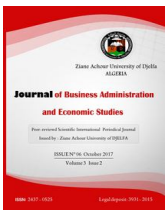
ISSN: 2437-0525 / EISSN: 2602-5078

JBAES: مجلد (07)، عدد (02)، 2021، ص: 033-048

مجلة إدارة الأعمال والدراسات الاقتصادية

موقع المجلة: www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/313/



استخدام نموذج مختلط من هندسة القيمة ونمذجة معلومات البناء لتحقيق الاستدامة في المنشآت الرياضية القطرية – على ضوء تنظيم قطر لكأس العالم 2022 –

Using a hybrid model of value engineering and building information modeling to achieve sustainability in Qatar's sports facilities - in light of Qatar's FIFA World Cup 2022 organization–

عماد صغير، imed seghir [1] *، imed.seghir@univ-tebessa.dz

لطيفة بهلول، latifa bahloul [2]، latifa.bahloul@univ-tebessa.dz

[1] طالب دكتوراه، مخبر الدراسات البيئية والتنمية المستدامة، جامعة تبسة (الجزائر)

[2] أستاذ محاضر أ، مخبر الدراسات البيئية والتنمية المستدامة، جامعة تبسة (الجزائر)

تاريخ الإرسال: 2020/09/05 **تاريخ القبول:** 2021/10/16 **تاريخ النشر:** 2021/12/31

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الكيفية التي يمكن من خلالها تشييد منشآت رياضية خضراء ومستدامة بقطر، تلبية لمتطلبات الفيفا فيما يخص معايير ومجالات الاستدامة في إطار تنظيم قطر لكأس العالم FIFA 2022، الأمر الذي تطلب تطبيق أحدث التقنيات في مجال البناء والتشييد كاستخدام هندسة القيمة ونمذجة معلومات البناء لتوفير المعلومات اللازمة للمشروع. وخلصت هذه الدراسة إلى نتائج عدة أهمها أن تقنيتي نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة ساهمتا بشكل كبير في تشييد استادات ترتكز على الاستدامة واستهلاك الطاقة المنخفض باستعمال مواد صديقة للبيئة في سبيل حصول جميع الاستادات على شهادات نظام تقييم الاستدامة العالمي (GSAS).

الكلمات المفتاحية: هندسة القيمة؛ نمذجة معلومات البناء؛ الاستدامة؛ كأس العالم FIFA 2022.

تصنيف JEL: M11؛ Q56

Abstract

The study aimed to analyze how green and sustainable sports facilities can be constructed in Qatar, in order to meet FIFA's requirements in terms of standards and areas of sustainability within the framework of Qatar's FIFA World Cup 2022 organization, which required the application of the latest technologies in the field of construction, such as the use of value engineering and modeling Building to provide necessary information for the project. This study concluded with several results, the most important of which is that the building information modeling and value engineering techniques have greatly contributed to the construction of stadiums based on sustainability and low energy consumption by using environmentally friendly materials in order for all stadiums to obtain the GSAS certificates.

Keywords: Value Engineering; ; Building Information Modeling; Sustainability; FIFA World Cup 2022;

JEL Classification Codes : M11; Q56

* البريد الالكتروني للباحث المرسِل: imed.seghir@univ-tebessa.dz

I. مقدمة:

تماشيا مع رؤية قطر الوطنية 2030 وتزامنا مع استضافة قطر لكأس العالم 2022، إذ أن أحد أهم متطلبات الفيفا لكأس العالم للمنشآت الرياضية هو حصول هذه المنشآت على شهادات اعتماد دولية تضمن أنها منشآت مستدامة وتصنفها ضمن المباني الخضراء، لذا يعتبر تطبيق الحلول الهندسية والتنظيمية بالتوافق مع المعايير الخضراء للمباني من الطرق المؤدية لتطبيق هذه الإستراتيجية. ومن بين هذه الحلول تطبيق نمذجة معلومات المباني في مرحلة التصميم لتوفير وتبادل المعلومات بين أصحاب المصلحة في المشروع، بالإضافة إلى تطبيق منهجية هندسة القيمة التي ظهرت بواسطة شركة جنرال إلكتريك في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1947 والتي أدخلت في مجال الإنشاءات والبناء وغيرها عام 1963 (الطريفي، 2010، صفحة 71).

إشكالية الدراسة: يمكن صياغة إشكالية الدراسة على النحو التالي:

كيف يمكن تطبيق تقنيتي نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة بطريقة تمكن من تحقيق متطلبات الاستدامة في المنشآت الرياضية القطرية الخاصة باستضافة كأس العالم 2022؟ وينبثق عن هذا التساؤل الرئيسي مجموعة من التساؤلات الفرعية هي:

- فيما تتمثل نمذجة معلومات البناء؟ وما هي أهم عناصر ومجالات استخدام هندسة القيمة؟
- ما هي أهم مجالات الاستدامة التي روعيت عند تصميم وإنشاء الاستادات الرياضية في قطر؟
- هل تم تطبيق نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة في الاستادات بنجاح؟ وهل ساهمت في تحقيق المباني الخضراء والمستدامة؟

فرضيات الدراسة: انطلاقا من إشكالية الدراسة تم صياغة الفرضيات التالية:

- تتبنى الشركات المالكة لمشاريع الاستادات نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة لتعزيز الاستدامة؛
- تعتمد اللجنة العليا للمشاريع والإرث المواد والممارسات الأكثر صداقة للبيئة في سبيل حصول الاستادات على نظام شهادة تقييم الاستدامة العالمي (GSAS)؛
- تساهم تقنيتي نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة في تصميم وتشييد استادات خضراء ومستدامة.

أهداف الدراسة: تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

- تسليط الضوء على أهم المفاهيم النظرية المتعلقة بنمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة، والمنشآت الخضراء المستدامة؛
- الوقوف على الممارسات الأكثر صداقة للبيئة التي روعيت عند تصميم استادات كأس العالم 2022، والوقوف على أهم الملاعب التي حصلت على نظام تقييم الاستدامة العالمي (GSAS)؛
- تحديد كيفية مساهمة تقنية نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة في تشييد منشآت رياضية خضراء تلبي متطلبات الفيفا ورؤية قطر الوطنية فيما يخص الاستدامة.

منهج الدراسة: للإجابة على الإشكالية المطروحة وتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي بما يخدم موضوع الدراسة، من خلال الاعتماد على ما هو متوافر من مصادر ذات العلاقة بموضوع البحث كالقوانين والمراسيم الخاصة بكود البناء القطري، والموقع الإلكتروني للشركات المالكة لمشاريع الاستادات واللجنة العليا للمشاريع والإرث.

II.الإطار النظري للدراسة:

1.نمذجة معلومات البناء BIM:

أ. مفهوم نمذجة معلومات البناء BIM:

يمكن تعريف نمذجة معلومات البناء على أنها منهجية لدمج المواصفات الرقمية لجميع كائنات البناء وعلاقتها بالآخرين بطريقة دقيقة، بحيث يمكن لأصحاب المصلحة الاستعلام ومحاكاة وتقدير الأنشطة وتأثيراتها على عملية البناء ككيان لدورة الحياة. لذلك يمكن أن تساعد BIM في توفير الأحكام القيمة المطلوبة لإنشاء بنية تحتية أكثر استدامة (Arayici, Egbu, & Coates, 2012, p. 02) ونمذجة معلومات البناء هو في الأساس تمثيل رقمي ثلاثي الأبعاد للمبنى وخصائصه الجوهرية (Alkhereibi, 2017, p. 37) لكن التعريف المعترف به على نطاق واسع لنمذجة معلومات البناء هو: " أنه تمثيل رقمي للخصائص الفيزيائية والوظيفية لمنشأة تنشئ مصدرا معرفيا مشتركا للمعلومات حولها، وتشكل أساسا موثوقا للقرارات خلال دورة حياتها، من التصور المبكر إلى الهدم (BIM Adoption Globally, 2013). فمن خلال المفاهيم السابقة يمكن إعطاء تعريف شامل لنمذجة معلومات البناء (BIM) كما يلي: نمذجة معلومات البناء هي تمثيل رقمي للخواص الفيزيائية والوظيفية للمنشأة باستخدام الكمبيوتر حتى يتم استخدامها كمصدر للمعلومات عند اتخاذ القرارات خلال دورة حياة المشروع لتحقيق أكبر قدر من الكفاءة والفعالية. ويمكن تحقيق عدة فوائد من تطبيق BIM منها (Arayici, 2015, pp. 138- 139):

- يساعد BIM في تقليل الضرر البيئي للمبنى بعد بنائه وخلال دورة حياته، مثل تقليل النفايات في الطاقة والموارد، إلى جانب القيمة المضافة الإجمالية؛
- يؤدي منهج BIM دورا مهما في تلبية الحاجة العالمية لكفاءة الطاقة في المباني والتشييد المستدام؛
- يساعد BIM في تقليل النفايات بسبب زيادة أعمال التصنيع المسبق (Malyavin, 2014, p. 12).

ب.مستويات نضوج نمذجة معلومات البناء BIM:

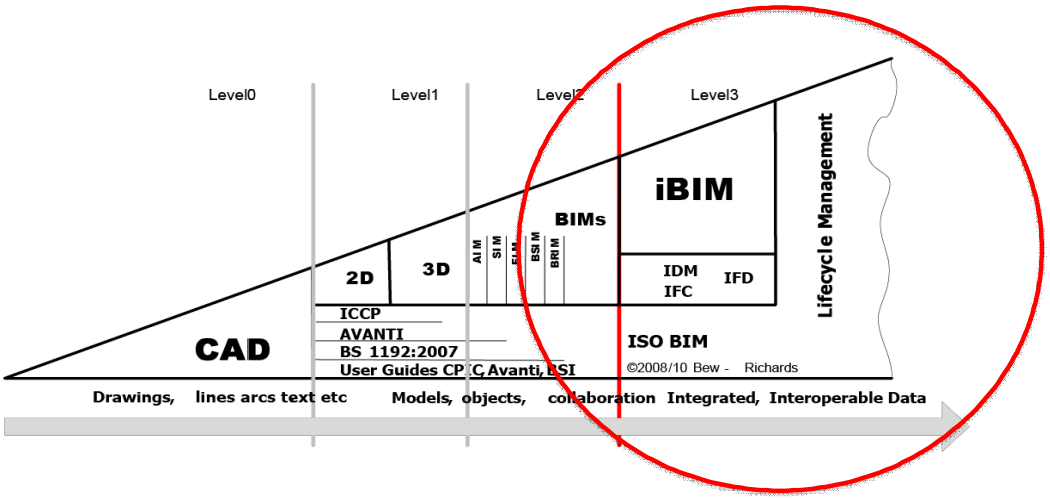
هناك بعض الجدل حول المعنى الدقيق لكل مستوى BIM لكن أغلب الدراسات أكدت على وجود أربع مستويات لنضوج نمذجة معلومات البناء كما يوضحها (الشكل 01).

المستوى 0: قبل الـ BIM: يتم تعريف هذا المستوى على أنه CAD أي التصميم بمساعدة الكمبيوتر، من المحتمل أن يكون هذا ثنائي الأبعاد مع مشاركة المعلومات بواسطة الرسومات الورقية التقليدية أو في بعض الحالات رقميا عبر PDF مصادر منفصلة بشكل أساسي للمعلومات التي تغطي معلومات الأصول الأساسية (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018, p. 15).

المستوى 01: النمذجة القائمة على الكائن: يتضمن هذا المستوى العمل مع البيانات ثنائية وثلاثية الأبعاد (2D, 3D) ولكن هذا مخصص فقط لأغراض التصور، هذه البيانات يتم إدارتها وفقا لـ BS1192: 2007 من خلال التعاون المستند إلى الملفات من خلال بيئة بيانات مشتركة. هذه النماذج لا تنشئ معلومات مفيدة يمكن مشاركتها مع أعضاء الفريق الآخرين (Arayici, 2015, p. 31) .

المستوى 02: الـ BIM التعاوني: يتميز هذا المستوى بالعمل التعاوني تستخدم جميع الأطراف نماذج ثلاثية الأبعاد خاصة بهم، لكنها كذلك لا تعمل على نموذج واحد مشترك. يأتي التعاون في شكل أو كيفية تبادل المعلومات بين مختلف الأطراف وهو الجانب الحاسم في هذا المستوى (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018, p. 16). ويتم مشاركة معلومات التصميم من خلال تنسيق ملف مشترك ضمن بيئة بيانات مشتركة.

الشكل رقم (01): مستويات الـ BIM



Source : (Abu Qamar, 2016, p. 74)

المستوى 03: نمذجة معلومات البناء المتكاملة (iBIM): في هذا المستوى يتم إنشاء نماذج متكاملة تستند إلى شبكة غنية بالمعلومات المشتركة، والمحافظة عليها بشكل تعاوني خلال مراحل دورة حياة المشروع وتصبح النماذج في هذه المرحلة نماذج متعددة التخصصات. تشمل مخرجات النموذج ذكاء الأعمال ومبادئ البناء الخالي من الهدر والأخضر، وتكاليف دورة الحياة بأكملها (Kjartansdóttir, Mordue, Nowak, Philp, & Snæbjörnsson, 2017, p. 29).

2.هندسة القيمة:

أ. مفهوم هندسة القيمة:

تعد هندسة القيمة طريقة منظمة للتفكير أو النظر إلى عنصر أو عملية من خلال نهج وظيفي حيث تتضمن تقييما موضوعيا للوظائف التي تؤديها الأجزاء والمكونات والإجراءات ..الخ، ويتم تنفيذ هندسة القيمة لإزالة أو تعديل أي عنصر يساهم بشكل كبير في زيادة التكلفة الإجمالية مع المحافظة على نفس مستوى الأداء والجودة المطلوبة (Mandelbaum & Reed, 2007, p. 02). وحسب Kelly وآخرون هندسة القيمة هي منهجية تحسين القيمة للمشاريع والمنتجات والعمليات والخدمات والأنظمة والمنظمات تتميز بطبيعتها التطورية في العمل طوال دورة حياة المشروع (Kelly, Male, & Graham, 2014, p. 22). وعرفت هندسة القيمة على أنها تقنية إدارية مثبتة باستخدام نهج منظم للبحث عن أفضل توازن وظيفي بين التكلفة والموثوقية وأداء منتج أو مشروع (Helal, Hashim, & Abu El-Maaty, 2018, p. 06). وعليه من خلال ما سبق يمكن تقديم تعريف شامل لهندسة القيمة على أنها: منهجية إدارية منتظمة تهدف إلى تحسين القيمة للمنتجات والمشروعات من خلال تحليل الوظائف الأساسية والثانوية والعمل على إلغاء الوظائف غير الضرورية التي تزيد من تكلفة المنتج أو المشروع دون المساس بالمتطلبات الأساسية المتمثلة في الجودة والأداء.

تتكون القيمة حسب المفاهيم السابقة من ثلاث عناصر رئيسية هي (اليوسفي، 2009، صفحة 32):

الأداء /الوظيفة: وهو الغرض الأساسي أو الغرض الذي وجد من أجله المنتج أو المشروع أو العملية الإدارية؛

الجودة: وتعني متطلبات وتوقعات ورغبات المستفيد الخاصة؛

التكلفة الكلية: غالبا التكلفة الأولية تجذب العميل إلا أن هذه التكلفة تتراوح ما بين 5 إلى 30% من التكلفة الكلية للمشروعات الهندسية.

ب.خطوات عمل هندسة القيمة:

يتم عمل دراسة هندسة القيمة من خلال ثلاث مراحل رئيسية هي:

المرحلة الأولى: الإعداد للدراسة

في هذه المرحلة يتم الإعداد الجيد للدراسة وذلك باختيار فريق عمل متعدد الخبرات والتخصصات للحصول على أكبر عدد من الأفكار، ويتكون فريق العمل عادة من خمسة إلى تسعة أفراد إذ يقود فريق العمل أخصائي هندسة قيمة معتمد (اليوسفي، 2009، صفحة 40).

المرحلة الثانية: ورشة عمل هندسة القيمة

تتكون هذه المرحلة من عدة خطوات متسلسلة تسلسلا منطقيا وهذه الخطوات هي:

جمع المعلومات: الهدف من هذه المرحلة هو اكتساب أكبر قدر ممكن من المعلومات والمعرفة حول مشكلة الدراسة، تحديد الأهداف، تحديد التكلفة التقديرية، تحديد ومناقشة المتطلبات الوظيفية للمشروع...الخ (Abu Youssef, 2012, p. 106).

التحليل الوظيفي: تستخدم تقنيات تحليل الوظيفة في تحديد وتحليل وفهم وظائف المشروع، وكيفية ارتباط الوظائف ببعضها البعض، والوظائف التي تتطلب الاهتمام إذا كان يجب تحسين قيمة المشروع (تحديد الوظائف التي تضيف قيمة والوظائف التي لا تضيف قيمة للمشروع)، أي أن الهدف الأساسي من هذه المرحلة هو تحديد الوظائف الأساسية والثانوية للمشروع (Alkhereibi, 2017, pp. 17- 18).

الإبداع وطرح الأفكار: تتضمن هذه المرحلة توليد الأفكار الإبداعية لإيجاد الحلول والبدائل المناسبة التي تؤدي الوظائف الأساسية والمطلوبة بفعالية أكثر وبتكلفة أقل ويتم ذلك باستخدام أساليب إبداعية محفزة لحل مشكلة محددة، والعديد من الأفكار الإبداعية هي نتيجة العمل المنجز في تحليل الوظيفة وجهود ما قبل الدراسة والتقليل أو التخلص من الوظائف غير الضرورية (Al Yousefi, 2010, p. 09).

التقويم والاختيار: خلال هذه المرحلة من ورشة عمل هندسة القيمة يقوم الفريق بشكل مشترك بتقييم وتحديد الأفكار التي يمكنها إضافة قيمة ويرفضون تلك الأفكار التي لا تضيف قيمة للمشروع أي الحكم على الأفكار المطروحة في المرحلة الإبداعية (Coetzee, 2009, p. 37).

البحث والتطوير: في هذه المرحلة من دراسة هندسة القيمة يتم تطوير العديد من الأفكار وتحويلها إلى حلول عملية قابلة للتطبيق والإعداد لعرض المقترحات والوفورات والفوائد الناتجة وتشمل مرحلة التطوير أيضا التقييم الوصفي لمزايا وعيوب التوصية المقترحة تحليل تكاليف دورة الحياة، مقارنة طريقة التصميم الأصلية بالتغيير المقترح، كما يجب أن تتضمن المقترحات الرسومات وحسابات التكاليف (Jeyakumar, 2013, p. 59).

العرض والتوصيات: الهدف من هذه المرحلة النهائية هو المساعدة في توصيل نتائج دراسة هندسة القيمة إلى صانعي القرار، إذ يقدم الفريق الأفكار المدعومة بالرسومات والحسابات والتكاليف لإقناع المستفيد بقبول هذه الأفكار كما يجب التأكد من وضع المبررات والحقائق المقنعة للتغييرات المقترحة وبالتالي عرض نتائج الدراسة وخطة تطبيقها (Coetzee, 2009, p. 40).

المرحلة الثالثة: نهاية الدراسة وبدء مرحلة التطبيق والمتابعة

هي المرحلة الأخيرة من دراسة هندسة القيمة وتسمى أحيانا مرحلة ما بعد الدراسة، وهي تتويج للدراسة بإعداد وتجهيز تقرير الدراسة بصيغته النهائية ثم تقديم عرض نهائي عن الدراسة لصاحب القرار، بعد ذلك يأتي تطبيق ما جاء

في التقرير من مقترحات وتوصيات، ومتابعة التطبيق ومعرفة النتائج الفعلية وتقييمها (الهيئة السعودية للمهندسين، 2017، صفحة 29).

3.المباني الخضراء والمستدامة:

أ. مفهوم المباني الخضراء المستدامة:

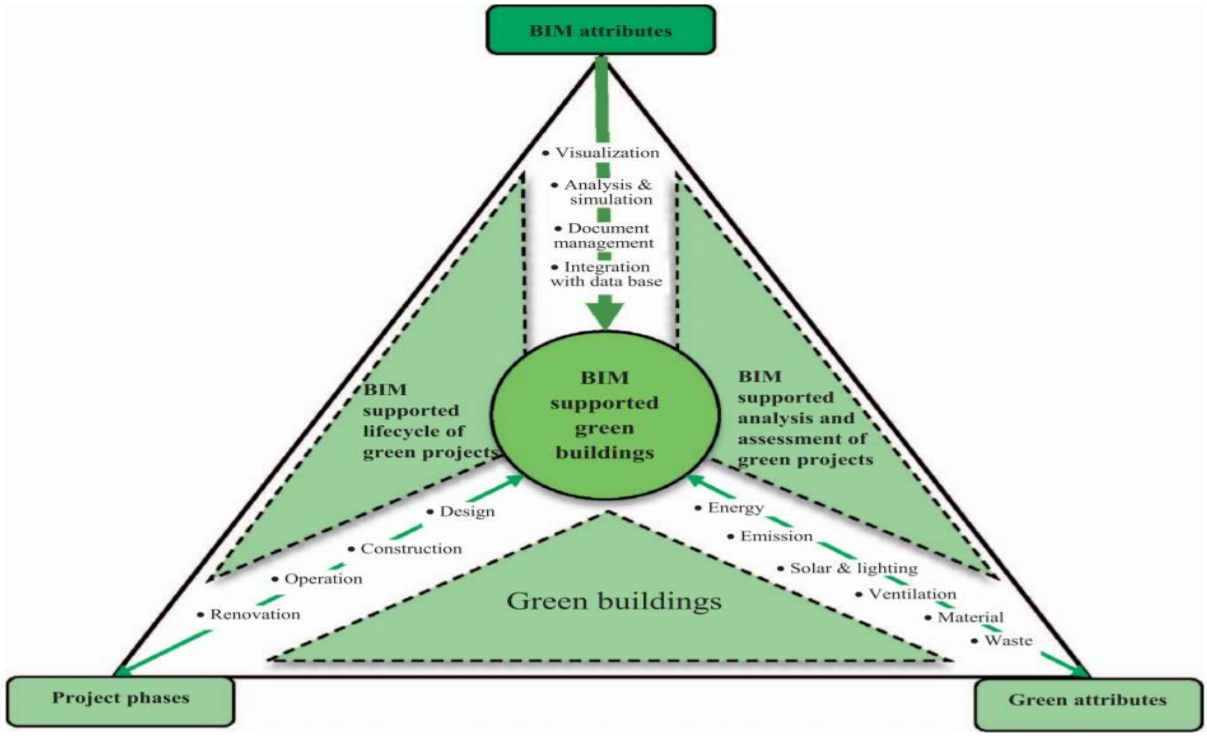
تعرف الاستدامة على أنها الحفاظ على قدرة النظم الطبيعية على الاستمرار في توفير الموارد الطبيعية أو هي تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بحق الأجيال القادمة (Elbarrawy, Elshazly, & Rashid, 2017, p. 105). أما المباني الخضراء أو المستدامة هو مصطلح عام يصف تقنيات التصميم الواعي بيئيا، وهي عملية تصميم للمباني بأسلوب يحترم البيئة مع الأخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد وتقليل تأثيرات الإنشاء والتشغيل على البيئة والانسجام مع الطبيعة، وتسعى المباني المستدامة إلى التقليل من الآثار البيئة السلبية في المباني من خلال تعزيز كفاءة استخدام المواد والطاقة والمواقع (خليل، 2019، صفحة 15).

ب. نمذجة معلومات البناء والبناء الأخضر المستدام:

يمكن أن تساعد BIM في توفير البناء المستدام بواسطة (El-Shazly, 2018, p. 58):

- تحليل اتجاه المبنى (اختيار أفضل اتجاه بناء يمكن أن يقلل من تكلفة الطاقة)؛
- التحكم في درجة حرارة التهوية الداخلية وتحليل ضوء النهار؛
- تقليل الاحتياجات المائية في المباني أثناء الإنشاء أو التشغيل؛
- نمذجة الطاقة أي تحليل وتقليل احتياجات الطاقة وخيارات الطاقة المتجددة وخفض تكلفتها؛
- تحليل كتل المبنى (تحسين غلاف المبنى)، واختيار المواد المستدامة؛
- تحليل الموقع وإدارة الخدمات اللوجيستية (تقليل البصمة الكربونية).

الشكل رقم (02): تصنيف مثلث نمذجة معلومات البناء الخضراء



Source: (El-Shazly, 2018, p. 59)

لإظهار التفاعل بين BIM والمباني الخضراء وكيف يدعم BIM اللون الأخضر في مراحل مختلفة طوال دورة حياة المبنى قام مجموعة من الباحثين بتطوير مثلث BIM الأخضر (BIM green building) كما هو موضح في الشكل 02. المثلث قسم المبنى الأخضر إلى ثلاث أبعاد رئيسية: " مرحلة المشروع"، " سمات الأخضر"، و" سمات BIM" ويتضمن بعد مرحلة المشروع منظور دورة حياة المشروع (تصميم المشروع، البناء، الصيانة والتشغيل، والهدم). ويشمل بعد سمات الأخضر اعتبارات الاستدامة مثل توفير الطاقة والحرارة، الراحة، توفير المياه، اختيار المواد، النفايات، الإضاءة النهارية، التهوية النهارية وتحليل الصوتيات، ويوضح بعد سمات BIM كيف يساهم برنامج BIM في بعدين للمباني الخضراء من خلال التصور والتحليل والمحاكاة وإدارة الوثائق، وقاعدة بيانات التفاعل. ومن خلال هذا التحليل وجدت العلاقة أن BIM يمكن أن تدعم المباني الخضراء في تحليل دورة حياة المباني الخضراء، وتحليل وتقييم المشاريع الخضراء.

III. تطبيق نمذجة معلومات البناء وهندسة القيمة في تصميم ملاعب كأس العالم 2022

1. تطبيق نمذجة معلومات البناء على ملاعب كأس العالم 2022:

أ. ممارسة نمذجة معلومات البناء في قطر:

في دراسة تم من خلالها تحديد الممارسات المتعلقة بنمذجة معلومات البناء، والإجراءات والتكنولوجيا والمعايير المستخدمة في قطر باستخدام تقنية جمع البيانات النوعية وتحليلها تم اقتراح إطار عمل لعمليات BIM عبر دورة حياة الكاملة للمشروع لتسهيل تدفق معلومات دورة الحياة بأكملها. حيث تم إجراء 28 مقابلة شبه منظمة تم إجراؤها مع مختلف أصحاب المصلحة (العملاء والمقاولين والاستشاريين) المشاركين بشكل رئيسي في التصميم. يتم تقديم نتائج تحليلات المقابلة التي أجريت فيما يتعلق بـ ركائز السياسة والأفراد والعملية والتكنولوجيا (3P+T) المقترحة للاستخدام في قطر (Hafeez, Vukovic, & Chahrour, 2016, p. 01). والنتائج الرئيسية من قبل غالبية الذين تمت مقابلتهم موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم (01): نتائج تحليل المقابلة

الاستجواب	نسبة الاتفاق %
يتم استخدام معايير BS1192 :2007 في نمذجة معلومات البناء	%60
يجب أن تكون معايير BIM محددة على المستوى الحكومي لصناعة البناء القطرية	%86
تحدد مراحل المشروع القياسية مع خرائط عملية واضحة	%82
عادة ما تكون كفاءة BIM معيارا للتأهيل المسبق والاختيار خلال عملية التحصيل	%71
تستخدم المنظمات في قطر في الغالب موظفين مدربين على نمذجة معلومات البناء	%75
يتم تحديد أدوار BIM بشكل خاص في العقد	%86
ليست هناك حاجة لإنشاء المزيد المناصب المحددة في BIM	%64
هناك حاجة لرفع مستوى مهارات الأفراد في بناء مواقع نمذجة معلومات محددة	%89
هناك حاجة أيضا إلى تعليم المشاركين في المشروع على كيفية التعاون باستخدام BIM	%96
مطلوب LOD 300 في الغالب في مراحل التصميم/ البناء للمشاريع الجارية في قطر	%64

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على: (Hafeez, Vukovic, & Chahrour, 2016, p. 02)

ب. منهجية تطبيق BIM على ملاعب كأس العالم قطر 2022:

كان التحدي الأكبر الذي زاد من ضرورة تطبيق BIM في الاستادات هو الحفاظ على مستوى درجة الحرارة أقل من 26 درجة مئوية في الملاعب ومنطقة المدرجات خاصة مع ارتفاع درجة الحرارة في الصيف الحار في قطر، أما التحدي الرئيسي الثاني هو توفير كمية وافرة من ضوء الشمس لعشب الميدان، والحفاظ على تكييف الهواء في نفس الوقت مع الحفاظ على الهيكل خفيف قدر الإمكان.أما التحديات والمهام الأخرى فكانت (Autodesk, 2015, p. 02):

- إعادة تشكيل الواجهة الخارجية لتغيير شكل ومظهر الملاعب؛
- إضافة نظام تبريد خارجي لجعل الملاعب مكيفة بالكامل؛
- إضافة سقف فوق مساحة الجناح الكبير؛
- تجديد الخدمات الموجودة وإضافة خدمات جديدة مع تحسين جودة الخدمة.

نطاق عمل BIM: تم التغلب على التحدي المتمثل في ظروف درجات الحرارة الساخنة عن طريق اختيار نظام تبريد خارجي وغطاء الأسقف. وهذا من خلال تجربة وتحليل الظروف في بيئة افتراضية للحصول على أفضل النتائج. وكانت الخطوات العملية كما يلي:(Autodesk, 2015, p. 02)

- تم إنشاء وتنفيذ خطة تنفيذ BIM قياسية في جميع أنحاء مهمة BIM للحفاظ على خطوات التقدم مرتبة وتسجيلها لمزيد من المساعدة والتطورات، ثم أنشأ فريق BIM جميع نماذج التخصصات مع الاستخدام المكثف لبرنامج Revit وطبيعته التعاونية. تم إنشاء اتفاقيات التسمية ومراحل مستويات LOD التي تعد السمة المميزة لبرنامج Revit واتباعها من أجل دعم استخدام BIM الشامل (تكامل / تحسين الخدمات)؛

- إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد معماري وهيكلي مع LOD 200، LOD400 مثل استاد البيت، استاد الوكرة؛

- كان يتم الإشراف على النمذجة التي تم تشييدها لمبنى الاستادات الرياضية تحت إشراف المؤسسات المالكة للمشروع، مما يعني أن الحفاظ على رقابة صارمة على الميزانية والجدول الزمني كان أمرا بالغ الأهمية إلى جانب توفير مظهر وملمس عالمي للملاعب؛

- يتم تحضير فيديو رسوم متحركة مدته 5 دقائق لتسليط الضوء على تسلسل البناء، المنهجية والتخطيط اللوجيستي بمساعدة برمجية 3D max وسيصور الفيديو أيضا التقدم المحرز كل شهر تبدأ من أعمال الحفر حتى الانتهاء من المبنى الذي يغطي جميع المعالم.

نمذجة معلومات البناء من خلال Revit: وتشمل الخطوات التالية (Autodesk, 2015, pp. 02-03):

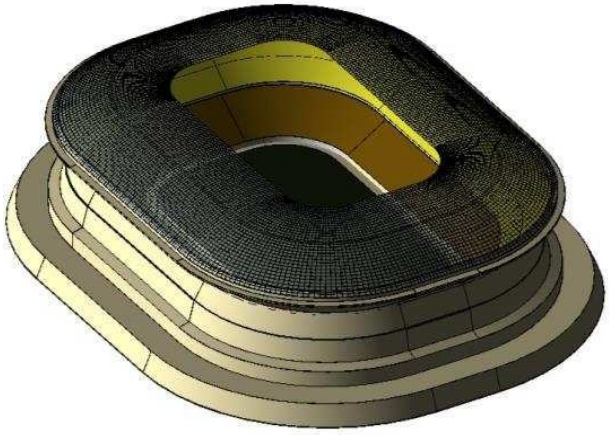
- تم تطوير النماذج بسرعة بناء على الرسومات المضمنة المقدمة من العميل وعمليات التفتيش المرئية للموقع. للوفاء بجدول المسار السريع للمشروع، كان تقديم نموذج BIM المدمج بالإضافة إلى خطط الهدم والإضافات المقترحة وفقا للجدول الزمني؛

- استخدام نموذج الهندسة الكهربائية والميكانيكية لتعزيز التصميم الجديد، لذا أجريت العديد من دراسات الطاقة الشمسية والتحليل الهندسي لمكونات البناء المختلفة لدعم وظائف وكفاءة التصميم؛

- نظرا لأن التدفئة والتهوية وتكييف الهواء عنصر رئيسي في ممارسة تصميم الاستادات وبإطار زمني محدود، كان التنسيق الوثيق مع فريق BIM ومصمم HVAC ضروريا، لذا تم تصميم عناصر HVAC المقترحة مباشرة بناء على الرسومات التي قدمها المصمم وحل التداخل في المرحلة الأولية (يتم إنشاء رسومات DD / GFC مباشرة من Revit Models). وقد استفاد ذلك من تقليل الوقت الضائع في الطرق التقليدية لإنتاج رسومات GFC في المقام الأول ثم تطوير نموذج BIM؛

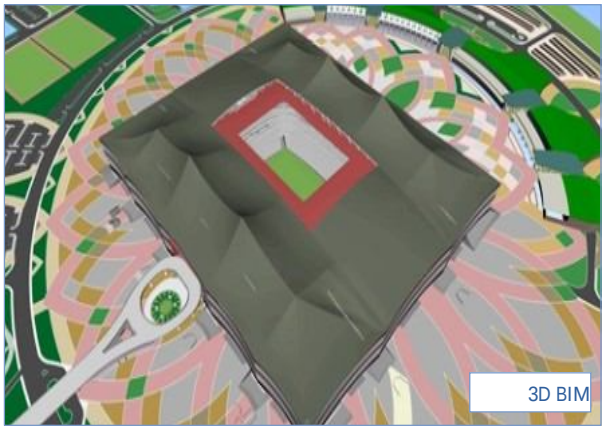
- يتم استخدام ملحقات Autodesk المتقدمة الأخرى بشكل فعال لفحوصات التداخل ودراسات الطاقة الشمسية وتحليل الطاقة والتصورات ثلاثية الأبعاد لهذا المشروع، في مزيد من الترقيات لأداة Revit، يمكن ربط مكونات MEP الخاصة بنموذج BIM مباشرة بالتصنيع والبناء.

الشكل رقم (03): نموذج الاستاد المصمم في برنامج Revit



Source : (Sofotasiou, Richard, & Kaiser, 2015, p. 13)

الشكل رقم (04): تصوير ثلاثي الأبعاد لاستاد البيت



source : (Pinnacle, 2015)

ت. القيمة المضافة من تطبيق BIM في الاستادات:

إن تطبيق نمذجة معلومات البناء على الاستادات حقق العديد من الفوائد منها (Pinnacle, 2015):

تحسين إدارة الوقت: بالتكامل مع نمذجة 4D في نمذجة معلومات البناء فإن الجدولة الزمنية ستساعد المالك وفريق المشروع على تصور الوقت بسهولة، تحديد القيود ونطاق التحسين، والاستثمار في المشروع. كما أدى استخدام البناء الافتراضي من خلال نموذج BIM إلى توفير كبير للوقت حيث نلمس تقدم كبير في العمل رغم أن الموعد النهائي للمشروع هو كأس العالم لكرة القدم في عام 2022؛

تعظيم الموارد الحرجة: تتيح النمذجة رباعية الأبعاد 4D لفريق عمل المشروع القيام بتقييم البدائل والموارد والنطاقات المختلفة على مدار فترة لتحسين الموارد والعمل وفقا لذلك؛

اختيار مواد البناء الصديقة للبيئة مثل المواد المصنعة مسبقا التي تقلل من التكلفة والطاقة.

2. مجالات استخدام هندسة القيمة في بناء ملاعب كأس العالم 2022

إن الحلول الهندسية الرئيسية تطمح إلى إيجاد أفضل الطرق للتصميم والبناء من أجل التقليل من استهلاك الطاقة (الماء والكهرباء) في المباني، هذا بالإضافة إلى تحقيق متطلبات المحافظة على البيئة ورفع كفاءة البيئة الداخلية للملاعب من حيث جودة الهواء والمواد والأدوات المستخدمة والتي تحقق بالنهاية راحة المستخدم والجمهور.

أ. أنظمة التكييف والتبريد: إن آليات التبريد المطبقة بالقرب من المنطقة الحرارية تكون أكثر فعالية وكفاءة في استخدام الطاقة من تزويد وعاء الاستاد بالهواء البارد بالكامل. وحسب الكود القطري للبناء فإن ترشيد استهلاك الطاقة عن طريق أجهزة التكييف والتبريد يكون من خلال عمل صيانة دورية لأجهزة التكييف لضمان أدائها بكفاءة عالية و استخدام أجهزة التحكم التلقائي في نظام التكييف لإطفائه عند عدم الحاجة (الصندوق القطري، 2019، صفحة 14).

ب. العزل الحراري: العمل على عزل المباني القائمة بإضافة عوازل للأسقف والجدران الخارجية والنوافذ حيث يعمي العزل الحراري الاستاد مثلا من تغيرات الطقس الخارجية التي تحدث نتيجة للفروق في درجات الحرارة خلال اليوم ويخفض

العزل الحراري تكاليف الصيانة الدورية، ويزيد من عمر المبنى وقيمته (الصندوق القطري، 2019، صفحة 14). وحسب كود البناء القطري يجب أن لا تتجاوز تكاليف استخدام النوافذ المزدوجة (العازلة للحرارة) 1% من الكلفة الأساسية للمبنى، ويساهم العزل في تخفيض نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في أجهزة التكييف والتدفئة بمعدلات تتراوح بين 30 إلى 40%. ويوضح الجدول الموالي (الجدول 02) المواصفات الفنية الواجب توافرها في المباني من حيث العزل الحراري للأسطح والجدران الخارجية والنوافذ.

الجدول رقم (02): المواصفات الفنية للمباني من حيث العزل الحراري للأسطح والجدران والنوافذ

معامل الانتقال الحراري للأسطح	**معامل الانتقال الحراري للجدران الخارجية**	
0.437 W/m² °C	0.568 W/m² °C	
0.077Btu/H ft² °F	0.100Btu/H ft² °F	
معامل تظليل النوافذ SC	**معامل الانتقال الحراري** W/m²C (Btu/H ft2h F)	**نسبة النوافذ للحائط** (WWR)
0.40	3.30 (0.58)	5- 40%
0.35	2.10 (0 .36)	تزيد عن 40%

المصدر: (الصندوق القطري، 2019، الصفحات 15- 16).

ت. الإضاءة: بغرض توفير الإضاءة الطبيعية تم دمج نموذج الاستاد مع مواد هيكلية تمثل بشكل كامل هياكل الاستاد الحقيقية. وبشكل أكثر تحديدا، تتكون واجهة الملعب من صفائح معدنية معزولة، والسقف من ألواح البولي كربونات الشفافة للسماح باختراق ضوء النهار الطبيعي، كما أن شرفات المتفرجين عبارة عن هياكل خرسانية مغطاة بمادة PVC، والأرضيات عبارة عن ألواح خرسانية مسلحة (Sofotasiou, Richard, & Kaiser, 2015, p. 12)، والجدول 03 يوضح وصف مفصل للمواد الحرارية لعناصر البناء.

الجدول 03: الخواص الحرارية للعناصر الهيكلية المختارة التي تتواجد في غلاف الملعب

العنصر الهيكلي	**الجدران الخارجية**	**طبقات المتفرج**	**سقف**	**بلاطة**
المواد الإنشائية	معدن معزول شفاف	بلاطة خرسانية + مقعد بلاستيك	بولي كربونات شفافة	البلاطة الخرسانية
قيمة U (W/m2 K)	0.55	3.0	2.1	0.88
القبول (W/m2 K)	1.0	5.2	2.0	6.0
امتصاص الطاقة الشمسية (0-1)	0.5	0.77	0.6	0.467
النفاذية (0-1)	0	0	0.4	0
السمك الكلي (mm)	75	100	980	400

Source : (Sofotasiou, Richard, & Kaiser, 2015, p. 12)

ث. استعمال المواد المسبقة الصنع: أهمها الخرسانة الجاهزة حيث تمد العديد من الشركات القطرية لمواد البناء مشاريع تشييد الاستادات وتقتني الشركات المالكة للاستادات كميات كبيرة من الخرسانة سابقة الصب من شركة Smeet للخرسانة الجاهزة وهي حاصلة على شهادة الإيزو للجودة والبيئة والصحة والسلامة المهنية، كما أنها واحدة من أوائل أعضاء GORD و GSAS، والشركة الوحيدة المعتمدة من Green Mark للخرسانة الجاهزة في الدوحة ومنطقة الخليج (Smeet, 2019) مما ساعد الاستادات في حصولها على شهادات دولية معتمدة في المباني الخضراء. كما تم استخدام مواد قابلة للفك وإعادة التركيب خاصة في المنشآت التي يتوقع أن يقل أو يتوقف الطلب عليها بعد البطولة مثل استاد رأس أبو عبود، حيث أن الطبيعة المؤقتة للاستاد وتصميمه المبتكر من وحدات مستقلة، تطلب تشييده مواد بناء أقل مقارنة بإنشاء الاستادات على الطريقة التقليدية، مما ساعد في خفض تكاليف الإنشاء.

3. الاستدامة في ملاعب كاس العالم 2022

تستخدم اللجنة العليا المواد والممارسات الأكثر صداقة للبيئة في سبيل حصول جميع الاستادات على شهادات نظام تقييم الاستدامة العالمي (GSAS)، وبناء منشآت تفخر بها الأجيال القادمة. إذ تقوم اللجنة العليا بدمج حلول الطاقة المتجددة والمنخفضة في الأماكن التي تسمح بذلك، مما يساعد على حصول الاستادات على الطاقة التي تحتاجها ذاتيا (سليم، 2019، صفحة 37). ويوضح الجدول الموالي (الجدول 04) ملخص لأهم المعلومات الرئيسية عن ملاعب مونديال قطر من حيث مجالات الاستدامة خاصة في الملاعب التي حصلت على شهادات نظام تقييم الاستدامة العالمي (GSAS).

الجدول رقم (04): مجالات الاستدامة في ملاعب كأس العالم قطر 2022

الملعب	الاستدامة
استاد خليفة الدولي	كانت إضافة مظلة ضخمة ممتدة على جميع جوانب الاستاد واحدة من أهم التغيرات التي طرأت على المكان، حيث ستساعد في المحافظة إلى جانب أنظمة التبريد المتطورة على درجة حرارة مريحة للمشجعين، مقدمة بذلك حلا بسيطا وصديقا للبيئة. ركزت كافة الجهود التي بذلت في أعمال تحديث الاستاد حتى في أصغر تفاصيلها، مثل استخدام الإضاءة وتجهيزات دورات المياه الموفرة للطاقة، على تحقيق الهدف المتمثل في الحصول على شهادة نظام تقييم الاستدامة العالمي (GSAS) ليصبح بذلك استاد خليفة الدولي أول استادات كأس العالم 2022 يحصل على هذه الشهادة المرموقة (حصل على شهادة GSAS سنة 2017).
استاد البيت	يستوحي الاستاد اسمه من شكل بيت الشعر وهي الخيمة التي سكنها أهل البادية في قطر، هذا التصميم عملي للغاية، فالظل الناتج عن هيكل الخيمة وسقفها القابل للطي سيكمل عمل تقنيات التبريد في الاستاد ليساعد في الحفاظ على درجة حرارة مريحة في الداخل دون الحاجة لاستخدام مصادر طاقة إضافية. والفكرة الرئيسية وراء هذا الاستاد المميز التي جاءت بالتعاون مع مؤسسة أسباير زون ترتكز على الاستدامة واستهلاك الطاقة المنخفض، وقد حصل استاد البيت على تصنيف الاستدامة من الفئة (أ) من المنظومة العالمية لتقييم الاستدامة.
استاد الوكرة	إن تصميم الاستاد ساعد على التحليل المفصل للمناخ المحلي الذي أجري على شكل الملعب، مع الديناميكية الهوائية والتظليل الأمثل من السقف (والذي يشتمل على كمية ضئيلة من الزجاج) إسهاما كبيرة في السيطرة على درجة الحرارة. حصل استاد الوكرة في نوفمبر 2018 على تصنيف الاستدامة من الفئة (أ) من المنظمة العالمية لتقييم الاستدامة وهي شهادة تعكس الجهود المبذولة في انتهاج تقنيات صديقة للبيئة وانتقاء مواد بناء تراعي الحفاظ على البيئة.
استاد المدينة التعليمية	يستخدم الاستاد أضواءا بتقنية " إل إي دي" ذات الجودة العالية والموفرة للطاقة، كما يحتوي الاستاد على أجهزة استشعار لثاني أكسيد الكربون في المساحات ذات الكثافة العالية لضمان التهوية والمحافظة على الهواء داخل الاستاد. وقد حصل استاد المدينة التعليمية على شهادة (GSAS) ليصبح أو ملاعب مونديال قطر 2022 الذي ينال شهادة المنظمة الخليجية للبحث والتطوير "GORD" من فئة خمس نجوم، وقد منحت جورد هذا الاستاد ثلاث شهادات جي ساس في التصميم والبناء (5نجوم)، وجي ساس في إدارة الإنشاء من الفئة "أ"، وجي ساس لمعدل كفاءة الطاقة الموسمية.
استاد الريان	أخذت معايير الاستدامة بعين الاعتبار عند تصميم الأجزاء المكونة للمنطقة المحيطة بالاستاد، حيث تم وضع تدابير خاصة بكفاءة استخدام الكهرباء والماء، كما جاء تخفيض البصمة الكربونية بدرجة أكبر، إذ تم استخدام الكثير من المواد الناجمة عن هدم استاد أحمد بن علي الذي كان مبنيا في موقع المشروع، كما أن أكثر من 80% من مواد الإنشاء يعاد استخدامها أو تدويرها.

استاد رأس أبو عبود	يعتمد التصميم على عناصر جاهزة ووحدات قابلة للفك وهذه طريقة ستخفض النفايات الناجمة عن إنتاج مكونات الاستاد، ويعتبر مفهوم الاستدامة ركيزة أساسية من ركائز استاد رأس أبو عبود ويعبق موقعه الساحلي بنسيم طبيعي بارد يساهم في تخفيف العبء على أنظمة التبريد في الملعب.
استاد الثمامة	يسعى فريق عمل استاد الثمامة للحصول على شهادة المنظمة العالمية لتقييم الاستدامة من فئة الأربع نجوم، وذلك في جانبي التصميم والبناء وفي هذا الإطار جرى تجديد وتحديث محطة توليد الطاقة في الموقع، بحيث تتوافق مع أحدث معايير كفاءة الطاقة.
استاد لوسيل	بدأ التخطيط للاستدامة منذ وضع التصور المبدئي واختيار موقع بناء استاد لوسيل، والذي سيتيح للمشجعين الانتقال لحضور المباريات إما عبر شبكة متطورة، أو مترو الدوحة، أو حافلات من مواقف السيارات، أو حتى المشي على الأقدام، وجميعها وسائل نقل صديقة للبيئة تلائم مدينة المستقبل. وفي أنحاء المدينة سوف تعمل عدادات الطاقة الذكية على ترشيد استهلاك الطاقة، بينما سيجري تجميع المخلفات العضوية لإنتاج الوقود الحيوي، كما أن المساحات الخضراء سوف تنتشر في كافة الأرجاء، لتعمل بفاعلية على تحسين جودة الهواء.

المصدر : (اللجنة العليا للمشاريع والإرث، 2019)

يبين الجدول السابق (الجدول 04) مجالات الاستدامة التي روعيت عند تصميم الاستادات الثمانية لكأس العالم 2022، والتي حصلت من خلالها على شهادات الاعتماد من المنظمة العالمية لتقييم الاستدامة نظرا لمراعاتها شروط ومعايير الاستدامة في المباني. وكان ذلك من خلال تبني نمذجة معلومات البناء أو منهجية هندسة القيمة المستدامة وعليه **فإن تطبيق BIM** ساعد على تحقيق الاستدامة من خلال حلول الطاقة الخضراء أو نمذجة الطاقة والتي أعطت تصور واضح حول كمية استهلاك الطاقة مثل برمجية Revit التي عمل بها في الاستادات والتي ساعدت على التنبؤ باستهلاك الطاقة لمختلف البنود ذات الصلة بالطاقة مثل التكييف والتبريد ...الخ، والتنبؤ بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2، دراسات الطاقة الشمسية. أما **بالنسبة لهندسة القيمة** ساهمت في تحقيق الاستدامة من خلال تقنيات ترشيد التكاليف والاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإعادة تدويرها (استاد الريان)، العزل الحراري (استاد الوكرة)، استخدام أنظمة تكييف وتبريد طبيعية، توفير الإضاءة الطبيعية عن طريق الخلايا الشمسية واستعمال الأضواء ذات الجودة العالية والموفرة للطاقة (استاد المدينة التعليمية)، بالإضافة إلى استعمال مواد مسبقة الصنع فالميزة الأساسية لاستخدام الخرسانة الجاهزة على البناء هي زيادة السرعة وانخفاض تكلفة البناء، كما أنها توفر جودة عالية، ترفع من أداء دورة حياة المبنى وتقلل من النفايات والأضرار البيئية مما يدل على مساهمة عناصر هندسة القيمة في تحقيق البناء المستدام باستادات كأس العالم قطر 2022.

IV.الخلاصة

لقد قامت قطر بتصميم وبناء الاستادات وفقا لمعايير البناء المستدام، مما ساهم في حصولها على عدد من الشهادات فيما يخص الاستدامة لاتباعها مبادئ التفكير الاستشرافي، خاصة وأنها ملتزمة باستضافة نسخة خالية من البصمة الكربونية خلال كأس العالم 2022 أو الأقل مقارنة بالنسخ الماضية، وعليه من خلال هذه الدراسة التحليلية توصلنا إلى مجموعة من النتائج والتوصيات:

1. نتائج الدراسة:

- إن أسلوب BIM في التصميم مكن من فهم أكثر دقة لعمليات التحميل الفعلية لسقف الاستادات، إلى جانب تقنيات التصميم المتطورة من أجل تحسين التصميم الهيكلي، حل تجاويف السقف المتشابكة حيث كانت النتائج فعالة للغاية من حيث التكلفة؛

- إن طريقة التصميم المبدعة والفكرة الاستباقية باستخدام نمذجة معلومات البناء ساعدت على تحقيق أحد مبادئ الاستدامة وهو ما حصل في استاد البيت إذ أن هيكل الخيمة وسقفها القابل للطي أكمل عمل تقنيات التبريد في الاستاد ليقلل من الحاجة لاستخدام مصادر طاقة إضافية؛

- إن تكنولوجيا BIM بأدواتها وبرامجها المتعددة تعتبر جزء أساسي في العملية التصميمة للاستادات المستدامة لما تقدمه من دعم لضبط الأداء؛

- إن استخدام مواد بناء أقل مكن من تخفيض التكلفة المالية للاستادات مثل استاد رأس أبو عبود الذي أصبح مشروعا يحلق بعيدا في فضاء الاستدامة على العديد من الأصعدة ويمثل مصدر الهام لمطوري الاستادات المتطلعين إلى حلول أكثر ذكاء وابتكارا؛

- إن الوصول لأفضل قيمة لأداء المبنى المستدام يمكن من خلال استخدام منهجية هندسة القيمة، مثل اقتراح بدائل لنظام التكييف والتبريد في الملاعب (ملعب المدينة التعليمية، ملعب البيت، ملعب الوكرة) مكنت من تخفيض استهلاك الطاقة؛

- إن الفرق الرئيسي بين المباني الخضراء والمباني التقليدية هو مفهوم التكامل، حيث يقوم فريق متعدد التخصصات في البناء بالعمل معا منذ مرحلة ما قبل التصميم إلى مرحلة ما بعد البطولة مثلا لتحسين خواص الاستدامة للاستاد وتحسين الأداء والتوفير في التكاليف وهذا هو المعنى الحقيقي لهندسة القيمة.

2. توصيات الدراسة: على ضوء نتائج هذه الدراسة نقترح التوصيات التالية:

- تطبيق المزيد من البرمجيات الخاصة بنمذجة معلومات البناء في الاستادات ومشاريع البنية التحتية الأخرى القطرية (مترو الدوحة، السكك الحديدية، مطار حمد الدولي) لما لها من دور في تحقيق المباني الخضراء؛

- الالتزام التام بما جاء في كود المواصفات القطرية للبناء في تشييد الاستادات بما يضمن مطابقتها لمعايير الاستدامة والمحافظة على البيئة وتحقيق الرؤية الإستراتيجية المستدامة لتشييد منشآت كأس العالم؛

- استعمال المواد المسبقة الصنع في تشييد المنشآت الرياضية لأنها تتميز بانخفاض التكلفة من جهة وتقلل من النفايات والأضرار البيئية من جهة ثانية، وتزيد من العمر الافتراضي للمنشأة؛

- على اللجنة المنظمة لكأس العالم 2022 بقطر الاستفادة القصوى من التجارب السابقة في تنظيم كأس العالم على غرار التجربة الألمانية 2006، التجربة البرازيلية 2014، التجربة الروسية المستدامة 2018، سعيا لتقديم نسخة خالية تماما من الانبعاثات الكربونية.

V.الهوامش والإحالات:

1. المراجع باللغة الأجنبية:

- ✓ Abu Qamar, R. (2016, june 01). **Information Modeling: International Practices of Information Models For Investment Raising**. V International Forum .
- ✓ Abu Youssef, M. (2012**). Value Engineering Analysis For The Educational Buildings** iIn Egypt. International Journal of Optimization In Civil Engineering , Volume 2 (Numéro 1).
- ✓ Al Yousefi, A. S. (2010). **Value Engineering application benifits in sustainable construction.** Riyadh, saudi Arabia**.**
- ✓ Alkhereibi, A. H. (2017, January). **A Framework for Value Engineering Methodology Application Using Building Information Modeling (BIM).** A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of Requirements for the Degree of Master in Engineering Project Management . Gaza, Department Engineering Civil, Palestine: The Islamic University Gaza.
- ✓ Arayici, Y. (2015). **Building Information Modeling** (1st edition ed.). United Kingdom: The eBook company.

- ✓ Arayici, Y., Egbu, C., & Coates, P. (2012). **Building Information Modeling (BIM) Implementation and Remote Construction Projects**: issues, Challenges, and Critiques. Journal of Information Technology in Construction , Vol 17.
- ✓ Autodesk, C. S. (2015). **Design matters BIM Counts**. Retrieved 08 26, 2020
- ✓ **BIM Adoption Globally**. (2013, 08 23). Retrieved 08 21, 2020, from Maistreaming geospatial throught quality journalism.
- ✓ Coetzee, C. E. (2009). **Value Management In The Construction Industry What Does It Entail And Is It A Worthwhile Practice.** Submitted in fulfilment of part of the requirements for the Degree of BSc (Hons) (Quantity Surveying) . In the Faculty of Engineering, Built Environment and Information Technology: Universiteit van Pretoria.
- ✓ Elbarrawy, H., Elshazly, Y., & Rashid, T. (2017). **Tracing Environmental Law Principles within the Qatari Legal System.** *British Journal of Humanities and Social Sciences , Vol. 18* (2).
- ✓ El-Shazly, A. M. (2018, May). **The Implementation of Building Information Modeling (BIM) Towards Sustainable Construction Industry in Egypt "The Pre- Construction Phase**". *Master of Science in Sustainable Development* . Cairo, The Department of Construction Engineering, The American University in Cairo, Egypt.
- ✓ Hafeez, M. A., Vukovic, V., & Chahrour, R. (2016). **Identiying Current BIM Practies in Qatar and Proposing a Framework for Whole Life Cycle BIM Processes**. *Qatar Foundatin Annual Research Conference Proceedings*. Doha: Qatar University, QA.
- ✓ Helal, H. E.-D., Hashim, I. H., & Abu El-Maaty, A. E. (2018). **Utilizing of Value Engineering in Highway Projects**. International Journal of Trend in Research and Development , Volume 5(2).
- ✓ Jeyakumar, R. (2013, February). **The Implementation and Effectiveness of value Engineering in the United Arab Emirates.** Degree of Doctor of Philosophy . Faculty of Advanced Technology: University of Glamorgan/ Prifysgol Morgannwg.
- ✓ Kelly, J., Male, s., & Graham, D. (2014). **Value Management of construction Projects** (Second Edition ed.). united Kingdom: Wiley Blackwell.
- ✓ Kjartansdóttir, I. B., Mordue, S., Nowak, P., Philp, D., & Snæbjörnsson, J. T. (2017). **Building Information Modeling BIM.** Warszawa, Iceland, Great Britain: Civil Engineering Faculty of Warsaw University of Technology.
- ✓ Malyavin, I. (2014). **Realization of the full potential of BIM use in the New Zealand AEC industry:** what is in the way and what are the possible solutions. MASTERS IN CONSTRUCTION/ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT . Auckland, SCHOOL OF ENGINEERING, New Zealand.
- ✓ Mandelbaum, J., & Reed, D. (2007). **Value Engineering Handbook.** Alexandria, Virginia: Institute for Defense Analyses.
- ✓ Pinnacle, I. (2015**). Al Byat Staduims**. Retrieved 08 26, 2020, from Global Leader in BIM Services: http://www.Pinnaclecad.com
- ✓ Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018**). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors**, and Facility Managers (Third Edition ed.). New J ersey, Canada: John Wiley.
- ✓ Smeet, C. (2019). **Ready Mix-SMEET**. Retrieved 08 29, 2020, from https://www.smeet.com.qa
- ✓ Sofotasiou, P., Richard, B. H., & Kaiser, J. C. (2015). Qatar **2022: Facing the FIFA World Cup climatic and legacy challenge**s. Sustainable Cities and Society, , Volume 14.

2. المراجع باللغة العربية:

- ✓ الهيئة السعودية للمهندسين. (2017). **الدليل الإرشادي لدراسات الهندسة القيمية**.
- ✓ سماح خليل. (2019). **استخدام تكنولوجيا نمذجة معلومات المباني كأداة في الحفاظ وترشيد الطاقة في المباني لتحقيق أحد مبادئ الاستدامة**. بيم أرابيا: مجلة هندسية متخصصة في النمذجة المتكاملة للمباني (العدد 35).
- ✓ عبد العزيز سليمان اليوسفي. (2009). **إدارة القيمة (المفهوم والأسلوب)** (الإصدار الطبعة الخامسة). الرياض، السعودية: مكتبة الملك فهد الوطنية.
- ✓ عمر سليم. (2019). **استادات كأس العالم بقطر مونديال 2022**. بيم أرابيا: مجلة هندسية متخصصة في النمذجة المتكاملة للمباني (العدد 33).
- ✓ الصندوق القطري لرعاية البحث العلمي. (2019). **مقترح لاضافة الاستدامة ومتطلبات حماية البيئة في كود البناء القطري**. الدوحة: جامعة قطر.
- ✓ مازن عبد الرحمن الطريفي. (2010). **إدارة المشروعات الصغيرة نحو مشروع آمن وجاذب** (الإصدار الطبعة الأولى). عمان، الأردن: عماد الدين للنشر والتوزيع.
- ✓ اللجنة العليا للمشاريع والإرث. (2019). **استادات كأس العالم 2022**. تاريخ الاسترداد 28 08، 2020، من الاستدامة: http://www.sc.qa/ar/staduims

VI.الملاحق:

الملحق رقم (01): عمل BIM على الاستادات باستعمال برنامج Revit