استراتيجيات تحقيق الاستدامة في التصميم المعماري للمدارس المتوسطة والثانوية (حالة دراسية من المناطق الحدودية بمنطقة جازان)

ورقة بحثية مقدمة لندوة البحث العلمي في العمارة والتخطيط: بحوث نوعية في ظل الرؤية الوطنية ٢٠٣٠

كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود: الرياض

إعداد

ليلى حسين الشماخي

طالبة ماجستير، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

442203328@student.ksu.edu.sa

د. حاتم الشافعي

أستاذ العمارة المشارك، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

elshafie@ksu.edu.sa

المقدمة

تهدف الاستدامة إلى تمكين جميع الناس بجميع أنحاء العالم لتلبية احتياجاتهم الأساسية والتمتع بحياة أفضل دون المساومة على قدرة الأجيال القادمة في تلبية احتياجاتهم، فهي مفهوم تنموي شامل لخدمة الأجيال الحالية دون المساس بحياة الأجيال القادمة أن تطبيقات المباني التقليدية غالباً ما تتجاهل العلاقات المتبادلة بين المبنى ومحيطه وساكنيه، فإن تطبيقات البناء المستدام تقدم فرصة للوصول لمباني ذات كفاءة بيئية وفعالة في استخدام الموارد من خلال نهج متكامل في التصميم، فالمباني المستدامة تعمل على تعزيز الحفاظ على الموارد بما في ذلك كفاءة الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة والحفاظ على المياه، إلى جانب الوصول لبيئة صحية ومريحة، وتخفيض تكاليف التشغيل والصيانة، والاهتمام بعدة قضايا مثل الحفاظ التاريخي وأنظمة البنية التحتية للمجتمع. لذا كان من المهم التركيز على تطبيق مفاهيم الاستدامة في المباني المعمارية، ولأن المدارس واحدة من أهم وأكبر المشروعات المعمارية، فكانت الأهمية في تحقيق الاستدامة لعناصرها لزيادة كفاءتها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، ومن خلال المدارس المستدامة يمكن بناء تنمية مستدامة في الخبرة التعليمية ولكي تكون المدرسة في عداد المدارس المستدامة عليها تطبيق استراتيجيات التصميم المستدام ومفاهيم العمارة الخضراء للحد من التأثيرات البيئية.

المشكلة البحثية

المشكلة البحثية تكمن في غياب تطبيق مفاهيم وتطبيقات الاستدامة في تصميم مباني المدارس الحدودية بمدينة جازان، وعدم تطبيقها ما يؤثر سلباً على كفاءتها من الناحية البيئية والاقتصادية والاجتماعية وان مباني المدارس القائمة حاليا لا تتوافق مع معايير الجودة المعمارية ولم يراع في العملية التصميمة للمدارس تحقيق الإضاءة الطبيعية والتهوية للفصول الدراسية.

أهداف البحث

تأتي هذه الدراسة البحثية كنتيجة للحاجة الملحة لتحقيق بيئة تعليمية وصحية أفضل والوصول لمدارس تحقق مفاهيم الاستدامة في منطقة جازان، حيث أصبحت الاستدامة مطلبا ضروريا للوصول إلى مستقبل مستدام، فكان الهدف الرئيسي من هذا البحث هو دراسة استراتيجيات تحقيق الاستدامة في مستويات التصميم المعماري للمدارس.

أهمية البحث

تكمن أهمية الدراسة في كونها تتناول فكرة الاستدامة التي أصبحت هاجس جميع الدول من أجل المحافظة على بقائها، حيث إن الدراسة ستخرج بعدة توصيات وآليات من شأنها التمهيد لتحقيق التنمية المستدامة على مستوى المدارس ويمكن حصر أهمية الدراسة بتعويض النقص في الدراسات المتخصصة التي تتناول تطبيقات مفاهيم الاستدامة في المدارس الحدودية ونخص بالذكر المناطق الحدودية بجازان، مما يستدعى المحاولة الجادة لإرساء استراتيجيات لتحقيق الاستدامة في التصميم المعماري للمدارس لما سيكون له من الأثر الكبير نحو تحقيق عمارة صديقة للبيئة.

Methodology منهجية البحث

سيتم في هذا البحث خطوات منهجية إجرائية معتمدة على المنهج الاستقرائي في الجزء النظري والتحليلي في الجزء التطبيقي وتنقسم لمحورين كالاتي:

الإطار النظري: عن طريق عمل دراسة مرجعية تعتمد على المعلومات العلمية الموثقة من الكتب والمجلات العلمية ومواقع الأنترنت وجمع معلومات وصولا الى المعايير العلمية لاستراتيجيات التصميم المستدام للمدارس والعوامل المؤثرة على تصميم الحيز المعماري المدرسي وتحديد النقاط الإيجابية والسلبية ً وتحليلها.

الإطار التطبيقي: يعتمد على تحليل مدرسة عالمية طبقت فيها استراتيجيات الاستدامة وفقا ذلك يتم دارسة نموذج لمدرسة محلية من حيث جمع الرسومات للمدرسة المحلية تشمل المساقط الأفقية والأفنية وصور توضح الوضع الحالي للمدرسة لتقيم وضع المدرسة ثم تطبيق عليها استراتيجيات الاستدامة قدر الإمكان والتي بدورها تقود الى النتائج والخلاصة للتعرف عليها أو التوصية بشأنها

تقييم البرنامج عن طريق استبيان استبانة لتقييم برنامج التطوير (استراتيجيات الاستدامة المختارة للمدرسة) استبانة لتتحقق من الدراسة بعد التطوير ومدى تحقيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية

المبنى المدرسي المستدام Sustainable school building

مصطلح عام يصف تقنيات التصميم الواعي بيئا في مجال الهندسة المعمارية وهي عملية تصميم المبنى المدرسي بأسلوب يحترم البيئة مع الأخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد وتقليل تأثيراتها السلبية على البيئة وانسجامها مع الطبيعة

الاعتبارات التصميمية للمدارس المستدامة

تعتبر المدارس والأبنية التعليمية من أهم المنشئات في عالم التصميم المعماري لذلك يعتبر أسس تصميم المدارس من المواد المهمة التي يجب على المهندس المعماري معرفة كل تفاصيلها لما فيها أهمية من ناحية أنشاء المدارس وأسس تصميمها .

الاعتبارات التصميمية للمدارس المستدامة	
اختيار الموقع	استخدام أنظمة تدفئة وتكييف وتهوية عالية الأداء والكفاءة
الاختيار المسبق للتصميم	توفير الراحة الصوتية
توفير الراحة على مستوى الإضاءة	استخدم إضاءة كهربائية عالية الأداء
توفير أكبر قدر ممكن من ضوء النهار	تحليل تكاليف دورة حياة المبنى
استخدام أدوات تحليل استهلاك الطاقة	الاعتماد على الطاقة المتجددة
استخدام هيكل بناء موفر للطاقة	جودة هواء الداخلية
استخدام المواد والمنتجات المفضلة بيئيا	تحقيق الراحة الحرارية
تخطيط موقع مستجيب بيئياً	معايير امن وسلامة عالية

البرنامج المتبع لاستراتيجيات التصميم Sustainable school building

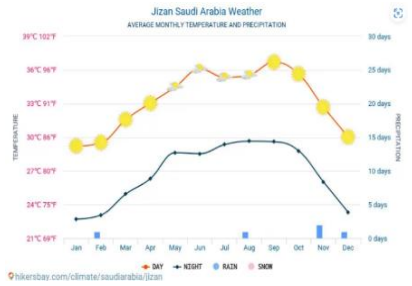
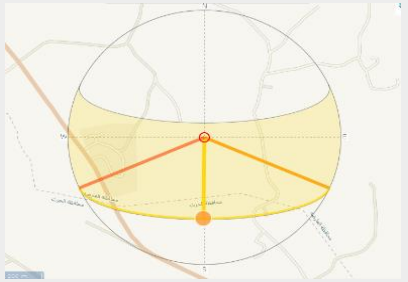
بناء على دراسة تحليله لاحد نماذج المدارس العالمية المطبقة لاستراتيجيات الاستدامة استنتج برنامج استراتيجيات مستدامة لتطبيقها للمدرسة للحالة الدراسية القادمة

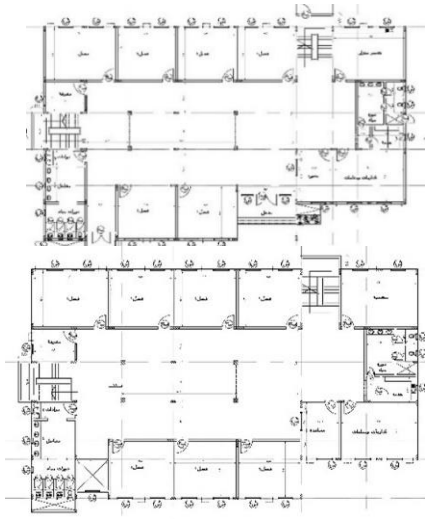
الاستراتيجية	الاجراء المتبع
استراتيجية الرياح والتهوية	- تعدد طبقات الزجاج في المبنى لاستثمارها في زيادة كفاءة التهوية - توجيه الضلع الأكبر للمبنى نحو الإضاءة الجيدة مع محدودية الحرارة المكتسبة - زيادة عمق الفتحات الخارجية للمبنى لتعمل كمصدات للرياح - استخدام فتحات تهوية بالسقف - استخدام الأفنية الداخلية المثقبة بالزجاج للإضاءة - استخدام كاسرات الشمس لمنع وصول أشعة الشمس إلى داخل الفراغات.
استراتيجية الراحة الحرارية	- توجيه المبنى للاستفادة من الرياح السائدة والإضاءة الطبيعية وتقليل الأحمال الحرارية - استخدام نظم التبريد والتهوية (نظم فردية، مع وضع مجسات للحفاظ عل ى الراحة الحرارية داخل الفراغات - استخدام ما يعرف بالأسطح والجدران الخضراء
استراتيجية الإضاءة	- استخدام مصادر إضاءة عالية الكفاءة في كافة الفصول. - استخدام حساسات استشعار لأغلاق الإضاءة والتكييف معا.
استراتيجية الراحة الصوتية	- استخدام العوازل للحد من الضوضاء الخارجية - زيادة سماكة الحوائط للحد من الضوضاء - استخدام أعمال اللانسكيب المحيطة بالمبني في عمل عزل صوتي جيد لما داخل المدرسة أما للفراغات فيتم استخدام بعض مواد العزل الطبيعية مثل الأخشاب والمطاط، واستخدم أسقف عازلة للصوت والاهتمام بزراعة الحوائط الخارجية مما يعمل كعزل طبيعي للصوت
استراتيجية الطاقة الشمسية	- وضع خلايا شمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية للمبنى - تسخين المياه عن طريق السخانات الشمسية
استراتيجية إدارة المياه وإعادة تدويرها	- استخدام تقنيات للحفاظ على المياه وتوفيرها للتحكم في المياه العذبة - استخدام نظام إعادة تدوير المياه المستخدمة في المدرسة في ري المسطحات الخضراء بعد معالجتها
استراتيجية النباتات والمسطحات المائية	- استخدام الأشجار داخل وخارج المبنى لتلطيف المناخ. - استخدام العناصر المائية تلطف من درجة الحرارة. - زراعة أسطح المدرسة للاستفادة من مياه الأمطار لإعادة ما لجتها واستخدامها بالمياه الرمادية وري المسطحات الخضراء
مواد البناء	- استخدام مواد بناء تمتص الحرارة نهارا وتفقدها ليال دون السماح لها باختراق الجدار. - استخدام مواد بناء معاد تدويرها قليلة التأثير السلبي على البيئة. - رصف وتبليط الفضاءات الخارجية ببلاط فاتح اللون من حجارة المنطقة تتناسب مع المناخ القاسي. - استخدام تشطيبات شديدة التحمل وغير سمية وذا كفاءة عالية.

دراسة نموذج المدرسة المحلي

Sustainable school building

تحليل لنموج موحد لمبنى (مدرسة المتوسط بالعارضة) قائم على الطبيعة بالوضع الراهن تقع المدرسة في منطقة العارضة بمدينة جازان

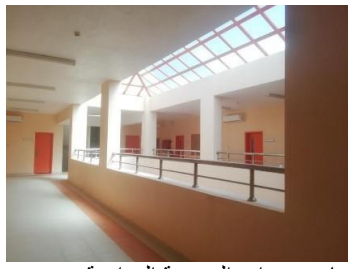
الاستراتيجية	التحليل
مناخ المنطقة	 شكل رقم (٧) يوضح مسار الشمس ودرجات الحرارة للموقع المدرسي طوال العام
الموقع	تم توجيه المبنى المدرسي باتجاه الشمال الغربي دون الأخذ بالاعتبار توجيه المبنى المثالي ودراسة موقعه بشكل جيد، وإن وجدت بعض المدارس فيها بعض زوايا التوجيه تكون بسبب ظروف الموقع  شكل رقم (٧) يوضح صورة جوية توضح الموقع العام للمدرسة المصدر موقع قوقل ارث

الاستراتيجية	التحليل
المسقط الافقي للمبنى	تم البناء وفق النموذج الموحد ذو الفناء الداخلي  شكل رقم (١٠) مسقط الدور الارضي الأول للمدرسة المصدر إدارة المشاريع بتعليم جازان

دراسة نموذج المدرسة المحلي

Sustainable school building

تحليل لنموج موحد لمبنى (مدرسة المتوسط بالعارضة) قائم على الطبيعة بالوضع الراهن تقع المدرسة في منطقة العارضة بمدينة جازان

الاستراتيجية	التحليل
الاضاءة	في الفصول الدراسية والغرف الإدارية للمبنى التعليمي يتم الاعتماد على الإضاءة الصناعية فيها بصورة كبيرة وذلك بسبب تغطية النوافذ من قبل شاغلي المبنى من الداخل بسبب كونها مصدر ضوء عالي الإبهار ومصدر حرارة أيضا. شكل رقم (٧) يوضح الفصول الدراسية وبالنسبة للفناء الداخلي بالرغم من أنه يعتبر حل جيد ومناسب لدخول الإضاءة الطبيعية بكافة أنحاء المبنى بصورة مناسبة إلا أن الإضاءة غير كافية لتصل الى كافة الممرات، ويتم الاعتماد على الإضاءة الصناعية  شكل رقم (٧) يوضح الإضاءة بممرات المدرسة الدراسية

الاستراتيجية	التحليل
الغلاف الخارجي للمبنى	الحوائط الخارجية للمبنى تم بناء الحوائط ببلوك إسمنتي سمك يتراوح ما بين(٣٠- ٢٠ سم)، ويتم عمل طبقة عازلة من الصوف الصخري سمك (٥) سم بين الحوائط الخارجية للمبنى وبالنسبة للنوافذ فإنه يتم تركيب شبابيك الأمونيوم ذات زجاج مثلج ٦-١٢-٦ (مم) حاجب للرؤية، وغير عازل الحرارة الشمس بشكل جيد.

Sustainable school building

دراسة نموذج المدرسة المحلي

تحليل لنموج موحد لمبنى (مدرسة المتوسط بالعارضة) قائم على الطبيعة بالوضع الراهن تقع المدرسة في منطقة العارضة بمدينة جازان

الاستراتيجية	التحليل
التبريد والتهوية	يتم الاعتماد على وحدات التكييف المنفصلة، وتم أيضاً وضع وحدات التكييف المنفصلة بكثرة في الفناء الداخلي للمبنى مما يؤدي ذلك الى زيادة الاستهلاك في الطاقة شكل رقم (٧) وحدات التكييف في الفناء وبالنسبة للتهوية الطبيعية بالمبنى تكاد تكود معدومة بالمبنى، ويتم العمل على سحب الهواء من خلال مراوح الشفط المتواجدة في دورات المياه والمختبرات والمعامل شكل رقم (٧) يوضح التهوية في الفناء الداخلي للمدرسة

الاستراتيجية	التحليل
الفصول الدراسية	- الفصول غير مزودة بعازل صوت - إضاءة الغرفة الفصلية لا تمكن من الروية الجيدة - جدران الغرفة الفصلية لا تمتص الضوء دون انعكاسات - أبواب الغرفة الفصلية لا تفتح في الاتجاهين شكل رقم (٧) يوضح الفصول الدراسية للمدرسة

دراسة نموذج المدرسة المحلي

Sustainable school building

تحليل لنموج موحد لمبنى (مدرسة المتوسط بالعارضة) قائم على الطبيعة بالوضع الراهن تقع المدرسة في منطقة العارضة بمدينة جازان

الاستراتيجية	التحليل
الواجهات	الواجهة الجنوبية : الواجهة الجنوبية للمبنى لم يتم عمل كاسرات لها وتعتبر مصدر ضوء عالي الإبهار ومصدر حرارة من خلال النوافذ شكل رقم (٧) الواجهة الجنوبية في المدرسة الواجهة الشرقية والغربية : الواجهة الشرقية والغربية للمبنى لم يتم عمل كاسرات لها وتعتبر مصدر ضوء عالي الإبهار ومصدر حرارة من خلال النوافذ شكل رقم (٧) يوضح الواجهة الشرقية والغربية في المدرسة

الاستراتيجية	التحليل
المسطحات الخضراء والأشجار والمسطحات المائية	المدرسة ليس بها أي أشجار المسطحات مائية وعدم استغلال الفناء الخارجي للمدرسة بالتشجير والمسطحات الخضراء شكل رقم (٧) يوضح الفصول الدراسية للمدرسة

نتائج تحليل الحالة الدراسية
Results

أوضحت نتائج التحليل أن المبنى المدرسي لم يحقق استراتيجيات الاستدامة وبعد دراسة الباحثة للحالة الدراسية وهي عينة لكافة للمدارس اتضح الاتي عدم وجود دراسة مسبقة لمستقبل المدارس و يرى الباحث أن التصميم المعماري للحالة الدراسية لا يحقق الاستدامة المعمارية للمدارس ، حيث أن حوائط المباني لا تكفي لعزل المناخ الخارجي من حرارة وبرودة وضوضاء عن الفراغات الداخلية، بالإضافة لعدم كفاية الإضاءة الطبيعية للفصول حيث تغطي النوافذ الصفوف الأولى والأخيرة فقط كما وأنه لا يوجد نظام لتسخين المياه المغذية للحمامات والمطبخ ولا يوجد نظام توفير وحفظ الطاقة للمبنى ولا يوجد نظام لري المزروعات وأنظمة الحركة الخارجية في محيط المدارس توجد في مستوى متردد ما بين تحقيق الاستدامة وعدم تحقيقها لوجود مناطق خضراء بالفناء الخارجي للمدرسة وهي منطقة صغيرة جدا دون إحاطة المبنى بسور من الأشجار بالإضافة الى وجود مظلات بالجهة الشرقية فقط وغير كافية لتغطية الحاجة المطلوبة وتحتاج المدرسة لتحسين أرصفة المشاة والاهتمام بها ويرى الباحث أن المواد المستخدمة في تبليط مسارات الحركة داخل المدرسة مواد غير صديقة للبيئة

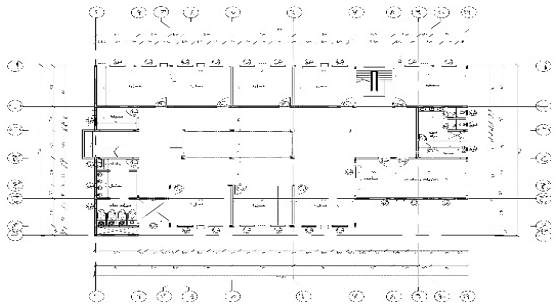
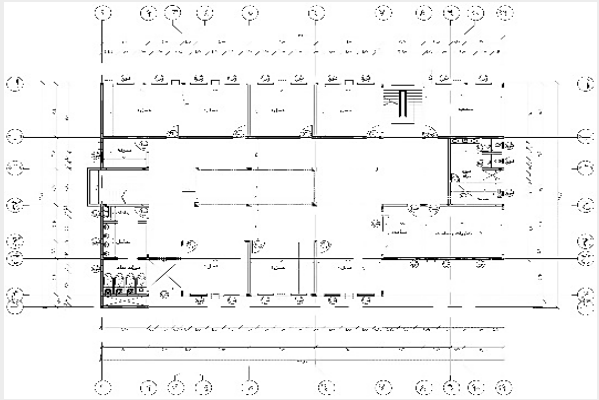
تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية		وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
الظروف المحيطة	مراعاة تأثير البيئة المحيطة على شكل وكتلة المبنى	- يقع بمحيط المدرسة ساحة كبيرة من المزارع - المبنى والموقع المحيط يخدم الأمان والانضباط، كما انه يعطى انطباع لدى السكان المحيطين به بما في داخل المبنى من حياة تعليمية وعملية	
	علاقة المدرسة بالبيئة المحيطة	تفاعل المدرسة مع الموقع والبيئة المحيطة	
ارض المدرسة	الفراغات المتواجدة في الساحات الخارجي	أنشاء فرغات دراسية خارجية لهذه المدرسة المستدامة (المسطحات الخضراء، مسطحات المياه، المسارات الهوائية) تظهر مدى قوة أعمال اللانسكيب	

تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية		وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
التنظيم	مسارات الحركة الداخلية	أنشاء بهو بالفناء الداخلي للجلوس والقراءة والعمل يمكن الوصول أليه بسهولة من جميع المسارات داخل المسقط	
	وضوح وظائف الفراغات	العمل على اتسام المسقط الأفقي بوضوح الفراغات من حيث الوظيفة والمساحة وكيفية الوصول وقلة التشعب الفراغي والوظيفي داخله ، ووجود ملصقات بالمدرسة توضح أماكن ووظائف الفراغات	

تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية		وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
الظروف المحيطة	طبيعي	الاعتماد على التهوية الطبيعية بجميع الفراغات الدراسية كأحد الأهداف الأساسية للمشروع عن طريق النوافذ والأبواب بالإضافة الي وجود نظام أتوماتيكي للتحكم في جودة الهوا الداخلي وتنقيته من ثاني أكسيد الكربون مما يوفر الطاقة المستخدمة للتكيف والتهوية	جناح المكاتب: يستخدم حائط مزدوج في جهة الجنوب ملقف ليستقبل الهواء الطبيعي من اتجاه الرياح المحببة وهي الشمال والشمال الغربي -الفراغات المعملية: تستقبل الهواء الطبيعي من خلال استخدام النوافذ في الجهة الجنوبية مع التخلص من الهواء الملوث بأجهزة تنقية خاصة، كما تستخدم في أوقات محددة نظم التبريد المعلق مع وجود مجسات للتحكم في درجات الحرارة المناسبة لكل فراغ بالنظر لعدد شاغليه ووظيفة هذا الفراغ
شكل المبنى للنماذج المستقبلية	توجيه المدرسة المناخي والشمسي	لابد للنماذج المستقبلية من توجيه الفراغات التعليمية نحو التوجيه الأفضل للموقع للاستفادة من الإضاءة والتهوية الطبيعية وتقليل الأحمال الحرارية	
	نظم الأنشاء المستخدمة ومواد البناء	لابد من النماذج المستقبلية أن يكون النظام الإنشائي للمدرسة يقوم على نظام سبق التجهيز مع استخدام مواد ذات تأثير بيئي إيجابي في البناء مثل الأرضيات المطاط المرن وغيرها	

تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية		وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
مواد البناء	مواد ذات تأثير بيئي معتدل (مواد صديقة للبيئة)	-لابد من النماذج المستقبلية أن تستخدم مواد بناء عديمة التأثير السلبي للبيئة مثل مسطحات القش المضغوط، والزجاج والخرسانة المطبوعة وأرضيات المطاط المرن -استخدام مواد عزل قوى بالحوائط والخشب واستخدام مسطحات ووحدات من القش المضغوط في السقف	
	كفاءة هذه المواد مع مرور الزمن وكيفية صيانتها	كفاءتها عالية مع مرور الزمن وال تحتاج الى صيانة دورية ألا عند حدوث خلل ما	
البيئة الحرارية	التحكم في نفاذ الإضاءة الطبيعية الى الفراغات	مصمم على أساس أن يستخدم الكم الأكبر من الإضاءة الطبيعية، ولكن مع محدودية الحرارة المكتسبة للحفاظ على الراحة الحرارية داخل المبنى باستخدام النوافذ الخارجية توجيه المبنى الى الشمال للاستفادة بأكبر قدر من الإضاءة	
	الإضاءة الصناعية	استخدام مجسات للإحساس بشغالي الفراغات الدراسية لتوفير الطاقة، ويتم تشغيل هذه الإضاءة عند أشغال الفراغات -الاعتماد على المجسات لا لحساس بشاغلي الفراغ لتوفير الطاقة وإطفاء الإضاءة والأجهزة أتوماتيكي عند عدم تواجد أحد شاغلي الفراغ بأحد الفراغات	

تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية		وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
كفاءة وفاعلية الطاقة	مصادر الطاقة المتجددة	-الاعتماد على خلايا تخرين الطاقة الشمسية وتحويلها الي طاقة كهربية تستخدم داخل المدرسة ويتم وضع هذه المسطحات على أسطح وجدران مباني المدرسة لامتصاص أكبر قدر من أشعة الشمس الساقطة -استخدام الطاقة الشمسية في التسخين الشمسي للمياه المغذية لدورات المياه والمطابخ	
	التقنيات الخاصة بأنظمة الحفاظ على الطاقة ونمط المجتمع وتأثيره	- الاعتماد على تكنلوجيا الخلايا في الإضاءة والاعتماد على تكنولوجيا السخانات الشمسية في التسخين والتدفئة - تعمل المدرسة على تخفيض استهلاك الكهرباء عن طريق: المبنى مصمم لمواجهة الشمس جنوبا والتي تسمح بدخول كلا من الاستراتيجيات (النشطة والسالبة) يوميا عن طريق ضوء الشمس، معظم الفراغات الداخلية بالمدرسة تتم أنارتها بضوء النهار مع وجود مجسات تتحكم في شدة الإضاءة وأنظمة تظليل بالواجهات	
انظمة تقليل الإشعاع الشمسي غير المطلوب (وسائل تظليل للحماية من أشعة الشمس)		وضع كاسرات ووسائل التظليل الأتوماتيكية يتغير توجيهها وميلها بتغير موقع الشمس ويكون بعضها من النوع المزود بخلايا كهروضوئية للاستفادة من أسطح هذه الكاسرات الموجهة في اتجاه أشعة الشمس	

تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية		وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
البيئة الحرارية	التقنيات الطبيعية المستخدمة لتحقيق مستويات الراحة الحرارية	تم وضع العديد من المعالجات أثناء التصميم وتشمل: - استخدام النوافذ ذات الزجاج عالي الأداء خصائص الزجاج: السمك (٦) ملم). الضوء: نفاذية الضوء (٨٠%)، انعكاس الضوء المرئي الحرارة معامل اكتساب الحرارة الشمسية (٧١%)، امتصاص الطاقة (٢٢) معامل التوصيل الحراري (٣,٦) واط لكل متر مربع (12%).x كلفن	استخدام ما يعرف بالأسطح والجدران الخضراء والتي تكون فيها الحوائط والأسقف مزروعة بنباتات دائمة الخضرة بتقنيات خاصة نظرا لفوائدها البيئية والجمالية والتي منها الحفاظ على برودة الفراغ الداخلي وعدم تعريضه للحرارة الشديدة فيما يعرف بالراحة الحرارية، العمل على عكس الأشعة الساقطة على الجدران والأسطح، هذه التقنيات تمثل رئة طبيعة لامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون وبعث غاز الأكسجين
	التقنيات الميكانيكية او الصناعية للتبريد	استخدام نظم التبريد والتهوية نظم فردية في ظروف محددة، مع وضع مجسات للحفاظ على الراحة الحرارية داخل الفراغات لتحقيق مستويات الراحة الحرارية	
	التقنيات المستخدمة لحقيق الراحة الصوتية ومنع الضوضاء	استخدام أعمال اللانسكيب المحيطة بالمبنى في عمل عزل صوتي جيد لما داخل المدرسة ام للفراغات فيتم استخدام بعض مواد العزل الطبيعية مثل الأخشاب والمطاط، واستخدام أسقف عازلة للصوت والاهتمام بزراعة الحوائط الخارجية مما يعمل كعزل طبيعي للصوت، الفصل بين الفراغات بأقنية	

تطبيق استراتيجيات الاستدامة على الحالة الدراسية (مدرسة متوسطة وثانوية العارضة)

بناء على برنامج التصميم لاستراتيجيات الاستدامة ومن اجل التحقق من فرضية وهدف البحث تم تطبيقه على الحالة الدراسية

الاستراتيجية	وصف الاجراء المتبع	المبنى المدرسي بعد التعديل
كفاءة وفاعلية المياه تقنيات إدارة المياه ومعالجتها	استخدام في المدرسة تقنيات للحفاظ على المياه وتوفيرها بنسبة٧٥% للتحكم في المياه العذبة وعدم ضياعها دون استخدام ونظم إعادة تدوير المياه المستخدمة من المدرسة في ري المسطحات الخضراء بعد المعالجة، وتقسيم الحرم المدرسي إلى منطقتين أثناء الري، وهذا التصميم يضخ جميع المياه الرمادية والسوداء في مجاري للتخلص المباشر منها دون استغلال	
الأدوات المستخدمة لتحسين الأمن والسلامة	وجود مجسات للإحساس باي اختراق مع وجود أجهزة مراقبة وإنذار متصلة بشبكة الشرطة	
تصميم مدرسة تستطيع أن تتطور وتتكيف في المستقبل	تستطيع هذه المدرسة أن تتأقلم بيئيا مع المناخ كما انهها من الممكن أن يصبح لها امتداد في المستقبل لوجودها بعيدا عن العمران بمسافة كافية القامة هذا في المستقبل مراعاة التوسع المستقبلي	

النتائج
Results

١- استنادا الى الدراسات التحليلية التي تمت عن واقع التصميم المعماري اتضح أن تصميم المدارس الحالية لا يطبق أي من استراتيجيات التصميم المعماري للحفاظ على استدامة المبنى والعلاقة التفاعلية بين المبنى والبيئة.

٢- تعتبر المدراس من اهم المشايع التي يجب أن نولي لها اهتماما نحو تطويرها والحفاظ على استدامتها فهي البيئة التعليمية الأولى للأجيال القادمة لذا فان تحقيق استراتيجيات الاستدامة فيها يعم بالفائدة على جوانب كثيرة ترتبط بالبيئة والاقتصاد والمجتمع ويعمل على تحقيق بيئة صحية ومريحة.

٣- لتحقيق الاستدامة في التصميم المعماري للمدارس يلزم تطبيق عناصر الاستدامة في جوانبها المختلفة من ناحية الراحة الحرارية ومواد البناء والراحة الضوئية واستراتيجيات التهوية والرياح والراحة الصوتية واستراتيجية إدارة المياه وإعادة تدويرها واستراتيجية النباتات الخضراء والمسطحات المائية

٤- عالميا هناك العديد من المدارس قد حققت الاستدامة المعمارية من خلال جوانب مختلفة للاستدامة ومنها على سبيل المثال مدرسة ويكفلد الثانوية بأمريكا التي حققت الاستدامة المعماري لمبانيها وطبقت مبادى الاستدامة بطريقة تجعل من المبنى المدرسي مبنى مستدام ذو كفاءة عالية.

النتائج
Results

٥- أن استراتيجيات التصميم التي تم استخدامها في النموذج قد ساهمت بخفض الكسب الحراري وتحسين جودة البيئة الداخلية للمدرسة وكفاءة استخدام المياه والطاقة.

٦-ان تصميم المدرسة المستدامة يعتمد على تطبيق وطموح المصمم لبناء جودة عالية وظيفيا وبنائيا لزيادة كفاءته في الوقت الحاضر والمستقبل مع الاستفادة القصوى من البيئة والمجتمع دون نسيان تقدير التكاليف التي تعكس دورة حياة المبنى بأكمله الى درجة التصميم المتكامل للصيانة.

٧- الدراسة الحالية اقتصرت على تحقيق الاستدامة في التصميم المعماري للمدارس وتم تناولها من عدة مستويات، ويوصي الباحث بالتخصص في الدراسات اللاحقة على جانب واحد من تلك الجوانب، أو التطرق لمداخل الاستدامة الأخرى في المدارس.

التوصيات
Recommendations

- توصي الدراسة بضرورة الأخذ باستراتيجية الاستدامة عند إعادة تصميم للمدارس، فقد أظهرت النتائج مدى ملاءمتها ومناسبتها كحل للمشكلات التي تعاني منها المدارس، وذلك عبر تطبيق عناصر الاستدامة في التصميم للمدارس سواء كانت كبيرة أو صغيرة.
- ضرورة الاستفادة من التجارب العالمية في مجال التصميم المعماري للمدارس، التي تحقق الاستدامة في التصميم المعماري، حتى يتم الإكمال من حيث انتهى الآخرون وعبر استسقاء خبراتهم بما يخدم قطاع التصميم المعماري. مما يساهم في أعداد برنامج لتطوير
- العمل على إعداد مشاريع المدارس الجديدة بناء على دراسة شاملة تعمل بنظام التصميم المتكامل، بحيث تعمل على دمج أهداف البرنامج مع احتياجات المجتمع والموقع، والمصادر المتاحة للمشروع.
- ان تصمم مباني المدارس المستقبلية على معايير LEEDللمباني الخضراء التي تحقق الاستدامة.
- الدراسة الحالية اقتصرت على تحقيق الاستدامة في التصميم المعماري للمدارس وتم تناولها من عدة مستويات، ويوصي الباحث بالتخصص في الدراسات اللاحقة على جانب واحد من تلك الجوانب.

English References

1. Architects, V. (2015). Discovery Elementary School. Retrieved from archello: https://archello.com/project/discovery-elementary-school
2. arlingtonva. (2016). WAKEFIELD HIGH SCHOOL. Retrieved from arlingtonva: https://www.arlingtonva.us/files/sharedassets/public/Environment/Documents/Wakefield-HS_9-13_v3.pdf
3. Council, S. B. (2001). High Performance School Buildings. Sustainable Buildings Industry Council.
4. Dong-Xue Zhao, B.-J. H. (2015). The green school project: A means of speeding up sustainable.
5. Fadi AlFaris, A. J.-A. (2016). Improvement of efficiency through an energy management program as a sustainable practice in schools.
6. Ford, A. (2007). Designing the Sustainable School. books.google.
7. G Reem Okasha, M. M. (2016). Green schools as an interactive learning source. ResearchGate.
8. Hicks, D. (2012, 1). Sustainable Schools, Sustainable Futures. researchgate.
9. Németh, R. D. (2009). Sustainable school refurbishment. Retrieved from rolandnemeth: http://www.rolandnemeth.com/sustainable-school-refurbishment-open-architecture-callenge/
10. sustainable school. (2002). Retrieved from waltersandcohen: https://www.waltersandcohen.com/projects/sustainable-school
11. The ‘NATURE’ of new school design – an evolving concept. (2019). Retrieved from architectus: https://architectus.com.au/insight/the-nature-of-new-school-design-an-evolving-concept/
12. THIS MODULAR TREEHOUSE IS A SUSTAINABLE SCHOOL DESIGNED FOR THE NEW NORMAL! (2020). Retrieved from yankodesign: https://www.yankodesign.com/2020/10/30/this-modular-treehouse-is-a-sustainable-school-designed-for-the-new-normal/
13. and Use Policy, Volume 114.

المراجع العربية

١. أسماء محمود علي حماية. (٢٠٢١). العمارة المستدامة واثرها على التصميم المعماري للمدارس بمرحلة التعليم الثانوي بمصر. جامعة حلوان.
٢. امال كزيز. (٢٠١٨). المدرسة الخضراء المستدامة وثقافة التربية البيئية-نماذج عالمية وعربية حول المدرسة الخضراء-. مجلة علوم الانسان والمجتمع.
٣. م.م اميرة احمد حسين. (٢٠١٨). تحليل وتقييم عناصر التصميم الداخلى لألبنية التعليمية من خلال مفهوم االستدامة-مدارس المرحلة الابتدائية-. جامعة حلوان.
٤. م.م/ أحمد حمدى فؤاد على. (١، ٢٠١٩). تحسين كفاءة أألداء البيئى فى المدارس الحكومية وتطبيق عناصر . المجلة الدولية في العمارة والهندسة والتكنلوجيا، صفحة ١٢.
٥. متعب العيافي. (٢٠٢١). أليات تطبيق استراتيجيات العمارة البيئية والنم الذكية لرفع كفاءة الطاقة بالمباني المدرسية. المجلة الالكترونية الشاملة متعددة التخصصات
٦. محمد جعفر حسين عثمان. (٢٠١٩). أثر الوظيفة على تصميم الحيز المعماري المستدام في مدارس الاساس بمدينة الخرطوم. جامعة السوددان للعلوم والتكنلوجيا. تم الاسترداد من جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا.
٧. مي مصطفى-مجدي قاسم-محمد عطوة. (٢٠١٦). تقييم تجربة العمارة المستدامة في مصر. جامعة الازهر.
٨. ندى عبدالمجيد د.مقداد الجوادي. (٢٠١٨). اشكالية العلاقة بين العمارة الخضراء والعمارة المستدامة. الهندسة والتنمية المستدامة.
٩. هدى الباز.(٢٠٢٠).الاسقف الخضراء كأحد الحلول المعمارية لتحسين أداء المدارس القامة بأقاليم القاهرة .الدوريات المصرية
١٠. امال الرماضنة.(٢٠٢٢)المشاكل المعمارية في الأبنية التعليمية.

شكرا لكم،،،

Thank you,,,