Ministry of Higher Education
and Scientific Research
Syrian Virtual University
Program Master of BIMM

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة الافتراضية السورية
برنامج نمذجة معلومات البناء
وإدارتها BIMM

دراسه الاثر البيئي والطاقي و تحسين البيئه الداخليه للمباني باستخدام واجهات الطحالب على المباني المستدامة و تكاملها مع تقنيات BIM

Environmental and Energy Impact of Algae-Based Facades in Sustainable Architectural Buildings: Enhancing Indoor

بحث مقدم لنيل درجة ماجستير

إعداد الطالب
م.سنا ميمه

التأهيل والتخصص في إدارة ونمذجة معلومات البناء BIMM

إشراف الدكتورة المهندسة
منى حمادة

الإهداء

الحمد لله الذي لا يضيع تعباً، الحمد لله الذي يعطي كرماً

الحمد لله على الأوقات التي قلت فيها عزيمتي

فأرسل لي من عنده شدّة العزم.

أهدي هذا العمل لكل من ترك في عقلي من العلم شيئاً

و في قلبي من الحبّ كثيراً.

sana_249438

2024-2025

الملخص:

يُعد دمج الواجهات المعمارية المعتمدة على الطحالب في تصميم المباني المستدامة حلاً مبتكراً ومتعدد التخصصات لمواجهة تحديات استهلاك الطاقة، وتدهور البيئة، وجودة الهواء الداخلي. يستكشف هذا البحث الأساليب المتقدمة لتوليد الطاقة النظيفة والمتجددة من خلال الواجهات المعمارية المستدامة، مع التركيز بشكل خاص على استخدام أنظمة الطحالب الدقيقة. ومن خلال محاكاة هذه الأنظمة باستخدام تقنيات نمذجة معلومات البناء(BIM) ، يتيح البحث تحليلًا دقيقًا لأداء الطاقة، وتحسين الإضاءة الطبيعية، واحتجاز الكربون، وإنتاج المياه الساخنة داخل أغلفة المباني.

ويُولى اهتمام خاص بالجيل الثالث من الكتلة الحيوية، وخاصة الطحالب الدقيقة التي يتم زراعتها ضمن مفاعلات حيوية ضوئية، حيث تستغل هذه الأنظمة الإشعاع الشمسي لإنتاج الطاقة النظيفة مع تحسين الظروف البيئية عن طريق زيادة مستويات الأوكسجين وتنقية الهواء الداخلي.

تتضمن المنهجية محاكاة تفصيلية تعتمد على تقنيات BIM، وتحليل أداء بيئي، ودراسات حالة تقييم فعالية دمج المفاعلات الحيوية الضوئية كعناصر فعالة في المباني. وتُظهر النتائج أن واجهات الطحالب يمكن أن تقلل بشكل كبير من الأحمال الحرارية للمبنى، وتخفض من انبعاثات الكربون، وتسهم في تحسين صحة وراحة شاغلي المبنى. علاوة على ذلك، يوفر هذا الدمج حلاً فعالاً من حيث التكلفة، منخفض المخاطر، وقابل للتوسع لدعم الاستدامة الحضرية، مما يتيح تحويل التصميمات التقليدية إلى أنظمة نشطة لتوليد الطاقة وحماية البيئة.

وفي الختام، يقترح البحث مجموعة من التوصيات والخطوط الإرشادية لدمج تقنيات واجهات الطحالب ضمن بيئات BIM لدعم الانتقال العالمي نحو بيئات مبنية أكثر خضرة ومرونة.

الكلمات المفتاحية: واجهات الطحالب؛ العمارة المستدامة؛ جودة الهواء الداخلي؛ تقنياتBIM ؛ الطاقة النظيفة؛ أنظمة الطاقة المتجددة؛ الكتلة الحيوية من الجيل الثالث؛ المفاعلات الحيوية الضوئية؛ الأداء البيئي.

Abstract:

The integration of algae-based facades into sustainable building designs has emerged as an innovative and multidisciplinary solution to address energy consumption, environmental degradation, and indoor air quality challenges. This research investigates advanced methods for generating clean, renewable energy through sustainable architectural facades, with a particular focus on the use of microalgae systems. By simulating these systems using Building Information Modeling (BIM) technologies, the study enables precise analysis of energy performance, daylight optimization, carbon sequestration, and hot water production within building envelopes. Special attention is given to third-generation biomass, particularly microalgae cultivated in photobioreactors, which utilize solar radiation to simultaneously produce clean energy and improve environmental conditions by increasing oxygen levels and purifying indoor air.

The methodology includes detailed BIM-based simulations, environmental performance analysis, and case studies that assess the effectiveness of integrating algae photobioreactors as functional building components. The results demonstrate that algae-based facades can significantly reduce a building's thermal loads, lower carbon emissions, and contribute to improved occupant health and comfort. Furthermore, this integration offers a cost-effective, low-risk, and scalable solution for urban sustainability, providing an opportunity to transform traditional building designs into active systems for energy generation and environmental protection. This research ultimately proposes guidelines for the practical implementation of algae facades within the BIM environment, aiming to support the global transition toward greener and more resilient built environments.

Keywords: Algae facades; Sustainable architecture; Indoor air quality; BIM technologies; Clean energy; Renewable energy systems; Third-generation biomass; Photobioreactors; Environmental performance.

الفهرس

1.1- مقدمة: 8
1.2- ملخص البحث: 10
1.3- مشكلة البحث: 10
أسئلة البحث: 10
1.4- فرضيات البحث: 11
1.5- أهمية البحث: 11
1.6- أهداف البحث: 11
1.7- منهجية البحث: 12
1.8- أدوات البحث: 12
1.9- مجتمع الدراسة و عينتها: 12
1.10- حدود البحث: 12
1.11- الدراسات السابقة: 13
1.13- هيكل البحث: 18
2.1.لمحة عن الاستدامة و معاييرها و ارتباطها بتحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى: 20
2.1.1العمارة الخضراء: 20
2.1.2. - البناء المستدام: 21
2.1.3.مبادئ البناء المستدام: 22
2.1.4.مكونات البناء المستدام للمشروع: 24
2.1.5.معايير الاستدامة: 25
2.1.6.معيار البناء: 26
2.1.7.الكود الأخضر: 27
2.1.7فوائد استخدام معايير المباني الخضراء وأنظمة إصدار الشهادات: 28
2.1.8.معايير العمارة الخضراء في سوريا: 29
2.2جودة الهواء الداخلي في المبنى و أهميتها: 37
2.2.1.جودة الهواء الداخلي: 38
2.3-لمحة عن أنظمة الطحالب مع الواجهات المعمارية لتحقيق الاستدامة: 45
2.4-الطحالب كمصدر للطاقة المتجددة ضمن قطاع البناء مع التغيرات المناخية و انخفاض نسبة الوقود الأحفوري: .. 45
2.5-لمحة عن الـBIM : 46

2.5.1.-تطور البيم بشكل عام: 47
2.5.2-أبعاد البيم: 48
2.5.3-مستويات تفاصيل الـ BIM: 49
2.5.4-مستويات تطور LOD الـ BIM : 50
2.5.5-أدوار و فريق عمل الـ BIM : 52
2.6-المباني المستدامة ذات الواجهات و المفاعلات الضوئية و تكاملها مع BIM : 53
2.6.1.-إطار محاكاة الحلقة المغلقة على أساس BIM: 53
2.6.2-تحديد متطلبات تطبيق واجهات الطحالب في المباني : 54
2.6.3-تكامل التصميم مع أنظمة واجهات الطحالب : 56
2.7-تقييم فعالية أنظمة واجهات الطحالب في سياق البناء: 58
2.7.1-معاملات التصميم الأساسية للوحة المفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب: 59
2.8-المنهجية: 65
2.9-تصميم نافذة واجهة الطحالب: 71
2.9.1تصميم واجهةPBR : 74
3.1.الاستبيان و الوصف الديموغرافي و الإحصائي لعينة البحث: 77
3.2.توصيف المبنى: 98
3.3كميات الإنتاج بواجهة الطحالب لجميع الطوابق: 104
4.3-النتائج و التوصيات: 110
4.3.1-النتائج: 110
4.3.2-التوصيات: 110
5.آفاق و الإمكانيات: 111
الملحق 1 (الاستبيان) 113
6- المراجع: 118
1-المراجع العربية: 118
2- المراجع الأجنبية: 118

1.1- مقدمة:

تعتبر الواجهة المعمارية عنصرًا أساسيًا يلعب دورًا مزدوجًا في العمارة، حيث تؤدي وظائف جمالية ووظيفية في التحكم بالعوامل البيئية مثل الحرارة والضوء والتهوية، وتساهم في تحسين مظهر المبنى و جودة الهواء الداخلي للمبنى. مع تزايد الاهتمام بالمباني الذكية والمستدامة، أصبح استخدام الأدوات الرقمية المتقدمة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) أمرًا ضروريًا في تصميم وتحليل وتحسين الواجهات المعمارية. يهدف هذا البحث إلى استكشاف كيفية دمج (BIM) في تصميم وتحسين أداء الواجهات المعمارية من حيث الاستدامة وكفاءة البناء.

أحدثت نمذجة معلومات البناء (BIM) ثورة في صناعات العمارة والهندسة والبناء من خلال تعزيز التعاون، تحسين الكفاءة، وتسهيل اتخاذ القرارات القائمة على البيانات طوال دورة حياة المبنى. مع استمرار ارتفاع الطلب على ممارسات البناء المستدامة، أصبح دمج التقنيات المبتكرة في أطر BIM أكثر أهمية.

إحدى هذه الابتكارات هي استخدام واجهات الطحالب، وهو حل معماري ناشئ يستفيد من الخصائص الفريدة للكائنات الحية لتحسين أداء المباني وتقليل تأثيرها البيئي.

توفر واجهات الطحالب العديد من الفوائد، بما في ذلك توليد الطاقة، وتنقية الهواء، وتعزيز العزل الحراري. يمكن لهذه الأنظمة الحية أن تساهم في كفاءة الطاقة للمبنى مع تعزيز التنوع البيولوجي وتحسين الجماليات الحضرية. ومع ذلك، يتطلب دمج واجهات الطحالب بنجاح في تصميم المباني نهجًا شاملاً يعالج التحديات البيولوجية والتقنية المرتبطة بتنفيذها.

يهدف هذا البحث إلى استكشاف تقاطع تقنيات BIM وواجهات الطحالب، مع التركيز على كيفية تسهيل BIMتصميم هذه الأنظمة المبتكرة ونمذجتها وإدارتها. من خلال دراسة حالات المشاريع الناجحة والتفاعل مع المهنيين في الصناعة، ستحدد هذه الدراسة أفضل الممارسات والتحديات والفرص لدمج واجهات الطحالب ضمن إطار .BIM في النهاية، يسعى هذا البحث إلى المساهمة في النقاش الأوسع حول العمارة المستدامة من خلال تقديم رؤى حول كيفية دعم الأدوات الرقمية لاعتماد تقنيات المباني الحية.

باختصار، مع تزايد تأثيرات تغير المناخ والتحضر على المدن، يمثل دمج واجهات الطحالب في BIM طريقًا واعدًا لتعزيز الاستدامة في البيئة المبنية. لن يسلط هذا البحث الضوء فقط على الجدوى التقنية لهذا الدمج، بل سيلهم أيضًا طرقًا جديدة للتفكير حول كيفية تحقيق التوافق بين المباني والعمليات الطبيعية.[23]

الفصل الأول: الإطار العام للبحث

ملخص الفصل:

يستعرض هذا الفصل الخطوط العريضة لمراحل تنفيذ المشروع و تعريف مشكلة البحث و الدراسة و أهمية المشروع و أهدافه و الدراسات السابقة.

مخطط الفصل:

- ملخص البحث.
- مشكلة البحث.
- فرضيات البحث.
- أهمية البحث.
- أهداف البحث.
- منهج البحث.
- أدوات البحث.
- مجتمع البحث و عينته.
- حدود البحث.
- الدراسات السابقة.

1.2- ملخص البحث:

البحث عن طرق لتوليد الطاقة النظيفة عن طريق الواجهات المعمارية المستدامة و محاكاتها عن طريق تقنيات BIM و تحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى التي يمكن أن توضح الكمية تتولد من خلالها الطاقة ، وغير المكلفة وغير الخطرة أيضاً، و يمكننا الاستفادة منها و تحويلها لعدة طاقات أخرى و التي تعتمد على الاشعاع الشمسي و تولد طاقة نظيفة و لكن الفرق هنا في تنقيتها للبيئة و لتحسين جودة الهواء الداخلي و توليد المزيد من الاوكسجين و الاستفادة من الكتل الحيوية المنتجة و تخفيف الحمل الحراري على المبنى تحديداً في ظل التدهور البيئي في العالم أجمع ، فوق الدراسات الحديثة و الجيل الثالث للوقود و الطاقات المتجددة و الحل الأمثل هو الاعتماد على طاقة الكتلة الحيوية التي تنجم عن المنتجات الزراعية او البحرية و الادق من ذلك و هو الجيل الثالث للكتلة الحيوية و هو الطحالب الدقيقة .

حيث يستغل المفاعلات الحيوية الضوئية كنافذة للطحالب لتحسين كفاءة الطاقة وحماية البيئة في تصميم المباني. يقدم دمج أنظمة زراعة الطحالب الدقيقة في النوافذ طريقًا واعدًا لتحقيق فوائد متعددة الأوجه، بما في ذلك توفير الطاقة وتحسين مستويات ضوء النهار الداخلي وإنتاج الماء الساخن واحتجاز الكربون.

1.3- مشكلة البحث:

الزيادة الكبيرة في كمية الطاقة المستهلكة في المبنى من أجل تبريد المبنى و الحصول على مياه ساخنة و استهلاك المواطنين من الكهرباء بنسبة 90% في مناحي مختلفة و تأثر جودة الهواء الداخلي بذلك، بالإضافة إلى عدم استثمار المباني ذات الواجهات الزجاجية الواسعة و الممتدة و عدم استخدام الطاقات المتجددة باعتبار أنها لا تزال محدودة التطبيق و خاصة في المباني و عدم معرفة هذه الخاصيات الا ما بعد التنفيذ و بدون اخد تقنيات و محاكاة BIM بعين الاعتبار و بالإضافة لعدم وجود تظليل طبيعي و الحاجة الماسة لزراعة مساحات خضراء .لذلك تتمثل مشكلة البحث في تحسين أداء الواجهات المستدامة دراسة الأثر البيئي والطّاقي و تحسين البيئة الداخلية للمباني باستخدام واجهات الطحالب على المباني المستدامة و تكاملها مع تقنيات BIM

أسئلة البحث:

- كيف تساهم واجهات الطحالب في تعزيز الاستدامة و تحسين جودة البيئة الداخلية للمبنى و تحسين كفاءة الطاقة في المشاريع المعمارية الحديثة و المشاريع المعاد تأهيل واجهاتها مقارنة بالنوافذ الزجاجية العادية؟
- ما هي الاعتبارات والتحديات الرئيسية في تصميم ودمج واجهات الطحالب في التصاميم المعمارية؟

- كيف يمكن لأدوات BIM محاكاة وتحسين أداء واجهات الطحالب، خاصة في الظروف المناخية المتنوعة؟
- ما هي الفوائد البيئية والاقتصادية لاستخدام واجهات الطحالب مقارنة بالواجهات التقليدية عند تصميمها وإدارتها من خلالBIM ؟

1.4- فرضيات البحث:

تفترض هذه الدراسة أنه يمكننا جعل الواجهات المعمارية أكثر استدامة لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية و تخفيف درجة حرارة المبنى و حمايته في أوقات الذروة تحسين جودة البيئة الداخلية للمبنى و تعزيز الاوكسجين ضمن المبنى و سحب الغاز ثنائي أوكسيد الكربون و الاستفادة من المياه الرمادية في المبنى و تنقيتها و إنتاج كتلة حيوية كل ذلك يتم من خلال هذه التقنية حيث أنه يتم باستخدام مفاعلات الحيوية الضوئية مثل الطحالب و دمجها مع الغطاء الخارجي للمبنى و تكاملها مع نظام BIMو ذلك لتسهيل الحصول على النتيجة ما قبل التنفيذ و مقارنته مع النوافذ الزجاجية العادية الواحدة .

1.5- أهمية البحث:

- تعزيز الممارسات المعمارية المستدامة من خلال دمج تكنولوجيا BIM المتطورة مع ابتكار واجهات الطحالب البيولوجية و المفعلات الضوئية الحيوية حيث سيوفر إطار عمل قوي للمهندسين المعماريين والمهندسين لتصميم مباني ذات كفاءة عالية في استهلاك الطاقة وصديقة للبيئة وتقليل انبعاثاتCO2 ، وتحسين العزل الحراري ، مما يساعد على تقليل البصمة الكربونية وتعزيز العمارة الخضراء و تحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى وإنتاج الوقود الحيوي، وتنظيم الحرارة و توفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى بالإضافة لتأمين المساحات الخضراء التي تساهم بالراحة النفسية لشاغلي المبنى.

1.6- أهداف البحث:

- استكشاف الفوائد المحتملة لواجهات الطحالب في تعزيز الاستدامة وكفاءة الطاقة في المباني
- دراسة تأثير واجهات الطحالب في تخفيف الطاقة المستهلكة المبنى و تخفيض حرارته و تخفيف الإضاءة العالية اثناء ساعات الذروة و مقارنته مع المبنى العادي، حساب كميات الكتلة الحيوية الناتجة و التي يمكن الاستفادة منها كوقود حيوي بالإضافة

- تطوير منهجيات تعتمد على BIM لتصميم، محاكاة، وتحسين أنظمة واجهات الطحالب.
- تقييم الأثر البيئي والاقتصادي لدمج واجهات الطحالب باستخدامBIM

1.7- منهجية البحث:

من أجل تحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المنهج الوصفي و لدراسة أهمية استخدام واجهات الطحالب على الغطاء الخارجي للمباني كبديل عن الالواح الزجاجية و لتخفيف الحمل الحراري عن المباني.

كما سيتم استخدام المنهج التجريبي و ذلك لدراسة حالة افتراضية لمبنى عام لإثبات فروض البحث.

1.8- أدوات البحث:

- **الأدوات و المصادر النظرية:** تتمثل في الكتب والمراجع العربية والأجنبية ذات العلاقة، والدوريات والمقالات والتقارير، والأبحاث والدراسات السابقة التي تناولت موضوع الدارسة، والبحث والمطالعة في مواقع الإنترنت المختلفة.

1.9- مجتمع الدراسة و عينتها:

- تم اجراء البحث على مبنى إداري حكومي في حلب ذو واجهات زجاجية واسعة.
- تم إجراء البحث على المهندسين من أقسام مدني و عمارة و ميكانيك و كهرباء الذين يعملون بالتصميم المستدام و العمارة الخضراء.

1.10- حدود البحث:

- **الحدود المكانية:** ضمن الجمهورية العربية السورية في محافظة حلب.
- **الحدود البشرية:** المهندسين من أقسام المدني و العمارة و الميكانيك و الكهرباء الذين يعملون بالتصميم المستدام و العمارة الخضراء في سوريا.
- **الحدود الزمانية:** هو المدة الزمنية التي استغرقت لإنجاز الدراسة و هي الفترة الواقعة بين الشهر التاسع 2024 و حتى الشهر الأول 2025
- **الحدود العلمية:** تركز هذه الدراسة على الأثر الإيجابي لاستخدام واجهات الطحالب في تحسين جودة الهواء الداخلي و تأمين المياه الساخنة و تقليل الاستهلاك الطاقي.

1.11- الدراسات السابقة:

- **دراسة حالة مبنى جامعة الشرق الأوسط في فلسطين:**

ركزت الدراسة الحالية على تحليل التأثير المحتمل لدمج الطحالب الدقيقة الحية في الواجهات المبنية ، نافذة الطحالب ، على تقليل استهلاك الطاقة للمبنى[4].

تمت زراعة نوعين من الطحالب الدقيقة من Chlamydomonas reinhardtii و Chlorella vulgarisودُرست كثافة خلايا التأثير على اختراق الضوء وانتقال الحرارة.حيث تم استخدام التأثيرات المقاسة تجريبياً لنوعين من الطحالب الدقيقة المدروسة لحساب معامل التوصيل الحراري ، النفاذية المرئية و معامل اكتساب الحرارة الشمسية لنافذة الطحالب.و بناءً على النتائج التجريبية ، تم تقدير تأثير نافذة الطحالب على استهلاك الطاقة من خلال دراسة محاكاة شاملة داخل فراغ مكتبي في مبنى بورتر المعتمد من LEED في جامعة تل أبيب ، إسرائيل.

أظهرت النتائج أن دمج الطحالب الدقيقة في النوافذ لديه القدرة على تحسين كفاءة الطاقة في المبنى المدروس في ظل ظروف مناخ البحر الأبيض المتوسط.

و قد تم تقدير تأثير نافذة الطحالب على استهلاك الطاقة مقارنة بالزجاج الفردي والزجاج المزدوج ، ووجد أنه يختلف اختلافًا كبيرًا وفقًا لاتجاه الواجهة في كلا نوعي الطحالب الدقيقة ؛ فعند التركيزات القصوى في نافذة الطحالب مقارنةً بنافذة زجاجية واحدة ، بلغ توفير الطاقة ما يصل إلى 20 1 KWh m 2 year في الجنوب ، 8 1− KWh m −2 year في الشرق ، 14 1− KWh m 2 year في الغرب ، وتزيد الطاقة حتى 18 1− KWh m −2 year في الشمال[4].

تم العثور على ثلاثة عوامل لشرح الاختلاف في أداء توفير الطاقة في نافذة الطحالب وهي تركيز الطحالب وحجم النافذة والعامل المركب لتركيز الطحالب مع حجم النافذة التي كان لها أكبر تأثير على تقليل استهلاك الطاقة.

تقترح هذه الدراسة أن دمج زراعة الطحالب الدقيقة في نوافذ المباني يمكن أن يوفّر الطاقة للمبنى ويعالج عوامل التصميم الرئيسية التي يمكن أن تؤثر على المدخرات وكذلك على الجوانب النشطة الأخرى التي ينطوي عليها النظام مثل إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية الطحلبية التي له تطبيقات متعددة في البيئة العمرانية.

تركز المنهجية في هذه الدراسة على تقدير التأثير النشط لنظام نافذة الطحالب من خلال ثلاث مجموعات فرعية - خلية واحدة من الطحالب الدقيقة ، ونافذة بها المفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب الدقيقة مضمنة بخلايا مفردة متعددة ومساحة الغرفة داخل هيكل المبنى.

يعتمد تقدير استهلاك الطاقة على نهج تكاملي بين المعلمات المقاسة للخصائص الحرارية والبصرية لأنواع الطحالب الدقيقة المزروعة وأداة النمذجة لمحاكاة تأثير أنواع الطحالب المدروسة على استهلاك الطاقة ضمن تكوينات نافذة مختلفة في دراسة فراغ الغرفة.[4]

بالإضافة لاستخدام البرمجيات لـ Grasshopper و Rhinoceros ، وهو برنامج نمذجة ثلاثية الأبعاد ، يساعدان في استكشاف وتقييم الأداء البيئي.

حيث تم تطبيق دراسة المحاكاة في مساحة مكتبية في مبنى مدرسة بورتر للدراسات البيئية في جامعة تل أبيب ، فلسطين. حصل المبنى على أعلى درجات لمعايير المباني الخضراء المعتمدة ؛ LEED Platinum وتصنيف فلسطين الماسي القياسي للمباني الخضراء IS 5281 و تم استخدام بيانات الطقس المناخي لتل أبيب لتقييم جميع الحالات: تقع تل أبيب على سهل على طول الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط (32 ° 06 شمالاً 34 ° 47 شرقاً) وتتميز بالحرارة والجو و التي تحاكي منطقة الشرق الأوسط و الحالة التي سنفترضها في سوريا.[4]

- **Algae Windows A Novel Approach Towards2024**

تقدم هذه الدراسة نهجًا مبتكرًا، يستغل المفاعلات الحيوية الضوئية (PBRs) كنافذة للطحالب لتحسين كفاءة الطاقة وحماية البيئة في تصميم المباني. يقدم دمج أنظمة زراعة الطحالب الدقيقة في النوافذ طريقًا واعدًا لتحقيق فوائد متعددة الأوجه، بما في ذلك توفير الطاقة وتحسين مستويات ضوء النهار الداخلي وإنتاج الماء الساخن واحتجاز الكربون. يقدم هذا العمل البحثي استكشافًا شاملاً لهذا المفهوم المتطور من خلال استخدام المحاكاة والتحليلات. ويتعمق في جوانب مختلفة، بما في ذلك أداء الطاقة وأحمال التبريد وتوزيع ضوء النهار وتوليد الماء الساخن. تُظهر الغرفة النموذجية المجهزة بنوافذ الطحالب انخفاضًا كبيرًا في استهلاك طاقة التبريد بسبب تأثير التظليل للطحالب. ويؤكد تحليل ضوء النهار كيف يمكن لنوافذ الطحالب أن تضيء المساحات بشكل فعال مع تقليل الحاجة إلى الإضاءة الاصطناعية. علاوة على ذلك، تكشف الدراسة عن إمكانات هذه النوافذ لتسخير الطاقة الشمسية لإنتاج الماء الساخن، مما يوفر حلاً مزدوج الغرض.

على الرغم من الوعد، فإن هذا العمل يعترف بالتحديات القائمة المرتبطة بتبني التكنولوجيا، والتي تشمل الحواجز التقنية والاقتصادية والتنظيمية. كما يؤكد على الدور الحاسم للحكومات في تعزيز اللوائح المواتية، وتحفيز الاستثمارات، وزيادة الوعي العام لتسريع استخدام نوافذ الطحالب. تقدم

نوافذ الطحالب حلاً شاملاً من خلال التخفيف من استهلاك الطاقة، والحد من انبعاثات الكربون، وتحسين البيئات الداخلية في نفس الوقت.[3]

و تُعرف الطحالب بكفاءتها العالية في تحويل الطاقة الشمسية إلى كتلة حيوية، وتوفر العديد من المزايا مقارنة بالوقود الحيوي التقليدي المشتق من المواد الخام الصالحة للأكل.بالإضافة أنه يستخلص من هذا المرجع دراسة تحليل ضوء النهار و حمل تبريد الغرفة و استهلاك الطاقة و القوانين المستخدمة لحساب الحمل الحراري و تأكيد الدراسات النظرية مع محاكاتها على البرامج الهندسية حيث تمت محاكاتها على برامج Ecotect لتحليل ضوء النهار الذي يؤثر في المبنى. بالإضافة لتحليل نوع الطحالب المناسب و لتحديد المعاملات المؤثرة على الأداء الطاقي و البيئي للمبنى بالتالي مطابقتها أيضا لمعايير LEEDللاستدامة و العمارة الخضراء. [3]

- **Thermal and energy performance of algae bioreactive façades:**

إجراء مقارنة بين هذا النظام والجدران الخضراء والواجهات المزدوجة من حيث أدائها الحراري ، تم وصف المعاملات البارزة التي تؤثر على الوظيفة الحرارية لواجهة المفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب الدقيقة.[5]

- **Framework for evaluating and optimizing algae façades using closed-loop simulation analysis integrated with BIM:**

، يستكشف هذا البحث هيكلية معينة لتطبيق واجهات الطحالب من خلال تمكين التحقيق في متطلبات أنظمة البناء بطريقة شاملة ، وتحليل الطاقة وتدفق النفايات الذي يشمل واجهة الطحالب ، وتقييم أدائها.

لذلك ، يهدف هذا البحث إلى تطوير إطار عمل لتقييم الجدوى الاقتصادية واجهات الطحالب في سياقات البناء المختلفة.

يوضح هذا المرجع موضوع تكامل التصميم مع أنظمة واجهات الطحالب بناءً على التحقيق الأولي للمعلومات المطلوبة ، تم دمج واجهة الطحالب كمكون BIM في هذا القسم من خلال بناء مكون ثلاثي الأبعاد.

قام هذا البحث بتعديل مكون النافذة الحالي ، والذي يتم تحديده من خلال المقارنة بين مكون الحائط الساتر الحالي ومكون النافذة.مقارنة بين إنشاء واجهة الطحالب في مكونات المجموعة المختلفة بناءً على تركيبات

واجهة الطحالب، فإن مجوعة النوافذ الأكثر ملاءمة مجموعة مكونات واجهة الطحالب من مجموعة الحائط الساتر.[14]

- **Microalgae: Prospects for greener future buildings**

نتيجة للطلب العالمي المتزايد على الطاقة ، إلى جانب استنفاد الموارد والتركيز المتزايد على التخفيف من آثار تغير المناخ وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري ، ظهرت حاجة ملحة لتطوير موارد الطاقة المتجددة.
في المشهد المعماري ، اعتدنا على رؤية المباني المدمجة مع الخلايا الكهروضوئية وتوربينات الرياح.
على الرغم من المساهمة الكبيرة للكتلة الحيوية كمنتج للطاقة النظيفة ، فإن دمج الكتلة الحيوية في الهندسة المعمارية متواضع للغاية ولا يزال في مراحله الأولية.
يمكن للطحالب الدقيقة ، باعتبارها كتلة حيوية نباتية ، أن تتفوق على الموارد المتجددة الأخرى من خلال قدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون ، وإعادة تدوير مياه الصرف الصحي ، وإطلاق .O2
تتطلب الخبرة المحدودة فيما يتعلق ببناء المفاعلات الحيوية الضوئية المتكاملة للطحالب الدقيقة إلقاء الضوء على بعض المشكلات.[12]

لذلك ، تهدف هذه الورقة إلى استكشاف ما يلي: الأنواع المناسبة من PBRs للتكامل مع المباني ، العملية الحيوية الشاملة واعتبارات التصميم المتعلقة بـ PBRs ومتطلباتها الفنية ، الأداء البيئي والحيوي لـ PBRs ، تحدياتهم آفاقهم و فرصهم وهكذا ، تتكون منهجية البحث من : مراجعة المقالات الصادرة بشأن الطحالب الدقيقة و PBRs ، مراجعة وتحليل ثلاثة PBRs متكاملة البناء وثلاثة PBRs المتكاملة الحضرية ، و مراجعة الأداء البيئي والحيوي للبناء المتكامل. لخص البحث أن التعايش بين PBRs والواجهات يواجه بعض التحديات ، بما في ذلك : البنية التحتية لمعمل التكرير الحيوي توفير مصدر لثاني أكسيد الكربون التكلفة الأولية العالية.
من ناحية أخرى ، يتم تمثيل الآفاق البيئية متعددة الأوجه لبناء PBRs المتكاملة في توفير الطاقة، الحد من انبعاثات غازات الدفيئة ، إطلاق الأكسجين والهيدروجين، إنتاج الوقود الحيوي، معالجة مياه الصرف الصحي.[12]

- **حاصل الذكاء الحيوي: BIQ**

مبنى BIQ هو أول مبنى يعمل بالطاقة الطحالب في العالم. قادت شركة Arup المشروع بالتعاون مع شركة الاستشارات الألمانية SSC لمعرض البناء الدولي 2013 (IBA) في هامبورغ ، ألمانيا

حاز المبنى على جائزة في مسابقة أرض الأفكار التصميمة 14/2013

يستخدم التصميم مفهوم المفاعلات الحيوية الضوئية المسطحة المثبتة لأول مرة في منزل BIQ لإنتاج الحرارة والوقود الحيوي (الغاز الحيوي) ، بهدف إنشاء مبنى ذاتي الاستدامة حيث سيتم تغطية الطلب على الطاقة للمبنى من قبل زراعة الطحالب.

تعتبر واجهة المفاعلات الحيوية الضوئية ، التي تحمل علامة Arup and Colt باسم ""SolarLeaf" واجهة المفاعل الحيوي ، أول نظام واجهة في العالم يزرع الطحالب الدقيقة لتوليد الحرارة والكتلة الحيوية كمصادر طاقة متجددة.

تعتمد واجهة SolarLeaf على فكرة استخدام العملية الكيميائية الحيوية لعملية التمثيل الضوئي لتصميم المباني الموفرة للطاقة و هي شبيه جداً بعمل جدار ترومب للتدفئة و الاستفادة من الحرارة.

تمتلئ الألواح الزجاجية المسطحة بمزيج من الطحالب الدقيقة ، وتلتقط الحرارة والضوء من الشمس وتغذيها بثاني أكسيد الكربون والمواد المغذية لإنتاج الكتلة الحيوية لتوليد الكهرباء والوقود الحيوي.

BIQهو مبنى سكني مكون من خمسة طوابق.

توجد واجهات الطحالب الدقيقة PBR في الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية.

يدعم مفهوم البناء الشامل PBRs للمبنى.

يتضمن مفهوم البنية التحتية هذا:

1- توريد ثاني أكسيد الكربون

2- الإمداد بالمغذيات

3- ترشيح الكتلة الحيوية وحصادها

4- مراقبة درجة حرارة السائل المستنبت والتحكم فيه

5- تجميع الحرارة وتخزينها وتوزيعها

6- الكتلة الحيوية للطحالب

إلى مصنع الغاز الحيوي ليتم تحويله إلى ميثان ليتم معالجته لاحقًا إلى كهرباء.

يمكن تشغيل النظام تلقائيًا (بما في ذلك الإمداد بالمغذيات) ، وبالتالي الحفاظ على تكاليف الصيانة .

1.12- المصطلحات العلمية للبحث:

المفاعلات الحيوية الضوئية، الحمل الحراري الغطاء الخارجي للمبنى معايير LEED ، نافذة الطحالب، حفظ الطاقة، انتاج الكتلة الحيوية، المباني الخضراء، جودة الهواء الداخلي، أنواع الطحالب، تكامل المبنى بالمفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب، تكامل الواجهات المعمارية مع BIM، العمارة الحيوية.

1.13- هيكل البحث:

- فكرة عن البحث المطروح
- مشكلة البحث
- فرضيات البحث
- أهمية البحث
- هدف البحث
- منهج البحث
- أدوات البحث
- مجتمع البحث و عينته
- حدود البحث

الفصل الثاني: الإطار النظري للبحث

ملخص الفصل:

يستعرض هذا الفصل أهمية الاستدامة و معاييرها و عن الطاقات المتجددة و لاسيما الجيل الرابع من الوقود الحيوي و هو الطحالب و دمجه بالواجهات المعماري لتحسين جودة الهواء الداخلي مع التركيز على استخدام تقنيات BIM في هذا البحث.

مخطط الفصل:

- لمحة عن الاستدامة و معاييرها و أهمية تحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى
- لمحة عن أنظمة الطحالب مع الواجهات المعمارية لتحقيق الاستدامة و لمحة عن BIM
- الطحالب كمصدر للطاقة المتجددة
- معاملات التصميم الأساسية للوحة المفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب
- المباني المستدامة ذات الواجهات و المفاعلات الضوئية و تكاملها مع نظام و لمحة عنهBIM
- إطار محاكاة الحلقة المغلقة على أساس BIM
- تحديد متطلبات تطبيق واجهات الطحالب في المباني
- تكامل التصميم مع أنظمة واجهات الطحالب
- المنهجية و النظرية الأساسية لتنفيذ الواجهة
- معاملات التصميم الأساسية للوحة المفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب
- آلية عملها و انتاجيتها
- تصميم النوافذ

2.1.لمحة عن الاستدامة و معاييرها و ارتباطها بتحسين جودة الهواء الداخلي للمبنى:

يتم تعريف الاستدامة من الناحية الاقتصادية على أنه النمو الذي يلبي احتياجات الأجيال الحالية دون المساس بفرص و إمكانيات جيل المستقبل. بالإضافة إلى ذلك ،تعرف الاستدامة كمفهوم مستخدم في الشركات على أنها تطوير لثلاث مبادئ و التي هي الأداء البيئي و الاجتماعي و المالي و ترتبط هذه المبادئ بمفاهيم أهداف التنمية المستدامة و كل منها مترابط و متساوي بالأهمية ذاتها.

يتزايد قبول مصطلح الاستدامة في جميع أنحاء العالم بما في ذلك الشركات الي تستخدمه لإظهار أعملالهن لأفضل الممارسات.

يعّرف يونغ 1997 الاستدامة على أنها امتداد أو مقياس لكيفية عيش الناس بشكل جيد في وئام مع البيئة من خلال مراعاة رفاهية الناس و احتياجات جيل المستقبل و الحفاظ على البيئة. يصف يونغ أيضاُ الاستدامة من حيث المجتمع و النظام البيئي و الاقتصاد و التي سيؤثر تأثيرها على أحد هذه المصطلحات على المصطلحيين المتبقيين لأن هذين المصطلحين مترابطان.

كما تشير الاستدامة إلى قدرة البيئة على تلبية المتطلبات الأساسية لوجود كل من الكائنات الحية و غير الحية من المناهج الاجتماعية و الثقافية و البيئية و الاقتصادية بطريقة لن تعيق أو تحد من القدرة لكلا الجيلين لتلبية احتياجاتهم في جميع المجالات البيئة. و مع ذلك يجيب أن تكون الاحتياجات البشرية متوازنة لتكون قادرة على تحمل قدرة الكوكب و حماية القدرة علي تلبية احتياجات جيل المستقبل. و بالتالي هنالك حاجة أيضاً إلى تحقيق قدر من العدالة الاقتصادية بين الأشخاص و المجتمعات و الأجيال فضلاً عن بذل جهود اجتماعية لضمان احترام حقوق الإنسان و كرامته.

كما تعرف الاستدامة بأنها شرط يسمح باستمرار الوجود البشري و سيتم تحقيق هذا الهدف و الأهداف من خلال مبادئ التنمية المستدامة.

2.1.1العمارة الخضراء:

تشكل العمارة الخضراء نهج معماري شامل بينما تشكل المباني المستدامة ممارسة وتطبيق للوصول لديمومة البناء.

هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية، فهي دعوة إلى التعامل مع البيئة بشكل أفضل يتكامل مع محدداتها، تسد أوجه نقصها أو تصلح عيبها أو تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئي ومصادره، ومن هنا جاء وصف هذه العمارة بأنها خضراء.

مثلها كالنبات الذي يحقق النجاح في مكانه حيث أنه يستفيد استفادة كاملة من المحيط المتواجد فيه للحصول على متطلباته الغذائية، فالنبات كلما ازداد عمرا ازداد طوال فهو لم يخلق مكتملا منذ بدايته حتى يصل إلى

مرحلة الاستقرار، ومن هذه الناحية بالذات اقترن اسم العمارة الخضراء بمرادف آخر وهو التصميم المستدام.

أن تفعيل تطبيق مفاهيم العمارة الخضراء وممارسات الاستدامة في صناعة البناء ال يمكن أن يتم إلا عن طريق المعماريين والمهندسين المؤهلين في هذا المجال، وهو ما سيقود إلى إيجاد الحلول الملائمة للمشاكل البيئية والاقتصادية والوظيفية.

العمارة الخضراء نهج البيئة المبنية ويشمل اتباع نهج شامل لتصميم المباني. كل الموارد التي تدخل مبنى، سواء كانت مواد الوقود أو مساهمة المستخدمين تحتاج إلى النظر في حال العمارة المستدامة ومن المقرر أن تنتج. المباني الخضراء المنتجة حل ينطوي على كثير من القضايا والاحتياجات المتضاربة. كل تصميم الآثار البيئية المترتبة على هذا القرار. تدابير للمباني الخضراء يمكن تقسيمها إلى مجالات هي:

إلى مجالات هي:

1-الحد من استخدام الطاقة.

2-التقليل من التلوث والضرر البيئي.

إن "المباني المستدامة" و "العمارة الخضراء" ليست ترفا أكاديمياً و لا توجها نظرياً أو أماني و أحلام لا مكان لها من الواقع، بل إنها تمثل توجهاً تطبيقياً عالمياً وممارسة مهنية واعية بدأت تتشكل ملامحها وأبعاده.

2.1.2. - البناء المستدام:

الحاجة إلى بناء مسؤول لتحقيق الاستدامة تولد مفهوم البناء المستدام. يتطور هذا المفهوم عندما يبحث أحد المشاركين في المشروع عن وسائل بيئية بديلة لتنفيذ أنشطة البناء المتعلقة بمبادئ الاستدامة. يصف هذا المفهوم أهمية التنمية المستدامة في صناعة البناء.

هناك العديد من التعريفات المتعلقة بمفهوم البناء المستدام. في معظم الحالات، يتم تعريفه على أنه بناء ذو تأثير صفري؛ هذا يعني أن أنشطة البناء ليس لها تأثير سلبي على البيئة، أو التأثير الاجتماعي والاقتصادي. يعرف البناء المستدام بأنه بناء هياكل أو مرافق صحية أو بيئة مبنية باستخدام مبادئ فعالة من حيث الموارد والاقتصاد البيئي للمجتمع البيئي.

البناء المستدام كعملية دورة حياة كاملة في البناء، فهو يحدد البناء القابل للاستمرار على أنه تطبيق مبادئ التنمية المستدامة على دورة حياة البناء الكاملة أو الكاملة من استخراج و إنتاج و إثراء المواد الخام إلى تخطيط و تصميم و بناء الهيكل إلى هدم أو تفكيك وإدارة نفاياته.

هدف هذه العملية إلى استعادة العالقة بين البيئة المبنية والطبيعة والحفاظ عليها، وبالتالي إنشاء ملاجئ تحافظ على كرامة الإنسان وتساعد على العدالة الاقتصادية. "البناء المستدام كجزء من التنمية المستدامة التي تشمل دورة الحياة الكاملة لأنشطة البناء بدءاً من التصميم والمناقصة واختيار المواد وتخطيط الموقع بدء وتقليل النفايات"

ينظر برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2003 إلى البناء المستدام على أنه استخدام أو تعزيز كفاءة الطاقة في البناء و إدارة أنشطة البناء و نفايات الهدم و المواد الصديقة للبيئة و أيضاً قد أشار الى أن ممارسة البناء المستدام تتضمن طرقاً مختلفة لتنفيذ مشاريع البناء أو الأنشطة التي لها تأثير أقل على البيئة و تشمل هذه الطريقة منع إنتاج النفايات و إدارة النفايات و المفيدة للمجتمع و أيضاً كان محترفاً لشركة بناء.

يمكن تعريف البناء المستدام على أنه ممارسات البناء التي تسعى جاهدة لتحقيق الجودة المتكاملة، أي الأداء الاقتصادي و الاجتماعي والبيئي، بطريقة أوسع. ومع ذلك، فإن الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية والإدارة الفعالة لمواد البناء سيعزز الموارد الشحيحة والادخار والحفاظ على الطاقة وتحسين جودة البيئة.

تتضمن الاستدامة البيئية إنشاء و إصلاح و إدارة منشآتنا أو هياكلنا مع الاستخدام الفعال و الفعال للموارد الطبيعية، وتقليل إنتاج النفايات من خلال الاستخدام الفعال للموارد الطبيعية، ومنع الآثار السلبية على البيئة من خلال تقليل التأثير على البيئة.

الاستدامة الاجتماعية: هذا التعامل مع تشجيع التماسك الاجتماعي وخلق بيئة صحية وآمنة للجميع من خلال الاستجابة لاحتياجات الناس خلال عملية البناء.

الاستدامة الاقتصادية: تتعامل مع زيادة الربحية من خلال الاستخدام الفعال لجميع موارد البناء، على سبيل المثال المياه والطاقة والعمالة والمواد الأخرى، وبناء هياكل فعالة من حيث التكلفة مناسبة للغرض أو تلبي احتياجات المستخدمين من خلال تقليل تكاليف التشغيل و إطالة عمر خدمة هيكلنا من خلال الإصلاحات الفعالة والسريعة وأنظمة الصيانة.

2.1.3.مبادئ البناء المستدام:

هناك ستة مفاهيم أو مبادئ اقترحها CIB 1996 و Kate Miya 1996للبناء المستدام. هذه المبادئ ضرورية لتحقيق النجاح في عملية البناء المستدام أو الممارسات المستخدمة في المفاهيم الستة وهي:

1-تحسين إمكانات الموقع:

سواء كان تصميم مبنى جديد أو تعديل مبنى قائم، يجب أن يتكامل تصميم الموقع مع التصميم المستدام لتحقيق مشروع ناجح ويبدأ باختيار الموقع المناسب، بما في ذلك إعادة تأهيل المبنى الحالي. يؤثر موقع المبنى واتجاهه وتنسيقه على النظم البيئية المحلية وطرق النقل واستخدام الطاقة.

وفقاً للجنة المستدامة التابعة لمجموعةWBDG ، يجب أن يقلل موقع المبنى المستدام و يتحكم فيه أو يعالج جريان مياه الأمطار. إذا كان ممكناً و الحرص على دعم النباتات و الحيوانات المحلية في المنطقة في تصميم المناظر الطبيعية.

2-تحسين استخدام الطاقة:

يعد تحسين أداء الطاقة في المباني القائمة أمراً مهماً لزيادة استقلال الطاقة. يعد تشغيل المباني الخالية من الطاقة الصافية إحدى الطرق لتقليل اعتمادنا بشكل كبير على الطاقة المشتقة من الوقود الأحفوري.

3-حماية المياه والحفاظ عليها:

تزداد ندرة موارد المياه العذبة في الواليات المتحدة. تصميم وبناء مستدام للمباني هو الذي يستخدم المياه بكفاءة لتقليل التأثير الذي يؤثر على مخزون المياه العذبة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يشجع البناء المستدام وتصميم المباني على ممارسة إعادة تدوير المياه في بعض المشاريع في الموقع عندما يكون ذلك ممكناً.

4-تحسين مساحة البناء واستخدام المواد:

مع استمرار نمو سكان العالم؛ استخدام الموارد الطبيعية(والطلب عليها) آخذ في الازدياد. تم تصميم عادة استخدامها بالطريقة الأكثر إنتاجية و و استدامة خلال دورة حياته بأكملها.

يمكن أن يساعد استخدام المواد المستدامة أيضاً في تقليل التأثيرات البيئية مثل الاحتباس الحراري و نضوب المواد السمية. ووفقاً لموقع org.wbdg تقلل المواد المفضلة بيئياً التأثيرات على صحة الإنسان والبيئة، وتساهم في تحسين سلامة وصحة العمال، وتقليل المسؤوليات، وتقليل تكاليف التخلص.

5-تحسين ممارسات التشغيل والصيانة:

يواجه مالكو المباني تحديات فريدة لتلبية الطلبات المتزايدة لتصميمات المباني المستدامة الجديدة أو المجددة والمتوازنة مع بيئات آمنة ومأمونة ومنتجة.

من خلال التعاون، يمكن للمهندسين والمعماريين ومقاولي الموقع الآخرين تحديد المواد والأنظمة التي تبسط الممارسات التشغيلية وتقلل من متطلبات الصيانة. في الموقع وداخل المنشأة، لا تهدف هذه الممارسات فقط إلى تقليل متطلبات المياه والطاقة، وتتطلب استخدام مواد كيميائية أقل سمية، ولكنها أيضاً فعالة من حيث التكلفة وتقليل تكاليف دورة الحياة. هناك العديد من الأسباب التي قد تجعل المالك أو مدير البرنامج يختار ممارسة الاستدامة بما في ذلك:

1 - انخفاض التكاليف

2 - انخفاض المسؤولية

3 - إدارة والتخلص من المواد بكفاءة وفعالية

4 - الصورة المحسنة في المجتمعات

5 - مسؤولية الشركات على المدى القصير والطويل

6-تحسين جودة البيئة الداخلية IEQ:

تؤثر جودة البيئة الداخلية للمبنى بشكل كبير على صحة مستخدمي بالبناء و راحتهم و إنتاجيتهم. من بين السمات الأخرى يزيد المبنى المستدام من ضوء النهار إلى الحد الأقصى، ويتمتع بالتهوية المناسبة و التحكم في الرطوبة، ويحسن الأداء الصوتي، ويتجنب استخدام المواد ذات الانبعاثات العالية من المركبات العضوية المتطايرة.

على الرغم من أن جميع المباني تتطلب تدابير مختلفة، إلا أن تعديلات HVAC يمكن أن تقطع شوطاً طويلاً نحو تحسين جودة الهواء التجاري.

2.1.4.مكونات البناء المستدام للمشروع:

خلال مرحلة التصميم، يجب أن يأخذ التصميم المستدام للمشروع في الاعتبار المعايير المصممة والمهمة للمشروع، والتي قد تشمل الموقع والبناء والتوجيه والهيكل والأنظمة وتشغيل وهدم الهيكل وتأثيرات كل قرار على مرحلة واحدة من المشروع سوف تؤثر أو تؤثر على المراحل الأخرى من المشروع .

المكونات الأساسية للبناء المستدام خلال مرحلة التصميم هي كما يلي:

1-الموقع: البدء في بناء مستدام فعال يبدأ بتحديد موقع جيد. الموقع الجيد هو موقع يتمتع بحالة جغرافية جيدة ويضمن الحد الأدنى من فقدان التنوع البيولوجي. يجب التأكد من قابلية تعرض الموقع للمخاطر الطبيعية وتصميمها وفقاً لذلك.

2 - النفايات: توليد النفايات ومخلفات البناء هي قضية رئيسية في مشروع البناء وصناعة البناء بشكل عام.

3 - المواد: يتضمن هذا اختيارات المواد لتحقيق البناء المستدام، خاصة لاختيار المواد، والتي تلعب دوراً كبيراً وحيوياً. يجب أن تكون المواد المستخدمة غير قابلة للاحتراق وتؤثر بشكل إيجابي على جودة الهواء الداخلي. يجب التأكد من دورة حياة المواد فيما يتعلق بقدرتها على إعادة استخدامها، عادة تدويرها، وأخذها في الاعتبار لاستخدامات الطاقة في إنتاجها، ومتانتها، وتوافرها، وتكلفة النقل. يتمثل دور التصميم المستدام في تقليل استهلاك المواد واستنفاد الموارد بالإضافة إلى تقليل دورة حياة المواد على البيئة. لتحقيق

الاستدامة من خلال اختيار المواد؛ يجب استخدام المواد من مصادر متجددة قابلة لإعادة الاستخدام و قابلة للتحلل البيولوجي و المواد المنتجة محلياً.

4-الطاقة: استخدام غير فعال للطاقة لإنتاج مواد البناء. مثل التدفئة والإضاءة وغيرها من المعدات ستزيد من تكلفة الطاقة في حين أن الاستخدام الفعال للطاقة يمكن أن يقلل من تكلفة الطاقة ويحسن حالة الراحة، ويعيد التأثير السلبي على البيئة بالإضافة إلى تقليل التأثيرات من إنتاج الوقود الأحفوري وتوزيعه.

5-المياه: لتحقيق البناء المستدام، يجب أن نحافظ على موارد المياه من خلال ضمان الجودة والتوافر، وتقليل الاستهلاك الكلي للمياه، وتقليل التصريف في المجاري المائية، كما سيقلل من احتياجات معالجة مياه الصرف الصحي.

2.1.5.معايير الاستدامة:

مباني لها تأثيرات واسعة مباشرة وغير مباشرة على البيئة. أثناء البناء، والإشغال، والتجديد، إعادة الاستخدام، والهدم، تستخدم المباني الطاقة، والمياه، والمواد الخام، وتولد النفايات، وتنبعث منها انبعاثات ضارة محتملة في الغلاف الجوي. دفعت هذه الحقائق إلى إنشاء معايير المباني الخضراء، والشهادات، وأنظمة التصنيف التي تهدف إلى التخفيف من تأثير المباني على البيئة الطبيعية من خلال التصميم المستدام.

ازداد الدافع نحو التصميم المستدام مع إطلاق طريقة التقييم البيئيBREEAM لمؤسسة أبحاث البناء في عام ،1990 وهو أول نظام تصنيف للمباني الخضراء في العالم. م. في عام ،2000 اتبع مجلس المباني الخضراء الأمريكي USGBC حذوه و قام بتطوير و إصدار معايير تهدف أيضاً إلى تحسين الأداء البيئي للمباني من خلال نظام تصنيف الريادة في الطاقة والتصميم البيئي LEED للبناء الجديد.

منذ هذا الإصدار الأول، واصلت LEED نموها لتشمل أنظمة التصنيف للمباني القائمة والأحياء بأكملها. استجاب آخرون أيضاً إلى الاهتمام المتزايد والطلب على التصميم المستدام بما في ذلك مبادرة المباني الخضراء GBI التي تم إنشاؤها لمساعدة الرابطة الوطنية لبناة المنازل NAHB في الترويج لإرشادات المباني الخضراء للهياكل السكنية. على الرغم من تطويره في الأصل لكندا، ساعد GBI في إتاحة Globes Green للاستخدام في الولايات المتحدة في عام2005 .

تم تطوير أنظمة تصنيف إضافية تأثرت بهذه البرامج المبكرة ولكنها مصممة وفقاً لأولوياتها ومتطلباتها الوطنية أو تسعى إلى تجاوز حدود السياسة الحالية وممارسات البناء لمعالجة القضايا الأوسع للاستدامة أو

تطور المفاهيم مثل صافي الطاقة صفر، والمعيشة، والتجديد، ومفاهيم البناء الإصلاحية التي تعمل على تحسين البيئة الطبيعية، أو تلك التي تمثل عمليات الطبيعة.

بدأت معايير المنتجات الخضراء أيضاً في الظهور في السوق في الثمانينيات وازدت في التسعينيات. في البداية تم تطوير العديد من معايير المنتجات الخضراء استجابة للمخاوف المتزايدة بشأن سمية المنتج و تأثيره على صحة الأطفال و جودة البيئة الداخلية للمبنى. في القرن الحادي والعشرين، عندما أصبحت المخاوف المتزايدة بشأن الاحتباس الحراري ونضوب الموارد أكثر بروزاً ودعمها بالبحث، زاد و عدد و نوع معايير وشهادات المنتجات الخضراء. توسع التركيز أيضاً ليشمل نطاقاً أوسع من القضايا البيئية وتأثيرات المنتجات أثناء تصنيعها واستخدامها و إعادة استخدامها. بينما لا يوجد حتى الآن تعريف عالمي للمنتج الأخضر فإن هذه المنتجات تهدف إلى تلبية الادعاءات بأنها تقدم فوائد بيئية وتلتزم بمعايير معينة.

هناك تكاثر في برامج المعايير والتصنيف والشهادات في السوق للمساعدة في توجيه وتوضيح وتوثيق الجهود المبذولة لتقديم مبان مستدامة وعالية الأداء. هناك المئات من شهادات المنتجات الخضراء في العالم، والعديد منها قيد الاستخدام في الولايات المتحدة، وتستمر الأرقام في النمو.

هنالك أيضاً برامج تصنيف المباني الخضراء قيد الاستخدام في جميع أنحاء العالم وهي تختلف في نهجها مع بعض المتطلبات الأساسية المحددة والاعتمادات الاختيارية، بينما يتخذ البعض الآخر نهجاً توجيهياً ، و لا يزال البعض الآخر يقترح متطلبات قائمة على الأداء يمكن تلبيتها بطرق مختلفة لمختلف المنتجات وأنواع المشاريع. نتيجة لذلك، قد يكون تحديد المعايير والشهادات وبرامج التصنيف الأكثر مصداقية وقابلية للتطبيق في مشروع معين أمراً طويلاً . توفر هذه الصفحة مقدمة لبعض المصطلحات الشائعة الاستخدام ولمحة عامة عن أكثر معايير منتجات المباني الخضراء المعترف بها على نطاق واسع، وبناء برامج التصنيف والشهادات المستخدمة حالياً مع التركيز على كيفية تنوعها وبعض المشكلات التي يجب مراعاتها عند اختيارها.

2.1.6.معيار البناء:

المعيار عبارة عن مجموعة من الإرشادات والمعايير التي يمكن على أساسها الحكم على المنتج. يتم إنشاء المعايير المشتركة المتعلقة بممارسات البناء من خلال عمليات الإجماع من قبل منظمات مثلANSI أو ASTM أو ASHRAE. تدعم منظمة المعايير الدولية ISO حوكمة المعايير والشهادات لتي تحدد وتطور المعايير العالمية التي غالباً ما تصبح قانوناً أو تشكل أساساً لمعايير الصناعة. و تعرف ISO

المعيار أنه "مستند، تم إنشاؤه بالإجماع، ومعتمد من هيئة معترف بها والتي تنص على الاستخدام الشائع والمتكرر كقواعد أو إرشادات أو خصائص للأنشطة أو نتائجها."

قد تكون المتطلبات الموجودة في المعايير إما إلزامية تحديد طرق الإنجاز أو قائمة على الأداء توضح توقعات النتائج النهائية. إن المعايير القائمة على الإجماع، التي تم تطويرها من خلال عملية إجماع رسمية طوعية تتمثل في عملية مفتوحة وواجبة، تتمتع بدعم فوري ودعم حكومي وتأثير دولي. وفقاً للقانون الوطني لنقل التكنولوجيا والتقدم يتعين على الوكالات الفيدرالية بموجب القانون اعتماد معايير التوافق الطوعي الحالية للقطاع الخاص بدال من إنشاء معايير خاصة وغير متفق عليها.

تعمل المعايير في كثير من الأحيان كحوافز لتحسين الأداء. العديد من معايير المنتجات الخضراء المتاحة اليوم هي معايير ملكية أو معايير تنظيمية تم تطويرها خارج عملية إجماع ANSI وISO الرسمية. قد تكون هذه الأنواع من المعايير أكثر أو أقل صرامة من معايير الإجماع ويمكن أن تتضمن مستوى معيناً الشفافية والتعليق العام. ومع ذلك، فإن العديد من هذه الأنواع من المعايير موثوق بها لأنها مرتبطة بمجموعة لديها أوراق اعتماد بيئية قوية.

يوفر معيار IES / USGBC / ASHRAE / ANSI2017-189.1 ، وهو معيار لتصميم المباني الخضراء عالية الأداء باستثناء المباني السكنية منخفضة الارتفاع، الحد الأدنى من المتطلبات للموقع والتصميم والبناء والعمليات بلغة إلزامية قابلة للتنفيذ. هذا المعيار شامل ويتضمن فصولاً للموقع، والمياه، وكفاءة الطاقة، وجودة البيئة الداخلية، والمواد. للحصول على وصف تفصيلي للعديد من قوانين ومعايير البناء الأخرى التي تتناول أهداف ومتطلبات الاستدامة، راجع قسم الرموز والمعايير ذات الصلة أدناه ورموز ومعايير الطاقة.[1]

2.1.7.الكود الأخضر:

يستمر تطوير قوانين المباني الخضراء واعتمادها عالمياً والتي تسعى إلى دفع معيار تصميم المباني والبناء إلى مستويات جديدة من الاستدامة والأداء. تأتي الشفرات في شكلين أساسيين: توجيهي وأداء، مع التحول القائم على النتائج ليصبح خياراً ثالثاً متطوراً. المسار التوجيهي هي هو نهج سريع ونهائي ومحافظ للتوافق مع التعليمات البرمجية. يجب أن تلبي المواد والمعدات مستويات معينة من الصرامة، والتي يتم تحديدها كمياً في الجداول. تم تصميم الرموز المستندة إلى الأداء لتحقيق نتائج معينة، بدال من تلبية المتطلبات المحددة لمكونات المبنى الفردية. على سبيل المثال، تحدد الرموز المستندة إلى النتائج مستوى استخدام

الطاقة المستهدف وتوفر القياس والإبلاغ عن استخدام الطاقة للتأكد من أن المبنى المكتمل يعمل على المستوى المحدد.

الفرق الفريد بين الأكواد وأنظمة تصنيف البناء هو أن الرموز إلزامية. مع اعتماد الرموز الخضراء على نطاق واسع، فإن تأثيرها سيغير بيئة البناء بسرعة وعلى نطاق واسع. عند تنفيذ مشروع ما، سواء كان إنشاء جديداً أو تجديداً، تحقق لمعرفة ما إذا كان هناك رمز أخضر محلي أو ولاية تحدد الاتجاه والنطاق الذي يجب أن يتخذه مشروعك.

يوفر قانون البناء الأخضر الدولي IgCC مجموعة شاملة من المتطلبات التي تهدف إلى تقليل التأثير السلبي للمباني على البيئة الطبيعية. إنها وثيقة يمكن للمصنعين والمتخصصين في التصميم والمقاولين استخدامها بسهولة؛ ولكن ما يميزه في عالم المباني الخضراء هو أنه تم إنشاؤه بقصد إدارته من قبل مسؤولي الكود وتبنيه من قبل الوحدات الحكومية على أي مستوى كأداة لدفع المباني الخضراء إلى ما وراء قطاع السوق الذي تم تحويله بشكل تطوعي أنظمة التصنيف.

تم تطويره من قبل مجلس الكود الدولي ICC بالتعاون مع الرعاة المتعاونين ASTM International والمعهد الأمريكية للمهندسين المعماريين AIA. المنظمات الأخرى التي تشير إلى دعمها تشمل مجلس المباني الخضراء الأمريكية USGBC، ومبادرة المباني الخضراء GBI، منتجي نظام تصنيف Globes Green . تم تطوير IgCC ا بقصد أن يكون متسقاً و منسقاً مع عائلةICC للرموز والمعايير:I -Codes وهي قابلة للتطبيق في تشييد المباني التجارية عالية الأداء والهياكل و الأنظمة، بما في ذلك المباني القائمة الخاضعة للتغييرات والإضافات، وذلك باستخدام ممارسات البناء التقليدية والمبتكرة.[1]

2.1.7فوائد استخدام معايير المباني الخضراء وأنظمة إصدار الشهادات:

وفقاً لدارسة أجريت على المباني المعتمدة من LEED ، وجد USGBC أنه يمكن تقليل الطاقة والكربون والمياه والنفايات، مما يؤدي إلى توفير 30 إلى 97 ٪ على التوالي. تخفيض تكاليف تشغيل المباني الخضراء بنسبة ٪8-9 مع زيادة قيمتها إلى ٪7.5 .كما شهدت العديد من المباني المستدامة زيادات تصل إلى ٪6.6 على عائد الاستثمار، وزيادة بنسبة ٪3.5 في الإشغال، وزيادة في الإيجار بنسبة ٪3 تعزى الفوائد الأخرى للمباني الخضراء، مثل زيادة الإنتاجية وزيادة صحة مستخدمي المبنى، إلى جودة البيئة الداخلية الأفضل، والزيادات في ضوء النهار الطبيعي، والمواد والمنتجات الصحية داخل المباني الخضراء.[1]

2.1.8.معايير العمارة الخضراء في سوريا:

ظهرت المعايير في سوريا من الحاجة لتطبيق العمارة الخضراء و الانشاءات الاستدامة للمحافظة على الموارد البيئية و قد تم طرح معايير قابلة للتنفيذ على الأبنية في سوريا مع الإشارة لارتفاع تكلفة تنفيذ بعضها و لكن لا يشترط تنفيذها كافة على المبنى ما بل يمكن أن يعطى كل بناء درجة حسب أهمية و عدد المعايير التي ستطبق عليه، و هي :

1-اختيار و تخطيط الموقع العام.

2-استدامة الموقع.

3-تأمين التواصل الاجتماعي.

4-حمياة البيئة و تنميتها.

5-الحصار المائي.

6-تخفيف الضجيج.

7-جمالية الموقع.

8-انسجام التصميم المعماري مع البيئة المحيطة.

9-التصميم الحراري الأمثل للأبنية.

10-الارتياح الحراري.

11-احكام إغلاق البناء.

12-الاستفادة من ضوء الشمس في الإنارة الطبيعية.

13-التظليل.

14-التهوية الطبيعية.

15-التهوية الميكانيكية.

16-معدات أنظمة التدفئة و التكييف.

17- تسخين المياه بالطاقة الشمسية.

18-تأمين جزء من العمل باستخدام الطاقة الشمسية.

19- التكييف بالطاقة الشمسية.

20-استخدام الطاقات المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية.

21- التصميم الصحيح لنظام الإنارة.[1]

22- استخدام أنظمة التحكم بأجهزة الإنارة.

23-كفاءة التجهيزات و القطع الصحية.

24-معالجة المياه الرمادية والاستفادة منها.

25- معالجة المياه السوداء والاستفادة منها.

26-كفاءة استخدام المياه في ري الحدائق و المسطحات الخضراء.

1-اختيار و تخطيط الموقع العام:

الهدف من المعيار:

-تقليل الأثر البيئي السلبي للبناء.

-الحد من استثمار الأراضي الصالحة للزراعة لأغراض البناء.

-منع الزحف العمراني على المحميات الطبيعية والنظم البيئية ولا سيما الحساسة منها.

-تصميم المباني بصورة مستدامة ومتكاملة مع الموقع.

2-استدامة الموقع:

الهدف من المعيار:

-المحافظة على المساحات الخضراء والأراضي الخصبة.

- تحقيق استدامة المشروع.

3-تأمين التواصل الاجتماعي:

الهدف من المعيار:

- توجيه بناء المشروع إلى المناطق التي تحتوي على بيئة تحتية بغرض حماية الأراضي الزراعية.

-ربط المشروع مع الوحدات الخدمية الأساسية لتقليل استخدام وسائط النقل وتشجيع المشي أو التنقل باستخدام الدراجات.

4- حماية البيئة وتنميتها:

الهدف من المعيار:

-الحفاظ على المواقع الطبيعية وتعزيز أنظمتها البيئية.

-تشجيع البناء على المساحات التي أقيمت عليها بعض الاستثمارات بغرض الحيلولة دون تدمير مناطق ذات توازن بيئي.

5- الحصاد المائي:

الهدف من المعيار:

-تجميع مياه الأمطار عادة واستعمالها في الاستخدامات العامة.

-خفيض استهلاك المياه الصالحة للشرب في المجالات التي لا تحتاج إلى مياه نقية.

-تحقيق الاستفادة القصوى من المياه المتوفرة بمختلف مصادرها.

و من اعتباراتها العامة:

تقليل الجريان السطحي لمياه الأمطار عن طريق المساحات المصمتة الذي يتم عن طريق:

-الإنشاء ضمن الحدود الدنيا.

-استخدام المواد المسامية في تبليط الأرصفة.

-إنشاء قنوات أو شرائط مزروعة بين البلاطات أو الأرصفة لتحقيق النفاذية.

-زراعة الأسطح.

- تصميم مواقف السيارات تحت مستوى الأرض.

6- تخفيف الضجيج:

الهدف من المعيار:

-الحد من التلوث الضوضائي.

- تحقيق الارتياح النفسي والجسدي لشاغلي البناء.

اعتبارات عامة:

-قياس مستوى الصوت في مواقع مختلفة من المشروع بعد الانتهاء من عملية التنفيذ و بعد الإشغال.

-الاعتناء بالتشجير وزراعة الأشجار واختيار المكان المناسب لها التي تساعد على امتصاص الصوت .

-7-جمالية الموقع:

الهدف من المعيار:

-إعطاء الموقع طابع معماري موحد.

-توحيد نسب الألوان في واجهات المباني بحيث تتناسب مع طبيعة المدينة وبيئتها.

-زيادة جمالية الموقع للحصول على بيئة مريحة للنظر والعيش فيها.

و من اعتباراته العامة:

-جمالية الواجهات والأسطح

-جمالية المواقع والحدائق

- جمالية محيط المبنى وداخله

8-انسجام التصميم المعماري مع البيئة المحيطة:

الهدف من المعيار:

- الاستفاضة المثلى من المزايا الي يوفرها الموقع، سواء من النواحي الجمالية و إمكانية توفير الطاقة
- تحقيق الحد الأقصى من الراحة لشاغلي البناء من خلال التصميم المعماري الأمثل.

و من اعتباراته العامة هي:

-الاتجاه الجغرافي وشكل البناء وموقعه

-المسقط الأفقية

-تصميم الفتحات

-مواد البناء

-معالجات الغلاف الخارجي

-تنسيق الموقع

- تجهيزات البناء

9-التصميم الحراري الأمثل للأبنية:

الهدف من المعيار:

-تخفيض استهلاك الطاقة المستخدمة لأغراض التكييف والتدفئة.

-تخفيض الضياع الحراري.

-تخفيض الكلفة التأسيسية وكلفة الصيانة أجهزة وتمديدات أنظمة التدفئة وتكييف الهواء.

- تأمين شروط الارتياح الحراري والأجواء الصحية لشاغلي البناء طيلة فصول السنة.

-تجنب حدوث التكاثف والتقليل منه على السطوح الداخلية للبناء في المناطق الباردة عند استخدام التدفئة وتجنب الأضرار الناجمة.

- تخفيض كلفة الصيانة الدورية الناتجة عن الإجهادات الحرارية للمباني.

و من اعتباراته عامة:

-اتباع أسس ومبادئ التصميم الحراري.

- مراعاة العوامل المؤثرة في التصميم الحراري.

10-الارتياح الحراري:

الهدف من المعيار:

-تأمين الجو الصحي المريح لشاغلي البناء.

-عدم التعرض للإجهاد الحراري.

- تقليل المخاطر على شاغلي البناء والتي تسببها فروقات درجات الحرارة ارتياح الحراري والأجواء الصحية لشاغلي البناء طيلة فصول السنة.

و من اعتباراته العامة:

-مراعاة العوامل المؤثرة عل الارتياح الحراري للإنسان مثل نوع النشاط، الملابس، والعوامل ذات الارتباط المباشر بالظروف البيئية المحيطة مثل درجة حرارة الهواء، الرطوبة النسبية و متوسط درجة الحرارة الإشعاعية.

- مراعاة النشر الحراري للإنسان، والشعور بارتياح الدفء.

11-إحكام إغلاق المبنى:

الهدف من المعيار:

-توفير الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة والتكييف.

-تخفيض الضياع الحراري.

-تخفيض الكلفة التأسيسية وكلفة صيانة الأجهزة وتمديدات انظمة التدفئة وتكييف الهواء.

- تأمين شروط الارتياح الحراري والأجواء الصحية لشاغلي البناء طيلة فصول السنة.

و من اعتباراتها العامة:

إن خفض الأحمال الحرارية اللازمة للتدفئة و التكييف على نحو يسمح باستخدام أجهزة تدفئة و تبريد ذات تكلفة تأسيسية و تشغيلية منخفضة ، تحقق الهدف في تقليل الكلفة و الطاقة المستهلكة و تعمل على توفير جو صحي و مريح ، و لتحقيق ذلك يجب إحكام إغلاق الفواصل بين ألواح المواد العازلة في مرحلة التنفيذ ، إحكام إغلاق كافة الفواصل التي تحيط بالفتحات المعمارية و هياكل الأبواب الخارجية ، إحكام إغلاق كافة نقاط الالتقاء بين الجدران والأساسات و كافة الفتحات التي تنفذ فيها خدمات المبنى من أنابيب الصرف الصحي و التمديدات الكهربائية و كافة الأباجورات الخارجية و صناديقها و الأبواب و النوافذ.

12-الاستفادة من ضوء الشمس في الإنارة الطبيعية:

الهدف من المعيار:

-تأمين الجو الصحي لشاغلي البناء.

-تخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية المستهلكة في الإنارة الصناعية.

-تخفيض الأحمال الحرارية الناتجة عن أجهزة الإنارة الصناعية.

- الاستفادة من الإشعاع الشمسي المستخدم في الإنارة للتدفئة في الشتاء.[1]

و من اعتباراتها العامة:

الأخذ بعين الاعتبار تصميم الفتحات للاستفادة من ضوء الشمس، استخدام نظام الألياف الضوئية وغيرها.
من أنظمة الاستفادة من ضوء الشمس لإضاءة الأماكن المعتمة نهاراً.

13-التظليل:

الهدف من المعيار:

-توفير جو صحي ومريح من خلال توفير وسائل التظليل التي تمنع دخول الإشعاع الشمسي في الأوقات التي لا يكون مرغوب فيها في فصل الصيف، والسماح له بالدخول في وقت الشتاء.

- خفض الأحمال الحرارية اللازمة للتكييف.

و من اعتباراتها العامة:

تتمثل وسائل التظليل في المباني بالعناصر المعمارية والإنشائية والجمالية وتتنوع أشكالها، أبعادها ومواقعها، فقد تكون أفقية، رأسية أو متقاطعة، متحركة أو ثابتة، طبيعية أو اصطناعية، ويحدد عمق على زوايا سقوط أشعة الشمس في فصلي الصيف وسائل التظليل بناء والشتاء مع مراعاة أن تكون مصنوعة من مواد خفيفة لا تحتفظ بالحرارة.

14-التهوية الطبيعية:

الهدف من المعيار:

-خفض الأحمال الحرارية اللازمة للتدفئة والتكييف.

- توفير جو صحي ومريح من خلال التهوية الطبيعية الصحية.

و من اعتباراته العامة:

-يجب تزويد المبنى بتهوية دائمة خالية من التيارات وقابلة للتحكم، والأخذ متطلبات الهواء الصحي وكميته وسرعته في الاعتبار عند تصميم الفتحات.

-لتوفير التهوية الليلية، يجب إغلاق النوافذ في الأوقات الحارة في النهار وفتحها ليالاً لإدخال الهواء البارد إلى الفراغات التي تحتاج إلى تهوية طبيعية.

-الاهتمام بتصميم مدخنة الهواء التي تعمل على سحب الهواء الساخن إلى الأعلى ثم إلى الخارج بحيث يحل محله الهواء البارد.[1]

15-التهوية الميكانيكية:

الهدف من المعيار:

- تحقيق بيئة داخلية مريحة

اعتبارات عامة:

-استخدام حساسات ثاني اكسيد الكربون للدلالة على عدد الأشخاص الموجودة في المبنى

-تزويد معدات التهوية الميكانيكية المختلفة بالكهرباء من خلال دارات كهربائية مستقلة عن بعضها

-تزويد مواقف السيارات المغلقة بتهوية مناسبة

-ربط تشغيل مراوح المطابخ والحمامات بنظام تحكم لضمان تشغيلها عند وجود نشاط فعلي في هذه الأماكن.

16-كفاءة معدات أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف:

الهدف من المعيار:

-اختيار أجهزة التكييف والتدفئة والتهوية عالية الكفاءة لضمان التوفير في استهلاك الطاقة و تخفيض كلف الصيانة.

و من اعتباراته العامة:

يجب أن تكون كل المعدات المستخدمة معتمدة من الجهات المختصة ضمن اشتراطات معينة، وأن ترفق بشهادات الاختبار الي توضح نتائج الاختبارات الدالة على كفاءة الأجهزة، ويجب أن يوضع عليها بطاقة توضح اسم الشركة الصانعة والطراز والرقم المتسلسل للتصنيع ونسبة كفاءة استخدام الطاقة EER

17-المعايير التي ترتكز على الطاقة الشمسية:

تسخين المياه بالطاقة الشمسية، تأمين جزء من حمل التدفئة بالطاقة الشمسية، التكييف بالطاقة الشمسية، واستخدام الخلايا الكهروضوئية في توليد الطاقة الكهربائية.

الهدف من المعيار:

-توفير الطاقة المستهلكة في تسخين المياه.

-توفير جزء من الطاقة المستهلكة لأغراض التدفئة والتبريد.

- تخفيض الطلب على الطاقة مما يساهم في تخفيض الآثار السلبية على البيئة.

من الاعتبارات العامة :

-من المهم جداً عند دارسة واستخدام الأنظمة الشمسية أن تكون أجزاء النظام(خزان حرارة- الماء الساخن - حقل اللواقط – التوصيلات)متوافقة مع نظام التحكم.

-هنالك العديد من أنظمة التدفئة بالطاقة الشمسية، كأنظمة التدفئة الشمسية الفعالة، أنظمة المضخات الحرارية، أنظمة ذات تخزين الطاقة الفصلي، وأنظمة شمسية مركبة.

-يمكن تحقيق التكييف الشمسي للهواء بواسطة ثالثة أنظمة وهي الدارات الامتصاصية، الدارات التخفيفية والدارات الميكانيكية الشمسية، وتتباين هذه الأنظمة باستخدام دارات مستمرة أو وسيطة، ويعتبر التبريد

مكلفاً مثل التدفئة، فالتخفيض في أحمال التبريد من خلال تصميم جيد للمبنى وباستخدام عازل مدروس، سيكون أقل غلاء من التبريد الإضافي المزود.

18-المعايير المتعلقة بالإنارة:

التصميم الصحيح لنظام الإنارة، استخدام أنظمة تحكم بأجهزة الإنارة

الهدف من المعايير:

-تخفيض الطاقة المستهلكة للإنارة وبالتالي خفض استهلاك الطاقة.

- تخفيض الأثر السلبي على البيئة الناتج عن انبعاث غازات الدفيئة.

و من اعتباراتها العامة:

-يجب أن تكون أعمال الإنارة محققة لمعايير شدة الإضاءة حسب طبيعة استخدام المكان، وان تكون اقتصادية وموفرة للطاقة ومحققة للمتطلبات الاستعمال والتشغيل والأمان.

-كما يجب أن يتم التحكم في إنارة الأبنية وفقا للمتطلبات الخاصة بكل نوع من أنواع الأبنية حسب طبيعة الإشغال[1].

19-المعايير المتعلقة بمياه الصحية والري:

كفاءة التجهيزات والقطع الصحية، معالجة المياه الرمادية والسوداء والاستفادة منهما، وكفاءة استخدام المياه في ري الحدائق والمسطحات الخضراء.

الهدف من المعايير:

-توفير استهلاك المياه من خلال استخدام تجهيزات وقطع صحية عالية الكفاءة.

-البحث في وضع مواصفات قياسية للتجهيزات والقطع الصحية عالية الكفاءة والموفرة الاستهلاك المياه

-تقليل استهلاك المياه من خلال إعادة استخدام المياه الرمادية المعالجة الناتجة عن الاستعمالات المنزلية كالمغاسل والدوش وأحواض الاستحمام واستخدامها في أغراض الري.

-إعادة استخدام المياه السوداء المعالجة لأغراض الري.

- حماية الموارد المائية وبالتالي المحافظة على البيئة.

و من اعتباراتها العامة:

-تركيب أنظمة أنابيب منفصلة للصرف الصحي.

-استخدام المياه المعالجة والمعقمة كمصدر لري الحدائق الخارجية والمسطحات الخضراء وغيرها من الاستخدامات لغير غرض الشرب.

- استخدام أنظمة الري بالتنقيط.

2.2جودة الهواء الداخلي في المبنى و أهميتها:

تشير جودة الهواء الداخلي للمبنى إلى الظروف داخل المبنى و التي ما تكون عادة تشمل جودة الهواء الداخلي و ظروف الإضاءة و الراحة الحرارية و الراحة الصوتية و غير ذلك حيث يمكن التأثير على شاغلي المبنى. يمكن أن يؤدي تحسين جودة البيئة الداخلية إلى تحسين حياة شاغلي المبنى و أيضاً زيادة قيمته من منظور العقارات. بالإضافة لتقليل التزامات أصحاب المباني و تلعب جودة البيئة الداخلي دوراً لا يتجزأ حيث ينفق الناس في المتوسط أكثر من 90% من وقتهم في الداخل و بالتالي فإنهم يتأثرون بالعوامل الجسدية و الظروف البيئية في المساحة التي يشغلونها.

في الأيام الأخيرة بدأ شاغلو المباني في إيلاء في إيلاء المزيد من الاهتمام للصحة الجسدية والعقلية تأثير بيئة عملهم على صحتهم ورفاهيتهم بشكل عام مما يؤدي بالتالي إلى أن المنظمات و شركات الأعمال تقوم باتخاذ خطوات استباقية لضمان إنتاجية أعلى وجودة العمل. الاستثمار ف ي هذه المجالات للاحتفاظ بالموظفين، يمكن للمنظمات ضمان مشاركة أكبر و انخفاض معدل غياب الموظفين. ونتيجة لذلك، كانت هناك جهود متزايدة للحصول على الشهادات والمعايير، لضمان أن البيئة المبنية تدعم وتعزز الصحة والرفاهية لسكان المبنى. معظم أدوات تصنيف المباني الخضراء والصحة والرفاهية حيث أن معايير الرفاهية لها هدف مشترك يتمثل في ضمان صحة وعافية السكان.

كيف يمكن تحقيق جودة البيئة الداخلية من خلال التدابير منخفضة التكلفة وذلك وفق مركز غرفة دبي للأعمال المسؤولة، 2021،مجموعة أدوات جودة البيئة الداخلية في المباني الخضراء:

-تحتاج المنظمات التي تمتلك و/أو تدير أصول المباني إلى تنفيذ استراتيجيات

-دعم كفاءة الموارد والحفاظ عليها مع ضمان متطلبات جودة البيئة الداخلية التي تؤثر على صحة شاغلي المبنى.

-ويمكن دعم ذلك من خلال السياسات الداخلية تصميم المبنى أو إعادة تأهيله .يوصى بشدة بتضمين الصحة والرفاهية الأساسية التدابير في مراحل التخطيط والتصميم المبكرة للمباني لضمان تقليل التكاليف المالية و التداعيات والنهج الشامل للصحة والرفاهية.

بعض الاستراتيجيات الفعالة لتحسين راحة شاغلي المبنى وقدرتهم على التحكم:

بعض الطرق لضمان جودة البيئة الداخلية الفعالة و ضمن المعايير البناء الأخضر

1-تحسين المساحة التي تزيد من استخدام ضوء النهار والتعرض للمناظر الخارجية: يمكن للضوء الطبيعي أن يحسن مزاج الشخص ويقظته وصحته العامة. الإضاءة الموصى بها هي التي يتم تصميمها للسماح بدخول ضوء النهار الطبيعي الكافي إلى المساحات الداخلية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تصميم النوافذ بخصائص الزجاج المثالية لتجنب الو هج الشديد والمكاسب الشمسية. بالإضافة إلى ذلك يجب مراعاة نفاذية

الإضاءة بعناية لضمان مستوى جيد من الرؤية للخارج، و هو ما يعد مفتاحاً لتعزيز اتصال البشر بالبيئة الخارجية لتحسين الراحة.

2-توفير إمكانية الوصول إلى الهواء الطلق و/أو الطبيعة: يمكن للمساحات التي يسهل الوصول إليها إلى الهواء الطلق أن تعزز صحة السكان واتصالهم بالطبيعة. كما تساعد الزراعة الداخلية في توفير القيم الجمالية.

3-إجراء قياسات منتظمة لجودة الهواء الداخلي: هذه القياسات مطلوبة لضمان معدلات التهوية المثلى والتأكد من أن ملوثات الهواء الداخلي ضمن الحدود المقبولة. يجب أن يتم ذلك على النحو التالي: على الأقل تشمل القياسات المنتظمة للرطوبة ودرجة حرارة الهواء وثان ي أكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة ،VOCs أول أكسيد الكربون ،COوالأوزون ،O3 والفورمالديهايد، والجسيمات الدقيقة PMلضمان جودة الهواء الداخلي الصحية.

4-توفير أثاث مريح لسكان المبنى: حيث يقض يسكان المبنى معظم وقتهم في الأماكن المغلقة، قد تنشأ مشاكل في الجهاز العضلي و الهيكلي. يمكن تعديل الأثاث المريح لتلبية احتياجات المستخدمين.

5-تضمين التصميم الصوتي المطلوب: هناك العديد من مصادر التلو ث الضوضائي التي يمكن أن تنشأ إما من مصادر خارجية أو داخلية، مثل أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المبنى أو من شاغلي المبنى أنفسهم. يمكن لفرق إدارة المرافق المساعدة في تحديد مصادر الضوضاء الناتجة عن أنظمة البناء، والتخفيف من هذه المصادر للضوضاء. في المساحات المكتبية المفتوحة ،يمكن أن تساعد الهواتف وغرف الاجتماعات في تقليل الضوضاء من محادثات السكان. لقد أثبتت عملية تخصيص مساحة العمل لتلبية احتياجات كل من رجال الأعمال والموظفين أنه تحسين مستويا ت الإنتاجية ومشاركة الموظفين.

2.2.1.جودة الهواء الداخلي:

مصادر الرئيسية لتلو ث الهواء الداخلي وكيف يمكن الحد منها لتحقيق جودة الهواء الداخلي الأمثل في المباني الخضراء جودة الهواء الداخلي هي جودة الهواء داخل المبنى وحوله. هناك العديد من المصادر الداخلية والخارجية. هناك العديد من ملوثا ت الهواء الداخلي والتي تشمل ولكن لا يقتصر الأمر على ثاني أكسيد الكربون والجسيمات وثاني أكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة و الفورمالديهايد وما إلى ذلك. ويمكن إحضاره داخل المبنى أويتم توليده في المبنى من خلال التهوية أو التسلل أو شاغلي المبنى أو العمليات والتنظيف والأثاث و/أو المعدات/الأجهزة. [24]المصادر الرئيسية لهذا تشمل الملوثات في البيئة الخارجية كحركة المرور والصناعات والبناء والهدم وكذلك حرق النفايات قد أثبتت العديد من الدراسات أن وجود بعض المركبات العضوية المتطايرة أو الجسيمات في الهواء الداخلي قد يؤدي

إلى المزيد من نوبات الربو أو ردود الفعل التحسسية لدى شاغلي المبنى الذين يعانون بالفعل من هذه الحالات الطبية. قد يصاب شاغلو المبنى أيضاً بمتلازمة المبنى المريض SBS و التي تشمل أعراضاً مثل الصداع، والغثيان، أو تهيج العين والأنف بسبب سوء جودة الهواء الداخلي.[24]

تتضمن بعض مصادر ملوثات الهواء الداخلي ما يلي:

-مواد البناء غير المستدامة مثل الدهانات والأثاث التي تنبعث منها مركبات عضوية متطايرة

-دخان التبغ داخل المبنى أو بالقرب منه

-العفن الناتج عن المناطق الرطبة في المبنى

-المواد الكيميائية الناتجة عن مواد التنظيف

-ثاني أكسيد الكربون و الملوثات البيولوجية من تنفس الإنسان

- الملوثات المحاصرة في أحذية شاغلي المباني

-الرادون أو الميثان من التربة الموجودة أسفل المبنى

يمكن تقليل تلوث الهواء الداخلي وتحقيق جودة الهواء الداخلي المثلى في المباني الخضراء.

2.2.1.1تهوية:

التهوية مطلوبة لتوفير الهواء النقي في المساحات الداخلية عن طريق استبدال الهواء الداخلي بالهواء الخارجي. يمكن لأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC توفير هواء خارجي نقي الهواء والحد من تراكم الملوثات في الأماكن المغلقة. كما يلزم إجراء صيانة مناسبة لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ضمان مستويات مثالية لجودة الهواء الداخلي والحد من تراكم وانتشار الملوثات داخل المبنى. في المباني، يمكن توفير التهوية إما عن طريق وحدا ت معالجة الهواء AHUsالتي يتم التحكم فيها مركزيًا أو من خلال مناطق محددة في المبنى أو من خلال وحدات معالجة الهواء النقي المخصصة FAHUs

بالنسبة للتهوية داخل المباني ،يجب أن تلتزم معدلات التهوية الدنيا بالمعايير المحلية للوائح و/أو إرشادا ت التهوية الدولية مثل ASHRAE 62.1أو دليل .CIBSEB تعتبر التهوية المتقطعة مهمة لبعض المناطق، مثل غرف الطابعات والمطابخ، المقاصف، وما إلى ذلك. يمكن أيضاً استخدام أنظمة التهوية التي يتم التحكم فيها حسب الطلب، والتي يمكنها توفير معدلات التهوية وفقاً لمستويات الإشغال (من خلال أجهزة استشعار ثاني أكسيد الكربون).[24]

2.2.1.2الترشيح:

تعتبر المرشحات ضرورية لإزالة الجسيمات PM2.5من الهواء والمواد الملوثة الأخرى القادمة من الهواء الخارجي. يجب أن يتم اختيار الفلتر وفقاً للوائح المحلية و/أو الدولية رشادات مثل ASHRAE 62.1

تتوفر أنواع وأحجام مختلفة من المرشحات في السوق. تلتقط المرشحات العامة كميات أكبر من الضوء. الجسيمات، مثل الغبار. تستهدف المرشحات الدقيقة إزالة الجسيمات الأصغر مثل البكتيريا، في حين مرشحات امتصاص الجسيمات عالية الكفاءة HEPA ومرشحات الهواء منخفضة الاختراق للغاية ULPA تُستخدم في بيئات معينة مثل الغرف النظيفة. ومن الضروري أيضاً صيانة مرشحات الهواء بشكل صحيح لمنع نظام التهوية نفسه من أن يصبح مصدراً للتلوث.

2.2.1.3الإضاءة:

إن الإضاءة الداخلي ة المناسبة وضوابط الإضاءة ليست ضرورية فقط لإنتاجية مكان العمل ولكن أيضاً من أجل راحة وصحة ورفاهية شاغلي المبنى. مكان العمل يجب أن تكون البيئة مضاءة بشكل كاف حتى يتمكن الموظفون من العمل بشكل منتج مع أقل قدر من الطاقة. الضرر الذي يلحق بصحتهم ورفاهتهم بشكل عام في الواقع، قد تؤثر الإضاءة بشكل مباشر على الإنتاجية في العمل .يسمح تصميم المبنى والإضاءة بدخول قدر كاف من ضوء النهار إلى المساحات الداخلية .بالإضافة إلى تقليل استهلاك الطاقة وتوفيرها، كما أن ضوء النهار له فوائد صحية أخرى. وجدت أن الموظفين الذين يتعرضون لأشعة الشمس يمكنهم النوم لفترة أطول ويكونون أكثر نشاطاً من غير المعرضين لأشعة الشمس. وعلاوة على ذلك، يتمتع الموظفون المعرضون لأشعة الشمس بصحة نفسية أفضل بسبب النوم الأفضل ونظرا لأن الموظفين من المرجح أن يعملوا لساعات طويلة من اليوم، لأنهم ناموا بشكل أفضل, إن استخدام مصادر الضوء الطبيعي يمكن أن يحسن الحالة الصحية للموظفين.[24]

المشاكل المؤثرة من الوهج:

يؤدي التعرض الطويل الأمد للإضاءة السيئة وغير الكافية إلى إزعاج بصري، مما يؤدي إلى التهاب العيون والصداع. التعرض لأشعة الشمس الزائدة و زيادة سطوع شاشات الكمبيوتر و يمكن أن تنتج الشاشات وهجًا، مما قد يؤدي إلى ضعف الرؤية والاستجماتيزم وإجهاد العين. ومن الجدير بالذكر أيضاً أن هذه المخاطر مرتبطة بمدة التعرض و كمية الضوء المعرض لها، وعمر شاغل المبنى المعرض للضوء.

و من الحلول المقترحة لتخفيف الوهج:

-استخدام النوافذ الزجاجية و/أو الأفلام المناسبة على الزجاج لتقليل تأثيرات الوهج

-اسمح لضوء النهار أن يأتي من الجانبين بدلاً من أن يأتي مباشرة من شاشة الكمبيوتر لتجنب ارتداده عن الشاشة مما يسبب الوهج.

-ضبط سطوع شاشة الكمبيوتر نسبة إلى سطوع الغرفة

فيمكن استغلال الإضاءة الطبيعية في تحقيق الإضاءة الداخلية المثالية

- يمكن للتصميم الفعال للمبنى ونظام الإضاءة الاستفادة من ضوء النهار المتاح مع الحد من استخدام الإضاءة الاصطناعية. الاستخدام المناسب لضوء النهار مع التحكم في التعتيم سوف يقلل الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية وبالتالي يقلل من تكاليف الطاقة التشغيلية من المبنى. ويمكن تعزيز مثل هذه التوفيرات في الطاقة من خلال تنفيذ الإضاءة المأهولة التحكم الذي يضمن استخدام الإضاءة فقط عندما وأينما تكون هناك حاجة إليها.[24]

2.2.1.4.الراحة الحرارية:

راحة الحرارية ذاتية وتعتمد على عدة عوامل بعض هذه العوامل هو خارج نطاق البيئة الداخلية، مثل عمر شاغلي المبنى ومعدلات التمثيل الغذائي والملابس وما إلى ذلك. سيتناول هذا القسم العوامل التي يمكن التحكم فيها داخل المبنى لتوفير الظروف التي تكون مقبولة لغالبية السكان. تطلب الراحة الحرارية في المناخ الحار والرطب خطة شاملة وتصميماً واستراتيجية التنفيذ مع التركيز على معايير معينة مثل: درجة الحرارة الاشعاعي و سرعة الهواء و رطوبة و درجة حرارة الهواء.

الإجراءات الرامية إلى تحسين الراحة الحرارية: تأكد من أن درجة الحرارة الداخلية ومستويا ت الرطوبة النسبية تتوافق مع اللوائح المحلية و/أو الإرشادات الدولية مثل معيار ISO 147730

- تأكد من أن المناطق المأهولة بالسكان تحتوي على أنظمة تحكم لتنظيم درجة الحرارة الداخلية
- الرطوبة وسرعة الهواء

-ضمان الصيانة الدورية لضمان الأداء السليم لمعدات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

الراحة الحرارية المصممة جيداً والُمحافظ عليها تعمل على تعزيز صحة ورفا هي ة المبنى ويمكن تعزيز ذلك من خلال دمج التدابير التالية:

- تحديد درجة الحرارة المحددة للصيف والشتاء وتغييرها بناء على الموسم الحالي لتحسين استخدام الطاقة
- مراقبة معايير الراحة الحرارية مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء في المواقع الرئيسية، والتأكد من أن هذه المعايير مناسبة لنوع نشاط شاغلي المبنى
- إجراء مسوحات حول راحة شاغلي المباني واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة
- لإفصاح علًنا عن البيانات ومعلوما ت جودة البيئة الداخلية. يؤدي عرض بيانات جودة البيئة الداخلية علناً في المبنى إلى زيادة الوعي وتشجيع شاغلي المبنى على المشاركة والتفاعل بشكل أكبر.[24]

2.2.1.5.الراحة الصوتية:

من المهم أن نأخذ في الاعتبار التعرض الطويل الأمد لمستويات عالية من الضوضاء في مكان العمل وأن نتخذ إجراءات بشأن البيئة المناسبة لضمان صحة ورفاهية وإنتاجية الموظفين.

إن عدم الوعي بتأثيرات التلوث الضوضائي يمكن أن يؤثر أيضاً على الصوتيات في المبنى . في الحالات التي لا يتم فيها أخذ إدارة الضوضاء في الاعتبار، فإن التلو ث الضوضائي يؤدي إلى أن يصبح مشكلة خطيرة تتطلب التدخل الفوري.[24]

تأثيرات التلوث الضوضائي في مكان العمل ما يلي:

-فقدان السمع

- أمراض القلب والأوعية الدموية، مثل ارتفاع ضغط الدم بسبب الإجهاد الناجم عن الضوضاء

- الضغوط المهني

- صعوبة في التركيز

- الأطفال الذين يولدون بمشاكل في السمع إذا تعرضت أم الموظفة للتلوث الضوضائي

يمكن تخفيف وخفض مستويا ت الضوضاء من خلال تقنيات سلبية أو نشطة:

-يتضمن التحكم السلبي تقليل الضوضاء الناتجة من خلال امتصاص طاقة الصوت

يهدف التخفيف النشط إلى تقليل قوة الضوضاء عند المصدر أو تغيير المجال الصوتي لتقليل مستوى الضوضاء الناتجة

- يتم تنفيذ التحكم النشط في الضوضاء في الغالب حيث يتم إنشاء الضوضاء بترددات منخفض

- في الترددات الأعلى، يتم تطبيق الحلول القياسية من خلال تنفيذ مواد البناء الممتصة للضوضاء و المواد المسامية من بعض الألياف الاصطناعية، مثل الصوف المعدني أو الزجاجي ،يمكن استخدامه لامتصاص الصوت بسبب أدائه المتزايد ومنخفضة التكلفة. مع ذلك، يجب توخي الحذر لضمان أن أليافها جيدة متراكبة وتجنب أي تأثير ضار محتمل على صحة شاغلي المبنى حيث يوجد الآثار الصحية المحتملة الناجمة عن استنشاق هذه الألياف. يوصى باستخدام أسقف وألواح جدران صوتية لتقليل أو تخفيف التلوث الضوضائي الداخلي.

2.2.1.6.زراعة النباتات الداخلية في المبنى:

تعمل النباتات الداخلية على تحسين جودة الهواء في المكاتب و تمتص النباتات الحية في مكان العمل ثاني أكسيد الكربون في عملية تسمى التمثيل الضوئي في الواقع، يمتص ثاني أكسيد الكربون يتم تقليلها بنسبة 10%تقريبًا في المكاتب ذات التهوية الجيدة بسبب النباتات الداخلية. [24]المشاكل في التركيز والنعاس والصداع و هي الآثار الشائعة لمستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون علاوة على ذلك، ووفقاً لدراسة

نشرتها وكالة ناسا، فإن المركبات السامة مثل يمكن تصفية الأمونيا والبنزين والفورمالديهايد والغبار المحمول جوا والعفن بواسطة النباتات مثل أشجار النخيل الخيزران وزهرة السلام ونباتات العنكبوت.
يمكن تقليل معدلات الصحة البدنية والمرض من خلال النباتات الداخلية في المكتب حيث أنه في وجود النباتات الحية الداخلية، تنخفض معدلات المرض وغياب الموظفين. كما أن أفاد مجلس المباني الخضراء في أستراليا أن النباتات الداخلية يمكن أن تقلل انخفاض حالات الغياب بسبب المرض بنسبة 60% .
بالإضافة إن النظر إلى الطبيعة يمكن أن يعزز الإلهام توصلت الأبحاث إلى أن النباتات الطازجة يمكن أن تساعد في توليد ما يصل إلى 15%من الأفكار الإضافية حلول إبداعية للمشاكل التي تنشأ في المكتب.
يمكن للنباتات الداخلية في المكتب أن تعزز الإنتاجية وفقاً لدراسة أجرتها جامعة إكستر، هناك زيادة بنسبة 38%في الإنتاجية بالمكاتب حيث يتم رؤية الزراعة الداخلية. علاوة على ذلك، هناك مستوى دولي آخر أثبتت دراسة أجريت على 7500موظف أن الموظفين كانوا أكثر إنتاجية بنسبة 6% عند العمل في مكتب به نباتات داخلية وضوء النهار الطبيعي.
النباتات الداخلية تقلل من التوتر والقلق توصلت جامعة سيدني للتكنولوجيا UTSإلى أن انخفاض مستويات التوتر بنسبة 30%-60% لوحظت مستويات عالية من هذا المرض لدى الموظفين الذين وضعوا نباتات داخل مساحات مكاتبهم. إذا تم وضع نبات واحد فقط بالإضافة إلى ذلك ،تم إضافة مساحة مكتبية، مما أدى إلى انخفاض مستويات المزاج والتوتر لدى الموظفين بشكل كبير. بالإضافة إلى ذلك، أفاد 40 مشاركاً في نفس الدراسة بانخفاض مشاكل الصحة العقلية و التوترعدة كمستويات التي تشمل الغضب و القلق و الاكتئاب.[24]

2.2.1.7الصحة و الرفاهية لشاغلي المبنى:

ترتبط جودة البيئة الداخلية بصحة ورفاهية شاغلي المبنى حيث أن وجود أنواع مختلفة من ملوثا ت الهواء الداخلي، سواء كانت فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية، يمكن أن تؤثر على الصحة العامة ورفاهية شاغلي المبنى المعرضين. هذا يرجع ذلك بشكل أساسي إلى مقدار الوقت الذي يقضيه الأشخاص في الداخل في استنشاق هذه الملوثات أيضاً بسبب نقص المساحات المفتوحة التي يتم من خلالها تخفيف أو توزيع هذه الملوثات.
هناك علاقة مباشرة بين جودة البيئة الداخلية وصحة ورفاهية السكان. كما تم إثبات ذلك أيضاً أكدت مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها أن تعزيز الصحة ,يمكن صياغة برامج لتحسين جودة الهواء الداخلي وبالتالي تحسين الإنتاجية و رفاهية الموظفين في المنظمة.[24]

فادت أبحاث الصحة العامة أن النتائج الصحية الأفضل مرتبطة مع تحسين جودة البيئة الداخلية، وقد أظهرت الأبحاث الحديثة تأثير البيئة الداخلية على الوظيفة الإدراكية لسكان المبنى.

وجد فريق المبان ي الصحية في كلية تي إتشتشان للصحة العامة بجامعة هارفارد أن الأفراد الذين يسكنون المباني ذات البيئة الداخلية المحسنة يبلغون :

- انخفاض أعراض الصحة الجسدية من خلال 30%
- درجات أعلى في الاختبارات المعرفية 26.4%
- تحسين جودة النوم من خلال 6.4%

ترتبط الراحة الحرارية وجودة النوم الأفضل أيضاً بدرجات معرفية أعلى لشاغلي المباني, فمن الأهمية بمكان أن ندرك بشكل صحيح تأثير جودة البيئة الداخلية و تحديد أفضل الطرق المتاحة حالياً لتقليل شدتها وتحسين البيئة الداخلية.

و للحصول على مكاتب الصديقة لبيئة العمل وكيف يمكن تحقيقها:

-استخدام مكاتب وكراسي قابلة للتعديل تدعم الموظفين أثناء الجلوس لساعات طويلة في وضعية مريحة. يمكن أن يقلل هذا من إجهاد أسفل الظهر.

-التأكد من وضع الشاشة أمام الموظف مباشرة و من الجيد التأكد من أن الشاشة على مسافة ذراع من عيني الموظف. يساعد هذا في تقليل الوهج و إجهاد العين.

- التأكد من وضع الأجهزة المستخدمة بكثرة مثل الهاتف ولوحة المفاتيح والفأرة على مقربة من جسم الموظف لتجنب التمدد غير المريح أو النهوض من المقعد بشكل متكرر.

-استخدام مساند للقدمين إذا كان الكرسي مرتفعاً عن الأرض بالنسبة لطول الموظف للسماح بوضع قدم مريح[24]

2.3-لمحة عن أنظمة الطحالب مع الواجهات المعمارية لتحقيق الاستدامة:

تمت دراسة أنظمة الطحالب الدقيقة لاستخدامها عملياً في إمكانيات توليد الطاقة وكذلك قدرات معالجة النفايات. الطحالب هي كائنات حية ضوئية تولد الطاقة من خلال عملية التمثيل الضوئي ، كونها أكثر كفاءة بأربع مرات من الوقود الحيوي النموذجي مثل فول الصويا والزهور والذرة ، إلخ. من خلال عملية التمثيل الضوئي ، تنتج الطحالب الكتلة الحيوية ، والتي تعد مصدرًا للغاز الحيوي و تعتبر الطحالب مصدرًا للطاقة المتجددة للتطورات المستدامة من حيث القدرة على إزالة ثاني أكسيد الكربون ، والقدرة على معالجة النفايات ، والأسمدة العضوية ، والمواد الأولية للنظم البيئية ، والمشتقات البيولوجية تمت دراسة تقنية الطحالب للتطبيق كنظم مفتوحة و / أو مغلقة و / أو هجينة ، وهي النظام المشترك للأنظمة المفتوحة والمغلقة يمكن تصنيف أنظمة الطحالب المغلقة على أنها أنبوبية أو مسطحة أو أي تصميم آخر من بين أنظمة الطحالب ، تمت دراسة واجهات الطحالب ، وهي أنظمة مغلقة تكونت على شكل صفيحة مسطحة ، للتطبيق في المباني مع زيادة الجهود لتحسين أداء غلاف المبنى من حيث تقنية الحلقة المغلقة ، فإن هذه الفكرة تمكّن مخرجات النظام من تنشيط المدخلات من المتوقع أن تعمل واجهة الطحالب ، باعتبارها تقنية الحلقة المغلقة ، على تمكين المباني من أن تكون مساهمة في النظام البيئي.

عند تحويل المشروع التجريبي إلى تطبيق عملي ، يمكن أن ينطوي التنفيذ العملي لواجهات الطحالب في المباني على قضايا صعبة مثل البيئة أو التقنية أو السياسية أو الاقتصادية أو الاجتماعية على سبيل المثال ، هناك عدد من القضايا الصعبة مثل المنافسة مع مصادر الطاقة المتجددة الأخرى ، والتعديلات غير الشائعة على غلاف المبنى ، والتكيف غير المؤكد مع المناخات المختلفة ، والقضايا السياسية بسبب صناعة الفحم والنفط المهيمنة ، والقيمة الاقتصادية غير المؤكدة للمنتج النهائي، يهدف هذا البحث إلى دعم عملية اتخاذ القرار لتبني واجهات الطحالب من قبل قطاع البناء.[18]

2.4-الطحالب كمصدر للطاقة المتجددة ضمن قطاع البناء مع التغيرات المناخية و انخفاض نسبة الوقود الأحفوري:

الطحالب هي وقود حيوي يقوم بعملية التركيب الضوئي وكفاءته أكبر بكثير (حوالي أربع مرات) من الوقود الحيوي النموذجي مثل فول الصويا والزهور والذرة ، إلخ.

نظرًا لقدرته على إنتاج كتلة حيوية ضخمة مع القليل من المدخلات ، وبسبب امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الطريقة العضوية، فقد تم النظر في قطاع البناء لتطبيق أنظمة الطحالب تتكون أنظمة الطحالب من أنظمة مفتوحة ومغلقة و / أو هجينة ، والتي تجمع بين الأنظمة المفتوحة والمغلقة.

يمكن تصنيف أنظمة الطحالب المغلقة على أنها أنبوبية أو مسطحة أو أي تصميم آخر من بين أنظمة الطحالب هذه ، يمكن تطبيق واجهة الطحالب ، وهو نظام مغلق ذو صفيحة مسطحة مشكلة ، لتحسين أداء أغلفة المبنى ومع ذلك ، فإن التفاعلات المعقدة مع الأنظمة الفرعية المختلفة وصعوبات تقييم الأداء تجعل من الصعب اعتماد واجهات الطحالب لقطاع البناء لذلك ، يجب دراسة وتحديد متطلبات تنفيذ واجهات الطحالب في المباني.

2.5-لمحة عن الـBIM :

يتم تعريف BIM أنه نمذجة معلومات بناء كعملية تصميم أو انشاء أو تشغيل مبنى أو بنية تحتية باستخدام المعلومات الالكترونية الموجهة للكائنات. نستخلص من هذا التعريف أن BIM هو عملية و ليست حلاً تقنياً أو برنامجاً واحداً . في الواقع إنها عملية تعاونية واحدة تمكنها التكنولوجيا بالإضافة أن BIM يغطي دورة الحياة بأكملها من التصميم إلى إنشاء و تشغيل أحد الأصول. و أيضاً أنه يطبق بالتساوي على المباني و البنى التحتية.

يعرف الآن BIM بأنه استخدام تمثيل رقمي مشترك لتسهيل عمليات التصميم و البناء و التشغيل لتشكيل أساس موثوق القرارات و تشمل الأصول المبنية على سبيل المثال المباني و الجسور والطرق و محطات المعالجة. يوضح هذا التعريف أنه BIM هو تمثيل مشترك وعملية تهدف لاستبدال كافة المعلومات المسحوبة.

يتم التوفيق بين هذه التعريفات مع اختصار BIM على النحو التالي:

- بناء أو Building هو فعل "بناء" بدلاً من الاسم "مبنى" لذلك فهي ذات صلة بأي أصل من ألآصول البيئة المبنية.
- يشير النموذج أو Model إلى "تمثيل نظام أو عملية" بدلاً من "ثلاثي الأبعاد لشخص أو شيء". على الرغم من أنه لا يمكن أن يكون هناك شك في أن التمثيل الهندسي مهم إلا أننا يجب أن نكون قادرين على محاكاة الجوانب المختلفة لتصميم الأصل (الهيكلية، و المعمارية، وخدمات البناء .. إلخ)و بناء الأصل و تشغيل الأصل.
- "المعلومات أو Information" (أو بشكل أكثر تحديداً "مشاركة المعلومات المنظمة)هي المفهوم الأساسي لنمذجة معلومات البناء. يتضمن ذلك المعلومات الهندسية و الغير هندسية مثل موّرد الشيء و معلومات ضمانها و إعادة التصنيف و مواصفات التآكل و الصدأ.[2]

2.5.1.-تطور البيم بشكل عام:

يمكن إرجاع مفهوم البيم إلى الأيام الأولى للحوسبة في الستينيات. بدأت برامج النمذجة في الظهور في السبعينيات و الثمانينيات. ينظر الكثيرون إلى تطوير ArchiCADفي هنغاريا عام 1982 على أنه البداية الحقيقية لـ BIM و قد شكل تطوير برنامج Revit في عام 2000 تحولاً حقيقياً نحو التنفيذ الفعال للـ BIM. في حين أن التكنولوجيا التي تقوم عليها هذه الآلية موجودة منذ أكثر من عقدين إلا أن تنفيذها كان بطيئاً نسبياً في صناعة البناء. و مع ذلك كان هناك تحول كبير في الزخم على مدى سنوات الخميس الماضية مع تحسن مشكلات التكنولوجيا و التنفيذ و قد حققت الصناعة فوائد كبيرة يمكن جنيها من استخدام هذه التكنولوجيا.

تتابع McGraw Hill تطوير و تنفيذ BIM عالمياً منذ عام 2007 من خلال استطلاعات عالمية واسعة النطاق. لقد وجدوا تغيراً كبيراً خلال تلك الفترة وذاد التنفيذ بشكل كبير خلال السنوات القليلة الماضية على وجه الخصوص. في أمريكا الشمالية أظهرت نتائج الدراسة أن اعتماد المقاول على الـ BIM زاد من 28%في 2007 إلى 71% في 2012.

تضمنت أحدث دراسة للشركة في عام 2013 ردوداً من 727 مقاولاً من عشرة من أكير أسواق البناء في العالم: استراليا و البرازيل و كندا و فرنسا و ألمانيا و نيوزيلاندا و كوريا الجنوبية و المملكة المتحدة و الولايات المتحدة. كما أجروا تحليلاً نوعياً للأسواق في الصين و الهند لتحديد اتجاهات البيم في دولتين تمثلان حوالي ثلث سكان العالم. وجدوا تسارعاً كبيراً في التنفيذ. "التغيير يجتاح العالم ، تستفيد فرق المشروع من الاتصالات الأسرع و أجهزة الكمبيوتر الأصغر حجماً و المزيد من السعة و أدوات النمذجة الرقمية القوية و الانتقال التحولي نحو عمليات التسليم المتكاملة و كلها تؤدي إلى نتائج إيجابية و كفاءات و فوائد لم يكن من الممكن تصورها قبل بضع سنوات فقط"

ووجدوا أيضاً أنه في حين أن دولاً مثل الولايات المتحدة و المملكة المتحدة و ألمانيا و كندا و فرنسا تقود عملية تنفيذ BIM فإن بلدان بدأت باستخدام BIM حديثاً مثل استراليا و البرازيل و اليابان و كوريا و نيوزيلاندا حيث يبنون زخماً سريعاً و يفوقون الأداء حتى أكثر الدول رسوخاً في هذا المجال." إن استخدام البنية التحتية للتصميم الأساسي يتسارع بقوة و مدفوعاً بمالكي القطاع الخاص و الحكومي الكبار الذين يرغبون في إضفاء الطابع المؤسسي على فوائدها المتمثلة في تسليم المشاريع بشكل أسرع و بجودة و تكلفة موثوقية أكثر. تظهر الكيانات الحكومية في الولايات المتحدة و المملكة المتحدة و أماكن أخرى كيف يمكن للمالكين المطلعين تحديد أهداف محددة و تمكين التصميم و بناء الشركات للاستفادة من BIMلتحقيق هذه الأهداف و تجاوزها و كذلك دفع نظام BIM إلى النظام البيئي المشروع في هذه العملية"[2]

2.5.2-أبعاد البيم:

مرحلة نضج BIM لا تتعلق "بالأبعاد" بما يتماشى مع فلسفة النمذجة nD. تحدد فلسفة النمذجة nD أبعاد بناءً على الغرض و التي يتم قبولها عادة على النحو التالي كما هية موضحة بالشكل:

تشير أبعاد الثلاث إلى التمثيل الرسومي لمحاور Z، Y،X . هذه ارتفاع و عرض و عمق كائن ، في هذه الحالة النموذج هو من يجمعهم.

و مع ذلك فإن المعلومات التي يوفرها النموذج تسمح لنا فقط بتصورها دون أي معلومات أخرى. يساعد أصحاب المصلحة في المشروع في تعاون متعدد التخصصات لإنشاء عناصر نموذجية معقدة وتحليلها.

يجب أن يكون النموذج على الأقل ثلاثي أبعاد لتجميع المزيد من المعلومات.

4D BIM

عندما نطبق "الوقت" كعنصر على نموذج 3D BIM نصل إلى المرحلة التالية. يتيح 4D BIM جدولة ملائمة عبر مراحل التصميم و البناء رئيسية كانت أم ثانوية و يساعد على تصور تطور المشروع بالتسلسل. يمكن لمتخصصي البناء بعد ذلك التخطيط حتى للنسخ الاحتياطية في حالة ظروف الموقع الغير ملائمة أو المخاطر و التهديدات.

5D BIM

نحصل على 5D عندما يتم تطبيق عنصر التكلفة على نموذج المشروع. يمكن لجميع المهنيين ذوي الصلة تصور تكلفة الأنشطة الجارية و المستقبلية لإعطاء تقديرات لنفقات المشروع الإجمالية. إنها تمكن جميع أصحاب المصلحة بما في ذلك المهندسين المعمارين و المالكين من الحصول على معلومات دقيقة و شفافة عن الميزانية للنهوض بالعمل.

6D BIM

يحدد البعد السادس شيئاً مهماً لصناعة AEC اليوم و هو "الاستدامة". توفر المعلومات في المرحلة 6D تحليلات مثل استهلاك الطاقة و التقديرات حتى من مرحلة التسليم الأولية. يمكن استخدام النتائج للتنبؤ باستهلاك الطاقة الإجمالي و التكلفة اللاحقة للمشروع بأكمله، مما يضمن أنها فعالة من حيث التكلفة و الاستدامة.

7D BIM

7D هو كل شيء عن إدارة المرافق حيث يحتل مكانة حاسمة للمديرين و المالكين. تحدد بيانات الأصول بما في ذلك المواصفات الفنية و الحالة، من أجل الصيانة المستقبلية للمشروع. نظراً لأن هذا نموذج لمعلومات البناء ، يتم تجميع جميع البيانات في نموذج واحد وهو على الأرجح نفس النموذج المستخدم من قبل جميع أصحاب المصلحة الآخرين. و من ثم يمكننا التأكد من أن النموذج في أفضل قدرة له للاستخدام طوال دورة حياة المشروع.

8D BIM

و يعد 8D ضرورياً للتخطيط للسلامة أثناء البناء من خلال تضمين معلومات السلامة في النموذج من مرحلة التصميم. يمكن استخدام تقنية BIM هذه جنباً إلى جنب مع التقنيات المتقدمة الأخرى مثل الواقع الافتراضي لعرض الموقع النموذجي و تصور أي تهديدات محتملة في الموقع.[2]

2.5.3-مستويات تفاصيل الـ BIM:

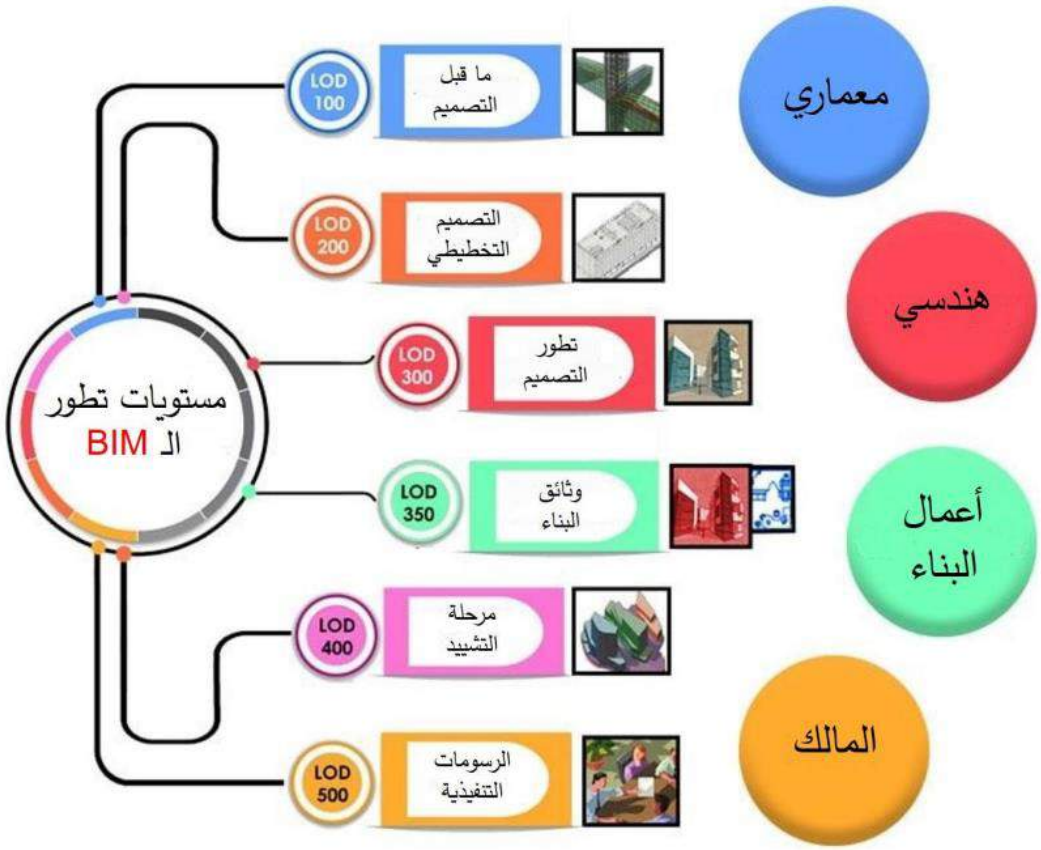
تعد مرحلة نضج BIM في الأساس مقياساً لمدى جودة تنظيم معلومات كل طرف للاستخدام من قبل أي طرف آخر دون الحاجة إلى إعادة تشكيل كبير للعملية.

يمكن تلخيص مراحل نضج BIM على النحو التالي:

- المستوى 0: يصف ممارسة العمل التقليدية على أساس 2D CAD و تبادل الرسومات الورقية.
- المستوى 1: يشتمل على النمذجة ثلاثية الأبعاد الجزئية للمنشأة بينما لا يزال يتم تحقيق معظم التصميم عن طريق الرسومات ثنائية الأبعاد. هنا يتم تبادل البيانات من خلال إرسال و استقبال الملفات الفردية و لا يتم استخدام منصة المشروع المركزية.
- المستوى2: يتم تعريفه من خلال استخدام منتجات برمجيات BIM لتأليف نماذج البناء الرقمية و مع ذلك فإن كل من التخصصات المختلفة المعنية تطور نموذجها الخاص. و يتم ضمان تناسقها المتبادل من خلال جلسات التنسيق الدورية حيث يتم تجميع النماذج الرعية الفردية معاً و التحقق من وجود صدام أو تناقضات أخرى.[2]

- المستوى 3: يستهدف المستقبل يعتمد على مفهوم BIM متكامل تماماً. يعتمد على تنفيذ BIG Open BIM أي يتم استخدام معايير ISO لتبادل البيانات و أوصاف العمليات و يتم استخدام النماذج الرقمية المتكاملة بعمق طوال دورة الحياة بأكملها. تستخدم الخدمات السحابية لإدارة بيانات المشروع بحيث يتم الحفاظ على البيانات بشكل مستمر متسق طوال دورة حياة المبنى. [2]

2.5.4-مستويات تطور LOD الـ BIM :



الصورة 1 مستويات تطور البيم

LOD 100

قد يتم تمثيل العنصر بيانياً في النموذج برمز أو تمثيل عام آخر و لكنه لا يفي بمتطلبات LOD200 . يمكن أن تكون المعلومات المتعلقة بالعنصر النموذجي (أي التكلفة لكل قدم مربع و حمولة التدفئة و التهوية و تكييف الهواء و ما إلى ذلك) مشتق من عناصر نموذجية أخرى.

عناصر LOD 100 ليست تمثيلات هندسية. الأمثلة هي المعلومات المرفقة بعناصر أو رموز نموذج أخرى توضح وجود مكون ولكن ليس شكله أو حجمه أو موقعه الدقيق. يجب اعتبار أي معلومات مستمدة من عناصر LOD 100 تقريبية.[2]

LOD 200

يتم تمثيل العنصر بيانياً في النموذج كنظام عام أو كائن تجميع بمكيات تقريبية و حجم و شكل موقع و اتجاه. يمكن أيضاً إرفاق المعلومات غير الرسومية بعنصر النموذج.

في هذا LOD العناصر هي عناصر نائبة عامة. يمكن التعرف عليها باعتبارها المكونات التي تمثلها أو قد تكون وحدات تخزين لحجز المساحة. يجب اعتبار أي معلومات مستمدة من عناصر LOD 200 تقريبية.

LOD 300

يتم تمثيل العنصر بيانياً في النموذج كنظام أو كائن تجميع معين من حيث الكمية و الحجم و الشكل و الموقع و الاتجاه. يمكن أيضاً إرفاق المعلومات غير الرسومية بعنصر النموذج.

يمكن قياس كمية العنصر و حجمه و شكله و موقعه و اتجاهه مباشرة من النموذج دون الرجوع إلى المعلومات غير النموذجية مثل الملاحظات أو نداءات البعد.

LOD 350

يتم تمثيل العنصر بيانياً داخل النموذج كنظام أو كائن أو تجميع معين من حيث الكمية و الحجم و الشكل و الموقع و الاتجاه و الواجهات مع أنظمة البناء الأخرى. يمكن أيضاً إرفاق المعلومات غير الرسومية بعنصر النموذج.

يتم تصميم الأجزاء اللازمة لتنسيق العنصر مع العناصر القريبة أو المرفقة. ستتضمن هذه الأجزاء عناصر مثل المساند و الوصلات. يمكن قياس كمية و حجم و شكل و موقع و اتجاه العنصر كما هو مصمم مباشر من النموذج دون الرجوع إلى المعلومات غير النموذجية مثل الملاحظات أو الأبعاد.

LOD 400

يتم تمثيل العنصر بيانياً داخل النموذج كنظام أو كائن أو تجميع معين من حيث الكمية و الحجم و الشكل و الموقع و الاتجاه مع معلومات التفاصيل و التصنيع و التجميع و التثبيت. يمكن أيضاً إرفاق المعلومات غير الرسومية بعنصر النموذج.

يتم نمذجة عنصر LOD 400 بتفاصيل و دقة كافية لتصنيع المكون الممثل. يمكن قياس كمية و حجم و شكل و موقع و اتجاه العنصر كما هو مصمم مباشرة من النموذج دون رجوع إلى المعلومات غير النموذجية مثل الملاحظات أو الأبعاد.[2]

LOD 500

عنصر النموذج هو حقل تم التحقق منه من حيث الحجم و الشكل و الموقع و الكمية و الاتجاه. يمكن أيضاً إرفاق المعلومات غي الرسومية بعناصر النموذج.

2.5.5-أدوار و فريق عمل الـ BIM :

يجلب إدخال BIM معه العديد من المهام و المسؤوليات الجديدة لإدارة و تنسيق نماذج المباني الرقمية. هذا لا يعني فقط أن هنالك أدواراً جديدة في فريق المشروع و لكن أيضاً مهن جديدة. أهم الأدوار هي دور مدير BIM و مصمم BIM و منسق BIM و مصمم نماذج BIM.

في الوقت الحالي لا توجد أوصاف متفق عليها على نطاق واسع لهذه الأدوار. تمنح معظم الإرشادات مدير BIM دوراً استراتيجياً في الشركة حيث يكون مسؤولاً عن توجيه الانتقال نحو الممارسات الرقمية و تطوير الإرشادات المتعلقة بسير العمل و محتويات النموذج.

على النقيض من ذلك فإن منسق BIM هو دور معين على أساس كل مشروع و هو المسؤول عن تنسيق التخصصات و دمج النماذج الفرعية و التحقق من محتويات النموذج و تطبيق مراقبة الجودة من أجل تلبة متطلبات العميل.

أما مصمم نماذج BIM هو مهندس مدني أو مهندس معماري مسؤول عن تطوير النموذج.

و يوضح الشكل التالي مسؤوليات مدير BIM و منسق BIM و مصمم نماذج BIM . [2]

	الاستراتيجية						الإدارة				الإنتاج	
الدور	أهداف الشركة	الأبحاث	العملية وسير العمل	المعايير	التنفيذ	التدريب	خطة التنفيذ	تدقيق النموذج	تنسيق النموذج	إنشاء المحتوى	النمذجة	مخرجات النمذجة
مدير الـ BIM	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لا	لا	لا	لا	لا
منسق الـ BIM	لا	لا	لا	لا	لا	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لا
منمذج الـ BIM	لا	لا	لا	لا	لا	لا	لا	لا	لا	نعم	نعم	نعم

الجدول 1توزيع مسؤوليات فريق البيم

2.6-المباني المستدامة ذات الواجهات و المفاعلات الضوئية و تكاملها مع BIM :

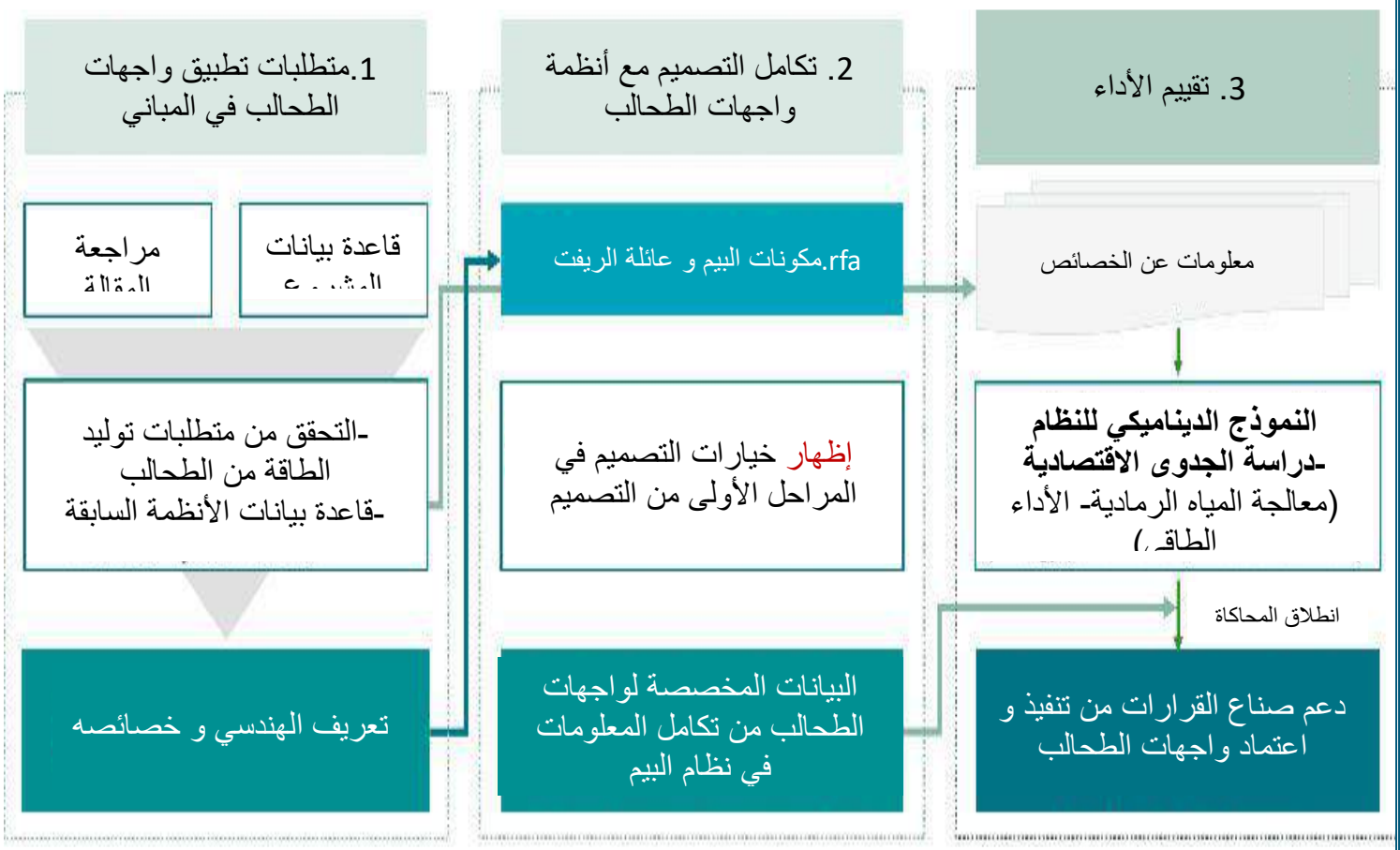
و بالنسبة لدمج BIM مع المباني المستدامة فإنه تتيح قرارات التصميم المبكرة حول التصميم المستدام عملية أكثر فعالية من حيث التكلفة وكفاءة في مشروع البناء في الوقت الحالي ، يتمثل دور الأدوات التحليلية المستدامة في توفير المعلومات لتقييم بدائل التصميم من خلال التصور والعملية البسيطة في هذا الصدد ، تمكننا أدوات BIM من اتخاذ قرارات مستدامة من حيث الوقت والتكلفة بفضل التطور التقني الواسع النطاق ، يمكن لنماذج معلومات البناء (BIMتسهيل ممارسات التصميم والبناء المستدامين لتحقيق التصميم والبناء المستدامين باستخدام BIM ، يجب إجراء اعتبارات التصميم المستدام في أقرب وقت ممكن في عملية مرحلة التصميم مع زيادة تفاصيل BIM ، يمكن استخدام المعلومات المتكاملة لقرارات التصميم المستدام من ناحية أخرى ، يحتاج المستخدمون إلى بيانات جزئية مختلفة للتحليل في هذا الصدد ، فإن التكامل المبكر لخيارات التصميم المستدام مع BIM سيسهم في الاستدامة. و لذلك ، يدمج هذا البحث واجهة الطحالب في BIM للنظر فيها في مرحلة التصميم المبكرة.

في الوقت نفسه ، هناك حاجة أيضًا إلى طريقة للوصول إلى بيانات محددة لتوسيع إمكانية استخدام المعلومات حول واجهة الطحالب.

2.6.1.-إطار محاكاة الحلقة المغلقة على أساس BIM:

يوضح الشكل 2. إطار تحليل محاكاة الحلقة المغلقة المستند إلى BIM لتقييم قابلية تكيف واجهات الطحالب. المشروع التجريبي (مبنى IBQ في هامبورغ ، ألمانيا).

بناءً على المتطلبات وبيانات المشاريع التجريبية ، حدد هذا البحث خصائص واجهات الطحالب بما في ذلك المعلومات الهندسية والمتطلبات الميكانيكية لتثبيت الأنظمة مع مراعاة فيزياء المباني الحالية.[14]



الصورة 2 إطار محاكاة الحلقة المغلقة للبيم _

Framework for evaluating and optimizing algae façades using closed-loop simulation analysis integrated with BIM

بالنسبة للخطوة التالية ، يتم تحويل المعلومات المطلوبة مسبقًا إلى مكون ثلاثي الأبعاد ، والذي يمكن للمهندسين المعماريين استخدامه في بيئة .BIM

من خلال استخدام وتعديل مكون المجموعة الحالي ، والذي يتم تعريفه على أنه مجموعة النافذة (تركيب واحد)، يتم تقديم مكون واجهة الطحالب.

سيساهم ذلك في تصور التصميم من خلال تكييف أنظمة واجهة الطحالب وزيادة جمالية و سهولة التخيل ضمن بيانات BIM في مرحلة التصميم المبكرة.

نظرًا لاستخدام بيانات محددة لواجهة الطحالب لتقييم الأداء ، يتم تطوير أوامر API (واجهة برمجة تطبيق) لاسترداد بيانات محددة من BIM المتكاملة إلى عملية شبه آلية.

سيتم بناء نموذج SD لتقييم الجدوى من حيث أداء الطاقة وقدرات معالجة النفايات، ثم سيتم إجراء عملية التحسين لتقديم الحجم والموقع الأمثل لواجهة الطحالب لاعتمادها المحتمل من قبل قطاع البناء. [14]

2.6.2-تحديد متطلبات تطبيق واجهات الطحالب في المباني :

يمكن تنظيم تركيبات النظام لواجهات الطحالب في خمس فئات : لوح الطحالب ، إطار من الألومنيوم لأربعة جوانب ، وأنظمة لسحب و ادخال الاكسجين و الهواء، وأنظمة تفريغ ، وتوافر ضوء الشمس.

وفقًا للمشروع التجريبي في ألمانيا، من المعروف أن إحدى الواجهات يبلغ عرضها 70 سم وارتفاعها 270 سم وسمكها 8 سم ، وتم تركيب 129 وحدة في الجنوب الشرقي والجنوب الغربي.

تمتلئ وحدة واجهة المفاعل الحيوي بالنفايات التي تحتوي على الطحالب الدقيقة.

من خلال التركيب الضوئي ، تلتقط هذه الطحالب ثاني أكسيد الكربون ، وتنتج الحرارة والكتلة الحيوية ، ثم يمكن استخدام الكتلة الحيوية المنتجة للغاز الحيوي.

يمكن لواجهة الطحالب المطبقة أن تزيل 6 أطنان من ثاني أكسيد الكربون سنويًا ، وتنتج حرارة تبلغ حوالي 150 كيلو وات في الساعة / م 2 في العام ، وتنتج 30 كيلو وات / م 2 من الكتلة الحيوية في العام

يمكن تحويل الكتلة الحيوية المنتجة إلى ميثان بنسبة تصل إلى 80٪.

نظرًا لأنه تم تطبيق واجهة الطحالب على مساحة 243.8 مترًا مربعًا ، فيمكنها تقليل 67.4 جرامًا من ثاني أكسيد الكربون يوميًا لكل وحدة متر مربع.

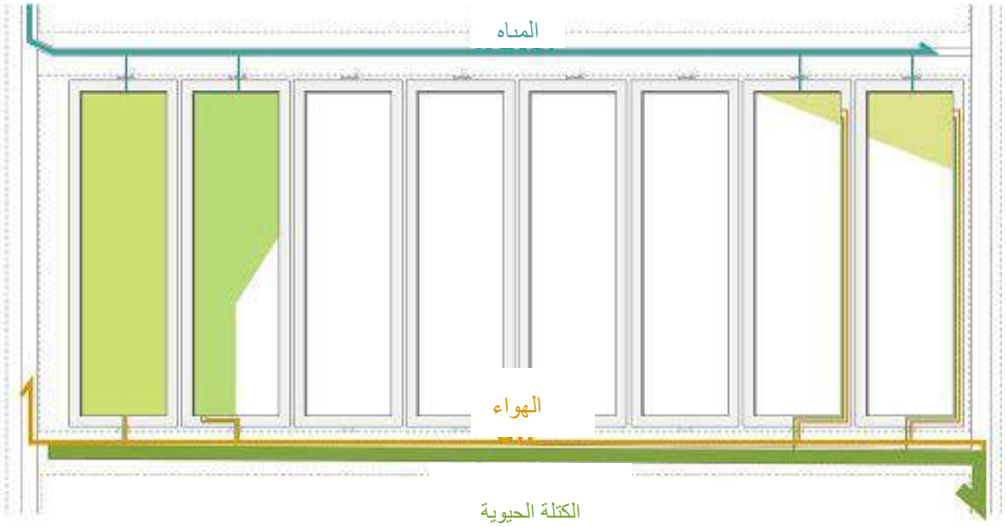
يتم عرض المعلومات الخاصة بواجهة الطحالب في الجدول 1. المعلومات المطلوبة لواجهة الطحالب[14]

القيم المحققة	أنواع المعلومات	قسم المعلومات
لوح ، إطارات ألومنيوم (4 جوانب) ، أنابيب (سحب ومخرج)	المكونات الفيزيائية	التركيب و البنية
70 سم (2 "4")	العرض	الشكل الهندسي
270 سم (8 "10")	الارتفاع	
8 سم (3 بوصة)	السماكة	
67.4 g/ m²day (6.3 g/ft²/day)	تقليل ثاني أكسيد الكربون	الأداء و التنفيذ
30 kWh/ m²year (7.6 Wh/ft²/day)	إنتاج الكتلة الحيوية	
150 kWh/m²year (38.2 Wh/ft²/day)	إنتاج الحرارة	

الخصائص	الموارد	ثاني أكسيد الكربون ، العناصر الغذائية N، P، الماء ، ضوء الشمس

الجدول 2 المعلومات المطلوبة لواجهة الطحالب Framework for evaluating and optimizing algae façades using closed-loop simulation analysis integrated with BIM

تشمل العناصر الغذائية الأولية النيتروجين Nوالفوسفور P والبوتاسيوم K العناصر في محتوى المغذيات النباتية ، ووظيفة الإنزيمات النباتية والعمليات الكيميائية الحيوية ، وسلامة الخلايا النباتية.



الصورة 2 شكل و تصميم واجهةالطحالب

2.6.3-تكامل التصميم مع أنظمة واجهات الطحالب :

بناءً على التحقيق الأولي للمعلومات المطلوبة ، تم دمج واجهة الطحالب كمكون BIM في هذا القسم من خلال بناء مكون ثلاثي الأبعاد.

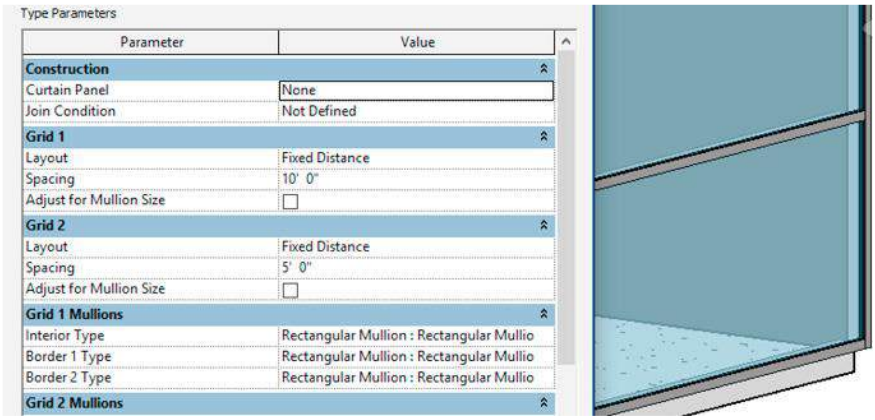
قام هذا البحث بتعديل مكون النافذة الحالي ، والذي يتم تحديده من خلال المقارنة بين مكون الحائط الساتر الحالي ومكون النافذة.

مقارنة بين إنشاء واجهة الطحالب في مكونات المجوعة المختلفة بناءً على تركيبات واجهة الطحالب (انظر الجدول التالي ، فإن مجوعة النوافذ الأكثر ملاءمة مجموعة مكونات واجهة الطحالب من مجموعة الحائط الساتر Curtin wall

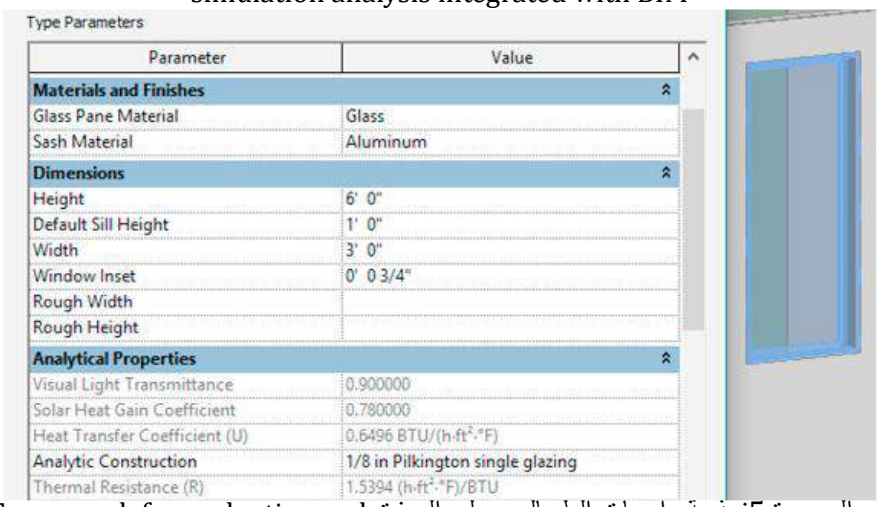
على الرغم من أن لوحة نظام الحائط الساتر مقسمة إلى موليون ورافعة ولا توجد مساحة كافية لتركيب الأنابيب بين الألواح ، يمكن أن تحتوي عائلة النوافذ على مساحة بين الألواح للأنابيب بالإضافة إلى أنها يمكن أن تحتوي على إطارات تتميز بالألمنيوم.[18]

علاوة على ذلك ، تتمتع مجموعة النوافذ بخصائص تحليلية مثل المقاومة الحرارية ، ومعامل اكتساب الحرارة ، وما إلى ذلك ، لذلك فإن عنصر النافذة لديه قدرة أكبر على التكيف لتحويل مكونات الواجهات.

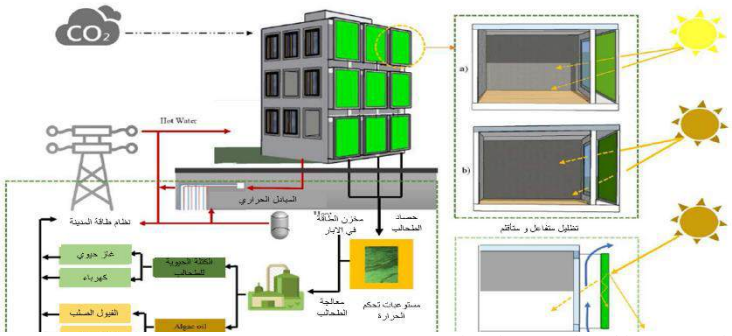
مقارنة بين مكونات المجموعة في) (BIM (Revit 2016أ) الحائط الساتر ؛ (ب) النافذة



الصورة 4 نمذجة الواجهة و مواصفاتها على الريفت Framework for evaluating and optimizing algae façades using closed-loop simulation analysis integrated with BIM



الصورة 5نمذجة واجهات الطحالب على الريفت Framework for evaluating and optimizing algae façades using closed-loop simulation analysis integrated with BIM



الصورة 6تحليل عمل واجهة الطحالب Thermal and energy performance of algae bioreactive façades: A review

نمذجة مكون مجموعة واجهة الطحالب باستخدام مجموعة النافذة الحالية تم نمذجة مكون BIM لواجهة الطحالب بناءً على الدراسات السابقة للهندسة ومعلومات الخصائص في الجدول 2.

تم إنشاء معلومات الأداء ، وهي الحد من الكربون ، وإنتاج الكتلة الحيوية ، وإنتاج الحرارة ، بموجب الخاصية الجديدة المسماة. (خصائص المباني الخضراء)

يمكن تعديل معلومات الأداء في بيئة النمذجة المطلوبة ، وتم تخصيص قيمة أداء للقيم الأولية (الشكل 5. ب) لكل وحدة قدم مربع.

تم تصميم مكون واجهة الطحالب في بيئة Autodesk Revit 2016 وتم تصدير ملف النوافذ. (rfa للاستخدام العام ، كما هو موضح في الشكل المرفق.

مكون نمذجة واجهة الطحالب معلومات الهندسة وعرض النمذجة ؛ (ب) الخصائص ؛ (ج) ملف .rfa

2.7-تقييم فعالية أنظمة واجهات الطحالب فى سياق البناء:

تقوم الطحالب الموجودة داخل الواجهات بعملية التركيب الضوئي من خلال ضوء الشمس وتتغذى على ثاني أكسيد الكربون والمواد المغذية الموجودة في مياه الصرف الصحي.

بعد ذلك ، من خلال إنتاج الكتلة الحيوية ، تتحول إلى غاز حيوي داخل المفاعل.

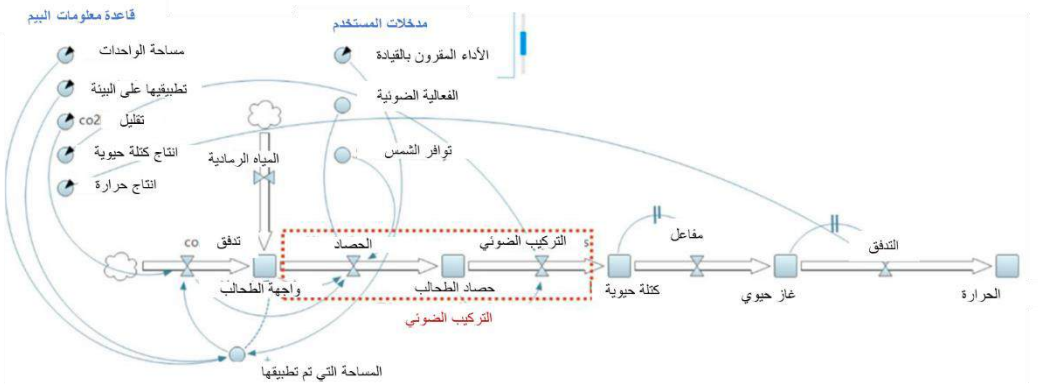
وفقًا لبيانات المشروع التجريبي التي تمت مناقشتها في 5.1 ، أنتجت الكتلة الحيوية 7.6 واط / قدم 2 اليوم والحرارة تنتج 38.2 واط / قدم 2 يوم.

نظرًا لأن هذا الافتراض كان أن ثانية واحدة في المحاكاة هي 6 دقائق في الواقع ، تم تقسيم البيانات اليومية على 240 ثانية محاكاة.

كما تم النظر في معدل تقليل ثاني أكسيد الكربون (6.3 جم / قدم 2 يوم).

تم تطبيق مساحة الوحدة على البيانات من الحالة التجريبية ، ويفترض أن عدد الوحدات المطبقة هو 1. تم افتراض أن المتغيرات الأخرى مثل مياه الصرف الصحي وكفاءة التمثيل الضوئي وتوافر الطاقة الشمسية كافية لعدم مقاطعة العملية ، ثم تم تخصيص جميع 100٪.

الصورة 7. نموذج ديناميكيات النظام الأولي SDM



الصورة 3طريقة الديناميكيات الأولية

ramework for evaluating and optimizing algae façades using closed-loop simulation analysis integrated with BIM

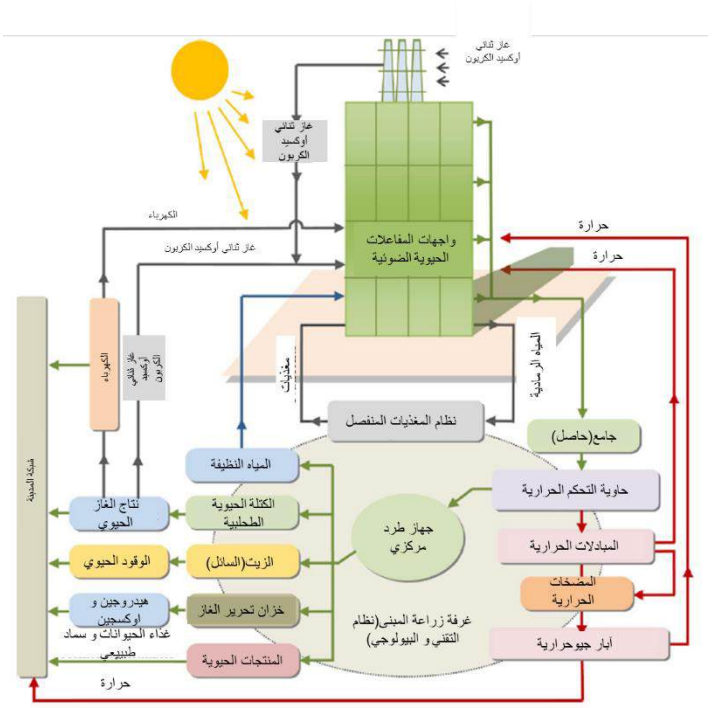
2.7.1-معاملات التصميم الأساسية للوحة المفاعلات الحيوية الضوئية للطحالب:

الجدول معاملات التصميم الأساسية للوحة مسطحة PBRs لزراعة الطحالب الدقيقة على الواجهات.

متطلبات تقنية	المدخلات	العنصر
1. القرب الجغرافي من مصادر ثاني أكسيد الكربون و / أو 2. نظام تنقية غاز ثاني أكسيد الكربون.	**غازات المداخن من محطات الطاقة والمصانع والطرق السريعة وما إلى ذلك.** إذا لم يكن هناك مصدر مجاور لثاني أكسيد الكربون ، فسيكون التقاط ثاني أكسيد الكربون لزراعة الطحالب محدودًا. لذلك من الضروري النظر إلى قرب جغرافي معقول من المصادر الثابتة أو توفير مصدر ثاني أكسيد الكربون كجزء لا يتجزأ من المبنى . تعمل الأنظمة الملحقة بالمباني ، مثل نظام تنقية غاز ثاني أكسيد الكربون ، على حل مشكلة نقل وتخزين ثاني أكسيد الكربون. في نظام تنقية غاز ثاني أكسيد الكربون ، يلزم وجود مصدر للكهرباء للتشغيل. لذلك ، يمكن لتوربينات الرياح المتكاملة تشغيل النظام بطريقة مستدامة.	1) ثاني أكسيد الكربون
1. مياه البحر. 2. مياه الأمطار. 3. المياه المالحة. 4. معتدلة الملوحة. 5. المياه الملوثة أو العادمة	**أي نوع من الماء** يمكن أن تتفتح الطحالب الدقيقة في أي نوع من المياه (مصادر المياه غير مناسبة للاستهلاك). يمكن إعادة استخدام المياه الناتجة مرة أخرى كمياه مستصلحة ، مما يجعل مسار المياه مغلقًا داخل PBR.	2) المياه

1. نظام فصل المغذيات	**مياه الصرف الصحي للمبنى** يمكن الحصول على العناصر الغذائية من النفايات السائلة للمبنى .	3) المغذيات
1. حاوية التحكم في درجة الحرارة	بعد حصاد الطحالب الدقيقة ، من المهم تخزينها في حاويات يمكن التحكم في درجة حرارتها حتى عملية التحويل. يمكن تشغيل عملية التحويل على نظام خدمة المبنى ، أو يمكن نقل الطحالب الدقيقة خارج الموقع لتحويلها إلى زيت أو كهرباء أو منتجات أخرى.	4) الطحالب الدقيقة
متطلبات تقنية	**المخرجات**	العنصر
1. المبادلات الحرارية 2. الآبار الحرارية الجوفية	نظرًا لأن واجهة PBR تعمل كعازل حراري ، فإنها تحول الضوء الشمسي إلى حرارة. تشارك الحرارة الناتجة بنسبة كبيرة من الطاقة المنتجة. يجب استخراج الحرارة بواسطة مبادل حراري لاستخدامها في أغراض تدفئة المبنى. يمكن تخزين الحرارة الزائدة في آبار الطاقة الحرارية الأرضية لاستخدامها في المستقبل ، أو يمكن بيعها لشبكة التدفئة المركزية.	5)الحرارة
1. جهاز طرد مركزي 2. مصنع الغاز الحيوي الخارجي	مطلوب نظام ترشيح ، كأجهزة طرد مركزي ، لاستخراج المنتجات الخضراء. يستخدم زيت الطحالب لإنتاج الوقود الحيوي ، وتستخدم الكتلة الحيوية الطحلبية لتوليد الكهرباء عند تحويلها إلى ميثان بواسطة مصنع غاز حيوي خارجي ، ويتم إعادة استخدام المياه المستصلحة في الاستزراع.	6)الكتلة الحيوية الطحلبية
1. وسيط(السطح البيني) الغاز والسائل 2. عمود التفريغ	في المفاعلات الحيوية الضوئية المسطحة ، هناك حاجة إلى وسيط بين الغاز والسائل لإزالة غاز الأكسجين . عمود تفريغ مطلوب لإزالة O2	7) الأكسجين

الصورة 4 معاملات التصميم الأساسية للوحة واجهة المفاعلات الحيوية الضوئية لزراعة الطحالب



الصورة 5 تسلسل طريقة عمل واجهة الطحالب

حيث أن الظروف المثلى لبناء التكامل ذو واجهات الطحالب:

-إنتاج غاز مداخن ثابت أو مصدر للكربون

-إنتاج الحرارة على مدار العام

-مثالي للواجهات الجنوبية (> 200 متر مربع)

ECS=نسبة كفاءة تحويل الطاقة ، والتي تشير إلى النسبة المئوية للطاقة الضوئية الواردة المحولة إلى الكتلة الحيوية أو الحرارة.

تم قياس بيانات الطقس (الإشعاع العالمي) والمكاسب المرتبطة بالضوء والحرارة والكتلة الحيوية من أجل تحديد تحويل الطاقة ومقارنة النظام مع الأنظمة الأخرى الموجودة في السوق.

يسمح هذا الفهم للارتباطات بين الظروف الخارجية وأداء النظام بالتنبؤ بكفاءة الطاقة للسياقات المناخية والجغرافية الأخرى.

تتأثر إنتاجية النظام فيما يتعلق بتوليد الكتلة الحيوية بمعاملات العملية الرئيسية ، مثل معدل الإمداد بالمغذيات وقيمة الأس الهيدروجيني وكذلك كثافة الخلية ودرجة حرارة الوسط. تم رصد كل هذه العوامل بشكل مكثف.

بالإضافة الي انه أكبر استهلاك للطاقة في المباني ينبع عادةً من أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، وتحديدًا التدفئة والتهوية وتكييف الهواء. ويتكون حمل التبريد، وهو أمر بالغ الأهمية للحفاظ على ظروف

داخلية مريحة، من مكاسب الحرارة الداخلية والخارجية. وتشمل مكاسب الحرارة الداخلية عوامل مثل الأشخاص والأضواء والمعدات، بينما تشمل مكاسب الحرارة الخارجية الإشعاع الشمسي من خلال النوافذ والتسرب والتهوية والتوصيل الحراري من خلال أغلفة المبنى. والجدير بالذكر أن ما يقرب من 75% من إجمالي حمل التبريد ينشأ من فقدان الحرارة من خلال غلاف المبنى، حيث تساهم النوافذ بأعلى نسبة، حيث تمثل ما يصل إلى 60% من استهلاك الطاقة في المبنى. يسعى المهندسون المعماريون إلى تطوير مواد الغلاف لتقليل استخدام الطاقة.

في السنوات الأخيرة، أصبحت المباني تدمج بشكل متزايد مولدات الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية وطواحين الهواء لخفض تكاليف الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

ومع ذلك، قد لا تلبي هذه التقنيات وحدها احتياجات المبنى من الطاقة. تظهر المفاعلات الحيوية الضوئية (PBRs)، وخاصة نوافذ الطحالب، كحل واعد للتخفيف من استهلاك الطاقة في المباني . تمتص الطحالب المزروعة داخل المفاعلات الحيوية الضوئية

ضوء الشمس لعملية التمثيل الضوئي ويمكن حصادها للحصول على كتلة حيوية قيمة تستخدم في الزيت الحيوي أو الغاز الحيوي أو إمداد المغذيات. توفر نوافذ الطحالب، وهي نوع متخصص من المفاعلات الحيوية الضوئية المدمجة في واجهات المباني، فوائد مثل تقليل فقدان الحرارة وتوفير الضوء الطبيعي وتوليد الطاقة المتجددة. وبالتالي، تساهم نوافذ الطحالب في تحسين جماليات المبنى وتقليل انبعاثات الغازات المسببة للانحباس الحراري.

تُعرف الطحالب بكفاءتها العالية في تحويل الطاقة الشمسية إلى كتلة حيوية، وتوفر العديد من المزايا مقارنة بالوقود الحيوي التقليدي المشتق من المواد الخام الصالحة للأكل.

إن المحتوى العالي من الزيت في الطحالب يجعلها مصدرًا ممتازًا للزيت الحيوي النظيف والمستدام، والمناسب لتشغيل مركبات النقل المختلفة. وعلاوة على ذلك، فإن قدرة الطحالب على امتصاص ثاني أكسيد الكربون أثناء النمو تجعلها مرشحة واعدة لإنتاج الوقود الحيوي واحتجاز الكربون، مما يساعد في الحفاظ على البيئة. وقد استكشفت العديد من الدراسات إمكانات التقنيات القائمة على الطحالب لتطبيقات البناء. على سبيل المثال، طور الباحثون أنظمة تنقية الهواء القائمة على الطحالب القادرة على تحسين جودة الهواء بشكل كبير، وخاصة في البيئات الحضرية شديدة التلوث.

أثبتت دراسات محاكاة الطاقة التي قارنت بين أنواع النوافذ المختلفة باستمرار الأداء المتفوق في توفير الطاقة لنوافذ الطحالب. بالإضافة إلى ذلك، تشير التحليلات الاقتصادية إلى أن تقنيات بناء الطحالب، مثل المفاعلات الحيوية الضوئية الأنبوبية المغلقة، تقدم عوائد استثمارية مواتية مقارنة بأنظمة الطاقة الشمسية

الكهروضوئية التقليدية. زعم مارتن كيرنر وآخرون أن كفاءة إنتاج الحرارة طوال العام تبلغ حوالي 38٪، وهو ما يمكن أن يلبي حوالي 59٪ من إجمالي الطلب على الحرارة في المبنى. علاوة على ذلك، يمكن تخزين الحرارة الزائدة في التربة أسفل المبنى واستخدامها في الشتاء.

من الناحية النظرية، يمكن للطحالب تحويل الطاقة الشمسية إلى كتلة حيوية بكفاءة تصل إلى 9%. وهذا أعلى بثلاث مرات على الأقل من كفاءة نباتات C4، وهي أكثر أنواع النباتات الأرضية كفاءة. كما يمكن للطحالب أيضًا امتصاص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، تصل إلى 1.8 كجم من ثاني أكسيد الكربون لكل 1 كجم من الكتلة الحيوية. وهذا يجعل الطحالب مرشحًا واعدًا لإنتاج الوقود الحيوي واحتجاز الكربون. في الآونة الأخيرة، أجريت العديد من الدراسات على مفاعلات الطحالب للبناء. على سبيل المثال، قام فريق من الباحثين بتطوير نظام تنقية الهواء القائم على الطحالب في وارسو، إحدى أكثر المدن تلوثًا في أوروبا. يتكون نظام تنقية الهواء القائم على الطحالب من 52 مفاعلًا كبيرًا يمكنها استيعاب ما مجموعه 520 لترًا من ثقافة الطحالب Chlorella vulgaris. يمكن لهذه الكمية من ثقافة الطحالب تصفية 200 لتر من الهواء الملوث في الدقيقة. تمت مراقبة جودة الهواء المحيط باستخدام أجهزة الاستشعار.

أفاد الباحثون أن النظام لديه القدرة على امتصاص النيتروجين والجسيمات الدقيقة (PM2.5) بنسبة تصل إلى 97٪ و 75٪ على التوالي. وعلى وجه الخصوص، انخفض تركيز PM2.5 بنسبة 83٪ وظل ضمن المنطقة الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية. أجرى م. طلائي وآخرون دراسة محاكاة الطاقة للمباني في مشهد بإيران. قارن الباحثون ثلاثة أنواع من النوافذ: الزجاج المفرد والزجاج المزدوج ونوافذ المياه. وجد المؤلفون أن نافذة الطحالب لديها أفضل أداء في توفير الطاقة.

كان لكثافة الطحالب تأثير ضئيل على استهلاك الطاقة. تم بتحليل تكلفة وأرباح تقنيات بناء الطحالب والألواح الكهروضوئية الشمسية. أجريت دراسة حالة في مبنى بجامعة التكنولوجيا في سيدني بأستراليا. تم استخدام المفاعلات الحيوية الضوئية الأنبوبية المغلقة لنظام الطحالب. بالإضافة إلى ذلك، فإن استخدام نظام المفاعل الحيوي الضوئي الأنبوبي المغلق يزيد من العائد على الاستثمار ويكون وقت استرداده أسرع مقارنة بنظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية.[19]

تم فحص دراسة استخدام نوافذ الطحالب لواجهات المباني. حصلت الدراسة على نتائج جيدة للحفاظ على الطاقة وتخفيف ثاني أكسيد الكربون والقدرة على إنتاج الكتلة الحيوية، و أن استخدام نوافذ الطحالب هو خيار فعال للطاقة الخضراء بسبب قدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون وتنقية المياه وتوليد الأكسجين. لهذا السبب، يمكن أن يقلل بشكل كبير من فاتورة الكهرباء للمبنى ويحسن جودة الهواء عن

طريق امتصاص ثاني أكسيد الكربون وتوليد الأكسجين في المبنى. تمت دراسة استخدام المفاعلات الحيوية الضوئية المتكاملة في المباني (PBRs) في إزمير، تركيا.

لتحقق من أداء نافذة الطحالب على الجانب الجنوبي من المبنى، تم إجراء محاكاة. أظهرت النتائج أن هذا النوع من الواجهة يمكن أن يقلل بشكل كبير من عدد الساعات غير المريحة في المبنى. بالإضافة إلى ذلك، تم تقليل ضوء النهار الزائد بسبب التركيز العالي للطحالب داخل النافذة. وجدت الدراسة أنه لا يوجد فرق كبير بين واجهة PBR بنسبة 100٪ وواجهة PBR بنسبة 80٪، باستثناء تحسن جزئي في إضاءة ضوء النهار. لتقييم سمات الشخصية المنسوبة إلى واجهة الطحالب الدقيقة.

و خلال بعض التجارب أجرت كاثرين وارين وآخرون استطلاعًا لـ 40 طالبًا في الهندسة المعمارية تم اختيارهم عشوائيًا.

تم تكليف الطلاب بالبقاء في غرفة ذات واجهة من الطحالب الدقيقة، وتمت دراسة عواطفهم باستخدام الاستبيانات. وجدت الدراسة أن الأشخاص الذين يعيشون في غلاف من الطحالب كانوا أكثر إبداعًا وأنتجوا أعمالًا أفضل من أولئك الذين بقوا في غرفة عادية. ام Martokusumo وآخرون بدراسة مبنى قيد الإنشاء في باندونغ بإندونيسيا، وهو موقع تاريخي. يحتوي المبنى على نوافذ زجاجية على الجانبين الغربي والشرقي. قام المؤلفون بالتحقيق في ثلاثة أنواع من النوافذ: نوافذ بريس سوليلbrise-soleil، وجهاز تظليل ثابت أفقي، ومفاعل حيوي ضوئي من الطحالب. تم إجراء التجربة للنوع النهائي. أثناء التحقيق في كل نوع من الواجهات، تم الحصول على معلمات مثل الاختلافات في درجات الحرارة الداخلية والخارجية، ومستوى ضوء النهار، وكمية توليد الأكسجين. وقد ورد أن نوافذ الطحالب قادرة على تقليل معامل اكتساب الحرارة الشمسية (SHGC) ودرجات الحرارة الداخلية. واقترح أيضًا أنه يمكن دمج نوافذ الطحالب الخضراء مع الثنائيات الباعثة للضوء الاصطناعي (LED). مع هذا التكامل، يمكن أن تغير مصابيح LED لونها استجابة للظروف البيئية، بما في ذلك الطقس ووقت اليوم. هذا النهج لديه القدرة على تعزيز توفير الطاقة والجاذبية الجمالية للمباني. وجد أن أنظمة التظليل النشطة، مثل الزجاج الذكي والتظليل الحركي وواجهات الطحالب، يمكن أن تقلل من استهلاك الطاقة بنسبة 10-50٪. ومع ذلك، لا تزال نافذة الطحالب تقنية متطورة لأنها تحتاج إلى مزيد من التحقيق لتقليل العوامل بما في ذلك تكاليف الاستثمار ونفقات الصيانة وتكاليف العمالة للتركيب المتخصص.[9]

قام Heru W. Poerbo بدراسة تصميم ITB Innovation Park، وهو مبنى جديد في باندونغ بإندونيسيا. وقد وجد أن المفاعلات الحيوية الضوئية المدمجة في المباني (BIMPs) لم يتم تضمينها بعد في لائحة المباني الخضراء في مدينة باندونغ (إندونيسيا) لأنها تقنية جديدة نسبيًا. ومع ذلك، فإن هذا النهج قادر

على خفض استهلاك الطاقة وتعزيز جودة الهواء الداخلي. في دراسة حديثة، وجد أن المفاعلات الحيوية الضوئية المتكاملة في المباني يمكن أن تلعب دورًا حاسمًا في تطبيقات الطاقة الخضراء. ويعزى ذلك إلى قدرتها على تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى أكسجين وحصاد الكتلة الحيوية. ومع ذلك، هناك بعض التحديات، مثل تكلفة الإنتاج ونفقات الصيانة، التي تحتاج إلى معالجة، ولا يزال المزيد من البحث جاريًا. تمت مناقشة تصميم مفاعل حيوي ضوئي لواجهات المباني باستخدام برنامج Sketup. في هذا التصميم، تم اختيار القوالب والأنابيب المصنوعة من الأكريليك لتحل محل المفاعل الحيوي الضوئي التقليدي. تتدفق ثقافة الطحالب من أعلى الأنابيب وتملأها، ثم تعود إلى بركة سعة 2000 لتر في الطابق السفلي عبر الأنابيب الموجودة في الأسفل. توجد في البركة أربعة أنواع من الأنابيب متصلة بها: أنابيب متصلة بمفاعلات حيوية ضوئية مدمجة في المبنى، وأنابيب أكسجين تنقل الأكسجين المنتج في البركة إلى المبنى، وأنابيب المغذيات، وأنابيب لحصاد الكتلة الحيوية أو التنظيف. يفترض الباحثون أن تجديدهم له بعض الفوائد، مثل انخفاض خطر التسرب وانخفاض احتمالية موت الطحالب. قام Soowon Chang et al. بتطوير إطار محاكاة باستخدام BIM (نمذجة معلومات البناء) لتقييم جدوى واجهات الطحالب في المباني المختلفة. يتألف الإطار من ثلاثة مكونات رئيسية:

(1) دمج واجهات الطحالب كمكونات مكتبة في BIM

(2) استخدام نموذج ديناميكيات النظام (SDM) لنمذجة تدفقات الطاقة والنفايات ذات الحلقة المغلقة؛

و(3) استرجاع البيانات في BIM لـ SDM.

للمساهمة في تطبيق واجهات الطحالب، طور هذا العمل البحثي نموذجًا لقاعة مؤتمرات في منتجع في فان ثيت بأبعاد 14 مترًا × 6 مترًا × 3.5 مترًا. تمت مقارنة ثلاثة أنواع من النوافذ، بما في ذلك النوافذ ذات الزجاج المفرد والزجاج المزدوج ونوافذ الطحالب (مفاعلات حيوية ضوئية من الطحالب الدقيقة). تضمنت جوانب النوافذ التي تم تقييمها توفير الطاقة والإضاءة اليومية وتوفير الطاقة لمرافق المياه الساخنة من مفاعلات حيوية ضوئية من الطحالب الدقيقة.

2.8-المنهجية:

2.8.1-النظرية الأساسية:[3]

لحساب التوصيل الحراري Q (W) عبر غلاف المبنى، يتم استخدام المعادلة (1):

$$Q = U \times F \times (t_{ex} - t_{int}) \qquad (1)$$

حيث يمثل U معامل نقل الحرارة الكلي لمادة الغلاف (W/m2 .K)، وF هي مساحة الغلاف (m2) وtex وtint هما درجة الحرارة الخارجية ودرجة الحرارة الداخلية (ºC)، على التوالي. لتقليل التوصيل الحراري عبر أغلفة المباني، مثل الجدران والنوافذ، يجب أن يكون عامل U منخفضًا. يمكن حساب عامل U لزجاج النوافذ وفقًا للمعادلة (2) في ASHRAE [3].

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{ex}} + \frac{1}{h_{\text{int}}} + \frac{t_{g1}}{1000.K_{g1}} + \frac{t_{gw}}{1000.K_{w}} + \frac{t_{g2}}{1000.K_{g2}}} \quad (2)$$

حيث:

h ex وh int هما معاملا الحمل الحراري للخارجي والداخلي، على التوالي Kg1 .(W/m2.K) وKw وKg2 هي الموصلية الحرارية لطبقة الزجاج 1 والماء (زراعة الطحالب) وطبقة الزجاج 2، على التوالي (W/m.K). t هو سمك كل طبقة (مم).

تبلغ الموصلية الحرارية للزجاج حوالي 1 وات/م2. كلفن. وفي دراسات أخرى لم يكن هناك أي فرق تقريبًا بين الموصلية الحرارية للمياه النقية و بيئة الطحالب. يوصي المؤلفون باستخدام 0.64 وات/م2. كلفن لثقافة الطحالب، وهو أعلى بنحو 10% من المياه النقية، بسبب الحمل الحراري الطبيعي للمياه بين لوحين من الزجاج. يحدث الحمل الحراري الطبيعي بسبب اختلاف درجة الحرارة بين الماء وسطح الزجاج.

بالإضافة إلى التوصيل الحراري عبر غلاف المبنى، يساهم الإشعاع أيضًا في حمل التبريد للمبنى. يحمل ضوء الشمس الطاقة التي تخترق زجاج المبنى، مما يرفع درجة الحرارة داخل الغرفة. يمكن منع ذلك والحد منه باستخدام زجاج ذو معامل اكتساب حرارة شمسية منخفض (SHGC)، وهو نسبة كمية طاقة الإشعاع التي تمر عبر الزجاج إلى كمية طاقة الإشعاع التي تضرب سطح الزجاج. لذلك، فإن معامل اكتساب حرارة شمسية أقل يعني مرور إشعاع أقل عبر اللوح.

يعد مستوى ضوء النهار عاملاً حاسماً في تحديد الإضاءة داخل الغرفة. تشير مستويات ضوء النهار الأعلى إلى وفرة الضوء الطبيعي، مما يقلل من الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية ويعزز الحفاظ على الطاقة. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن هذا يمكن أن يرفع أيضًا درجات حرارة الغرفة. وبالتالي، عند تصميم مبنى، يعد اختيار نفاذية الضوء المرئية (VT) المناسبة للتزجيج أمرًا ضروريًا لموازنة الإضاءة والاعتبارات الحرارية.[3]

يستخدم معامل الأداء (COP) لتقدير استهلاك الطاقة لمكيف الهواء. COP هو نسبة سعة التبريد لمكيف الهواء إلى الطلب على الكهرباء من الضاغط. لذلك، كلما ارتفع COP، كلما كان من الممكن تحقيق استهلاك أقل للطاقة. ومع ذلك، يتأثر COP لمكيف الهواء بعدد من العوامل، مثل درجات الحرارة الداخلية والخارجية، وكفاءة الضاغط، ونظافة الوحدات الداخلية والخارجية. في المعادلة (3)، COP هو نسبة سعة

$$COP = Q_o/N \qquad (3)$$

التبريد لمكيف الهواء (Qo بالواط) إلى مدخلات الطاقة (N بالواط). عادة، تكون سعة التبريد لمكيف الهواء مساوية لحمولة التبريد للمبنى.

ي هذه الدراسة، افترضنا أن هناك حاجة إلى إمداد بالماء الساخن. عندما يمتص مستنبت الطحالب ضوء الشمس، سترتفع درجة حرارة المستنبت. لتجنب موت طحالب Chlorella vulgaris، يجب أن تكون درجة حرارة مستنبت الطحالب أقل من 38 درجة مئوية. تم استخدام سائل آخر لتبريده للحفاظ عليه عند درجة حرارة يمكن استخدامها لتسخين المياه. درجة الحرارة المناسبة أيضًا للاستحمام تتراوح من 40 درجة مئوية إلى 42 درجة مئوية .

في هذه الدراسة، افترضنا أن هناك حاجة إلى إمداد بالماء الساخن. عندما يمتص مستنبت الطحالب ضوء الشمس، سترتفع درجة حرارة المستنبت. لتجنب موت طحالب Chlorella vulgaris، يجب أن تكون درجة حرارة مستنبت الطحالب أقل من 38 درجة مئوية. تم استخدام سائل آخر لتبريده للحفاظ عليه عند درجة حرارة يمكن استخدامها لتسخين المياه. درجة الحرارة المناسبة أيضًا للاستحمام تتراوح من 40 درجة مئوية إلى 42 درجة مئوية .

لذلك، في هذه الدراسة، يمكن استخدام نظام الماء الساخن للاستفادة من الحرارة المتولدة من تبريد ثقافة الطحالب، وسيتم استخدام سخان إذا كانت هناك حاجة إلى درجة حرارة مياه أعلى. تبلغ كفاءة تحويل طاقة ضوء الشمس إلى حرارة في مفاعل حيوي ضوئي حوالي 38٪ ، وهي نسبة الطاقة المفيدة (Qusef في W) إلى الإشعاع الشمسي الساقط على سطح المعدات (Qrad في W)، لذلك إذا كان هناك إشعاع شمسي

$$\eta = Q_{usef} / Q_{rad} \qquad (4)$$

ساقط، يمكن تحديد الطاقة المفيدة لنظام الماء الساخن باستخدام[3]

2.8.2-حمل التبريد للغرفة واستهلاك الطاقة:

يتم حساب حمل التبريد في هذه المحاكاة بناءً على إجمالي وقت التشغيل في السنة. سيتم استخدام الحمل الأقصى الذي يحدث في لحظة معينة من السنة كسعة تبريد لمكيف الهواء. الحمل الأقصى للزجاج المفرد هو 15455 واط. هذا هو أيضًا أعلى حمل تبريد. ثاني أعلى حمل تبريد هو للزجاج المزدوج، عند 14640 واط. تشهد نوافذ الطحالب أقل حمل تبريد، عند 13838 واط.

بالنسبة للنوافذ ذات الزجاج المفرد والزجاج المزدوج، يبلغ حمل التبريد ذروته في شهر مايو، مع كون شهر أبريل هو ثاني أعلى شهر. ومع ذلك، بالنسبة للنوافذ المصنوعة من الطحالب، يكون حمل التبريد أقل قليلاً في شهر مايو مقارنة بشهر أبريل، أو يبلغ ذروته في شهر أبريل.

تتمتع هذه الأشهر بأعلى إشعاع ودرجة حرارة خارجية، مما يساهم بشكل كبير في حمل التبريد. يكون أقل حمل تبريد في شهر ديسمبر بسبب أدنى درجة حرارة. من الواضح أن الزجاج المفرد لديه أعلى حمل تبريد، يليه الزجاج المزدوج، ثم نوافذ الطحالب.

يرجع هذا إلى أن الزجاج المفرد له أعلى معامل U وSHGC، مما يسمح بمرور المزيد من الحرارة. يعتمد حمل التبريد بشكل كبير على معامل U، كما هو موضح في المعادلة (1). بالإضافة إلى معامل U، يتمتع الزجاج المفرد أيضًا بأعلى معامل SHGC، مما يسمح بمرور المزيد من طاقة الإشعاع.

وفقًا للشكل 2، فإن الغرفة التي تستخدم زجاجًا فرديًا لها أعلى حمل تبريد سنوي، عند 30،820،088 واط/ساعة. والأعلى التالي هو الزجاج المزدوج، عند 29،322،906 واط/ساعة.

أدنى حمل تبريد سنوي هو لنوافذ الطحالب، عند 27،118،662 واط/ساعة. وعلى الرغم من أن نوافذ الطحالب لها عامل U أعلى من الزجاج المزدوج، إلا أن حمل التبريد الخاص بها أقل لأن معامل انتقال الحرارة الشمسي الخاص بها أقل بمرتين من الزجاج المزدوج. بعبارة أخرى، تقع فيتنام بالقرب من خط الاستواء، لذا فإن الإشعاع مرتفع للغاية، مما يساهم بشكل كبير في حمل التبريد. يظهر عنصر الإشعاع الشمسي الذي يمثل حمل التبريد لكل نوع من أنواع الزجاج في الجداول أدناه.

من بين الأنواع الثلاثة للزجاج، يتحمل الزجاج المفرد أعلى حمل للإشعاع الشمسي، يليه الزجاج المزدوج ونوافذ الطحالب. تتحمل نوافذ الطحالب أقل حمل للإشعاع الشمسي لأنها تتمتع بأقل معامل انتقال حراري للشمس. وهذا يعني أن أشعة الشمس أقل احتمالية لاختراق النافذة ورفع درجة الحرارة. بعبارة أخرى، إذا كان المبنى أو الغرفة يحتوي على الكثير من النوافذ، فسيتم تقليل حمل التبريد باستخدام نوافذ الطحالب بشكل كبير. [3]

في هذه الدراسة تم اختيار معامل الأداء (COP) لمكيف الهواء ليكون 3 وهو قيمة شائعة لمكيفات الهواء وباستخدام المعادلة (3) فإن استهلاك الطاقة السنوي لمكيف الهواء عند استخدام ثلاثة أنواع من النوافذ وهي

الزجاج المفرد والزجاج المزدوج. ونوافذ الطحالب، هي 10،273،362.67 واط ساعة، و9،774،302 واط ساعة، و9،039،554 واط ساعة، على التوالي.

وفقًا للقرار رقم QĐ-BCT/1062 ، الصادر في 4 مايو 2023، من قبل وزارة الصناعة والتجارة، ارتفع متوسط سعر الكهرباء في فيتنام بنسبة 3٪ إلى 2746 دونج/كيلووات ساعة (0.11 دولار أمريكي/كيلووات ساعة).

السبب الرئيسي للزيادة هو ارتفاع سعر الفحم والغاز الطبيعي والنفط الخام في السوق العالمية.

تُستخدم هذه الوقود لتوليد الكهرباء في فيتنام. تم حساب تكلفة الطاقة السنوية بناءً على استهلاك مكيف الهواء للكهرباء وسعر الكهرباء. تظهر النتائج أن تكلفة النوافذ ذات الزجاج المفرد 1130 دولارًا أمريكيًا، وتكلفة النوافذ ذات الزجاج المزدوج 1075 دولارًا أمريكيًا، وتكلفة نوافذ الطحالب 994.35 دولارًا أمريكيًا. وهذا يعني أن نوافذ الطحالب يمكن أن توفر ما يصل إلى 12٪ (أو 135.65 دولارًا أمريكيًا) مقارنة بالنوافذ ذات الزجاج المفرد وما يصل إلى 7.5٪ (أو 80.65 دولارًا أمريكيًا) مقارنة بالنوافذ ذات الزجاج المزدوج. بعبارة أخرى، تعد نوافذ الطحالب الخيار الأكثر فعالية من حيث التكلفة، تليها النوافذ ذات الزجاج المزدوج والنوافذ ذات الزجاج المفرد.

لذلك، إذا كانت الغرفة تحتوي على عدد كبير من نوافذ الطحالب، فإن التوفير في التكلفة سيكون أكبر بكثير مما لو تم استخدام أنواع أخرى من الزجاج. وذلك لأن نوافذ الطحالب لها معامل اكتساب حرارة شمسية منخفض (SHGC)، مما يعني أنها تسمح بمرور إشعاع شمسي أقل من الأنواع الأخرى من النوافذ.

ونتيجة لذلك، ستتطلب الغرف التي تحتوي على الكثير من نوافذ الطحالب طاقة أقل للتبريد، مما سيؤدي إلى انخفاض فواتير الطاقة.[3]

2.8.3-تحليل ضوء النهار :

عند التفكير في التصميم المستدام والموفر للطاقة، يجب أخذ تحليل ضوء النهار في الاعتبار. يحدد تحليل ضوء النهار مقدار الضوء الذي يخترق الغرفة، ويستند المصممون في قراراتهم على هذه المعلمة لتثبيت الضوء الاصطناعي لتلبية متطلبات التشغيل. لذلك، يمكن الاستفادة من الضوء الطبيعي بشكل فعال لتقليل الطاقة اللازمة للضوء الاصطناعي.

يؤدي خفض الطاقة إلى خفض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري المرتبطة بتوليد الكهرباء. [3]بالإضافة إلى توفير التكاليف وخفض الغازات المسببة للاحتباس الحراري، فإن التعرض للضوء الطبيعي يمكن أن يحسن مزاجنا ويزيد من الإنتاجية. يتطلب معيار الريادة في تصميم الطاقة والبيئة [3](LEED)، وهو نظام تصنيف المباني الخضراء الأكثر استخدامًا على مستوى العالم، النسبة المئوية

للوقت الذي تتلقى فيه المساحة ما يكفي من ضوء النهار لأداء المهام البصرية بدون ضوء كهربائي. يتطلب LEED ما لا يقل عن 55٪ أو 75٪ أو 90٪ من الوقت، اعتمادًا على نوع المبنى.

المستوى المطلوب لإضاءة ضوء النهار هو 300 لوكس، وهذه أيضًا هي القيمة الدنيا التي يجب مقابلتها بها عند محاكاة مستويات ضوء النهار في المبنى.

لمحاكاة مستويات ضوء النهار، يستخدم Ecotect مفهوم "إضاءة السماء التصميمية"، والذي يتم الحصول عليه من خلال تحليل ثابت لمستويات الإضاءة الخارجية. سيتم تلبية مستويات الإضاءة المطلوبة بنسبة 85% على الأقل من الوقت خلال الفترة من الساعة 9 صباحًا إلى 5 مساءً طوال العام. في هذه المحاكاة، تم اختيار وضع "من خط العرض النموذجي" لحساب إضاءة السماء التصميمية.

بعد إجراء الحسابات، يبلغ متوسط مستوى ضوء النهار في غرفة ذات زجاج مفرد أعلى مستوى له، حيث يبلغ 1137.96 لوكس. يليه الزجاج المزدوج عند 1053.5 لوكس ونوافذ الطحالب عند 791.7 لوكس. يشير هذا إلى أن الإضاءة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالنفاذية المرئية (VT).

يتوافق هذا الاكتشاف تمامًا مع معايير LEED. ومع ذلك، توصي معايير LEED الجديدة (LEED v4) بإغلاق النوافذ مؤقتًا عندما يتجاوز مستوى ضوء النهار في الفضاء 1000 لوكس من ضوء الشمس المباشر بأكثر من 2%. وعلاوة على ذلك، يجب ألا يتجاوز إضاءة ضوء الشمس المباشر 1000 لوكس لأكثر من 250 ساعة في السنة لأكثر من 10% من المساحة.

مع معيار LEED الجديد، في هذه الحالة، تسمح النوافذ ذات الزجاج المفرد والزجاج المزدوج بدخول قدر كبير جدًا من ضوء النهار، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة. لذلك، تعد نوافذ الطحالب خيارًا جيدًا في هذه الحالة، حيث يمكنها تقليل مستويات ضوء النهار مع الاستمرار في توفير الضوء الكافي للسكان. ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن هذه النتائج تستند إلى عمليات المحاكاة، ومن المرجح أن تكون القيمة الفعلية مختلفة عن نتيجة المحاكاة. علاوة على ذلك، إذا كان المبنى أو الغرفة به نسبة عالية من النوافذ إلى الجدران (WWR)، فيمكن استخدام C. vulgaris بتركيز 30٪ (SHGC = 0.33، VT = 0.3) أو تركيز 40٪ (SHGC = 0.2، VT = 0.17) لتقليل استخدام الطاقة.

ومع ذلك، يجب إجراء محاكاة لمستوى ضوء النهار للتأكد من تلبية مستوى ضوء النهار المطلوب. يتم عرض مستوى ضوء النهار باستخدام نافذة الطحالب في الشكل 3.[3]

يوضح الشكل 3 مستوى ضوء النهار في أجزاء مختلفة من الغرفة. فكلما كان المربع أكثر سطوعًا، زاد مستوى ضوء النهار في ذلك الموقع. وتكون المناطق الأكثر سطوعًا بالقرب من النوافذ، حيث يبلغ مستوى الإضاءة بها حوالي 1200 لوكس. ومع ذلك، فإن حوالي 10% من المواضع تتمتع بإضاءة تتراوح بين

1000 إلى 1200 لوكس، وهو ما يفي بمعايير معيار LEED. ومن الجانبين الطويلين إلى مركز الغرفة، ينخفض مستوى ضوء النهار تدريجيًا. وتتمتع بعض المناطق بالقرب من الجانبين الطويلين بمستوى عالٍ من ضوء النهار نظرًا لوجود نوافذ هناك.

وعلى العكس من ذلك، فإن مستوى ضوء النهار منخفض على الجانبين القصيرين لأنه لا توجد نوافذ. ومع ذلك، فإن الإضاء ة كافية للعمل المكتبي (300 إلى 500 لوكس). وبشكل عام، كلما ارتفع مستوى ضوء النهار، زادت دقة العاملين في المكتب، ويجب أن يكون بين 500 و800 لوكس. لذلك، في هذا التصميم، تكون الإضاءة باستخدام نوافذ الطحالب مناسبة للعمل المكتبي وتتجنب أيضًا استخدام الكثير من الطاقة.

2.8.4-إنتاج الماء الساخن:

عندما تضرب أشعة الشمس مزرعة الطحالب، يتم امتصاص الطاقة الشمسية، مما يتسبب في ارتفاع درجة الحرارة تدريجيًا. ولمنع الطحالب من الموت، يجب ألا تتجاوز درجة الحرارة 38 درجة مئوية، لذلك يجب تبريد الطحالب. يمكن استخدام الطاقة المنبعثة في هذه العملية لتسخين الماء لإمداد الماء الساخن، مما يوفر الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الدرجة من الحرارة مناسبة للاستحمام. لحساب توفير الطاقة، يجب التحقق من الإشعاع الشمسي الذي يضرب نافذة الطحالب الرأسية.

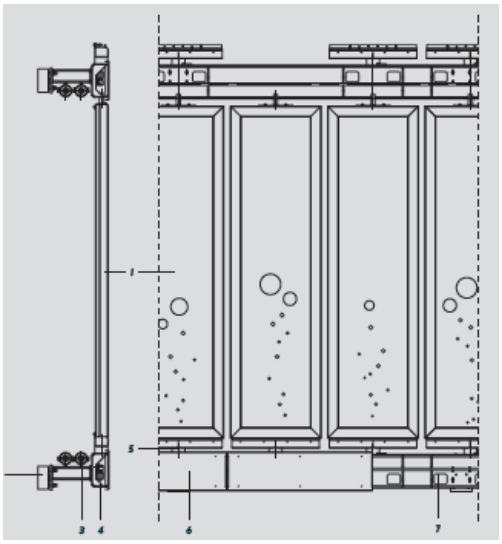
أن الجدار المواجه للجنوب يتلقى إشعاعًا شمسيًا أكثر بكثير من الجدار المواجه للشمال طوال العام. وذلك لأن الشمس تكون في الجنوب لمعظم العام في نصف الكرة الشمالي بعبارة أخرى، يتلقى الجدار المواجه للشمال إشعاعًا شمسيًا فقط خلال أشهر الصيف. في أشهر الصيف، يكون ارتفاع الشمس مرتفعًا، ويميل مسارها إلى التحرك شمالًا، لذا يكون الإشعاع الشمسي أقل على الجدار المواجه للجنوب منه على الجدار المواجه للشمال. ومع ذلك، من سبتمبر إلى مارس، يعود مسار الشمس إلى الجنوب، مما يؤدي إلى قيم أعلى على الجدار المواجه للجنوب منها على الجدار المواجه للشمال خلال تلك الأشهر.

استخدام المعادلة (4)، والإشعاع الشمسي في كل اتجاه (كيلووات ساعة/م²) في الشكل 3، والمساحة الإجمالية للنوافذ (م²)، وكفاءة شمسية بنسبة 38% ، فإن توفير الطاقة لإمدادات المياه الساخنة في النوافذ المواجهة للجنوب والنوافذ المواجهة للشمال للعام بأكمله هو 3216 كيلووات ساعة (353.7 دولارًا أمريكيًا) و1960 كيلووات ساعة (215.6 دولارًا أمريكيًا) على التوالي. لذلك، مع إجمالي 10 نوافذ في كلا الاتجاهين، تبلغ تكلفة توفير الطاقة 569.3 دولارًا أمريكيًا سنويًا. بعبارة أخرى، فإن تكلفة توفير الطاقة للمياه الساخنة أعلى بشكل كبير من تكلفة توفير الطاقة للتبريد.[3]

2.9-تصميم نافذة واجهة الطحالب:

الشكل التالي يوضح القسم والارتفاع للمفاعل الحيوي الضوئي في مبنى BIQ

1. فتحات SolarLeaf الخارجية
2. أقواس مع فواصل حرارية لنقل الأحمال إلى الهيكل الأساسي
3. الأنابيب للوسيط للدخول والخروج
4. الإطار الفرعي وقسم الفولاذ على شكل حرف U
5. التثبيت المحوري يسمح بالدوران
6. الكسوة المعدنية
7. توريد الهواء المضغوط الذي يتم التحكم فيه بواسطة صمامات مغناطيسية.



الصورة 7تفصيلات الواجهة

الصورة 6 شكل النموذج الواقعي الواجهة الطحالب

ا Microalgae Prospects for Greener Future Buildings. Journal of Green Building

يمكن التحكم في درجة حرارة الماء داخل PBRs إلى حد ما من خلال سرعة تدفق السائل عبر اللوحة ، مع انخفاض معدلات التدفق مما يسمح بوقت أكبر للشمس لتقوم بتسخين الماء أثناء مروره ، وكمية الحرارة المستخرجة عبر المبادلات الحرارية في المحطة المركزية.

تبلغ درجة الحرارة القصوى المسموح بها داخل المفاعلات الحيوية BIQ حوالي 40 درجة مئوية ، حيث أن المستويات الأعلى ستضر بالطحالب الدقيقة.

يمكن تشغيل النظام على مدار العام ، على الرغم من إبلاغنا بإغلاق النظام في هامبورغ خلال الشتاء الماضي للصيانة.

لاحظ أن قيود درجة الحرارة هذه تشكل العديد من التحديات لتطبيق نظام BIQ مباشرة في أستراليا.

أولاً ، تحد أقل درجة الحرارة عليا نسبيًا من PBR الاستخدام العملي للحرارة المستخرجة إلى وظيفة التسخين المسبق لأنظمة المباني الأخرى بشكل أساسي.

علاوة على ذلك ، فإن درجة الحرارة القصوى للنمو لنوع الطحالب المستخدمة في اللوحة الألمانية قد تحد من استخدام اللوحة في المناطق الأكثر برودة في أستراليا حيث يمكن أن تتجاوز درجات حرارة الهواء 40 درجة مئوية في معظم أنحاء البلاد.

ومع ذلك ، من الممكن أيضًا استخدام أنواع أخرى من الطحالب قادرة على تحمل درجات حرارة أعلى.

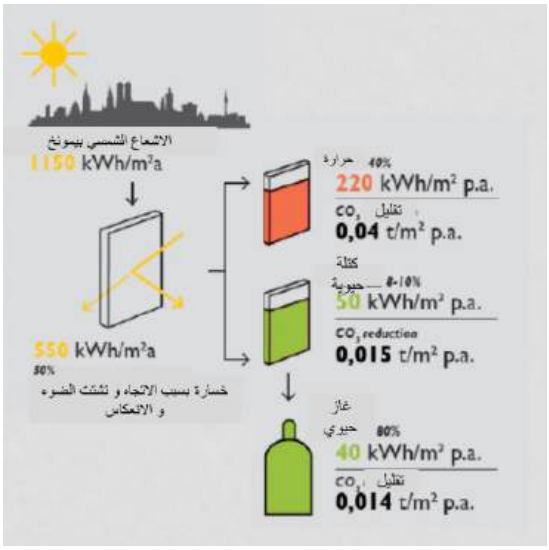
وفقًا لـ Arup (2013)، تبلغ كفاءة تحويل الضوء إلى الكتلة الحيوية حاليًا حوالي 10 ٪ والضوء المتاح للتدفئة حوالي 38 ٪.

بما في ذلك الطاقة الإضافية التي يتم التقاطها من الغاز الحيوي الناتج عن الطحالب ، يبلغ إجمالي كفاءة تحويل الطاقة الشمسية للنظام 56٪.

لاحظ أن هذه الأرقام كلها مرتبطة بطول فترة النهار والوقت الذي يسقط فيه ضوء الشمس على واجهات المبنى.تبلغ كفاءة تحويل نظام الطاقة الإجمالية 27 ٪ مقارنةً بحادث الإشعاع الشمسي الكامل المتاح على سطح المبنى.[10]

بالمقارنة ، تنتج الأنظمة الكهروضوئية كفاءة تتراوح بين 12 و 15٪ وأنظمة الطاقة الشمسية الحرارية 60-65٪ ، عند وضعها على النحو الأمثل لالتقاط إجمالي الإشعاع الشمسي المتاح. يوضح الشكلان 3 و 4 العائد التقديري والتحويل لواجهة مبنى من الطحالب تقع في ميونيخ بألمانيا.

يوضح الشكل 3 أنه عندما تقيس طاقة الإشعاع العالمية في ميونيخ 1250 كيلو واط في الساعة / م 2 ص. نصف (550 كيلو واط في الساعة / م 2 سنويًا) يتم فقد هذه الطاقة بسبب انعكاس لوحة الطحالب والتعرض والتوجيه.



الصورة 8انتاج الواجهة الواحدة .Microalgae: Prospects for Greener Future Buildings Journal of Green Building

220 كيلو واط ساعة / م 2 سنوياً من الطاقة (40٪) يتم إنتاجها كطاقة حرارية يتم توزيعها للاستخدام في المبنى ، عبر أنظمة التدفئة المائية.

مكون الكتلة الحيوية هو 50 كيلو واط في الساعة / م 2 سنوياً (10٪) والتي يمكن تحويلها إلى غاز حيوي حيث يتم إنتاج 40 كيلو وات / م 2 سنوياً.

كل مكون ينتج عن الحرارة والكتلة الحيوية والغاز الحيوي انخفاضات في ثاني أكسيد الكربون تبلغ 0.04 طن / م 2 سنوياً ، 0.015 طن / م 2 سنوياً و 0.014 طن / م 2 سنوياً على التوالي.

2.9.1تصميم واجهةPBR :

في المجموع ضمن مشروع BIQ، تم تركيب 129 لوحة PBR على الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية للمبنى كطبقة ثانوية.

يبلغ قياس كل لوح من PBR 2.5 م × 0.7 م بسمك 0.8 م. بسعة 24 لتر من السائل لزراعة الطحالب الدقيقة.

إن PBR مغطى على كلا الجانبين بزجاج أمان مصفح للسلامة والعزل الحراري[11].

تم دمج الواجهة التكيفية الحيوية بشكل كامل مع نظام خدمات البناء لحصاد وتوزيع وتخزين واستخدام الحرارة الشمسية في الموقع والكتلة الحيوية الطحلبية.

يتم إجراء عمليتين في :PBR الأولى هي تحويل الضوء إلى حرارة كعملية حرارية شمسية ، والثانية هي تحويل الضوء إلى كتلة حيوية في عملية كيميائية حيوية (عملية التمثيل الضوئي).

نظامان من الأنابيب المنفصلة يزودان PBR ونظام هواء مضغوط ونظام مائي.

يؤدي حقن الهواء المضغوط من أسفل اللوح إلى تصاعد فقاعات الهواء التي تضمن دوران الوسط للحفاظ على الطحالب الدقيقة في حالة تعليق ، وغسل الأسطح الداخلية لمنع ترسب الطحالب ، وتحفيز امتصاص الكربون والضوء.

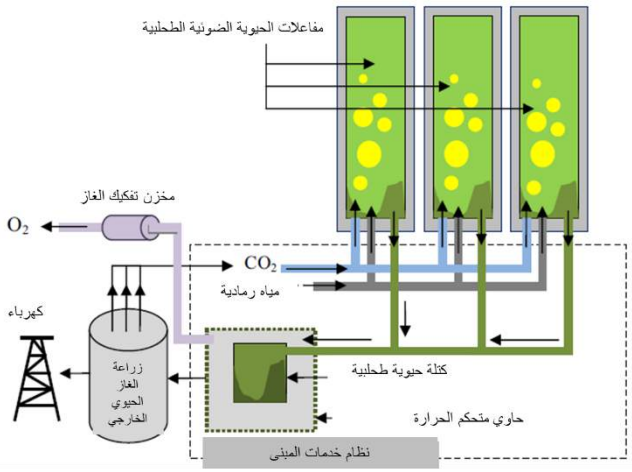
يشتمل نظام المياه على الماء ، كوسيط استزراع ، غني بالنيتروجين والفوسفور والعناصر النزرة كمغذيات

تم دمج هذين النظامين من الأنابيب من PBR في إطار المحيط ، والذي يتم ربطه بواسطة حلقة مغلقة بغرفة المصنع (نظام خدمات البناء).

يُشتق ثاني أكسيد الكربون من غاز المداخن في ميكرو CHPيعمل بالوقود الحيوي في الموقع (وحدة حرارة وطاقة مجمعة).

يتم استخدام تقنية الغشاء وجهاز التشبع لتزويد دائرة المياه بتيار ثاني أكسيد الكربون المخصب.

بعد ذلك ، يتم إذابة ثاني أكسيد الكربون المركز وتعميمه على الطحالب الدقيقة داخل المزرعة ، جنبًا إلى جنب مع العناصر الغذائية والماء[11].



الصورة 9تحليل عمل الوجه Microalgae: Prospects for Greener Future Buildings. Journal of Green Building ة,

الفصل الثالث: الإطار العملي

ملخص الفصل:

يستعرض هذا الفصل الاستبانة التي قام بها حول ممارسات الاستدامة و جودة الهواء الداخلي بالإضافة لقياس معرفة المهندسين باقتراح الواجهات المعمارية ذات الطحالب.

القسم الثاني عن المبنى الذي تمت دراسته عليه كما يتم في هذا الفصل حساب الاستطاعات و كميات إنتاج الغاز الحيوي و تخفيف الحرارة و إنتاج المياه و نوع الطحالب الذي تم استخدمه.[23]

مخطط الفصل:

- الاستبيان و الوصف الإحصائي للعينة و النتائج
- توصيف المبنى الذي تم اقتراحه و وضعه الراهن.
- نمذجة المبنى على برامج BIM.
- حساب الكميات و الإنتاج للنافذة وللمبنى ككل.
- النتائج و التوصيات.
- الآفاق و التطلعات المستقبلية.

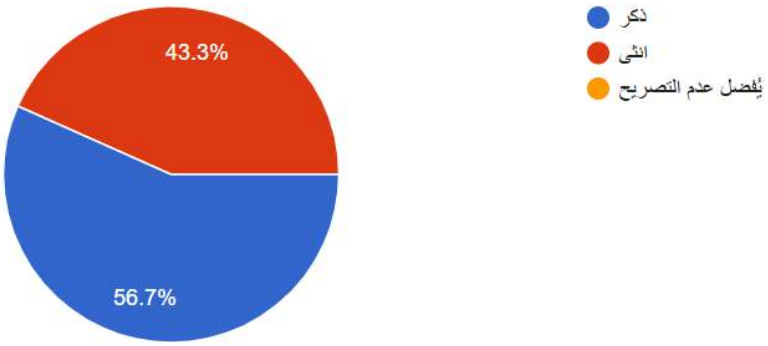
3.1.الاستبيان و الوصف الديموغرافي و الإحصائي لعينة البحث:

قام الباحث بإعداد استبانة الدارسة لمعرفة أفضل الممارسة و معايير الاستدامة التي تنفذ و تأثيرها على جودة الهواء الداخلي و عن استخدام الواجهات المعمارية ذات الطحالب في سوريا.، وذلك من خلال الإجابة عن أسئلة الدراسة واستعراض أبرز نتائج الاستبانة والتي تم التوصل إليها من خلال تحليل فقراتها، والوقوف على البيانات الشخصية عن المستجيبين التي اشتملت على (الجنس، المؤهل العلمي ، سنوات العمل ضمن مجال الاستدامة)، و قد شملت الشريحة للأشخاص المهندسين من كافة الاختصاصات الهندسية الذين هم يمارسون عملهن ضمن مجال الاستدامة و على عدة سنوات و أقلها سنة. و قد كانت العينة 30مهندس[23]

الوصف الإحصائي لعينة الدراسة وفق البيانات الشخصية:

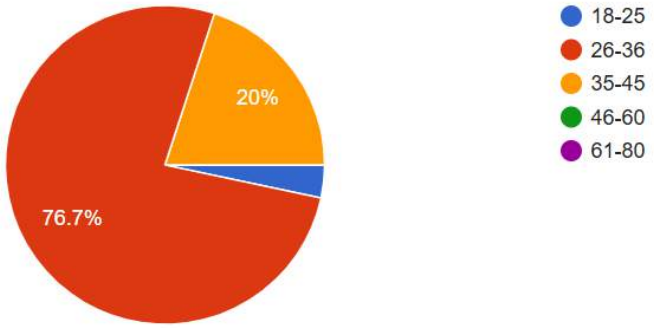
وفيما يلي عرض لخصائص عينة الدراسة وفق البيانات الشخصية:

توزيع عينة الدراسة حسب الجنس:



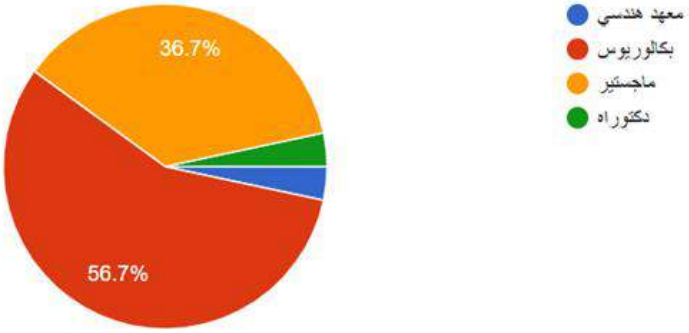
يتضح من الجدول أن نسبته 56.7% من العينة ذكور بينما 43.3% إناث وهية نسبة وهذه الأعداد متوافقة نسبياً مع الفرق في نسبة أعداد الموظفين ما بين الذكور والإناث في الهندسة

توزيع عينة الدراسة حسب العمر:



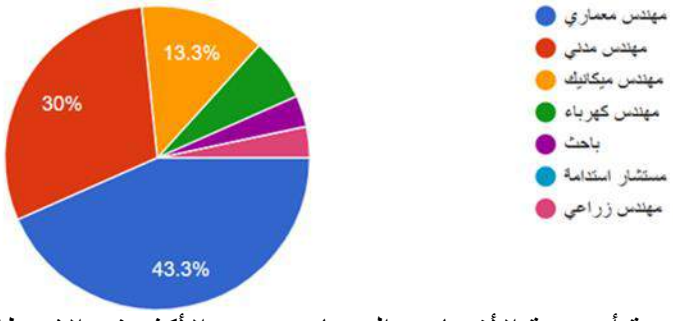
و توضح هذه النسبة أن نسبة الأشخاص ما بين 26-36 سنة هية التي تحتل القسم الأكبر من المشاركة في التصميم المستدام و التي تليها الفئة ما 35-45 سنة

توزيع عينة الدراسة حسب المؤهل العلمي:



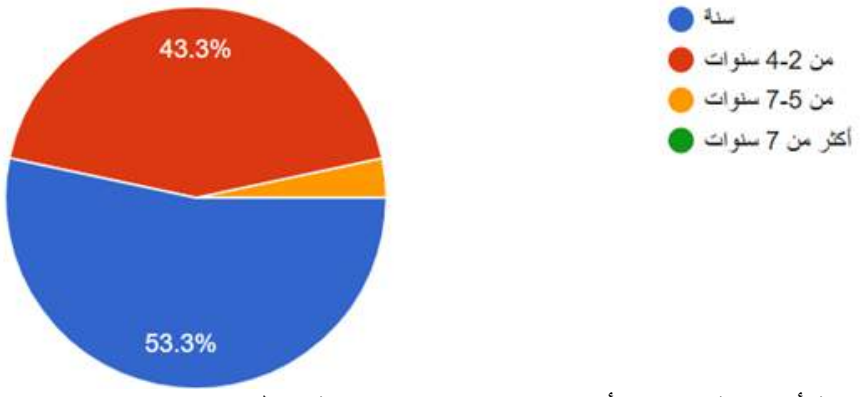
ويدل ذلك على مستوى التوازن في المستويات العلمية ما بين البكالوريوس و الماجستير في مشاركتهم في التصميم المستدام و تليها قسمي الدكتوراه و المعهد الهندسي.

توزيع عينة الدراسة حسب المهنة:



و توضح هذه النسبة أن نسبة الأشخاص المعماريين هي الأكثر في الاستطلاع و تصميم المستدام و تليها مهندسي المدني و الميكانيك

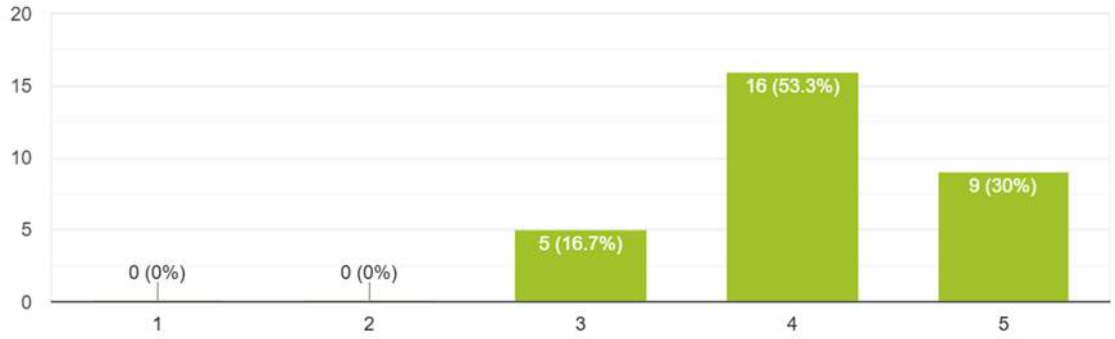
توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة في مجال التصميم المستدام:



و توضح هذه النسبة أن نسبة خبرة الأشخاص تتراوح بين سنة و تليها 2-4 سنوات.

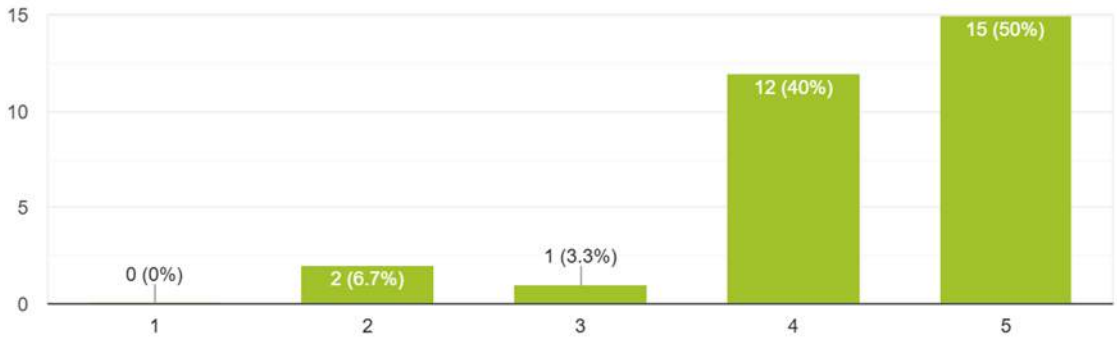
<u>الممارسات المستدامة على مستوى التصميم :</u> الدرجة حسب الأهمية حيث(5 مهم جدا- 4 مهم - 3 حيادي- 2 غير مهم- 1 غير مهم ابدا)

- استخدام مواد البناء المحلية و المستدامة و الأكثر ملائمة و المتوافقة مع البيئة و صديقة لإعادة التدوير و الاستخدام.

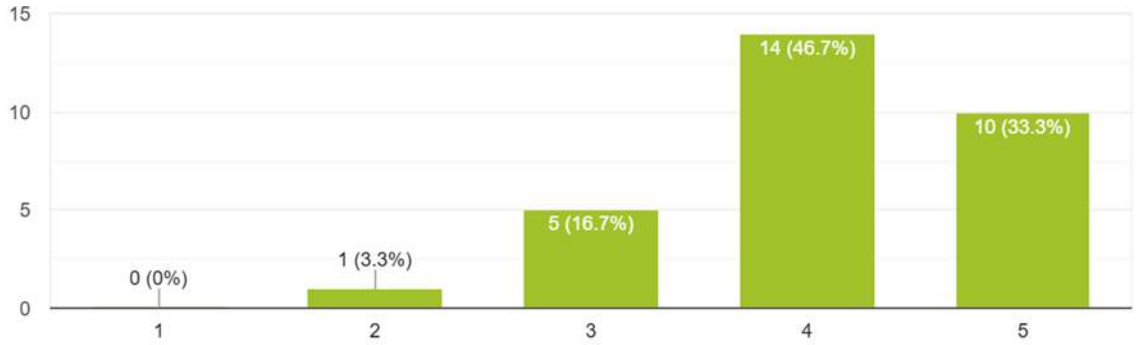


و توضح هذه النسبة أن نسبة أنه من أهم الممارسات هية استخدام مواد لبناء المحلية و التي تؤثر على جودة الهواء الداخلي

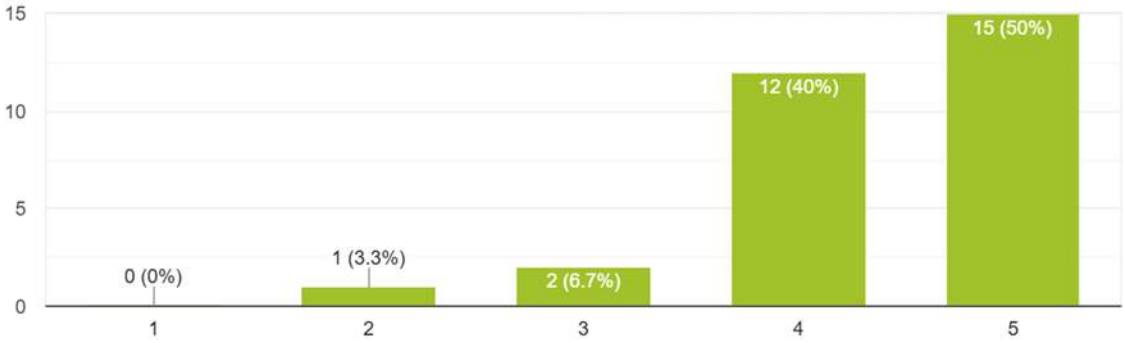
- تكامل المبنى مع البيئة الطبيعية و جرافتيها و مناخها



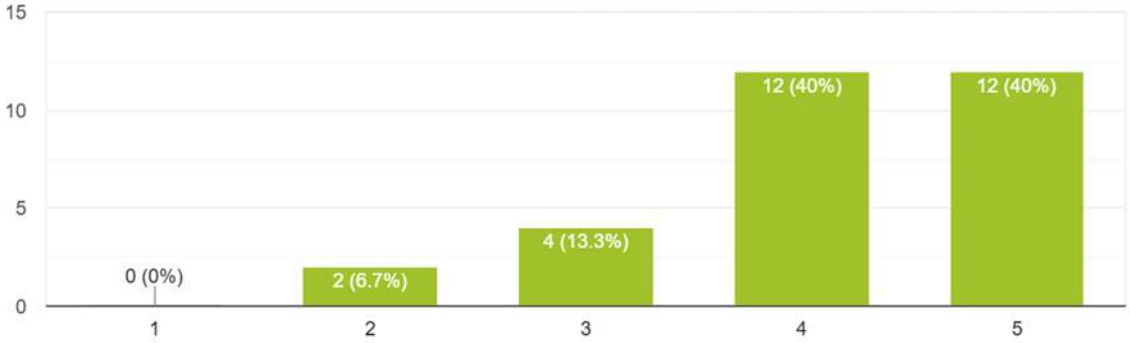
-التشكيل المعماري المستدام و يحقق أقصى استفادة من الموارد الطبيعية



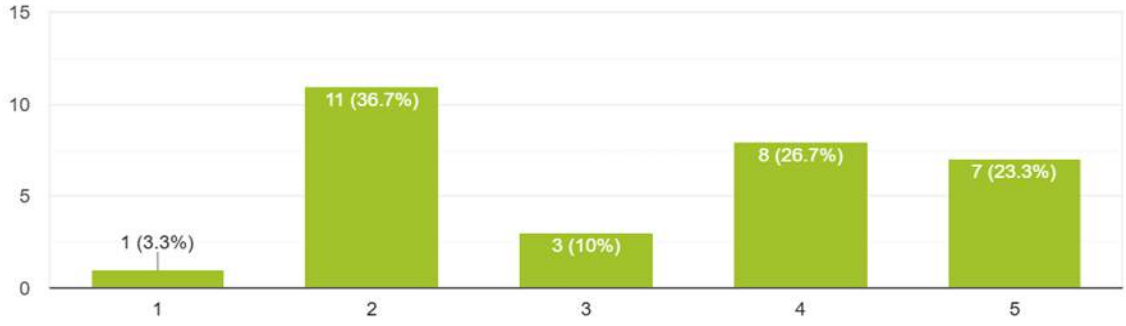
-توفير الحدائق و المساحات الخضراء و المساحات المفتوحة و المسطحات المائية لترطيب الجو و التخفيف من الجزر الحرارية الحضرية تعزيز التنوع البيولوجي



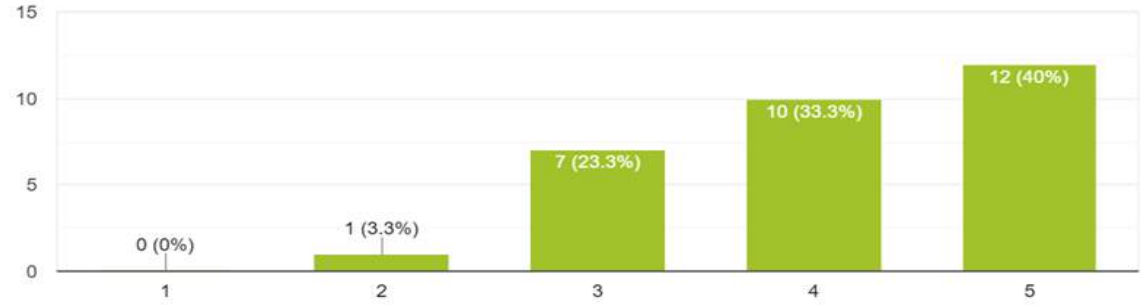
- مراعاة تصميم الغلاف الخارجي و موادها



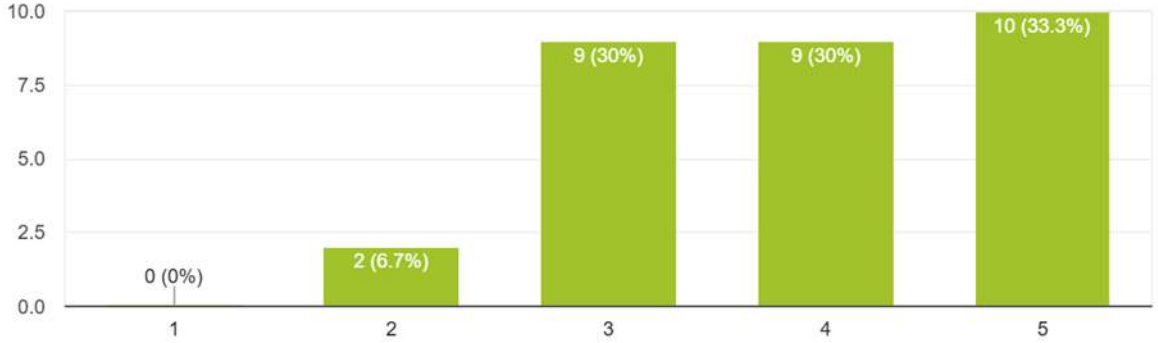
-إعادة استخدام و تدوير مواد البناء مثل مخلفات البناء و الهدم الهامدة



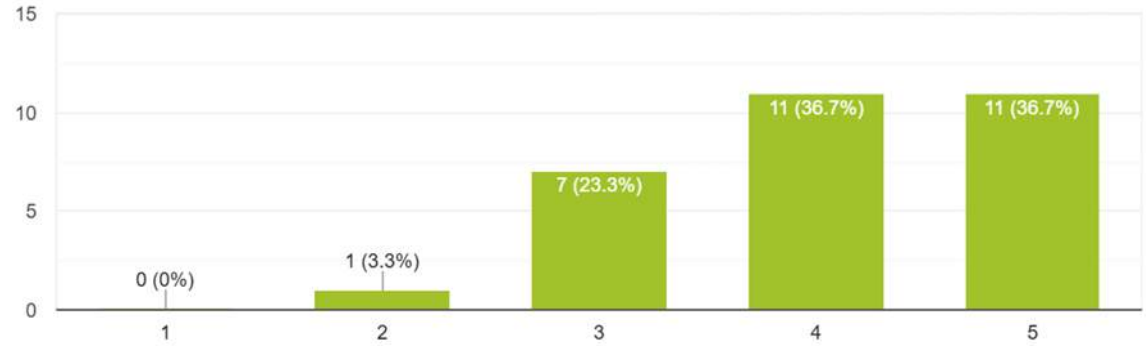
-استخدام الألوان المناسبة للوجهات لتخفيف الكسب الحراري أو زيادته حسب سياق المنطقة الجغرافية



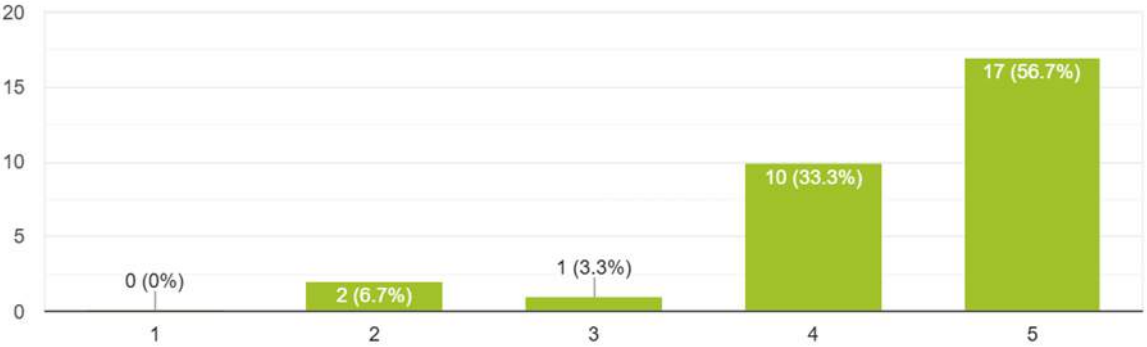
-مراعاة استخدم الكاسرات الشمسية في الواجهات المعمارية



-مراعاة نفاذية الإضاءة لضمان مستوى جيد من الرؤية للخارج

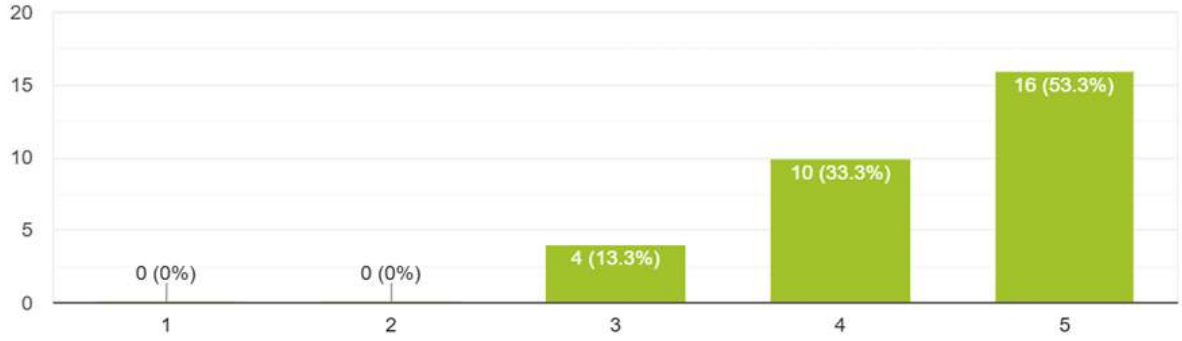


-مراعاة تصميم و مساحات النوافذ لتجنب الوهج الجديد و المكاسب الشمسية و تصميم و اعتماد مساحات النوافذ الخارجية المثالية و مراعاة الاتجاهات الجغرافية بتصميم النوافذ بكل الغرف

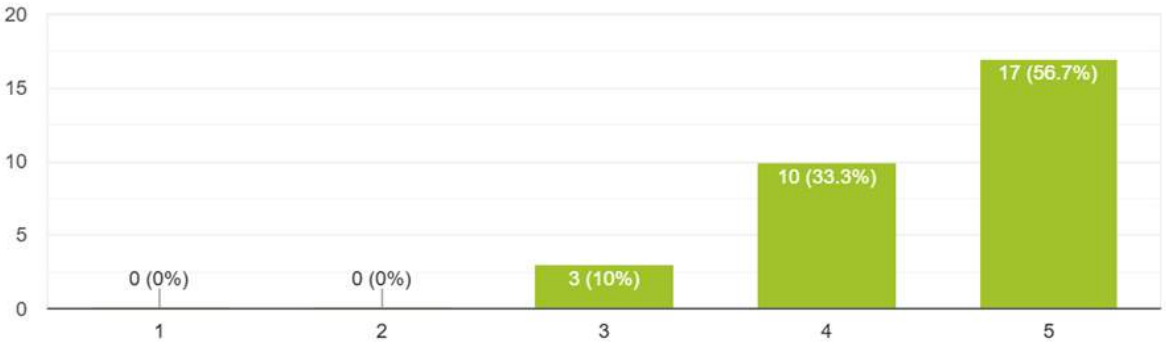


3.الممارسات المستدامة على مستوى الطاقة المستدامة و تخفيف البصمة الكربونية:

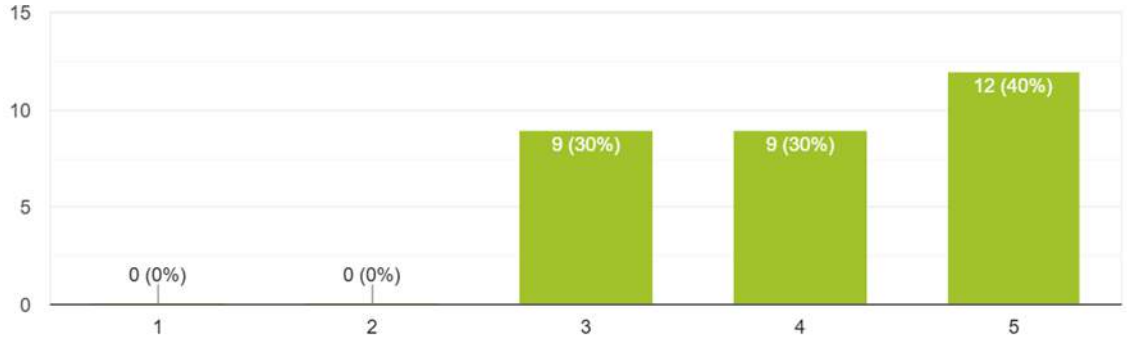
استخدام الطاقات المتجددة المناسبة لكل سياق و استثمارها بأعلى انتاجيتاها(مثال: ضمن نظام الطاقة الشمسية وجود أنظمة التتبع للشمس و ذلك للاستفادة العظمى من الطاقة)



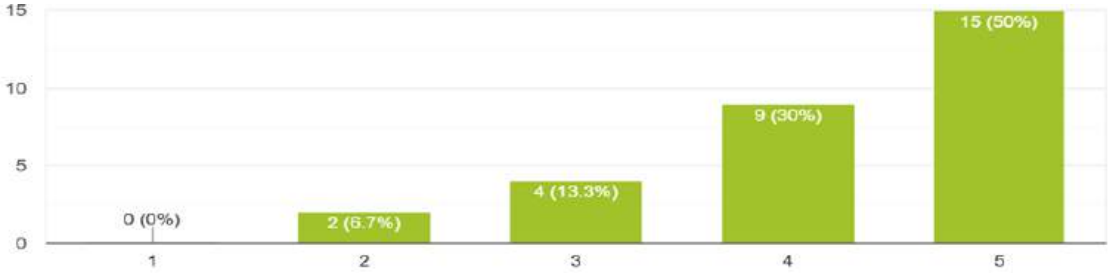
-تحسين كفاءة الطاقة في المباني



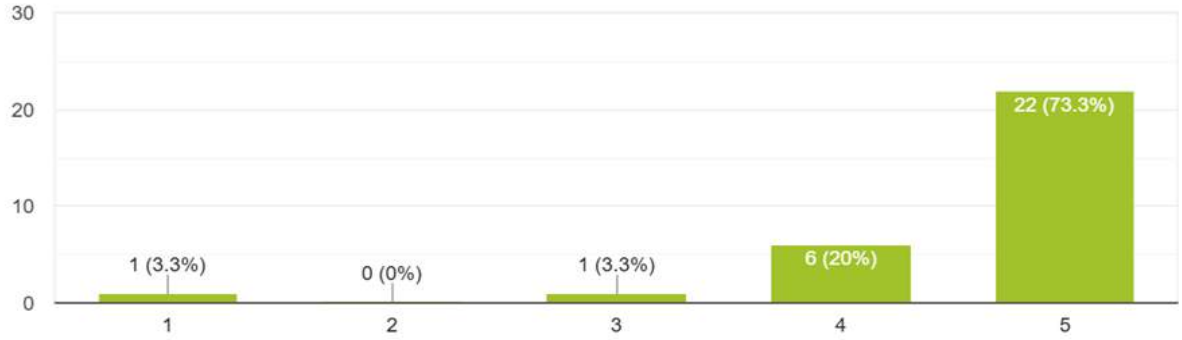
-استخدام الأجهزة الذكية و الأجهزة ذات كفاءة عالية في الاستهلاك



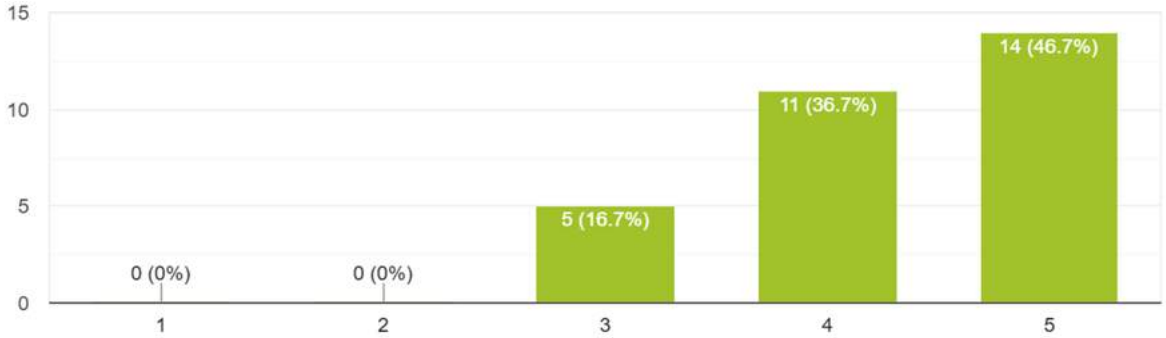
تصميم المبنى المناخي (التوجه الأمثل و تموضع المبنى- تظليل طبيعي -تصميم الغلاف الخارجي - التهوية الطبيعية)



-تأمين العزل الحراري و المائي المناسب للمبنى و تركيب نوافذ مصممة لتوفير الطاقة

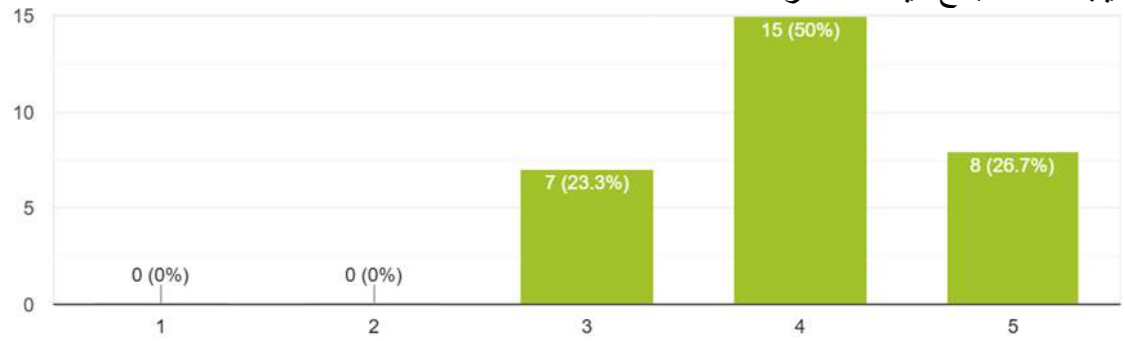


-استخدام نظم تكييف هواء و تدفئة فعالة

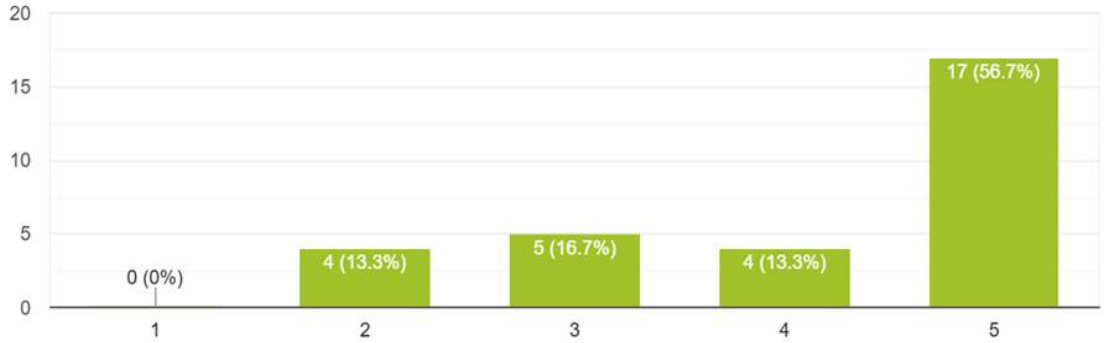


.4الممارسات المستدامة على مستوى إدارة النفايات و حفظ المياه:

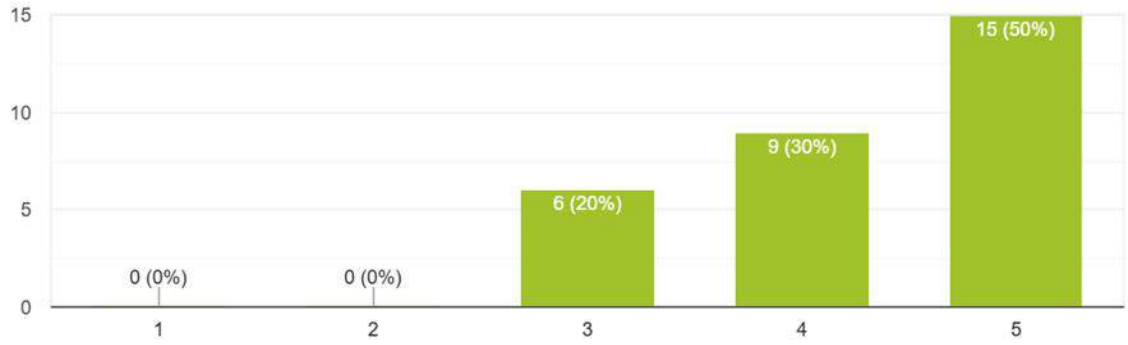
-تركيب أنظمة جمع مياه الأمطار



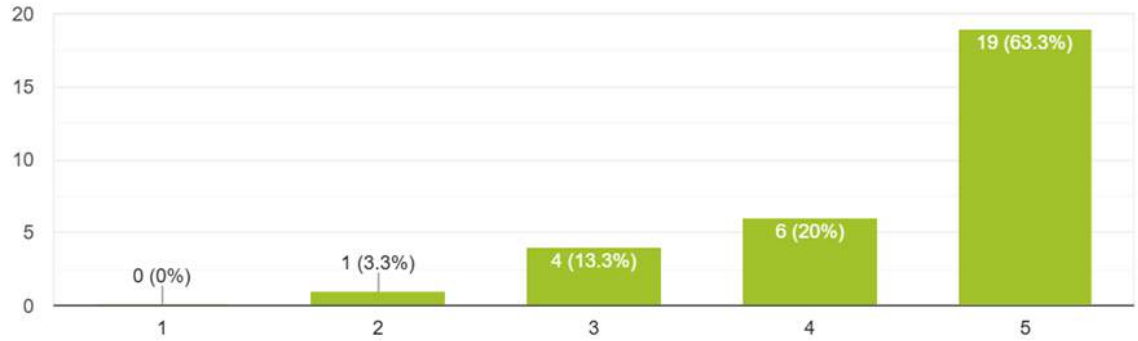
-إعادة تدوير المياه الرمادية و تنقيتها ضمن محطات معالجة



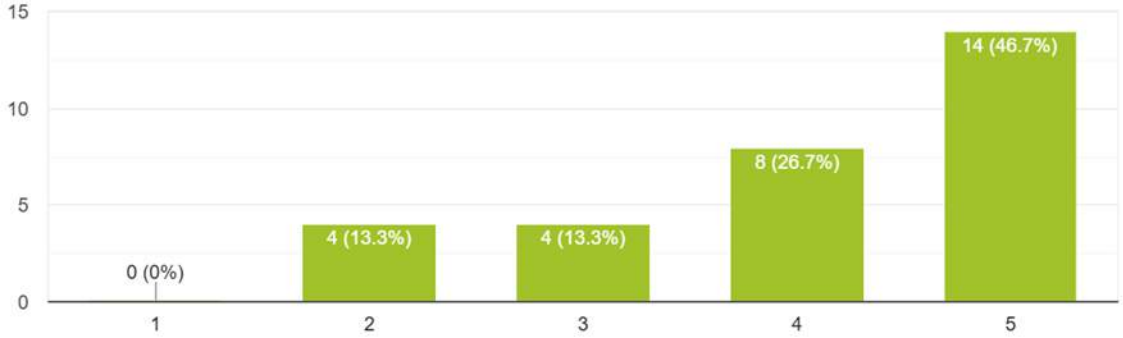
-تركيب أنظمة مياه ذات كفاءة استخدام عالية و استخدام الموارد بكفاءة



-تطبيق فرز النفايات وأنظمة إعادة التدوير و إعادة الاستعمال و استراتيجيات الحد من النفايات

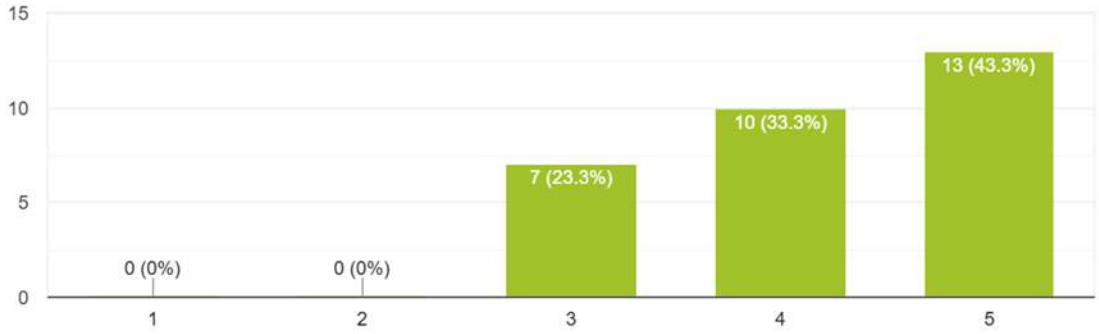


استخدام تقنيات لإنتاج الطاقة من النفايات

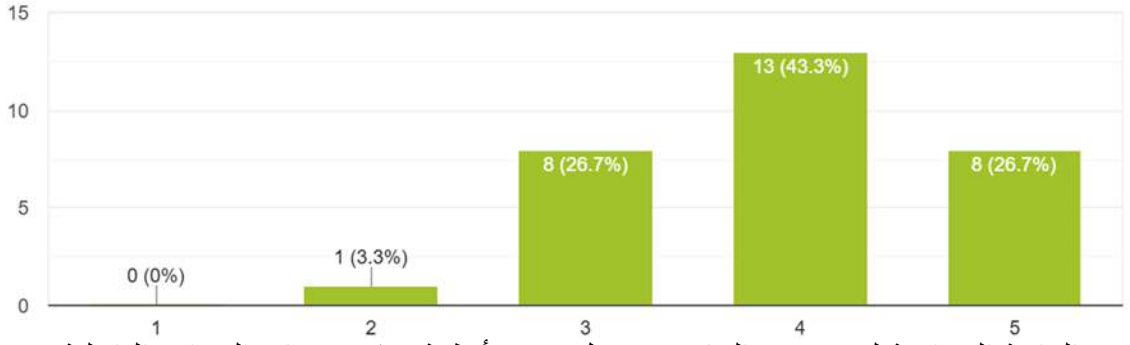


5. الممارسات المستدامة على مستوى جودة بيئة الهواء الداخلي:

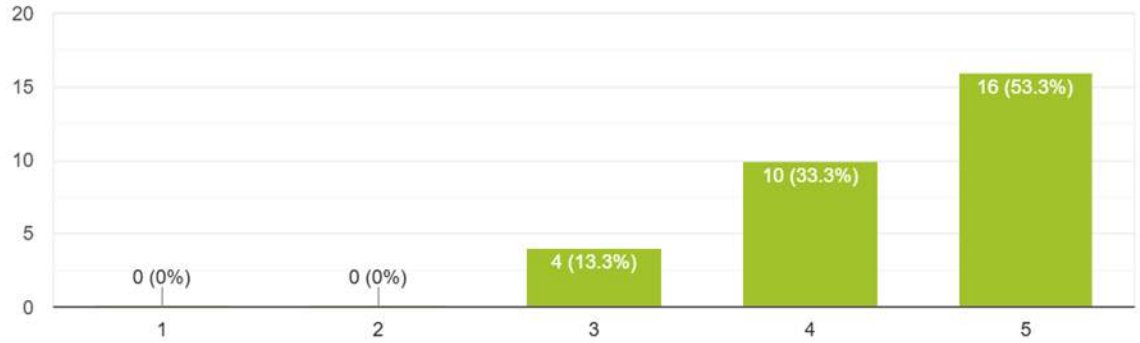
-تحسين جودة الهواء من خلال تخفيف ثاني أوكسيد الكربون



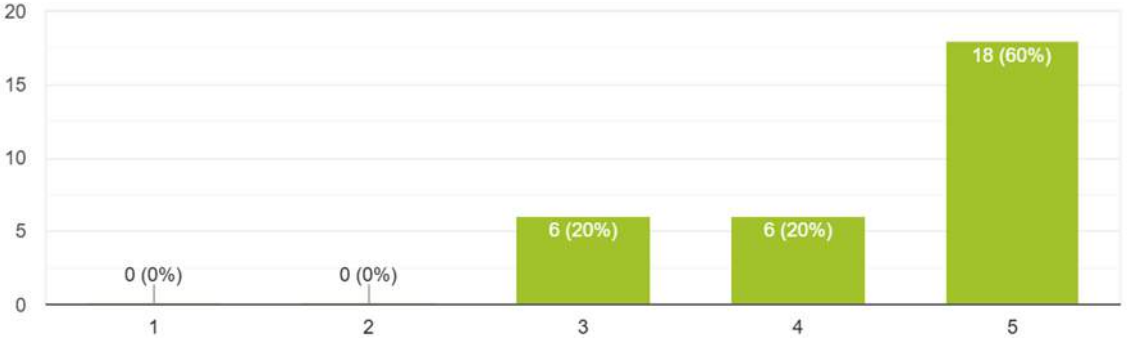
-تحسين الراحة الصوتية من خلال تقنيات العزل وتأمين الراحة الضوئية



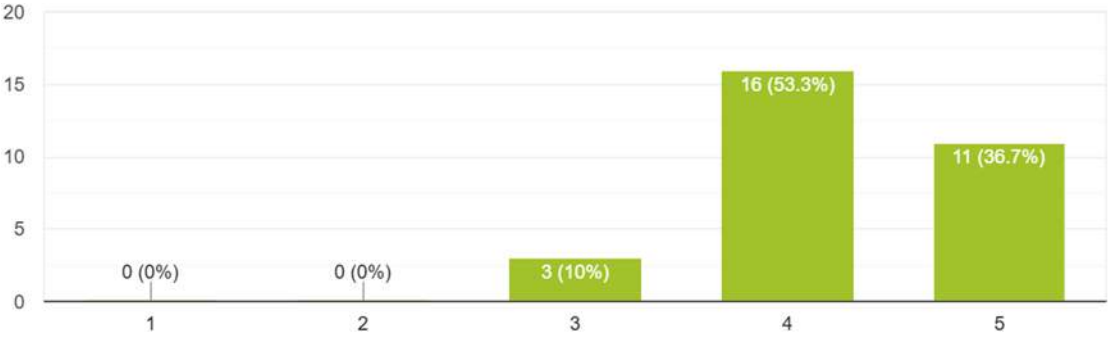
-تحسين الراحة الحرارية لمستخدمي البناء من خلال وجود أنظمة تحكم درجات الحرارة الداخلية



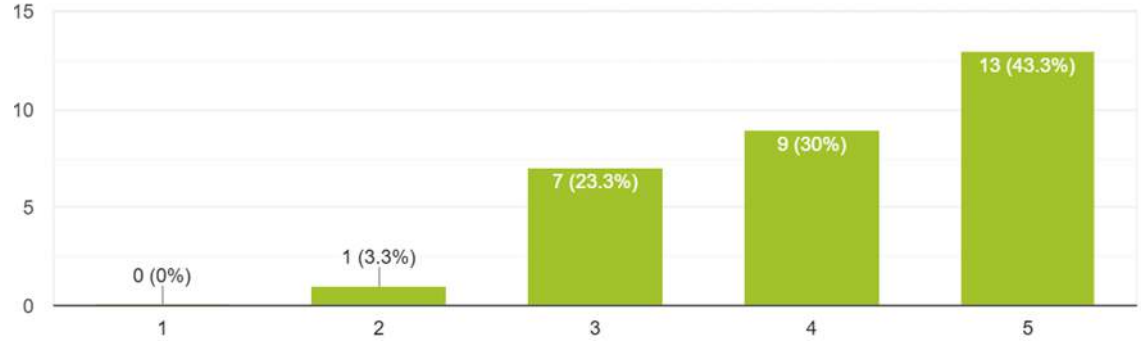
-استخدام واعتماد ضوء النهار و الأشعة الشمسية الطبيعية بشكل كبير للمساحات الداخلية



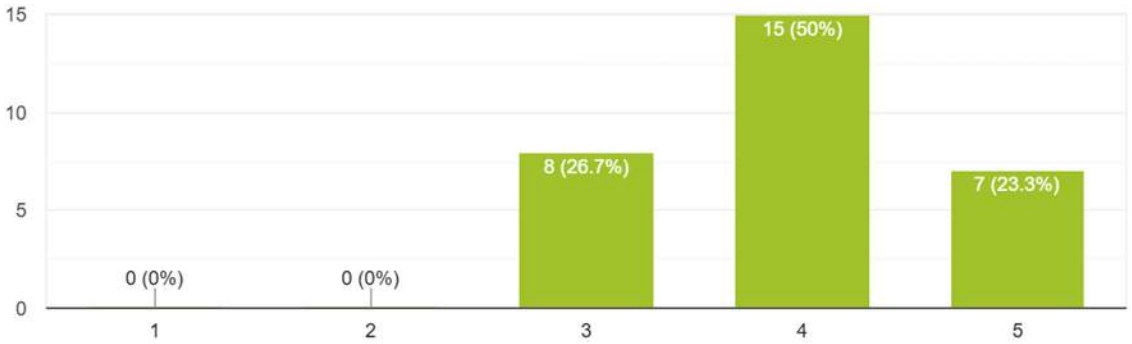
-استخدام أنظمة التهوية المتقدمة مع الترشيح ووحدات معالجة الهواء



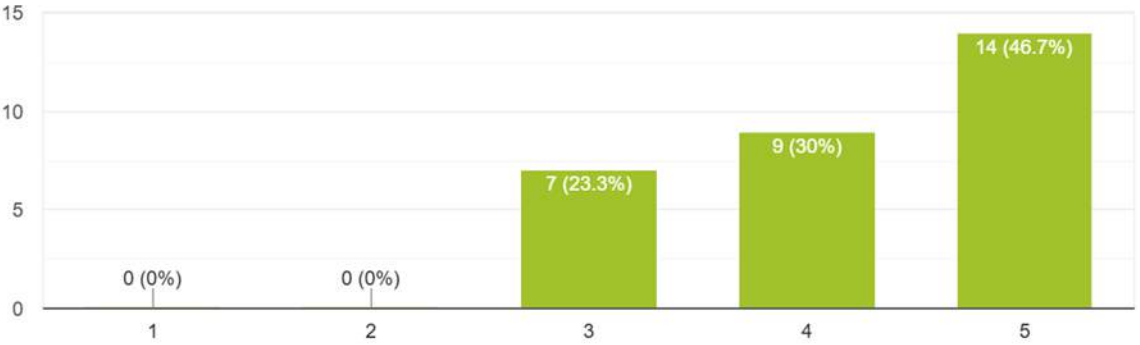
-التحكم بالرطوبة النسبية و سرعة الهواء و درجة الحرارة ضمن المبنى



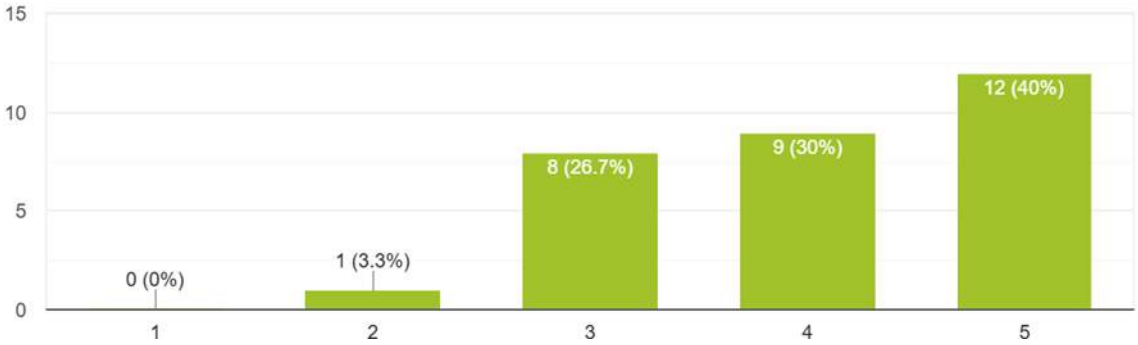
-التخفيف من مصادر الضوضاء من خلال الزراعة الداخلية و الخارجية المحيطة بالمبنى بمحيط المبنى



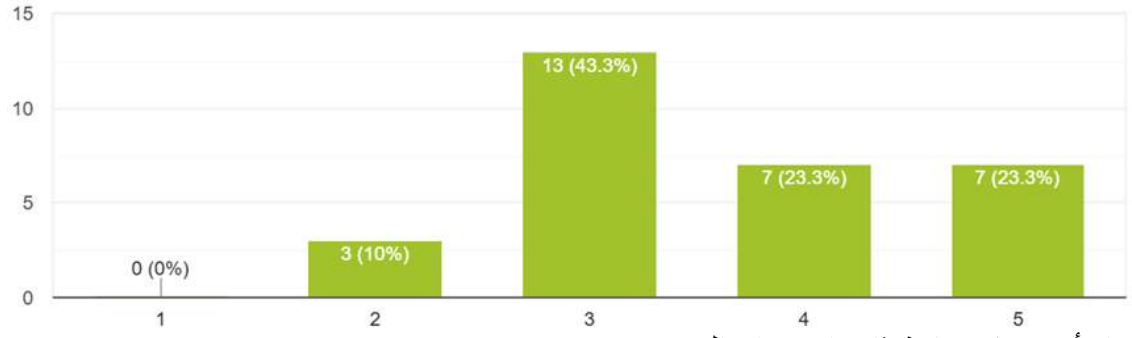
-ضمان الصيانة الدورية لضمان الداء السليم لمعدات التدفئة و التهوية والتكييف



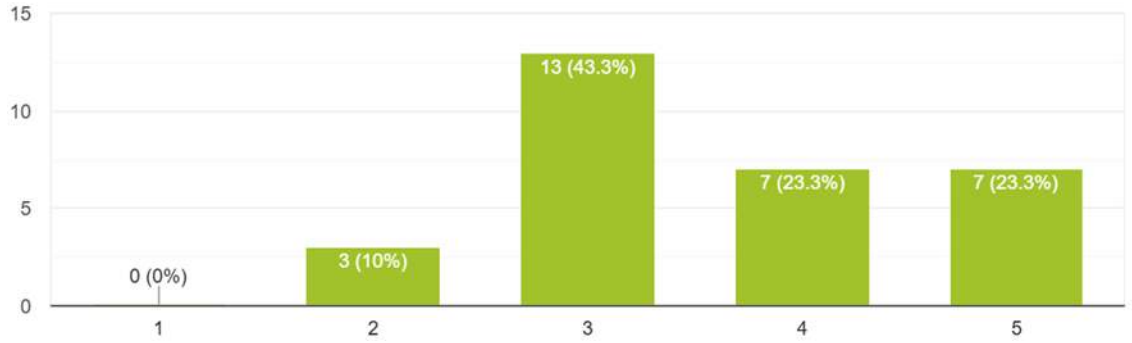
-استخدام مواد بناء ممتصة للضوضاء و تخفيف التلوث الضوضائي الداخلي



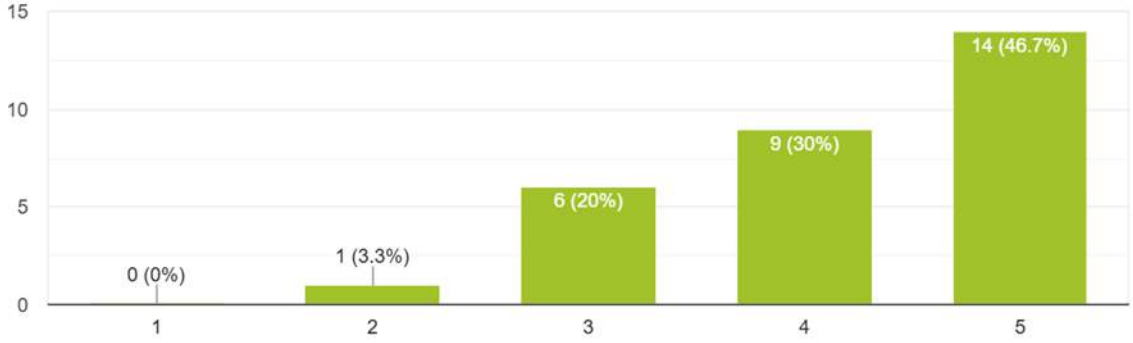
-توفير أثاث مريح للمستخدمين



-استخدام أجهزة كهربائية ذات الاهتزاز الخفيف

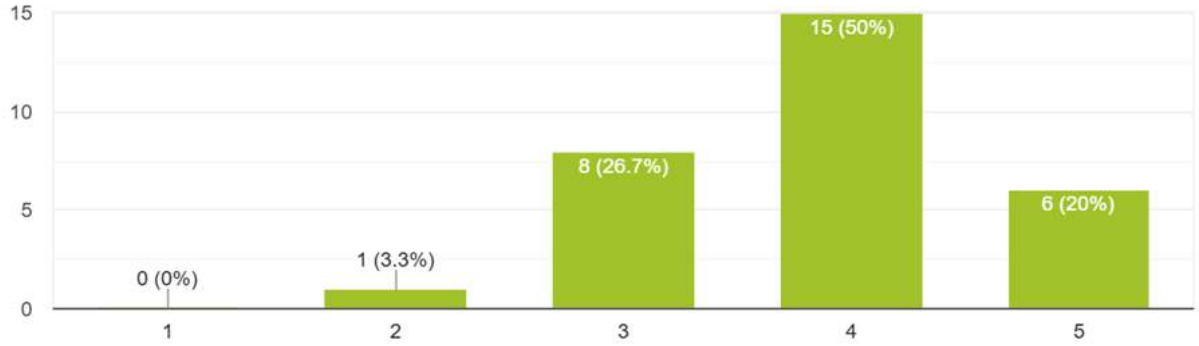


-تأمين الخصوصية اللازمة لمستخدمي المبنى

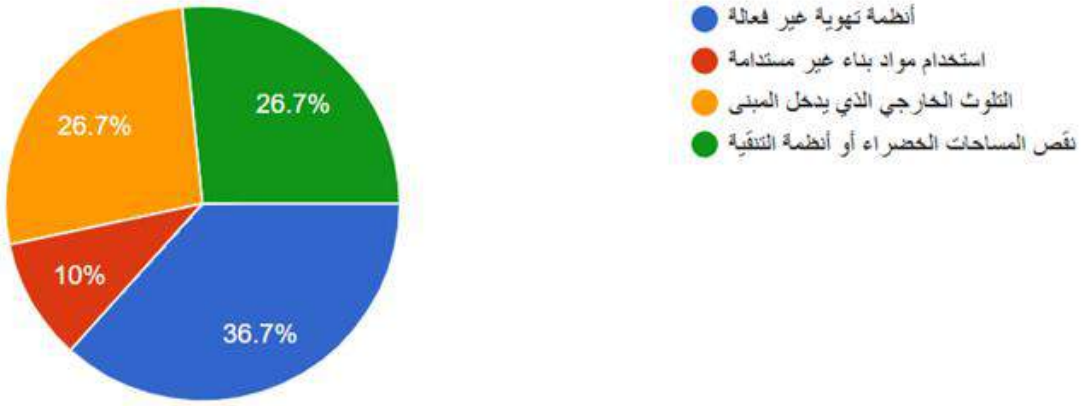


ما هي الممارسات التي تعتقد أنها الأكثر فعالية لتحسين جودة الهواء داخل المباني؟

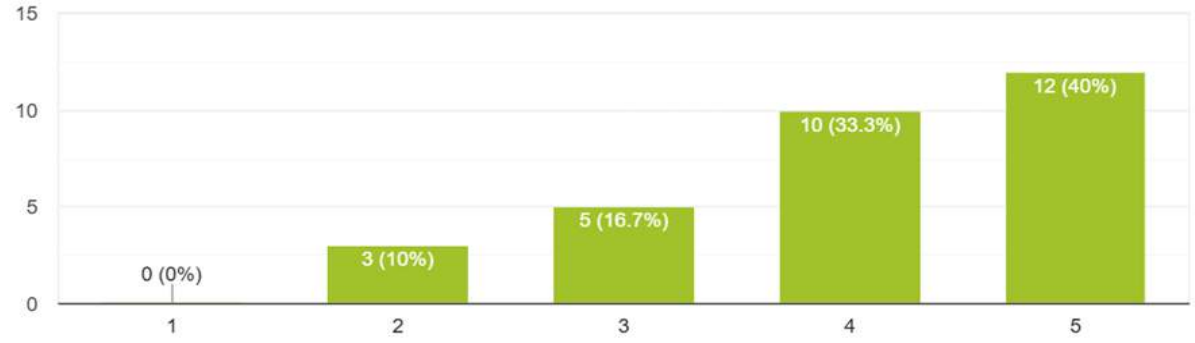
ما مدى أهمية استخدام المواد ذات الانبعاثات المنخفضة (مثل الدهانات والمواد اللاصقة والأثاث) في تقليل تلوث الهواء الداخلي؟



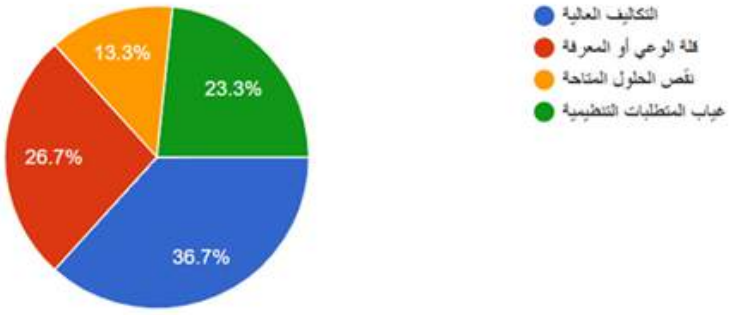
ما هو المصدر الأكثر تأثيرًا برأيك في تدهور جودة الهواء داخل المباني



-هل تؤيد دمج تقنيات لتقليل التلوث الخارجي (مثل الأحزمة الخضراء و الواجهات الطحلبية) في تصاميم المباني لتحسين جودة الهواء؟

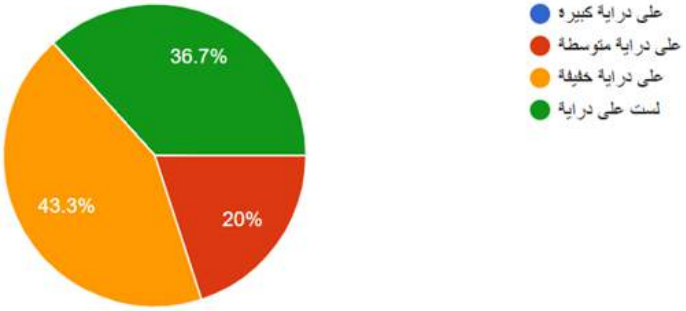


-ما هي التحديات الرئيسية التي تعيق تطبيق تحسين جودة الهواء في المباني؟

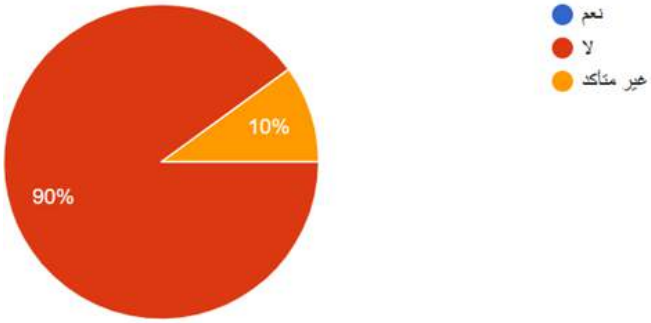


6.ممارسة الاستدامة خصوصاً على الواجهات المعمارية و استخدام الواجهات الطحلبية

ما مدى معرفتك بواجهات الطحالب كميزة مستدامة في تصميم واجهات المباني



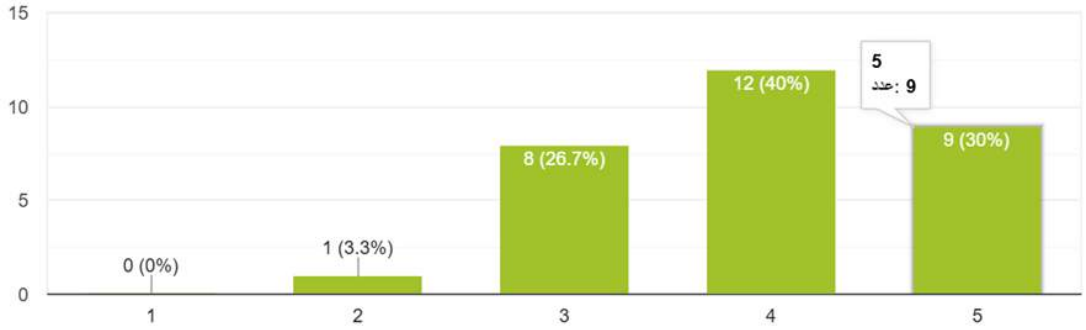
-هل سبق لك أن تعاملت أو نفذت مبنى يحتوي على واجهة طحلبية؟



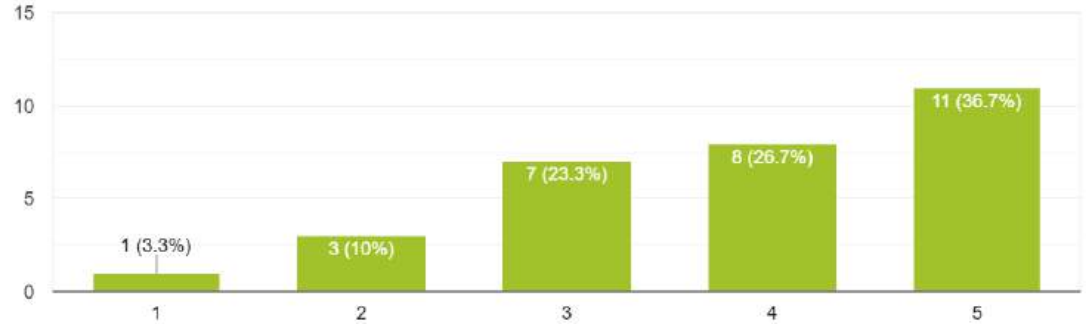
-برأيك ما هو الغرض الرئيسي من نظام واجهة الطحالب؟

-ما هي الفوائد الأكثر أهمية التي تعتقد أن الواجهات الطحلبية توفرها للاستدامة؟

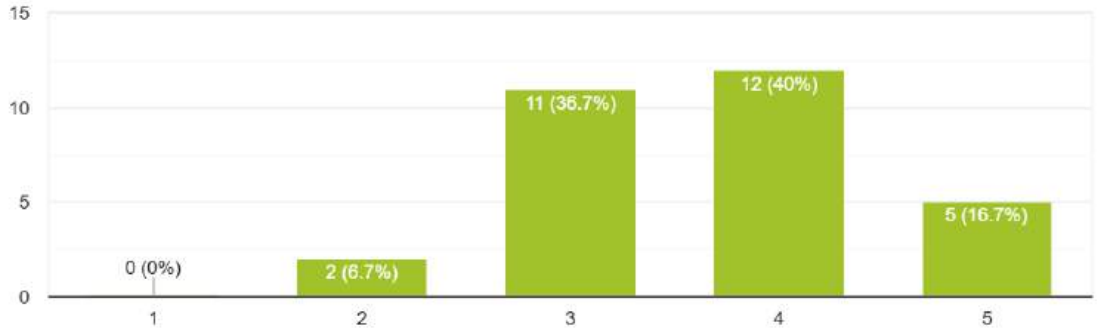
-تساهم الواجهات الطحلبية في كفاءة استخدام الطاقة و إنتاج الطاقة المتجددة



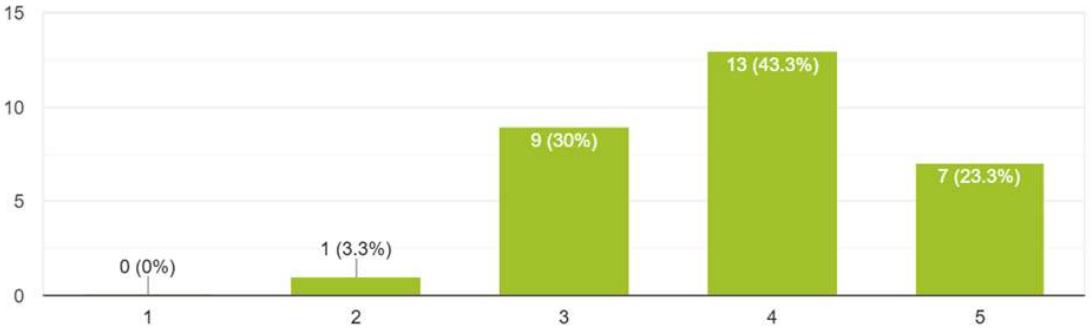
-توليد الطاقة (مثل إنتاج الوقود الحيوي)



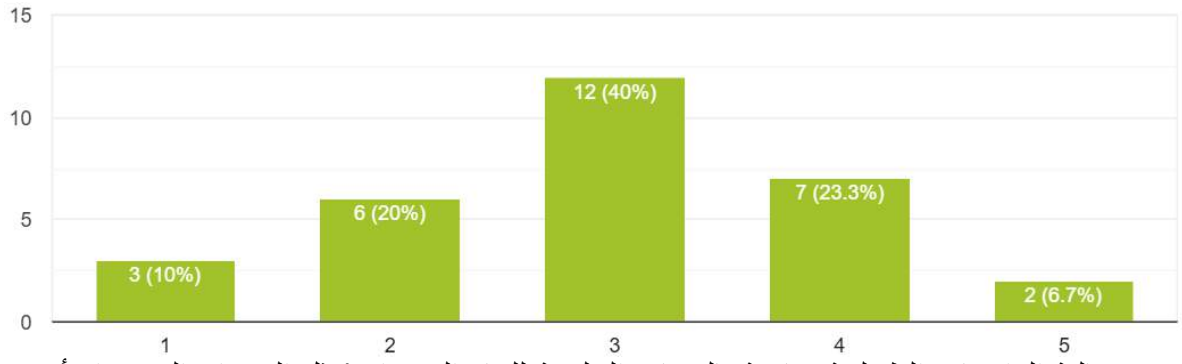
-تحسين العزل الحراري و الراحة الحرارية



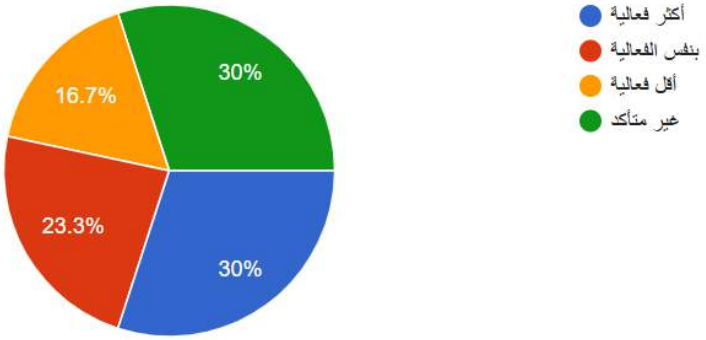
-تحسين جودة الهواء



-الجاذبية الجمالية للواجهات الطحلبية

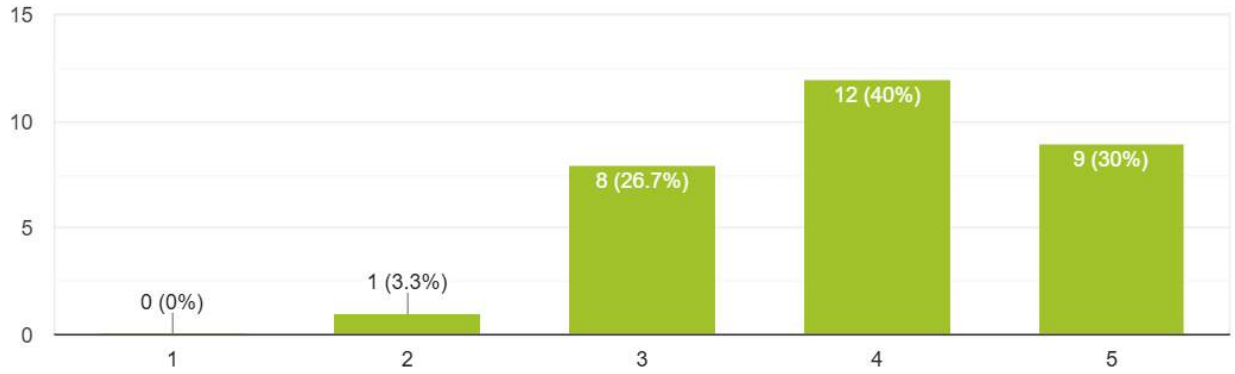


-ما مدى فعالية الواجهات الطحلبية مقارنة بالتقنيات التقليدية للبناء المستدام (مثل الجدران الخضراء أو الألواح الشمسية)؟

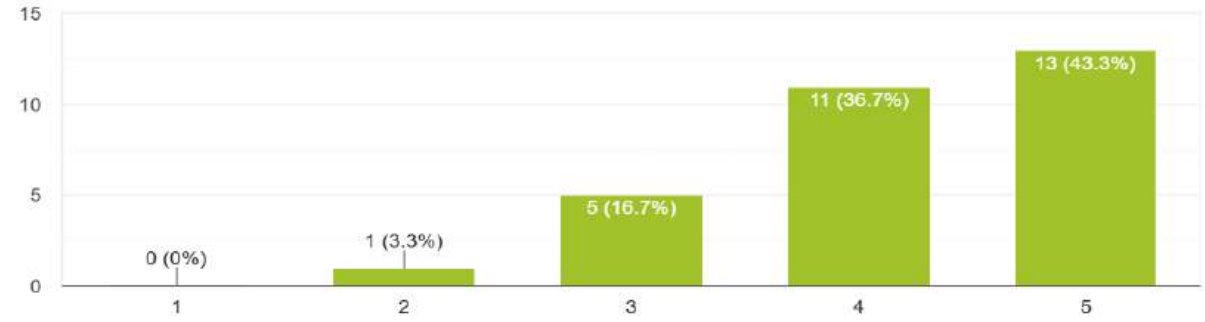


ما هي أهداف الاستدامة التي تعتقد أن الواجهات الطحلبية تساهم فيها بشكل أكبر؟

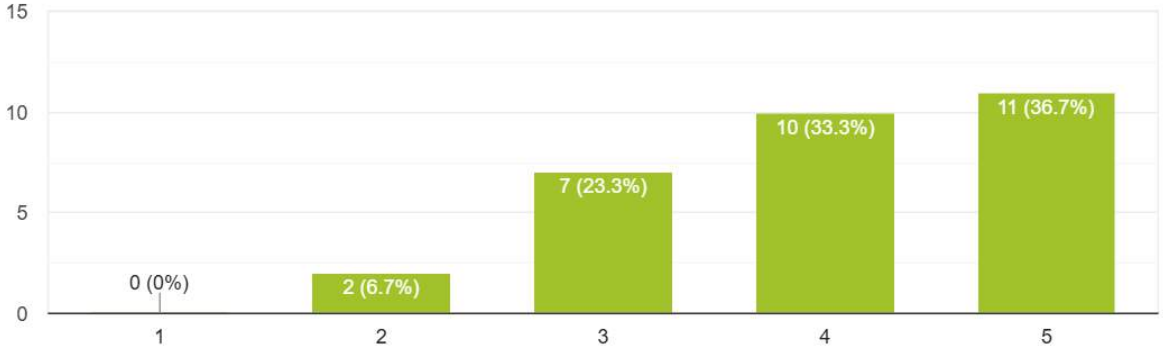
-كفاءة استخدام الطاقة وإنتاج الطاقة المتجددة



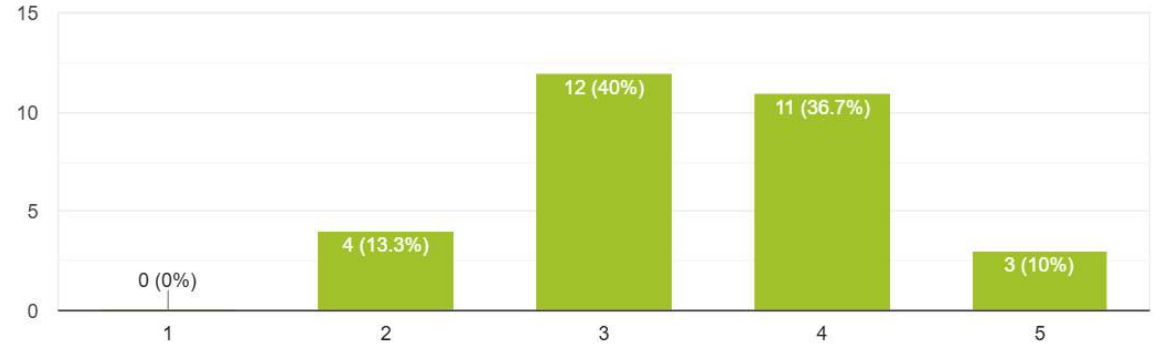
-تساهم الواجهات الطحلبية في تقليل انبعاثات الكربون



-تساهم الواجهات الطحلبية في تحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية

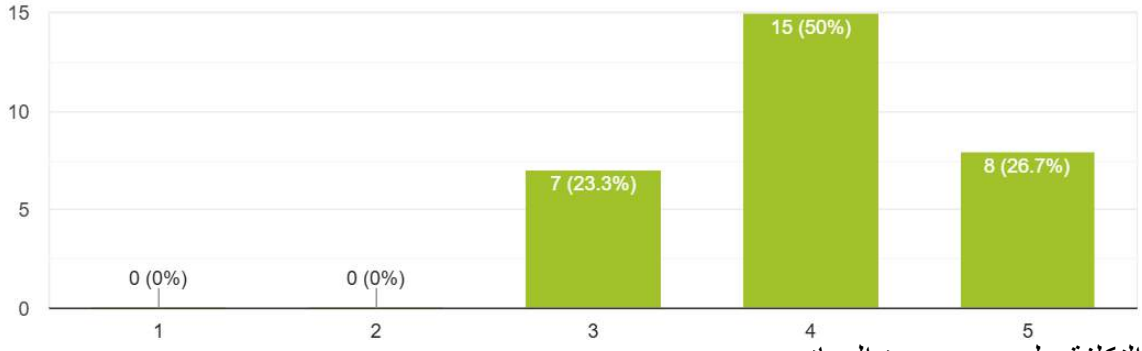


-تساهم الواجهات الطحلبية في الاقتصاد الدائري وإدارة الموارد

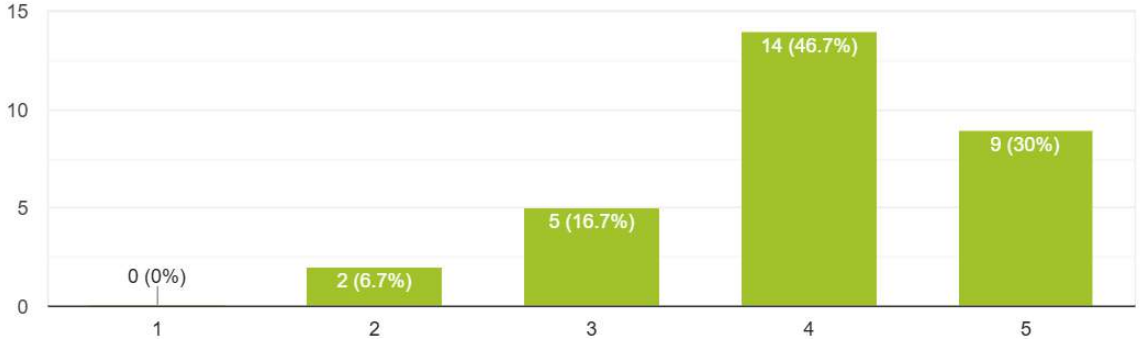


ما هي الميزات التي تراها أكثر فائدة في BIMلتصميم أنظمة تعتمد على الطحالب؟

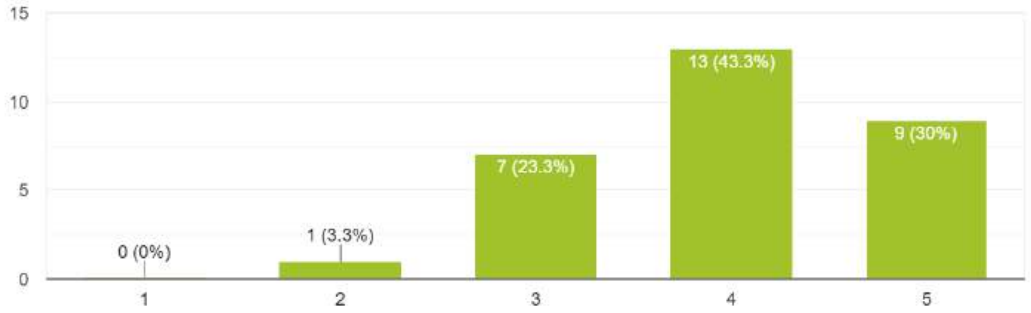
-محاكاة أداء الطاقة



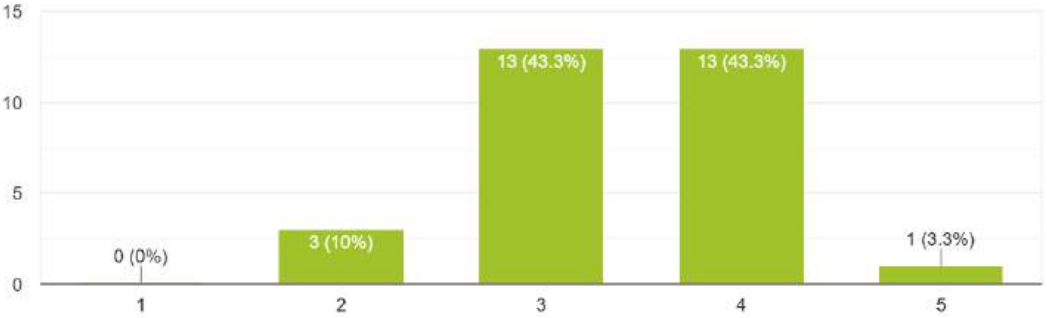
-تحليل التكلفة على مدى دورة الحياة



-تحليل البصمة الكربونية

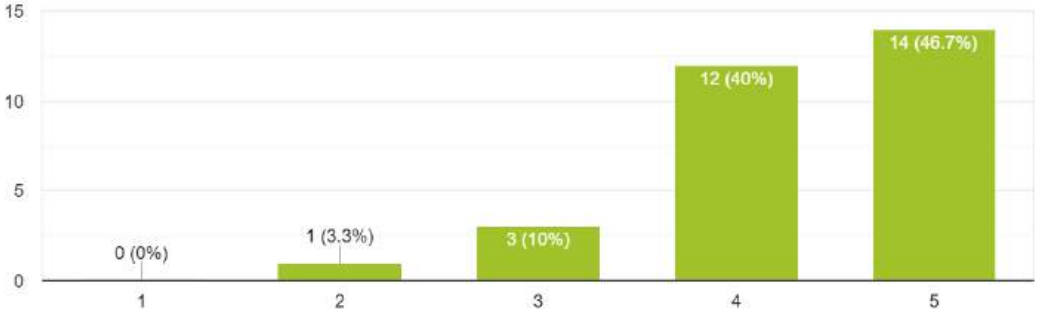


-تحسين المواد

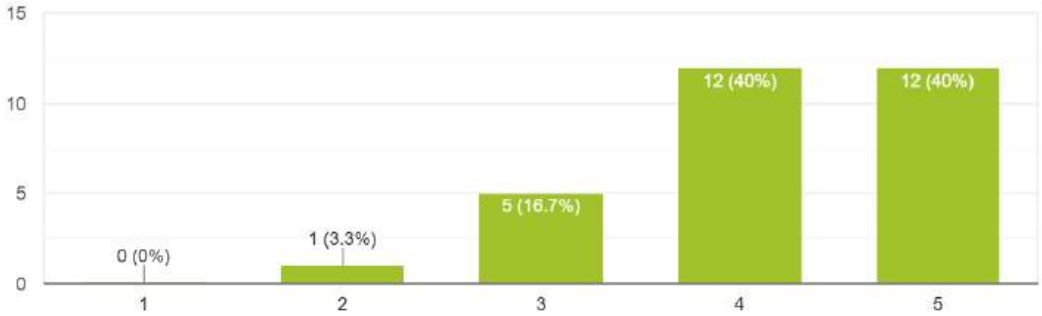


ما هي المخاوف التي لديك حول تطبيق الواجهات الطحلبية، إن وجدت؟

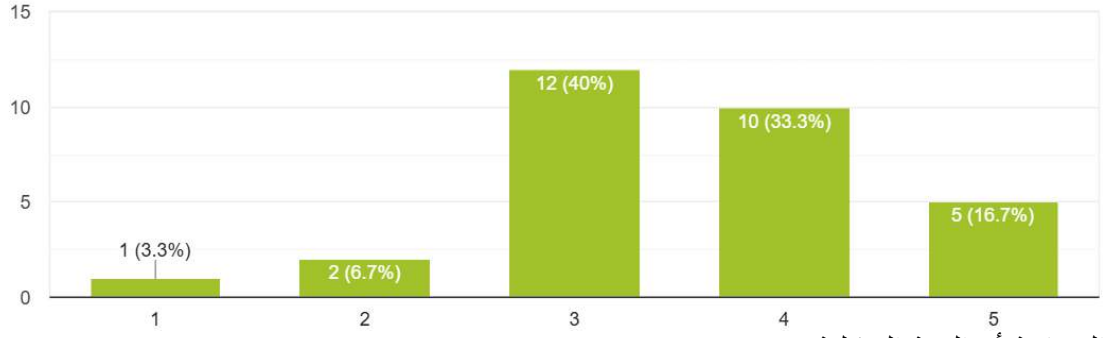
التكاليف العالية للتثبيت والصيانة



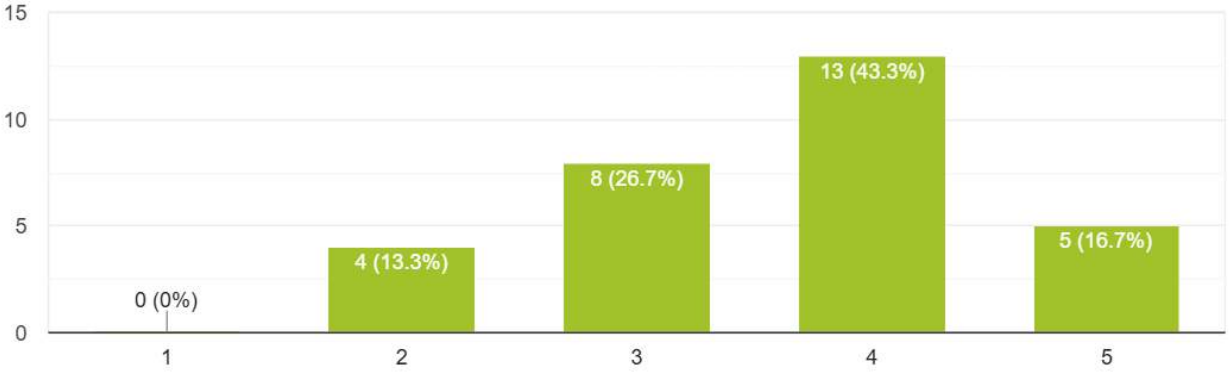
- نقص بيانات الأداء أو الاختبارات الكافية



-توافقها الجمالي مع تصاميم المباني الأخرى

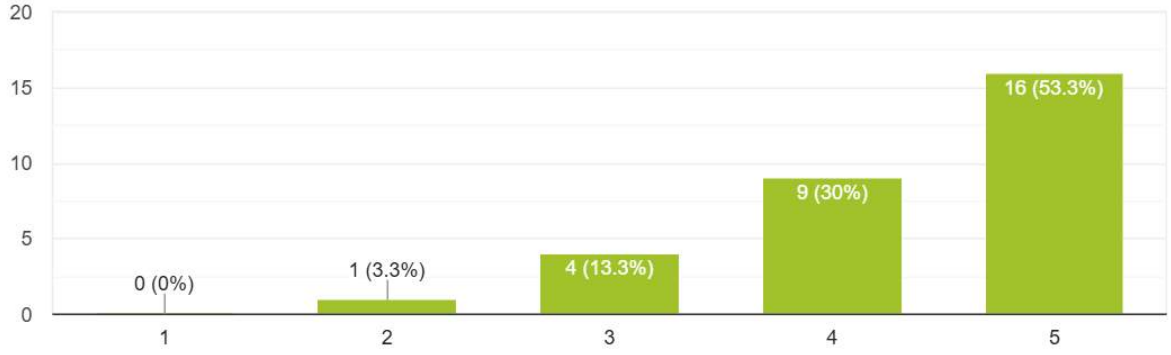


-متطلبات المساحة أو البنية الهيكلية

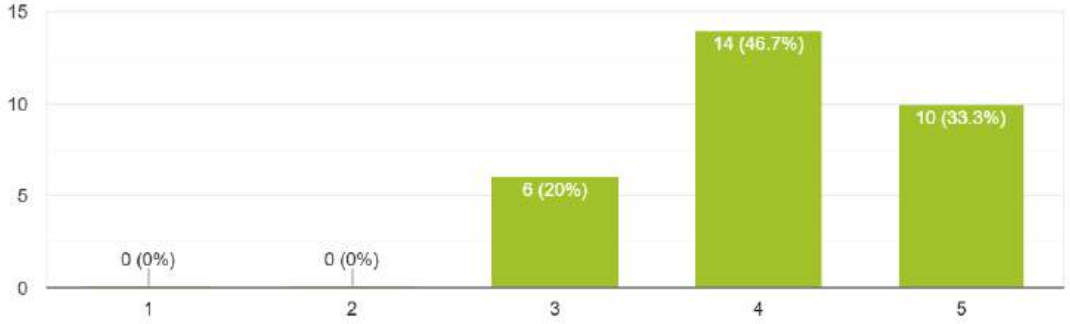


ما هي العوائق التي قد تمنع تبني واجهات الطحالب في العمارة؟

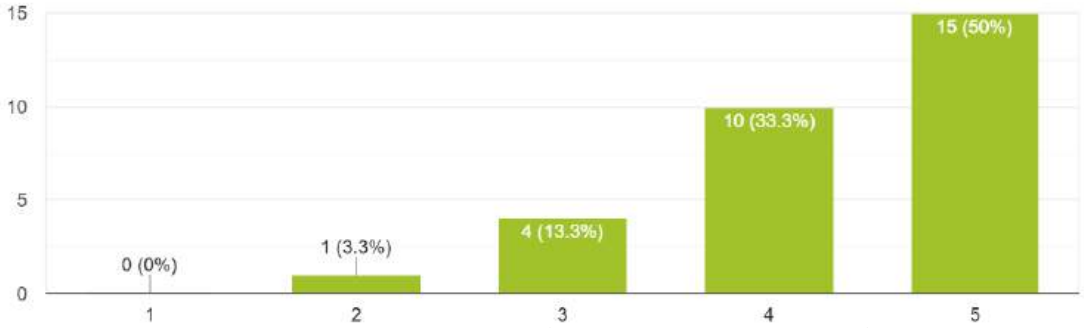
-تكلفة التنفيذ



-تحديات الصيانة

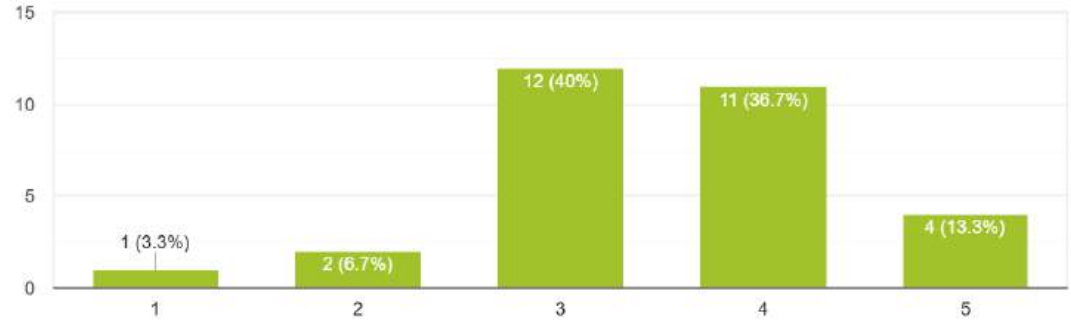


-نقص الوعي أو الخبرة

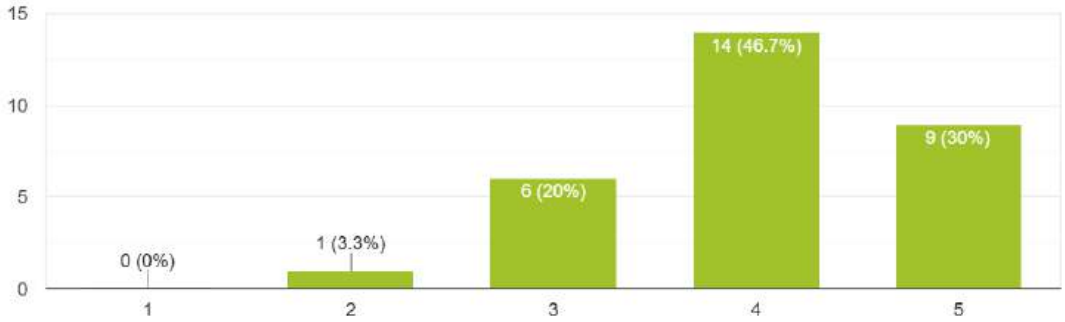


ما هي التحديات التي تتوقعها في دمج واجهات الطحالب في سير عمل BIM؟

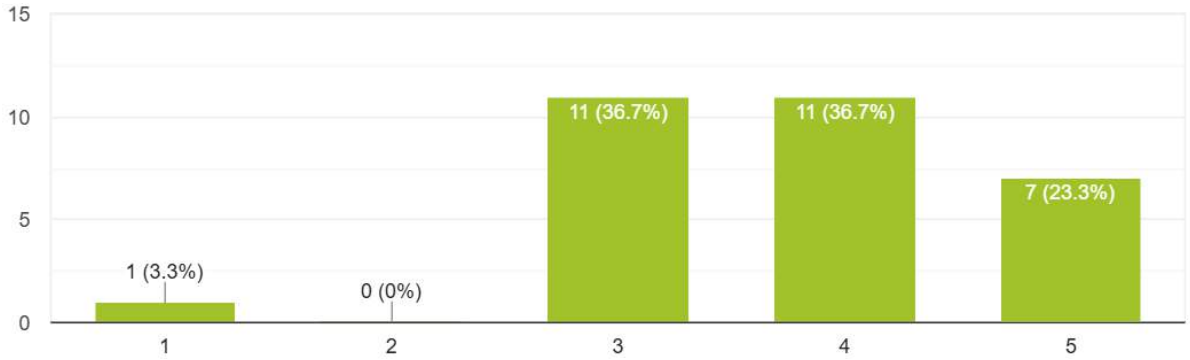
-نقص قدرات البرامج



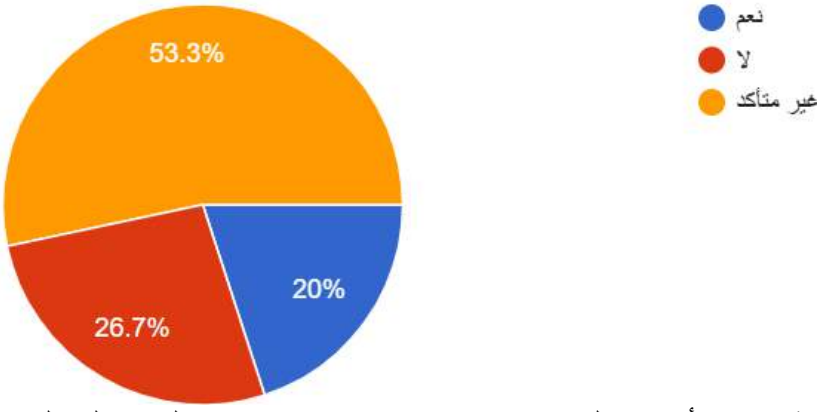
-نقص البيانات حول أنظمة الطحالب



التعقيد العالي في النمذجة



هل تعتقد أن تقنية الواجهات الطحلبية ناضجة بما يكفي لاعتمادها على نطاق واسع



من التحليلات السابقة نستنتج أنه من الضروري الاهتمام بموضوع جودة الهواء الداخلي و ما لها من تأثير على راحة المستخدمين و أدائهم و عملهم . بالإضافة الى أنه لا يوجد ضمن سوريا أي تنفيذ لواجهات معمارية ذات الطحالب و أنها تعتبر فكرة حديثة هنا في سوريا و لا يوجد أي معلومات كافية ضمن النطاق و الجغرافية السورية و عن تنفيذها و عن أداؤها ضمن مناخنا في الشرق الأوسط.

و عن وجود بعض الصعوبات في تنفيذها نتيجة ارتفاع تكلفتها مقابل أداؤها ضمن التجارب و المختبرات الموجودة لدينا في سوريا.

فكان الاقتراح لتحسين جودة الهواء الداخلي و انتاج الاوكسيجين و تحفيف غاز ثنائي أكسيد الكربون و استثمار واجهات المبنى و انتاج الطاقة الحيوية و توفير تجربة جديدة تعاش لدى المستخدمين في العيش ضمن مبنى ذو اطلالة جديدة و بيئة صحية و لإعادة معالجة و تدوير المياه و الاستفادة من التظليل الطبيعي و الذاتي.

بالإضافة لمقارنة أداء النوافذ و أنواعها مع بعضها و محاكاة الاستهلاك السنوي و مع كل واجهة و اتجاه :

الجدول 4

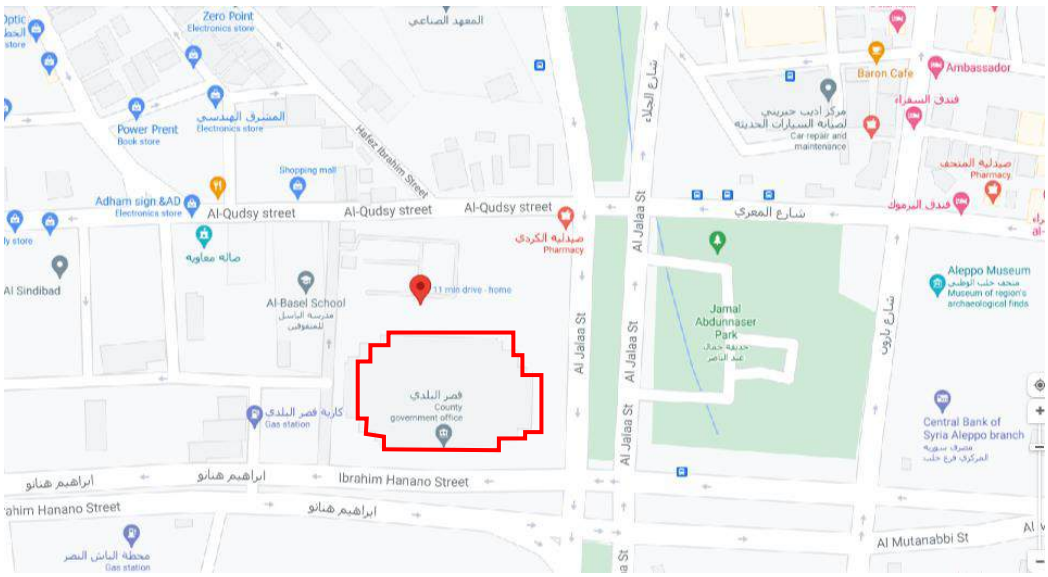
محاكاة استهلاك الطاقة السنوي في المساحة المدروسة باستخدام ملفات تعريف النوافذ المرجعية، عند الحد الأدنى والأقصى لحجم النوافذ، مبنى PSES في تل أبيب، إسرائيل.

استخدام الطاقة * (كيلووات ساعة متر مربع سنة واحدة)		الحد الأدنى لحجم النافذة (W-15%)			الحد الأقصى لحجم النافذة (W-90%)		
		WIN-water	WIN-SG	WIN-DG	WIN-water	WIN-SG	WIN-DG
جنوب	تبريد	30.9	30.1	31.5	42.2	47.2	39.0
	تدفئة	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
	إضاءة	7.6	7.1	7.4	6.3	6.2	6.3
شرق	تبريد	29.8	29.3	30.2	55.8	58.3	55.2
	تدفئة	1.3	1.3	1.2	0.8	0.9	0.5
	إضاءة	9.6	8.4	9.0	6.4	6.3	6.4
الغرب	تبريد	26.4	25.7	26.9	65.3	68.7	64.6
	تدفئة	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9	0.6
	إضاءة	8.3	7.4	7.8	6.2	6.2	6.2
شمال	تبريد	35.8	35.7	35.9	27.9	27.5	26.6
	تدفئة	2.2	2.4	2.1	3.6	3.9	2.5
	إضاءة	10.8	8.8	9.8	6.4	6.3	6.4

W-15%: الحد الأدنى 15% من حجم النافذة من مساحة الواجهة، W-90%: الحد الأقصى 90% من حجم النافذة من مساحة الواجهة.
نوافذ مرجعية: WIN-Water = ماء، WIN-SG = زجاج فردي، WIN-DG = زجاج مزدوج.
* الاستخدام السنوي للطاقة (كيلووات ساعة/م2/سنة) لـ C (التبريد)، وH (التدفئة)، وL (الإضاءة).

3.2.توصيف المبنى:

مبنى القصر البلدي في حلب الذي يقع في منطقة باب جنين في وسط محافظة حلب و التي تضررت جراء الأعمال الإرهابية في حلب عام 2014 . يتألف القصر البلدي من طابقين أرضي و أول و سبعة عشر طابقاً متكرراً و يعلوه طابق بانورامي و يصل في نهايته لمهبط صغير لوصول الهليكوبتر. يمتاز بموقعه الذي يتوسط مركز المدينة و بواجهاته الزجاجية الواسعة و التي تضررت نتيجة الأزمة و تدمرت بالكامل



الصورة 10الموقع العام للقصر البلدي

الصورة 11 الموقع العام للقصر البلدي

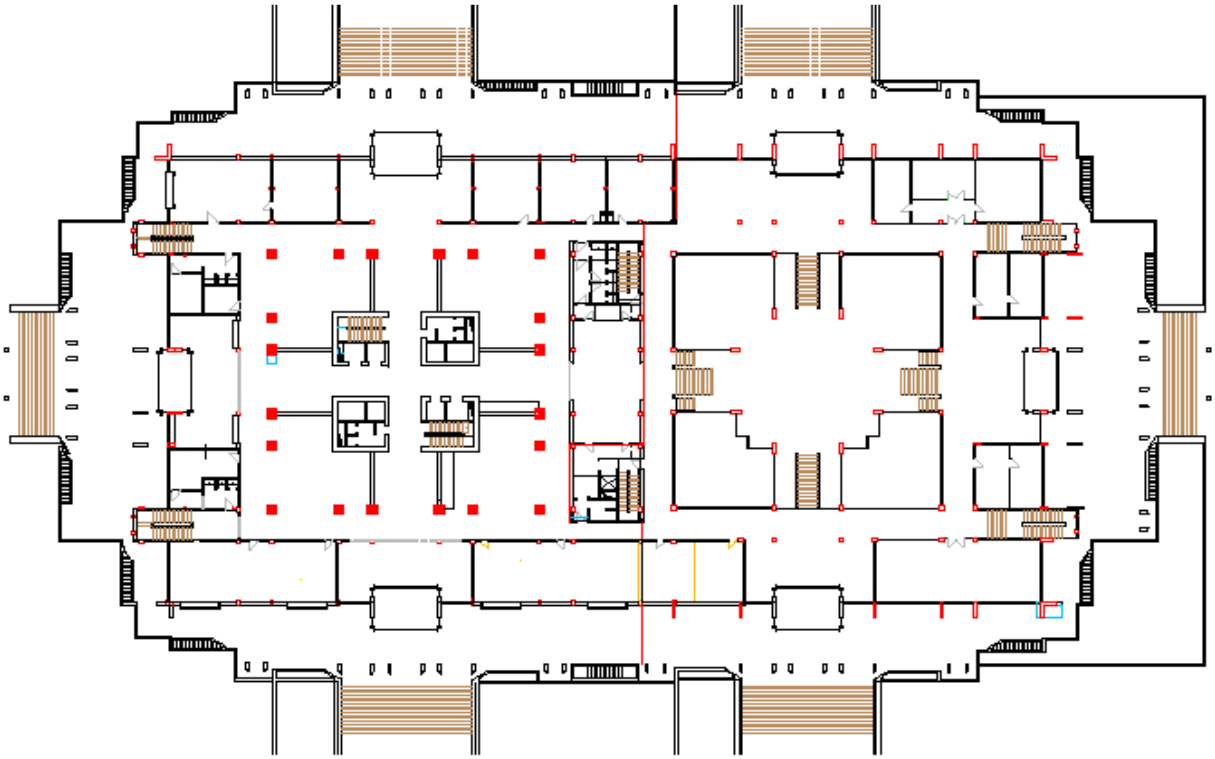
تم الحصول على المخططات الورقية القديمة للمبنى من قبل مهندسين ضمن القصر البلدي و قد إدخالها على برامج Rhino،Revit ، و تم تنفيذ إخراجاتها الأخيرة على برنامج Lumione

قام الباحث باستبدال النوافذ الزجاجية المدمرة بالنوافذ ذات الطحالب المقترحة و ذلك للاستفادة منها و استثمارها و جعلها مستدامة و ذات صلة بالعمارة الخضراء من خلال الدمج العمارة و الواجهة المعمارية مع المساحات الخضراء و إنتاج الوقود/ الغاز الحيوي الذي يساهم في التخفيف من استهلاك الطاقة بالإضافة لزيادة التظليل الفراغي في حالة ازدياد أشعة الشمس و بالتالي التخفيف من استهلاك الطاقة.[23]

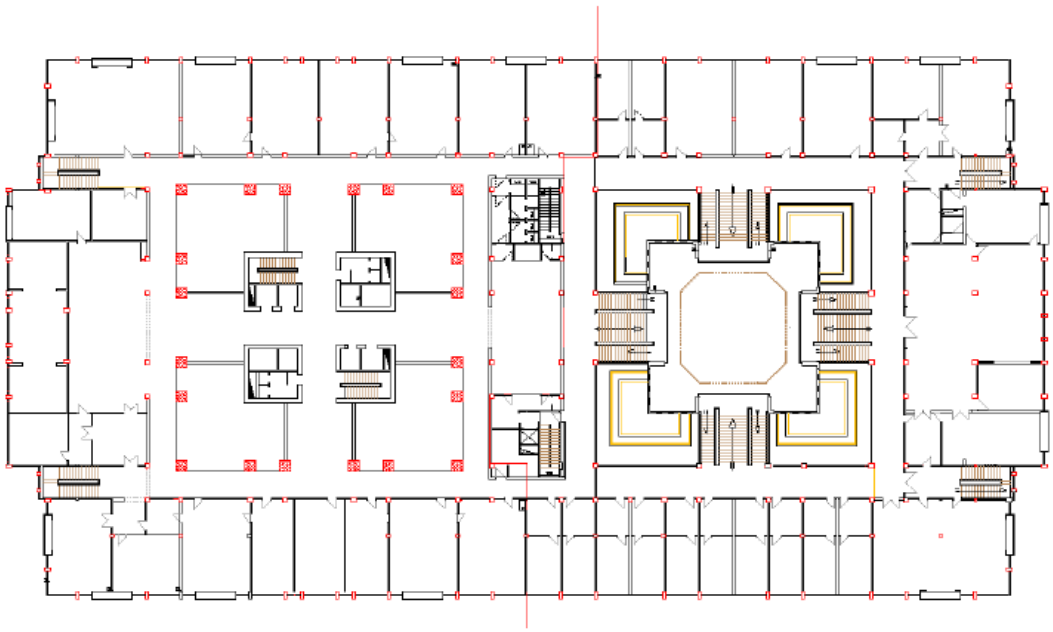
الصورة 13منظور القصر البلدي

الصورة 12واجهة القصر البلدي

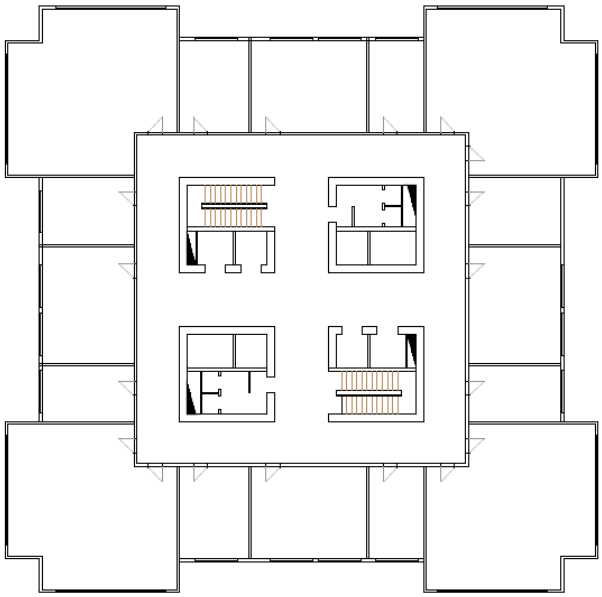
قام الباحث بنمذجة نوافذ الطحالب و حساب انتاجيتها بالمجمل لكامل المبنى و بالمقارنة مع استهلاك المبنى سابقاً و لاسيما أن جميع نوافذ الزجاجية مكسرة. [23]



الصورة 15 مسقط الطابق الأرضي المخططات من الدائرة الفنية للقصر البلدي في حلب

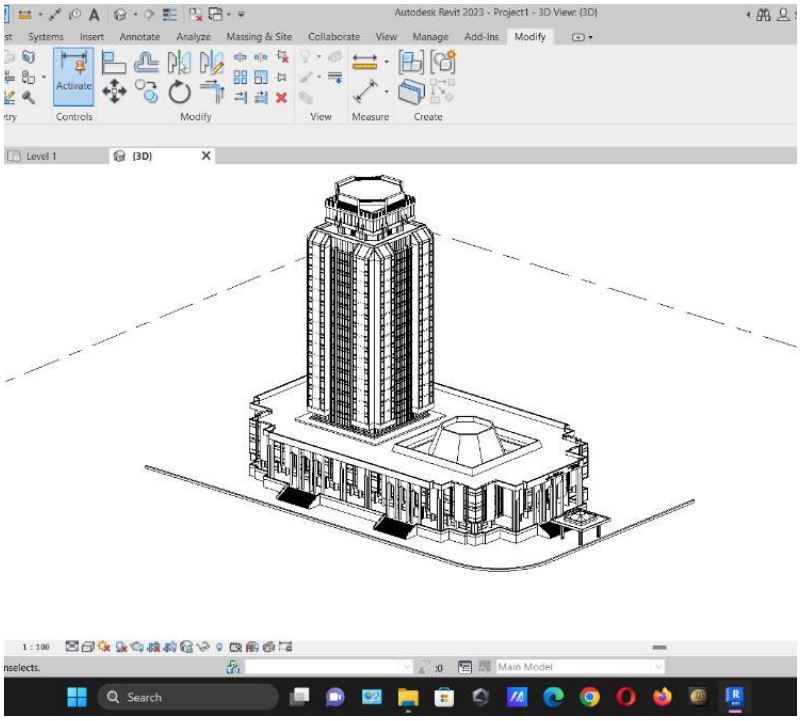


الصورة 14 مسقط الطابق الأول المخططات من المخططات من الدائرة الفنية للقصر البلدي في حلب

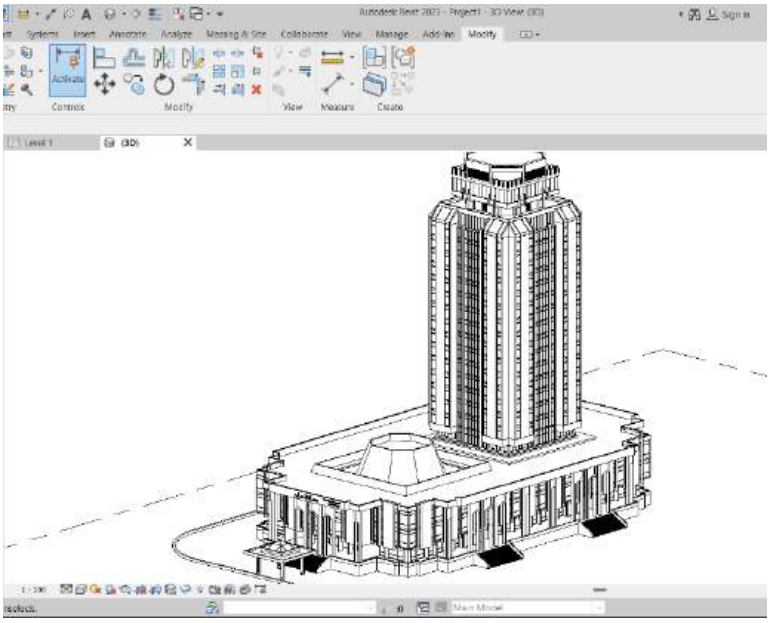


الصورة 16مسقط الطابق المتكرر المخططات من الدائرة الفنية للقصر البلدي في حلب

تم نمذجة هذا المشروع على برنامج Revit و ذلك لتسهيل حسابات الكميات وربطها مع متغيرات و معاملات نوافذ الطحالب.[23]



الصورة 17نمذجة المبنى ضمن بيئة الريفت



الصورة 18 نمذجة المبنى ضمن الريفت

و قد تم القيام بالإخراجات الأخيرة على برنامج Lumione لرؤية النتيجة الأخيرة و الإظهار المعماري وذلك لرؤية النتيجة الأخيرة و الشكل النهائي للمشروع المقترح. [23]

الصورة 19منظور المبنى مع الواجهات الطحلبية

الصورة 20منظور المبنى مع الواجهات الطحلبية

3.3كميات الإنتاج بواجهة الطحالب لجميع الطوابق:

و قد تم مقارنة النتائج مع المعطيات الجغرافية و المباني BIQ التي تستخدم ذات المرجعية للنوافذ و المباني و المعطيات البيئية و اتجاهات الطبيعية و قد تمت مراعاة كمية الإنتاج المختلفة تحديداً أنه الاتجاهين

#	المبنى الحكومي (القصر البلدي) في حلب _المفاعل الحيوي الضوئي للطحالب				
	العنصر	الكمية			
الأداء الطاقي و الحراري	تقليل CO2	67.4g/ m²day (6.3 g/ft²/day)			
	الإنتاجية للكتلة الحيوية	30kWh/ m²year (7.6 Wh/ft²/day)... 80%			
	الإنتاجية الحرارية	150kWh/m²year (38.2 Wh/ft²/day)			
	المبنى الحكومي في حلب الواجهة الواحدة للجهة الغربية (50%)				
الواجهة الغربية	مساحة نافذة الطحالب	1.89	m²		
	إجمالي مساحة نوافذ الطحالب للواجهة الغربية	1253.07	m²		
	عدد نوافذ الطابق الأرضي- الواجهة الغربية	34	Num		
	عدد نوافذ الطابق الأول- الواجهة الغربية	51	Num		
	عدد نوافذ الطابق الأرضي و الأول - الواجهة الغربية	85	Num		
	عدد نوافذ الطابق المتكرر الواحد - للواجهة الغربية	34	Num		
	عدد نوافذ الطابق المتكرر 17 طابقاً	578	Num		
	إجمالي عدد نوافذ الطحالب للواجهة الغربية	663	Num		f integrated photo bioreactors al
إضافي	المبنى الحكومي في حلب الواجهة الواحدة للجهة الغربية (50%)				
الأداء الطاقي و الحراري	تقليل CO2	22343.1	g/ m²day	8155232	g/ m² in year
	الإنتاجية للكتلة الحيوية	9945	kWh/ m²year	2519.4	Wh/ft²/day
	الإنتاجية الحرارية	49725	kWh/m²year	12663.3	Wh/ft²/day
	الواجهة الطحلبية تستطيع إزالة	18	tons CO2 per year		
	الكتلة الحيوية يمكن أن يتحول لـ	3978	Methan(80%)		

جدول 3كميات الانتاج للواجهة الغربية

الغربي و الشرقي سيكون الإنتاج فيه بمقدار النصف من الجهة الجنوبية نتيجة كمية الإشعاع الشمسي و الاتجاهات للمبنى و تأثيره في سوريا[23]

تم الأخذ بعين الاعتبار مساحات النوافذ فقد تم اعتماد مساحة $m^2$1.89 للنافذة الواحدة و هنالك 2075 نافذة ضمن كامل المبنى و مساحتهم الكلية 3921 m^2 و سحب و تنقية غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي g/m^2 per day 95168.8 و إنتاج الطاقة الحيوي من غازي حيوي حوالي Kwh/m^2 per 42360 year و الإنتاج الحراري حوالي Kwh/m^2 per year211800 و أيضاً يتم سحب غاز ثنائي أكسيد

#	المبنى الحكومي (القصر البلدي) في حلب _المفاعل الحيوي الضوئي للطحالب				
	العنصر	الكمية			
الأداء الطاقي و الحراري	تقليل CO2	67.4g/ m²day (6.3 g/ft²/day)			
	الإنتاجية للكتلة الحيوية	30kWh/ m²year (7.6 Wh/ft²/day)... 80%			
	الإنتاجية الحرارية	150kWh/m²year (38.2 Wh/ft²/day)			
	المبنى الحكومي في حلب الواجهة الواحدة للجهة الشرقية (50%)				
الواجهة الشرقية	مساحة نافذة الطحالب	1.89	m²		
	إجمالي مساحة نوافذ الطحالب للواجهة الشرقية	1253.07	m²		
	عدد نوافذ الطابق الأرضي- الواجهة الشرقية	34	Num		
	عدد نوافذ الطابق الأول- الواجهة الشرقية	51	Num		
	عدد نوافذ الطابق الأرضي و الأول - الواجهة الشرقية	85	Num		
	عدد نوافذ الطابق المتكرر الواحد - للواجهة الشرقية	34	Num		
	عدد نوافذ الطابق المتكرر 17 طابقاً	578	Num		
	إجمالي عدد نوافذ الطحالب للواجهة الشرقية	663	Num		f integrated photo bioreactors alg
إضافي	المبنى الحكومي في حلب الواجهة الواحدة للجهة الشرقية (50%)				
الأداء الطاقي و الحراري	تقليل CO2	22343.1	g/ m²day	8155232	g/ m² in year
	الإنتاجية للكتلة الحيوية	9945	kWh/ m²year	2519.4	Wh/ft²/day
	الإنتاجية الحرارية	49725	kWh/m²year	12663.3	Wh/ft²/day
	الواجهة الطحلبية تستطيع إزالة	18	tons CO2 per year		
	الكتلة الحيوية يمكن أن يتحول لـ	3978	Methan(80%)		

جدول 4 كميات الانتاج للواجهة الشرقية

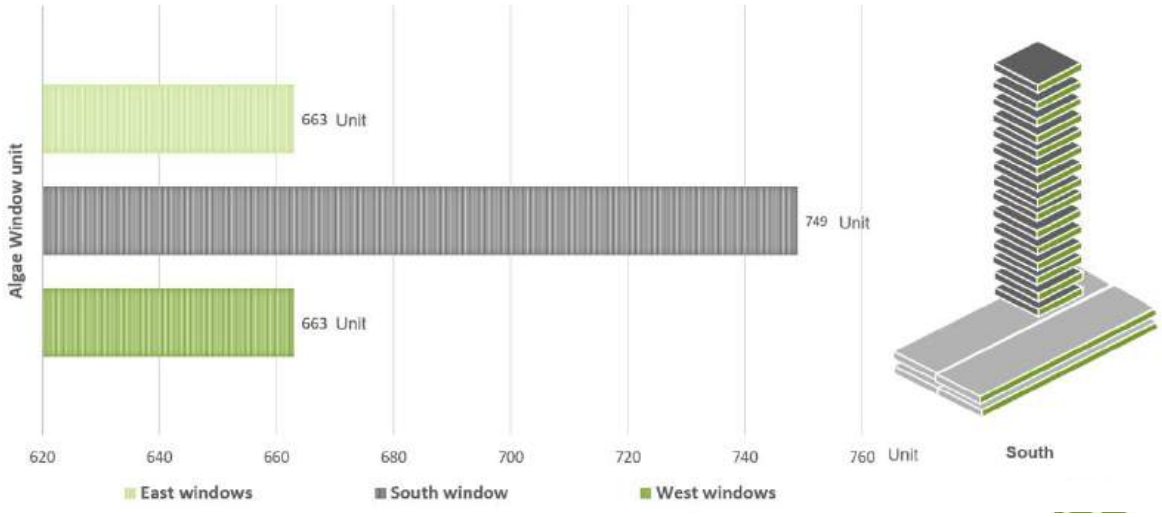
الكربون خلال العام 78 tons per year و بالإضافة لإنتاج الغاز الحيوي الصافي و الذي يكون حوالي 80% من الغاز المنتج Methan25932

#	PBR : Photobioreactors				
	Element	Amount			
1	مفاعلات البيوغاز لتوليد الطاقة	per m² Biomass production 15 g TS/m²/day (900 kg/year)			
2	إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية	345 kJ/m²/day			
3	إنتاج الغاز الحيوي من الكتلة الحيوية	10.20 L methane/m²/day			
	لمنزل حاصل الذكاء الحيوي BIQ 200m²				
	إنتاج الميثان الحيوي	612 m3 methane/year			
	الطاقة في الميثان	6,487 kWh/year			
	الطاقة الصافية كميثان	approx. 4,541 kWh/year			
	الطاقة الصافية من الحرارة	approx. 6,000 kWh/year			
	الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون	6 tons per year			
	لمبنى القصر البلدي الحكومي في حلب				
	مساحة الواجهة الغربية	1253.07	m²		
	مساحة الواجهة الجنوبية	1415.61	m²		
	مساحة الواجهة الشرقية	1253.07	m²		
	مجموع مساحة الواجهة	**3921.75**	m²		
	مفاعلات البولي بروبلين لتوليد الطاقة إنتاج الكتلة الحيوية	40030.2	g TS/m²/day	2401812	kg/year
	إنتاج الطاقة من الكتلة الحيوية	920694.6	kJ/m²/day		
	إنتاج الغاز الحيوي من الكتلة الحيوية	27220.536	L methane/m²/day		
	إنتاج الميثان الحيوي	18972	m3 methane/year		
	الطاقة في الميثان	201.097	kWh/year		
	الطاقة الصافية كميثان	12118.47588	kWh/year		
	الطاقة الصافية من الحرارة	16012.08	kWh/year		

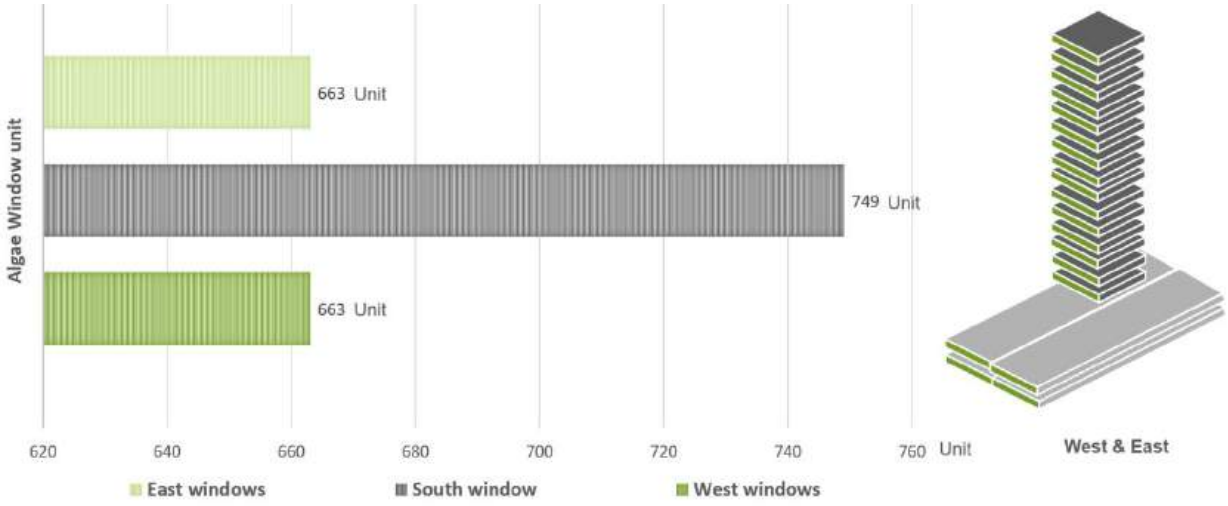
جدول 5كميات الانتاج للواجهات

#	المبنى الحكومي (القصر البلدي) في حلب _المفاعل الحيوي الضوئي للطحالب				
	العنصر	الكمية			
الأداء الطاقي و الحراري	تقليل CO2	67.4g/ m²day (6.3 g/ft²/day)			
	الإنتاجية للكتلة الحيوية	30kWh/ m²year (7.6 Wh/ft²/day)... 80%			
	الإنتاجية الحرارية	150kWh/m²year (38.2 Wh/ft²/day)			
	المبنى الحكومي في حلب الواجهة الواحدة للجهة الجنوبية				
الواجهة الجنوبية	مساحة نافذة الطحالب	1.89	m²		
	إجمالي مساحة نوافذ الطحالب للواجهة الجنوبية	1415.61	m²		
	عدد نوافذ الطابق الأرضي- الواجهة الجنوبية	81	Num		
	عدد نوافذ الطابق الأول- الواجهة الجنوبية	90	Num		
	عدد نوافذ الطابق الأرضي و الأول - الواجهة الجنوبية	171	Num		
	عدد نوافذ الطابق المتكرر الواحد - للواجهة الجنوبية	34	Num		
	عدد نوافذ الطابق المتكرر 17 طابقاً	578	Num		
	إجمالي عدد نوافذ الطحالب للواجهة الجنوبية	749	Num		
إضافي	**المبنى الحكومي في حلب الواجهة الواحدة للجهة الجنوبية**				
الأداء الطاقي و الحراري	تقليل CO2	50482.6	g/ m²day	18426149	g/ m² in year
	الإنتاجية للكتلة الحيوية	22470	kWh/ m²year	5692.4	Wh/ft²/day
	الإنتاجية الحرارية	112350	kWh/m²year	28611.8	Wh/ft²/day
	الواجهة الطحلبية تستطيع إزالة	42	tons CO2 per year		
	الكتلة الحيوية يمكن أن يتحول لـ	17976	Methan(80%)		
	مجموع الواجهات جميعها (الجنوبي و الغربي و الشرقي)				
الأداء الطاقي و الحراري	عدد نوافذ جميع نوافذ الطحالب الجنوبية و الغربية و الشرقية	2075	Num		
	مساحة جميع نوافذ الطحالب الجنوبية و الغربية و الشرقية	3921.75	m²		
	مجموع تقليل CO2	95168.8	g/ m²day		
	مجموع الإنتاجية للكتلة الحيوية(الطاقة)	42360	kWh/ m²year		
	مجموع الإنتاجية الحرارية	211800	kWh/m²year		
	مجموع الواجهة الطحلبية تستطيع إزالة	78	tons CO2 per year		
	مجموع الكتلة الحيوية يمكن أن يتحول لـ	25932	Methan(80%)biogas		
	التكلفة				
#	space m²	التكلفة	المجموع		
منزل BIQ	200	2200	440000	$	
مبنى حلب الحكومي	3921.75	2200	8627850	$	
	تكلفة تنفيذ الواجهات المبنى الحكومي في حلب		21569625000	SYP	

جدول 6 كميات الانتاج لكل المبنى و الوجهات

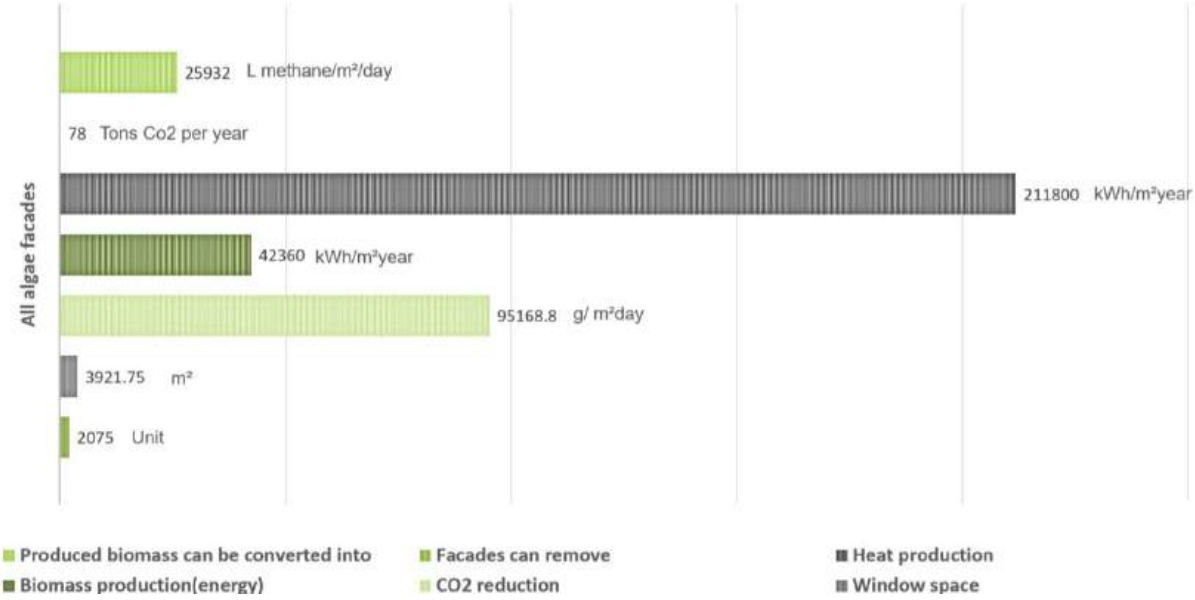


الجدول 7عدد النوافذ احصائيا للمبنى الحكومي



الجدول 5عدد النوافذ احصائيا للمبنى الحكومي

الجدول 6كميات الانتاج الكلية لكل الواجهات و مقارنتها



الجدول 7كميات انتاج الواجهات كلها

4.3-النتائج و التوصيات:

4.3.1-النتائج:

ركزت الدراسة على تقدير تأثير أنواع الطحالب الدقيقة التي تمت دراستها داخل نظام النافذة ، نافذة الطحالب ، على تحسين توفير الطاقة في المبنى.

تظهر نتائج الدراسة أن نافذة الطحالب لديها القدرة على العمل كنظام تدفئة سلبي لتحسين كفاءة الطاقة في المبنى المدروس تحت ظروف مناخ البحر الأبيض المتوسط.

1-تم العثور على النتائج التالية لتكون ذات دلالة إحصائية ، ولها أهمية خاصة لتصميم نوافذ الطحالب داخل المبنى حيث يتأثر الأداء النشط لنافذة الطحالب باتجاه الواجهة.

2-تم العثور على الفرق الرئيسي بين الواجهة الشمالية والواجهات الجنوبية والشرقية والغربية.

في تصميم نافذة الطحالب في مبنى و تأثيرها ، يكون الموقع المفضل في الاتجاهين الجنوبي والغربي حيث يحدث أكبر توفير للطاقة بسبب الإشعاع الشمسي الكبير خلال النهار ، خاصة في المدن ذات المناخ الحار مثل فلسطين.

3- من تحليل الانحدار لكل اتجاه للواجهة ، تم العثور على ثلاثة عوامل تفسيرية تؤثر بشكل مختلف على استهلاك الطاقة لكل نوع من أنواع الطحالب: تركيز الطحالب ، وحجم النافذة والعامل المركب للطحالب التركيز مع حجم النافذة الذي كان له أكبر تأثير على تقليل استهلاك الطاقة.

4- إن القدرة المدروسة لنافذة الطحالب على توفير الطاقة جنبًا إلى جنب مع إمكانية إنتاج الطاقة الحيوية باعتبارها PBR ، يمكن أن تحسن بشكل كبير من كفاءة الطاقة في البناء.

4.3.2-التوصيات:

1-إجراء دراسة لتحسين عزل المبنى حرارياً و تحسين جودة الهواء الداخلي في المبنى.

2-العمل على نشر ثقافة الاستدامة في الطاقة من خلال التأكيد على استخدام مصادر الطاقات البديلة و المتجددة و خاصة في البلاد الحارة مثل الطاقتين الشمسية و الحيوية و تطبيقاتها و توضيح أهميتها و دورها و الفوائد التي تعود على المواطنين منها و على البيئة.و التأكيد على أهمية قياس فوائدها و تخطيطها المسبق من خلال BIM حيث يتم دراستها بشكل موثق و مرتبط بجميع الهندسات اللازمة.

3- في الأقسام السابقة ، قمنا بتغطية أداء الواجهة الحيوية للطحالب الدقيقة كتكنولوجيا حديثة في مجال الهندسة المعمارية عالية الأداء.ومع ذلك ، فإن هذه التكنولوجيا في مراحلها الأولى وهناك حاجة إلى مزيد من التحقيق لتوثيق أدائها من مختلف الجوانب ، وتحسين كفاءتها مقارنة بالتقنيات الأخرى ، وتحديد العقبات

التي تعترض التنفيذ في البيئة المبنية .وبشكل أكثر تحديدًا ، يلزم إجراء بحث مستقبلي لإثبات كفاءة هذه الأنظمة فيما يتعلق بحبس ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الطاقة.

4-هناك حاجة أيضًا إلى البحث المستقبلي لتوثيق آثار تصميم واجهة الطحالب الدقيقة المعتمد على PBR على أدائها .على سبيل المثال ، يجب دراسة تأثيرات عوامل التصميم مثل عمق التجويف والارتفاع والفتحات ونسبة جدار النافذة على أداء التهوية الحرارية والطبيعية لهذه الواجهات .

5-إن تأثيرات العوامل البيئية مثل الإشعاع الشمسي واتجاه الرياح وسرعتها تحتاج أيضًا إلى مزيد من البحث نظرًا لأن هذا النظام يشمل الكائنات الحية الدقيقة ، يبدو أن البحث المستقبلي يجب أن يأخذ في الاعتبار أنسب سلالة من الطحالب الدقيقة استنادًا إلى الوضع الجغرافي المختلف والتحقيق في تأثير التظليل وكفاءة إنتاج الكتلة الحيوية وقدرتها على العمل كمخزن حراري بالإضافة إلى تقدير قيمة PBRs محددة لكل سلالة.

6- من الضروري اقتراح أنه لإجراء فحص أعمق للإمكانات الحرارية للواجهة التفاعلية للطحالب ، فإن تحسين المعلمات الحرارية المذكورة سابقاً التي تم إعادة تصنيفها كمتغيرات تصميم واجهة الطحالب ، أمر لا غنى عنه القضية. حيث يساعد تحسين هذه العوامل في الوصول إلى مزيد من كفاءة الطاقة من خلال تطبيق هذا النظام وتعزيز شعبيته كحل جديد للهندسة عالية الأداء.

وفي الوقت نفسه ، نظرًا لأن إنتاج الحرارة من خلال المبادل الحراري من PBRs ولم يتم دراسة معلماته الفعالة بشكل كافٍ من قبل الباحثين ، يجب التأكيد على هذا الجانب من وظيفة واجهة الطحالب النشطة بيولوجيًا بشكل أكبر في الأبحاث المستقبلية.

7-يجب أن تتناول الأبحاث المستقبلية حول واجهات الطحالب الدقيقة أيضًا مشكلات البنية التحتية مثل الاتصال بشبكة المرافق ومحطات الطاقة المحلية.

أيضًا ، لا يُعرف الكثير عن المشكلات الهيكلية المرتبطة بتنفيذ هذه الواجهات على نطاقات أكبر ، أو الجوانب المهمة الأخرى لأدائها مثل التأثيرات على الصوتيات والصحة ، والتي تحتاج إلى مزيد من التحقيق باستخدام منهجيات بحث أكثر تطورًا.

5.آفاق و الإمكانيات:

1 .تعد الواجهات الحيوية بتنقية الغلاف الجوي في مدننا المزدحمة من انبعاثات الكربون الضارة حيث أن الكتلة الحيوية للطحالب الدقيقة هي مصدر الطاقة المتجددة الوحيد الذي يعزل ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي ويولد.O2

نتيجة لذلك ، تعتبر الطحالب الدقيقة مصدر طاقة محايد مناخيا.

2- على الرغم من الجدل الدائر حول التكاليف الرأسمالية المرتفعة لإنشاء وتشغيل نظام الواجهات الحيوية ، فقد تم النظر في الفوائد طويلة الأجل والتعبير عنها بوضوح.

يعد التعايش والترابط بين المبنى و PBRs بخفض التكلفة عبر المخرجات المتعددة الناتجة عن نظام معالجة المصفاة الحيوية المركزية.

3-لا يقتصر إدراج المفاعلات الحيوية في العمارة على واجهات المباني ، ولكن يمكن أيضًا استخدامها على المستوى الحضري كتركيبات فنية في الشوارع ومظلات حضرية.

يمكن لهذه التركيبات الحضرية أداء العديد من الوظائف.

إنها تنتج الوقود الحيوي ، وتعترف بالضوء ، وتوفر الظل ، وتزيد من وعي الجمهور بالوقود البديل.

4- إن نظام واجهة PBRs مناسب لأنواع مختلفة من المباني ، بما في ذلك مواقع الإنشاءات التجارية ، ومباني البنية التحتية العامة ، والمباني التجارية ، والمباني السكنية ، بالإضافة إلى إمكانية تطبيقه على المباني الصناعية الكبيرة.

يمكن تشغيل المباني الصناعية اقتصاديًا بواجهات PBR مع واجهات وأسطح ممتدة في مثل هذه المباني منخفضة الارتفاع.

علاوة على ذلك ، فإن دمج PBRs في المباني الصناعية يعد بتبديد ثاني أكسيد الكربون الناتج عن العملية

5-على الرغم من حقيقة أن الواجهات الحيوية وحدها لا تغطي كامل متطلبات الطاقة للمباني ، يمكننا استنتاج الجوانب غير المباشرة لجدواها الاقتصادية والحيوية.

يمكن تمثيل هذه الجوانب غير المباشرة في وظيفتها كعوازل حرارية وأجهزة تظليل الشمس.

6-يشجع دمج الواجهات الحيوية في المباني على التحول نحو اللامركزية في أنظمة البنية التحتية.

تهدف اللامركزية إلى جعل المبنى مثل محطة توليد الطاقة ، وتوليد الطاقة التي يحتاجها لنفسه ولإطاره الحضري وتوفير تخزين الطاقة.

يؤهل دمج الواجهات الحيوية في المباني لأداء وظائف إضافية ، مثل توليد الطاقة ، والاستفادة من الحرارة المهدورة ، ومعالجة مياه الصرف الصحي.

7-يتطلب التعايش بين المباني و PBRs مزيجًا من الخبرات التي تفتح مجالًا من الترابط بين العديد من التخصصات في مجال الهندسة ، بما في ذلك الهندسة المعمارية والكيميائية والكهربائية والميكانيكية والبرمجيات والهندسة المدنية.

8- في الأساس ، يمكن أن يؤدي دمج الطحالب الدقيقة في الهندسة المعمارية والبيئة المبنية إلى معالجة أمن الطاقة الوطني والأمن الاقتصادي

الملحق 1 (الاستبيان)

يهدف هذا الاستبيان إلى جمع الأفكار حول تطبيق إدارة جودة الهواء الداخلي في المباني الخضراء و مثال عنها العمارة ذات الواجهات الطحلبية. ستساعد هذه المعلومات في تحسين تكامل الواجهات الطحلبية مع استراتيجيات جودة الهواء الداخلي الفعالة.. كما أنوه بأنه ليس من الضروري ذكر الاسم في هذه الاستمارة ، علماً أن بيانات هذه الاستمارة لن تستخدم إلا في أغراض البحث العلمي. سيستغرق إكمال هذا الاستبيان حوالي 12-10 دقائق ،هل توافق على المشاركة في هذا الاستبيان؟ ☐ نعم ☐ لا23]]

1.المعلومات الديموغرافية:		
.1.1	الجنس	☐ انثى ☐ذكر ☐لا أفضل التصريح
.1.2	العمر	☐25-18 ☐34-26 ☐45-35 ☐59-46 ☐60-80
.1.3	المؤهل العلمي	|_| معهد|_| هندسي |_|بكالوريس|_| ماجستير |_| دكتوراه
.1.4	ما هي مهنتك؟	مهندس معماري|_|مهندس مدني|_|باحث|_|مستشار استدامة |_|مهندس ميكانيك|_|مهندس كهرباء |_|غيرذلك
.1.5	سنوات الخبرة في مجال التصميم المستدام	|_| سنة |_| 2-4 سنوات |_| 5-7 سنوات |_|أكثر من 7 سنوات

محاور الاستبيان: يرجى اختيار الدرجة حسب الأهمية حيث(5 مهم جدا- 4 مهم - 3 حيادي- 2 غير مهم- 1 غير مهم ابدا)		
السؤال		الدرجة
.2.1	استخدام مواد بناء محلية و مستدامة و الأكثر ملائمة و المتوافقة مع البيئة و صديقة لإعادة التدوير و الاستخدام	
.2.2	تكامل المبنى مع البيئة الطبيعية و طبيعتها الجغرافية و مناخها	
.2.3	التشكيل المعماري المستدام و يحقق أقصى استفادة من الموارد الطبيعية	
.2.4	توفير الحدائق و المساحات الخضراء و المساحات المفتوحة و المسطحات المائية لترطيب الجو و التخفيف من الجزر الحرارية الحضرية تعزيز التنوع البيولوجي	
.2.5	مراعاة تصميم الغلاف الخارجي و موادها	
.2.6	إعادة استخدام و تدوير مواد البناء مثل مخلفات البناء و الهدم الهامدة	
.2.7	استخدام الألوان المناسبة للوجهات لتخفيف الكسب الحراري أو زيادته حسب سياق المنطقة الجغرافية	

.2.8	مراعاة استخدم الكاسرات الشمسية في الواجهات المعمارية	
.2.9	مراعاة نفاذية الإضاءة لضمان مستوى جيد من الرؤية للخارج	
.2.10	مراعاة تصميم و مساحات النوافذ لتجنب الوهج الجديد و المكاسب الشمسية و تصميم و اعتماد مساحات النوافذ الخارجية المثالية و مراعاة الاتجاهات الجغرافية بتصميم النوافذ بكل الغرف.	
المحور الثاني يرجى اختيار الدرجة حسب الأهمية حيث(5 مهم جدا- 4 مهم - 3 حيادي- 2 غير مهم- 1 غير مهم ابدا) 3. الممارسات المستدامة على مستوى الطاقة المستدامة و تخفيف البصمة الكربونية:		
.3.1	استخدام الطاقات المتجددة المناسبة لكل سياق و استثمارها بأعلى انتاجيتاها(مثال: ضمن نظام الطاقة الشمسية وجود أنظمة التتبع للشمس و ذلك للاستفادة العظمى من الطاقة)	
.3.2	تحسين كفاءة الطاقة في المباني	
.3.3	استخدام الأجهزة الذكية و الأجهزة ذات كفاءة عالية في الاستهلاك	
.3.4	تصميم المبنى المناخي (التوجه الأمثل و تموضع المبنى- تظليل طبيعي -تصميم الغلاف الخارجي - التهوية الطبيعية)	
.3.5	تأمين العزل الحراري و المائي المناسب للمبنى و تركيب نوافذ مصممة لتوفير الطاقة	
.3.6	استخدام نظم تكييف هواء و تدفئة فعالة	
4.الممارسات المستدامة على مستوى إدارة النفايات و حفظ المياه يرجى اختيار الدرجة حسب الأهمية حيث(5 مهم جدا- 4 مهم - 3 حيادي- 2 غير مهم- 1 غير مهم ابدا)		
.4.1	تركيب أنظمة جمع مياه الأمطار	
.4.2	إعادة تدوير المياه الرمادية و تنقيتها ضمن محطات معالجة	
.4.3	تركيب أنظمة مياه ذات كفاءة استخدام عالية و استخدام الموارد بكفاءة	
.4.4	تطبيق فرز النفايات وأنظمة إعادة التدوير و إعادة الاستعمال و استراتيجيات الحد من النفايات	
.4.5	استخدام تقنيات لإنتاج الطاقة من النفايات	
5. الممارسات المستدامة على مستوى جودة بيئة الهواء الداخلي يرجى اختيار الدرجة حسب الأهمية حيث(5 مهم جدا- 4 مهم - 3 حيادي- 2 غير مهم- 1 غير مهم ابدا)		
.5.1	تحسين جودة الهواء من خلال تخفيف ثاني أوكسيد الكربون	
5.2.	تحسين الراحة الصوتية من خلال تقنيات العزل وتأمين الراحة الضوئية	
.5.3	تحسين الراحة الحرارية لمستخدمي البناء من خلال وجود أنظمة تحكم درجات الحرارة الداخلية	
.5.4	استخدام واعتماد ضوء النهار و الأشعة الشمسية الطبيعية بشكل كبير للمساحات الداخلية	

.5.5	استخدام أنظمة التهوية المتقدمة مع الترشيح ووحدات معالجة الهواء	
.5.6	التحكم بالرطوبة النسبية و سرعة الهواء و درجة الحرارة ضمن المبنى	
.5.7	التخفيف من مصادر الضوضاء من خلال الزراعة الداخلية و الخارجية المحيطة بالمبنى بمحيط المبنى	
.5.8	ضمان الصيانة الدورية لضمان الداء السليم لمعدات التدفئة و التهوية والتكييف	
.5.9	استخدام مواد بناء ممتصة للضوضاء و تخفيف التلوث الضوضائي الداخلي	
.5.10	توفير أثاث مريح للمستخدمين	
.5.11	استخدام أجهزة كهربائية ذات الاهتزاز الخفيف	
5.12	تأمين الخصوصية اللازمة لمستخدمي المبنى	
.5.13	ما هي الممارسات التي تعتقد أنها الأكثر فعالية لتحسين جودة الهواء داخل المباني؟	
.5.13.1	استخدام النباتات المنقية للهواء أو الجدران الخضراء	
5.13.2.	أنظمة التهوية المتقدمة مع الترشيح	
5.13.3.	تقليل المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) في المواد	
5.13.4.	التهوية الطبيعية وتصميم تدفق الهواء	
5.13.5	أنظمة مراقبة جودة الهواء الداخلية	
.5.14	ما مدى أهمية استخدام المواد ذات الانبعاثات المنخفضة (مثل الدهانات والمواد اللاصقة والأثاث) في تقليل تلوث الهواء الداخلي؟	
.5.16	ما هو المصدر الأكثر تأثيرًا برأيك في تدهور جودة الهواء داخل المباني؟	
5.16.1.	أنظمة تهوية غير فعالة	
5.16.2	استخدام مواد بناء غير مستدامة	
5.16.3.	التلوث الخارجي الذي يدخل المبنى	
5.16.4	نقص المساحات الخضراء أو أنظمة التنقية	
5.17.	ما هي التحديات الرئيسية التي تعيق تطبيق تحسين جودة الهواء في المباني؟	
5.17.1.	التكاليف العالية	
5.17.2	قلة الوعي أو المعرفة	
5.17.3	نقص الحلول المتاحة	
5.17.4	غياب المتطلبات التنظيمية	

.6.ممارسة الاستدامة خصوصاً على الواجهات المعمارية و استخدام الواجهات الطحلبية		
.6.1	ما مدى معرفتك بواجهات الطحالب كميزة مستدامة في تصميم واجهات المباني؟	_|على دراية كبيرة_|على دراية متوسطة_|لست على دراية
.6.2	هل سبق لك أن تعاملت أو نفذت مبنى يحتوي على واجهة طحلبية؟	_|نعم_|لا_|غير متأكد
.6.3	برأيك ما هو الغرض الرئيسي من نظام واجهة الطحالب؟	_|توليد الطاقة_|امتصاص الكربون_|تحسين الجماليات_|غير ذلك
.6.4	ما هي الفوائد الأكثر أهمية التي تعتقد أن الواجهات الطحلبية توفرها للاستدامة؟	_|التقاط وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون_|توليد الطاقة (مثل إنتاج الوقود الحيوي)_| تحسين العزل الحراري و الراحة الحرارية_|تحسين جودة الهواء_|الجاذبية الجمالية_|غير ذلك
.6.5	ما مدى فعالية الواجهات الطحلبية مقارنة بالتقنيات التقليدية للبناء المستدام (مثل الجدران الخضراء أو الألواح الشمسية)؟	_|أكثر فعالية_|بنفس الفعالية_|أقل فعالية _|غير متأكد
.6.6	ما هي أهداف الاستدامة التي تعتقد أن الواجهات الطحلبية تساهم فيها بشكل أكبر؟	كفاءة استخدام الطاقة وإنتاج الطاقة المتجددة_|تقليل انبعاثات الكربون_|تحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية_|الاقتصاد الدائري وإدارة الموارد_|أخرى (يرجى التحديد)
6.7	ما هي الميزات التي تراها أكثر فائدة في BIM لتصميم أنظمة تعتمد على الطحالب؟	الدرجة
.6.7.1	محاكاة أداء الطاقة	
.6.7.2	تحليل التكلفة على مدى دورة الحياة	
.6.7.3	تحليل البصمة الكربونية	
.6.7.4	تحسين المواد	
.6.8	ما هي المخاوف، إن وجدت، التي لديك حول تطبيق الواجهات الطحلبية؟	
.6.8.1	التكاليف العالية للتثبيت والصيانة	
.6.8.2	نقص بيانات الأداء أو الاختبارات الكافية	
.6.8.3	توافقها الجمالي مع تصاميم المباني الأخرى	

6.8.4.	متطلبات المساحة أو البنية الهيكلية	
.6.9	ما هي العوائق التي قد تمنع تبني واجهات الطحالب في العمارة؟	
6.9.1.	تكلفة التنفيذ	
6.9.2.	تحديات الصيانة	
6.9.3.	نقص الوعي أو الخبرة	
.6.10	ما هي التحديات التي تتوقعها في دمج واجهات الطحالب في سير عمل BIM؟	
6.10.1	نقص قدرات البرامج	
6.10.2	نقص البيانات حول أنظمة الطحالب	
6.10.3	التعقيد العالي في النمذجة	
.6.11	هل تعتقد أن تقنية الواجهات الطحلبية ناضجة بما يكفي لاعتمادها على نطاق واسع؟	_|نعم_|لا_|غير متأكد

6- المراجع:

1-المراجع العربية:

1. غالية الحموي -تكامل معايير الاستدامة من أجل التعافي الأخضر-وزارة التعليم العالي الجامعة الافتراضية السورية 2023
2. ميشيل عماد سعدا-فعالية تطبيق البيم في زيادة دقة تقدير كميات لمشاريع إعادة تأهيل المرافق العامة في سورية بعد الحرب "دراسة حالة في دائرة العلاقات المسكونية و التنمية في دمشق 2023

2- المراجع الأجنبية:

3. **Le Ho Hieu, Nguyen Thi Thanh Thao, & Nguyen Thi Thanh Mai.** (2024). Algae Windows: A Novel Approach Towards Sustainable Building Design and Energy Conservation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(1), 1–10.
4. **Kim, K., Patel, S., Rezazadeh, H., Salahshoor, Z., Ahmadi, F., Nasrollahi, F., & Kim, H.** (2019). Algae Window for Reducing Energy Consumption of Building Structures in the Mediterranean City of Tel-Aviv, Israel. *Energy and Buildings*, 189, 87–98.
5. **Talaei, M., Mahdavinejad, M. J., & Azari, R.** (2020). Thermal and Energy Performance of Algae Bioreactive Façades: A Review. *Journal of Building Engineering*, 32, 101741.
6. **Z. Wang, Y. Zhang, and L. Zhang.** (2016). Energy-Generating Glazing Smart Building 10.2 Bioadaptive Glazing. Scientific Reports, *Volume 6, Article* 31831
7. **Öncel, Ş., Kose, A., & Öncel, D.** (2016). Façade Integrated Photobioreactors for Building Energy Efficiency. *Proceedings of the 2016 International Conference on Energy and Sustainability*, **1–8.**
8. **Snijders, A., & Bilow, M**. (2013). *Algae Architecture*. Delft University of Technology.
9. **Ali, M. S. M., Al-Mamun, M. A., Chowdhury, M. A. H., & Bhuiya, M. A. H.** (2021). The Perspective of Large-Scale Production of Algae Biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110481.
10. **Azzolini, A.** (2018). Microalgae: A Greener Future for Our Built Environment. *Sustainable Cities and Society*, 39, 234–248.
11. **M. S. M. Ali, M. A. Al-Mamun, M. A. H. Chowdhury, and M. A. H. Bhuiya**. (2021) Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 137, Article 110481**.**
12. **Elrayies, G. M.** (2017). Microalgae: Prospects for Greener Future Buildings. *Journal of Green Building*, 12(1), 17–30.
13. **Sara J. Wilkinson, Peter Ralph, Rowan Braham, and Paul Edwards** (2016). Exploring the Feasibility of Algae Building Technology in NSW. *Journal of Environmental Management*, 185, 101–113.
14. **M. A. H. Bhuiya, M. A. H. Chowdhury, M. S. M. Ali, and M. A. Al-Mamun** (2017). Framework for Evaluating and Optimizing Algae Façades Using Sensing the Feasibility of Using the Heat Demand-Outdoor. *Building and Environment*, 123, 324–338.
15. **NOVIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES.** (2017). ALGAE ENERGY Final Report. *NOVIA University of Applied Sciences*.
16. **Wurm, J., & Pauli, M.** (2016). SolarLeaf: The World's First Bioreactive Façade. *Architectural Research Quarterly*, Volume 20, Issue 1, pages 73–79.

17. **Assunção, M., & Malcata, J. M. S.** (2020). Enclosed "Non-Conventional" Photobioreactors for Microalga Production. Biotechnology Advances, 38, 107536.
18. **Biloria, N., & Thakkar, Y.** (2019). Integrating Algae Building Technology in the Built Environment: A Cost and Benefit Perspective. *Energy and Buildings*, 202, 109377.
19. **Khan, S., Siddique, R., Sajjad, W., Nabi, G., Hayat, K. M., Duan, P., & Yao, L.** (2018). Biodiesel Production from Algae to Overcome the Energy Crisis. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(4), 163–170.
20. **S. S. S. R. Anjaneyulu, M. S. R. Anjaneyulu, and M. S. S. R. Anjaneyulu** (2019). Biodesalination of Brackish and Seawater Using Halophytic Algae. *Desalination*, 452, 16–26.
21. **M. S. S. R. Anjaneyulu, M. S. R. Anjaneyulu, and M. S. S. R. Anjaneyulu** (2020). Biofuel from Microalgae: Sustainable Pathways. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 99, 120–130.
22. **Emin Selahattin Umdu** (2018). Optimization of Microalgae Panel Bioreactor Thermal Transmission Property for Building Façade Applications. *Energy and Buildings*, 178, 179–190.
23. **Researcher work**
24. **Indoor Quality**
25. **Florina Dutta,b, Steven Jige Quana,b, Erik Woodwortha , Daniel Castro-Lacouturea , Ben J. Stuartc , Perry Pei-Ju Yanga,** (2017)Modeling algae powered neighborhood through GIS and BIM integration.Science Energy procedia 3830

نهاية البحث