أثر تطور التكنولوجيا في تصميم وإنشاء الملاعب الرياضية

الاسم: م.جوليت الفرحات –جامعة البعث –كلية الهندسة المعمارية
إشراف: د.م.نضال سطوف –جامعة البعث –كلية الهندسة المعمارية

ملخص البحث

تأثر تصميم وتشييد الملاعب الرياضية، كباقي المباني والمنشآت، بالتطور التكنولوجي والتقدم العلمي الحاصل في كافة المجالات، ونوقشت العديد من متطلبات وتقنيات النهج المحوسب لتصميم وإنشاء الملاعب، في عصر باتت فيه تكنولوجيا التصميم والنظم الإنشائية مصدر الإبداع في النتاج المعماري بشكل عام.

ونظراً للعلاقة الوثيقة بين تطور التكنولوجيا وتقدمها في تصميم وإنشاء الملاعب الرياضية، فقد تم في هذا البحث دراسة دور تلك العلاقة وأثرها في تصميم وإنتاج ملاعب رياضية جديدة، يتوافق فيها التصميم مع التطور التكنولوجي، عبر دراسة تقنيات تصميم ونظم إنشاء الملاعب من مواد بناء وطرق تشييد فضلاً عن الثورة الرقمية وما وفرته من إمكانيات واسعة في التصميم المعماري والإنشائي في سبيل خلق تكوينات جديدة لملاعب رياضية متميزة وتتلاءم مع البيئة المحيطة. كما تم تحليل ومناقشة واستنتاج مدى تأثير ذلك التطور في تصميم وإنتاج ملاعب معاصرة تواكب التقدم والتطور التكنولوجي.

الكلمات المفتاحية: التطور التكنولوجي– تصميم الملاعب.

The impact of technology development on the design and construction of sport stadiums

Research Summary

The design of sports stadiums، like other buildings and facilities، was affected by technological development and scientific progress in all fields. Many of the requirements and techniques of a computerized approach to the design and construction of stadiums were discussed، as design technology and construction systems were considered the source of creativity in architectural production in general.

In view of the close relationship between the development of technology and its progress in the design and construction of sports stadiums، in this research the role of that relationship and its impact on the design and production of new sports stadiums، in which the design is compatible with technological development، has been studied، through the study of design techniques and systems for the construction of stadiums from building materials and construction methods as well as On the digital revolution and the wide possibilities it provided in architectural and construction design in order to create new configurations for distinguished sports stadiums. The impact of that development on the design and production of contemporary stadiums that keep pace with technological progress and development was also analyzed، discussed and concluded.

The key word: Technological development –stadiums design.

أثر تطور التكنولوجيا في تصميم وإنشاء الملاعب الرياضية

مقدمة:

يعتبر التصميم المعماري للملاعب الرياضية من أكثر الجوانب تأثراً بالتطور التكنولوجي، الذي انعكس على عملية تصميم الشكل والهيكل الخارجي للملعب، نظراً لعلاقته بالتقنيات المتطورة وبرامج الحاسوب التي تفتح باباً واسعاً أمام تصميم واجهات وكتل الملاعب المعاصرة بمواد بناء جديدة، وقد أصبح لهذا التطور صوراً عديدة تبرز في تصميم أشكال متعددة ومتنوعة من المباني الرياضية وتحديداً ملاعب كرة القدم، التي أصبحت معلماً ورمزاً حضارياً لكثير من المدن والبلدان، واتخذت الملاعب ذات التعابير المعمارية الجديدة مظاهر مكانية تخلق صورة جديدة للمدن المضيفة. وقد ساعد التحول الجذري في عملية التصميم على دمج العديد من التطبيقات التكنولوجية التي أثرت على العمارة بشكل مباشر أو غير مباشر، كتكنولوجيا الواقع الافتراضي وغيرها.

أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث في كونه يجمع كل ما يتعلق بالتطور التكنولوجي الذي يؤثر على تصميم الملاعب الرياضية وتحديداً الاستادات– في ظل غياب الدراسات المحلية التي تتحدث عن تلك العلاقة وأهميتها– وبيان أهمية وأثر التطور التكنولوجي على عملية التصميم من خلال اعتماد التقنيات الرقمية للحصول على هياكل وتكوينات لاستادات تتلاءم مع مواد البناء ونظم الانشاء الحديثة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير تطور تكنولوجيا العمارة في تصميم الملاعب الرياضية، من خلال تسليط الضوء على أهم العوامل المؤثرة في عملية التصميم، بغية الوصول إلى ملاعب رياضية تواكب التطور التكنولوجي في تصميمها من حيث الشكل الخارجي والتكوين والواجهات ومواد ونظم الإنشاء.

منهجية البحث:

تعتمد منهجية البحث على شقين، الأول نظري يتضمن تجميعاً كافياً لأهم عوامل التطور التكنولوجي التي أسهمت في تطور التكوين والشكل المعماري للملاعب الرياضية وكذلك

أساليب إنشائها، أما الشق الثاني فيتضمن دراسة تحليلية تبين مدى تأثير تكنولوجيا البناء الحديثة في تصميم الملاعب الرياضية من حيث شكلها وتقنيات ومواد بنائها.

1- القسم النظري: تطور تكنولوجيا تصميم وإنشاء ملاعب كرة القدم.

1-1- علاقة التكنولوجيا بالعمارة:

تعرف التكنولوجيا بأنها مجموعة المعارف والخبرات المتراكمة والمتاحة، والأدوات والوسائل المادية والتنظيمية والإدارية والمعنوية لأداء عمل أو وظيفة في مجال الحياة اليومية، لتلبية الحاجات المادية والمعنوية؛ على مستوى الفرد والجماعة. [11]

وعلى صعيد العمارة، يمثل تكوين المبنى وشكله الخارجي نوع التقنية المعتمدة ويعبر عن طريقة ونظام الإنشاء، ويعتمد على الإمكانات التكنولوجية المتاحة التي تحول الأفكار إلى مادة ملموسة وتنقل الفكرة التصميمية إلى الآخرين، بالإضافة إلى كون أساليب التكنولوجيا تلبي المتطلبات الوظيفية والنفعية التي تجري ضمن فراغات المبنى وفقاً لاحتياجات مستخدميه. وقد أثرت تقنيات الحاسوب على الأعمال المعمارية عامةً مع بداية القرن الحادي والعشرين، فزادت من إبداع المعماري، بدءاً من الفكرة الأولية للعملية التصميمية، وحتى الانتهاء من كافة مراحل التصميم وصولاً إلى الشكل النهائي للمنشأة، من خلال برامج التصميم المتنوعة[1] والبرامج التكاملية أو التفاعلية.[2] [12]

1-2- لمحة تاريخية عن تطور التكنولوجيا في أجيال الاستاد.

تبدو أجيال الملاعب تماماً مثل أجيال أجهزة الحاسوب التي ترتبط كلها بالتكنولوجيا والعلم، فلقد تغيرت تصاميمها وأشكالها ومواد بنائها وتطورت نظم وتقنيات إنشائها من جيل إلى آخر، وتم تصنيف أجيال إستاد كرة القدم تاريخياً بعلامات بارزة، حيث يوجد نموذج لتصميم معماري معروف لكل جيل منها كما في الشكل (1)، بدأت بالجيل الأول الذي يمثله المدرج الروماني في روما "الكولوسيوم" في القرن الأول الميلادي، أما الجيل الثاني من الملاعب فجاء استجابة لتحقيق راحة المتفرجين وتحسين مرافق الدعم، مثل

[1] أي التصميم بمساعدة الحاسوب، وتعبر عن النماذج الثنائية والثلاثية الأبعاد وأهمها (برامج تحليل الرسومات- برامج النمذجة ومحاكاة الواقع مرئياً Modeling & Visualization- برامج الدراسات الإنشائية والبيئية ...الخ.

[2] التي تعتمد على نماذج معلومات المبنى (BIM) التي تحاكي المشروع الحقيقي وتحتوي على نموذج ثلاثي الأبعاد يمثل المشروع الحقيقي بمكوناته، مع ربط هذه المكونات بالعناصر الإنشائية والموقع والتكييف.

إستاد ويمبلي القديم وتم إنشاؤه عام 1923. حدث التحول الرئيسي في تطور الملاعب مع بث الأحداث الرياضية في أواخر الخمسينيات وما سببه من انخفاض حاد في عدد المتفرجين على الأحداث الرياضية الحية، فظهرت ملاعب الجيل الثالث لتواكب تطور تكنولوجيا البناء ويمثلها استاد ميونخ الأولمبي الذي أحدث ثورة في تكنولوجيا تصميم الملاعب، ومع تقدم التطور التكنولوجي ظهر الجيل الرابع ويعد إستاد سيدني الأولمبي الذي بني عام 1991 واحتضن أولمبياد عام 2000م أول وأهم استادات الجيل الرابع، مروراً بمونديال ألمانيا وإنشاء إستاد اليانز آرينا المزود بكل التقنيات الحديثة، وبعض ملاعب مونديال البرازيل عام 2014م، ومن المتوقع أن تكون ملاعب قطر لبطولة كأس العالم 2022 بداية الجيل الخامس لملاعب كرة القدم لاعتمادها على أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في تصميمها وتجهيزها وتوجهها نحو التكنولوجيا والاستدامة. [1]

مدرج الكولوسيوم في روما (الجيل الأول)[24]

إستاد ويمبلي القديم1923(الجيل الثاني) [24]

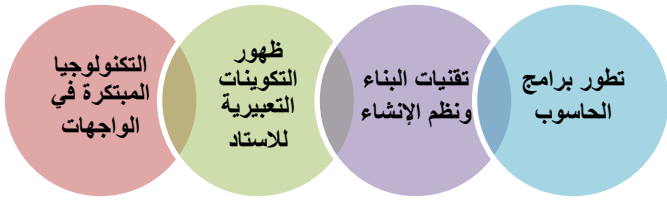
إستاد ميونخ الأولمبي 1972 (الجيل الثالث) [19]

إستاد سيدني الأولمبي 2000 (الجيل الرابع) [19]

الشكل (1) تطور أجيال الملاعب الرياضية مع تطور التكنولوجيا

1-3- العوامل المؤثرة في تكنولوجيا تصميم الملاعب الرياضية.

لا بد من استعراض العوامل التي تؤثر في تطور تقنيات تصميم وإنشاء الملاعب الرياضية والتي تشمل:



1-3-1- تطور برامج الحاسوب.

تسارعت خطوات التطور التكنولوجي على مستوى العمل المعماري والتي فتحت آفاق واسعة لإنتاج أفكار معمارية؛ لم يكن بالإمكان الوصول إليها لولا هذه التقنيات. فنمذجة معلومات المباني (بي آي إم) BIM هي تطبيق بارز يعطي توضيحاً ونظرة عامة قبل البدء بعملية التنفيذ على الخصائص المادية والوظيفية للمنشآت، وتساعد أدوات BIM المصمم في اتخاذ قرار مستنير جاهز في المستقبل بشأن مبنى أو مادة مبنية. [13]

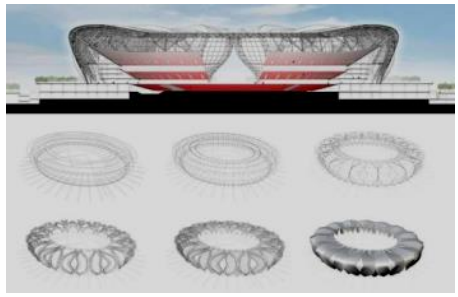
لقد تأثر تصميم الملاعب الرياضية كباقي المباني والمنشآت بالتطور التكنولوجي والتقدم العلمي الحاصل في كافة المجالات، وركزت على المحاكاة الهندسية (Simulation)[1] والتقنية التي تتألف من النموذج الافتراضي (Modeling)[2]. وعند تطبيق واعتماد BIM على الملاعب وغيرها من الأماكن الرياضية يمكن أن يعود بفوائد كبيرة. [10]

لقد ساعدت برمجيات تكنولوجيا المعلومات على تسهيل عملية تصميم الشكل والتكوين العام للملعب، ومكنت المعماري من تصميم ملاعب بعيدة عن الأشكال التقليدية، والبدء بتجسيد أشكال جديدة لم تكن مألوفة مسبقاً في تكوين الملعب، فظهرت تصميمات وتكوينات مختلفة من خلال البرمجيات الحاسوبية كملعب هانغتشو في الصين الشكل(2).[2]. فمثلاً مشروع Stadium Aviva في مدينة دبلن الشكل رقم (3)، الذي اكتمل إنشاؤه في عام 2010م استخدم الفريق التصميمي البرمجيات الحاسوبية في إنتاج مجموعة من التكوينات لتغليف الملعب بقشرة عضوية ذات انسيابية بين الواجهة والسقف. استخدم المعماريون برمجية Rhino، التي تمثل أداة نمذجة ثلاثية الأبعاد تولد بسرعة نماذج لسطوح حجمية لهذه الفكرة وتحدد التشكيل الأفضل الموافق له اعتماداً على

[1] المحاكاة هي وضع شبيه بالواقع الفعلي المراد دراسته دون المساس به وإجراء التجارب عليه في ظروف مختلفة والاستفادة من جميع الموارد البشرية والمادية.

[2] النمذجة هي تصميم نموذج يعبر عن مشكلة يراد حلها من خلال عدة فرضيات مطروحة وتتم تغذية النموذج بالمدخلات وفي كل مرة يتبع التغيرات الناتجة أو المخرجات.

أربع معايير محددة هي: السعة المطلوبة؛ توفير خطوط النظر الأمثل للمشاهدين؛ وزيادة تعرض أرض الملعب لأشعة الشمس؛ وتقليل الظلال على المنازل المجاورة. [5]



الشكل 2 تكوينات ملعب هانغتشو في الصين باعتماد تقنيات الحاسوب. المرجع [14]

الشكل 3 Stadium Aviva في مدينة دبلن باعتماد تقنيات الحاسوب. المرجع [5]

1-3-2- تقنيات البناء ونظم الإنشاء.

مع تطور تكنولوجيا البناء بات من الضروري أن يلم المصمم بالحلول الإنشائية الممكنة لتصميمه، فاستخدام برامج الحاسوب تتيح فرصة إيجاد الحلول الإنشائية المناسبة لأكثر الاشكال تعقيداً مثل السطوح المنحنية وغير المنتظمة وحتى المنكسرة منها.[3] وقد أعطت المواد الحديثة إمكانية تطوير نظم الانشاء والتغطية والتغيير في شكل مواد الاكساء من أجل اختيار النظام الانشائي المناسب لتكوين الملاعب الرياضية. وبشكل عام يمكن تقسيم الهياكل الإنشائية المعتمدة في إنشاء المباني الرياضية إلى: [3]

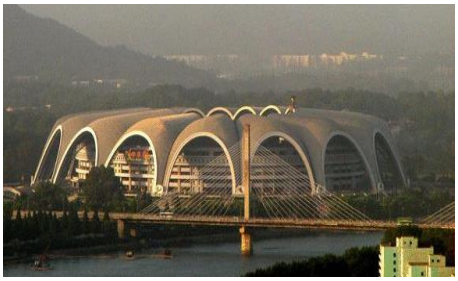
أ- **هياكل إنشائية تقليدية (النظام الهيكلي):** تعتمد صفاً من الأعمدة موازياً للمدرج يدعم سلسلة من الجوائز أو الجملونات والتي بدورها تحمل السقف. الشكل (4)

ب- **هياكل فراغية:** كالبلاطات المثنية والقشرية ذات الأشكال الأسطوانية المخروطية والقباب، وتمتلك إمكانيات جمالية كبيرة تتميز برشاقة تصاميمها وتغطيتها لمجازات كبيرة، وبالتالي تحقق سعة كبيرة للملعب إلا أن استخدامها قليل. الشكل (5)

ت- **هياكل إنشائية شادة (معلقة):** تعتبر تقنية الإنشاء المعلقة من أكثر التقنيات استخداماً في إنشاء ملاعب كرة القدم كونها تغطي مجازات كبيرة قادرة على تأمين سعة تتراوح (40-120) ألف متفرج، وتكلفة إنشائها معتدلة نسبياً مقارنة مع غيرها من التقنيات، كما يمكن تغطيتها بأي نوع من أنواع مواد التغطية، فتتكيف مع العديد من تصاميم الملاعب ولا تفرض أي شكل للمسقط. وللهياكل الإنشائية الشادة عدة أشكال

منها: الهياكل الكابلية أو على شكل بروفيل معدني (جائز)، مشدودة ومثبتة بإحكام من جهة واحدة وحرة من الجهة الأخرى المقابلة لمنطقة اللعب، تناسب هذه الهياكل الأسقف المستمرة ذات الشكل نصف كروي والأسقف ذات الأجنحة المنفصلة، ويمكن أن تأخذ هياكلها أشكالاً خيمية. الشكلين(6و7)

الشكل(4) نظام الإنشاء الهيكلي (الجائز والعمود)



الشكل (4) قشريات خرسانية (هياكل فراغية) في استاد بيونغ يانغ عاصمة كوريا الشمالية

الشكل (5) هياكل كابلية خيمية (شادة)

الشكل (6) هياكل كابلية معلقة على شكل جائز(شادة)

ث- **المنشآت المنفوخة:** تعتبر المنشآت المنفوخة مرادفة للعديد من التقنيات الإنشائية السابقة وتتلاءم معها، كما يمكن مزجها بسهولة مع عدة تقنيات دون إضافات هائلة في التكلفة، إلا أنها تتطلب صيانة دائمة وآليات خاصة للحفاظ على الضغط الداخلي للهواء للمحافظة على شكلها، تغلف هياكلها بأغشية بلاستيكية مشغولة من البوليستر pvc ومعززة أحياناً بكابل في حالة السقوف الأكبر، وتستخدم هذه التقنية في الملاعب ذات السعات الكبيرة والصغيرة على حد سواء. الشكل (8)

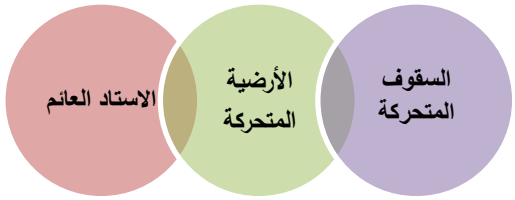
ج- **الإطارات الفراغية:** وهي عبارة عن شبكة من العناصر الإنشائية المتوازنة ذات الشكل ثلاثي الأبعاد والمستقرة، مثل الإطارات التي من الممكن أن تبنى من أي نوع من المواد

ولكن في غالبيتها تكون من الفولاذ، يتراوح مجازه من 50–70م، ويمكن تغطيته بقشريات خرسانية أو ألواح معدنية أو صناعية أو أغشية بلاستيكية. الشكل (9)

الشكل(7) هياكل غشائية منفوخة في ملعب المكعب المائي

الشكل (8) اطارات فراغية معدنية مغطاة بألواح معدنية.

ح– الأنظمة القابلة للتحويل (العمارة الحركية)[1]: يمكن استخدام قدرة أجزاء من الملعب على الحركة من أجل تعزيز صفاته الجمالية؛ والاستجابة للظروف البيئية؛ وتنفيذ الوظائف التي قد تكون مستحيلة بالنسبة للهيكل الثابت. نذكر منها:



❖ **(السقوف المتحركة).**

إن تغطية مدرجات الجمهور أصبح أمراً شائعاً في أغلب التصاميم الحديثة للاستادات، أما تغطية كامل الملعب فيتطلب استخدام العناصر الإنشائية المعلقة المؤلفة في غالبيتها من جزئين: الجزء الأول ثابت يغطي كامل المدرجات، والجزء الثاني متحرك يتوضع فوق ساحة اللعب، وتستخدم في تغطيته مواد شفافة وخفيفة الوزن[2]، ومن الممكن استخدام السقوف القابلة للفتح والإغلاق مع معظم التقنيات الإنشائية إلا أنها تحتاج لدراسات إنشائية وميكانيكية دقيقة مسبقة، الأمر الذي سمح باستعمالات متعددة للملاعب،[3] فالجزء

[1] الهندسة المعمارية الحركية هي مفهوم يتم من خلاله تصميم المباني للسماح لأجزاء من الهيكل بالتحرك، دون التقليل من السلامة الهيكلية الكلية.

[2] المواد المستعملة لتغطية السقف يجب أن تكون خفيفة الوزن مقبولة جمالياً ومتينة بما فيه الكفاية لمقاومة تأثيرات الطقس الخارجية بما في ذلك الضوء فوق البنفسجي، كما ويجب أن تكون قوية ومشدودة وقاسية.

[3] يمكن أن تأخذ هندسة السقف وميكانيكية تحريكه عدة أشكال جديدة بالاعتماد على الفولاذ الذي يعد ثورة في عالم العمارة والإنشاء وخاصة بعد تحسينه وزيادة مرونته وديمومته

الثابت من سقف ملعب أويتا في اليابان ملفوف بالتيتانيوم الصلب، بينما العناصر المتحركة المصنوعة من التيفلون خفيف الوزن ومقاوم للتآكل فيتم سحبها عبر نظام جر سلكي غشائي، وتنزلق على جائز قوسي رئيسي. كما ظهرت تقنية السقوف القابلة للطي والسقوف التي تتحرك بشكل كامل. الشكل (10). [13]

ملعب أويتا في اليابان 2001 قابل لانزلاق

ملعب مونتريل الأولمبي في كندا

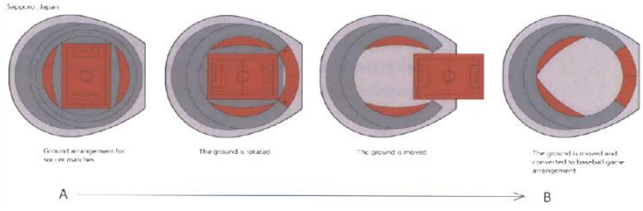
جزء من السقف قابل للطي.

سقف متحرك بالكامل

الشكل (9) نماذج متعددة لتقنيات انشاء السقف. المرجع [21]

❖ الأرضية المتحركة (قابلة للدوران والسحب).

أصبح الاستاد ذا الحقل الدوار أو القابل للسحب أكثر شيوعاً مع تقدم التطور التكنولوجي، الشكل(11) وبات بإمكان الاستاد استضافة حفلات موسيقية ومعارض ونشاطات مختلفة واستعمالات متعددة على مدار أيام السنة، وبالتالي لم تعد تقتصر الملاعب على استضافة الأحداث الرياضية فقط. الشكل(12).



الشكل (11) مراحل استدارة ملعب كرة القدم وانسحابه للخارج وتحوله الى ملعب بيسبول في ملعب قبة سابورو اليابان

الشكل (12) استاد جامعة فينكس بسقف قابل للسحب وحقل قابل للسحب. المرجع [15]

❖ **الاستاد العائم (الشاطئي).**

يعد من التوجهات الجديدة لمفاهيم العمارة التي رافقت تطور تكنولوجيا البناء، فلقد طور المهندسون المعماريون الألمان مفهوماً استثنائياً وطموحاً لتصميم استاد عائم (Floating Off Shore) على شاطئ قطر لكأس العالم 2022، يمكن نقله إلى أماكن ساحلية أخرى عبر المحيطات كما في الشكل (13). ونظراً لإمكانية حركة مثل هذا النموذج من المنشآت، التي يمكن استخدامها بشكل أكثر فاعلية لأنها يمكن أن تخدم أكثر من مكان واحد، وخاصةً لبطولات الفيفا. يفتح هذا النموذج الفريد آفاقاً واسعةً لتحقيق أحد مفاهيم الاستاد الأكثر ابتكاراً واستدامة في جميع أنحاء العالم، دون التضحية بالاستخدام الفعال لموارد الطاقة. إن تنقُّل الاستاد واستخدامه المتعدد الوظائف لعدة عقود، وكفاءته البيئية الشاملة، يجلبان مزايا كبيرة لمفاهيم الاستاد على الشاطئ، يتوافق الهيكل العام للإطارات الرأسية والألواح الأفقية الداعمة له مع مبدأ بناء السفن الشكل (14) .[19].

الشكل (13) استاد عائم (Floating Off Shore) على شاطئ قطر لكأس العالم 2022 [19]

الشكل (14) استاد عائم على شاطئ امستردام يتحول لأكبر مسبح في الهواء الطلق المرجع[20]

1-3-3- تطور التكوينات التعبيرية للاستاد.

أثر التطور التكنولوجي بشكل كبير على التكوينات التعبيرية للاستادات فلم تعد مجرد تكوينات تقليدية متوارثة بل أخذت تحاكي بعض مكونات الطبيعة وأصبحت تعبر عن كامل عناصر الطبيعة والكائنات الحية بخطوط منحنية انسيابية تتماشى مع شكل الكائن الحي ومع خطوط الطبيعة المحيطة. ومع التطور الكبير للفكرة التعبيرية في أبنية الملاعب الرياضية وسهولة تنفيذها بالاعتماد على برامج الحاسوب وتقنيات الإنشاء الحديثة، ظهرت لها عدة أنماط نذكر منها: [2]

أ- **التعبير العضوي:** هو التعبير عن الطبيعية بطريقة حميمية عضوية، ترتبط بشكل مباشر بالمكون الطبيعي، إما من خلال المادة أو استخدام العنصر أو الارتباط الكامل بالمكون الطبيعي بتركيبته العضوية ولكن بصورة بنائية. كما في الملعب اللوس في الصين المستوحى من هضبة اللوس الصينية ذات الارتفاعات المختلفة وذلك في الشكل (15). [19]

ب- **التعبير التجريدي:** هو تجرد الأشكال من منطقها وطبيعتها واستخدام خطوطها وتشكيلها في محاكاة الفكرة؛ والخروج من إطار الطبيعة الحاكم إلى الفكرة المجردة بأشكالها المختلفة. فهو يأخذ العمارة للكتل التي لا يوجد فيها مرجعية للأشكال الطبيعية، يتم أخذ الشكل وتصفيته من كل مغلفاته ومن جلده ليتحول إلى هيكل وتحويله إلى خطوط وأشكال هندسية صرفة وأشكال مجردة، غالباً هو وسيلة للتأكيد على قوة الشكل، وظهر مع تطور التقنية. والشكل (16) يبين ملعب كاوشيونغ في تايوان وعبر في الشكل المعماري عن التنين بشكل تجريدي من خلال انسيابية شكل التنين وحركته التي تبدأ من الرأس إلى الذيل باستخدام ألواح الطاقة الشمسية. [19]

ت- **التعبير المادي:** هو الخروج من الطبيعة إلى مكوناتها بصورة مجردة من نبض الحياة، تحاكي فيها العقل، سواء بمكونها المادي أو مكونها التشكيلي، ومن هنا انطلقت عمارة المادة التي استنفذت المكونات الطبيعية. فهو وسيلة للتأكيد على قوة المادة فقط. الشكل (17) استاد الثمامة (قطر) 2020 يظهر فيه قوة المادة المشكلة للواجهات والتي تحوي على نقاط ضوئية ذات تعابير وايحاءات مختلفة. [19]

ث- **التعبير العاطفي:** وهو التعبير عن الطبيعة أو عناصر صناعية كما يراها الأنسان في الواقع وبمعنى أوضح هو تقليد الشكل كما هو في الواقع الشكل رقم (18) استاد البيت ويأخذ السقف تجمع لعدة خيم في البادية التي ترتبط بثقافة المنطقة. [2]

الشكل (15) التصميم مستوحى من طبيعية هضبة اللوس في الصين (تعبير عضوي) 2019. مرجع [19]

الشكل رقم (16) ملعب كاوشيونغ في تايون مستوحى من التنين (تعبير تجريدي) مرجع [19]

الشكل (17) ستاد الثمامة (قطر) يظهر فيه قوة المادة المشكلة للواجهات (تعبير مادي).مرجع[19]

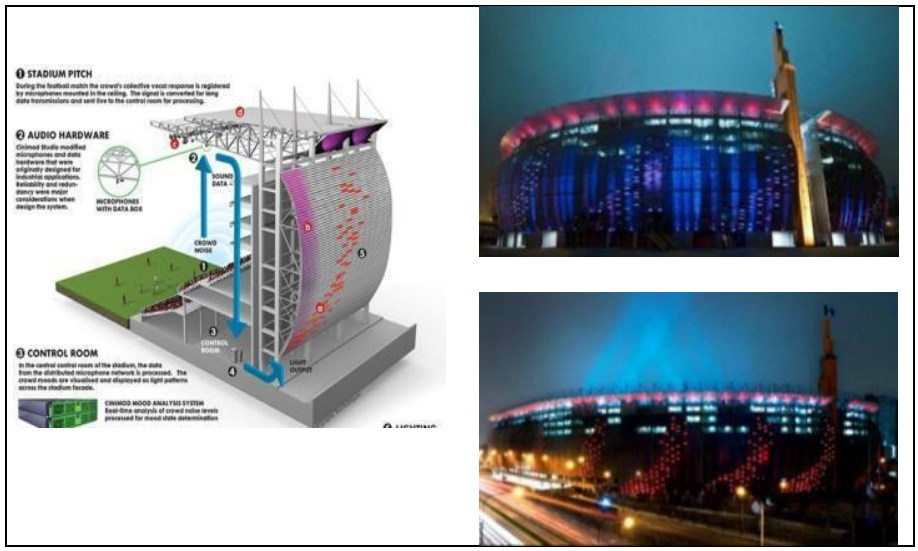
الشكل (18) استاد البيت تعبير عاطفي لخيمة البادية في منطقة الخليج ويرتبط بثقافة المنطقة. مرجع [2]

1-3-4- التكنولوجيا المبتكرة في الواجهات.

الواجهة هي العنصر المعماري الرابط بين الفراغات الداخلية والخارجية للمبنى، وذات دور فعال في حماية الفراغات الداخلية من العوامل الخارجية من جهة، ودور هام في جذب أنظار الجمهور الوافد إلى الملاعب وتلبية متطلباته من جهة أخرى. وبالتالي فهي أحد المساهمين الرئيسيين في خلق بيئة داخلية وخارجية مريحة جسدياً ونفسياً، لذا من الطبيعي أن تتضمن الواجهات تكنولوجيا قادرة على جعل المبنى قابل للتكيف مع الظروف البيئية المحيطة كتقنية الإضاءة التفاعلية ومواد الإكساء .[6]

1-3-4-1- الإضاءة التفاعلية للواجهة.

باستخدام مزيج من التقنيات المبتكرة وإبداعات الإضاءة، باتت واجهات الملاعب تمتلئ بالحيوية والإثارة وتحفز الجماهير، ففي واجهة ملعب بيرو الوطني لكرة القدم تمتزج أضواء الواجهة لتصبح مرآة لمزاج الجماهير، وتعد الآن على الأرجح أكبر شاشة إضاءة تفاعلية يتم التحكم بها في العالم.[1] الملعب قادر على توصيل المد والجزر من صخب الإثارة وخيبة الأمل إلى المدينة المحيطة بالاعتماد على نظام تحكم مبتكر تفاعلي لإضاءة واجهة الاستاد بالاستفادة من المزاج الجماعي للجماهير الشكل رقم (19).[16]



الشكل (19) الواجهات التفاعلية في الملعب الوطني في ليما البيرو2011 نموذج للإضاءة الذكية المرجع [16]

1-3-4-2- مواد إكساء الواجهات:

ساهم تطور تكنولوجيا المواد في دعم الخصائص الفنية لمواد البناء، وقدم حل فريد في إدارة الفراغات من خلال التحكم الفوري في خصائص الزجاج (الشفافية والنفاذية الضوئية)،[7] كما يوفر الزجاج إمكانية إسقاط لمقاطع الفيديو والصور عليه، مما يحول الواجهة إلى شاشة عرض كبيرة، الشكل (20). وفي الاستادات الحديثة يتأثر اختيار مواد تغطية وإكساء غلافه الخارجي بعدة نواحٍ أهمها: النواحي الجمالية والاقتصادية؛

[1] قامت شركة Cinimod Studio بتوفير يتم بواسطته استخدام الإضاءة لإقامة اتصال بصري بين المشجعين، يعمل النظام على تحليل الحالة المزاجية المتغيرة للتحكم في إضاءة واجهة الاستاد بالكامل لتقديم شاشة إنارة متطورة ومستجيبة على الواجهة. المصدر:

الديمومة؛ سهولة الصيانة؛ التأثر بالعوامل الجوية؛ الخواص الفيزيائية وغيرها. ومن الخواص نذكر :[7]

أ- **ألوان الواجهات:** يعد اللون الخارجي للواجهات أحد أهم العناصر المؤثرة في تصميم الملاعب، كما أن فهم خصائص ومؤثرات اللون يعد من الأهمية في أي تصميم، خاصةً أن دراسة الأثر النفسي لهذه الألوان في الانسان يرتبط بالجانب الوظيفي للتصميم، ونوع شاغليه، ونوع النشاط الذي سيمارس ضمنه. وفي العصر الحالي تلعب تكنولوجيا المؤثرات اللونية لغلاف الملاعب دوراً بارزاً في جذب جمهور المتفرجين، ليس فقط من مناطق الجوار، بل من كافة أنحاء العالم، وقد ساعدت خصائص مواد الإكساء الحديثة وإمكانياتها في تغيير لون الواجهة أو تحويلها إلى شاشة عرض ضخمة.[17] الشكل (21)

الشكل (20) شاشة عرض رقمية على كامل واجهة ملعب الريان في قطر. المرجع [24]

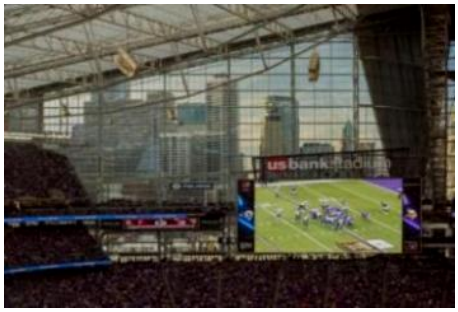
اضاءة متغيرة لملعب مدينة ماناوس البرازيلية

إضاءة متعددة للغلاف ملعب أليانز أرينا في ميونخ

الشكل (21) أشكال متعددة لإضاءة الملاعب. المرجع [17]

ب- **شفافية الواجهات:** أصبح للزجاج دور كبير في التشكيل المعماري في عصر التكنولوجيا الرقمية كمادة شفافة أو عاكسة تتواصل مع ما حولها من طبيعة ومباني،[7] واستمر تطور الشفافية في العمارة دون هوادة، فمعماريو اليوم مسلحون بالمواد والأدوات والتكنولوجيا الحديثة التي وفرت لهم إمكانات بناء جديدة ومثيرة من ملاعب ذات هياكل

تتمتع بالشفافية العالية،[1] والقدرة على الحفاظ على الاتصال البصري مع المنظر الخارجي، أضفى ذلك التواصل البصري بعداً تشكيلياً وجمالياً جديداً لمجمل المشهد التصميمي العام للملعب من الداخل والخارج. كما في الشكل رقم (22)



الشكل 22 شفافية جدران الملعب والسقف تسمح بإطلالة الجمهور على المدينة والوسط الخارجي. المرجع[18]

ت- مواد بناء قابلة للتفكيك.

بفضل تطور تكنولوجيا انشاء الاستاد يتم حالياً تصميم المدرجات العلوية على شكل وحدات قابلة للتفكيك، بحيث يتم تخفيض طاقته الاستيعابية بعد نهاية البطولة العالمية، واستخدام تلك المدرجات في إقامة منشآت أخرى، ويعد ملعب رأس أبو عبود في قطر أول ملعب في تاريخ البطولة بتصميمه المبتكر والجريء، يمكن تفكيكه بالكامل نظرا لإنشائه باستخدام حاويات الشحن البحري القابلة للتفكيك،[2] فبعد انتهاء البطولة سيفكك الملعب بالكامل للاستفادة منه في إقامة منشآت رياضية جديدة وأخرى غير رياضية في دولة قطر وخارجها.[3] الشكل(23)

الشكل (23) استاد راس أبو عبود قطر 2022.

المصدر: https://www.qatar2022.qa/ar

[1] المواد النافذة للضوء تتألف من البلاستيك المتصلب (الأكريليك- صفائح البولي كربونيت- pvc) أو غير المتصلب (قماش الألياف الزجاجية PTFE, ETFE).

[2] سيؤدي توظيف المكونات القابلة للتفكيك في إنشاء الملعب إلى استخدام مواد بناء ومياه أقل، وهو ما سيخفض تكلفة إنشاء الملعب وتنفيذه خلال وقت قياسي قصير يصل إلى ثلاث سنوات فقط.

[3] المصدر: https://www.qatar2022.qa/ar

1-4- تقنيات تجديد وتحديث ملاعب كرة القدم.

لجأت الكثير من الأندية والشركات المعمارية إلى تجديد الملاعب القديمة التي أصبحت عاجزة عن تأمين كامل متطلبات الجمهور واللاعبين، وأصبح من الضروري تجديدها وتجهيزها بما يواكب تطور تكنولوجيا البناء الحديثة للملاعب.

1-4-1- تعديل تكوين الاستاد وشكله الخارجي:

وهو تعديل الشكل الخارجي بحيث يواكب مسيرة التطور التكنولوجي ويلبي تطلعات الجمهور، كتجديد ملعب كامب نو في اسبانيا الشكل (24). بينما يحفظ التصميم الجديد لإعادة إعمار ملعب كييف ماهية البناء التاريخي لمدرجاته العلوية المصنوعة من الخرسانة سابقة الإجهاد التي تم بناؤها عام 1968، إذ لا يتم تغيير المبنى القائم من خلال تصميم أساسات السقف الجديد بل يضاف له بناء جديد قائم بذاته، ثم يحاط بواجهة زجاجية جديدة ورقيقة تضيء ليلاً فتجذب الجماهير كما في الشكل(25).

الشكل (24) تعديلات على تكوين ملعب كامب نو برشلونة الإسباني. المرجع [19]

الشكل (25) إضافة هيكل معدني وزجاجي مضاء لتغليف ملعب كييف وإنشاء مرافق شاملة. مرجع[19]

1-4-2-تجهيزات ترفع قيمة الملعب:

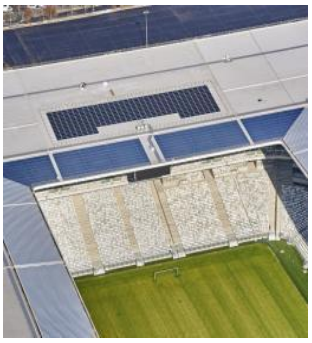
تتم إضافة عناصر وظيفية جديدة لرفع قيمة الملعب وأدائه وتأمين بيئة آمنة ومريحة لجميع رواده، فمعظم الملاعب القديمة تفتقر لهذه العناصر في الوقتٍ الذي أصبحت فيه

من العناصر الأساسية والملحة التي يجب دمجها مع التصميم الداخلي والخارجي للملعب، الهدف منها رفع قيمة الملعب باعتماد التجهيزات الحديثة كشاشات العرض الداخلية والخارجية التي تجذب الجمهور، وأجهزة الإضاءة الداخلية الحديثة لميدان الملعب التي توفر بيئة مريحة خالية من الوهج لكل من المتفرجين واللاعبين، وتقنيات المراقبة الحديثة التي تدعم التصميم الآمن لمناطق المتفرجين في حالات الطوارئ.[4]

1-4-3-تكنولوجيا التوافق البيئي:

قد يكون الهدف من تحديث الملاعب إضافة عناصر وتجهيزات تتوافق مع البيئة المحيطة والمناخ وتحسين الأداء البيئي للملعب، كألواح الطاقة الشمسية ومجاري تجميع مياه الأمطار المندمجة مع الغلاف الخارجي للملعب وغيرها من تجهيزات تتوافق مع تكنولوجيا الاستدامة وتندمج في تصميم الملعب ومكوناته. الشكل (26)

مظلات تجمع مياه الأمطار الاستوائية (البرازيل) 2014



ألواح شمسية لتوليد الطاقة سقف ملعب بوردو (فرنسا)

تجهيزات تبريد وتكييف البيئة الحارة ملعب قطر 2022

مجمعات كهرضوئية على سقف ملعب التنين تايوان

تجهيزات استغلال طاقة الرياح في ملعب لنكولن

الشكل (26) تقنيات متعددة تتوافق مع البيئات المختلفة

2- القسم التحليلي: دراسة تحليلية لدور التطور التكنولوجي في تصميم الملاعب.

ستتم الدراسة على ملاعب من الجيل الرابع لكرة القدم بنيت في القرن الحادي والعشرين، تعتمد التكنولوجيا في تصميمها الداخلي والخارجي، وتختلف بحجومها وسعاتها والبيئات التي شيدت فيها. وسيتم مناقشة مدى مواكبتها للتطور التكنولوجي من عدة جوانب أهمها:

- التكوين ونمط التعبير.
- نظام الإنشاء ومواد البناء.
- تكنولوجيا الواجهات.
- التوافق البيئي.

2-1- استاد هزاع بن زايد في أبو ظبي. (HBZ stadium)

يقدم نهجاً جديداً للهندسة المعمارية الرياضية في الخليج من خلال دمج الهوية المحلية في التصميم، ودخل في موسوعة الأرقام القياسية عندما أنجز بناؤه خلال 17 شهراً.

الموقع	يقع الاستاد في منطقة الطويّة الراقية بمدينة العين ثاني أكبر مدينة في إمارة أبو ظبي المعروفة بزراعة النخيل ومناخها الصحراوي.
تاريخ الافتتاح	افتتح في كانون الثاني عام 2014م
اسم المعماري	المعماريين Pattern Architects Ltd[1]، schlaich bergermann und partner للهندسة المعمارية الرياضية.
السعة	25000 مقعد (ملعب متوسط الحجم)
سبب اختياره	تم إنشاؤه وفق أحدث التقنيات والمواصفات التصميمية بالرغم من وضاعة حجمه وسعته، في بيئة صحراوية، ونال لقب أفضل استاد كرة قدم في العالم لعام 2014.

الجدول (1) معلومات عن ملعب هزاع بن زايد في أبو ظبي. المصدر:عمل الباحث مرجع [13]

2-1-1- مناقشة تصميم الملعب:

تم تطوير التصميم من خلال البرمجة البارامترية والنمذجة 3D. ويعد ملعب هزاع بن زايد HBZ مبنىً فريداً من نوعه، ملائماً للمكان والمناخ، وله رمزية قوية وسلامة بصرية، فهو نتاج عملية تصميم تستجيب للبيئة من جهة ويتمتع بقوة تعبيرية من جهة

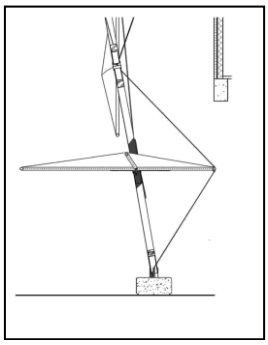
[1] النمط (Pattern) هو ممارسة الهندسة المعمارية العامة التي ترتكز على التصميم البارامتري المبني على قواعد هدفها خلق تصاميم تحقق التوازن بين البيئة من صنع الإنسان والعالم الطبيعي، وتعتبر الرياضيات والجمال مجالات بحث أساسية لهذه الممارسة

أخرى يصهر في تكوينه ملامح تراثية أصيلة وهي عمامة الإنسان الخليجي مع المشربية التي تتميز في العمارة الخليجية ويلبي كافة اشتراطات (الفيفا) لتصميم الملاعب كما في الشكل (27)، وتتوزع لوحات الكترونية وإعلانية حديثة وشاشات عرض كبيرة على كامل الملعب لتأمين الرؤية لكافة المتفرجين، وتأمين خدمات للجماهير من ساحات انتظار للسيارات، وحمامات ومحلات، وتأمين 50 مكان مخصص لجلوس ذوي الاحتياجات الخاصة لتحقيق الراحة والسلامة لكامل المتفرجين.

الشكل 27 التصميم البارامتري للسقف والظلال . المرجع [19]

2-1-2- مناقشة تكنولوجيا الانشاء:

يكسو الملعب غلاف خارجي مثقب مكون من 612 لوحة بيضاء من PTFE تفتح كل لوحة فتكشف عن الداخل، مثبتة على إطار فولاذي أسود ساعد على تحقيق استمرارية البناء في خط مستمر واحد. الشكل (28). ويعد أول ملعب مضاء بشكل ديناميكي، يحتوي كل لوح من ألواح الواجهة البيضاء المتحركة على مصباح فردي، مما يسمح بإلقاء ألوان متنوعة وأنماط بسيطة على الملعب، ويتم التحكم في إضاءة الواجهة الأمامية للاستاد ليلاً ونهاراً باعتماد مصابيحLED الموفرة للطاقة.



الشكل (28) غلاف الملعب (الهيكل الفولاذي المفرغ) المرجع [28]

2-1-3- مناقشة أثر التطور التكنولوجي في تصميم الملعب:

يمكن تصنيف أثر التطور التكنولوجي في تصميم ملعب هزاع بن زايد بالجدول (2):

	تطورالتكنولوجيا في الملعب	تأثير التطور التكنولوجي
فكرة التكوين والتعبير	• تكوين الاستاد عضوي تجريدي. • إنتاج الفكرة باستخدام برامج الحاسوب والتصميم البارامتري. • فكرة شكل المبنى مستوحاة من العمامة الخليجية وتراثه • فكرة الغلاف الخارجي من المشربية	• تكوين معماري حديث مبتكر أعطى توافق عالي بين غلاف الكتلة وشكلها وبين المكان. • الحصول على خطوط انسيابية للسقف تنسجم مع ظروف المناخ الصحراوي.
نظام الإنشاء ومواد البناء	• نظام إنشاء الغلاف الخارجي معدني وترتكز عليه السطوح المتحركة. • المبنى محاط بغلاف خارجي مثقب من الفولاذ ثبتت عليه ألواح بيضاء متحركة منPTFE	• نظام الانشاء ومواد البناء الحديثة حققت الشكل المنحني للسقف. • اندماج الواجهات مع غلاف الملعب في تشكيل التكوين.
تكنولوجيا الواجهات	• التحكم بإضاءة الواجهة الأمامية باستخدام تقنيات ضوئية متطورة. • الألواح متحركة تكشف الخارج.	• إضاءة واجهات الملعب مبهرة ليلاً وتجذب الأنظار نهاراً. • شفافية الواجهة وإطلالة على الخارج.

تحقيق التوافق البيئي	• إكساء الواجهات بألواح متحركة حول محور أفقي • طريقة تشكيل السقف وارتفاعه • إكساء السقف بالواح شمسية	• أثرت في تظليل الواجهات بما يتوافق مع المناخ الصحراوي. • تظليل المدرجات وتوفير الراحة • توليد الطاقة الكهربائية للملعب

الجدول (2) أثر التطور التكنولوجي في تصميم ملعب هزاع بن زايد. عمل الباحث

نتيجة: أثر التطور التكنولوجي في إبداع تكوين عضوي لملعب هزاع بن زايد، وفي نمط إنشاء وإكساء واجهاته الخارجية وفق التقنيات البارامترية بحيث يتلاءم مع ظروف المناخ الصحراوي، كما وفر نظام حركة ألواح الغلاف تواصلاً بصرياً مع المنظر الخارجي.

2-2- ملعب مرسيدس بنز (Mercedes Benz) في أتلانتا الولايات المتحدة الأمريكية.

الشكل 29 استاد اتلانتا [19]

يعد الملعب مرساة لمنطقة السياحة والترفيه في وسط المدينة التي تشتهر بطابعها العصري، وأبنيتها الشاهقة، وناطحات السحاب، الشكل 29، ويمتد تركيز فريق المشروع على التصميم والبناء والعمليات المستدامة إلى المجتمع من خلال إنشاء مساحات خضراء وترفيهية.

الموقع	يقع الاستاد في مدينة أتلانتا (ولاية جورجيا) ذات المناخ الرطب شبه المداري، صيفها حار وشديد الرطوبة صيفاً، بارد وماطر ومثلج شتاءً.
تاريخ الافتتاح	افتتح في 26 أب عام 2017م
اسم المعماري	المهندسين المعماريين لشركة HOK [1]
السعة	يستوعب في مباريات كرة القدم الامريكية من (71-75) ألف وفي مباريات كرة القدم من (42-71) ألف ومع مساحة الوقوف 73 ألف
سبب اختياره	رمز مستقبلي لمدينة أتلانتا، يشتهر الملعب بشكله الفريد وهيكله القابل للطي ويمثل تصميمه أفضل حالات الاستدامة والتكنولوجيا والإبداع كونه كسب شهادة ليد بلاتينيوم LEED 2017.

الجدول (3) معلومات عن مرسيدس بنز في أتلانتا. المصدر:عمل الباحث مرجع [19]

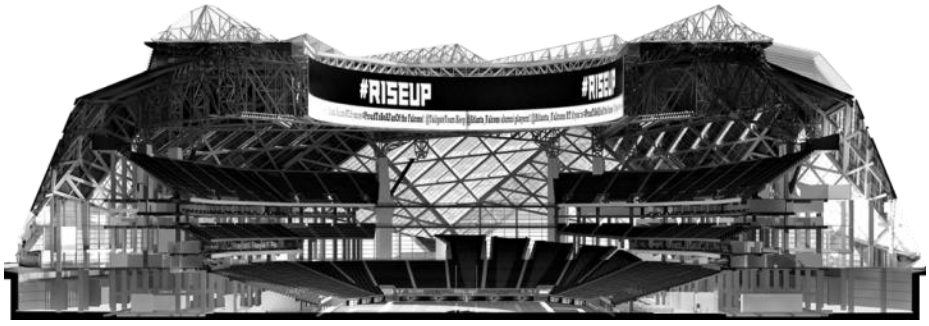
[1] HOK هي شركة أمريكية للتصميم والعمارة والهندسة والتخطيط العمراني، تأسست في عام 1955. اعتبارًا من عام 2018 ، تعد HOK أكبر شركة هندسة معمارية مقرها الولايات المتحدة ورابع أكبر شركة للتصميم الداخلي. لها 24 مكتباً للمزيد www.hok.com

2-2-1- مناقشة تصميم الملعب:

يدمج الاستاد الفن المعاصر في تصميمه الداخلي والخارجي ويلقب بالبانثيون،[1] كون سقفه وتكوينه يحاكي الهيكل الروماني للبانتيون في وظيفة القبة كما في الشكل (30). تم تصميم الاستاد الثماني الأضلاع ليصبح أكثر الأماكن استدامة في دوري كرة القدم الأمريكية،[2] يتميز تصميم الاستاد المستوحى من شكل كرة القدم بالمرونة والتكيف، بحيث يمكن إعادة تشكيل مدرجاته بسرعة لاستيعاب مباريات نادي اتلانتا يونايتد.[24]

تم تقسيم المدرجات إلى مستويين كبيرين يتضحان في الشكل (31)، بينهما شرفتان مع صالات ومقاعد ممتازة، باستثناء الناحية الشرقية، حيث تم استبدال المستوي العلوي من المدرجات بشرفتين تشكلان بانوراما أتلانتا لباقي المتفرجين كما في الشكل (32).

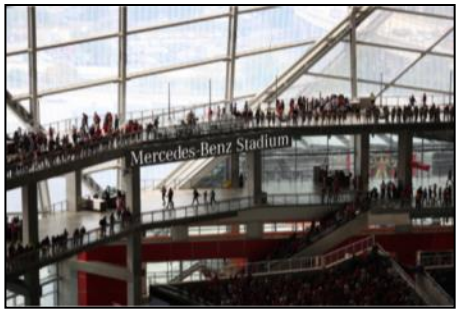
يوفر تصميم الاستاد الداخلي للجماهير تجربة غامرة تعتمد على التكنولوجيا، وتوفر خيارات واسعة للمقاعد، ونقاط نظر ودرجات عالية من الخدمة ووسائل الراحة والترفيه، وفي الجوار المناظر الطبيعية الخضراء المحيطة ومواقف كافية للسيارات. تحت السطح مباشرة توجد ميزة أخرى للملعب وهي أكبر شاشة LED على الإطلاق، على شكل شريط بانورامي يبلغ ارتفاعه 6 طوابق حتى يتمكن المشجعون في جميع مناطق الاستاد من الحصول على رؤية واضحة وخالية من العوائق.[23]



الشكل 30 مقطع يوضح الهيكل العام للملعب ومستوياته وفتحة السقف. المصدر[24]

[1] يضم البانتيون في قمته فتحة دائرية تسمح بإضاءة البيئة الداخلية ،ولاتزال قبة البانثيون واحدة من أكبر القباب في العالم بعد حوالي ألفي عام من بنائها من الخرسانة الرومانية (الخرسانة الأسمنتية غير المسلحة).

[2] وضع شهادة LEED البلاتينية في الاعتبار منذ البداية وحاز على 88 نقطة. ويمثل تصميمه أفضل حالات الاستدامة والإبداع كونه يولي قدراً كبيراً من الاهتمام بالحفاظ على الطاقة والضوء والمياه. المرجع [24] www.arch2o.com/mercedes-benz-stadium-hok

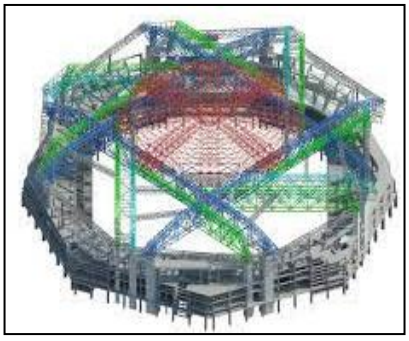


الشكل 31 شرفتي بانوراما لمدينة اتلانتا.
المصدر[25]

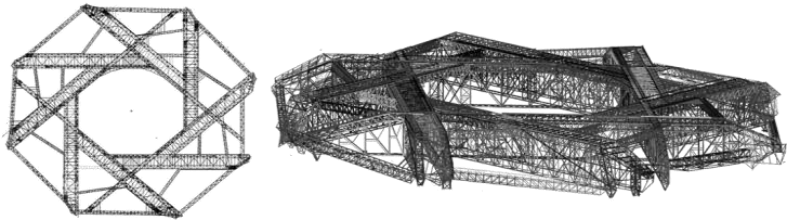
الشكل(32) شاشة LED دائرية ضخمة في السقف.
المصدر[25]

2-2-2- مناقشة تكنولوجيا الانشاء:

النظام الإنشائي عبارة عن هيكل فولاذي مثمن ضخم يغطي المدرجات أما بالنسبة لسقف الملعب فهو هيكل ضخم يتدلى من الأعلى ويتم تشكيله بواسطة ثماني ألواح مثلثية الشكل نصف شفافة، شكلها مستمد من شكل جناح الصقر في إشارة ترمز لفريق Atlanta Falcons NFL، وتتحرك الألواح بشكل مستقيم لتفتح وتغلق في 12 دقيقة، تتميز فتحة السقف بكونها عجلة دوارة تعمل بمثابة العدسة الشكلين (33 و34).[25]



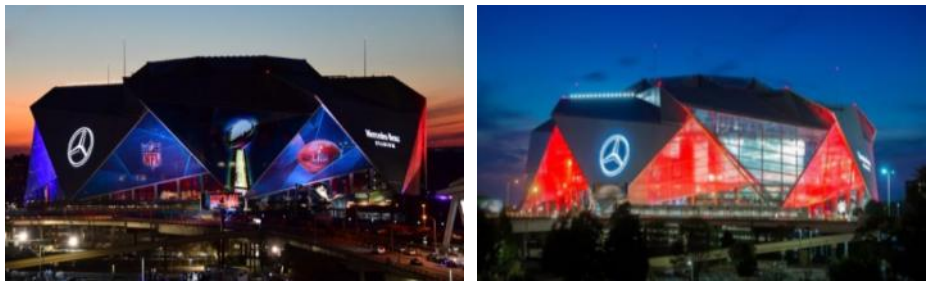
الشكل (33) فتحة السقف المثمنة من الداخل. المصدر[23]



الشكل (34) الهيكل الفولاذي لتسقيف وتكوين الملعب. المصدر[23]

- يضاء الاستاد باعتماد مصابيح LED بألوان متعددة، يمكن للإضاءة الخارجية أن تغير بسهولة لون الواجهة الشفافة كما في الشكل (35)

- الاستاد هو أول ملعب مصمم لتحقيق شهادة LEED البلاتينية لاستخدام التكنولوجيا من أجل التنمية المستدامة. على الرغم من أن الاستاد نفسه ليس محطة للطاقة الشمسية، إلا أن هناك مزرعة كبيرة بجواره كما في الشكل (36).
- توفر لوحة الفيديو عالية الدقة عالية الدقة بزاوية 360 درجة والمضمنة في السقف إطلالات واضحة من كل مقعد الشكل (37).



الشكل (35) اضاءة متطورة ومتعددة للواجهات. المرجع [25]

الشكل (36) مزرعة كبيرة بالجوار للطاقة الشمسية. **الشكل (37) فتحة السقف والشاشة وستائر التغطية.**

www.designboom.com/ -benz-stadium-hok-atlanta-08-16-2017

2-2-3- مناقشة أثر التطور التكنولوجي في تصميم الملعب:

يمكن تصنيف أثر التطور التكنولوجي في تصميم **استاد مرسيدس بنز** بالجدول (4):

	التطور التكنولوجي في الملعب	تأثير التطور التكنولوجي
فكرة التكوين والتعبير	●فكرة التكوين وفتحة السقف الدائرية مستوحاة من البانثيون الروماني القديم، تم إنتاجها باستخدام برامج الحاسوب. ●التكوين تجريدي يعبر عن الكرة	●تكوين يتلاءم مع الطابع العصري للمدينة وأبنيتها الشاهقة، وناطحات السحاب. ●تكوين يوحي بالحركة على الرغم من صرامة الكتلة وقوته.

نظام الإنشاء ومواد البناء	•نظام الإنشاء المعدني الفولاذي والمتحرك للسقف. •تغطية فتحة السقف بمادة بوليمر الشفافة والخفيفة والتحكم بها. •خيارات واسعة لتشكيل المدرجات والمقاعد المتحركة.	•حقق تغطية مجازات كبيرة بأجزاء ثابتة وأجزاء متحركة. •التحكم بدخول الشمس والضوء الطبيعي. •إمكانية استخدام الملعب لمناسبات متعددة على مدار العام
تكنولوجيا الواجهات	• استخدام تقنيات ضوئية متغيرة ومتطورة LED. • استخدام الزجاج والبوليمير في تصميم الواجهات.	• إضاءة متطورة للملعب جعلته نقطة جذب ومعلم هام للمدينة. • حققت شفافية الواجهات وإطلالة على المناظر الخارجية بالإضافة للإضاءة طبيعية.
تحقيق التوافق البيئي	• الواح شمسية لتوليد الطاقة مثبتة فوق مظلات مواقف السيارات وفوق مظلات دخول الجمهور. • وجود فتحة علوية مع إمكانية الفتح والإغلاق	• توليد الطاقة بشكل كامل من الألواح الشمسية. • التحكم بالتهوية والإضاءة من خلال فتحة السقف. • الحماية من العوامل الخارجية

الجدول (4) أثر التطور التكنولوجي في تصميم **مرسيدس بنز**. المصدر:عمل الباحث

<u>نتيجة:</u> أثر التطور التكنولوجي بشكل كبير على تصميم استاد مرسيدس بنز وتم التوصل لتكوين تجريدي تناغمت فيه مواد البناء الحديثة وشفافية الواجهات مع البيئة المحيطة، ووفرت تكنولوجيا نظام الإنشاء المتحرك في السقف والمدرجات تجربة مذهلة للجمهور في متابعة أحداث مختلفة على مدار العام.

نتائج الدراسة التحليلية:

-ساعدت التكنولوجيا على تحقيق تكوينات ذات عناصر إنشائية ضخمة تعبر عن العناصر الحية كملعب HBZ، أو تعبير تجريدي كما في مرسيدس بنز فأصبحت معالم معمارية وحضارية للمدينة

-حققت التقنيات الحديثة نظم إنشائية معقدة مستمدة من الطبيعة (منحنية) في ملعب HBZ ومن أشكال هندسية صريحة ومتحركة (مثمن) في ملعب أتلانتا.

-أمنت المواد الحديثة في تغطية واكساء واجهات الملاعب الشفافية والاتصال مع البيئة المجاورة مثل ملعب أتلانتا، والحماية من عوامل المناخ القاسي في HBZ.

-رفعت التقنيات المتطورة في الإضاءة والعرض وتحريك المدرجات (مرسيدس بنز) من قيمة الملاعب فباتت عنصر يجذب الجماهير ويوفر لهم الراحة والمتعة.

نتائج البحث:

- ظهور تكوينات تعبيرية عضوية ومادية وتجريدية وعاطفية حديثة للملاعب الرياضية نتيجة تأثير التقنيات المعمارية والرقمية في نظم الإنشاء ومواد البناء.
- جعلت نظم الإنشاء المتحركة من الغلاف الخارجي للملاعب عبارة عن غطاء متطور يغلب عليه طابع الجودة والإبداع في التكوين.
- ساعدت التكنولوجيا في تصميم واجهات ملاعب تتمتع بالشفافية وتتلاءم مع ظروف المناخ والبيئة المحيطة والتراث المحلي على الرغم من اختلاف سعاتها.
- أثرت تكنولوجيا الانشاء ومواد البناء الحديثة في تصميم ملاعب ضخمة ذات قيمة رمزية للمدن التي وجدت فيها فأصبحت معالم حضارية هامة.
- امتد تأثير التطور التكنولوجي ليشمل قدرة أجزاء من الملعب على الحركة من أجل الاستجابة للظروف البيئية والاستخدامات المتعددة للملعب على مدار العام.
- لعب التطور التكنولوجي في تقنيات العرض والإضاءة الحديثة دوراً أساسياً في رفع قيمة الملعب وجذب الجماهير، وإنتاج ملاعب أكثر راحة ورفاهية.

التوصيات: يوصي البحث بما يلي:

- ضرورة الاطلاع على أحدث التطورات التكنولوجية في طرق التصميم ومواد البناء وتقنيات الإنشاء في مجال تصميم الأبنية الرياضية على مستوى الوطن العربي والعالم.
- ضرورة التعمق بدراسة المكونات البيئية والمجتمعية للمنطقة التي يتواجد فيها الملعب وإطلاق العنان للفكر المعماري للوصول لأحدث التكوينات.
- توجيه كافة الاتحادات الرياضية المحلية بأهمية مواكبة التكنولوجيا التي يجب أن تأخذ الأولوية على جميع الاعتبارات الأخرى في تصميم وإدارة الملاعب.
- اهتمام المراكز البحثية المعمارية المتخصصة سواء في الجامعات أم الهيئات البحثية ذات الصلة وغيرها، بدعم البحوث العلمية الجادة بهدف توظيف التكنولوجيا الرقمية الحديثة وتطبيقاتها وتطويرها في مجالات العمارة.
- توظيف مواد البناء الحديثة وأساليب الإنشاء والتنفيذ التقنية وغيرها لخدمة العمل المعماري وتطويره حتى لا تتخلف العمارة عن ركب التطور المجتمعي الحادث في عصر التكنولوجيا.

المراجع العربية:

1. ابراهيم، نادر ابراهيم اسماعيل. 2016م. **التكنولوجيا المستدامة في تصميم استادات الجيل الرابع– نحو منهج علمي لتقييم وتطوير الاستادات الرياضية المصرية**. رسالة دكتوراه في كلية الهندسة، جامعة عين شمس.
2. أحمد، م. محمد حسن خليل. 2011م. **تأثير تكنولوجيا المعلومات على تطور الفكر المعماري**. جامعة الأزهر، كلية الهندسة.
3. السامرائي، صفاء الدين حسين علي. 2014. **أثر تكنولوجيا النظم المنشئية في النتاج المعماري المعاصر**. مجلة الهندسة، مجلد20، عدد5، جامعة بغداد كلية الهندسة.
4. الفرحات، م.جوليت. 2019م. **تصميم وإدارة ملاعب كرة القدم وفقاً لاشتراطات الأمن والسلامة**. مجلة جامعة البعث، المجلد 41.
5. القزاز، د. ضحى عبد الغني. 2014م. **الرسوم اليدوية قبالة الرسوم الحاسوبية في طور التصميم المعماري المفاهيمي**. جامعة الموصل كلية الهندسة.
6. عبد الجليل، د. وجدان ضياء. 2017م. **دور المواد الذكية في الواجهات المتكيفة.** مجلد 24، عدد، مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث العلمية.
7. هيبة، د. خالد محمود. 2013م. **العمارة المعاصرة والتكنولوجيا: رؤية نقدية لتأثيرات التكنولوجيا الرقمية على التوجهات المعمارية السائدة مع مطلع القرن الحادي والعشرين.** مجلة جامعة أم القرى للهندسة والعمارة المجلد 5 العدد 1.

المراجع الأجنبية:

8. FIFA Fédération Internationale de Football Association، 2007. **Football Stadiums Technical recommendations and requirements**. The 4th edition.
9. FIFA Fédération Internationale de Football Association، **FIFA Stadium Safety and Security Regulations.**
10. Peter Culley and John Pascoe،2015. **Stadium and Arena Design**، Second edition. ICE Publishing..
11. HoMae-Wan. 2011- **Architecture and Science**. Wiley Academy، united states.p268
12. Sabry، Sherif. 2011-**Towards advanced Building Technology Role through applying competitive building materials**. Fayoum University، Egypt.
13. Mady Ahmed Ahmed Mohamed & Hussein Esam Abu Elfadle. 2007- **Transformable Architecture، A key to Improve stadiums & sports buildings.** October high institute for engineering & technowlogy.

المواقع الإلكترونية:

14. http://www.arch2o.com/ computational-design-hangzhou-tennis-center/
15. https://www.architectmagazine.com/project-gallery/university-of-phoenix-stadium-6479
16. http://diegoguevara.com/blog/2011/09/08/perus-moody-new-stadium/
17. http://stadiumdb.com/ /stadium_of_the_year_look_at_them_shine
18. www.dezeen.com
19. www.archdaily.com
20. https://ara.architecturaldesignschool.com/bike-floating-stadium-11939
21. www.worldstadiums.com
22. https://www.designboom.com/architecture/new-tottenham-hotspur-stadium-london-populous-04-02-2019/
23. https://www.arch2o.com/mercedes-benz-stadium-hok/
24. www.arch20 .com
25. www.architizer.com/projects/mercedes-benz-stadium
26. https://www.archdaily.com/search/projects/categories/football-stadium?ad_name=flyout&ad_medium=categories
27. https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design
28. http://stadiumdb.com/stadiums/uae/hazza_bin_zayed_stadium