بحث بعنوان:

"دراسة تحليلية مقارنة لتطور بناء المباني البرجية تبعا لاختلاف تكنولوجيا العصر"

"A comparative analytical study of the evolution of the construction of tower buildings according to the different technology of the era"

الملخص:

تشهد مصر نهضة معمارية وعمرانية واسعة ، وتطورا هائلا في عالم الإنشاءات والعمارة نستهل به قرن جديد من الزمان و لنواكب أعلى التقنيات العالمية في مختلف المجالات ، وذلك بجمهورية جديدة مليئة بناطحات السحاب، و ببناء مدن جديدة ستصنف من مدن الجيل الرابع ، فاليوم يتم بناء لأول مرة على أرض مصر أعلى ناطحات سحاب في أفريقيا وأعلى برج على الساحل الأفريقي ، وكما يتم إستخدام أعلى التقنيات الآنشائية والالكترونية والمعلوماتية ، وحيث تُقيَّم الحضارات من خلال عمارتها التي تركتها للعصور التي تليها؛ فتعتبر تلك الحضارات بما تحتويه عمارتها من قيم معمارية وحضارية خير شاهد على مدى نجاح الإنسان في أداء رسالته وإعمار الأرض، ومن هنا فإنه وجب دراسة المباني البرجية، ونختص في البحث بدراسة تطور بنائها تبعا لاختلاف تكنولوجيا العصر، حيث يبدأ البحث باستعراض المشكلة ، المنهجية وأهداف البحث ، ثم مناقشة تكنولوجيا بناء الأبراج الطينية ، تكنولوجيا بناء المباني البرجية بالأحجار، ودراسة التكنولوجيا الحديثة في استخدام الخرسانة والحديد في بناء الأبراج، وذلك بعد وأثناء الثورة الصناعية حيث كانت أول مثال لناطحة سحاب من الفولاذ هي برج إيفل ، ثم بدراسة بعض النماذج المنتخبة من الأبراج المحلية والعالمية التي ظهرت في منتصف القرن العشرين، ودراسة بعض التقنيات الحديثة التي تم استخدامها في بناء برج خليفة، و يناقش البحث أعلى تطور في فنون وتكنولوجيا المباني البرجية وهو برج دبي الدوّار كمثال للأبراج الداوّرة والعمارة الديناميكية ، وكذلك التوقعات المستقبلية لناطحات السحاب ، ثم عمل المقارنة التحليلية بين بعض الأبراج المنتخبة لدراسة وإثبات أن اختلاف مواد الإنشاء واختلاف تكنولوجيا العصر أدّى إلى تطوير بناء المباني البرجية ، ثم نتائج البحث والتوصيات.

Abstract:

Egypt is now witnessing a wide architectural and urban renaissance. Starting a new century with a new republic full of developments in the construction and architecture field and a new capital full of skyscrapers that is been classified as one of the fourth generation cities. For the first time on the land of Egypt, the highest skyscrapers in Africa and the highest tower on the African coast are being built. The highest construction, electronic and information technologies in these skyscrapers are used. The research specialized in the development of the formation and construction of tower buildings according to the differences of technologies with the changes of time. Starting from mud tall buildings and stone tower buildings to the first example of a steel skyscraper "the Eiffel Tower" that has built in the time of industrial revolution. The research is interested in studying some of the modern technologies that has used in Burj Khalifa -the tallest skyscraper in the world- as well as future expectations for skyscrapers. Then an analytical comparison between some of the elected towers is been made. That is to study and prove that the difference in construction materials and in technology of the era led to the development of the formation and construction of tower buildings.

الكلمات المفتاحية : تشكيل المباني - الفن المعماري – العمارة البرجية – ناطحات السحاب – تكنولوجيا العصر.

Architectural Art, Tower Buildings ,Architectural formation, Skyscrapers, Age Technology.

مشكلة البحث:

يشهد العالم تطورات نوعية باتجاه استخدام التكنولوجيا عالية التقنية في كافة مجالات الحياة ومنها العمارة، وتكمن مشكلة البحث في قلة الأبحاث التي تقارن بين القديم والحديث عامة وفي توثيق تطور التقنية المستخدمة في المباني البرجية تبعا لاختلاف وتطور التقنية في كل عصر، وتبعا لاختلاف مادة البناء المحلية المستخدمة في المباني البرجية خاصة، حيث تعتبر المباني العالية أو البرجية -أو ما أطلق عليها حديثا بناطحات السحاب- سمة عصرية واتجاه عالمي للبناء ودليل على تطور العمارة وتقنيات الإنشاء على مستوى العالم ، فناطحات السحاب قد وصلت لما يقارب الكيلو متر ارتفاع عن سطح الأرض وأصبحت تعانق السحاب بل و تتجاوزه أحيانا، وسنحاول من خلال البحث دراسة وتوثيق لمثل تلك المباني تبعا لتقدم الزمن واختلاف العصر ، ودراستها وإثبات أو نفي أنها ذات كفاءة عالية وتحقق مبادئ الاستدامة وكذا العمارة الخضراء و أيضا مبادئ العمارة الصديقة للبيئة.

منهجية البحث :

تتمحور منهجية البحث في دراسة وتحليل أساليب البناء والتشكيل المختلفة في إنشاء المباني البرجية قديما وحديثا ، وعمل المقارنة التحليلية لبعض نماذج المباني البرجية المشهورة، بحيث يمكن تحقيق أهداف البحث وعمل استنتاجاته وبإثبات أن لكل عصر تقنيته ولكل مكان مادة البناء المحلية الخاصة به والتي قد تستخدم في الإنشاء التقليدي للمباني البرجية ، ولقد اختلف الأمر في العصر الحديث؛ فمع تطور تقنيات الإنشاء من ميكنة الإنشاء وأساليب سبق الصب والتجهيز وسبق التصنيع واستخدام نفس مادة البناء العالمية ألا وهي الخرسانة والخرسانة المسلحة وتحقيق أو تجاهل مبادئ العمارة المستدامة والخضراء والعمارة الصديقة للبيئة تم إنشاء بعض أنواع المباني البرجية العالمية بأساليب فائقة التكنولوجيا ، وقد تم اتباع المناهج التالية :

أولا : المنهج المرجعي لتقميش المادة العلمية اللازمة لتغطية المباني في الحقب التاريخية والحديثة.

ثانيا : المنهج التحليلي، وذلك لتحليل ما يمكن من مادة علمية وكذا نتائجها المستخلصة.

ثالثا : المنهج المقارن، وذلك بعمل مقارنة في نهاية البحث بين المباني البرجية القديمة والحديثة والتصورات المستقبلية لها.

رابعا : المنهج التشكيلي، وهذا أمر مفر وغ منه، وحيث لابد منه فى إيضاح كل معلومة و التي قد تحتاج إلى شكل ما ، وهذا المنهج لا غنى عنه فى كل البحوث العلمية نظرية كانت أو عملية معملية.

أهداف البحث :

تنتشر استخدام التقنية التقليدية في جميع الدول النامية والفقيرة وإن كانت تختلف من حيث الأسلوب ، إلا إنها جميعا تتصف بأنها تحتاج على عمالة كثيفه ولا تحتاج إلى رؤوس أموال أو توفير كبير، وهو ما تحتاج إليه الدول الفقيرة والنامية حيث أن الأيدي العاملة كثيرة ورؤس الأموال غير المتوفرة، وهنا قد ظهرت الحاجة إلى استخدام الخرسانة في البناء كمادة بناء حديثة، وبسبب استخدام الخرسانة ظهرت الأساليب الحديثة في الإنشاء و تطورت ، ولذلك أصبح من أهداف البحث إثبات أن للتقنية دور في تطور المباني البرجية على مر التاريخ، فالمباني البرجية هي طابع البناء الحديث في العصر الحديث وهي من أهم سمات العولمة في البناء وقد أغفل هذا النوع من المباني مبادئ العمارة المستدامة وتجاهل العمارة البيئية والصديقة للبيئة وهو ما سنحاول بحثه من خلال الدراسة.

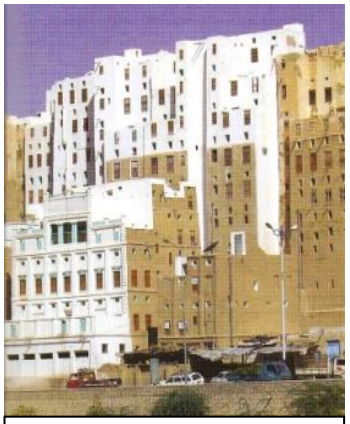
1. مقدمة البحث :

كان من الضروري دراسة تطور التقنيات المستخدمة في البناء عامة وفي المباني البرجية خاصة ، حيث تعتبر العمارة البرجية والتطاول في البنيان سمة وطابع عصري حديث، وقد أدى ذلك إلى إغفال الطابع المحلي للعمارة في كل محل ، وأصبح الطابع العالمي للمباني البرجية هو السمة الغالبة على هذا النوع من المباني حديثا ، وقد تطور تشكيل المباني البرجية عبر الزمن نتيجة لتطور الوحدة المستخدمة في البناء سواء بتغيير المادة المصنوعة منها أو بتغيير شكلها أو بتغييرها ككل واستخدام مواد و وحدات بناء حديثة تتماشى مع متطلبات العصر الحديث.(1)

وبعد الحرب العالمية الثانية وبعد اكتشاف الطاقة جاء التفكير في طرق جديدة للبناء عندما ظهرت الحاجة إلى بناء أعداد كبيرة من المباني في وقت قياسي والتفكير في التوسع الرأسي للمدن ، فكان مجرد الاعتماد والتفكير في الطرق التقليدية المعروفة يعتبر اهدارا للوقت، وذلك لأنها تحتاج إلى فترات زمنية طويلة لإنجاز الأعمال بالإضافة إلى اعتمادها على طرق نقل وتشوين ومعالجة بدائية ، بل إضافة إلى الحاجة إلى عمالة كثيرة ، مما دعا إلى التفكير في التحول نحو استخدام طرق حديثة تعتمد على الآلة والماكينة والتي يمكنها الآنتاج بصورة أفضل وفي وقت أسرع، ويعتبر الحديد من أهم واحدث المواد المستخدمة في البناء، وهذا لمميزاته العديدة وقدرة تحمله للأوزان أكثر من أي مادة بناء أخرى ، و مع اكتشاف المصاعد الكهربائية في بداية القرن العشرين ، فظهرت الارتفاعات الشاهقة في المباني وناطحات السحاب والأبراج التي قد يتجاوز إرتفاعها الكيلومتر قريباً ، ولقد ظهر مصطلح "ناطحة السحاب" في القرن العشرين وهو يعني أعلى تشييد صُمم من قبل البشر أو البرج الحديث بهيكل معدني ، فمنذ القدم سعى الأنسان بشكلٍ غريزي للارتفاع في الإنشاءات وهو ما يسعى البحث لدراسته ، وقد كان من الضروري على الإنسان أن يقوم بإنشاء ناطحات السحاب كتطور طبيعي لاستخدام تقنية البناء بالفولاذ. (1)

ويقوم البحث بدراسة وبعمل مقارنة تحليلية للأبراج منذ بداية فكرتها وانشائها كما الموجودة باليمن والتي تم انشاؤها وبناؤها بالكامل من الطين النئ الاخضر، ثم دراسة الحجر وتشكيله واستخدامه في البناء وذكر مثال للأبرج الحجرية كبرج بيزا المائل، ثم أول مثال ناطحة سحاب في العالم و هو برج ايفل الذي واكب عصر الثورة الصناعية و الذي تم بناؤه بالكامل من الحديد الصلب، و الذي يعد أهم مثال على تطور تقنيات الإنشاء حديثا وخاصة منذ عصر الثورة الصناعية ، و قد كانت مصر مُواكبة لهذا التطور في البناء المرتفع الذي ظهر وإنتشر على مستوى العالم في القرن العشرين، وانعكس ذلك عليها فقد تم بناء برج القاهرة والذي يعتبر أعلى برج بالقاهرة و يليه مباشرة مبنى وزارة الخارجية المصرية، و سيتم ذكر ودراسة بعض النماذج العالمية التي ظهرت في النصف الأول من القرن العشرين مثل الامباير ستيت بالولايات المتحدة، وأخيرا يتم دراسة بعض التقنيات الحديثة التي تم استخدامها في بناء أعلى برج في العالم وهو ناطحة السحاب "برج خليفة" والذي تم افتتاحه عام 2010م ، والذي يعد من أهم الامثلة التي استخدمت أعلى تقنيات الإنشاء في العالم، والتي قد نتجت من التطور الملحوظ في تقنيات الإنشاء ومواده ، وكذلك دراسة لبرج دبي الدوّار كمثال لناطحة السحاب الديناميكية ذات البعد الرابع والتكنولوجيا الفائقة.

2. تكنولوجيا بناء الأبراج الطينية :



شكل (1) يوضح الأبراج اليمنية التقليدية الأثرية و المبنية بالكامل من الطين النيء. المصدر(1)

في بناء المباني البرجية المبنية من الطين كما بالشكل (1) ، يقوم عمال البناء أولا قبل البناء بعمل الأساسات للبناء المراد بنائه ، وتكون الأساسات مبنية بالحجر (الحصى)، مع مادة الرماد المخلوطة مع بعض المواد الأخرى تكون مقويه للأساس (الساس) شبيهه بمادة الأسمنت اليوم ، مع استخدام عروق الاشجار القوية والمتينة وأيضا النخيل بالكامل في تدعيم الأساسات، واستخدامه كأعمدة لدعم التربة ولتقوية الأساسات كما هو المتعارف عليه اليوم من الأعمدة الخرسانية المسلحة والخوازيق Biles، ثم بعد تكملة بناء الأساسات يبقى الساس لمدة أسبوع أو أكثر ويرش عليه الماء حتى يزداد تماسكه ويجف تماما قبل استكمال أعمال البناء ، ويمكن أن تتحمل هذه الحوائط حتى ارتفاع 6 طوابق بشرط عمل دعامات من الخشب أفقية لتوزيع الأحمال ، وقد تصل سمك حوائط الطابق الأرضي إلى حوالي 80 سم وتتناقص تدريجيا فى الأدوار العليا، ويتم عمل قوالب من الخشب ليتم صب الطين المسلح بالقش وروث الحيوانات فيه ليكون قالب من الطوب الطيني النيء، ثم يترك ليجف تحت اشعة الشمس القوية على مساحة كبيرة من الأرض ، ويجمع ليستخدم في البناء بعد ذلك ، وتكون مونة لصق هذه القوالب من مادة الطين أيضا ، ويخصص الدور الأرضي للماشية من الأغنام والدواجن والأول لحفظ الغلال والتمور ثم الثاني المخصص لجلوس الرجال ثم الثالث للنساء والذي يوجد به المطبخ الذي يحتوي على التنور" المواقد الطينية " ثم الخامس الخاص بجلوس العائلة مجتمعة والسادس الذي يسمى بالمراويح ويخصص للأبناء حديثي العهد بالزواج ، وهذه المباني البرجية العالية و الموجوده منذ مئات السنين في مكانها و لم تتأثر بعوامل الزمن متراصة ومتلاصقة بعضها ببعض ومتصله من الداخل أيضا في بعض

الأدوار بحيث يسمح ذلك للنساء بالعبور من برج لبرج من الداخل بغرض الخصوصية دون الاحتياج للنزول في الشارع ودخول البرج المجاور من بابه والصعود للدور المرغوب ، (شكل (1) ، ويعتبر التراص والتلاصق لهذه الأبراج العالية هو السبب في عدم تصدعها و تواجدها حتى الآن ومقاومتها للعوامل الجوية على مدار مئات السنين، و بالطبع تتوارثها الأجيال والعائلات للسكن فيها على مر الزمن. (2)

3. تكنولوجيا بناء المباني البرجية بالأحجار:

من مزايا الحجر الطبيعي ثبات ألوانه ومقاومته العالية للعوامل الطبيعية، والعزل الحراري، وكذلك الصلابة و المتانة، والمحافظة على الشكل والرونق الطبيعي وقلة الحاجة إلى الصيانة وذلك لمناسبته للظروف المناخية، كما و يعد مادة بناء محلية طبيعية لا تحتاج للصناعة والنقل ، ولكنها قد تحتاج لبعض التهذيب والاستعدال ، وينقسم البناء بالأحجار إلى قسمين البناء بالدبش، البناء بأحجار النحت كما هو التالي:

3-1 تكنولوجيا البناء بالدبش:

في بناء المباني البرجية قديما كانت التقنية التقليدية المستخدمة لتشكيله وتجهيزه للبناء يدوية وبأبسط الآليات والأدوات كا"الشاحوطة" ، والتي لاتزال مستخدمة وقائمة حتى الآن، وبالتالي هذه التقنية لا تحتاج إلى عمالة عالية التدريب، و لكن يعتمد البناء بالاحجار على عدد كبير من العمالة، وفيه يتم رص الأحجار في هذه الأنواع كما في الطوب بالنسبة لقطع اللحامات الرأسية سواء كانت داخل سمك الحائط أو على أسطحها الخارجية أو الداخلية. (3)

شكل (2) يوضح برج بيزا المائل والذي يعد مثالا للمباني البرجية المبنية بالكامل من الاحجار. المصدر (2)

وينقسم إلى : البناء بالدبش الخام، وبالدبش المروم ، ويستخدم الدبش الخام في البناء بدون مداميك وبمداميك ، ويعمل به مداميك الرباط في المباني الحجرية البرجية ، وكذلك الدبش المروم أيضا قد يستخدم بدون مداميك (فرعوني) وبمداميك وهو مثل الدبش البلدي ويكون مستربع الحجم أو على شكل متوازي مستطيلات مختلفة الأحجام ، أما الدبش المضلع تكون فيه الحجارة منحوتة من أوجهها و تكون تقريباً على شكل مسدوس أو مضلع منتظم نوعاً ما.(4)

ويعتبر برج بيزا المائل من أهم الأمثلة على المباني البرجية الحجرية حيث استمر البناء فيه لمدة تقارب قرن من الزمان، و يقع الى جانب كاتدرائية بيزا "ساحة المعجزات"، في إيطاليا بمدينة بيزا، ويتكون من ثمانية طوابق مبنية من الرخام الأبيض على الطراز الروماني بارتفاع 56,2 مترا ، وفيه درج مبني داخل الجدران يتألف من 294 درجة، مجهز حاليا بمصعد كهربائي، ويعتبر تحفة معمارية تحتضنها إيطاليا حول العالم. (شكل (2)

3-2 تكنولوجيا البناء بأحجار النحت :

تمتاز أحجار النحت بكبر حجمها وانتظام أشكالها وتسوية أسطحها ، ويعتبر البناء بأحجار النحت أكثر متانة وأكثر تكلفة من البناء بالدبش لاحتياجه إلى العناية الدقيقة في التشكيل والنحت .

4 - إعادة اكتشاف الخرسانة العادية في عصر الثورة الصناعية:

استخدم الخشب في الحضارة الإغريقية كأعضاء إنشائية حاملة في الأعمدة والكمرات والشدادات وفي أعمال الكسوات للحوائط الداخلية والخارجية، وفي الأرضيات والأسقف بالإضافة إلى استخدام الخشب في أعمال الزخارف لتيجان الأعمدة ، وفي هذا العصر بدأ ظهور تقنية الشدات والسقالات الخشبية التي تستعمل في الوصول إلى منسوب العمل بالمباني العالية عند التنفيذ ، وفي الحضارة الرومانية تراجع استخدام الخشب في العناصر الإنشائية الحاملة في المباني نظرا لإعادة اكتشاف الرومان بعد المصريين القدماء للخرسانة العادية، حيث اكتشفت بعض الآثارالمصرية القديمة بمصر

قد استُخدمت في أساسات أعمدتها خلطة الخرسانة العادية ثم أخذها عنهم الرومان وأعادوا استخدامها في مبانيهم وقد نُسبت تاريخيا خطأ إليهم ، وكانت تقنية عمل الحوائط منها عن طريق وضعها بين صفين من الطوب مع وضع الخشب كدعامات رابطة بين مداميك الطوب واقتصر استخدام الخشب في الزخارف والحليات بالواجهة كما تم استخدامه في الشدات للخرسانة العادية. (5)

وقد قطعت الأساليب التقنية التي تستخدم في إنشاء المباني العالية كالأبراج والتي تعتمد على التصميم والإنشاء شوطا طويلا نحو التطور منذ بدأت الثورة الصناعية، لذلك شهدت هذه الفترة تثبيت أقدام الخرسانة العادية والمسلحة كمادة إنشائية جديدة تتمتع بإمكانات هائلة في مجالات التصميم، ثم سرعان ما احتلت هذه المادة موضع الصدارة بين المواد الإنشائية في القرن العشرين، ثم تطورت فنون وتقنيات الإنشاء في العصر الحديث إلى أن وصلت لتصنيع المباني إما بميكنة الإنشاء أو بصناعتها أولا بالمصنع وهو ما يسمى بسبق التصنيع أو الصب ، وارتبطت ميكنة أعمال التنفيذ بإحلال تقنية الآلة محل التقنية اليدوية في أعمال الحفر والتسوية استعدادا لعملية الصب وأعمال النقل والتشوين والأعمال المساعدة التي تستخدم فيها الآلات مثل الأوناش والخلاطات وعربات النقل .. الخ.

5- ابتكار "المصعد الكهربائي" وتأثيراته المباشرة على انتشار المباني البرجية حول العالم منذ نهاية القرن التاسع عشر وحتى الآن:

لعدة قرون ظلت الأبنية المرتفعة مثل الأديرة اليونانية ، أمكنة شبه معزولة لصعوبة الوصول إليها إلا من خلال السلالم المرتفعة أو المصاعد البدائية والتي كانت بدون محرك ، حيث لم يتم اكتشاف الطاقة بعد ، حتى جاء عصر الثورة الصناعية وكان لاكتشاف الطاقة عامة والطاقة الكهربائية خاصة أكبر الأثر في ابتكار وصناعة المصعد الكهربائي، وكان الظهور الأول لآلات المصاعد في المناجم بشكل عام، حيث ظهر فيها بتزويد المصعد بمحرك بخاري ، وقد كان ذلك في أوائل القرن التاسع عشر، وكانت أولى المصاعد التي زُودت بها ناطحات السحاب والمخصصة للعامة في مطلع القرن التاسع عشر إلى القرن العشرين، والتي سمحت بالصعود فقط إلى الطوابق العليا، في حين كان النزول مقتصرا على السلالم فقط، ولقد تطورت المصاعد خلال هذه الفترة وما بعدها ، وكانت المصاعد التقليدية مكونه من محرك كهربائي مع الكابل وثقل لموازنة القُمرة، وقد كانت الصيانة العادية للمصعد تتمثل في إعادة توتير الكابلات والتحقق من سلامة نظم الحماية وأجهزة الاستشعار الخاصة بها، ثم تطورت المصاعد بعد منتصف القرن العشرين وإلى الآن حتى وصل أسرع مصعد في العالم بسرعة 17 أو 18 مترا في الثانية أي 60 كم/ساعة وهو المصعد الموجود حاليا في برج تايبيه 111 وبرج خليفة بدبي.

وقد ظهرت المصاعد نتيجة للتطلع الدائم من قبل المهندسين والمعماريين للتعالي والتطاول في الإنشاءات وفي المباني العالية والبرجية الذي أصبحت سمه لعصرنا وعالمنا الحديث ، و لقد أصبحت الحاجة ملحة لتطوير المصاعد وكابلاتها حيث أصبح بالإمكان الآن إنشاء ناطحات سحاب بارتفاع الكيلومتر فوق سطح الارض.

6- استخدام الحديد والفولاذ في إنشاء المباني البرجية منذ بداية عصر الثورة الصناعية:

وقد اعتبر الحديد من أهم وأحدث المواد المستخدمة في البناء عامة وفي المباني البرجية وناطحات السحاب خاصة ، وهذا لمميزاته العديدة و قدرة تحمله للأوزان أكثر من أي مادة بناء أخرى ، ومن هنا ظهرت الإرتفاعات الشاهقة في المباني وناطحات السحاب والأبراج التي قد تجاوزت الكيلومتر ارتفاعا ، ومن المتوقع أن تزيد عن ذلك قريبا مع تطوير المادة وخواصها بتقنية النانو التي تتم عليها حاليا الأبحاث والتجارب العلمية ، وتطبيق استخدام المواد المطورة بتلك التقنية في الإنشاءات ، ومن المؤكد أن التحول إلى المجتمعات الصناعية أحدث تغيرات جوهرية في أساليب إنتاج المباني فظهر ما يسمى بالتصنيع المسبق للمباني، وظهور المنشآت الفولاذية الهيكل ، والاستعانة بالحسابات والاختبارات التي تجري لتقويم متانة المباني وصيانتها.(6)

وقد إستُخدم الفولاذ بشكل مكثف خلال فترة ما بعد الثورة الصناعية وحتى القرن العشرين حيث تم إنشاء برج إيفل Eiffel tower في باريس 1818م من تصميم المهندس Gustave Eiffel (شكل (3) - والذي وصل ارتفاعه إلى ما يقرب من 300 م فوق مستوي البحر، وفيه إعتمد المصمم علي تجميع القطع الحديدية المصنعة بدقة شديدة تصل إلي 1:

10 من المليمتر، واستغرق إنشاؤه 17 شهراً، وقد اكتشفت لهذا البرج استخدامات لم تكن في الحسبان وقت إنشائه، كاستخدامه كنقطة ملاحظة ومحطة للأرصاد الجوية ومحطة لاسلكية، وعندما أشرف القرن التاسع عشر على الإنتهاء كان الفولاذ قد أصبح مادة إنشاء هامة، وتم الاستعاضه به عن باقي المواد التقليدية في الإنشاء ، وكانت قطاعات الفولاذ المفتولة متاحة بكميات كافية، فكان الأسلوب التقني لربط الأعضاء الإنشائية بواسطة مسامير الرباط أو مسامير البرشام قد قطع شوطا كبيرا في طريق التقدم، وتم إحراز تقدم هام آخر خلال الحرب العالمية الأولى باستحداث الطريقة النمطية لوصل الأعضاء الفولاذية وهي اللحام بالقوس الكهربائية بين قضيب معدني (الإلكترود) وبين العضوين المراد لحامهما معا.(7)

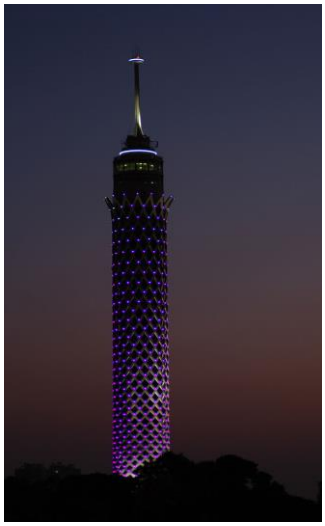
و لتحقيق أهداف البحث المرجوه فقد كان من المهم دراسة بعض المباني البرجية المحلية والعالمية الأيقونية التي ظهرت في بداية وحتى منتصف القرن العشرين والتي تعد فترة ازدهار لمثل تلك النوعية من المباني:

7- ومن أهم الأمثلة المحلية المنتخبة للدراسة : برج القاهرة أو برج الجزيرة Cairo Tower:

يعد برج القاهرة (شكل (4) والذي يقع بالقاهرة على جزيرة الزمالك بنهر النيل من أهم الأمثلة المحلية التي يمكن أن يُسلط الضوء عليها من خلال البحث، فهو أعلى برج تم انشاؤه في مصر حتى الآن حيث يصل ارتفاعه إلى 187م وبه 3 مصاعد كهربائية، ويليه برج وزارة الخارجية المصرية بارتفاع 143م ، وقد ظهرت هذه النوعية من المباني العالية في مصر في منتصف القرن العشرين كنتاج لتطور العمارة البرجية في العالم وانعكاس لما وصل إلية الآنسان من التطلع إلى الأعلى ، ومسايره ما ظهر على مستوى العالم عموما من أبراج وناطحات للسحاب وقتها ، ويعتبر برج القاهرة أعلى من الهرم الأكبر بالجيزة بحوالي 43 م ، وقد تم بناؤه ما بين عامي 1956 و1961 من الخرسانة المسلحة على تصميم زهرة اللوتس المصرية، ولم يكن أطول برج في العالم في ذلك الوقت ولكن يأتي بعد برج أيفل في الارتفاع ، وهو من تصميم المهندس نعوم شبيب، ويحتوى البرج على قمته مطعم سياحي على منصة دوارة تدور بمرتادي المطعم ليروا معالم القاهرة كلها من كل الجوانب أثناء تواجدهم بالمطعم ، ويعد هذا الاسلوب في تصميم المطعم الذي يدور 360 درجة حول نفسه من بدايات الأفكار الديناميكية الدوّارة في العمارة بعد قبة قصر البارون الدوّارة في مصر.

ويعد البرج من أبرز المعالم السياحية بالقاهرة الساحرة ، ويقف على قاعدة من أحجار الجرانيت الأسواني التي سبق أن استخدمها المصريون القدماء في بناء معابدهم ومقابرهم، وتستغرق الرحلة داخل مصعد البرج للوصول إلى نهايته 45 ثانية ، ويمكن أن تُشاهد معالم القاهرة بالكامل من أعلى البرج ، وقد تم تجديد البرج في 2006 وحتى 2008 من قبل شركة المقاولين العرب وكلفت عمليه الترميم والإصلاح حوالي 15 مليون جنيه وقتها، وهي تتضمن معالجة وترميم خرسانة البرج وإضافة عدد 3 أدوار هياكل معدنيه اسفل البرج وببدنه وآخر أعلى المدخل الرئيسى مباشرة ، وكذلك تم إنشاء سلم للطوارئ ومصعد للزائرين ، وكما تم تطوير مدخل البرج وتشطيب واجهاته وإضافة اضاءة خارجية جديد له ، وذلك بهدف إعاده احيائه كمزار سياحي مهم بقلب القاهرة.(2)

شكل (3) يوضح برج إيفل في باريس والذي يعد أول بناء حديدي مرتفع وأول نموذجا لناطحة السحاب من الحديد، وقد تم بناؤه أثناء عصر الثورة الصناعية ، ويعد من الطفرات التي حدثت للمباني البرجية وللإنشاء بإسلوب سبق التصنيع وهو ما فتح الباب لناطحات السحاب بشكلها المتعارف عليه اليوم. المصدر (4)



شكل (4) يوضح صورة لبرج القاهرة ، والذي يعد من أهم المباني البرجية بمصر، والذي تم بناؤه سنة 1961م بارتفاع 187م. المصدر (2)

8- ومن أهم الأمثلة العالمية المنتخبة للدراسة : الإمباير ستيت - Empire State Building :

شكل (5) يوضح برج الامباير ستيت و الذي يقع بمنهاتن بنيويورك ، بمساحة 2,248,355 قدم مربع وبارتفاع 381م. المصدر(2)

ويعد من أهم الأمثلة للمباني البرجية العالمية (شكل (5) الواجب دراستها والتي ظهرت نتيجة تطور اساليب الإنشاء بالفولاذ في خلال أوائل و منتصف القرن العشرين التي تعد فترة ازدهار لمثل تلك النوعية من المباني ، والذي تدل على نهم الآنسان والتطلع للأعلى منذ بدء خلقه، و يتكون البرج من 102 طابقا بارتفاع 381 مترا و يحتوي على 72 مصعدا، ويقع بمدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد تم افتتاحة عام 1931م ، وقد اعتبر هذا البرج أعلى مبنى في العالم لمدة تتجاوز الأربعين سنة ، و يمثل البرج ظاهرة ثقافية للأمريكيين عامة وسكان نيويورك خاصة، حيث يعتبر أطول ناطحة سحاب في مدينة نيويورك منذ سقوط ناطحتي مركز التجارة العالمي في 11 سبتمبر 2001م ، وقد صممه المهندس وليام ف لامب من شركة الهندسة المعمارية شريف لامب وهارمون ، والتي أنجزت رسومات البناء في أسبوعين فقط، و تم بناه في عام و نصف تقريبا باستخدام الرسومات السابقة لمبنى رينولدز في ونستون سالم نورث كارولينا، وبرج كارو في سينسيناتي أوهايو.(3)

9- برج خليفة (أطول ناطحة سحاب في العالم حتى الآن) بارتفاع 828م :

1-9 تقنية بناء هيكل البرج الفولاذي:

شكل (6) صورة توضح واجهة البرج المكونه من الحوائط الستائرية الزجاجية أثناء تركيبها ، والمكونه من طبقتين من الزجاج المطلي بطبقة من الفضة الخالصة لعكس أشعة الشمس وبذلك يتم تقليل الاشعاع الحراري المتسرب إلى المبنى من خلال زجاج الواجهات. المصدر (5)

يعتبر هذا البناء هو أعلى بناء شيده الإنسان حتى الآن حيث يصل ارتفاعه إلى 828م فوق سطح البحر، و فيه تعمل القضبان المعدنية على تثبيت المبنى من كل جوانبه، كما تم وصل القضبان العمودية بالقضبان الأفقية في كل طابق من المبنى، وللحصول على قدرة تدعيم أكبر فإن القضبان القطرية توجد داخل العوارض العرضية ، وعن طريق هذه الشبكة ذات الأبعاد الثلاثية يتم نقل المبنى إلى القضبان العمودية، ومن ثم تقوم هذه الأعمدة بنقل الثقل والأحمال إلى قاعدة البناء التي بدورها تقوم بنشر هذه القوة الضاغطة على التركيبات الثانوية تحت المبني، ثم يتم وضع القضبان العمودية على الأرضية المنتشرة حيث تلقي بوزنها على طبقة القالب الحديدي بأساسات المبني والتي تتألف من مجموعة من الطبقات الفولاذية الأفقية مرتبة بشكل دوري على طبقتين أو أكثر، ثم يتم وضع هذه الشبيكة على طبقة ضخمة من البيتون ويتم صبها مباشرة حتى تمتد بشكل كامل باتجاه الأسفل لتصل إلى أرض حجر الأساس.شكل (6)

2-9 تقنية صب الخرسانة في بناء البرج:

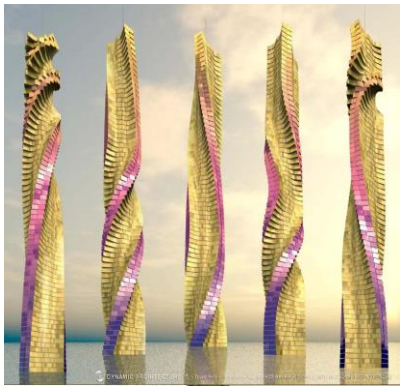
تم إبتكار تقنية جديدة عند صب الخرسانة في هذا البرج وهي بأن تغلف الخرسانة بغلاف بعد صبها في الحائط حتى تتصلب، وبعدها يقوم العمال بفك هذا الغلاف ونقله إلى الطابق الأعلى لكي يقوم بنفس العملية هناك ، حيث كانت هناك صعوبة في أن لكل طابق مقاساته المختلفة عن الذي يليه والذي يسبقه، ولأن الارتفاع شاهق فقد تم إضافة مادة خاصة إلى الخرسانة حتى يتسنى ضخها إلى هذه الارتفاعات الشاهقة دون أن تتصلب في منتصف الطريق، وقد كان العمال يصبون الخرسانة ليلا ذلك لارتفاع درجة الحرارة نهارا، وقد كانت الخرسانه تأخذ نصف ساعة أثناء ضخها للوصول إلى أعلى البرج ، وبما أن الخرسانة تأخذ من الوقت ساعتين حتى تتصلب ولضخها على تلك الارتفاعات الشاهقة دون أن تتحلل إلى مكوناتها الأولية فقد تم أيضا إضافة مادة مسيله إلى الخرسانة، حتى تتصلب بشكل أسرع ، كي يتسنى للعمال إنشاء

طوابق بشكل أسرع ، كما تم التخلي عن مادة الأتون التي تنتج ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير، ولأن الخرسانة لابد من تبريدها بعد أن تتصلب حتى لا تفقد شيئا من تماسكها ومتانتها تم إضافة الجليد إلى الخرسانة المكونة من الزلط و الرمل والأسمنت.

وقد كان العمال يتنقلون بصعوبة بالغة في أعلى البرج و فوق جسور فولاذية رقيقة على علو ما يقرب من الكيلو متر يحملون أعمدة فولاذية ضخمة، وحيث لم يتم ضخ الخرسانة بشكل قوي إلى هذا العلو من قبل فإنه تم تسجيل رقم قياسي لمهندس المضخات الخرسانية ، لأنه تم تطوير مضخات للخرسانة تضخ بضغط يبلغ 190 بارا عبر 3 أنابيب فولاذية إلى علو 600 متر، وقد تم وضع المضخات عالية الأداء على بعد 70 مترا من موقع البرج، وتم استخدام وتصميم نظام بارع من الأنابيب والأعمدة في نقل الخرسانه من هذه المضخات القريبة من موقع الإنشاء إلى البرج نفسه ، وقد تم دفع الخرسانة إلى الطوابق العالية على دفعات، وفي كل مرة يتم ضخ الخرسانه من خلال هذة الأنابيب يتم قياس سمكها بواسطة أجهزة قياس بترددات فوق سمعية لتفادي أي عطل أو أي تقليل في سمكها الداخلي لأن سمك الجدران الداخلية لهذة الأنابيب كانت تتقلص بعد كل مرة يتم فيها صب الخرسانة ، ولقد تم تسجيل هذا النظام في تثبيت الأنابيب كبراءة اختراع والتي تنقل الخرسانة إلى الأدوار العليا والتي بدورها تجلبها من أنابيب النقل المتحركة ، وقد تم استخدام أحدث الرافعات التي جلبت من أنحاء العالم في رفع الأعمدة والتسليحات إلى أعلى ذلك البرج العملاق.

أما عن الأساسات فهي أساسات خاصة وقد احتاجت إلى دراسة مستفيضة ومعمقة للتربة جيولوجيا وهيدرولوجيا، و فيها تم تدعيم التربة وتثبيتها بحقنها بالملاط الإسمنتي والحصى وتدعيمها جانبيا، وقد كانت خليطا من الأوتاد والحصائر والركائز والأساسات المنفردة بهيئات مختلفة وعلى مناسيب تأسيس مختلفة، حيث شُيّد 200 عمود خرساني على عمق 500 متر في عمق الأرض ، وقد شكلت هذة القاعدة أساسات هذا البرج العملاق. (8)

10- <u>أعلى تطور في فنون و تكنولوجيا المباني البرجية (برج دبي الدوّار):</u>



شكل (7) صورة توضح كيفية عمل وتشكيل ودوران البرج الدوّار المترقب بناؤه و افتتاحة بدبي. المصدر (8)

لقد ظهر حديثا العديد من أنواع العمائرالتي اعتمدت في تكوينها و وجهاتها الفكرية على استغلال أعلى تقنيات العصر، فمنها التي تجعل ناطحات السحاب والمباني الشاهقة تدور حول نفسها أو بأن يتحرك كل طابق من البناء في اتجاه بحيث يري مستعملين الحيزات الداخلية كل وقت مشهد لمحيط مختلف، وكذلك يتغير تشكيل واجهات المبنى بالكامل ، وقد أُطلق على تلك العمارة بالعمارة الديناميكية أو الدوّارة ، والتي تم ذكرها فيما قبل في تقنية دوران المطعم الموجود في أعلى برج القاهرة والمبني في خمسينات القرن الماضي والذي قد سبقه فيها تقنية دوران قبة قصر البارون بمصر الجديدة بأكثر من خمسين عام.

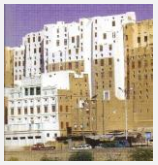
ومن أمثلة هذه العمارة حديثا ذات البعد الرابع ألا وهو الزمن "برج دبي الدوّار" ، (شكل (7) ، والذي لم يتم اكتمال بنائه حتى الآن ، والذي سيعتبر أول الأبراج الدوّارة في العالم ، وهو للمعماري الإيطالي ديفيد فيشر، ففكرة البرج الديناميكي المتحرك توفر إمكانات تصميمية بلا حدود حيث يمكن ان يدور كل طابق بصورة منفصلة عن باقي المبنى وبزاوية 360 درجة وبسرعات مختلفة لخلق مبنى يغير شكله باستمرار ، وما ينتج عن ذلك من تصميم معماري فريد ومتغير، ومن المقرر ان يصل ارتفاع البرج الى 420 مترا فوق سطح البحر، وسيشتمل على 80 طابقا فيما سيبلغ ارتفاع برج موسكو المتحرك 400 متر ويحتوي على 70 طابقا يدور كل منها بشكل منفصل حول المحور الرئيسي للبرج ، وسيكون هذا البرج أول ناطحات سحاب تبنى من مواد سابقة التجهيز سيتم صنعها بمقاساتها وبدقة بالغة في مصنع خاص، بما سيسهم في خفض النفقات بنسبة تصل الى 20 % مقارنة بالأبراج العادية، وأوضح أن طريقته التصميمية تتطلب عددا اقل بكثير من العمالة في موقع الإنشاء مع وجود 600 عامل في خط الإنتاج بالمصنع و80 فنيا في موقع التشييد مقارنة بالحاجة الى وجود 2000 عامل لبناء برج اعتيادي من الحجم نفسه، وكما أن بناء طابق واحد بالكامل في هذا البرج الديناميكي سابق التجهيز والتصنيع سيستغرق سبعة ايام فقط مقارنة بسبعة أسابيع في بناء الأبراج الاعتيادية، كما انه سيكون برج صديق للبيئة لانه مصمم بتزويد نفسه بالطاقة مع القدرة على توليد الطاقة الكهربية من الخلايا الشمسية المثبته به، والذي سيتيح

مد بعض المباني المجاوره له بالطاقة ، وهذا لانه سيتم تركيب مولدات كهرباء من الرياح افقيا بين كل طابق وآخر، بما يخلق محطات خضراء صديقة للبيئة لتوليد الطاقة النظيفة من الرياح ، ومن خلال مزج الحركة مع الطاقة الخضراء والتشييد الفعال اقتصاديا ستغير الأبراج وناطحات السحاب الديناميكية الدوّارة من مفهوم العمارة عن التي نعرفها الآن.

11- التوقعات المستقبلية للمباني البرجية و ناطحات السحاب :

بالنسبة لتصور ما قد تصل إليه ناطحات السحاب أو المباني البرجية في المرحلة القادمة، فقد انقسم العلماء إلى قسمين، الأول يرى أنّ البناء سيتميز بالتقنيات المذهلة ليصل إلى ارتفاع الميل فوق سطح البحر(١٦٠٩ متر -٥٢٨٠ قدم)، مع العلم أنه إذا ارتفع بناء ناطحات السحاب إلى أكثر من ٤٠٠٠ متر فسوف يلزم على سكان الطوابق العالية جدا تدبيرالأكسجين لأنفسهم ، والقسم الآخر يرى أن الإنسان بحاجة إلى تطوير مواد أكثر قوّة وأكثر خّفة وبالإضافة إلى مصاعد أسرع وآلات مضعفة لتأرجح المباني قبل أنّ تصبح هذه المباني هشة وضعيفة وهو ما يحدث في الأبحاث الخاصة بتكنولوجيا النانو المنوطة بتطوير خواص المواد ، ولكنه نظريّا لا يجد المهندسين أي حاجز في وجه أحلامهم وتطلعهم للأعلى ، كون أنّ التطور التقني المستقبلي قد يقود إلى مدن ممتلئة بناطحات السحاب لها نفس أسلوب الإنشاء العالمي ونفس مواد الإنشاء العالمية الموحدة كما يقول بعض الخبراء، بالإضافة إلى ظهور فكرة إسكان مليون شخص أو أكثر في بناءٍ واحد أمر وارد الحدوث .(9)

12- جدول التحليل المقارن (1) الذي يوضح دور اختلاف مواد الإنشاء و اختلاف تكنولوجيا العصر في تطوير بناء المباني البرجية من خلال بعض المعايير المختاره للمقارنه بها بين الأبراج المنتخبة:

م	مراحل التطور / معايير التأثير	البرج (1)	البرج (2)	البرج (3)	البرج (4)	البرج (5)
						
	المقاييس المعمارية المختاره للمقارنه	أبراج تقليدية	بـــرج بتكنولوجيـــا متقدمة اومركبة	بـــــرج متطـــــورة بتكنولوجيا عالية	ناطحـــــة ســـــحاب بتكنولوجيا بها طفرة معمارية و انشائية	ناطحة سحاب لعمارة فائقـــة التكنولوجيـــا ، ومثـــال للمبـــاني ذات البعد الرابع
1	فـــــى تقنيـــــات التصميم	✓	✓	✓	✓	✓
2	فـــــى التشـــــكيل المعمـــــــاري أو التشغيل	✓	✓	✓	✓	✓
3	فـــــى التنفيـــــذ أو التشييد	✓	✓	✓	✓	✓
4	فـــــى الوظيفـــــة و الأداء	✓	✓	✓	✓	✓
5	في اسلوب الإنشاء والتشطيب الداخلي والخارجي	✓	✓	✓	✓	✓
6	فـــي الـــربط بـــين وحـــــدات البنـــــاء المستخدمة	✓	✓	✓	✓	✓
7	فى مواد الإنشاء	✓	✓	✓	✓	✓
8	فى الصيانة	✓	✓	✓	✓	✓
9	في الاستدامة	✓	✓		✓	✓
10	في تحقيق الهوية المعمارية المحلية	✓	✓			
11	فـــى التوافـــق مـــع البيئة	✓	✓		✓	✓
12	فـــى التجهيـــزات الذكية					✓
13	فـــي الديناميكيـــة والتعامل مع البعد الرابـــــع وهـــــو "الزمن"					✓

1-12 تحليل المقارنة التحليلية بين الأبراج المنتخبة للدراسة والمقارنة :

أولا: تم اختيار الأبراج قيد الدراسة في هذه المقارنه التحليلة لعدة أسباب من أهمها :

- أن كل برج من تلك الأبراج يوضح ويعبرعن تقنيه عصره.
- أن كل برج تم اختياره للمقارنه يعبر عن التوجهات الفكرية الي أدت إلى إنشاؤه ، و إلى بعض الاحتياجات الخاصه بالعصر التي أدت إلى بناء ذلك المبنى المرتفع .

- استخدام المواد المحلية في الإنشاء بالنسبة للأبراج التقليدية.
- تعتبر الأبراج التقليدية المنتخبة معبرة عن الهوية المعمارية لمكانها وزمانها.
- تعتبر الأبراج وناطحات السحاب الحديثة المنتخبة مثال على تحول العالم إلى الهوية العالمية في الإنشاء والعولمة.

ثانيا : يوضح الجدول (2) التالي التحليل للمقارنة بين المباني المنتخبة في العصور المتتابعة و حتى المستقبلة :

م / البيان	البرج المنتخب رقم (1)	البرج المنتخب رقم (2)	البرج المنتخب رقم (3)	البرج المنتخب رقم (4)	البرج المنتخب رقم (5)
التعريف بالبرج	الأبراج الطينية باليمن والمبنية بالتقنيات البدائية التقليدية وهي موجودة حتى الآن.	برج بيزا المائل، والمبنى بالكامل من الرخام الأبيض وهو موجود حتى الآن بروما والذي استمر بناءه 174 عاما.	برج الأمباير ستيت، ويقع بمدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية.	برج خليفة وهو أطول و احدث ناطحة سحاب في العالم حتى الآن.	برج دبي الدوّار أول الأبراج الدوّارة في العالم.
الموقع	شبام - اليمن – شبه الجزيرة العربية	إيطاليا - أوروبا	الولايات المتحدة الأمريكية – أمريكا الشمالية	دبي – الامارات المتحدة – شبة الجزيرة العربية	دبي – الامارات المتحدة – شبة الجزيرة العربية
عصر وتاريخ الإنشاء	حوالي سنة 1400م	1175م	1931م	2010م	لم يتم افتتاحه بعد ، ويعتبر من التصورات المستقبلية والطفرات في إنشاء المباني البرجية.
ارتفاع البرج	23-24 مترا	8 أدوار بارتفاع 56,2 مترا	ويتكون البرج من 102 طابق، بارتفاع 381 مترا	ارتفاعه 828 مترا	420 مترا ، 80 طابق متحرك
مادة الإنشاء المستخدمه	الطين و جزوع النخيل	الرخام الأبيض	الفولاذ	الفولاذ و الخرسانة المسلحة	مواد الإنشاء الحديثة المستخدمة في أسلوب الإنشاء سابق الصب والتجهيزوالفولاذ والخرسانة.
الغرض من الإنشاء	سكني مبنى سكني للعائلات بالكامل	ديني برج جرس تابع للكاتدرائية بمدينة بيزا	سكني – فندقي – اداري - ترفيهي	سكني – فندقي – اداري – ترفيهي – تجاري	سكني – ترفيهي
دور تكنولوجيا العصر في إنشاء البرج	استخدمت أبسط التقنيات البدائية المعروفة فوحدات بنائها من الطين	هو برج مبني بالكامل من الرخام الأبيض وهو نوع من أنواع الحجر صعب	يعتبر من أهم ناطحات السحاب العالمية وأعلاها في الولايات المتحدة بعد	يدل على التطور المذهل والطفرة في تقنيات إنشاء المباني البرجية ، وتعتبر	يعتبر ثورة في عالم البناء حتى في تقنية الإنشاء حيث يتكون الدور من عدة مقاطع

	النيئ مجففة تحت اشعة الشمس وأساساتها من الحصى وجوزع الاشجار والنخيل والطين ، كما استخدمت القوة العضلية للإنسان والحيوان في تشكيل وحدة البناء وفي إنشاء المبنى بالكامل.	التشكيل والاستعدال، وقد استخدم الرخام لديمومته ولقوة تحمله للضغط وللعوامل الجوية، ويعتبر مثال لتطور تقنية بناء الابنية البرجية من حيث مادة الإنشاء ومن حيث التقنية المستخدمة في تشكيل الرخام وتصميم وبناء البرج.	انهيار برجي التجارة العالمي ، ويعتبر من أهم المباني البرجية التي ظهرت في النصف الأول من القرن العشرين نتيجة للطفره التي حدثت في استخدام الفولاذ واستخدام تقنيات الإنشاء المتطورة.	أطول واحدث ناطحة سحاب حتى الآن، واستخدمت في بنائها أعلى تقنيات البناء في العصر الحديث حتى وصل الأمر إلى أن بعض تلك التقنيات التي استخدمت في انشائه سجلت كبراءة اختراع.	سابقة التصنع بأدق تفاصيلها حتى الديكورات والتوصيلات الكهربائية ثم يتم رفعها و تثبيتها لتكون الدور بالكامل وهذا كله بتقنية جودتها عالية في التحكم والتصنيع، كما أنه سيتم استخدام بعض التقنيات في انشائه وتشغيله بحيث يكون المبنى صديق للبيئة وليجعله جزءا من البيئة ومن المباني المستدامه.

2-12 نتائج المقارنة التحليلية:

1. كانت التقنية هي المحرك الأساسي لتطور طرق إنشاء كل مبنى برجي وتغير تشكيله.
2. لكل زمان و مكان تقنياته الخاصة به ، ولقد تطورت المباني البرجية حسب التقنيات المتاحة في عصرها وحسب التوجهات الفكرية السادة في عصره أيضا.
3. يعتبر الطين والأحجار من مواد البناء التقليدية البدائية ولكنها مواد صديقة للبيئة لا تحتاج لمعالجات متطورة للتوفير في الطاقة أو للحد من استهلاكها لا في عملية إنشاء المبنى البرجي ولا في تشغيله.
4. المبنى الذكي من الصعب أن يكون صديقًا للبيئة.
5. إن المصمم المعماري الناجح هو من ألم بكل تكنولوجيا عصره و امتلك القدرة على تحقيقها أو تطبيقها.

نتائج البحث :

1. حديثا أصبحت المنافسة بين دول العالم في البناء هي إثبات واختراع تقنيات أحدث في بناء ناطحات السحاب الأطول.
2. أثبت البحث أن للتقنية أو التكنولوجيا الأساس السبق لكل تقدم و تطور في كل ميادين الآنتاج وخاصة الصناعي، ومنه المعماري و الآنشائي.
3. الارتفاع في البناء التقليدي لا يعني ابتكار تقنيات تقليدية للتعامل مع هذا الارتفاع، و التي كان منها المزلاج والمسلف وهو ممر في الأدوار العليا يربط الأبراج ببعضها البعض.
4. إكتشاف الطاقة في عصر الثورة الصناعية وما بعدها أدي إلى إمكانية تشكيل الفولاذ كمادة بناء ، وكذلك اعادة اكتشاف الخرسانه مع استخدام الحديد في البناء فتح المجال لخيال المعماريين لتشكيلات هندسية غير مسبوقة ، وكما كان له أكبر الأثر في تطور البناء والارتفاع به لإنشاء ناطحات سحاب حديثة والوصول إلى ارتفاعات لم يسبق لها مثيل في التاريخ الإنساني.
5. ابتكار تقنيات جديدة لضخ الخرسانة في الناطحات الشاهقة قد يفتح المجال لبناء أعلى من ارتفاع الميل.
6. التقنية ليس لها حدود أو نهاية مادامت الحاجة إليها و توافرت آلياته" الفكر و الخامة و الطاقة "و يتطابق معها المثل السائد : الحاجة أم الاختراع أو التقنية."
7. انعكس اكتشاف وظهور المصعد الكهرباء وتطور تكنولوجيا تشغيله على التطلع لزيادة ارتفاع المباني البرجية ، ومع اختراع وتطوير المادة وخصائصها بتكنولوجيا النانو ما قد يؤدي ذلك إلى عمل كابلات ومصاعد قد تسبق سرعة الصوت والضوء مما سيؤدي إلى بناء مباني مرتفعه إلى حد الفضاء ، والذي قد يربط المحطات الفضائية بالأرض بالمستقبل عن طريق تلك المصاعد فائقة التطور مثل"مصعد الفضاء".

8. يحتاج المبنى البرجي المتعدد الوظائف والاستخدامات إلى الكفاءة العلمية القادرة على إدارة شئونه لتقديم خدمة مميزة نابعة من التطور التكنولوجي و ثورة المعلومات.
9. إن المبنى البرجي حديثا أو ما يسمى بناطحات السحاب أصبح منتج دولي عالمي لم يفرق مصممو بين بيئة جغرافية وأخرى لذلك يحتاج إلى مراجعة في استخدام تقنيات البناء والتشييد و كذلك مواد البناء التي تناسب كل بيئة منها للحفاظ على هويتها المعمارية.

التوصيات :

في ضوء ما تشهده مصر من ثورة ونهضة معمارية وعمرانية هائلة ، وتطور مذهل في عالم الإنشاءات والعمارة والتي نستهل بها قرن جديد من الزمان ، ولنواكب بها أعلى التقنيات العالمية ، وبعاصمة جديدة مليئة بناطحات السحاب ذات التصميم المعماري الأحدث ، وبالتوسع في بناء مدن جديدة التي يمكن تصنيفها بأنها من مدن الجيل الرابع التي يتم فيها استخدام أعلى التقنيات الإنشائية والالكترونية والمعلوماتية ، والتي فيها أيضا يتم بناء -لأول مرة على أرض مصر- أعلى ناطحات سحاب في أفريقيا وهو البرج الأيقوني بالعاصمة الإدارية الجديدة بارتفاع 385م ، وأعلى برج على الساحل الأفريقي بمدينة العلمين الجديدة بارتفاع 200م ، فإن البحث يوصى بالتالي:

1. ضرورة المداومة على دراسة أساليب تطوير تكنولوجيا المواد الإنشائية ووحداتها لمحاولة التوصل لما هو أفضل وأكثر تطورا في المستقبل لبناء ناطحات سحاب ذكية وصديقة للبيئة.
2. ضرورة دراسة و توثيق طرق البناء التقليدية التي هي أصل الهوية المعمارية المحلية والتي تكون المبنى التقليدي وتطور تقنيات تلك الطرق و الاساليب في إطار من الاستدامة و الهوية المعمارية المحلية.
3. تعتبر المشروعات المعمارية العملاقة هي الطفرة المعمارية المعاصرة ، وأنها نوع من الثقافات الفنية الواردة لبلادنا النامية ، و إن نشرها و التعرف عليها من خلال وسائل الإعلام المرئية و المسموعة و المقروءة أمر له أهميته.
4. أثبت البحث ما لدور التقنية في تطوير المباني البرجية ، ويوصي باتباع المنهج التحليلي لمكونات المبنى الأولية أو الرجوع إلى الفكر التصميمي لعناصرها الأساسية ، وهو منهج من شأنه أن يساعد على فهم أصل العناصر الأولية لتكوين المبنى عامة و دور التقنية في تطويرها إلى ما هي عليه الآن.
5. يجب أن تسن القوانين والتشريعات المعمارية والعمرانية على وجه الخصوص التي تخص إنشاء و بناء و تصميم ناطحات السحاب والمباني البرجية ذات الطفرة المعمارية الجديدة لكي تكون مباني مستدامة ، موفرة للطاقة وصديقة للبيئة.
6. إن المنتج المعماري (ناطحات السحاب) هو منتج فني تشكيلي ومنتج انشائي ذو تراكيب مختلفة يحتاج إلى الكفاءة والقدرة العلمية التي تحقق له الكفاءة و السلامة و الأمان للمنشأ من جهة و للمحيط الإنساني من جهة أخرى.
7. يوصي البحث بالإتجاه نحو تكنولوجيا البناء المحوسبة والإلكترونية المستخدمة في تشكيل وإنشاء المباني البرجية الحديثة و خاصة التكنولوجيا الصديقة للبيئة و الموفرة للطاقة و المحققة لمبادئ الاستدامة.
8. يوصى البحث بدراسة مقومات مدن الجيل الرابع وعناصرها وإثبات او نفي كونها تحقق الاقتصاد ومبادئ العمارة المستدامة والخضراء والصديقة للبيئة.

المراجع:

1- https://www.arrajol.com/content/62586/1 ناطحات السحاب، 24-2-2022 ، 12:00.
2- مبنى إمباير ستيت - ويكيبيديا(wikipedia.org) ، مبنى الامباير ستيت، 21-3-2022 ، 11:34.
3- https://muegn.ru/ar/poznavatelnoe/legendarnyi-neboskreb-empair-steit-bilding-ego-istoriya-i.html ، لماذا تم بناء الامباير ستيت، 23-3-2022 ، 11:35.
4- مجلة عمران، 2007م ، **"ناطحات السحاب الطينية في حضر موت"** ، العدد السابع عشر، المملكة العربية السعودية.
5- سيد محمدي عبد القادر ، لميس ، 2011م ، **"دور التقنية في تطوير العناصر المعمارية التقليدية"** ، جامعة الإسكندرية ، رسالة ماجستير مقدمة لكلية الفنون الجميلة ، الاسكندرية .
6- عباس حيدر ، فاروق ، 2006م ، **"الموسوعة الحديثة في تكنولوجيا تشييد المباني"** ، **"أساسيات إنشاء المباني"** ، منشأة المعارف ، الجزء الأول ، الطبعة التاسعة ، الإسكندرية.

7- وزيري، يحيى ، 2003م، **" التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء "** ، مكتبة مدبولي ، الطبعة الأولى ، القاهرة.
8- رأفت ، علي ، 2007م ، **"الدورة البيئية – "عمارة المستقبل ، ثلاثية الإبداع المعماري"** ، دورات الإبداع الفكري ، الطبعة الأولى ، القاهرة .
9- محمد صفي الدين حامد ، ابريل 1995، **"العمارة اليمنية و البيئة"** ، بحث منشور ، كلية الهندسة و التكنولوجيا ، جامعة حلوان ، العدد 4.
10- W.B.Mckay, 1970, **Building Construction**, Metric, Vol.1, United States of America, New York.
11- Pedro Guedes, 1979, The Macmillan Encyclopedia of Arch. & Tech. change, William Clowers &sons, London.
12- Miles Lewis, 13-18 August 2006, National Identity and Traditional Building, University of Melbourne, Oxford Round Table, United Kingdom.
13- Addington, M., 2007, smart materials and new technologies for the architecture and design professions, Elsevier, oxford.
14- Axel Ritter, 2005, smart materials in architecture, interior architecture and design, birkhauser publishers for architecture, Basel.
15- Design Ecologies: 2010, Essays on the Nature of Design, published by Princeton Architectural Press, New York.
16- Jencks, Charles, 2001, Architecture Today, Academy Editions, London.