفين متماثلين.	شكل (7) يوضح عملية تكوين التماثل الكروى بالمورفولوجى الحيوانى.	يتميز بأنه شكل متزن خارجياً حول محور تماثل، ما عدا حالات خاصة تتميز بأشكالها الغير منتظمة. إستخدام الخطوط البيومورفية فى الحلول التصميمية للحيزات الداخلية يضفى تناغما و يبعد الشعور بالملل ، و من الناحية البيئية تسهيل مسار دخول الهواء الطبيعى و خروجه بشكل مدروس مما يساعد على تحقيق جودة الهواء داخل المبنى.

المورفولوجى النباتى **Botanical Morphology**		التشكيل النباتى يظهر بالتماثل الشكلى فى بعض الأشجار؛ و الأشكال العضوية النباتية . كما بالصورة (8).	 صورة (8) منزل أوراق الشجر (Leaf House).	يتميز بتكوين يتبع الإستمرارية و خطوطه المرنه غير الحادة ، كما يتميز بالوحدة و الإنسيابية و النقاء.
المورفولوجى الخلوى الشبكى **Net Cellular Morphology**		هو أصل الخليقة، و قد ينمو الشكل على هيئة هيكل خارجى هندسى منتظم كخلايا النحل المسدسة أو أشكال الزهور أو خلايا النباتية و الحيوانية و الجيولوجية ، كما بالصورة(9).	 صورة (9) متحف الطبيعة التاريخى ، تصميم (Bajrke Ingels Group).	تحقيق جودة البيئة الداخلية من خلال المورفولوجى الخلوى فى الواجهات أو فى الفتحات السقفية Skylight مما يسمح بمرور الضوء الطبيعى بشكل غير مباشر لتقليل الوهج و بالتالى تحقيق الراحة الحرارية و الضوئية فى الحيزات الداخلية.
المورفولوجى الجيولوجى **Geological Morphology**		الإستعارة الجيولوجية فى التصميم؛ بداية من تجمعات الكريستالات إلى تضاريس الأرض، و البروزات، و الفراغات المعدنية و البراكين و الكتل الصخرية، كما بالصورة(10).	 صورة (10) الإستعارة الجيولوجية مدينة الثقافة، غرب أسبانيا، تصميم المعمارى (Peter Eisenman).	يؤكد على أمكانية إيجاد المصممين حلول و أشكال جديدة مستدامة و فعالة من خلال ملاحظة و فهم الطبيعة. متناغماً و مستلهماً من جغرافيا الطبيعة المحيطة و التى تتميز بالتلال؛ فكان أستكمالا لها و لكن من صنع الإنسان، و التى تتم العملية البصرية المندمجة.
المورفولوجى الحر **Free Morphology**		تنمو الأشكال العضوية فى بعض الأحوال على هيئة أشكال غير هندسية حرة قد تكون ذات شكل مستمر نحتى حر، و ذلك كالبلورات و الصخور فى شكلها العفوى، كما بالصورة (11)	 صورة (11) المرفولوجى الحر بالخشب للمتحف الوطنى لمحلات قطر الداخلية، تصميم (Koichi Takada Architects)، 2019.	المورفولوجى الحر يضفى تناغما و يبعد الشعور بالملل،و يتبع الإستمرارية و الإنسيابية كما يتميز بخطوطه المرنه غير الحادة.

جدول(1) التحليل المورفولوجى للحيزات الداخلية فى أشكاله و مضمونه لإثراء البيئة الداخلية صحياً بيئياً و وظيفياً تحت تقنين علم المرفولوجى.

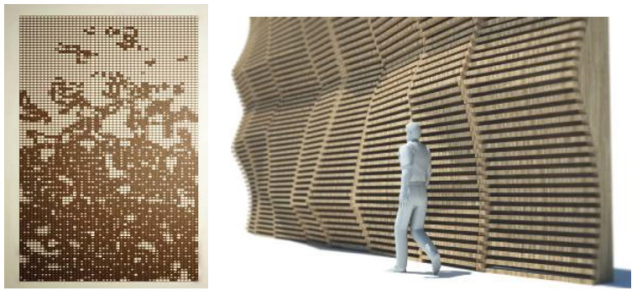
7. الإتجاهات المورفولوجية الحديثة لتحقيق الجودة البيئية فى التصميم الداخلى

1.7. التشكل الإيكولوجى Morpho-Ecologies:

هو عبارة عن تصميم يجمع بين مفهوم "المورفولوجيا" و هى التشكل، و مفهوم "الإيكولوجيا" و هى دراسة العلاقة بين الكائنات الحية و بيئتها. صورة(12)

صورة (12) مشروع مركز خليج بوثنيان الثقافى، من تصميم Toni Österlund، 2010م . (11)

البناء المورفولوجى و أثره الوظيفى و البيئى على التصميم الداخلى من خلال تكسيات الجدار الداخلى القائم على التشكل الإيكولوجى Morpho-Ecologies بأستخدام المورفوجينية الرقمية digital morphogenesis و محاكاة بسيطة للجبال تخلق نوع من الحيوية و الحركة داخل الفراغ ، و كذلك مظلة مثقبة أنماط Patterns الغرض منها خلق الظلال العضوية التي تحاكي الظلال التي يلقيها أوراق الشجر الطبيعية للجزيرة. الحصول على ثقوب أصغر نحو مدخل المبنى، وخلق تشكيل متدرج بالظلال على طول الطريق، و كذلك لتوفير ظروف المظللة المختلفة و تلطيف المناخ ، كما بالصورة(13).



صورة(13) توضح التشكل الإيكولوجى Morpho-Ecologies فيميناً، تكسيات الجدار الداخلى كمحاكاه للجبال تخلق نوع من الحيوية و الحركة داخل الفراغ ، يساراً، مظلة مثقبة الغرض منها هو لتوفير ظروف المظللة المختلفة و تلطيف المناخ. (11) (14)

2.7. المورفولوجى الرقمى للتصميم البيولوجى (نظام ليندماير L-System) :

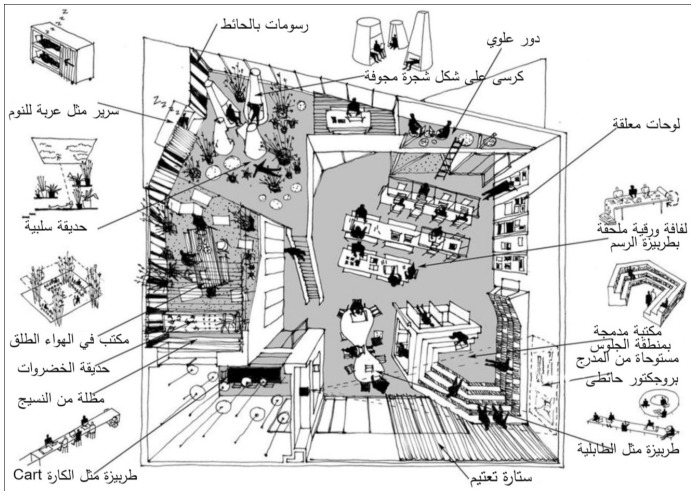
إن إستخدام العمليات الحسابية Algorithms فى التصميم قد مر بمراحل تطورية بدأت من وظيفتها كأداة للمحاكاة و التطوير وصولاً إلى إستخدامها كلغة لتوليد التصميم، و ذلك بالإعتماد على نظام (ليندماير Lindenmayer System أو L-system) ،و تعريف عمليات النمو العضوى للطبيعة بواسطة نظام L-system فى عملية التشكيل الداخلى ، كما بالصورة(14). (18)

صورة(14) توضح عملية المورفولوجى الرقمى من التصميم البيولوجى L-System لمطعم Tote Restaurant ، فى بومباي ، من تصميم (Serie Architects) ، عام 2009.(17)

توليد البناء المورفولوجى للتصميم فى الدعم الشجري الناتج عن مصدر نظام L (L-System) بهدف تعريف عمليات النمو العضوى للطبيعة بواسطة نظام L-system و دمجها بالعملية التصميمية حققت الجودة البيئية للتصميم الداخلى بدمج الطبيعة بالبيئة الداخلية و أستخدام الخشب كخامة طبيعية صديقة للبيئة ، بالتالى رفع الكفاءة الوظيفية للفراغ الداخلى .

3.7. مورفولوجي التصميم الهجينى Hybridized Design Morphology

هو الفراغ المهجن الذى تشكل من التوجهات التصميمية المختلفة التى تطورت فى العصر الرقمى،و تعتمد على التصميم بواسطة الكومبيوتر فى كل من حالتى التشويه (إعادة التشكيل) و المعلومات فى تغيير الفراغ الداخلى ، و ذلك بهدف إنتاج بناء مورفولوجى جديد من الاشكال بحيث تكون مختلفة تماماً، و فيما يلى نوضح أحد نماذج الفراغات المهجنة، كما بالشكل (8)، و الصورة(15). (10)



شكل (8) منظور يوضح المرفولوجى الداخلى الهجينى لفراغ إدارى مهجن " Hybrid Office" من تصميم: مكتب "Edward Ogosta Architecture" فى لوس أنجلوس، أمريكا،2012.(22)

البناء المورفولوجى بالتهجين بالدمج بين الفراغ الإدارى و العالم الخارجى بالجلوس على كرسى كأنه داخل شجرة ، أو الجلوس على طاولة كأنه داخل المنزل، و أثره الوظيفى و البيئى على التصميم الداخلى يعمل على إعادة التفكير فى كيفية وجودنا مع الأشياء و البيئات، و بالتالى تم قلب المفاهيم الأساسية للمسكن و العمل، و تحقيق الراحة لشاغلى الفراغ الإدارى، كما بالصورة(١٥). (٢٩)

صورة(15) توضح خامة Wood Skin تم إنشاؤها بواسطة استوديو تصميم ماما فوتوجراما (Mamma Fotogramma) ، و هى خامة مهجنة من فواضل الخشب الرقائقي الروسي ملتصق بشبكة عالية الأداء بمادة لاصقة مخصصة،و له مرونة النسيج الذى يساعد على تشكيل أشكال معقدة و القدرة على تغيير الأشكال في أي لحظة خلال العملية التصميم،و تطبيقها فى تكسية المكتب المصنوع هيكله من المعدن بخامة Wood Skin،و أستخدامها فى أنظمة تغطية مرنة للجدران مما يعطى ديناميكية فى التشكيل للفراغ الداخلى.(20) (27) (33)

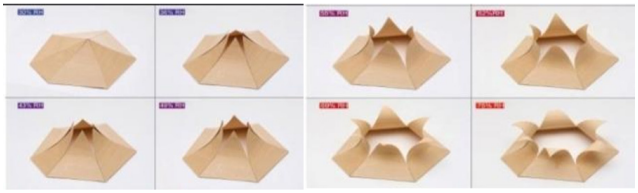
يقول ماسوتي: "بفضل التقنيات الحديثة ، أصبحت الهياكل تشبه أجسامنا". "فهو يحاكى الهيكل العظمي ، مفاصله وعضلاته تتوسع وتتقلص خلف جلدنا ، مما يحدد حركاتنا ووقفاتنا. Wood Skin هي ببساطة وسيلة مريحة ومبتكرة للتشكيل." (20)

4.7. المورفولوجى المتأثر بالتغيرات الجوية Meteor sensitive Morphology

عادة ما نتصور – الإستجابة المناخية فى العمارة – Climate responsiveness architecture على أنها وظيفة فنية تحتاج إلى عدد ضخم من وسائل الإستشعار الميكانيكية و الإلكترونية ، و الأجهزة التشغيلية و التنظيمية؛ على النقيض نجد أن المادة الخاملة و أقترحات الطبيعة تختلف أختلافاً جوهرياً ، فالمواد فى الطبيعة مستجيبة للتغيرات المختلفة ، كما أنها تتبع إستراتجية اللا تكنولوجيا No-tech Strategy؛ فإن القدرة على الإستجابة متأصلة فى خواص المادة نفسها، كما بالصورة(16). (28)

صورة(16)مشروع "hygro skin pavilion" يقع فى باريس، فرنسا- من تصميم Achim Menges –Steffen Reichert – 2012م.

البناء المورفولوجى أعتمد على مبدأ المحاكاة البيولوجية المأخوذة من حركة مخاريط الصنوبر التى يسببها التغير النسبى للرطوبة، دون الحاجة إلى نظام حسى أو محرك وظيفى فهو يستكشف رؤية جديدة للعمارة المتفاعلة قائمة على الجمع بين السلوك الفطرى للمادة و التشكل الحاسوبى. مصنعة آلياً من الخشب، و الذى يعمل على توظيف إستراتجيات تصميمية لبرمجة نظام المادة بدون أى نوع من التحكم الإلكترونى و بالتالى رفع الكفاءة الوظيفية و البيئية للفراغ الداخلى، كما بالصورة (17). (28)



صورة (17) المحاكاة البيولوجية لحركة مخاريط الصنوبر التى يسببها التغير النسبى للرطوبة، دون الحاجة إلى نظام حسى أو محرك وظيفى.(28)

8. النتائج

توصل البحث و التحليل إلى النقاط التالية:

- إن الإستراتجية الفعالة لتحقيق الجودة البيئية للتصميم الداخلى يمكن تحققهابتقنيات معالجات البناء المورفولوجى ومنها: عمليات التحول، التجميع ، و الترابط، الإنحناء، الإمتداد، الإنتقال، الدوران، الإتصال.
- الإستفادة من التحليل التصميمى للبناء المورفولوجى لإثراء البيئة الداخلية صحياً شكلاً و مضموناً تحت تقنين علم المورفولوجى .
- المرفولوجى الهندسى يتشعب إلى المورفولوجى المركزى يعطى إحساس بالإندماج مع الكون، و المورفولوجى الخطى يضفى على التصميم الإتزان والمرونة، المورفولوجى الإشعاعى يعمل على التكيف و الإتصال البصرى و التكامل،و المورفولوجى الشبكى المديولى إعطاء رؤية و إستمرارية عبر الحيز الداخلى، و ديناميكية الحركة عند تقاطع شبكتين ،والمورفولوجى التجميعى يتميز بالمرونة، مع عدم التأثير على السمات الرئيسية.
- المورفولوجى العضوى يتشعب إلى المورفولوجى الحيوانى يضفى تناغماً و يبعد الشعور بالملل،و المورفولوجى النباتى يتميز بالإستمرارية ، و المرونة كما يتميز بالوحدة و الإنسيابية و النقاء، و المورفولوجى الشبكى الخلوى يسمح بمرور الضوء غير المباشر لتقليل الوهج،و المورفولوجى الجيولوجى متناغم مع البيئة المحيطة،و المورفولوجى الحر يوحى الإستمرارية كما يتميز بالإنسيابية.
- الإستفادة من الإتجاهات المورفولوجية الحديثة الوظيفية فى تحقيق جودة البيئة الداخلية بشكل طبيعى لرفع الكفاءة الوظيفية للتصميم الداخلى على أختلاف أنماطه، ومنها المورفولوجى الإيكولوجى ، المورفولوجى الرقمى للتصميم البيولوجى، و مورفولوجي التصميم الهجينى، و المورفولوجى المتأثر بالتغيرات الجوية.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

أ-الكتب:

1. عبد الحليم السيد، الإبداع و الشخصية ، دار المعارف، القاهرة، مصر، ص 40 (1971م).
2. على رأفت، الإبداع الفنى فى العمارة، مركز أبحاث

أنتركونيلت، القاهرة، مصر، ص295 (1997م).
3. على رأفت، ثلاثية الإبداع المعمارى، مركز أبحاث انتركونسلت، الكتاب الثالث، القاهرة،ص319 (1997م).

ب- الرسائل العلمية:

4. داليا جمعة رجب، التكامل بين العمارة المستدامة و العضوية فى التصميم الداخلى، دكتوراه، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، مصر، ص142 (2015م).
5. زكريا سيد سعيد، فلسفة النظم المورفولوجية فى تفعيل القيم الجمالية و الوظيفية فى تصميم الأثاث، دكتوراه، قسم التصميم الداخلى و الأثاث، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، حلوان،ص32 (2010م).

ثانياً: المراجع الأجنبية:

أ-الكتب:

6. Åkesson, Joyce: Arabic Morphology and Phonology, Leiden, Brill, The Netherlands,pp.3 (2001).
7. Aronoff, Mark: Morphology by Itself, MIT Press, Cambridge, pp.2(1993).
8. Bauer, Laurie: Introducing linguistic morphology,Washington, D.C., Georgetown University Press, (2nd ed.), (2003).
9. Charles Moore, Gerald Allen: Dimensions Space, Shape & Scale in Architecture, Hill Education, Mcgraw, New York, USA, pp.12 (1976).
10. Francis D. K. Ching: Architecture: Form ,Space And Design, NY John Wiley & Sons, 4th Edition, New York, USA, pp.54 (2012(.
11. Michael Hensel, Achim Menges: Morpho-Ecologies – Towards an Inclusive Discourse on Heterogeneous Architecture, Architectural Association, second Edition, London, pp.12,16, 48 (2008(.
12. Peter Zellner: Hybrid Space (New Forms In Digital Architecture), Thames & Hudson, United Kingdom, pp.7, (2000).
13. Reyner Banham: Theory and Design in the First Machine Age, Architecture Press, London, pp.140 (1960).
14. Toni Österlund: Methods for morphogenesis and ecology in architecture -Designing the Bothnian Bay cultural center, Department of Architecture, University of Oulu, Tampere, Finland, pp.22 (2010(.
15. Wayen & William: Architecture & you, Whitney Library of Design, New York, USA, pp.30 (1981).

ب- الأبحاث:

16. (16) Dascalaki G.E, Gaglia G.A., Balaras A.C.,Lagoudi A.: Indoor Environmental Quality in Hellenic Hospital Operating Rooms, Energy and Buildings 41, Elsevier, Netherlands, Amsterdam, pp. 553(2009).
17. (17) Ewelina Gawell: Non-Euclidean geometry in the modeling of contemporary architectural forms, J.Pol.Soc.Geom. Eng. Graph., Vol.24. Poland, pp.40-42, (2013).
18. (18) Iasef Md Rian, Mario Sassone: Tree-inspired dendriforms and fractal-like branching structures in architecture: A brief historical overview, Frontiers of Architectural Research 3, Southeast University, China , pp.307 (2014).

ثالثاً: شبكات الإنتلانت:

19. (19) architecturetokyo.wordpress.com/2017/05/21/1996-fuji-television-kenzo-tange/ (17-4-2018)
20. (20) archpaper.com/2013/05/mamma-fotogramma-brings-motion-to-plywood/ (25/8/2019)
21. (21) designerpages.s3.amazonaws.com/assets/32097432/KirWht_SpecSheet_Kinkos.pdf (15-12-2018)
22. (22) edwardogosta.com/analogues/analogues-conceptual-architecture-edward-ogosta-architecture-10 (12/2/2019)
23. (23) elledecoration.co.za/two-local-buildings-nominated-archdaily-building-year-awards/ (18-4-2018)
24. (24) en.wikiarquitectura.com/building/corporate-headquarters-of-fuji-tv/ (17-4-2018)
25. (25) greendiary.com/pod-pavilion-green-urban-development-evolves-as-a-series-of-ribbons.html (21-4-2018)
26. (26) images.kireiusa.com/keyword/wall/1/1168659973_wkPZ6#!i=1168659973&k=wkPZ6 (15-12-2018)
27. (27) weburbanist.com/2013/05/26/woodskin-flexible-hybrid-material-makes-wood-modular/(25/8/2019)
28. (28) www.achimmenges.net/?p=5083 (23/6/2018)
29. (29) www.arch2o.com/humidity-technology-achim-menges-architect/ (23/6/2018)
30. (30) www.archdaily.com/229636/hybrid-office-edward-ogosta-architecture)28/7/2019)
31. (31) www.archdaily.com/33238/national-library-in-astana-kazakhstan-big (19-4-2018)
32. (32) www.archdaily.com/797194/bahai-temple-hariri-pontarini-architects (21-4-2018)
33. (33) www.architectmagazine.com/project-gallery/fortaleza-hall (2-4-2018)
34. (34) www.treehugger.com/sustainable-product-design/wood-skin-composite-wood-material-folds-like-fabrics.html (25/8/2019)
35. (35) www.usgbc.org/articles/green-building-101-what-indoor-environmental-quality (2-2-2018)