JAUES

Journal Of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 14, No. 50, January, 2019, 371-381

EFFECT OF THE EXTERNAL ENVELOPE PROCESSORS ON THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF THE SKYSCRAPERS

Mohamed Salah El Din El Sayed, Mohammed Abd Alazim, Medhat Ahmed Shaaban Samarra and Rasha Rammadan El sayed

Faculty of Engineering-Mansoura University, Mansoura Egypt

ABSTRACT

The skyscrapers are the most prominent formations influenced by the digital architectural formation, because of their high heights and various configurations that rely on digital technology completely and partly, but with the increase in height increased the negative impacts on the environment in terms of consumption of skyscrapers non- renewable energy and the subsequent impact of the environment, The attention of global design thought towards the design of environmental skyscrapers that take into account the environment and do not exhaust their natural resources. The so-called zero-skyscraper shows energy, which is low in energy consumption to the maximum extent. The external envelope has contributed to this aspect by using design treatments that help reduce the rate of non-renewable energy consumption and increase the environmental efficiency of the skyscrapers.

Key words: Environmental Skyscrapers, Environmental Design, Zero Skyscrapers Ene

---

تأثير معالجات الغلاف الخارجي علي الأداء البيئي لناطحات السحاب

محمد صلاح الدين السيد و محمد عبد العظيم و مدحت أحمد شعبان سمارة و رشا رمضان السيد

كلية الهندسة -جامعة المنصورة – المنصورة القاهرة

الملخص

إن ناطحات السحاب من أبرز التكوينات تأثراً بالتشكيل المعماري الرقمي، نظرًا لارتفاعاتها الشاهقة وتشكيلاتها المختلفة التي تعتمد على التكنولوجيا الرقمية اعتمادا كلياً وجزئياً، ولكن مع زيادة الارتفاع زادت الأضرار والأعباء السلبية على البيئة من حيث استهلاك ناطحات السحاب للطاقة الغير المتجددة وما يتبعه من تأثر البيئة بذلك، فاتجه أنظار الفكر التصميمي العالمي نحو تصميم ناطحات سحاب بيئية تراعي البيئة ولا تستنفذ مواردها الطبيعية، فظهر ما يسمى ناطحات سحاب صفرية الطاقة حيث تكون منخفضة في استهلاك الطاقة إلى أقصى حد. وقد ساهم الغلاف الخارجي للمبني في هذا الجانب، وذلك باستخدام معالجات تصميمية تساعد في التقليل من معدل استهلاك الطاقة الغير متجددة ورفع معدل الكفاءة البيئية لناطحات السحاب.

الكلمات المفتاحية: ناطحات السحاب البيئية، التصميم البيئي، ناطحات سحاب صفرية الطاقة.

١- المقدمة:

يناقش البحث مدى تأثير معالجات الغلاف الخارجي على ناطحات السحاب، وكيف تطور تصميم ناطحات السحاب منذ القرن التاسع عشر الميلادي ، واتجاه الفكر العالمي نحو تصميم ناطحات سحاب بيئية تراعي البيئة ولا تستنفذ مواردها الطبيعية. كما يهدف البحث أيضًا إلى التعرف على خصائص ناطحات السحاب صفرية الطاقة وذلك من خلال تحليل المعالجات التصميمية في برج بيرل كحالة دراسية لناطحات السحاب صفرية الطاقة للتعرف على المعالجات المعمارية التي استطاع البرج من خلالها أن يكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة خاصة أن مدينة شنغهاي الصينية لها نفس الخواص المناخية الحارة، كما هو الحال في منطقة الشرق الأوسط، حيث إ ن المعالجات والاستراتيجيات التصميمية لمباني الطاقة الصفرية تتباين باختلاف الظروف المناخية. في المقابل بمقارنتها بأول مشروع لناطحة سحاب منخفضة الاستهلاك للطاقة في منطقة الشرق الأوسط بمدينة دبي، وهو برج المنارة.

٢- الفصل التمهيدي :

(٢-١) إشكالية البحث:

مع تقدم التكنولوجيا في جميع نواحي الحياة، أثرت بدورها في مجال العمارة ومنشآتها بما يسمى تشكيلات معمارية رقمية، والتي لها من الأشكال العديد من الإبداعات المعمارية والهندسية التي تبهر مشاهديها بجمالها وعظيم تكوينها،

ومن ذلك ناطحات السحاب. وهنا يكمن السؤال حول مدى أداء تلك التكوينات ذات التشكيلات المعمارية الرقمية لدورها البيئي المرجو من عدمه؟ بمعني آخر، هل ساعدت التكنولوجيا الرقمية في رفع الكفاءة البيئية للمبني أم لا ؟

(٢-٢) فرضية البحث:

يعتبر الغلاف الخارجي للمبني عنصر مهم في رفع الكفاءة البيئية للمبني ، وذلك بإدماج المعالجات التكنولوجية له، وللتشكيل المعماري لكتلة المبني.

(٢-٣) هدف البحث:

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث في التعرف على خصائص ناطحات السحاب البيئية، ومدى مساهمة المعالجات التكنولوجية للغلاف الخارجي للمبني في رفع الأداء البيئي للمبني.

(٢-٤) منهجية البحث:

تم اتباع منهج يقوم علي تكامل محورين للبحث، وهما المحور النظري والمحور التحليلي المقارن.

أولاً- المنهج النظري:

يتناول الباحث عبر استخدام هذا المنهج النظري التطور التاريخي لتصميم ناطحات السحاب، وصولا إلى ناطحات صفرية الطاقة.

ثانيًا- المنهج التحليلي المقارن:

يقوم الباحث عبر استخدام هذا المنهج بتحليل مشروعين تم تصميمهما باستخدام التقنيات الحديثة والمقارنة بينها من حيث مدى مساهمة معالجات الغلاف الخارجي في رفع الأداء البيئي لناطحات السحاب.

٣- التطور التاريخي لتصميم الغلاف الخارجي لناطحات السحاب:

(٣-١) حدث الكثير من التطورات علي تصميم الغلاف الخارجي للمبني ومن أهمها ما يلي.

أوجه المقارنة	الجيل الاول	الجيل الثاني	الجيل الثالث	الجيل الرابع
تصميم الغلاف الخارجي لناطحات السحاب[١]	منذ نشأة ناطحات السحاب عام ١٨٨٥م وحتى صدور قانون التخطيط العمراني بنيويورك عام ١٩١٦م. - يعتبر مبنى هيئة التأمين على المنازل والذي شيِّد في شيكاغو عام ١٨٨٥ أول ناطحة سحاب حقيقية. - تأثر بناؤها بالتكنولوجيا التقليدية ذات الحمل العالي والحوائط الخارجية السميكة، وتميزت بالأشكال المعقدة لمبانيها وضخامة الحجم، وظلت النوافذ وكأنها ثقوب صغيرة داخل الجدران تحتل فقط مساحة ٢٠إلى٣٠% من مساحة الواجهة.	منذ صدور قانون التخطيط العمراني عام ١٩١٦ حتى تطور الواجهات الزجاجية عام ١٩٥١. - يعد مبنى وزارة العدل بنيويورك نقطة فاصلة ومميزة في تصميم ناطحات السحاب، فقد خلف هذا المبنى الضخم الذي يضاهي حجمه مدينة بأكملها الضوء والأنظار من جميع المباني المحيطة . - أدى عدم وجود تخطيط لهذا النوع من المباني إلى الزيادة المطردة في أعدادها، ولذلك طورت سلطات مدينة نيويورك قانون التخطيط العمراني ١٩١٦م، وذلك لضمان وصول التهوية والإضاءة إلى المباني المحيطة والشوارع أدنى ناطحات السحاب. - أدى القانون الجديد إلى ظهور شكل جديد لناطحات السحاب يسمى كعكة الزفاف، والذي سيطر على التصميم في مختلف أنحاء العالم. - كانت مباني هذا الجيل رفيعة الشكل، والذي كان من شأنه فقدان الحرارة في فصل الشتاء واكتساب الحرارة صيفا، لذلك ظهر ما يسمى التكييفات الصناعية للتغلب على الظروف المناخية.	منذ تطور الواجهات الزجاجية عام ١٩٥١م وحتى ظهور أزمة الطاقة العالمية عام ١٩٧٣م. - زادت نسبة الزجاج في واجهات مباني هذا الجيل بصورة كبيرة حتى وصلت من ٥٠ % إلى ٧٥% من مسطح الواجهة، حيث استخدم الزجاج الأحادي على الواجهات، وأصبحت ناطحات السحاب صناديق زجاجية متشابهة مستقيمة الخطوط بغض النظر عن الموقع أو المناخ أو الزاوية مما أدى إلى فقدان المساحات الداخلية للحرارة بسرعة في فصل الشتاء وامتصاص الطاقة الشمسية في فصل الصيف. وكان الحل الوحيد لذلك هو استخدام أجهزة تكييف الهواء التي أدت إلى الارتفاع المفرط في استهلاك	منذ أزمة الطاقة عام ١٩٧٣م حتى أيامنا المعاصرة. - تغير فكر تصميم ناطحات السحاب في هذه الفترة من الزجاج الأحادي إلى الزجاج المزدوج، وقد أدى هذا إلى تحسن ملحوظ في أداء واجهات ناطحات السحاب، كما أدى الابتعاد عن الزجاج الداكن في الواجهات إلى تخفيض أحمال الإضاءة الصناعية مما قلل بدوره من استهلاك الطاقة، ولكنها مازالت

(٣-٢) ناطحات السحاب البيئية (التصميم البيئي والعمارة الخضراء):

إن المباني الخضراء ماهي إلا مباني يتم تصميمها وتنفيذها وإدارتها بأسلوب يضع البيئة في اعتباره، حيث إن الهدف

الأساسي للعمارة الخضراء هو تخفيض التأثير السلبي للمبنى على النظام البيئي في أقل حدود ممكنة إلى جانب تقليل تكاليف إنشائه وتشغيله[٢].

حيث يشير المعماري جيمس وينزJames Wines في كتابه العمارة الخضراء الفرق بين المباني العادي والمباني الخضراء من حيث الأداء البيئي لها وهي كالآتي [٣]:

جدول رقم (٢) يوضح الاداء البيئي في المباني العادية والمباني الخضراء.

أوجه المقارنة	المبانى العادية	المبانى الخضراء
الإداء البيئى	• تستهلك ٤١% من الطاقة العالمية. • مسئولة عن ٣٥% من انبعاثات الغازات الدفينة في العالم. • تستهلك ٤٠%من المواد الخام ٢٥% من الأخشاب الطبيعية. • تساهم في ٢٨% من النفايات البلدية وتشغل ٤٠%من مساحة المكبات. • تستهلك ٢٠٠ كيلو وات – ساعة /متر مربع سنويا.	• تحد من استهلاك الطاقة بنسبة ٢٤ – ٥٠ %. • تقلل من انبعاثات ثاني الكربون بنسبة ٣٣ – ٣٩ %. • تقلل استهلاك المياه بنسبة ٤٠%. • تقلل من توليد المخلفات والنفايات الصلبة بنسبة ٧٠%. • تقليل نسبة التشغيل بنسبة ٨ – ٩%. • تستهلك أقل من ١٠٠ كيلو وات – ساعة /متر مربع سنويا.

مما سبق، يمكن استخلاص مبادئ العمارة الخضراء كالتالي[٤]:

١. الحفاظ علي الطاقةConserving energy: فالمبني يجب أن يصمم ويشيد بأسلوب يتم فيه تقليل الاحتياج للوقود الحفري والاعتماد بصورة كبيرة علي الطاقات الطبيعية.
٢. التكيف مع المناخAdapting with climate: يجب أن يتكيف المبني مع المناخ وعناصره المختلفة، ففي اللحظة التي ينتهي فيها البناء يصبح جزءا من البيئة، ويصبح معرضا لنفس تأثيرات الشمس أو الأمطار أو الرياح كأي شيء أخر متواجد في البيئة، فإذا استطاع المبني أن يواجه الضغوط والمشكلات المناخية وفي نفس الوقت يستعمل جميع الموارد ا لمناخية والطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الأنسان داخل المبني فيمكن أن يطلق علي هذا المبني بأنه متوازن مناخيا.
٣. التقليل من استخدام الموارد الجديدةMinimizing new resources: هذا المبدأ يحث المصممين علي مراعاة التقليل من استخدام الموارد الجديدة في المباني الـ تي يصممونها، كما يدعوهم الي تصميم المباني وإنشائها بشكل يجعلها هي نفسها أو جزء منها –في نهاية العمر الافتراضي لها- مصدرا وموردا للمباني الأخرى.
٤. احترام الموقعRespect for site: الهدف الأساسي من هذا المبدأ أن يتعامل المبني مع الموقع بشكل لا يحدث تغييرات جوهرية في معالمه.
٥. احترام العاملين والمستعملين Respect for users: إذا كانت العمارة الخضراء تولي اهتماما بقضية الحفاظ علي الطاقة والموارد الطبيعية ، فهي لا شك تعطي اهتماما أكبر للمتعاملين معها سواء كانوا عمالا أو مستعملين.
٦. التصميم الشامل Holism: إن جميع مبادئ العمارة الخضراء يجب أن تراعي بصورة متكاملة في أثناء عملية تصميم المبني أو المدينة .

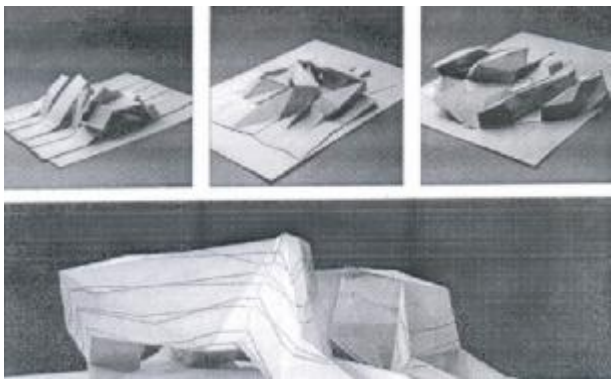
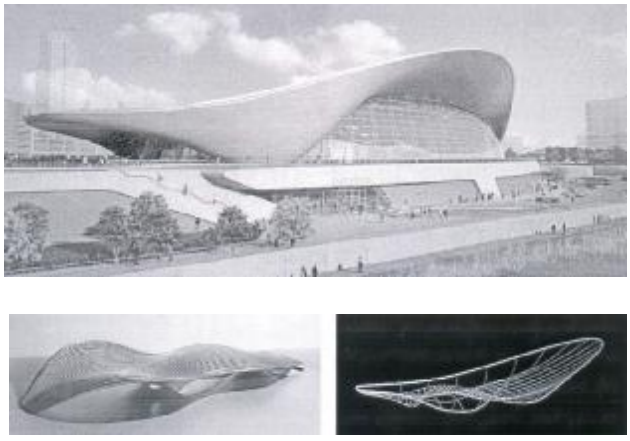
جدول رقم (٣) يوضح تأثير معالجات الغلاف الخارجي علي الاداء البيئي للمباني الخضراء.

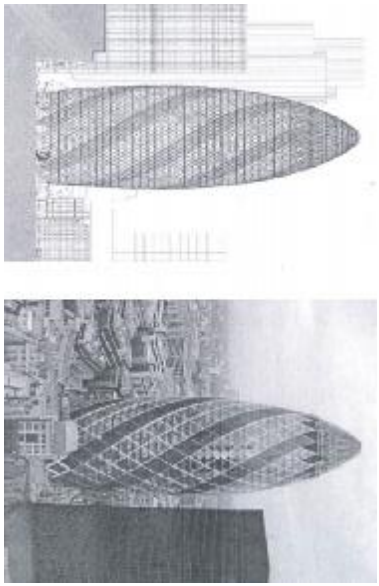
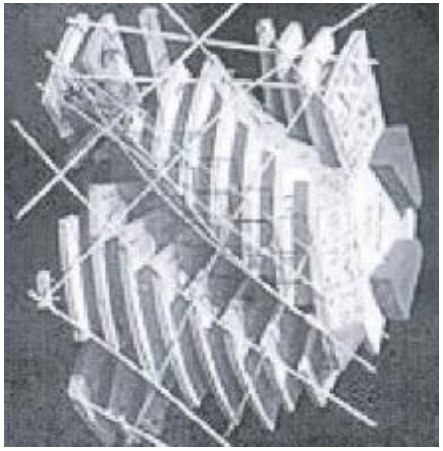
أوجه المقارنة	تشكيلات رقمية للغلاف الخارجي	تشكيلات معمارية للغلاف الخارجي
شكل الغلاف الخارجي للتشكيل المعماري للمبني	**city Hall , London**	**Menara Mesiniaga, Malaysia**
الحفاظ علي الطاقة	• يعد استهلاك المبني للكهرباء قليل جدا، نتيجة لاستخدام المياه الجوفية من الآبار، بدلا من المياة المبردة لتكييف الهواء في المبني، لذلك المبني يستخدم رع الطاقة المستهلكة من قبل أي مبني أخر. • تثبت ألواح كهروضوئية علي سطح المبني تحول الضوء إلي كهرباء.	• هناك نوافذ غاطسة في الواجهات الشرقية والغربية مزودة بكاسرات شمس من الألمونيوم، وجدران زجاجية في الواجهات الشمالية والجنوبية. • الخدمات الرئيسية في الواجهة الشرقية الحارة المعرضة للشمس لتوفير الحماية للفراغات الداخلية من أشعة الشمس القوية، كما تسمح بالإضاءة والتهوية الطبيعية للسلالم والمصاعد ودورات المياه والممرات. • استخدام شرفات خارجية وأفنية معلقة تلتف بشكل حلزوني حول الواجهات لتوفير التهوية الطبيعية للفراغات الداخلية. • استخدام تغطية مفرغة فوق السطح العلوي.
التكيف مع المناخ	• صمم المبني بهذا الشكل ليقلل المساحة السطحية المعرضة لأشعة الشمس المباشرة، فمساحة سطحه أقل ب ٢٥ مرة من مساحة مكعب يشغل الحجم نفسه من الفراغ.	• الفكرة الرئيسية للمبني تعتمد علي حديقة سطح لوصل المبني بالارض، تعمل كفراغ اجتماعي وتحتوي علي بركة سباحة وجمنازيوم ومسطحات خضراء وتشجير يستمر لأعلي لتوليد الأكسجين والعمل علي تبريد المبني.
التقليل من استخدام الموارد الجديدة	• صمم المبني من الفولاذ والزجاج.	• هو عبارة عن مسطح دائري ذو هيكل من أعمدة فولاذية تحمل بلاطات خرسانية مثبتة علي جمالونات فولاذية.
احترام الموقع	• يقع علي الضفة الجنوبية لنهر التايمز، ويهدف ليكون حلقة وصل في سلسلة المعالم الجذابة التي تطل علي النهر.	• يقع المبني علي طريق رئيسي يؤدي لمطار كوالالمبور، ويمثل بؤرة رصد هامة من قبل المباني المحيطة.
احترام العاملين والمستعملين	• يميل المبني من الناحية الجنوبية إلي الوراء، عن طريق بروز كل طابق عن الطابق الذي تحته، وذلك لتوفير الظلال للمكاتب. • تتمتع المكاتب والقاعات بتهوية طبيعية.	• يشمل المبني مسطحات خضراء لولبية ترتفع علي واجهة المبني لإعطاء إطلالة للعاملين، ومسطحات خضراء مائلة ومنحدرة في الأدوار السفلية لربط الطبيعة بالأدوار العلوية.
التصميم الشامل	• يعتبر المبني هو ثمرة تقنيات وضع النماذج المبرمجة الحديثة ، حيث يحتوي شكله المعقد علي أوسع حجم داخلي مع أصغر مساحة خارجية.	• المبني يعتبر نموذج طبق قواعد العمارة الماليزية التقليدية والقواعد الحديثة علي التوازي، كما يعتبر نموذج مشرف للمباني المرتفعة الصديقة للبيئة.

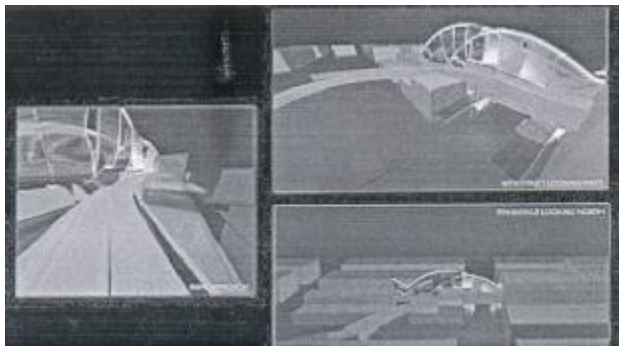
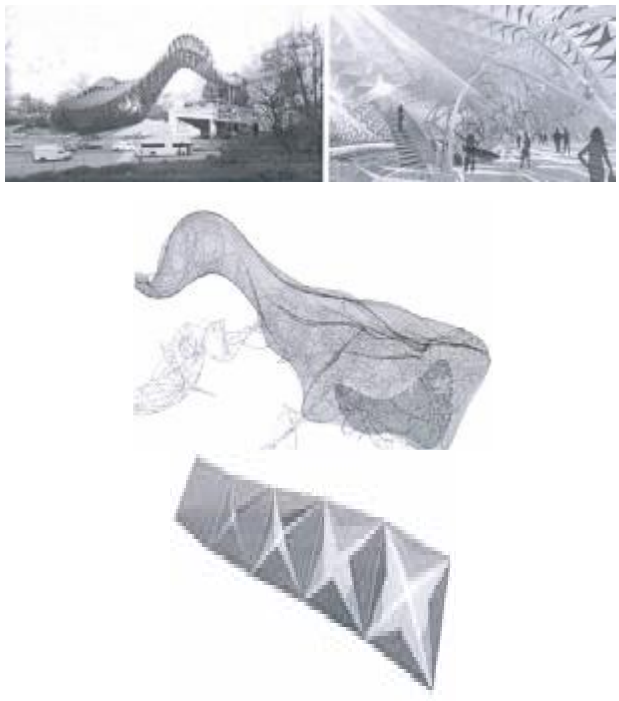
(٣-٢-١) التشكيل المعماري للغلاف الخارجي للمبني والفكر التصميمي الرقمي:

ظهرت تكوينات وتشكيلات جديدة نتيجة للتكنولوجيا الرقمية وتأثيرها علي الفكر التصميمي، هذه التشكيلات منها ما تم تصميمه بيئيا ومنها لم يراعي ذلك .

جدول رقم (٤) يوضح تأثر اتجاهات الفكر التصميمي للتشكيل المعماري للغلاف الخارجي بالتكنولوجيا الرقمية:

اتجاهات الفكر التصميمي للتشكيل المعماري		فلسفة الفكر التصميمي	المشروع
الإتجاه الأول: **ابتعد عن الأشكال التقليدية، حيث اهتم الإتجاه الأول بالبحث في الأشكال الطبيعية والانسيابية الليّنة بالطاقة والحيوية عن طريق تغيير إستراتيجية التعامل مع الأشكال، بدمج الإمكانيات والوسائط الرقمية الحديثة في الفكر المعماري، وصولاً من وراء ذلك إلى منتجٍ متميزٍ متواكبًا مع عصر المعلومات[٥].**	**١- العمارة المرتكزة على (أوامر التحويل) Metamorphic Architecture**	**يقوم هذا المنهج على فكرة التحور Deformation الذي تستند عليه فكرة العمارة التفكيكية، وذلك عبر تغيير الخصائص الهندسية والبصرية المعروفة للأشكال، وتطبيق أوامر التعديل (Modifiers) عليها بهدف الحصول على تكوينات جديدة لم يكن بالإمكان التوصل إليها إلا من خلال الصياغات الرقمية للأشكال[٦].**	 **يوضح التحورات الشكلية في كنيسة الألفية الجديدة في العاصمة الايطالية لبتير ايسنمان**
	٢- العمارة المعتمدة على (الفراغات متعددة الانحناءات) Topological Architecture	**ظهر الفكر الطوبولوجي (المعتمد الانحناءات)، والذي كتب عنه "جريج لين " في عام ١٩٩٣، قائلا:" إن الفكر الطوبولوجي والمعتمد على الانحناءات المستمرة المستعارة من الطبيعة يمثل تطورًا في فكر العمارة التفكيكية Deconstruction، الذي نقل بدوره مفهوم السطح من التداخل والتناقض التشكيلي إلى مزيدٍ من الاتصال بين المنحنيات[٧].**	 **يوضح تصميم صالة السباحة الخاص بأولمبياد لندن لزها حديد**

<table>
<tr>
<td>
يوضح تصميم صالة العرض الخاصة لشركة BMW لبيرنهارد فرانكن</td>
<td> 
يوضح استخدام برمجيات Bentley في تحليل علاقة الشكل الخارجي لمبني سويس ري بقوة الرياح المؤثرة عليه
 </td>
</tr>
<tr>
<td>ترتكز فلسفة الشكل على قواعد تداخل القطرات والفقاقيع في الطبيعة Blob Grammar، والتي تعطي مرونة وسيولة وتلقائية أكثر من الأشكال الكلاسيكية المغلقة، ويخلق فراغات تمتاز بالاستمرارية والاتصال، حيث يتميز ناتجها المعماري بكونه فراغًا يجمع أشكالاً مختلفة الحجم تحت سطح واحد[٨].</td>
<td>تعتمد الصياغة الرياضية للشكل علي إحدى طريقتين، أولهما بسيطة، إذ تعتمد على الجداول المترابطة Spread Sheats، والتي تمثل فيها جميع المحددات التصميمية، وترتبط المحددات من خلال مجموعة من العلاقات الرياضية، كالنسبة البنائية بين مساحة الموقع والمساحة المطلوب تصميمها، والنسبة بين المساحة الكية للمشروع ومساحة كل دور، بحيث إن أي تغيير في قيمة أي محدد، يتبعه تغيير في قيمة باقي المحددات، وثانيهما أكثر تعقيدًا، وإن كانت تعطي نتائج أكثر تجديدًا وجرأة وإبداعًا من الطريقة الأولى. وتعتمد الطريقة الثانية على المعادلات المكتوبة بواسطة لغة البرمجة Script، وهو ما يتطلب إلمام المعماري بكيفية استخدام الدوال والمعادلات الرياضية في لغات البرمجة، وكيفية عمل العلاقات التشكيلية بواسطة المعادلات الرياضية. [١٠].</td>
</tr>
<tr>
<td>٣- <u>العمارة المعتمدة على (الأسطح المتماثلة الانحناءات)</u>
<u>Isomorphic Architecture</u></td>
<td>١- <u>العمارة الباراميترية Parametric architecture</u></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td><u>الاتجاه الثاني:</u>
في هذا الاتجاه، تكون الشكل لا ينتج بطريقة هندسية، وإنما ينتج بطريقة Mathematical، وهي مجموعة من المعادلات تحقق مجموعة من العلاقات، وتترجم بصورة هندسية بالاعتماد على مجموعة من لغات البرمجة المدمجة في برامج التمثيل ثلاثي الأبعاد، حيث يقوم المصمم بوضع مجموعة من المحددات والأهداف التصميمية في صورة معادلات رياضية ، ويتم حل تلك المعادلات بشكل رياضي ثم تُمثل هندسيًا، ومع تغيير القيم العددية الخاصة بالمعادلات، يمكن توليد العديد من الاشكال والتكوينات المختلفة، سواء أكانت بسيطة أم معقدة[٩]</td>
</tr>
</table>

	٢- العمارة المتحركة	**أول من استخدم فكر القوى المتحركة هو المعماري "جريج لين"، وذلك عن طريق برمجيات الحركة Animation Programs في التصميم، حيث عمل جريج لين على استخدام تلك البرمجيات في مراحل التفكير الأولي وليس في مراحل الإظهار والإخراج النهائي، ثم التأثير عليها بقوة افتراضية محاكيه لإحدى القوى الطبيعية، كقوة الرياح أو الفكري، إذ يتحدد مقدار القوة المؤثرة على الشكل بناء على وقت تعرض الشكل لهذه القوة، ومن ثم إحداث تغيرًا تشكيليًا في الكتلة الرقمية[٦].** **يوضح تصميم المحطة النهائية للحافلات في نيويورك Port Authority** 
الإتجاه الثالث: **هذا الاتجاه يعتمد على استخدام المعادلات الوراثية في العملية التصميمية ولكنه لم ينتشر على نطاق واسع، ولذلك فإن الاتجاهات المعمارية التي ظهرت نتيجة لهذا الاستخدام لازالت في مرحلة التجريب والتقييم، ولم يتفق إلا على اتجاه واحد فقط، وهو العمارة التطورية[١١].**	**١- العمارة التطورية Evolutionary architecture**	**ترتكز الأفكار المعمارية المرتبطة بهذا الاتجاه على الاستعارة من الأنظمة البيولوجية، حيث ان الكائنات الحية في الطبيعة تتكيف طبيعيًا مع البيئة المحيطة بها، فنجد أن التكوين العام للكائن الحي، وتركيب الأنظمة الداخلية له، وكذلك الطبقة الخارجية لجسده، ملائمته للبيئة الذي يعيش بها، ويحدث هذا نتيجة التركيب الجيني المختلف لكل كائن حي في كل مكان، وتبعًا لذلك يمكن تطبيق هذا على المباني، بفرض أنها مكونة من مجموعة من الجينات، فكلما تم ترتيب تلك الجينات بشكل أفضل، كلما كانت النتيجة أكثر ملائمة للظروف البيئية المحيطة[١١].** **يوضح تصميم معهد أبحاث جامعة كاليفورينا لجوزيف ساسفيان** 

(٣-٣) ناطحات السحاب صفرية الطاقة:

بدأ الاتجاه إلى إنشاء وتصميم مبني صفري الطاقة بحلول عام ٢٠٠٥، وفي عام ٢٠٠٢ اعتمد الاتحاد الأوروبي توجيه المباني في أداء الطاقة، فوضع الحد الأدنى من معايير الكفاءة في استخدام الطاقة سواء في المباني السكنية أو التجارية، ثم أعادت اللجنة صياغة المعايير لتوفير الطاقة بحلول عام ٢٠٠٨. وفي عام٢٠١٠م، وضعت اللجنة تعريف لمصطلح المباني

القريبة من صفرية الطاقة.

وتتطلب هذه المباني أن تأخذ في الاعتبار المصادر المحلية للطاقة ومصادر الطاقة المتجددة بشكل أساسي، وبحلول عام ٢٠١٠م، أصبحت جميع المباني المنشأة حديثا قريبة من صفرية الطاقة.

المبني صفري الطاقة: هو مبني منخفض الطاقة جدًا حتى يحقق التوازن بين استهلاكه للطاقة المنخفضة وذلك باستخدام الطاقة المتجددة المتوفرة في البيئة المحيطة وعلي مدار السنة، وللوصول إلى تصميم بناء صفري للطاقة يجب أن نأخذ بعين الاعتبار عاملين أساسين[١٢]:

١- خفض نسبة استهلاك الطاقة التي يحتاجها المبني، وذلك بوضع حلول سلبية لاستهلاك الطاقة بالمبنى.

٢- استخدام التقنيات المتعددة لتوليد الطاقة، بحيث يحقق التوازن بين ما يحتاجه المبني من الطاقة وبين ما ينتجه، وذلك باستخدام مصادر الطاقة المتجددة.

(٣-٣-١) خطوات تحقيق برج صفري الطاقة، وهي تشتمل على الآتي:

- الاختزال Reduction الامتصاص Absorption
- إعادة الاستخدام Reclamation الانتاج Generation

١- الاختزال Reduction [١٣]:

يهدف الي التعرف علي الفرص الممكنة لتقليل الطاقة المستهلكة باستخدام استراتيجيات الاختزال، حيث يتم التركيز علي المستهلك الأكبر للطاقة داخل المبني ، وهو نظام التبريد وكذلك نظام الإضاءة، عن طريق:

- استخدام نظام كساء خارجي مزدوج الحائط ذا فراغ مهوي ومزود بستارة متحركة ذاتيا، وذلك يساعد علي تقليل أشعة الشمس المسموح بدخولها إلي المبني.
- استخدام سقف نظام الكمرات للتبريد Radiant Ceiling في كل طوابق المبني للتحكم في الراحة الحرارية للمبني.
- استخدام نظام التهوية تحت الأرضياتFloor Ventilation System والذي يستخدم في تبريد الفراغ.
- نظام التدفئة باستخدام الطاقة الشمسية Dehumidification System المتجمعة من الواجهة المزدوجة حيث تنتقل الي الأدوار الميكانيكية وتستخدم في التدفئة.
- استخدام نظام الإضاءة Radiant Panel Geometry.

٢- الامتصاص Absorption [١٤]:

تعتمد علي الاستفادة من مميزات البيئة حول المبني والمصادر السلبية للطاقة:

- خلايا كهروضوئية مدمجة بالكساء الخارجي في الواجهة الجنوبية.
- كاسرات شمسية مدمج معها خلايا كهروضوئية في الواجهتين الشرقية والغربية.
- توفير الإضاءة الطبيعية والتحكم بها باستخدام ستائر ذاتية الحركة.
- توربينات الرياح.

٣- إعادة الاستخدام Reclamation

تهدف الي حصاد الطاقة المستخدمة بالفعل داخل المبني، حيث يتم امداد المبني بالطاقة لمرة واحدة ، ويعاد استخدامها مرارا وتكرارا، وتضم هذه الاستراتيجية إعادة استخدام الهواء في التدفئة والتبريد قبل وصوله إلي الفراغات المكتبية وهذا يتوقف الوقت نفسه من السنة والظروف الجوية خارج المبني واستخدام مبردات الامتصاص، وذلك باستخدام ثلاث أنظمة وهي كالتالي:

- نظام Chiller Heat Recovery [١٥]:

يعمل علي تجميع المياه من الأسطح الباردة باستخدام مكثفات للسيطرة علي الرطوبة الداخلية، ثم يتم تصفية المياه واستخدامها في الزراعات الداخلية والتنظيف.

- نظام Exhausted Air Heat Recovery [١٦]:

يعمل علي تبادل الهواء الملوث من الداخل بالروائح والأتربة والرطوبة مع الهواء النقي الذي يأتي مباشرة من الخارج في نظام التهوية من خلال مرشح، يتم استخدام الحرارة في الهواء الناتج لتدفئة الهواء النقي في تبادل مع الهواء الساخن عبر الأنابيب مما يوفر الهواء النقي في جميع الفراغات داخل المبني.

- نظامGenerator Heat Recovery [١٧]:

يعمل كمبادل حراري فهو يسترد الحرارة من الهواء الساخن ثم ينتج بخار يمكن استخدامه في عملية التبريد بعد ذلك.

٤- الانتاج Generation [١٨]:

استخدام استراتيجية توربينات الرياح ، فهذه التوربينات تجعل المبني قادر علي إنتاج الطاقة النظيفة بكفاءة بيئية عالية.

جدول رقم (٥): يوضح معايير البناء صفري الطاقة.

أوجه المقارنة	المعايير	برج المنارة بدبي	برج بيرل بشنغهاي
شكل الغلاف الخارجي للتشكيل المعماري لناطحة السحاب			
توربينات الرياح	الموقع في المبني	يشغل الثلث الأخير من البرج الغير مأهول بارتفاع ٢٥م.	تقع في الطوابق الميكانيكية : الطابق رقم ٢٤، الطابق رقم ٥٠ .
	النوع	توربينات أفقية تستقبل الرياح في اتجاه واحد.	توربينات رأسية تستقبل الرياح في اتجاهين.
	العدد	٣ توربينات.	٨ توربينات.
	الكفاءة	التوربين الواحد يعطي ٢٢٥ كيلو وات بالساعة.	التوربين الواحد بالدور ٢٥ يعطي ١٢٠ كيلو وات بالساعة. التوربين الواحد بالدور ٥٠ يعطي ٢٤٠ كيلو وات بالساعة.
ألواح الفوتوفولتية		----------	•
الخلايا الكهروضوئية	الموقع في المبني	الواجهتين الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية.	الواجهة الجنوبية والشرقية والغربية والسطح.
	أنواعها	كاسرات شمسية وخلايا مدمجة بالكساء الخارجي.	كاسرات شمسية وخلايا مدمجة بالكساء الخارجي.
نظام التكسية	النوع	نظام التهوية للواجهة مزدوجة الجدار.	نظام التهوية للواجهة مزدوجة الجدار.
	ستائر ذاتية الحركة	•	•
نظام الإضاءة	أنواعها	•LED lighting For façade lighting. •CIBSE lighting guide(LG) 7. •Day Light.	•Radiant Geometry. •Day light.
نظام التهوية	Floor Ventilation system	----------	•
	Radiant Ceiling	----------	•
	HAVC	•	•
Heat Recovery System	Chiller Heat Recovery	•	•
	Exhaust Air Recovery	•	•
	Generator Heat Recovery	•	•

الخلاصة:

يعتبر نظام التكسية الخارجي أحد أهم الاستراتيجيات التي تهدف إلى تحقيق خفض استهلاك الطاقة، حيث يؤدى دورًا مهمًا في توفير الراحة الحرارية داخل المبنى في فصلي الصيف والشتاء على السواء، مما يقلل من الاعتماد علي الطاقة في التبريد والتدفئة، ومن خلال الجدول السابق نجد تشابه كبير في نظام التكسية الخارجي من حيث الحائط الزجاجي المزدوج، حيث طبقته الخارجية من الزجاج قليل الانبعاثية التي تعمل علي عكس أشعة الشمس، إلا أن الواجهة المزدوجة في برج بيرل تتميز باتصالها بنظام التهوية في الأسقف والأرضيات بالبرج، حيث ينتقل الهواء البارد من الفراغ المكتبي داخل البرج ليدخل الفراغ بين الحائطين الزجاجين عن طريق فجوة في الأرضيات، والتي تتصل بأنابيب تكييف الهواء داخل الفراغ، فيعمل على تبريده ثم يعود إلى السقف المصمم بشكل مقعر، والذي يعمل علي عكس الهواء الساخن إلى أسفل مرة أخرى بحيث يدخل الهواء الساخن إلى الفراغ بين الواجهه المزدوجة فينتقل إلى أعلى ليدخل إلى فجوة في الأرضيات للدور الذي يعلوها ليتم تبريده ثم يدخل إلى الفراغ مرة أخرى وهو بارد، والذي أدى إلى عدم الحاجة لاستخدام مراوح ضخ الهواء البارد في الأسقف مما حقق خفضًا في استهلاك الطاقة.

ويمكن دمج الخلاياالكهروضوئية داخل نظام التكسية لتقوم بعمل مزدوج وللحصول على أفضل نتائج، ويكون ذلك كالتالي:

- استخدام أنواع مختلفة، سواء كاسرات شمسية مدمج بها الخلايا الشمسية أو خلايا كهروضوئية مدمجة بواجهات البرج أو الإطارات المعدنية الفاصلة بين الألواح الزجاجية لنظام التكسية الخارجي.
- استخدام كل الوجهات حتي الشمالية إن أمكن.
- زيادة فاعلية الخلايا الكهروضوئية التي تستخدم علي السطح، ويرجع ذلك إلى عدم وجود تأثير للظل على منطقة السطح طوال اليوم.

ويمكن استخدام التوربينات في التصميم الخارجي للمبنى، والذي يوفر الطاقة اللازمة للبرج أو المساهمة فيها بنسبة كبيرة.

- **التوصيات:**

يمكن للغلاف الخارجي للمبني أن يساعد في رفع الكفاءة البيئية لناطحات السحاب، وذلك من خلال المعالجات التالية:

١. نظام الطاقة المتجددة:
- وحدات الطاقة الشمسية.
- توربينات الرياح.
- التوربينات الدقيقة.

٢. كفاءة الطاقة:
- الإضاءة الموفرة للطاقة.
- التحكم في الإضاءة المتقدمة.
- استعادة حرارة الهواء الميكانيكية.
- استعادة حرارة الماء الساخن.

٣. الأنظمة السلبية:
- الزجاج المتقدم.
- التظليل الشمسي.
- التبريد الأرضي.
- ضوء السماء.
- **الستائر للسيطرة على الوهج.**

وهذه المعالجات تصلح للمناخ الحار وأيضًا المناخ البارد، فيما عدا اختلاف واحد يتمثل في استخدام الزجاج ذات انبعاثية أقل لنفاذية أشعة الشمس علي عكس تصميم نظم التكسية الخارجية في المناطق الباردة التي تهدف إلى توفير التدفئة بالطاقة الشمسية.

- **المراجع:**

[١] م. حازم عز الدين العطيفي، د. عزت عبد المنعم مرغني، د. خالد صلاح سعيد، نحو مدخل تكاملي لحفض استهلاك الطاقة بناطحات السحاب، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، اطلالات جديدة: التعبير وما بعد التعبير المعماري والعمراني، ١٦-١٧ ديسمبر ٢٠٠٩، كلية الهندسة – جامعة القاهرة ،٢٠٠٩.

[٢] د. / شادية محمد بركات، أ.د./ نعمات محمد نظمي، التصميم المستدام للعمارة الخضراء بين الماضي والحاضر(دراسة حالة بيت السحيمي بالقاهرة التاريخية وفيلا بحي الندي بمدينة الشيخ زايد، the 1st International Engineering conference' Hosting Major International Events: Innovation, creativity of Impact Assessment' ,Cairo, Egypt, 15-18 January,2013.

[٣]م. لورانس الطحان، تطبيق معايير العمارة الخضراء علي الأبنية القائمة من عام ١٩٥٠ الي عام ١٩٧٠ (دراسة حالة شارغ بغداد) ، رسالة ماجيستير، جامعة دمشق- كلية الهندسة المعمارية – قسم علم البناء والتنفيذ، ٢٠١٤.
[٤] دكتور يحيي وزيري، التصميم المعماري الصديق للبيئة (نحو عمارة خضراء)، ٢٠٠٧.
[٥] Peter Zellner, Hybrid space – New Forms In Digital Architcture, Thames and Hudson LTD, London, 1999.
[٦] Andrew La Costa, Finding of form: Adeparture from the making of form, 2006, P.2
[٧] Greg Lynn, Architectural Curvilinearity: The folded, the pliant and the supple, AD profile 102: Folding In Architecture, London, 1993.
[٨] د.م. علي رأفت ، عمارة المستقبل والدورة البيئية، الطبعة الأولي ، مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧، ص. ١٣٩

[٩] M. Stavric & O. Marine, Parametric Modeling For Advanced Architecture, International Journal of Applied Mathematics and Information, Iusse 01, Vol. 05, 2011, P. 11
[١٠] Branko Kolarevic, Digital Morphogenesis and Computational Architectures, 4th , SIGRADI, Rio de Janeriro, 2000, P. 4
[١١] John Farzer, Evolutionary Architecture, Architectural Association Publication, 1995.
[١٢] Paul Torcellini, Shanti Pless, **and Michael Deru**, Zero Energy Buildings: Acritical look at the Definition, article at NREL (National Renewable Energy Laboratory), June 2006.
[١٣] م. وائل عواد العقيلي، د.م. ابراهيم جواد آل يوسف، تقليل حمل التبريد بتطبيق منظومة غلاف المبني الذكي، المجلة العراقية، العدد ١٤-١٥ لسنة ٢٠٠٨، ص ٨٤.
[١٤] عرابة الحاج بن محمود، الطاقة المتجددة كخيار استرتيجي لتحقيق التنمية المستدامة (حالة الجزائر) ، Global Journal of Economic and Business, Vol 2, No 1, february 2017, P. 38
[١٥] Jing Jia, Introduction of Heat Recovery Chiller Control and Water System Design, Proceeding of Sixth International Conference for Enhanced buiding operation, Shazhen, China, November 6-9, 2006.
[١٦] Mats Fehrm, Wilhem Reiners, Matthias Vngemach, Exhaust air heat recovery in buildings, International Journal of Refrigeration , 2002, P. 442.
[١٧] T Srinivas, AVSSKS Gupta, BV Reddy, Thermodynamic modeling and optimization of multi – pressure heat recovery steam generator in combines power cycle, Journal of Scientific & Industrial Research, Vol 67, October 2008, P. 828.
[١٨] **د.م. محمد مصطفي محمد الخياط،** تكنولوجيا طاقة الرياح، الجزء الثاني: تطبيقات طاقة الرياح، مجلة الكهرباء العربية، العدد ٩٥، يناير ٢٠٠٩، ص ١٠.