الفصل الاول

مقدمة عامة

1-1 تمهيد:

يعتبر تحسين التعليم هو النواة الأساس لدفع المجتمع نحو التنمية الشاملة كونه يعتبر الركيزة الأولى لبناء أجيال المستقبل، فهو القاعدة التي تعتمد عليها الدول من أجل تحقيق نمو إقتصادى وإجتماعى وثقافي وبالتالي فالتعليم يشكل قاطرة التنمية لأي بلد.

وتعد الأبنية المدرسية من أكثر المباني إنتشاراً في العالم بسبب توفيرها للخدمات التعليمية للطلبة بكافة المراحل العمرية ، ونتيجة لإحتوائها على عدد كبير من الشاغلين و لفترات طويلة فإن ذلك يؤدي الى إستنزاف كميات كبيرة من الطاقة والموارد بهدف توفير بيئة داخلية مريحة ، لذا فقد ظهر توجه واضح نحو تطبيق مفاهيم العمارة المستدامة الخضراء في المباني المدرسية لما لها من تأثير واضح في سلوكيات الشاغلين والمجتمع المحلي ككل ودعم العملية التعليمية ، فضلاً عن التقليل من إستنزاف الموارد الطبيعية مما يساهم في خلق بيئة تعليمية عالية الأداء.

و للمباني المدرسية أهمية بإعتبارها ممتلكات عامة أنجزتها الدولة في خططها التنموية فيجب المحافظة على مظهرها وجوهرها باعتبارها البيئة التربوية التي يدرج إليها الطالب بعد مسكنه ويستكمل فيها تربيته وتوجيه سلوكه وإدراكه لمعاني الخير والجمال التي تنمي لدية مشاعر الإنتماء، وتقوي إرتباطه بتلك المنجزات ، وتدفعه للمحافظة عليها والمساهمة الفعالة في إظهارها بمظهر متألق.

وخلال التاريخ والفترات المعاصرة، تغيرت معانى وأساليب التعليم من خلال المناظرات التي تدور حول ماهية نتائج المحتويات أو الخبرات لدى الفرد المتعلم أو المجتمع المتعلم وربما يتم تطبيق التغييرات من خلال المعلمين على حدة أو مؤسسات المدارس واسعة النطاق أو من خلال تغييرات المناهج مع تقييم الأداء.

ووجد خبراء في عملية التعليم ، أن هناك تغيرات جذرية كبيرة حدثت في عملية التعليم وهذا ما يتطلب إعادة النظر في عملية تصميم الأبنية المدرسية. مما دفع العديد من دول العالم للإهتمام بإنشاءالمدارس الخضراء المستدامة إستجابة لدعوة مؤتمر الارض بتعميم خطة المدارس الخضراء المستدامة بهدف تقييم المدارس وفقا للمعايير البيئية.

1-2أسباب إختيار موضوع البحث:

تعتبر المدارس بمثابة المنزل الثانى للطالب والتى يقضى فيها وقتا اكثر مما يقضيه بالمنزل ،كما نلاحظ ظاهرة تحويل مبنى قائم الى مدرسة دون الاهتمام بالنواحى البيئية والحرارية فأصبح الهدف تجارى ممايؤثر على الطلاب وقدرتهم على الاستيعاب.
كما نجد ان مفاهيم الإستدامة والمبانى الخضراء هو ما يتجه نحوه العالم الآن حفاظا على البيئة ومستخدمى المبنى وتحقيق الراحة الحرارية مما ينعكس إيجابا على الطلاب وتقليل إستهلاك الطاقة.

1-3أهمية موضوع البحث:

1-3-1 الإرتقاء بمستوى المبانى المدرسية.
1-3-2 جعل المباني المدرسية كفؤة من ناحية الطاقة وتوفير بيئة صحية للطلاب داخل المدارس بتصميم مبنى مستدام.
1-3-3 تسليط الضوء على مبانى المدارس الموجودة حاليا وتوفير دراسة واقعية للمدارس غير المتوافقة مع البيئة لتحسين الأداء الحرارى .
1-3-4 خلق بيئة تعليمية صحية للتلاميذ توفرها لهم المدرسة بمكوناتها الفضائية الداخلية والخارجية وعناصرها الإنشائية، الذي ترمي منه إلى تحسين اداء التلاميذ في المدارس ويتحقق ذلك من تصميم مدارس صحية تتمتع براحة حرارية ومتفاعلة ومتجاوبة مع البيئة المحيطة وآمنة ومحمية وإجتماعية ومحفزة.

1-4أهداف موضوع البحث:

1-4-1 الوقوف على مكونات المدرسة ودراسة جميع اجزائها ومعرفة الإحتياجات البيئية لإى مكون لتحسين الاداء الحرارى .
1-4-2 بناء قاعدة معرفية حول أهمية الإستدامة فى المدارس بما توفره من فوائد آنية ومستقبلية.
1-4-3 الخروج بأسس ومعايير يمكن إتباعها للحصول على بيئة صحية واداء حرارى عالى عند تصميم مبانى المدارس ،وتوضيح المعالجات التى يمكن إتباعها لتحسين البيئة الحرارية لتصبح صحية ومريحة واستخدام الأسس لتقييم حالات الدراسة.
1-4-4 تقييم المدارس وفقا للمعايير البيئية والإرتقاء الحضارى ومواكبة التطور العالمى.
1-4-5 توضيح إمكانية تحويل المؤسسات التعليمية الى ما يشبه المحميات البيئية والقضاء على ظاهرة الإحتباس الحرارى .
1-4-6 توضيح كيفية تقليل إستهلاك الطاقة بالإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة بمبانى المدارس
1-4-7 غرس الوعى بالقضايا البيئية لدى الطلاب وتقوية الشعور بالمسؤلية والانتماء للمجتمع.

1-5 مشكلة البحث:

عدم الدراية الكافية بالأسس والمعايير الموجهة لعملية التصميم مما أنتج مباني تعليمية لا تحقق المتطلبات البيئية والوظيفية المرجوة من هذه الأبنية .الأمر الذي يدعو إلى ضرورة دراسة المشكلات القائمة بها.
ونجد انه لايوجد نموذج للمدرسة الخضراء المستدامة هنا فى السودان ،وقد تم تطبيق هذا المفهوم عالميا وأصبحت المدارس تقيم بيئيا.

1 - 6 فرضيات البحث:

1-6-1 فى معظم الأحيان نجد أن إختيار الموقع غير ملائم لإقامة المدرسة.
2-6-1 المبانى المدرسية لاتؤخذ فيها الإعتبارات البيئية بالكامل عند التصميم.
3-6-1 نقص مساحة الأأحيزة المفتوحة مقارنة مع الأحيزة المغلقة بالمبانى المدرسية.
4-6-1 التصميم المعمارى لا يعطى إعتبار للأسس والمعايير البيئية داخل الأحيزة المغلقة (الفصول الدراسية،المكاتب،قاعات الأنشطة،المعامل،الكافتيريا ودورات المياه).
5-6-1 فى أغلب الاحيان لا تلائم مواد البناء المستخدمة فى بناء المدارس طبيعة مناخ مدينة الخرطوم.
7-6-1 عدم إستخدام مصادر الطاقات المتجددة والصديقة للبيئة فى تصميمات المدارس.

1-7 منهجية البحث :

منهج وصفى تحليلى يعتمد علي المعلومات العلمية الموثقة من الكتب ومواقع الإنترنت والمجلات العلمية وجمع المعلومات لعمل دراسة ميدانية حيث يتم من الخلفية النظرية الوصول إلي المعايير العلمية للمبانى المدرسية المستدامة الخضراء وبعد ذلك يتم دراسة نماذج للمدارس المحلية ميدانيا وتحليلها وفقا لهذه المعايير وتحديد النقاط الإيجابية والسلبية والتي بدورها تقود إلي النتائج والخلاصات للتعرف عليها اوالتوصية بشأنها.

1- 8 الوسائل التى سيتم إستخدامها لاجراء البحث:

1-8-1 المراجع والكتب والاوراق العلمية التي لها علاقه بهذا الموضوع.
2-8-1 المواقع المعتمدة بالانترنت.
3-8-1 دراسة نماذج عالمية لمدارس مستدامة خضراء والإستنباط منها.
4-8-1 الزيارات الميدانية لنماذج من مدارس الاساس بمدينة الخرطوم وتحليلها والخروج بالإيجابيات والسلبيات.
5-8-1 عمل إستبيان لمعرفة الآراء لمستخدمى المبنى (الطلاب والمعلمين والإداريين) والمهندسين المعماريين لمن لهم خبرة فى تصميم المبانى المدرسية.
والتوصل الى النتائج بإستخدام برنامج(spss) إختصار الى حزمة التحليل الاحصائي للعلوم الإجتماعية (statistical package for social sciences).

1-9 حدود البحث:

الحدود الزمانية: يناير 2015 وحتى اكتوبر 2015
الحدود المكانية: عينات من مدارس الأساس بمدينة الخرطوم.

10-1 هيكل البحث:

- تناول الفصل الأول مقدمة عامة عن موضوع البحث و أهميته والأهداف والحدود الزمانية والمكانية والتطرق إلى فرضيات ومشكلة البحث مع توضيح المنهجية وذكر الوسائل التي تم إستخدامها لإخراج البحث.
- الفصل الثانى إطار نظرى تناول مفهوم المدارس الخضراء المستدامة وتوضيح تأثير المبنى المدرسى على الطلاب ودور الإستدامة فى المبانى المدرسية والأبعاد المحورية للإستدامة ،والتطرق لمعايير رئاسة الطاقة والتقييم LEED، ومن ثم التتطرق الى التعريف بعناصر المناخ والأداء الحرارى للمبانى المدرسية به وصف تحليلى لعناصر المناخ و أثرها على الراحة الحرارية مع عرض بيانات مناخ مدينة الخرطوم (منطقة الدراسة) والمعالجات التصميمية المؤثرة على الأداء الحرارى داخل المدارس وكيفية تحسين الأداء الحرارى .
- الفصل الثالث تناول معايير تقييم مفهوم المدارس الخضراء المستدامة ،يستعرض الأسس والمعايير التخطيطية والتصميمية للمدارس، ومحاور المبنى المدرسى التى على أساسها تتحقق الإستدامة وجودة البيئة الداخلية لأحيزة المدرسة وأثر الأحيزة المفتوحة فى إستدامة المدارس وأثر غلاف المبنى على تحسين الأداء الحرارى، و أهمية عملية إعادة التأهيل والصيانة بالمدرسة المستدامة الخضراء.
- الفصل الرابع الحالات الدراسية لنماذج من مدارس الأساس بمدينة الخرطوم والخروج بالإيجابيات والسلبيات المستخلصة، مع عمل الإستبيان و المقارنات ومن ثم الخروج بالخلاصات.
- الفصل الخامس الخلاصات والتوصيات التى تم الخروج بها من البحث:
توصيات تم التوصل إليها وفقا للنقاط والخلاصات التى خرج بها البحث تختص بالتصميم للمدارس المستدامة الخضراء تخص الجهات الرسمية ، و بالبعد البيئى وتحسين الأداء الحرارى بالمدارس و تحسين المظهر البصرى وتحسين البيئة الداخلية والخارجية للمدارس،وتحقيق عنصر المرونة فى التصميم.

الفصل الثانى- (الإطار النظرى)
المناخ والأداء الحرارى ومفهوم المدارس الخضراء المستدامة

2-1 مقدمة:
من المهم التركيز على تطبيق مفاهيم الإستدامة في البيئة العمرانية، ولأن المدارس واحدة من أهم وأكبر المشروعات المعمارية، فكانت الأهمية في تحقيق الإستدامة لعناصرها لزيادة كفاءتها البيئية والإقتصادية والإجتماعية، إلى جانب تسليح التلاميذ بالمعرفة والمهارات التي يحتاجونها لتوجيه سلوكياتهم وليصبحوا أفراداً فاعلين في المجتمع.
يتناول هذا الفصل مدخل حول الإستدامة وأبعادها المحورية، ثم ينتقل للبحث في المدرسة المستدامة الخضراء، حول مفهومها ومبادئ الإستدامة في المدارس .وبعد ذلك، يتطرق الفصل لمفهوم معايير رئاسة الطاقة والتصميم (LEED) ،لمعرفة المعايير التى يرتكز عليها عند تصميم المدارس لإنتاج بيئة خضراء ذات أداء عالى . ومن ثم دراسة العناصر المناخية المؤثرة على الراحة الحرارية ودراسة مناخ ولاية الخرطوم منطقة الدراسة وذلك للوصول الى المعالجات التصميمية المحسنة للأداء الحرارى للمدارس على حسب نوعية المناخ السائد بالمنطقة.

2-2 مفهوم العمارة الخضراء Green Architecture:
ان العمارة الخضراء أحد الإتجاهات الحديثة فى الفكر المعمارى والذى يهتم بين العلاقة بين المبانى والبيئة .
ويعرف المدخل الأخضر للبيئة فى كتاب (العمارة الخضراء) على أنه مدخل شمولى لتصميم المبانى حيث ان كل الموارد فى صورة المواد او الطاقات يجب أخذها فى الإعتبار اذا اردنا ان نحقق العمارة المستديمة او المتواصلة.[Brenda vale,Robert vale,2002]
أما كين يانج فقد ناقش مفهوم العمارة الخضراء وهو يرى انها يجب ان تقابل احتياجات الحاضر دون إغفال حق الأجيال القادمة لمقابلة إحتياجاتهم ايضا ، وتعريفه هذا يؤكد ان العملية التصميمية يحاول فيها المصمم التقليل من التأثيرات العكسية على النظام البيئى للأرض والموارد الطبيعية ويتم إعطاء الأولوية لتقليل هذه التأثيرات . [Ken Yeang,2000]
ويرى وليام رايد ان المبانى الخضراء ماهى الا مبانى تصمم وتنفذ وتتم ادارتها بأسلوب يضع البيئة فى اعتباره وهو يرى ايضا ان احد اهتمامات المبانى الخضراء يظهر فى تقليل تأثير المبنى على البيئة الى جانب تقليل تكاليف انشائه وتشغيله. [William Reed,2012]
وفى وجهة نظر البعض فإن العمارة الخضراء منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوى بأقل اضرار جانبية ،فهى تدعو الى التعامل مع البيئة بشكل افضل .تسد اوجه نقصها او تصلح عيبها او تستفيد من ظواهر هذا المحيط البيئى ومصادره ومن هذه الناحية اقترن اسم العمارة الخضراء بمرادف اخر وهو التصميم المستدام Sustainable Design.
وعلى ذلك يمكن تعريف العمارة الخضراء من مجمل الاراء السابقة على بأنها:
عملي تصميم المبانى بأسلوب يحترم البيئة مع الأخذ فى الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد مع تقليل تأثيرات الانشاء والاستعمال على البيئة ،مع تعظيم الانسجام على الطبيعة.[وزيرى2003]

2-3 مفهوم الإستدامة Sustainability :
تُعرّف على أنها تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها .وقد أولت معظم دول العالم في العقد الأخير من القرن المنصرم عناية خاصة واهتماماً واسعاً بمواضيع حماية البيئة والتنمية المستدامة، ولم يولد هذا الاهتمام من فراغ فقد تعالت الأصوات البيئية المنادية بتقليل الآثار البيئية الناجمة عن الأنشطة البشرية المختلفة ونادت بخفض المخلفات والملوثات والحفاظ على قاعدة الموارد الطبيعية للأجيال القادمة .ونتيجة لذلك فإن القطاعات العمرانية في هذا العصر لم تعد بمعزل عن القضايا البيئية الملحة التي بدأت تهدد العالم وتم التنبه لها في السنوات القلائل

الأخيرة، فهذه القطاعات من جهة تعتبر أحد المستهلكين الرئيسيين للموارد الطبيعية كالأرض والمواد والمياه والطاقة ، ومن جهة أخرى فإن عمليات صناعة البناء والتشييد الكثيرة والمعقدة ينتج عنها كميات كبيرة من الضجيج والتلوث والمخلفات الصلبة .وتبقى مشكلة هدر الطاقة والمياه من أبرز المشاكل البيئية الاقتصادية للمباني بسبب استمرارها وديمومتها طوال فترة تشغيل المبنى . ولهذه الأسباب وغيرها ونتيجة لتنامي الوعي العام تجاه الآثار البيئية المصاحبة لأنشطة البناء فقد نوه بعض المتخصصين أن التحدي الأساسي الذي يواجه القطاعات العمرانية في هذا الوقت إنما يتمثل في مقدرتها على الإيفاء بالتزاماتها وأداء دورها التنموي تجاه تحقيق مفاهيم التنمية المستدامة الشاملة ، أن الإدارة والسيطرة البيئية على المشاريع العمرانية ستكون واحدة من أهم المعايير التنافسية الهامة في هذه القطاعات في القرن الواحد والعشرين .من هنا نشأت في الدول الصناعية المتقدمة مفاهيم وأساليب جديدة لم تكن مألوفة من قبل في تصميم وتنفيذ المشاريع ، ومن هذه المفاهيم" التصميم المستدام "و"العمارة الخضراء "و"المباني المستدامة"، هذه المفاهيم جميعها تعكس الاهتمام المتنامي لدى القطاعات العمرانية بقضايا التنمية الاقتصادية في ظل حماية البيئة، وخفض استهلاك الطاقة، والاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية، والاعتماد بشكل أكبر على مصادر الطاقة المتجددة.[وزيرى 2003]

2-4 الأبعاد المحورية للإستدامة :

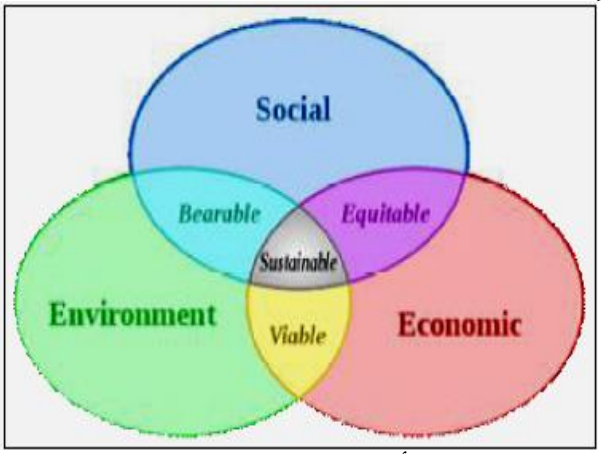
تعد المجالات المتعددة خاصية مشتركة بين التعريفات المختلفة للتنمية المستدامة، حيث تمثل هذه المجالات الأبعاد المحورية للتنمية المستدامة ، وتكمن أهمية مفهوم الاستدامة تحديدا في العلاقات المتداخلة بين تلك المجالات، حيث تمثل الكفاءة المبدأ الرئيس في التنمية الاقتصادية المستدامة وتعتبر العدالة محور التنمية الاجتماعية المستدامة، بينما تؤكد التنمية البيئية المستدامة على المرونة وقدرة الأرض على تجديد مواردها.

وهذه المحاور كما تم ذكرها في (Thesaurus Of Sustainability (2004 هي:

1/ النمو الاقتصادي: تتمثل التنمية الاقتصادية في تطوير البنية الاقتصادية وتحقيق العدالة في توزيع الموارد، وهي أمر ضروري لتحقيق التنمية الحضرية حيث تؤدي لرفع الإنتاجية الزراعية، وضمان إمداد كافى من المياه بالإضافة إلى زيادة الكفاءة الاقتصادية والنمو.

2/ الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية: وذلك حفظا للتراث البيئي والموارد الطبيعية من أجلالأجيال المستقبلية، ولذلك يجب إيجاد حلول متجددة اقتصاديا للحد من إستهلاك الموارد، وإيقاف الأضرار التي تلحق بالعناصر البيئية، والاستخدام الحكيم للموارد الطبيعية.

3/ التنمية الاجتماعية: الأمر الذي يتطلب الإبقاء على تماسك المجتمع وقدرته على العمل من أجل تحقيق الأهداف المشتركة من خلال تحقيق العدالة، وينبغي تلبية الاحتياجات الفردية كالمتعلقة بالصحة والرفاهية والتغذية والمأوى والتعليم، كما ويجب احترام النسيج الثري الذي يمثله التنوع الثقافي والإجتماعي.



شكل(2-1)الأبعاد المحورية للتنمية المستدامة

المصدر: الموقع الالكتروني لجامعة كورنيل- الحرم الجامعي المستدام، 2010

جدول(2-1)الأبعاد المحورية للتنمية المستدامة:

الابعاد البيئية الاستدامة	الابعاد الاقتصادية للاستدامة	الابعاد الاجتماعية للاستدامة
1- النفايات المزالة- الانبعاثات البيئية.	خلق اسواق جديدة و فرص للتنمية.	اهتمام بصحة العامل و سلامته.
2- التحكم في تأثير على صحة الانسان.	تخفيض التكلفة - و تحسين الاداء.	التحكم في التأثيرات على المجتمات المحلية.
3- استخدام مواد الخام القابلة للتجديد.	استخدام الطاقة المتجددة - المواد الخام.	التحكم في تأثير على نوعية الحياة.
4- التخلص من المواد السامة.	خلق القيم الاضافية.	تحقيق فائدة للمجموعات محرومة (المعوقين- الفقراء)

المصدر/ الأنباري، محمد علي، الإطار المفاهيمي للبيئة والتنمية المستدامة والإجراءات المطلوبة لتنفيذها دولياً ومحلياً/ قسم الهندسة المعمارية، جامعة بابل.

2-5 مدى تأثير المبنى المدرسى على أداء الطلاب:

يعتبر التعليم عملية مهمة تتأثر بالبيئة المحيطة وتأثر بها بشكل متّصل. والبيئة المحيطة ليست بيئة واحدة بل بيئات متداخلة متشابكة، يمكن النظر إليها من منظور اجتماعي، أو سياسي أو ثقافي أو تعليمي. ولا يمكننا هنا الإحاطة بهذه البيئات الثلاث من كل جوانبها كما لا يعنينا كثيرا علاقاتها ببعضها ولا طرق تصنيفها المختلفة، إن الذي يهمنا إذن هو النظر في البيئة التعليمية المناسبة للطالب.

وحيث أن الثقافة أشمل من التعليم، وهي عليه معتمدة فنسميها البيئة التعليمية.كما تعد البيئة التعليمية من أكثر هذه البيئات الثلاث نشاطًا وعطاءًا وحركةً بحكم عدد المهتمين بها من معلمين ومتعلمين وعاملين. كما تعتمد البيئتين الأخيرتين على معطيات البيئة التعليمية وتتأثران بها أسرع مما تؤثران فيها.

ويمكن إعتبار البيئة المدرسية على أنها المعلم الثاني حيث أن الفراغ التعليمي لديه القدرة لتنظيم وتشجيع العلاقات بين الناس من مختلف الأعمار، بالإضافة لإجراء تغييرات وتعزيز الخيارات والأنشطة، إلى جانب قدرته لإثارة أنواع مختلفة من التعليم وقدرته على إستيعاب أنواع مختلفة من التعلم الاجتماعي والمعرفي، والوجدانى.

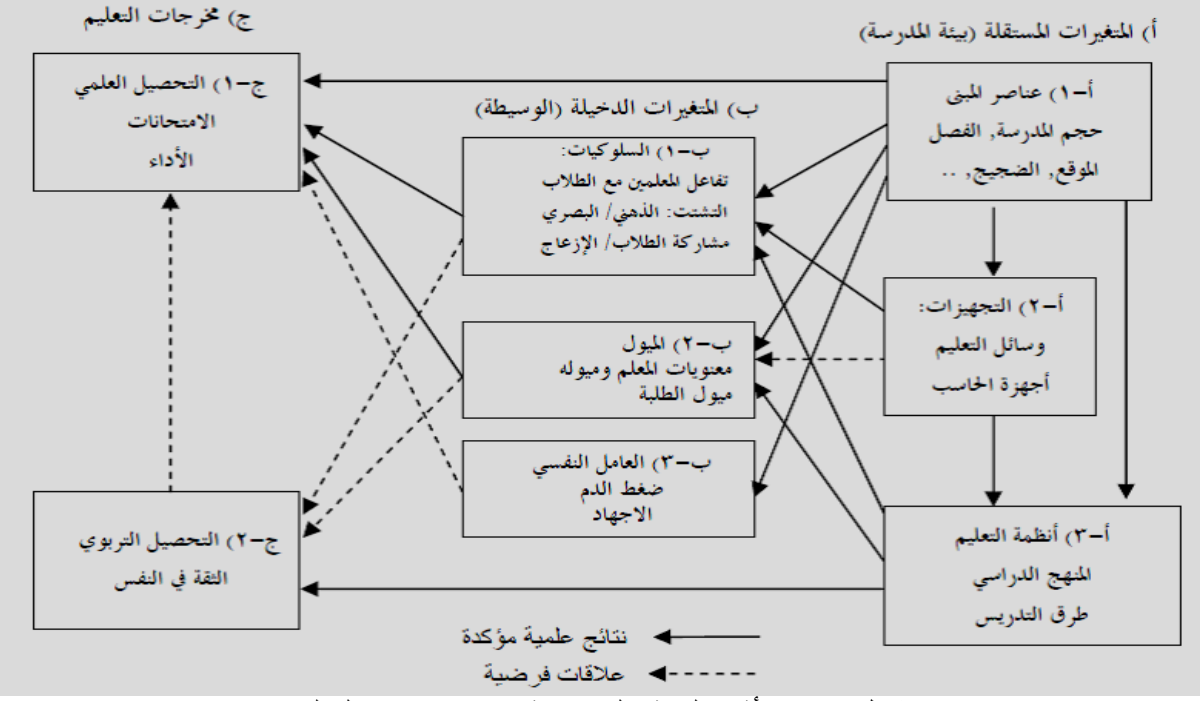
فالأحيزة داخل المدرسة تعكس الأفكار والقيم والمواقف وثقافات الأشخاص بداخلها .وقد حث بعض التربويين على أن تكون البيئة التعليمية إنسانية وواعية للاحتياجات الفردية للأطفال.

فلم يعد التعليم يعتبر كتراكم للمعرفة وإنما القدرة على بناء المعرفة بوسائل مجدية لغرض معين أو لإيجاد حل للمشكلة .فيجب أن تستوعب مساحة الفصل الدراسي النمط الشخصي للمدرس والمناهج الدراسية ومتطلباتها والقدرات الفردية للطالب، فإذا تم النظر للبيئة المادية بعناية على أن تستوعب احتياجات الطالب والمدرس فإن البيئة التعليمية الجديدة ستعزز العملية التعليمية ، ولأن الإنسان هو هدف الإستدامة إلى جانب أن التعليم أداة من أدوات تحقيق الاستدامة من هذا المنطلق وجب التركيز على تحقيق الإستدامة في المدارس [الإتحاد الدولى لحماية الطبيعة 2008]

وقد أشارت الكثير من الدراسات إلى وجود علاقة قوية بين تصميم المبنى المدرسى وطريقة توزيع الفراغات، والألوان، والنباتات، ونوع التجهيزات والأثاث من جهة والتحصيل العلمى والتربوي للطالب ومزاج المعلم ونفسيته من جهة اخرى.

فعلى سبيل المثال، أجريت دراسة ميدانية لمعرفة ما إذا كانت البيئة التعليمية تؤثر في التحصيل العلمي للطالب ، وحضوره وسلوكه وثقته في نفسه . فتمت دراسة مجموعة من الطلاب في بعض المدارس تختلف في حجمها وعمرها، وطريقة تصميمها، ولكن تشترك في المتغيرات الأخرى، كخواص الموقع والخلفية الثقافية، والاجتماعية، والإقتصادية للطالب .فوجد أن طلاب المدارس الحديثة، أو ذات التصميم النوعي الجيد حققوا درجات أفضل في جميع الموا د والواجبات، وحضورا أكثر، وسلوكا مميزا، وثقة في النفس أعلى من طلاب المدارس القديمة أو الأقل جودة في التصميم [Bowers & Bukett, 1987]

وقد وجد في دراسة أجريت أن وجود النباتات الداخلية في غرف العاملين تشيع البهجة ,والراحة، وتحسن العمل وتزيد الإنتاجية.[Shibata & Suzuki, 2002]
وفي دراسة أخرى عن تأثير التصاميم المدرسية الحكومية والأهلية في أداء المدارس لوظيفتها ظهر تفوق المدارس الأهلية ذات التصاميم الخاصة الجيدة على المدارس الحكومية ذات التصاميم النمطية المكررة وأشارت الدراسة إلى إعتزاز مستخدمي المدارس الأهلية بما تحويه مدارسهم من إمكانيات وتجهيزات وتصاميم مميزة وترى الدراسة إمكانية انعكاس ذلك التميز النوعي للمبنى على التحصيل العلمي والتربوي لطلابها. [السليمان/ ١٩٩٥]



شكل(2-2) تأثير البيئة المدرسية فى مخرجات التعليم

المصدر/الاعتبارات التصميمية والتخطيطية للمبانى المدرسية بما يتلائم مع الاحتياجات الانسانية والتعليمية والتقنية/ورقة علمية/عبدالعزيز سعد/جامعة الملك سعود

6-2 دور الإستدامة فى المبانى المدرسية:

التنمية المستدامة هي تنمية الأرض وإعمارها والحفاظ على استدامة وصيانة ذلك الإعمار دون المساس بالتوازن الرباني الذي خلقه الله لكل مكونات الكون لأن كل شيء ضروري لتحقيق التكامل المتوازن إيكولوجيا. وحتى يتحقق السابق يجب على المعماري أن يكون مفكرا ومبتكرا، فيخطط ويصمم لما فيه مصلحة للأرض والبشر والطير، فلا يكون لعمله تأثير سلبي على الاتزان البيئي فيعمل تبعا لنظام الكون نحو إعماره مع المحافظة عليه ليضمن حق الأجيال اللاحقة في الاستفادة والتمتع بالطبيعة وجمالها.
ولأنها مربية الأجيال تغرس فيهم العلم والقيم، كان من المهم إلقاء الضوء على المدارس وسبل تحقيق مبادئ الاستدامة في التصميم المعماري والعمراني لها لتكون نواة التأثير في المجتمع نحو تنمية العمران والبيئة. حيث تهدف المدارس المستدامة إلى رفع مستوى الوعي البيئي وسط قطاع الطلاب والمعلمين وذلك من خلال الممارسات البيئية الايجابية التي تهدف إلى تقليل التأثيرات السلبية على البيئة وبالأخص في مجال المياه والطاقة والهواء والنفايات. وتتمثل المشكلة البحثية في غياب تطبيق مفاهيم الاستدامة في تخطيط وتصميم مباني المدارس ما يؤثر سلباعلى أداء المدارس بيئيا واقتصاديا واجتماعيا، وكذلك على مستوى الطلبة العلمي وإدراكهم لأبعاد الاستدامة ودورها في خلق مجتمعات عمرانية صديقة للبيئة.

2-7مبادئ المدرسة المستدامة:

هنالك عدة مبادئ وقواعد يستند عليها مفهوم المدرسة المستدامة، وقد أشير لها في دراسة حول المدارس والإستدامة نشرت على الموقع الالكتروني لوزارة التربية والتعليم في بريطانيا(2008) ومن أهم تلك المبادئ :

2-7-1 تخفيض تكاليف التشغيل: وتتحقق من خلال:

-تصميم المدرسة لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة المناخية.
-إستخدام نظم الطاقة المتجددة.
-إستخدام المواد والمنتجات التي تقلل من الصيانة.
-إستراتيجيات الحفاظ على المياه.
-إنشاء طرق آمنة للمشاة.

2-7-2 تحسين الأداء الأكاديمي: وتتحقق من خلال:

-إستراتيجيات لتعزيز جودة الهواء الداخلي.
-المباني التي تعلم الاستدامة.
-تعزيز العناصر المستدامة في الأحيزة التعليمية.
-الإستفادة من التصميم المستدام للموقع لتعزيز المنهج الدراسي.

2-7-3 حماية البيئة: من خلال:

-إستخدام تكنولوجيات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة.
-إستخدام منتجات البناء المحلية والملائمة للبيئة.
-تنفيذ استراتيجيات الحفاظ على المياه.
-تعزيز بدائل المواصلات الأقل تلويثاً.
-دمج أنظمة إعادة تدوير النفايات.

2-7-4 التصميم الموجه نحو الصحة والأمن والراحة: من خلال:

-توظيف الاستراتيجيات التي تعزز جودة الهواء في الأماكن المغلقة.
-تعزيز مسارات حركة آمنة حول المدرسة لتعزيز العلاقة مع المجتمع المحلي المحيط.
-استراتيجيات لتعزيز الراحة الحرارية والبصرية الصوتية.

2-7-5 دعم قيم المجتمع:من خلال:

-تصميم المدرسة بما يتوافق مع تاريخ وثقافة المكان.
-دمج المدارس في المجتمع المحلي، وتقاسم بعض المرافق المدرسية مع المجتمع المحيط.
-تثقيف المجتمع حول الاستدامة.

2-8 مفهوم المدرسة الخضراء المستدامة sustainable Green school:

هى فرصة لبناء مدرسة تتميز بأداء عالى وكفاءة فى استخدام الطاقة،لتكون صديقة للبيئة وتعمل على تحسين البيئة التعليمية واقتصادية فى البناء لليوم وتعمل لسنوات قادمة.

تعتبر المدارس من أهم المشاريع في البيئة العمرانية، لذا فإن تحقيق الاستدامة فيها يعم بالفائدة على جوانب كثيرة ترتبط بالبيئة والاقتصاد والمجتمع .وهنا سيتم دراسة علاقة البيئة المادية للمدارس بعملية التعلم، ومن ثم البحث في مفهوم المدرسة المستدامة ومداخل الإستدامة في بيئتها التعليمية.

و هي المدارس التي نهدف من خلالها إلى رفع مستوى الوعي البيئي وسط قطاع الطلاب والمعلمين، وذلك من خلال الممارسات البيئية الإيجابية التي تهدف إلى تقليل البصمة البيئية، وبالأخص في مجال المياه والطاقة والهواء والنفايات.

وتعرف المنظمة الأمريكية التعاونية للمدارس ذات الكفاءة (CHPS, 2002)المدرسة عالية الأداء انها المرافق التي تعمل على تحسين وتطوير البيئة التعليمية وذلك من خلال الاقتصاد في استهلاك الطاقة والموارد والمال.

وفي تعريف آخر أن المدرسة المستدامة لا تحتضن مفهوم الإستدامة فقط ولكن في حد ذاتها أداة تعليمية لتحقيق الاستدامة [Innovative Design 2009]

وفي تعريف آخر، تسترشد المدرسة المستدامة بمبادئ رعاية النفس من خلال تعزيز الصحة والرفاهية ورعاية الآخرين عبر الثقافات والأجيال، والمحافظة على البيئة. [Departmen for Education and Skills, U.K, 2006]
وحول التصميم المستدام للمدرسة فيعرف على أنه التصميم الذي يوفر بيئة مادية أفضل للطلاب والموظفين، وبتكاليف أقل على مختلف المراحل. [The Brendle Group, 2005]

2-9 بداية ظهور المدارس الخضراء المستدامة:

إن الإهتمام الدولي بفكرة المدارس الخضراء بدأ من قمة الكرة الأرضية المنعقدة في البرازيل عام 1992م، والتي وضعت ميثاق جدول أعمال القرن الحادي والعشرين الذي دعا إلى التعاون في مجال المشروعات الخاصة بالحفاظ على التوازن الضروري بين احتياجات سكان الأرض وقدرة الكرة الأرضية على تلبية هذا الاحتياجات وهو ما يسمى بالتنمية المستدامة، ومن أهم أسس هذه التنمية الإيمان بالعملية التربوية طويلة المدى ودورها في الارتقاء بالوعي البيئي، وهو ما دعا صندوق البيئة الأوربي في عام 1995م حيث طالب بتعميم خطة المدارس الخضراء في أوربا بأسرها.
ظهر مفهوم المدارس الخضراء الذي يهدف لتطوير المؤسسات التربوية بيئياً، وقد بدأت العديد من دول العالم في الاهتمام بإنشاء المدارس الخضراء خاصة الدول الأوربية وذلك استجابة لدعوة مؤتمر الأرض وتوصيات صندوق البيئة الأوربي ، بهدف تقييم المدارس وفقاً للمعايير البيئية فيما يتعلق بالعملية التعليمية والتربوية وإدارة والمنشآت وسبل التعامل مع الموارد الطبيعية، وفي بداية عام 2005م طبقت هذه الخطة في أكثر من 700 ألف مدرسة في 42 دولة حول العالم.

2-10 الدارسات الخاصة بالمدارس المستدامة:

تعد المنظمة الأمريكية التعاونية للمدارس عالية الأداء collaborative for High performance schools (Chps) التي تأسست في نوفمبر1999 أول منظمة وضعت الخطوط والمؤشرات الرئيسة لموضوع المدارس المستدامة وشكلت مصدراً أساسيا للكثير من الدراسات والمشاريع .إحتوت هذه الدراسة مجموعة من المحاور إختصت بالموقع و المبنى وتصميم الظروف الداخلية وإعتبارات إجتماعية وتعليمية وإعتماد معايير التقييم البيئي التي وضعها المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء، كما وضعت الخطوات التي تساعد المخططين والقائمين على إنشاء المدارس على تحويلها إلى مدارس مستدامة وثم إختبار مدى إستدامتها وتقويمها.
إن الهدف من إنشاء المدارس المستدامة وبحسب الدراسة يتكون من جانبين مرتبطين مع بعض الأول هو إنشاء أبنية مدرسية يمكن لها أن تحقق أهداف العمارة المستدامة في حماية البيئة والحفاظ على الطاقة والمصادر وتقليل نسبة التلوث وهدر الموارد.
والجانب الثاني تصميم بيئة تعليمية داخلية وخارجية عالية الأداء، تعمل على خلق ظروف محفزة ترفع من أدائية التلاميذ في المدرسة وجعل المدرسة تعمل كأداة تعليم ثالثة إلى جانب المعلم والمنهاج التعليمي المتمثل بالكتاب[Kats , Gregory,2006]

2- 11معايير رئاسة الطاقة والتصميم(LEED):

في الولايات المتحدة الأمريكية وهي اختصار ل :
Leadership in Energy and Environmental Design
هذا المعيار تم تطويره بواسطة هيئة المبانى الخضراء الامريكية ، وتم البدء بتطبيقه في العام 1994 والى الان. والآن يتم منح شهادة (LEED) للبناء الأخضر للمشاريع المتميزة في تطبيقات العمارة المستدامة الخضراء في الولايات المتحدة وهذا النظام نظام تطوعى غير ملزم صادر عن هيئة المبانى الخضراء الامريكية U.S.Green Building Council(USGBC) ويعتبر (روبرت واتسون) الأب الروحى للمبانى الخضراء وهو عضو مؤسس فى هيئة المبانى الخضراء الامريكية منذ اوائل التسعينات.
إن معايير (LEED) تهدف إلى إنتاج بيئة مشيدة أكثر خضرة، ومباني ذات أداء اقتصادي أفضل، وهذه المعايير التي يتم تزويد المعماريين والمهندسين والمطورين والمستثمرين بها تتكون من قائمة بسيطة من المعايير المستخدمة في الحكم على مدى التزام المبنى بالضوابط الخضراء.

تنقسم شهادات (LEED) الى اربعة مستويات :
مصدق Certified وتكون النقاط بين40_إلى_49.
الفضىSilver وتكون النقاط بين50__إلى__59.
الذهبىGold وتكون النقاط بين60__إلى__79.
البلاتينىPlatinum وتكون النقاط من80 فما فوق.
جدول(2-2) توزيع النقاط لتقييم المبانى الخضراء:

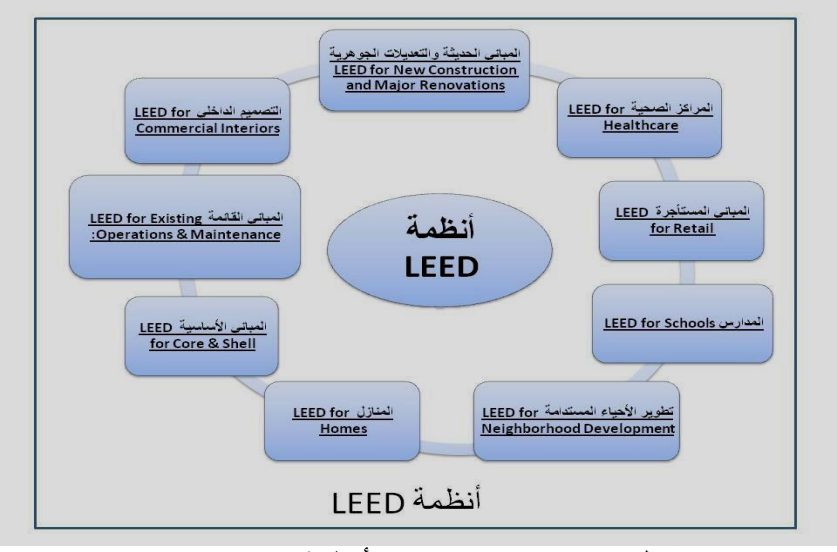
	تصميم وانشاء المباني	المباني القائمة
المجالات	النقاط	
الموقع المستدام	26	26
كفاءة استخدام المياه	10	14
الطاقة والغلاف الجوي	35	35
المواد والمصادر	14	10
جودة البيئة الداخلية	15	15
المجموع	100	100
النقاط الاضافية		
الابداع	6	6
الأولوية الجغرافية	4	6
المجموع	10	10
المجموع الكلي	110	110

المصدر/المبانى الخضراء ونظام التقييم LEED/م.سليم محمد زيد

12-2المدارسLEED for Schools :

يهدف الى إستدامة المدارس من الحضانة الى المدارس الثانوية.
كل انظمة التقييم (LEED) الخاصة بالمبانى تعتمد على ست مجالات رئيسية:

1 - الموقع المستدام Sustainable Site.
2 - كفاءة استخدام المياه Water Efficiency.
3 - الطاقة والغلاف الجوي Energy and Atmosphere.
4 - المواد والمصادر Materials and Recourses
5 - جودة البيئة الداخلية Indoor Environmental Quality.
6 - الابداع في التصميم (أو التشغيل) (Innovation In Design (or Operations.



شكل(2-3)يوضح مجالات أنظمة تقييمLEED
المصدر/المبانى الخضراء ونظام التقييم LEED/م.سليم محمد زيد

2- 13 عناصر المناخ:

1. الحرارة.
2. الضغط الجوي والرياح.
3. الرطوبة.
4. الامطار.

2-13-1 الحرارة:

يعتبر عنصر الحرارة من أهم عناصر المناخ، وتختلف درجات الحرارة في أنحاء العالم المختلفة اختلافًا كبيرًا .وللحرارة آثار واضحة على الإنسان والحيوان والنبات، كما أن للحرارة تأثيرا كبيرًا أيضًا على عناصر المناخ الأخرى مثل الضغط الجوي .ومن المعروف أن الحرارة عبارة عن تعبير عن قوة الطاقة الموجودة في أي جسم وبزيادة تلك الطاقة تزداد حرارة الجسم.

تعتمد حرارة الجسم على كمية الأشعة التي يمتصها وهي مقياس للطاقة الموجودة في المواد وتمثل إحساس الجسم بالبرودة والسخونة .ما مصدرها؟ المصدر الأساسي للحرارة هي الأشعة الشمسية حيث أن جميع العمليات الجوية التي تحدث في الغلاف الجوي للأرض تستمد طاقتها من الطاقة الشمسية الهائلة والناتجة عن تحول الهيدروجين إلى الهيليوم أما مصادر الطاقة الأخرى فلا تشكل إلا جزءا ضئيلا جدا لا يتعدى % 0.01 كطاقة الأرض والنجوم والمصانع والسيارات والتدفئة وغيرها وتختلف كمية الطاقة من مكان لآخر.

تعتبر الحرارة أهم عنصر من عناصر المناخ ذلك لأنها تؤثر على بقية العناصر الأخرى وللحرارة آثار على الإنسان والحيوان والنبات ومصدرها الأساسي هو الشمس التي تحمل أشعتها الضوء والحرارة في وقت واحد إلى الأرض وتكون عمودية على خط الإستواء ومائلة على خطوط العرض الأخرى وتنتشر أشعتها في كل الاتجاهات على شكل أمواج كهرومغناطيسية وبسرعة الضوء (3000 كلم/ث) ويصل الأرض جزء بسيط من مجموع الأشعة حتى تصل إلى الأرض.

- **ما هي العوامل المؤثرة في الحرارة؟**

1-الموقع الفلكي : موقع المكان بالنسبة لدوائر العرض له تأثير في ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة فالبعد عن دائرة الاستواء شمالا أو جنوبا يؤدي إلى اختلاف درجة الحرارة والعكس صحيح.

2-إختلاف الليل والنهار : يتعرض الغلاف الجوي وسطح الأرض معا للأشعة الشمسية لفترة أطول ولذلك يطول النهار في الصيف ويقصر في الشتاء ومعنى ذلك أن متوسط حرارة الصيف أعلى من متوسط حرارة الشتاء.

3-الغطاء النباتي:

لا شك أننا نلاحظ أن المناطق الصحراوية أكثر حرارة من المناطق الغابية لأن لغطاء النباتي يمتص أشعة الشمس ويقلل من كمية الحرارة التي تصل إلى الأرض.

4-المسطحات المائية : وظيفتها تلطيف درجة الحرارة في اليابس.

5-التيارات البحرية : تلطف حرارة السواحل فالتيارات الدافئة ترفع حرارة السواحل المارة بها والعكس بالنسبة للتيارات الباردة.

6-التضاريس : تنخفض درجة الحرارة بالارتفاع عن مستوى سطح البحر ومنه تكون قمم الجبال أبرد من سفوحها السفلى.

7-الامتصاص والانعكاس : تتوقف هذه العملية على لون الجسم المستقبل لأشعة الشمس فاللون الأسود يمتص كل الأشعة التي تصل إليه أما اللون الأبيض فيعكس كل الأشعة التي تصل إليه.

-قياس درجة الحرارة : تقاس درجة الحرارة عن طريق:

1. قياس الحرارة العادية.
2. قياس أعلى وادنى درجة حرارة.

- قسم الجغرافيون سطح الأرض إلى مناطق حرارية على أساس المتوسط السنوي لدرجة الحرارة ويمكن أن نلخص هذه المناطق في ما يلي:

جدول(2-3) تقسيم المناطق الحرارية:

المناطق	الموقع	المميزات
المنطقة الحارة	بين مداري السرطان والجدي	قلة التغيرات بين فصول السنة، المتوسط السنوي للحرارة 20°م، الحرارة تزداد في فصلي الربيع والخريف لتعامد الشمس عليها.
المنطقتان المعتدلتان	الأولى شمالية بين مدار السرطان والدائرة القطبية الشمالية والثانية بين مدار الجدي والدائرة القطبية الجنوبية	متوسط الحرارة السنوي حوالي 15°م كل منهما حارة في الصيف ومعتدلة في الشتاء
المنطقتان الباردتان	الأولى شمال الدائرة القطبية الشمالية والثانية جنوب الدائرة القطبية الجنوبية	متوسط حرارتها الشهري لا يتجاوز 10°م
المنطقتان القطبيتان		يقل فيهما المتوسط الشهري للحرارة عن 10°م على مدار السنة

المصدر/الجغرافيا المناخية/د.عبدالقادر حليمى

2-13-2 الضغط الجوي والرياح:

1/الضغط الجوي ليس له أثر مباشر على نواحي البيئة الطبيعية أو البشرية كما هو الحال في حالة الحرارة والمطر، غير أن له أهمية كبيرة في أثره على حركة الرياح وبالتالي على الأمطار.

قياس الضغط الجوي :من المعروف أن الضغط الجوي عبارة عن القوة الناتجة عن ضغط الهواءأو ثقله، وهذا الثقل يتغير من وقت لآخر غير أن الإنسان لا يشعر كثيرًا بهذا التغير في الضغط كما يشعر بتغيرات الحرارة مثلًا.

2/الرياح:

قياس اتجاه الرياح:

يستخدم في قياس اتجاه الرياح جهاز يسمى دوارة الرياح.

وتسمى الرياح بإسم الجهة التي تهب منها :أي الإتجاه الذي يشير إليه سهم دوارة الرياح :أي أن إتجاه الرياح يكون شرقيًا إذا هبت الرياح من الشرق .

جدول(2-4) درجة تعرض السطح للرياح:

درجة تعرض السطوح الخارجية	سرعة الرياح (متر / ثانية)	المقاومة الحرارية للسطوح (m2.k/w)	
		أ	ب
محمية	≤1 2	0.08* 0.06	0.01 0.07
معتدلة التعرض	3 4 5	0.05 0.04* 0.04	0.06 0.05 0.05
شديدة التعرض	7 ≤10	0.03 0.02	0.03 0.02

المصدر/العناصر المناخية والتصميم المعمارى /سعيد عبدالرحيم سعيد/جامعة الامام محمد بن مسعود الاسلامية2007

3-13-2 الرطوبة:

هي كمية بخار الماء العالق بالهواء أي الماء في حالته الغازية .ما مصدرها؟ تستمد الرطوبة من مصادر متعددة أهمها البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار والنتح من النباتات وأهم شيء في قياس الرطوبة معرفة نسبتها.

- **العوامل المؤثرة على الرطوبة:**

1-درجة الحرارة : بارتفاع درجة حرارة الهواء تزيد مقدرته على حمل بخار الماء والعكس صحيح.
2_المسطحات المائية : كلما وجدت البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار زادت كمية البخار وبالتالي ترتفع نسبة الرطوبة والعكس صحيح أي كلما قلت المسطحات المائية قلت نسبة الرطوبة في الجو.
3_الغطاء النباتي : ترتفع نسبة الرطوبة في المناطق التي تكثر فيها النباتات والعكس صحيح.
4_الرياح : إذا كنت سرعة الرياح كبيرة فإنها تساعد على زيادة عملية التبخر وبالتالي ترتفع نسبة الرطوبة ويحدث العكس إذا قلت سرعة الرياح تقل نسبة التبخر وبالتالي نسبة الرطوبة.

- **ما أنواع الرطوبة ؟**

1_الرطوبة المطلقة : هي كمية بخار الماء المجودة فعلا في الجو في درجة حرارة معينة وتقاس هذه الكمية بالغرامات في المتر المكعب الواحد من الهواء.
2_الرطوبة النسبية : هي النسبة المئوية لما يوجد في الهواء فعلا من بخار الماء في درجة حرارة معينة إلى المجموع الكلي لما يمكن أن يحمله الهواء وهو في نفس درجة الحرارة بتعبير آخر طاقة الهواء على حمل بخار الماء.

4-13-2 الامطار:

المطر وتركيز المطر ودرجة غزارته .وكذلك درجة إحتمال سقوط المطر أو عدم سقوطه.
فمن المهم أن نعرف متى يسقط المطر، وفي أي فصل من الفصول، إذ لا يكفي أن نعرف أن كمية المطر السنوي في مكان ما هي 40 سم إذ قد يسقط من هذه الكمية 34 سم في فصل
الصيف أو بالعكس، ولفصلية المطر أهمية كبيرة فيما يتعلق بالنباتات، ففي العروض الوسطى تستفيد النباتات من مطر الصيف أكثر من مطر الشتاء؛ ذلك لأنه في الصيف يأتي المطر مع إرتفاع درجة الحرارة وهو فصل النمو عندما تكون النباتات في حالة نشاط.
وفي العروض المدارية لا يهم كثيرًا في أي فصل من فصول السنة يسقط المطر، حيث إن الحرارة مرتفعة بإستمرار.

- **وللأمطار أنظمة عديدة موزعة على أنحاء العالم مايهمنا فيها هو:**

النظام الصحراوي الحار:

ابتداء من خطي عرض 11 درجة شمالًا وجنوبًا يأخذ المطر في الندرة، ويظهر في النظام الصحراوي ويمتد حتى خطي عرض 34 درجة شمالًا وجنوبًا خاصة في غرب ووسط القارات، ويلاحظ أن أطراف الإقليم الصحراوي المتاخمة للإقليم السوداني تنال أمطارها في فصل الصيف فتتبع في ذلك النظام السوداني .بينما الأطراف المتاخمة لإقليم البحر المتوسط تنال أمطارها في فصل الشتاء متأثرة في ذلك بالأعاصير التي تصيب إقليم البحر المتوسط في فصل الشتاء .ومن أمثلة الإقليم الصحراوي على أطراف الإقليم السوداني مدينة الخرطوم. [فايد 1982].
والمشكلة فى هذا النوع من المناخ هى الزيادة فى الحرارة اى الفقدان غير الكافى للحرارة من جسم الانسان،ويتميز ايضا بالاشعاع الشمسى العالى.ويبلغ متوسط درجة الحرارة لاشد شهور السنة حراة اكبر من 25درجة مئوية يصاحبها رطوبة نسبية منخفضة.واعلى درجة حرارة فى السنة حوالى 45درجة مئوية،واقل درجة حرارة يمكن ان تصل الى حوالى-10درجة مئوية،والمدى الحرارى السنوى كبير جدا والرياح قوية ولا تعوقها النباتات وهى فى الغالب محملة بالأتربة والرمال.وقد سجلت أعلى درجة حرارة عظمى فى ليبيا عام1922 وبلغت 58درجة مئوية فى الظل.[الوكيل/السراج/1989]

14-2 مناخ مدينة الخرطوم (منطقة الدراسة):

14-2-1درجات الحرارة:

تعتبر الخرطوم واحدة من المدن الرئيسية الأكثر حرارة في العالم. فقد تتجاوز درجات الحرارة فيها 48 درجة مئوية في منتصف الصيف، إلا أن المتوسط السنوي لدرجات الحرارة القصوى يبلغ حوالي 37.1 درجة مئوية، مع ستة أشهر في السنة يزيد المتوسط الشهري لدرجة الحرارة فيها عن 38 درجة مئوية، ولا يوجد في جدول حالة الطقس الخاص بالخرطوم معدلاً لدرجة الحرارة الشهرية العليا يقل عن 30 درجة مئوية، وهو ما تتم ملاحظته في جداول خاصة بمدن رئيسية أخرى ذات مناخ صحراوي حار مماثل كالرياض، أو بغداد أو فينيكس بولاية أريزونا .وفي كل الأحوال فأن درجات الحرارة في الخرطوم تهبط بمعدلات كبيرة خلال الليل، إلى أدنى من 15 درجة مئوية في شهر يناير / كانون الثاني وقد تصل إلى 6 درجات مئوية عند مرور جبهة هوائية باردة.

14-2-2الأمطار:

يسود الخرطوم فى معظم أشهر السنة المناخ الصحراوى الحار الجاف بإستثناء:
شهري يوليو / تموز وأغسطس / آب، حيث تسقط الأمطار المدارية الشديدة، بمعدل يزيد قليلاً على 155مليمتر سنوياً في المتوسط، وفي الفترة من ديسمبر / كانون الأول وحتى فبراير / شباط حيث تنخفض درجة الحرارة نسبياً.

وفي الشتاء وهي الفترة من ديسمبر / كانون الأول وحتى فبراير / شباط يكون الجو لطيفاً إلى حد ما، حيث تنخفض درجات الحرارة في الصباح وحتى الظهيرة وبعد غروب الشمس. وتتراوح درجة الحرارة خلال هذه الفترة ما بين 32 درجة مئوية 28 درجة مئوية.

14-2-3حركة الرياح:

ثمة ظاهرة مناخية في السودان تعرف بالهبوب وهو عبارة عن عاصفة ترابية نشطة تحدث في مناطق وسط السودان بما فيها الخرطوم وذلك عندما تهب رياح جنوبية رطبة في
شهرى مايو / أيار ويوليو / تموز ويمكن أن تقلل بشكل مؤقت مدى الرؤية إلى الصفر.

بجانب دراسة العوامل المناخية يراعى عند التصميم المناخى تأثير العوامل المحيطة بالموقع على المناخ المصغر(Micro Climate) الخاص به مثل طبيعة التضاريس وخصائص سطح الارض سواء كانت طبيعية او صناعية وما يحتويه الموقع من مبان وأسوار وأشجار.

جدول (2-5) بيانات مناخ ولاية الخرطوم(2014): [[1]الإرصاد الجوى/2014]

ELEMENT / Month الشهر	Mean Temperature °C متوسط درجات الحرارة		Relative Humidity % الرطوبة النسبية	Total Rainfall (MM) معدل سقوط الامطار	SUNSHINE DURATION (HOURS) مدة الاشعاع الشمسى	Wind الرياح	
	MAX. العليا	MIN. الصغرى				DIR.الاتجاه	SPEEDالسرعة (KNOTS)
January يناير	31.6	17.3	25	0.0	9.7	N	9
February فبراير	32.4	18.4	21	0.0	9.8	N	9
March مارس	37.4	23.1	14	0.2	8.8	N	10
April ابريل	40.9	27.4	16	TR	7.0	N	9
May مايو	41.0	28.4	17	4.6	7.8	N	8
June يونيو	42.0	25.0	21	TR	6.4	WSW	6
July يوليو	36.9	26.1	45	73.6	6.1	SW	10
August اغسطس	34.7	25.5	54	52.3	6.6	S	9
September سبتمبر	37.2	26.3	45	29.4	7.2	S	8
October اكتوبر	38.0	26.5	27	5.7	9.3	N	8
November نوفمبر	34.7	22.1	21	0.0	10.2	N	9
December ديسمبر	33.3	19.3	29	0.0	9.9	NNW	8
Total/annual المجموع				165.8			

ملاحظات:

Max = Maximum العليا

Min = Minimum الصغرى

Dir = Direction الاتجاه

Knot = 1.85 km/hr = 0.5 m/s

1.15 mile/hr = 1.69 feet/s

N = North الشمال

S = South الجنوب

W= West الغرب

E = East الشرق

TR = Trace

15-2 الأداء الحرارىThermal performance :

الأداء الحراري هو مدى استجابة تصميم المبنى بشكله وعناصره للظروف المناخية المتغيره يوميا وفصليا.

أما كفاءة الأداء الحراري فيقصد بها العلاقة المثلى بين تصميم المبنى وبين الأداء الحراري له وما لذلك من تقليل من الطاقة المستهلكة لتمكين المبنى من الوصول الى الراحة الحرارية للإنسان.

2- 16 الراحة الحرارية للإنسانThermal comfort:

الراحة الحرارية هي حالة الذهن التي تؤدي إلى شعور الإنسان بالرضا، هذا الرضا الذي لا يحدث إلا في حالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة من دون الحاجة للتعرق صيفا والارتعاش شتاء إن عملية تحديد مديات الراحة الحرارية تتمثل بعوامل أساسية وهى درجة حرارة الهوا ء، الرطوبة النسبية ، وسرعة الهواء ، وفعالية الإنسان وعازلية ملابسه.

تمثل منطقة الراحة الحرارية الظروف المناخية التى تتحقق عندها الراحة الحرارية لجسم الانسان ،ويفترض عند حدوث الراحة وصول النشاط الفسيولوجى لجسم الانسان اللازم لتنظيم درجة حرارته الى اقل معدل له حيث تتوفر ظروف الاستقرار الحرارى الخارجية فى كل من درجة الحرارة الجافة للهواء والرطوبة النسبية كما يفترض كذلك عدم وجود إشعاع شمسى مباشر مع سكون حركة الهواء.

17-2 الإتزان الحراري للإنسان Thermal equilibrum:

وتعرف حالة التوازن الحرارى للجسم بأنها الحالة التى تتساوى فيها الحرارة المفقودة مع الحرارة المكتسبة وذلك من خلال علاقة التبادل الحرارى بين جسم الانسان وجلده والعناصر المؤثرة المحيطة بهدف الحفاظ على المعدل الثابت لدرجة حرارة الاعضاء الداخلية للجسم ويمكن شرح اسس العملية الديناميكية الحرارية للتبادل:

$$S=M-W-E+(R+C)$$

حيث:

S=معدل التخزين ا لحرارى او المعدل الزمنى للتغيير الحرارى الذاتى للجسم.

M=معدل الميتابوليزم ويتناسب طرديا مع استهلاك الانسان للاكسجين.

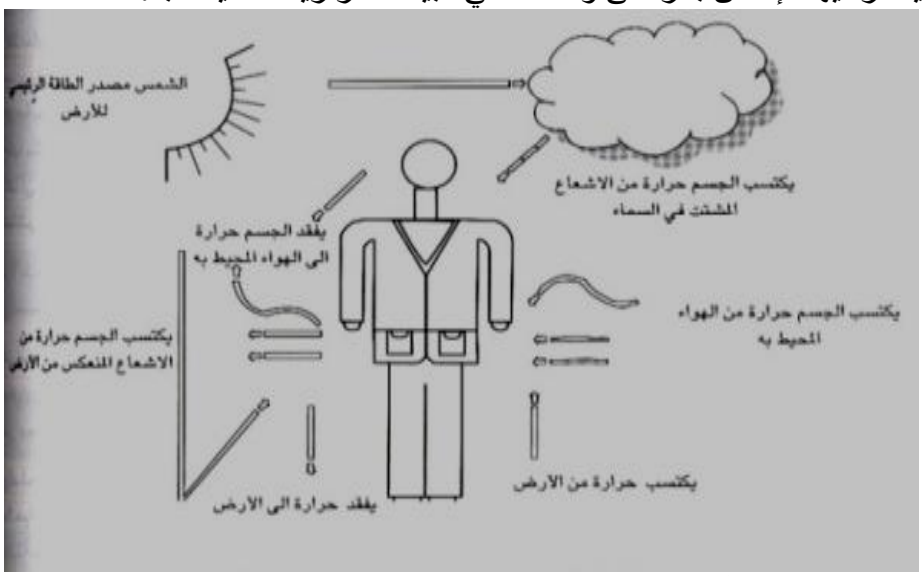
E=معدل الحرارة الكلية المفقودة عن طريق التبخير لسوائل الجسم.

R+C=التبادل الحرارى الجاف مع العناصر المحيطة بواسطة الاشعاع والحمل .

W=الغل الميكانيكى المنجز.

ويصل الانسان الى حالة التوازن اذا كان التخزين الحرارى S=صفر

أي الحالة التي يشعر فيها الإنسان بالرضى والنشاط في البيئة الحرارية المحيطة به.

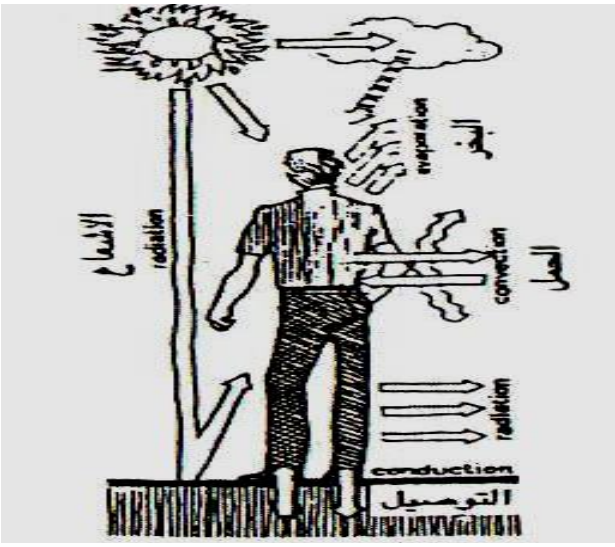


شكل(2-4)حالة التوازن الحرارى بين الانسان والبيئة

المصدر/دليل الطاقة والعمارة 1998

18-2 العوامل المؤثرة على الشعور بالراحة الحرارية :

يعتمد حدوث الإتزان بين الحرارة التى يكتسبها الجسم من البيئة المحيطة ،والحرارة التى تخرج منه على عدة عوامل يرجع بعضها الى البيئة المناخية (مثل درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية والإشعاع وحركة الهواء)وعوامل اخرى ترجع للانسان نفسه (مثل تأثير الملابس ونوعية النشاط والحالة الصحية وشكل الجسم) ومع فرض ثبات العوامل الفردية التى يستحيل قياسها بصورة دقيقة ،يمكن دراسة تأثير العوامل البيئية المناخية على شعور الانسان بالراحة الحرارية حيث يحدث التبادل الحرارى بين الجسم والبيئة المحيطة من خلال أربعة طرق:



Conduction	التوصيل
Convection	الحمل
Radiation	الأشعاع
Evaporation	البخر

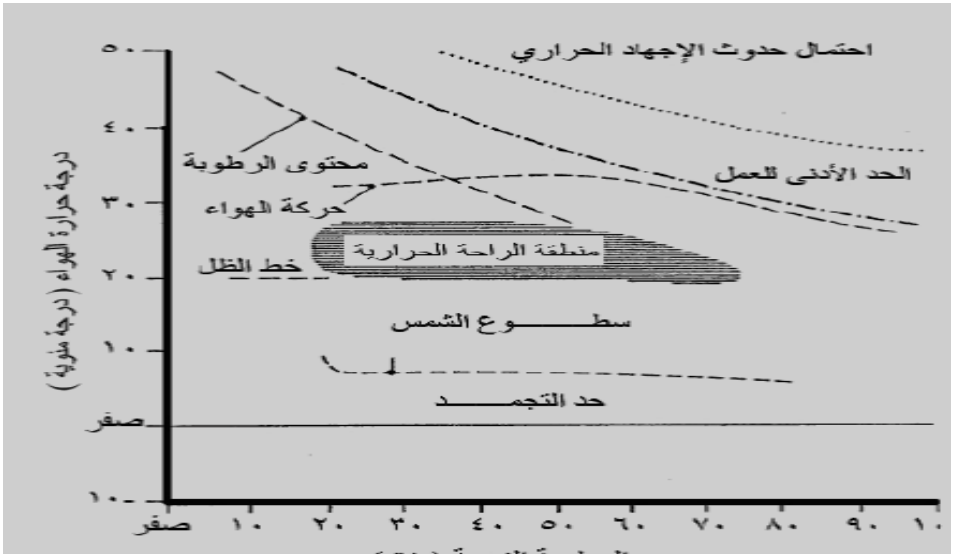
شكل(2-5) طرق إنتقال الحرارة(التبادل الحرارى)
المصدر/دليل الطاقة والعمارة1998

وقد وجد بالقياس ان الراحة الحرارية تتحقق للانسان عندما تتراوح كل من قيمة درجة الحرارة الجافة للهواء وقيمة الرطوبة النسبية وسرعة الهواء كما فى الجدول الآتى:
ويجب ملاحظة أن تلك القيم تقريبية الا انها تناسب غالبية الأشخاص الطبيعيين.

جدول (2-6) العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية:

العوامل المؤثرة علي الراحة الحرارية	حدود الراحة الحرارية[٤]
درجة حرارة الهواء ($\mathring{C}$) (مئوية): هي درجة حرارة الهواء المحيط بالسيلزيوس (مئوية) التي يشعر بها الإنسان أثناء العمل، تتم مراقبة هذا المعامل بالمجس المشترك لدرجة حرارة الحالة الصلبة والرطوبة النسبية للهواء.	٢٢ إلي ٢٧ درجة مئوية
الرطوبة النسبية (RH) (%): يعبر هذا المصطلح عن النسبة بين الضغط الجزئي لبخار الماء وضغط تشبع بخار الماء، يتم التعبير عن هذه القيمة في صورة نسبة مئوية.	٣٠ إلي ٧٠ %
سرعة الهواء (V_a) (م/ث): تعرف سرعة الهواء بمقدارها واتجاهها وتقاس بوحدات المتر/ الثانية، ترتبط هذه القيمة بالحركة اللحظية للهواء المحيط بمنطقة العمل.	الصيف ٠,٢٥ م/ث الشتاء ٠,١٥ م/ث

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

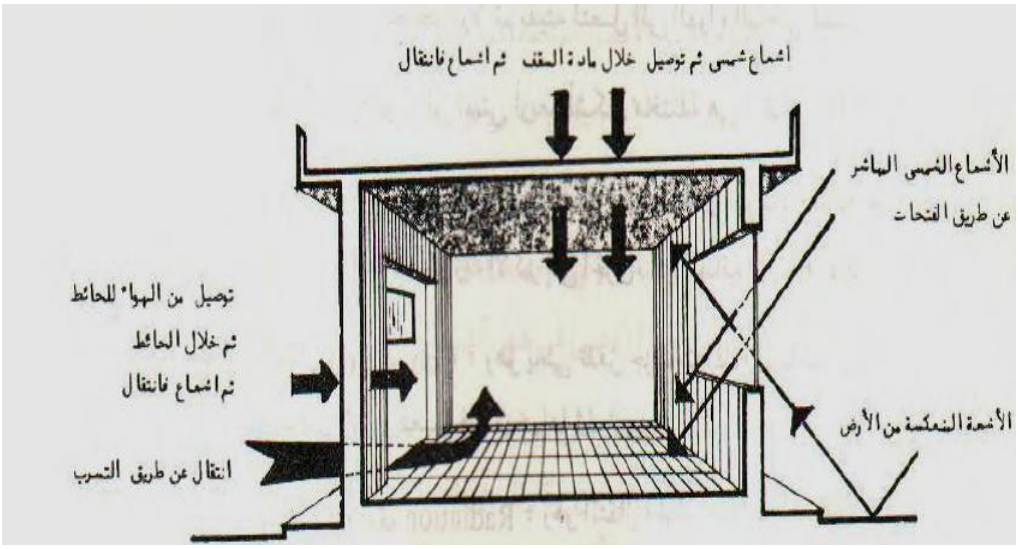


شكل (2-6) حدود منطقة الراحة الحرارية تبعاً لخريطة الراحة لفيكتور أولجياي:

Olgyay V.: Jersey, 1963

19-2 الأداء الحرارى بالمدارس:

تتميز الظروف المناخية بالمناطق الحارة الجافة بسماء صافية ومدى زمنى طويل من درجات الحرارة العالية والجو الجاف والتفاوت الكبير بين درجات الحرارة بالنهار عنها بالليل وفى هذه الظروف يكون الإهتمام الأساسى هو تقليل الإحساس بالحرارة والجفاف فى تلك المناطق.



شكل (2-7)النفاذ الحرارى من البيئة الخارجية الى داخل المبنى

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

2-19-1 العوامل التى يمكن ان تؤدى الى تدهور الأداء الحرارى بالمدارس:

- الإنحراف عن التوجه المثالي خصوصا للفراغات مثل الفصول الدراسية والمكتبة ومكاتب المعلمين والاداريين.

- الإفراط في منطقة الزجاج ('الإفراط في التزجيج ") مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة ويسبب الوهج وفقدان الحرارة عند انخفاض درجة الهواء المحيط.

- تركيب الزجاج حيث لا يمكن الحصول على الطاقة الشمسية خلال النهار والخسائر الحرارية خلال الليل التي لا يمكن السيطرة عليها.

-عدم وجود تظليل كاف أثناء فترات معينة من السنة وهذا يؤدي إلى الحصول على الأشعة الشمسية بصورةعالية (وخاصة على الحائط الغربي).

- التثبيت الخاطئ للحواجزالمشعة خلال الموسم الحار.

2-19-2 الأحمال الحرارية الناتجة من الفراغات التعليمية:

- أحمال حرارة خارجية وتتكون من:

1/ انتقال الحرارة خلال الحوائط الخارجية، الأسقف والأرضيات.

2/تأثير أشعة الشمس على الحوائط الخارجية، النوافذ والأسقف.

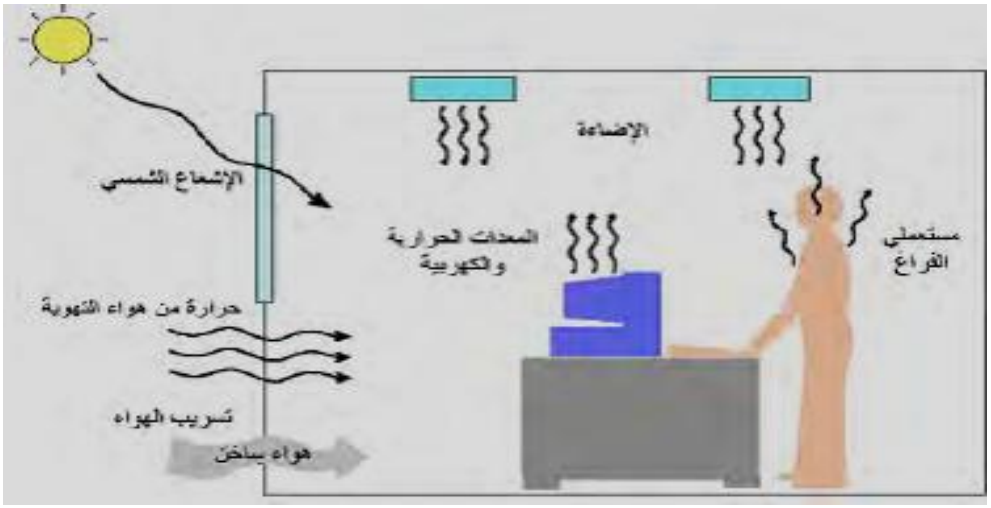
3/الحرارة المحمولة مع هواء التهوية والهواء المتسرب إلى فراغات المبنى.

- أحمال حرارة داخلية وتتكون من:

الحرارة التي يولدها شاغلي فراغات المبنى.

الحرارة الناتجة عن الإضاءة.

الحرارة الناتجة عن المعدات الحرارية والكهربية المتواجدة داخل الفراغ.



شكل(2-8)الأحمال الحرارية الناتجة داخل الفراغ

يتوقف معدل انتقال الحرارة على المقاومة الحرارية R لمكونات الحائط الخارجى بالمعادلة :

$$R= \Sigma \, K/\delta$$

(δ) تمثل سماكة المادة، (K)تمثل معامل التوصيل الحرارى.

جدول(2-7) معامل التوصيل الحرارى لمواد البناء:

المادة	معامل التوصيل الحراري (K)	المادة	معامل التوصيل الحراري (K)
طوب عادي	٠,٧٢	خشب	٠,١٤
طوب واجه	١,٣٠	رمل	١,٧٢
خرسانة	١,٧٢	فلين	٠,٠٣٦
سيراميك	١,١٠	صوف زجاجي	٠,٠٣٦
حجارة	١,٨٠	بولستيرين	٠,٠٤٠
مونة اسمنتية	٠,٧٢	بولي اريسان	٠,٠٢٣
مونة جبسية	٠,٨٠	زجاج	٠,٧٩

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

ويمكن تصنيف الحرارة التى يكتسبها المبنى الى:

1/حرارة محسوسة:وهى الحرارة التى تعمل على تغيير درجة حرارة هواء الغرف ومصادر الحرارة المحسوسة تتمثل فى الاتى:

-الحرارة المنتقلة عبر الحوائط الخارجية والاسقف والنوافذ والابواب المعرضة لاشعة الشمس.

-الحرارة الناتجة من الاضاءة الداخلية والمعدات وشاغلى الفراغ.

-الحرارة الناتجة عن تسرب الهواء خلال الشقوق والنوافذ والابواب.

-الحرارة الناتجة عن معالجة هواء التهوية.

2/الحرارة الكامنة:وهى عبارة عن الحرارة التى تعمل على زيادة رطوبة الهواء داخل الفراغ،وتتمثل المصادر فى الآتى:

-بخار الماء الناتج من مستخدمين الفراغ نتيجة التنفس والعرق. - الرطوبة المصاحبة لهواء التسرب والتهوية. - الرطوبة الناتجة عن العمليات داخل المبنى.

جدول(2-8) الحرارة الناتجة من الأشخاص داخل الفراغ:

حالة الإنسان	حرارة محسوسة (وات/ساعة)	حرارة كامنة (وات/ساعة)	المجموع (وات/ساعة)
جالس ومستريح	٦٦	٣١	٩٧
جالس ويعمل عمل خفيف	٧٢	٤٥	١١٧
يزاول عمل متوسط	٧٣	٥٩	١٣٢
واقف ويزاول عمل خفيف	٧٣	٥٩	١٣٢
يمشي ببطء	٧٣	٧٣	١٤٦
جالس	٨١	٨١	١٦٢
يزاول عمل علي منضدة	٨١	١٣٩	٢٢٩
عامل متحرك	٩٠	١٦٠	٢٥٠
الرقص	١١٠	١٨٣	٢٩٣
عامل يزاول شغل متوسط	٨٨	٢٠٤	٢٩٢
عامل يزاول شغل ثقيل	١٧٠	٢٥٥	٤٢٥
شخص يزاول رياضة	١٧٠	٢٥٥	٤٢٥

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

3-19-2 مايجب التركيز عليه عند دراسة الأداء الحرارى للمدرسة:

- **المنطقة المناخية:**

يجب الأخذ فى الإعتبار عند تصميم المبنى المدرسى:

1/داخل المبنى:

- درجة الحرارة التصميمية الداخلية شتاء وصيفا.
- التهوية والرطوبة النسبية المتوقعة.

2/**خارج المبنى:**

- درجة الحرارة الخارجية شتاء وصيفا.
- سرعة الرياح واتجاهها.
- شدة الإشعاع الشمسى وحركة الشمس وزاوية سقوط الأشعة.

- **الموقع الجغرافى للمدرسة:**

إن العوامل المرتبطة بموقع البناء - مثل التضاريس، و عناصر تنسيق المناظر الطبيعية، و المباني المجاورة، و المناخ الجزئي - تؤثر على إستراتيجيات التصميم الذاتي للمباني ذات الإرتفاعات الصغيرة. فالمواقع الموجودة جنوب الهضاب قد يصاحبها فرص ممتازة للإستفادة من الطاقة الشمسية في عمليات التدفئة، و تسخين المياه، و توليد الكهرباء.

والمواقع الموجودة شمال الهضاب قد تحد من دخول أشعة الشمس شتاءً، و هو الفصل الذي تحتاج فيها الفراغات المعمارية بشدة إلى التدفئة. و المباني المجاورة يمكنها حجب أشعة الشمس، و هي سمة لها عيوبها و مزاياها. ففي بعض الحالات قد ترمي المباني المجاورة بظلالها على مصفوفة من الخلايا الضوكهربائية فتقلل من معدلات توليد التيار الكهربائي و في حالات أخرى يمكنها بمنتهى الفاعلية حجب أشعة الشمس ذات زوايا الإرتفاع الشمسية المنخفضة من الدخول إلى الفراغات المعمارية من خلال النوافذ الغربية.

تأثير الموقع على الأداء الحرارى:

- على قمم الجبال:اكثر عرضة للاشعاع الشمسى والرياح.
- الأراضى المنبسطة (الشواطئ والسواحل)متوسطة التعرض للإشعاع الشمسى والرياح حسب التوجيه الجغرافى للأرض.
- الأراضى على الهضاب اوالتلال او سفوح الجبال:متوسطة التعرض للإشعاع الشمسى والرياح حسب التوجيه الجغرافى للارض.
- الوديان : قليلة التعرض نسبيا للإشعاع الشمسى والرياح والأمطار.

- **توجيه المبنى المدرسى:**

يعتمد إختيار التوجيه على عدة عوامل:

1/الإطلالة.
2/طبوغرافية الموقع.
3/الضوضاء.
4/الخصوصية.
5/العناصر المناخية مثل الرياح والإشعاع الشمسى.

من منظور الأداء الحراري - إستطالة المباني في إتجاه المحور الشرقي الغربي. فذلك الوضع يزيد من نسبة الواجهات المطلة على الإتجاه الشمالي و الجنوبي، مما يوفر دخول أشعة الشمس عند الحاجة إليها في التدفئة ، أن الشمس تكون مرتفعة جنوباً في السماء خلال الأشهر الحارة و تكون منخفضة جنوباً خلال الأشهر الباردة. و إذا تم وضع النوافذ مواجهة للإتجاه الجنوبي فإن شرفات الأسطح العلوية ، و وسائل التظليل، و التعريشات النباتية ستكون من أسهل وسائل التظليل التي تحجب أشعة الشمس خلال الأشهر الحارة بينما تسمح بدخولها إلى الفراغات المعمارية خلال الأشهر الباردة. كما أن إستطالة

المباني في إتجاه المحور الشرقي الغربي تسهل أيضاً من خلق إنارة داخلية متوازنة من خلال السماح بدخول الإضاءة الإنتشارية عبر النوافذ المطلة على الإتجاه الشمالي.

- **تأثير إرتفاع المبنى:**
  - درجة التعرض لعوامل الجو.
  - إهتمام اكثر لعناصر التصميم المؤثرة حسب درجة التعرض.
- **تأثير شكل الجدران:**
  - خشنة وبروزات معمارية فى الاماكن الحارة.
  - ملساة وناعمة بدون بروزات فى الاماكن الباردة.
- **تأثير شكل المبنى:**
  - المبانى العالية تكون اقل تهريبا للطاقة ولكنها تحتاج الى خدمات اكثر وهى اكثر عرضة للعوامل الخارجية.
  - المبانى المنبسطة ضحلة المسقط الافقى تكون اكثر تهريبا للطاقة ،اضاءة نهارية وتهوية طبيعية افضل.
  - المبانى عميقة المسقط الافقى تكون فيها اقل فقدان حرارى ،انارة صناعية وتهوية ميكانيكية وذلك لعدم تعرض جميع واجهاتها الى الخارج.
- **المحيط الخارجى للمبنى المدرسى:**

الانتقالية الحرارية:

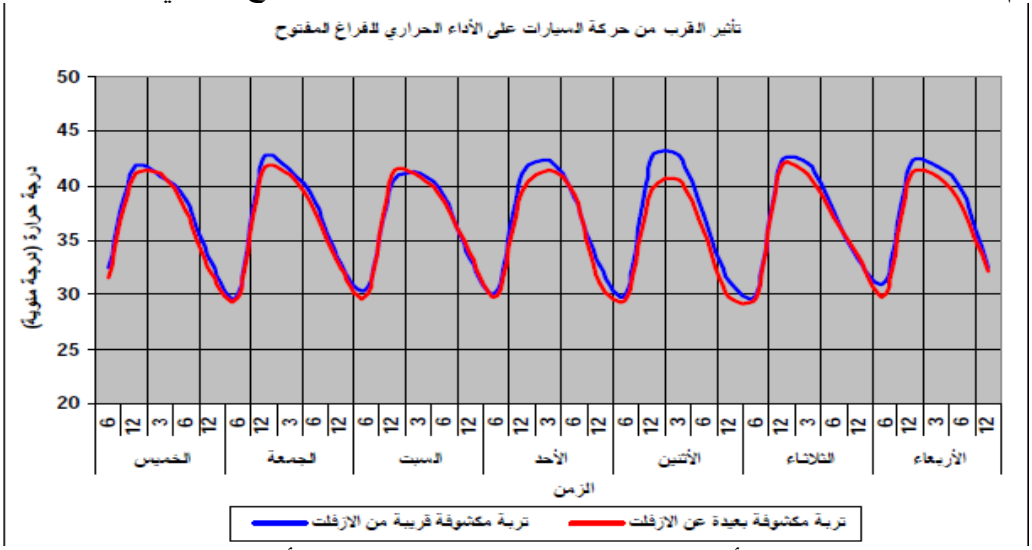
هى التيار الحرارى (واط) المنتقل خلال متر مربع واحد من العنصر الانشائى خلال طبقاته المختلفة بتأثير فرق درجة حرارة واحدة للهواء داخل وخارج المبنى.

كلما قلت قيمة الانتقالية الحرارية زادت قدرة العزل الحرارى وارتفعت نسبة التوفير فى الطاقة الحرارية المفقودة عبر اجزاء البناء الخارجية فى فترة التدفئة او التبريد.

تأثير حركة السيارات على الأداء الحرارى للمبنى المدرسى:

فى دراسة أجريت بالمملكة العربية السعودية:

وجد ان درجة حرارة الهواء في الموقع المفتوح القريب من حركة السيارات اعلى بشكل ملحوظ من الموقع البعيد قليلا، حيث يصل فرق درجة الحرارة بين الموقعين إلى ٢.٢ °م في فترة منتصف النهار، وما يقارب 9° م في فترة الصباح، و 1°م عند الساعة 3 عصرا، و 1.5° م عند الساعة 6 مساءا، وتصل إلى 7.1° م عند منتصف الليل . وهذا يرجع إلى تأثير مصدرالحرارة الناتج من المركبات وعوادم السيارات والانعكاسات الحرارية المنبعثة من الإسفلت على المناخ المحلي للمنطقة.



شكل (2-9)تأثير القرب من حركة السيارات على الأداء الحرارى

المصدر/ تأثير نوع المواد المستخدمة في الأرضيا ت على درجة حرارة البيئة المحيطة في المناطق المفتوحة الواقعة في مناخ حار وجاف/ د .وليد بن محمد أبانمي/جامعة الملك سعود 2009

•تأثير الأرضيات المجاورة لفراغات المبنى المدرسى على الاداء الحرارى:

1/الأرضيات الخرسانية(مظللة وغير مظللة):

أتضح أن د رجة حرارة الهواء فوق أرضية من الخرسانه المكشوفة لأشعة الشمس المباشرة تفوق المناطق المظللة في فترة الظهيرة بما يقارب 1.6° م.

كما تبين أن مادة الخرسانه غير مناسبة للإستخدام في أدوات التظليل، حيث أن مادة الخرسانة لها خاصية حفظ الحرارة في فترة النهار وإعادة بثها للهواء المحيط في فترة المساء والصباح الباكر عندما تكون حرارة الهواء المحيط أقل من حرارة سطح الخرسانة حيث تظهر النتائج أنه في الصباح الباكر متوسط الفرق في درجة الحرارة بين الفراغ المحاط بالخرسانه كالمظلات الخاصة بأماكن الجلوس أكبر من الفراغ المكشوف بأرضية خرسانة بما يقارب١°م وهذا المؤشر يؤكد أن الأداء الحرارى لمادة الخرسانة ضعيف سواء في فترة النهار أو الليل، لذلك العناية مطلوبة في إستخدام الخرسانة في أرضيات الأماكن المفتوحة والمظلات وأماكن الجلوس فى المدارس.

2/النجيلة الخضراء (مظللة وغير مظللة):

هناك ما يقارب 1.4° م كفرق بين أعلى درجة حرارة تم رصدها فوق أرضية من النجيلة الخضراء مكشوفة لأشعة الشمس المباشرة وبين مثيلتها مظللة بأشجار.

وتعمل الاشجار على حماية مناطق الجلوس من أشعة الشمس المباشرة وأيضا تساهم في زيادة نسبة التبخير الذي هو أحد المعايير الهامة في التبريد غير المباشر (PassiveCooling) المستخدم في التصميم البيئي، و أن الرطوبة النسبية تكون أعلى في المناطق المظللة بالأشجار بنسبة ٣ % في فترة منتصف الليل والصباح الباكر .وهذا يدل على أهمية التظليل بواسطة العناصر الطبيعية فوق مناطق الجلوس على أرضية من النجيلة الخضراء .ولكن العناية مطلوبة أيضاً في اختيار نوع ومكان أشجار التظليل حيث يجب أن لا تحجب هذا العناصر الطبيعية حركة الهواء في فترة المساء والصباح الباكر، فقد أثبتت الدراسات أن درجة حرارة الهواء فوق سطح النجيلة القريبة من الأشجار في وقت الفجر ومنتصف الليل أعلى من مثيلتها المكشوفة بما يقارب ١°م بسبب ضعف حركة الهواء وبالتالي يقل نسبة التبخير الذي هو السبب الرئيس في التبريد غير المباشر.

3/التربة (مظللة وغير مظللة):

تظليل التربة يمكن أن يساهم في خفض درجة حرارة الهواء المحيط ويمكن أن يحسن الآداء الحرارى في الفراغ المفتوح بما يقارب 1.5° م.

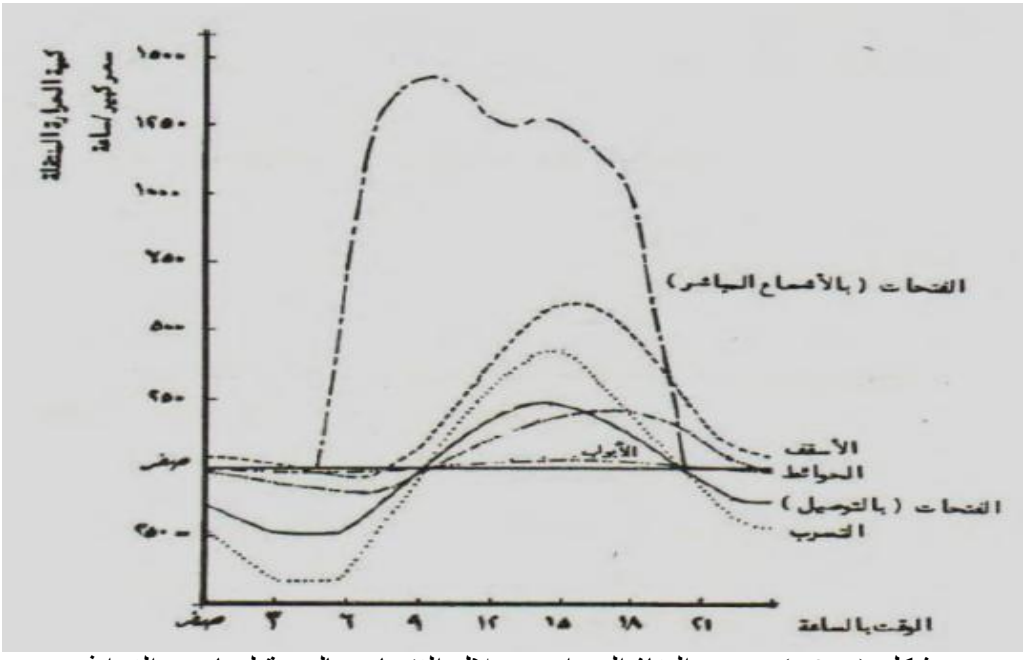
مما سبق يتضح مدى مناسبة تكثيف استخدام المناطق الخضراء في أماكن الجلوس وممرات المشاه في المدارس لتحسين الأداء الحرارى.[أبانمي/2009].

2-19-4 طرق تحقيق مبدأ السيطرة على أشعة الشمس من خلال:

1. التحكم بأبعاد النوافذ والفتحات.
2. إستخدام الكاسرات الشمسية.
3. لون أسطح المبنى الخارجية.
4. معالجة سطح المبنى.

1/ التحكم بأبعاد النوافذ والفتحات بالفراغات المدرسية:

النافذة تمثل نقطة الضعف إذ تعتبر المنفذ الرئيسي للحرارة، وعليه فان التحكم بأبعاد وشكل النافذة يلعب دورا هاما في الحد من أشعة الشمس و بالتالى الحد من درجات الحرارة والرطوبة داخل الفصول الدراسية وحجرات المدرسين والإدارة .



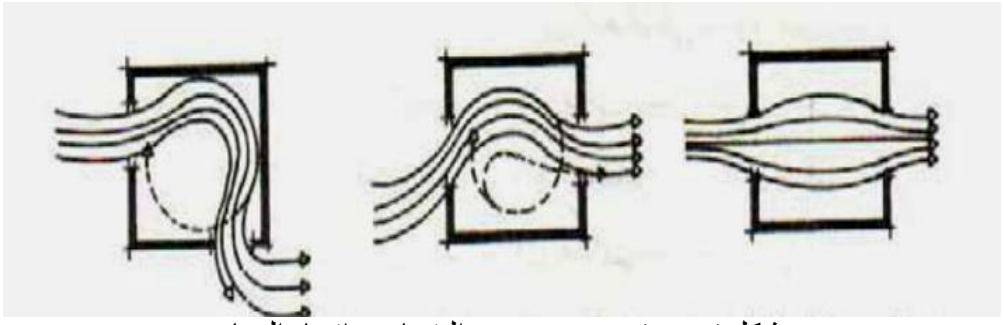
شكل (2-10)يوضح النفاذ الحرارى خلال الفتحات بالنسبة لعناصر الفراغ

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

- **وضع الفتحات :**

اثبتت الدراسات التى اجريت لمعرفة احسن وضع للفتحات بالنسبة لاتجاه الرياح كما يلى:

- عند وجود فتحتين فى حائطين متقابلين فى غرفة ، واحدى هاتين الفتحتين عمودية على اتجاه الرياح فان الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحة الى الفتحة المقابلة مكونا تيارا هوائيا مسببا نوع من الإزعاج ويجوب جزء صغير من ارجاء الغرفة ويؤدى الى عدم تجانس التهوية.
- عندما تكون الفتحتان فى نفس الوضع السابق اى متقابلتين ولكن الرياح مائلة على فتحة المدخل فان معظم الهواء يمر ويتحرك خلال الفراغ ويحقق تهوية اكثر تجانسا.
- يمكن الحصول على تهوية جيدة ايضا بوضع الفتحتين فى حائطين متجاورين مع تعامد إتجاه الرياح على فتحة الدخول.


شكل(2-11) يوضح وضع الفتحات وإتجاه الرياح

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

2/إستخدام كاسرات الشمس:

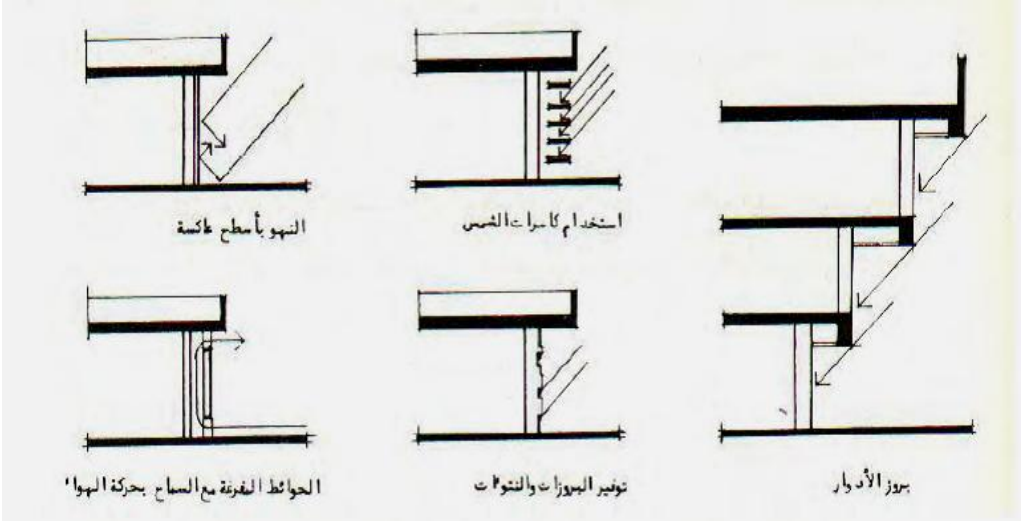
وتنقسم الى ثلاثة انواع:

1/كاسرات افقية.

2/كاسرات رأسية.

3/كاسرات مركبة(أفقية ورأسية).

وتختلف على حسب اتجاه الواجهة فمثلا:
تتعرض الواجهة الجنوبية لاشعة الشمس المباشرة في فترة منتصف النهار وتكون زاوية سقوط الشمس مرتفعة في الصيف ومنخفضة في الشتاء. وأفضل الوسائل المعمارية لمعالجة هذة الواجهات هو استخدام كاسرات الشمس افقية ،اما فى الواجهة الغربية فيفضل استخدام الكاسرات الرأسية.



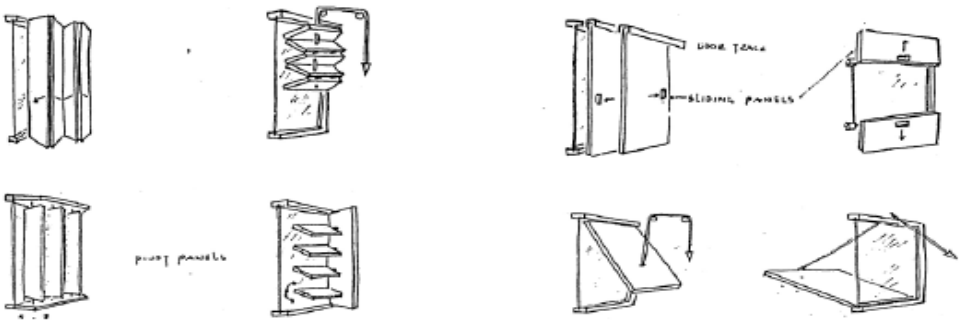
شكل (2-12) يوضح بعض معالجات الحوائط التى ترفع من كفاءة العزل الحرارى
المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

خاصية تتبع الشمس:

بعض أنظمة التحكم في وسائل التظليل تتضمن خاصية تعقب ضوء الشمس حيث تقوم بتوجيه الشفرات حسب اتجاه أشعة الشمس.

لتحقيق الاستفادة الكاملة من وسائل التظليل لا بد من أن تكون ممكننة: فوسائل التظليل التي تعمل يدوياً أقل استخداماً من الوسائل التي تعمل آلياً .كما انه يصعب تشغيلها في حالة النوافذ التي يصعب الوصول إليها أو الستائر والمصاريع الدوارة التي يتعسّر تشغيلها يدويا نظراً لثقل وزنها أوكبر حجمها.

إن المكننة هي الحل، وهي الطريقة الفعالة الوحيدة لاستخدام وسائل التظليل حيث أنها تعمل دون تدخل من أحد، وذلك من خلال أجهزة استشعار للطقس أو من خلال مؤقتات.
في بعض الحالات تكون وسائل التظليل الخارجية غير فعالة بصورة كبيرة،في هذه الحالة يفضل استخدام وسائل التظليل الداخلية . وهي تتكون من الأنواع التالية: الأنواع المنزلقة(Sliding)، الأنواع القابلة للطي (Folding) او الأنواع التي تثبت بواسطة أجهزة خاصة .



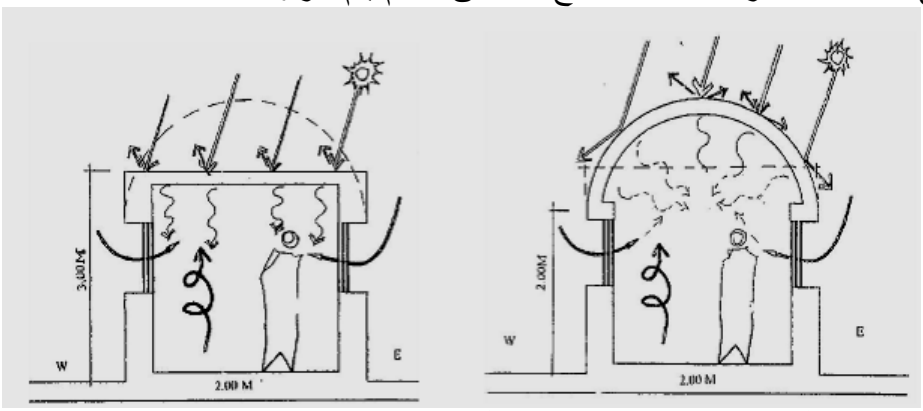
شكل(2-13)يوضح وسائل التظليل الداخلية
المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

3/الألوان:
الدهان باللون الابيض او الفضى يعكس جيدا الإشعاعات الحرارية لكنه فى الوقت ذاته يسبب زغللة غير مريحة لذا يستحسن الابتعاد عن الابيض الناصع واستخدام الالوان الفاتحة او الباهتة.
جدول(2-9) درجة الإنعكاس والإمتصاص والإنبعاث لبعض المواد والألوان:

المادة أو اللون	درجة الانعكاس	درجة الامتصاص	درجة الانبعاث
ألومنيوم مصقول	,٩٥	٠.ر	٠.ر
ألومنيوم مؤكسد	,٨٥	,١٥	,١٢
حديد مجلفن	,٧٥	,٢٥	,٢٥
دهان برونزى	,٥٠	,٥٠	٠.ر٥
دهان أبيض	,٨٨	,١٢	,٩٠
لون رمادى فاتح	,٦٠	,٤٠	,٩٠
رمادى غامق	,٣٠	,٧٠	,٩٠
اللون الأسود	,١٥	,٨٥	,٩٠

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

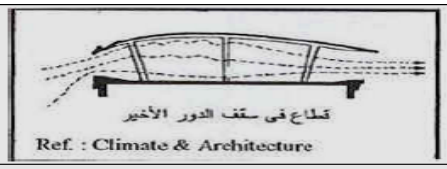
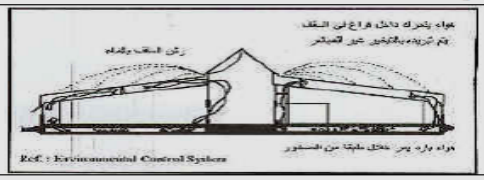
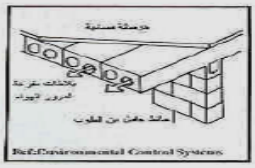
4/ أسـطح فراغات المبنى المدرسى :
تأثير شكل السقف:
- السقوف المنحنية والمنكسرة ،زيادة كمية الظل الذاتى والساقط.
- الاقبية: يجب توجيه المحور الرئيسى للاقبية وذلك لتحقيق اقصى استغلال لخواص القبو.
- الاسطح المسطحة اكثر اكتسابا للاشعاع الشمسى اذا لم يتم عزلها.



شكل(2-14) يوضح علاقة شكل السطح وإكتساب الإشعاع الشمسى
المصدر/التصميم المناخى/الزعفرانى،عباس محمد/2008

- تـتم الحماية والمعالجة بإبعـاد الإتصـال المادى المباشر بـين أشـعة الشمس والفراغ الداخلى للدور الأخير وتتخذ المعالجة عده بدائل كالتالى:
- عمل سقف مزدوج مفتوح من الجوانب .
- عمل سقفا مائلا إضافيا يوجه نحو اتجاه حركة الهواء
- زراعة الاسقف لتوفير عزل حرارى جيد

وبذلك يمكن تخفيـف الحرارة نتيجـة تقليـل مسـاحة السقف المعرضة لأشـعه الشمس العمودية وبالتالى يقل اكتساب الحرا رة بالإشعاع.
حلول خاصة باسقف المبانى المدرسية:

	
إقلال الاتصال المادي بين أشعة الشمس والفراغ الداخلي للدور الأخير بعمل سقف مائل إضافي له نفس شكل موجه الهواء ويوجه نحو الهواء، كما انه له ميزه تظليل سطح الدور الأخير.	حماية سطح المبنى المدرسي بعمل سقف مزدوج مفتوح من الجوانب.
	
رش الماء فوق سطح المبنى يقلل من الاكتساب الحراري أثناء النهار.	عمل سقف من بلاطات خرسا نية مفرغة تسمح بحركة الهواء، وتغطيتها بطبقة من ألواح خرسا نية مسامية للعزل.

شكل(2-15)يوضح طرق حماية الأسقف من الإشعاع الشمسى

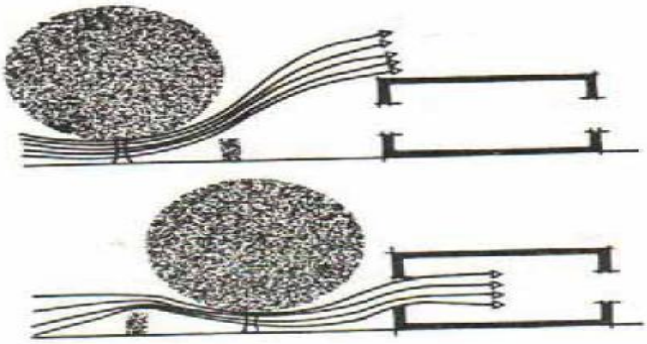
المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

تغطيه السقف النهائي بوحدات خرسا نية أو أسمنتية سابقة التجهيز على قوائم من الطوب أو على كوابيل حديدية كما هي المعالجة (بالمدرسة الألمانية بالدقي) مع ترك فراغات بين الوحدات والسقف العلوي.
عمل السطح العلوي من وحدات ذات فراغات داخلية يتحرك فيها الهواء بإستمرار وبالتالي ينفصل السقف إلى سطح خارجي ساخن وآخر داخلي بارد .
إستعمال السقف كحوض مياه، وهي ماده ذات سعة حرارية عالية-مع تغطيتها بألواح من البلاستيك أثناء النهار [على رأفت/1996].

5-19-2 حلول لتحسين الأداء الحرارى بالمدارس فى المناطق الحارة الجافة(مناخ الخرطوم):

1/يلعب اللون الخارجى الفاتح للمبنى دورا رئيسيا فى زيادة مقاومته لتدفق الحرارة بسبب خواص الانعكاس التى تقلل حدة النفاذ الحرارى خلاله.
2/تلعب كثافة مادة البناء دورا هاما فى رفع مقاومته الحرارية حيث يؤدى استخدام مواد ثقيلة ذات سعة حرارية كبيرة الى زيادة التخلف الزمنى مما يحافظ على درجات الحرارة ثابتة بالداخل لاطول فترة ممكنة.
3/يعطى إستعمال الحوائط المفرغة او المزدوجة نتائج طيبة للحد من نفاذ الحرارة حيث ان الهواء المحصور بين اجزائها يعمل عازلا حراريا .الا انه يجب تحريك الهواء بإستمرار بجعل فتحات اعلى واسفل الحائط الخارجى.
4/يعتبر إستعمال مواد العزل الحرارى مثل الصوف الزجاجى والفلين واللباد وغيرها من افضل الوسائل وتتميز بخفة الوزن مع امكان استعمال طبقات متعددة وباشكال متنوعة.
5/يجب زيادة مسطح الظلال على الواجهات وذلك لمعالجتها ضد أشعة الشمس .

6/الإستغلال الأمثل للرياح:



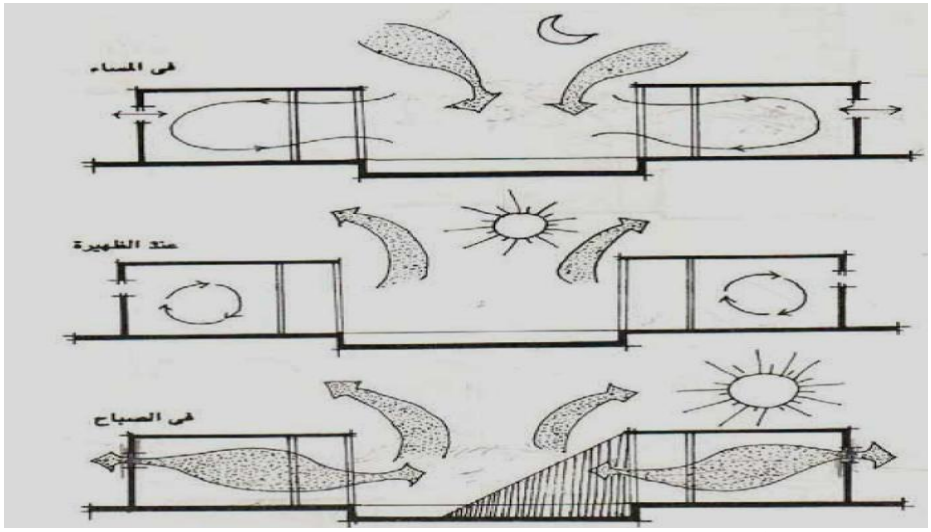
شكل (2-16) يوضح إستغلال الرياح لسحب الهواء داخل المبنى

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

2-19-6 الحلول التقليدية التى تم إستخدامها بالمدارس لتحسين الأداء الحرارى:

2-19-6-1 الفناء:

من أهم مميزات الفناء أنه يساعد على توفير التهوية والاضاءة الطبيعية الضرورية للفراغات ويتم تزيين الفناء بالعناصر النباتية والمائية التي تساعد على تحريك الهواء وترطيبه ومن ثم انتقاله إلى الفراغات المحيطة حيث عندما يتقدم المساء يبدأ هواء الفناء الداخلي الذي تسخنه الشمس مباشرة والأبنية بشكل غير مباشر بالتصاعد ويستبدل تدريجيا بهواء الليل المعتدل البرودة الآتي من الطبقات العليا ويتجمع الهواء المعتدل البرودة في الفناء ثم ينساب إلى الفراغات المحيطة فيبردها وبهذه الطريقة يعمل الفناء كخزان للبرودة.



شكل (2-17) يوضح الفناء الداخلى كوسيلة لتحسين التهوية

المصدر/المناخ وعمارة المناطق الحارة/شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج1989

فى بعض المدارس كان الحل هو تسقيف الفناء الداخلى بالمدرسة وقد اعتبر حل ناجح أدى الى تحسين الاداء الحرارى وقد تم استخدامه فى العديد من مدارس المملكة العربية السعودية.

صورة(2-1)

التسقيف باستخدام القطاعات المعدنية ثلاثية الأبعاد وتغطيتها بأنواع خاصة من القماش المقاوم للحريق وبألوان مميزة لإضفاء الحيوية على الفناء الداخلي.

المصدر/أبنية التعليم الأساسي بالمدن اليمينية / م .هشام هادي البيتي وآخرون/جامعة اسيوط 2008

2-19-6-2 مداخن الرياح الشمسية:

تم إستخدام هذا الحل فى مدرسة (ليسيه تشارلز ديجول) وهى مدرسة فرنسية مقامة فى دمشق افتتحت عام2008 من تصميم الفرنسى (اتيليه ليونAteliers lion)بالتعاون مع شركة الهندسة البيئية الألمانية .

إستراتيجية التهوية تقوم على إستخدام مداخن الرياح الشمسية كمنفذ لسحب الهواء الدافئ للخروج من الفصول الدراسية وسحب الهواء النقى ليحل محله ، ويوجه الهواء القادم للفصول الدراسية من خلال النوافذ،وذلك بجذب الهواء النقى من المناخ المظلل الموجود فى الساحات الخارجية ويوجه الى الفصول الدراسية من خلال قنوات سفلية ادنى الارض بالطابق الارضى ووظيفتها تبريد الهواء قبل ان يأتى الى غرفة الصف ،من خلال تقوية الاتصال مع الارض والتى لها درجة حرارة ثابتة على مدار العام، ونجد الواح للغلق والفتح للتشغيل داخل الفصول الدراسية للتحكم فى كمية الهواء.

توجه المداخن ناحية الجنوب وتغطى بطبقة من البولى مطلية باللون الاسود لاعتراض الاشعاع الشمسى فى اعلى المدخنة ،وهذا العزل يعزز من تحسين السحب داخل المداخن.

وفى اثناء الليل تتخلص المدخنة من الحرارة المكتسبة وتواصل فى سحب الهواء من النوافذ المفتوحة والقنوات الارضية للتبريد فى اليوم التالى.

صورة(2-2) المداخن الشمسية بمدرسة(ليسيه تشارلز ديجول)

المصدر/http://www.bonah.org

2-19-6-3 الإيوان:

الإيوان يستخدم بصفة خاصة فى عمارة المدارس الإسلامية منذ عصر السلاجقة وهي قاعة مسقوفة بثلاثة جدران فقط، ومفتوحة كليّاً من الجهة الرابعة .وقد تكون مُقَنطرة ودائماً بلا أبواب .وتطلّ على صحن مكشوف، وقد يتقدّمها رواق .وربّما اتصلت بِقاعات وغرف متعدّدة حسب وظيفة البناء الموجودة فيه.. وتشتمل المدرسة على فناء مربع أو مستطيل قد يفتح عليه إيوان واحد هو إيوان القبلة، أو إيوانات متقابلات أو أربعة أواوين محورية أكبرها إيوان القبلة ومن أبرز أمثلتها فى مصر مدرسة السلطان حسن بالقاهرة، ويعد إيوان القبلة بها أكبر إيوان بعد إيوان كسرى.

شكل(2-18) مسقط أفقى لمدرسة السلطان حسن بالقاهرة
المصدر/http://fathibashier.blogspot.com

2-19-6-4 المشربيات:

تم إستخدامها فى مدرسة بغزة المعماري ماريوكوتشينيلا(2012MarioaCucinella).
المشربيات التي يشيع استخدامها في العمارة الإسلامية التقليدية للتقليل من أشعة الشمس القاسية المكتسبة، ولتعزيز التهوية الطبيعية. وعادة تستخدم هذه التقنية فى التصميم السلبي على نطاق صغير فى النوافذ مثلاً ،ولكننا نرى فى هذه الصورة أن المجمع بأكمله محمي من الشمس بهذه الطريقة.

صورة(2-3) مدرسة غزة
المصدر/http://www.startimes.com

2 -20 الخلاصات:

2-20-1البيئة المدرسية تؤثر بصورة كبيرة على مستوى أداء الطلاب والتى يمكن ان تكون جاذبة او طاردة ومفهوم المدرسة المستدامة الخضراء مفهوم يعمل على تحسين البيئة المدرسية للطلاب من ناحية والإلحاق بركب التطور من ناحية أخرى.

2-20-2 الدعوة إلى جعل المباني أكثر ملائمة للمناخ المحلي في الأقاليم الحارة الجافة،ويجب أن يتكيف المبنى مع المناخ و عناصره المختلفة .

2-20-3 إستعمال جميع الموارد المناخية و الطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الإنسان داخل المبنى لكى يطلق على هذا المبنى بأنه متوازن مناخيا .

2-20-4 دراسة المناخ المحيط بموقع المدرسة المختار لعمل المعالجات التصميمية الملائمة من الناحية البيئية والإقتصادية لتحسين الأداء الحرارى.

الفصل الثالث
معايير التقييم الخاصة بمفهوم المدارس الخضراء المستدامة

3-1 مقدمة:
يتناول هذا الفصل محاور تقييم المدرسة المستدامة والمنهجية المتبعة فى ذلك ومراحل تصميم المدرسة الخضراء المستدامة .
ومن ثم عرض الأسس التصميمية والتخطيطية المتفق عليها عالميا للمدارس ،وذلك تمهيدا للوصول إلى عرض المعايير التى من خلالها تتحقق الإستدامة فى المدارس.
حيث ركز الفصل بعد ذلك على كيفية تطبيق هذه المعايير بالمدارس وكيفية توظيف الطاقات المتجددة فى المبانى المدرسية، ومعايير جودة البيئة الداخلية بفراغاتها،وأثر البيئة الخارجية فى إستدامة المدارس،ومن ثم عملية التأهيل والصيانة للمدرسة الخضراء المستدامة .

3-2 المنهجية المتبعة لتقييم الإستدامة في تصميم المدارس:
تقييم مباني المدارس School Building Assessment Method :
(SBAM).هو تقييم مستويات التصميم المعمارى للمدارس ومدى توافقها مع الوسط المحيط ومجاراتها للتنمية العمرانية.

3-2-1 محاور التقييم:
هناك عدة محاور تتفرع عن برنامج تقييم المدارس (SBAM) وتختص تلك المحاور بمستويات التصميم العمراني للمدرسة، كما وتدرج عدة بنود تحت كل محور، وبدورها تتحلل لنقاط توجه مع بعض جلها نحو تقييم عناصر المدرسة .وهنا سيتم إدراج محاور برنامج التقييم:
أولاً /الموقع الخاص للمدرسة(دراسة المكان):
1. محيط مبنى المدرسة.
2. (المداخل) مكان اتصال داخل المدرسة أو المبنى بالخارج.
3. أنظمة الحركة.
4. المشاركة الإجتماعية.
5. البنية الخضراء، و(الأماكن التعليمية الخارجية) في الهواء الطلق.

ثانياً /دراسة التأثير البيئى:
1. التصميم البيئي للمبنى (كفاءة التبادل الإيجابى مع البيئة وإستخدام وسائل الطاقة المتجددة).
2. المناطق الخضراء.
3. البيئة التعليمية.

ثالثا /البيئة الصفية:
1. الراحة الحرارية.
2. المشاركة الاجتماعية(مدى تعزيز الفراغات الموجودة في المباني للترابط الاجتماعي بين الطلاب أنفسهم وبين المدرسة والمجتمع المحلي).

خامساً /درجة الأمن والسلامة: مدى توفر بيئة خارجية وداخلية آمنة للطلاب من حركة المرور.
سادساً /المظهر البصري: لتحفيز التلاميذ على حب المدرسة والمشاركة في تطويرها .
سابعاً /الإنطباع العام: الإنطباع العام للطالب والمدرس عن البيئة التعليمية.[سمر يوسف إسماعيل/2011].

3 3 مراحل التصميم للمدرسة الخضراء المستدامة:

آلية التصميم البيئى:
هى الية إدارة التصميم المستدام ضمن المراحل التالية:

1-3-3 مرحلة ماقبل التصميم:
- تطوير الأفكار المستدامة.
- تحديد أهداف إستدامة المشروع.
- تحديد الأولويات.
- تطوير برنامج البناء.
- تحديد ميزانية المشروع الأولية.
- تحديد خصائص فريق عمل الإستدامة.
- تحديد الإستراتيجيات العامة.
- تحديد الجدول الزمنى.
- مراجعة القوانين والمواصفات القياسية.
- متابعة الأبحاث البيئية الحديثة.
- إختيار الموقع المستدام.

2-3-3 مرحلة التصميم:
- تأكيد المواصفات المستدامة.
- إختيار الحلول المستدامة وتطويرها.
- مراجعة الميزانية.

3-3-3 مرحلة تطوير التصميم:
- مراجعة الحلول المستدامة.
- تطوير الأنظمة المستدامة.
- مراجعة الميزانية.

4-3-3 مرحلة التوثيق:
- توثيق المواد والأنظمة المستدامة___ مراجعة الميزانية.

5-3-3 مرحلة التعاقد:
- تأكيد الحلول المستدامة.
- تحديد الميزانية النهائية.
- توقيع العقد.

6-3-3 مرحلة التنفيذ:
- مراجعة وتنفيذ الخطط المستدامة.
- إستخدام الموارد والانظمة المستدامة.
- الإختبارات وتدريب فرق العمل على الأنظمة.

7-3-3 مرحلة التشغيل:
- الفحص النهائى للمبنى__ الصيانة وتقييم المبنى [زيد/2009].

4-3 الأسس والمعايير التخطيطية والتصميمية للمدارس:

- **المعايير التخطيطية للمدارس:**

هى المعدلات والمعايير الصادرة من الهيئة العامة للأبنية التعليمية ،وتختلف من بلد الى آخر.

جدول(3-1) المعايير التخطيطية المتبعة في بعض الدول للمدارس الإبتدائية الأساسية:

الرقم	المعيار	ولايات متحدة أمريكية	عربياً			عالمياً
			مصر	العراق	لبنان	
.1	عدد الطلبة	500-800	840	200-500	240-960	250-1200
.2	مساحة الموقع (دونم)	22-110	8.5-10	2-5	5-10	31-79
.3	المساحة المبنية (دونم)	9-24	2.04-4.2	2.5-1.75	1.01-3.25	8.82
.4	نسبة المساحة المبنية %	18.22-40.9	24-42	26-35	20-32	11.2-28.5
.5	نصيب الطالب من مساحة الموقع ($م^2$)	44-137.5	10-11.9	10	10-21	25-35
.6	نصيب الطالب من المساحة المبنية ($م^2$)	18-30	2.4-5	2.6-3.5	3.4-4.2	7.3-35
.7	عدد الفصول	20	24	6-16	6-24	8-38
.8	عدد الطلبة في الفصل	30-32	35	30	40	30-32
.9	المسافة بين السكن والمدرسة (م)	400-800	400-800	500-75	400-800	400-800
.10	الموقع بالنسبة للشوارع	فرعي	فرعي	فرعي	فرعي	فرعي

المصدر/دراسة اليونيسكو 1419ه

- **تعريف المعايير التصميمية:**

هي تلك المبادئ (Principles) والمحددات (Determiners) التي من خلالها يستطيع المهندس المعماري أن يضع التصميم المعماري الناجح للمبنى محققاً فيها الأصول المعمارية المتعارف عليها عالمياً.

3-4-1المعايير الخاصة بإختيار موقع المدرسة:

1/الطبوغرافيا:

وتؤثر تأثير مباشر على إختيار وتصميم الموقع،فالأراضى شديدة الإنحدار تحقق معدلات منخفضة لكفاءة الاستغلال وتتطلب معالجة خاصة من التكلفة العامة للمبنى ولذلك نجد ان الميول من 0_1% ميل ضعيف ولا يحقق مستوى ملائم لتصريف المياه.

الميول من1__5%حد امثل حيث لا يتطلب معالجة .

الميول من5__10%يحتاج عناية خاصة فى توظيفه ويؤدى الى اتجاه حلول غير تقليدية.

الميول من 10__15%يفضل معالجتها على أساس توظيف وحدات البناء بحيث تكون متصلة وعلى مستويات موازية لخطوط الكنتور وذلك للتحكم فى كميات الحفر والردم.

2/التربة:

وتؤثر التربة بصورة مباشرة على مرونة المبنى نظرا لإرتباط تصميم اساسات المبنى بقدرة التربة على التحمل ويتطلب الامر اجراء إختبارات لمعرفة خصائصها الطبيعية والميكانيكية ، وتتعطى الأولوية عند اختيار المواقع التى تتصف بقدرة عالية للتحمل ولا تتطلب معالجة خاصة للاساسات بعمق اكثر من 2متر.

3/الموقع الآمن:

يُعد اختيار موقع المدرسة من أهم العوامل المؤثرة في أمن المستخدمين وسلامتهم.

4/بعد الموقع عن الملوثات:

يعطي اليونسكو أهمية كبرى لبعد الموقع عن الملوثات:

يجب أن يكون موقع المدرسة بعيدًا عن أسباب الملوثات مثل النشاطات الصناعية حيث الدخان والروائح الكريهة و يجب التأكد من عدم وجود مصادر تلوث في إتجاهات وصول الرياح إلى الموقع.

5/شبكات الطرق المحيطة بالموقع:
1/أولوية إختيار المواقع التى تتوافر لها إمكانية تحقيق متطلبات الأمن والأمان حسب ماتفرضه الإشتراطات المتعارف عليها.
2/يراعى ان يكون الموقع على مسافة ملائمة من تقاطعات الطرق الرئيسية مع توفير رصيف للخدمة بعرض لايقل عن 2متر.
3/يفضل إختيار المواقع التى تقع على شوارع ذات نهاية مغلقة مع مراعاة ان تكون عرض الشوارع ملائمة (10متر كحد أدنى).[Boman & Enmarker, 2004]

6/شكل الموقع:
1/ يؤثرشكل الموقع على المرونة في استغلاله ويزداد هذا التأثير بصفة عامة عندما تقل مساحة الموقع عن ٢٠٠٠ م ٢.
2/ تستبعد المواقع ذات نسبة إستطالة تزيد عن ١: ٣ وخاصة إذا كان محورها الطولي في إتجاه شرق – غرب.

7/بعد الموقع عن مصادر الضجيج:
تم إجراء العديد من الدراسات النظرية والتجريبية على مشكلة الضجيج ، وأثرها في أداء الطلاب، والمعلمين، وصحتهم، ونفسياتهم.
وذكرت دراسات اخرى أن المعلمين والطلاب المعاقين يشتكون من الضجيج ومصادره أكثر من الطلاب الطبيعيين كما إتضح أن الضجيج الصادر من الداخل ,أو الخارج يؤثر سلبيّا في مستوى القراءة، وتحصيل الدرجات، والإنتباه، ويرفع الضغط. [Boman & Enmarker, 2004]

3-4-2الإعتبارات التصميمية الخاصة بعناصر المدرسة:

اولا/ مدخل المدرسة:
1/ ان يكون معبر عن نفسه يرحب بالقادم للمدرسة ،وبعيدا عن الشوارع السريعة او ان يقع على شارع فرعى لسلامة الأطفال.
2/ من الأفضل وجود مدخل خاص بالمدرسين وآخر للطلاب وقد يكون من الأفضل فى بعض التصميمات وجود مدخل واحد للمدرسين والطلاب والزوار.

صورة(3-1)تميز مدخل المدرسة
المصدر/www.design share.com

ثانيا/الفراغات التعليمية :

1/الفصول الدراسية:

جدول(3-2) يبين مساحة الطالب فى الفصل بإختلاف الدول:

الدولة	المساحة الصفية (م^2)/ طالب	عدد الطلبة	مساحة غرفة الصف (م^2)
الولايات المتحدة	1.96	32	42
ألمانيا	1.72	32	55.25
إنجلترا	1.9	32	60.75
فرنسا	1.96	32	63
تايلاند	1.5	48	54
الهند	1.4	48	43.47
مصر	1.57	35	54.9
الأردن	1.5	36	40.75
اليابان	1.27	40	50.63
فلسطين	1.19	44	50.73

المصدر/ اليونسكو ,١٤١٩ , قسم السياسة التربوية والتخطيط" , المنشآت التربوية :معاييرها ومقاييسها :التصميم والبناء والتكاليف" الوحدة الثانية.

حسب ما أشار النمرة (2004) ، تمثل مساحة فراغات الفصول الدراسية حوالي 60 - 70%من مساحة الفراغات المغلقة والمكونة للمبنى المدرسى فى السودان 1م2 لكل تلميذ داخل الفصل الدراسى.
ويوصي بأن لا يقل صافى إرتفاع الفصل عن 3.0 متر،كما يجب الايذيد عرض الصف عن 6متر ولاتقل مساحة الصف عن 38متر2،والأفضل الايذيد بعد آخر مقعد عن السبورة عن 7متر.

2/المكتبة:

- تحتاج الى إضاءة طبيعية جيدة وتهوية جيدة.
- يستحسن وضعها فى الطابق الأرضى .
- كمساحة يجب ان تتناسب مع عدد الطلاب ، وان تكون مجهزة بأثاثات وأرفف تتناسب مع الفئات العمرية للتلاميذ .
- يراعى طلاء الحوائط بمادة عازلة للصوت لتوفير الهدوء ،كذلك مادة التشطيب للارضيات يجب ان تكون عازلة للصوت.
- ان تكون فى موضع متوسط يسهل الوصول إليه وليست منزوية لتشجيع الطلاب لدخولها.

صورة (3-2) مراعاة أحجام الاثاثات فى المكتبة بما يتلائم مع مدارس الأساس
المصدر/www.design share.com

3/المعامل(معمل العلوم،معمل الحاسوب):
المعامل تحتاج الى تصميم خاص ومعدل التهوية يجب ان يتوافق مع المواد الخطرة المستخدمة فى المعمل ،فمعمل العلوم يحتاج الى اضاءة مركزة صناعية وبعض التفاعلات لا تحتاج الى تهوية طبيعية .
معمل الحاسوب يحتاج الى التهوية الميكانيكية نسبة لطبيعة الاجهزة التى تحتاج الى تكييف. وتحتاج المعامل الى تأمين ضد الحوادث مثل الحريق . كما يجب ان تجهز بأثاثات خاصة ووضعية معينة تمكن الطلاب من الرؤية .

4/ القاعة متعددة الاغراض:

- تستخدم للموسيقى والتمثيل والرسم وغيرها من النشاطات ، ولكن فى بعض المدارس لا تكون كل النشاطات بقاعة واحدة.
- لاتقل عن 120 متر مربع بطول ضلع 10 متر على الأقل .
- يفضل ان تلحق بها شاشة للعرض،وغرفة للكواليس والتجهيزات تكون الغرفة بمساحة 10مترمربع.
- تحتاج الى تهوية طبيعية ولابد من تجديد هوائها 3 مرات فى الساعة لانها تكتظ بالاشخاص.
- تزويدها بستائر غامقة اللون فى حالة استخدامها للعرض.
- تزويدها بأرفف وعارض خشبية لعرض أعمال الطلاب.

ثالثا/ القسم الإدارى بالمدرسة:

- ويشتمل على الاتى :المدير وغرفة سكرتارية،الوكيل،مكاتب الاساتذة،الحسابات،غرفة اجتماعات،غرفة اسعافات اولية،حمامات،ارشيف،صالة استراحة للاساتذة.
- مبنى الادارة يفضل ان يكون بعيد من الباحة الخارجية الخاصة بالالعاب لتوفير الهدوء ، مع قربه من المدخل الرئيسى وربطه بالفصول الدراسية لزيادة المراقبة.

رابعا/ الساحات الخارجية:
تحتوى على اماكن جلوس مظللة وغير مظللة وأماكن لعب الطلاب المنتظمة (الملاعب) وغير المنتظمة.
جدول(3-3) يوضح المساحات الخارجية المطلوبة فى المبنى المدرسى للطالب الواحد:

عناصر المدرسة	المعدل	عدد الطلاب في المدرسة		
	م٢ / للطالب	٢٠٠	٤٠٠	٨٠٠
المبنى	٣.٦	٧٢٠	١٤٤٠	٢٨٨٠
الحديقة / الفناء	٠.٥٠	١٠٠	٢٠٠	٨٠٠
الكرة الطائرة	٢	٤٠٠	٨٠٠	١٦٠٠
كرة القدم	مساحة ثابتة (٥٠× ٩٠)	٤٥٠٠	٤٥٠٠	٤٥٠٠
حركة / وتجوال	١.٥	٣٠٠	٦٠٠	١٢٠٠
مواقف سيارات	١	٢٠٠	٤٠٠	٨٠٠
المجموع		٢م٦٢٢٠	٢م٧٩٤٠	٢م١١٧٨٠
المجموع الكلي	إضافة ١٠%	٢م٦٨٤٢	٢م٨٧٣٤	٢م١٢٩٥٨
مساحة الموقع للطالب		٢م٣٤	٢م٢٢	٢م١٦

المصدر: اليونسكو، قسم السياسة التربوية والتخطيط ١٤١٩هـ ./١٩٩٨م، المنشآت التربوية معاييرها

3-5النظام الإنشائى بالمدارسSTRUCTURAL SYSTEMS :

3-5-1 هنالك إعتبارات يجب مراعاتهاعند إختيار النظام الهيكلى للمدرسة:

- **عمر المبنىBUILDING LIFE** :

معظم المدارس الجديدة تفضل النظم الهيكلية طويلة الامد والحد الأدنى من الصيانة،لذلك تخفيض التكلفة الأولية للانشاءعادة ما يرافقه إرتفاع تكلفة الصيانة ومن ثم قصرعمر النظام.

- **السلامة من الحرائقFIRE SAFETY:**

تشجيع إختيار النظام الهيكلى المقاوم للحريق مثل الصلب المقاوم للحريق والخرسانة، والحزم..الخ

- **الإعتبارات الزلزاليةSEISMIC CONSIDERATIONS :**

ان يكون لديه القدرة على تحمل الزلازل باجراء الاختبارات والحسابات اللازمة وحسب نوع التربة لذلك يجب وضعها فى الاعتبار عند اختيار النظام الهيكلى.

- **المرونةFLEXIBILITY :**

نظام الحوائط الحاملة والهياكل الخشبية والهياكل المعدنية هو الأكثر إستخداما منذ القدم فى المدارس وحتى الآن، ولكن نلاحظ إنعدام عنصر المرونة وعدم مراعاته اثناء عملية التصميم .

فإن إختيار النظام الإنشائى لا يجب ان يحد من عملية التوسع المستقبلى رأسيا او افقيا.

النظم الهيكلية للمدارس نادرا ما تكون معقدة، مقارنة مع أنواع البناء الأخرى، واحدة من التحديات التي تواجه مراقبة التكاليف هي عدم وجود التكرار.

فمبنى المدرسة يحتوى على مناطق مختلفة من حيث الارتفاع والحجم والتشطيب وحتى انظمة المرافق لذلك ادارة التكلفة من الصعب تحقيقها فى مبنى المدرسة.

صورة (3-3)يوضح كيفية إستغلال المساحات مابين الفصول الدراسية على المستوى الرأسى لتجمع الطلاب

المصدر/http://www.cartwrightpickard.com

الرغبة فى تحقيق المرونة فى المبنى المدرسى تدفع معظم المدارس الى إستخدام الفواصل المتحركة partitions للفصل بين الفراغات او داخل الفراغ الواحد،وهذا يعتبر حمل اضافى يغفل المهندسين من حسابه مع الحمولة الكلية .

- **الجماليات فى النظام الانشائى:**

تعتبر عنصر مهم يجب مراعاته عند تصميم النظام الهيكلى للمدرسة.

صورة (3-4) الجماليات فى النظام الإنشائى بالمدارس

Lincoln Elementary School, Lincoln, Massachusetts. HMFH Architects

3-6معايير تحقيق الإستدامة:

تم إستنباط هذه الأسس وفقا لما جاء فى المصادر الآتية:

- Washington Sustainable Schools Protocol Criteria for High Performance Schools2010 Edition
- Sustainable Design Guidelines June 2005
- www.psdschools.org
- دولة الإمارات العربية المتحدة United Arab Emirates /(مقترح) معايير المباني الخضراء الجديدة2010.

3-6-1الإستدامة فى المبنى المدرسى:

1/التوجيه الصحيح للمبني المدرسى:

مراعاة التفاصيل المناخية الدقيقة المرتبطة بالنسيم ،والرطوبة ،والغطاء النباتي وطبوغرافية الموقع العوائق المرتبطة بالموقع والحرارة المكتسبة من الشمس وحركة الرياح.

2/جعل المبنى المدرسى مرن وقابل للتطوير:

إن تغير متطلبا ت التعليم، والتطور السريع في صناعة الوسائل التقنية وتطور المناهج تتطلب توفير مبنى مرن قابل للتغيير الأفقى والرأسى، والتطور دون بذل وقت طويل أو مال كثير ، كما أن أعداد الطلاب دائما في تغير متباين مع الزمن.

3/تحقيق مبدأ الامن والسلامة بالمبنى المدرسى:

ذكر ديبونج أن ما يعادل 80% من تحقيق مبدأ السلامة في المبنى يعتمد على تصميم المبنى وجودته وأشارت دراسات اخرى إلى وجود الكثير من حوادث السقوط في المدارس بسبب التزاحم الشديد بين الطلاب في أماكن التجمعات كالمقصف المدرسى ، والسلالم . يتطلب تحقيق مبدأ السلامة الإهتمام بتصميم المدرسة وأسلوب توزيع الفراغات بما يتناسب مع عدد الطلا ب.[DeJong, 1999]

ولتحقيق مبدأ السلامة فى الساحات الخارجية بالمبنى المدرسى يتطلب ذلك التقليل من عددية المداخل وتصميم الإنارة الخارجية وفصل حركة المشاة من حركة السيارات وعدم التفريغ على شارع رئيسى،مع تصميم المناظر الطبيعية والحد من الأماكن المخبأة من الأنظار.

4/جعل شبكة الحركة واضحة وتساعد ملاحظة الطلاب:

تصميم المدرسة وممراتها الرئيسية وصالات التجمع والمداخل ، والمخارج لابد أن تكون سهلة وواضحة للطلاب ، وكذلك مفتوحة، وتساعد في مراقبة الحركة للحد من السلوكيات غير المحببة .

و لفهم بيئة المدرسة وتصميمها:

يمكن للمصمم خلق اختلافات بصرية تساعد على توجيه الطالب داخل المدرسة بعدة طرق منها : تغيير لون الجدار، والنوع، أو الملمس/ تغيير في الأرضيات/ إستخدام الإضاءة لتسليط الضوء على مناطق معينة/ تغيير من معالجات الاسقف/ ترتيب الأثاث وتنوعها.

5/تجانس المبنى المدرسى مع البيئة المحيطة:يعد إعتبار تخطيطى مهم مع أنه لاتوجد دراسات علمية مباشرة تتعلق بتأثير تجانس المبنى مع البيئة المحيطة فى التحصيل العلمى للطلاب ،فإن تحقيق هذا الإعتبار يحظى بقبول كبير من قبل المعماريين والمخططين.[عبدالعزيز سعد/2005]

3-7محاور المبنى المدرسى المستدام وفقا لمعايير (LEED):

- ولتحقيق مبادئ الإستدامة يجب التركيز على ستة محاور وفقا لمعايير(LEED) للمبانى المستدامة الخضراء:

1. الموقع المستدامSustainable Site.
2. كفاءة إستخدام المياهWater Efficiency.
3. كفاءة إستخدام الطاقة Energy Efficiency.
4. المواد والمصادرMaterials and Resources.

5. جودة البيئة الداخليةIndoor Environmental Quality.
6. الإبداع فى التصميم(أو التشغيل)(Innovation In Design(or Operations.

[Brendle Group,2005]

1-7-3 الموقع المستدام Sustainable Site:

هنالك سبعة ملامح على الأقل تميز موقع المدرسة المستدام:

1. يشمل التنوع الحيوي.
2. يتطلب مدخلات منخفضة بعد الانشاء (على سبيل المثال المياه، ، العمالة، والأسمدة، ....وغيرها).
3. الإتصال بالنظم الطبيعية بالمنطقة.
4. يستخدم المواد الخضراء كلما كان ذلك ممكنا.
5. الرؤية من الداخل.
6. ينظم التدفئة والتبريد للمبنى (التظليل والتوجيه الصحيح والخضرة...).
7. يعزز صحة ورفاهية المجتمع والإقتصاد المحلي و يشارك المجتمع في بنائه والاستخدام.

ويجب ان يكون موقع البناء مصمم بشكل جيد يتيح الطاقة الطبيعية مثل الطاقة الشمسية ودمج الظروف الطبيعية لتحسين الأداء للمبنى. وبالإضافة إلى ذلك، فإن تصميم المدارس المستدامة يشجع البدائل غير الملوثة النقل.

تحديد المواقع التي يعيش فيها 50٪ على الأقل من الطلاب داخل المسافات التالية من المدرسة:

- المدارس الابتدائية: في غضون ميل واحد.
- المدارس المتوسطة: في غضون ميلين.
- المدارس الثانوية: في غضون أربعة أميال.

1/النقل العام:

حدد موقع المدرسة ضمن ½ ميل من السكك الحديدية للركاب أو محطة السكك الحديدية الخفيفة، أو داخل ¼ ميل واحد أو أكثر من خطوط الحافلات. في المناطق الريفية والضواحي، مع خدمة السكك الحديدية ومع عدم توفر النقل العام، يجب توفير النقل الخاص إلى المدرسة. يمكن أن توفر وسائل النقل العام تخفيضات كبيرة في تأثيرات الطاقة.

توفير الممرات والارصفة الخاصة بالدراجات ، وتوفير الوسائل المناسبة لتأمين الدراجات بنسبة 5٪ على الأقل من شاغلي المبنى في مدرسة ابتدائية أو متوسطة، و 3٪ من شاغلي المبنى في المدرسة الثانوية.

2/تقليل وقوف السيارات:

توفير مواقف بمعدل 5٪ من الموظفين والطلاب لمركبات الوقود البديل:

carpoolsأو vanpool،ومواقف بمقدار لا يتجاوز 2.25 من المساحة في الفصول الدراسية،بالاضافة لمواقف بنسبة 20٪ من الطلاب في المدارس الثانوية. أو ثلاث three spaces per classroom من مساحة الفصول الدراسية للابتدائية والإعدادية .

3/ان يحقق الموقع مبدأ الإستدامة الإجتماعية:

جعل جزء من المدرسة للإستخدام المشترك من قبل المجتمع المحلى:

الإستخدام المشترك يمكن أن يكون له فوائد كبيرة، بما في ذلك زيادة الأمن داخل الحرم المدرسى وتحسين الإندماج في المجتمع، وإنخفاض تكاليف الإستحواذ للموقع والبناء. وينبغي أن يكون للمناطق التعليمية إتفاقات رسمية لجميع مستخدمي المبنى في المكان قبل الإشغال. إستخدام مخصص لا يمنع من إستخدام المدرسة . إذا كان من المناسب، ولكن ينبغي أن يكون هنالك إتفاق خطي رسمي لتحقيق هذا الائتمان.

هذا يعنى أن تكون المدرسة مركزا حيويا، وثقافيا،وتجاريا لسكان الحي من خلال إقامة حفلات خاصة ،ومعارض، وأسواق فصلية.

4/خفض حرارة الموقعReduce Heat Islands - Site:

توفير الظل بمعدل 30٪ على الأقل من المساحات غير المسقوفة، بما في ذلك مواقف السيارات والممرات والساحات العامة.... الخ ،أو استخدام المواد عالية البياض / ذات الألوان الفاتحة (الانعكاس من 0.3 على الأقل) بمعدل30٪ من المناطق الغير مسقوفة بالمدرسة.

توظيف إستراتيجيات التصميم والمواد والتصاميم والمناظر الطبيعية التي تقلل من إمتصاص الحرارة من المواد الخارجية، مع ملاحظة متطلبات البياض / الإنعكاس في الرسومات والمواصفات.و توفير الظل بإستخدام الأشجار الملائمة للمناخ والشجيرات الكبيرة، والتعريشات والهياكل الخارجية ذات الغطاء النباتي و إستخدام الخرسانة، أو القضاء على الأسفلت بإستخدام اجزاء الاسمنت والخرسانة(pavement system).

2-7-3 كفاءة إستخدام المياهWater Efficiency :

تقليل إستهلاك المياه المستخدمة للشرب في ري المزروعات بنسبة 50 % على إعتبار منتصف فصل الصيف هو المرجع.والتخفيض يجب أن يأخذ في الإعتبار العوامل التالية:

1. معامل نوعية النباتات (اختيار النباتات الملائمة للمناخ المحلى) وكفاءة إستخدام نظام الري.
2. حصاد مياه الأمطار.
3. إستخدام المياه المعالجة.
4. تخفيض إستهلاك المياه الداخلى بالحمامات بتركيب أجهزة ذات كفاءة عالية تحد من إستهلاك المياه.
5. التحكم فى المياه المستخدمة للتبريد.

1/التحكم بالتدفق والتسريب للمياه بالموقع:

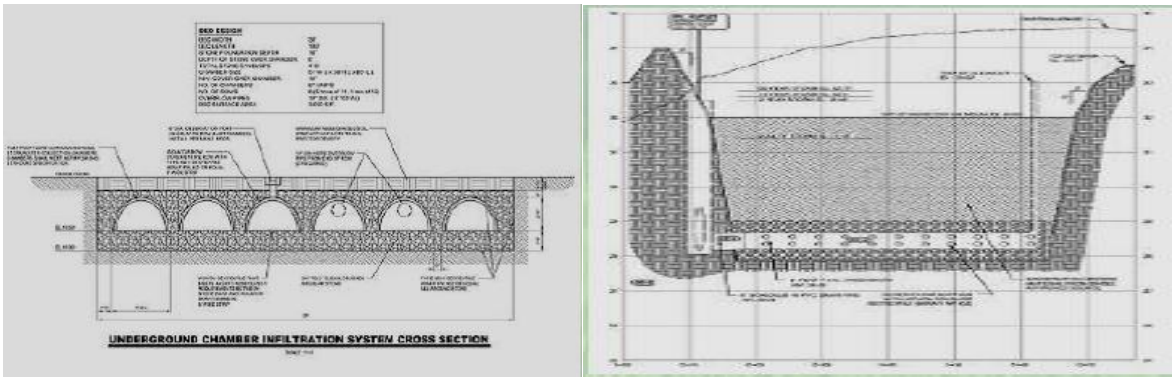
- توجيه سريان مياه الامطار نحو الحدائق. وتعظيم الإبقاء على مياه الأمطار في التربة من خلال حماية التربة الموجودة في الموقع التي لديها تسلل عالية ، اوبإستخدام حدائق المطرbioretention .
- إستخدام النباتات المحلية أو الأنواع القابلة للتكيف ،و الحد من الأسطح مع زيادة الغطاء النباتي.
- عدم ربط المياه المجمعة من الأسقف بواسطة المواسير وربطها بالمياه المستخدمة للرى لأن ذلك يؤدى الى تدفق المياه وصعوبة تصريفها.
- إستخدام بدائل من الأسطح(مثل أسطح مزروعة) و تقنيات لا إنشائية (مثل الحدائق المطرية أو أراضي منخفظة مزروعة أو فصل المناطق غير النفاذة (الصماء) أو اعادة تدوير مياه الأمطار) للتقليل من كمية الملوثات من خلال زيادة الترشيح.

صورة(3-5) نظام تجميع مياه الامطار /South Dover Elementary School

المصدر/Lessons in Green: Sustainable School Design Brad A. Hastings, AIA, LEED AP

2/التقليل من مياه الصرف الصحى:

تحديد خلاطات ذات كفاءة عالية مثل الأنظمة المركبة للحمامات وإستخدام شطف المراحيض بدون ماء لخفض حجم مياه المجاري. باعتبار إعادة إستخدام مياه الأمطار أو المياه الرمادية لتفريغ المياه العادمة أو أنظمة معالجة المياه العادمة في الموقع (ميكانيكية أو طبيعية). خيارات معالجة المياه العادمة في الموقع تتضمن نظام لإزالة مجموعة المغذيات العضوية، وأنظمة الترشيح عالية الكفاءة.



شكل (3-1) نظام غرفة الترشيح البيولوجى تحت الارض/South Dover Elementary School

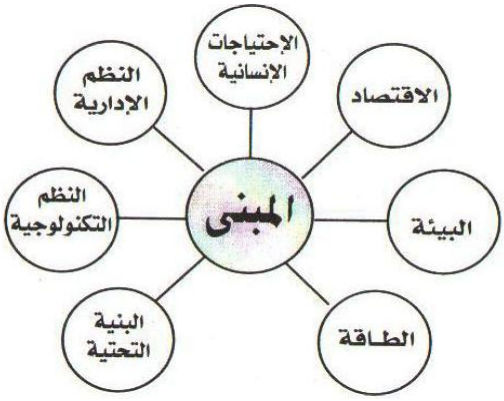
المصدر/Lessons in Green: Sustainable School Design Brad A. Hastings, AIA, LEED AP

3/الترسيب والسيطرة على تآكل التربة:

- وضع خطة الرواسب بالموقع والسيطرة على تآكل التربة يعتبر من أفضل الممارسات الإدارية التي حددتها وزارة الخارجية واشنطن (Western Washington: Volume II)وتحدد الخطة تحقيق الأهداف التالية:
- منع فقدان التربة أثناء عملية البناء عن طريق مجاري مياه الأمطار أو التعرية الريحية، بما في ذلك حماية التربة السطحية من خلال تخزينها لإعادة استخدامها.
- الحفاظ على الغطاء النباتى الطبيعى وحماية الممرات المائية .

3-7-3 كفاءة إستخدام الطاقةEnergy Efficiency :

1/العوامل المؤثرة على إختيار طرق ترشيد الطاقة فى المبانى:



شكل(3-2)العوامل المؤثرة على إختيار طرق ترشيد الطاقة

المصدر/دليل الطاقة والعمارة 1998/ا.د عادل يس محرم واخرون

2/إجراءات المحافظة على الطاقة:

1/ عدم الإفراط فى التبريد وإزالة الرطوبة والرفع من مستوى درجة الحرارة والرطوبة المطلوبة والتخفيض من كميات الهواء المتسربة وغير المرغوب فيها.

2/التخفيض من الحرارة الناتجة من أشعة الشمس من خلال التظليل وإستعمال العاكسات.

3/التخفيض من التبادل الحرارى من خلال الجدران والأسقف من خلال العزل الحرارى والتظليل والأسقف الخضراء .

4/التخفيض من الأحمال الداخلية الناتجة عن الإضاءة والأجهزة الكهربائية من خلال ترشيد الإستهلاك.

5/الإعتماد على الهواء الخارجى للتبريد كلما سمحت درجة الحرارة بذلك.
6/إستعمال المجففات لإزالة الرطوبة من الهواء.
7/تجهيز الأنظمة الحرارية بوسائل التحكم فيها مثل نظام إدارة المبانى.
8/اللجوء الى مصادر الطاقة المتجددة.
9/الصيانة المنتظمة لأنظمة التكييف.
10/العزل الحرارى بإستخدام مواد لها خواص عازلة للحرارة يساعد على ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية بمعدل40%. [سليم محمد زيد2009]

3/مكونات نظام الطاقة المستدام:

وضع أنظمة لإدارة الطاقة لمراقبة الطاقة المستهلكة ،ويشتمل على الآتى:
1/أجهزة إستشعار لمعرفة تغيرات درجة حرارة الهواء الخارجية .
2/أجهزة إستشعار لمعرفة تغيرات حالة الأجهزة مثل أجهزة الإضاءة الذى يجب ان يتكون من نظام داخلى وخارجى للتحكم الاتوماتيكى للضوء.
3/أجهزة إستشعار لمراقبة إستهلاك الكهرباء والغاز الطبيعى وتدفق المياه.
4/أجهزة إستشعار لمراقبة غاز CO_2 داخليا وخارجيا.[MA-CHPS- 2009]

4/إستخدام الطاقات المتجددة بالمبنى المدرسى Renewable Energy:

توظيف تكنولوجيا الطاقة المتجددة في الموقع لتزويد جزء من الطاقة للمبنى. وتشمل أنظمة الطاقة المتجددة:
- الشمس.
- الرياح.
- الطاقة الحرارية الأرضية (لا تشمل المضخات الحرارية).
- خلايا الوقود التي تستخدم الغاز الحيوي.

إستخدام الطاقة المتجددة به العديد من الفوائد. فان إستخدام الشمس والهواء، والأرض بدلا من المصادرالغير قابلة للتجديد، يحد من مصادر التلوث ويؤثر على جودة الهواء بمبنى المدرسة.
تصميم غلاف المبنى، وأنظمة التكييف، والإنارة، والأنظمة الأخرى بشكل يزيد من أداء الطاقة.
الطاقة المتجددة بنسبة 2.5% نقطة واحدة__ الطاقة المتجددة بنسبة 7.5% نقطتين.
الطاقة المتجددة بنسبة 12.5% 3 نقاط.

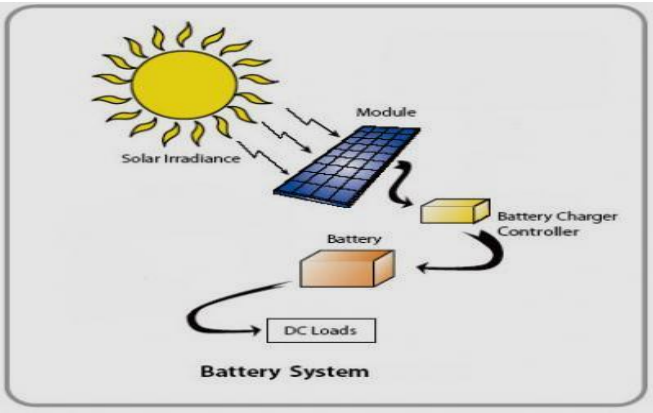
أ/إستخدام طاقة الرياح:

طاقة الرياح تستخدم توربينات الرياح لتحويل إما إلى الطاقة الكهربائية أوالطاقة الميكانيكية.
المكان الأفضل لوضع التوربينات (عمل حقل رياح) يجب ألا يقل متوسط سرعة الرياح فيه سنويًّا عن 12 ميل في الساعة. وغير إنتاج الطاقة الكهربية فإن توربينات الرياح يمكنها إنتاج طاقة ميكانيكية تستخدم في عدد كبير من التطبيقات، مثل ضخ المياه، الري، تجفيف الحبوب وتسخين المياه.

ب/الإستفادة من الطاقة الشمسية:

- **الخلايا الشمسيةSolar Cells:**

هي سلسلة من الخلايا الكهربائية المشحونة والتي تشكل نموذجاً شمسيَاً يؤمن تحويلاً مباشراً لأشعة الشمس إلى كهرباء .قد تكون هذه الخلايا مرفقة بإطار من الألمنيوم من أجل ان توضع حرة أو دون إطار لوضعها على الواجهات والسقوف والجدران، كما أصبحت قابلة للدمج بعازل حراري وصوتي، وأصبحت تستغل لخلق واجهات ملونة أيضاً.



شكل(3-3) نظام عمل الخلايا الشمسية

المصدر/http://www.mechanics-tech.com

- **دمج منظومات الخلايا الشمسية بالمبنى المدرسى:**

1/تركيب المنظومات على سقف المبنى المدرسى:

يعتبر تركيب منظومات الخلايا الشمسية فوق أسقف المبانى المستوية من أسهل طرق التركيب وذلك بسبب المساحة المتاحة مما يعطى مرونة فى التوجيه والتثبيت.ويتم تثبيت هذه المنظومات على حوامل معدنية كما يتم تركيبها بطرق منظمة وقياسية عوضا عن المواد التى تستخدم فى سقف المبنى.

2/التركيب على واجهات المبنى المدرسى:

وفرت تقنيات الخلايا الشمسية العديد من الخيارات لنوعية المسطحات ،حيث يمكن استخدام المسطحات المعتمة فى تغليف الحوائط وذلك كبديل لمواد التكسية الخارجية مثل الرخام واحجار الزينة ،بينما يمكن تركيب المسطحات الشفافة فى النوافذ ،اما المسطحات شبه الشفافة فيمكن تركيبها فى المظلات ، وهنالك العديد من النقاط يجب اخذها فى الإعتبار مثل الأحمال الإضافية التى تمثلها تلك المنظومات وإرتفاع درجة حرارة اجزاء المنظومة بسبب المواد العازلة ،و الذى يتطلب تصميم مجرى للتهوية خلف تلك المنظومات لتحسين كفاءة المنظومة والإستفادة من الحرارة الناتجة فى اغراض التدفئة.

[بلحاج/وآخرون/ 2003]

- **تطبيقات على ذلك:**

المظلات الشمسية لتوليد الطاقة الشمسية بالمدارس:

تتميز بجمال الشكل والخفة لتوفير الظل من الشمس فى المدارس والحدائق ...وفى الوقت نفسه تقوم بتوفير مقدار جيد من الطاقة الكهربائية ربما لتشغيل بعض الأجهزة الإلكترونية القريبة .

صورة(3-6)إستخدام المظلات الشمسية

المصدر/http://arab-technology.blogspot.com

5/الغلاف الخارجى للمبنى المدرسى:

إن من أهم مكونات غلاف المبنى هي الجدران والسقوف والشبابيك، لذا فإن ما يجب إن يؤخذ بنظر الإعتبار عند تصميم مواد غلاف المبنى تحديد نسبة المساحة الشفافة إلى مساحة الجدار الكلية ومعامل

الإنتقال الحراري لمواد الجدران والسقوف ومدى إمتصاصها وإنبعاثها للأشعة الشمسية الساقطة عليها. [السودانى/2009]

صورة(3-7) نموذج لمدرسة حديثة توجد في أسبانيا، وهي من تصميم مجموعة Estudio Huma المعمارية 2012التي أرادت جعلها تبدو كجزء من الطبيعة فغطتها بأكملها بالحشائش.
المصدر/http://vb.elmstba.com

6/تصميم السقفRoof Design:

- أسطح المباني منخفضة الإنحدار (2:12 أو أقل) تبريد السقف بمعدل حوالى 75٪ من سطح السقف، مع الحد الأدنى من الإنعكاس الشمسي الأولي ،او تثبيت الغطاء النباتي بمعدل لا يقل عن 50٪ من مساحة السقف. ونجد أن الأسطح الباردة تقلل الى حد كبير أحمال التبريد بالمدرسة لذلك يجب عدم إستخدام الأسطح المعدنية الغير محمية من أشعة الشمس.

●إستخدام الأسقف الخضراء بالمبنى المدرسى:

إستخدام أسطح المباني الخضراء تقلل من جريان مياه الأمطار وتصفّي مياه الأمطار من الملوثات العالقة فيها من إستهلاك الطاقة .فالمباني ذات الأسطح الخضراء تحتاج إلى تدفئة أقل في الشتاء وإلى تبريد أقل في الصيف مما تحتاج إليه المباني ذات الأسطح التقليدية. كما يجب أن يكون النظام المستخدم لزراعة الأسطح نظام خفيف الوزن لا يسبب حمولة زائدة، كذلك يجب ألا يحدث تسريب للمياه من النظام لسطح المبنى .

صورة (3-8)
Sharrow Primary School in Sheffield2009 - Jean-Moulin elementary school/ 2013
المصدر/http://inhabitat.com http://landscapermagazine.com/

3-7-4المواد والمصادرMaterials & Resources :

تزويد المبنى المدرسى بأماكن لمكب النفايات سهلة الوصول تخدم المبنى ومخصصة لجمع وخزن المواد غير الخطرة لإعادة تدويرها من ضمنها الورق و الكارتون و الزجاج والبلاستيك والمعادن.
مع زيادة الطلب على مواد ومنتجات البناء المستخرجة والمصنعة في البيئة المحلية بحيث تشكل ما قيمته 10%على الأقل من قيمة المواد المستخدمة في المشروع . وذلك لدعم إستخدام المصادر الأصلية وتقليل التأثيرات البيئية الناتجة عن النقل.

1/جدول (3-4) المعايير التصميمية لإختيار مواد البناء والمنتجات لتحقيق الإستدامة:

كفاءة إستخدام الطاقة	أساليب الإنتاج ذات كفاءة في استخدام الطاقة استخدام مصادر الطاقة المتجددة
المسؤولية تجاه الموارد	• صيانة منخفضة /المتانة/ الإستخدام الفعال للمواد/ المحتوى المعاد تدويره/ إعادة التدوير
الصحة العامة	• التخلص من المواد الكيميائية الضارة في الإنتاج • الحد من استخدام الغاز • عدم استخدام المواد الكيمائية فى اعادة التدوير
الإقتصادية	• التكلفة الأولية/ وفورات في التكاليف والاسترداد/ توافر المواد
المورد أو الصانع	• ان يكون المورد محلي • الفائدة الاقتصادية المحلية • دراية الموردين بالبرامج البيئية

المصدر/Sustainable Design Guidelines
For the construction of new facilities and the renovation of existing structures/ June 2005

2/كيفية تخزين وتجميع المواد القابلة للتدوير:

تخصيص مساحة لجمع المواد القابلة للتدوير بحيث يكون حجمها وموقعها مناسبا لتلبية احتياجات مستخدمى المبنى ويتم فيها تصنيف المواد وفرزها حسب طريقة التدوير ومن ثم إرسالها الى المصانع المتخصصة التى تقوم بإنتاج مواد مفيدة منها.

3/جدول (3-5) الإعتبارات التى يجب مراعاتها عند إختيار المواد الداخلية حسب نوع الفراغ داخل المدرسة:

اسم الفراغ	الاعتبارات
الفصول الدراسية	سهولة تنظيف الارضيات ان تكون الجدران مقاومة للماء التحكم فى الوهج من النوافذ الارفف المستخدمة للتخزين يجب ان تكون من مادة متينة
المكتبة	استخدام اسطح غير عاكسة لمناضد اجهزة الكمبيوتر التحكم فى الرطوبة وعزلها استخدام مواد عازلة للصوت على الارضيات والجدران
المكاتب	أرضيات ناعمة للراحة والصوتيات الجدران من مادة تمثل حاجز للصوت الإضاءة المناسبة الأسطح قابلة للتنظيف في حجرات العمل التهوية لمنطقة النسخ

المعامل	اختيار مواد مقاومة للكيماويات والاحماض وعدم استخدام السجاد على الارضيات
الصالة الرياضية	الارضيات من مادة مرنة تساعد على الارتداد وعدم التزحلق، وان تكون غير مسامية. الحوائط من مادة صلبة لتحمل ضربات الكرة السقف يعالج بحيث يقلل من الضوضاء لمنع ارتداد الصوت توفر المتانة فى كل من اجهزة الاضاءة والابواب مواد مقاومة للتلف والرطوبة فى غرفة تبديل الملابس الستائر يجب ان تكون من مادة مقاومة للعفن.
القاعات(الرسم_الفن..)	الجدران ، والأرضيات، والأسقف قابلة للتنظيف ومقاومة للماء و مقاومة للحريق ارفف ثقيلة ومتينة للتخزين
غرفة خزانات الطلاب	ارضيات سهلة التنظيف ،واسطح الجدار مقاومة للرطوبة،الستائر مقاومة للعفن.
الكافتيريا	الاسطح والارضيات من مواد ملساء غير مسامية مقاومة لنمو البكتيريا،سهلة التنظيف،ويمكن تنظيفها بالمطهرات.

المصدر/elementary and secondary schools/JOHN WILEY & SONS, INC

4/تجربة إستخدام مواد البناء المحلية فى إنشاء المدارس:

المدرسة الخضراء فى بالى باندونيسيا:المدرسة بالكامل مشيدة بالخيزران

تقع المدرسة فى جنوب وسط جزيرة بالى وبها 20 فدان من الحدائق يمر من خلالها نهر.
7 كيلومترات من الخيزران فى البناء ،وفى خلال ثلاثة اشهر تم تنفيذ السقوف والأرضيات، الفصول الدراسية تنار بالضوء الطبيعى ولاتوجد بها حوائط ولكن طبيعة السقف تعمل على حجب اشعة الشمس وتبريد الفراغ، كما تم استخدام البلاستيك القابل للتدوير للتغطية .
الممرات داخل المدرسة من الحصى والرصيف من الحجارة البركانية وقد تم وضعها باليد.

صورة(3-9)مدرسة بالى باندونيسيا
المصدر/http://www.greenschool.org

5-7-3جودة البيئة الداخليةIndoor Environmental Quality :

تناولت الكثير من الدراسات النظرية، والتجريبية، أهمية تمكين المستخدمين من التحكم في مصادر البيئة الداخلية ، المتمثلة في درجات الحرار ة،والرطوبة، وحركة الهوا ء ، والإضاءة،والصوتيات، والتصميم الداخلى ،نظرًا لتأثيرها المباشر في مستوى راحة الطالب والمعلم من ناحية التركيز والتحمل والمشاركة والتعامل والإنتاجية وبالتالي تأثيرها في تحصيلهم الدراسى.

1/الإضاءة :

أ/فوائد ضوء النهار في المدارس:

في عام 1992، وجدت دراسة وزارة التربية والتعليم ألبرتا (كندا) أن الطلاب المسجلين في المدارس حيث كان ضوء النهار المصدر الرئيسي للضوء الداخلي فكانت المزايا التالية:

- زيادة نسبة الحضور بنسبة 3.5 يوما في السنة.
- نمو الطلاب بمتوسط سنتيمتر واحد أكثر من أقرانهم المسجلين في المدارس التي تعمل تحت الضوء الالكترونى.
- أداء مدرسي أفضل وأكثر إيجابية ونشاط و زيادة مستويات التركيز.
- انخفاض معدل تسوس الأسنان.

ب/حددت أهداف التصميم المستدامة التالية المحددة لأنظمة ضوء النهار في المدارس:

- السعي لضوء النهار موحد من كل مساحة من الجدار الخارجي.
-إستخدام استراتيجيات التظليل الخارجي، والستائر، lightshelves، جدران الجناح، ...الخ) ومنع دخول الضوء المباشر، ودمج المناظر الطبيعية مع إستراتيجيات ضوء النهار.
- توظيف الأسقف الطائرة المضيئة على حد سواء.
- تعظيم شفافية المباني ما أمكن لإتصال الداخل مع الخارج.وتسهيل الرؤية في أي مكان في المبنى.
- يمكن إستخدام الأسقف المنحدرة بالقرب من النوافذ لزيادة إنعكاس الضوء للإسفل.

صورة (3-10)نموذج لإستخدام الأسقف المنحدرة بالقرب من النوافذ

المصدر/Sustainable Design Guidelines

For the construction of new facilities and the renovation of existing structures/ June 2005

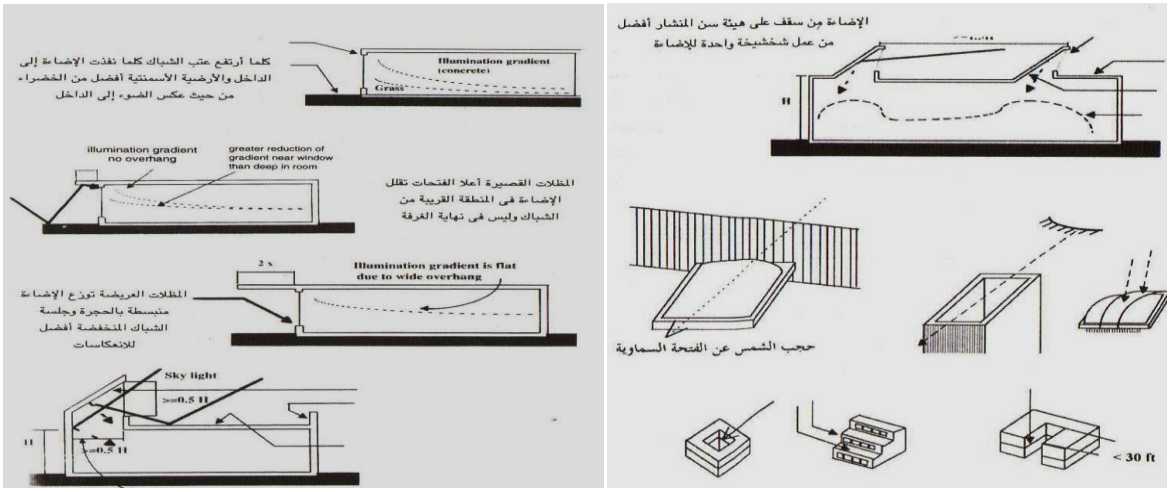
- وتقيم كالآتى:

نقطة ل25٪ إضاءة طبيعية للفصول الدراسية ، 2 نقاط 50٪ إضاءة طبيعية للفصول الدراسية 3 نقاط 75٪ إضاءة طبيعية للفصول الدراسية، 4 نقاط 100٪ إضاءة طبيعية للفصول الدراسية.

ج/نقاط يجب مراعاتها عند تصميم الإضاءة الإصطناعية:

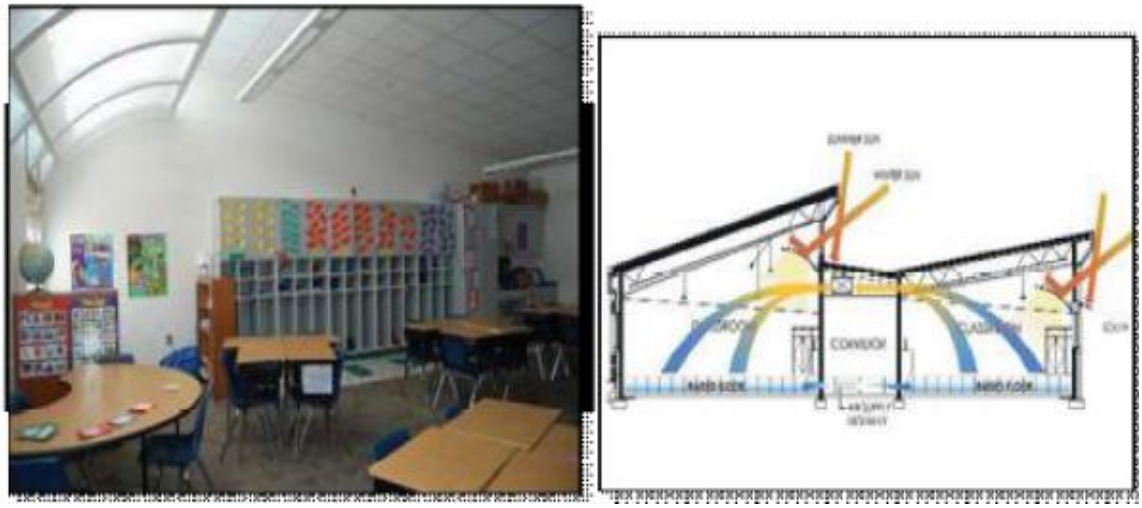
1. تحديد الإضاءة المطلوبة بعناية وتحديد الكمية المناسبة من الضوء حسب نوعية النشاط داخل الفراغ عند الحاجة اليها.
2. إضاءة السقف والجدران و تجنب الوهج..
3. مزج الإضاءة الكهربائية وضوء النهار مع التوجه السليم من تركيبات و اختيار درجة حرارة اللون الأقرب إلى ضوء النهار.

4. النظر في سهولة الصيانة (إختيار الموقع المناسب ،مراعاة متطلبات التنظيف، وجهود إعادة إستبدال المصابيح الكهربائية بالجملة) وتعظيم إمكانات التقنيات المتطورة.



شكل(3-4) الإستفادة من شكل السقوفات والحوائط لعكس الإضاءة للداخل

المصدر/دليل الطاقة والعمارة 1998/ا.د عادل يس محرم واخرون



صورة(3-11) توضح الرفوف الضوئية الداخلية في فراغات مدرسة فورك.

المصدر/Innovative Design, 2008

2/جودة الهواء الداخلى :

الهدف هو تحقيق الجودة المناسبة للهواء الداخلى وتحقيق الراحة للمستخدمين ،ويتطلب ذلك تصميم أنظمة التهوية لتحقيق الحد الادنى من اشتراطات جودة الهواء الداخلى وموازنة التاثيرات البيئية ضمن نظام الطاقة لعمليات التهوية.

أ/مراقبة الهواء الخارجى الداخل للمبنى:

توفير نظام مراقبة انظمة التهوية المستخدمة للتحقق من نسبة ثانى اكسيد الكربون CO_2 ،وتزويد انظمة التدفئة والتهوية والتكييف والتبريد بهذه القياسات عن طريق نظام اتمتة المبنى من اجل المحافظة على جودة الهواء الداخلى.

جدول(3-6) يوضح ملوثات الهواء التى تؤثر على جودة الهواء والنسب المقبولة للتعرض:

الملـــوث	المدى البعيد		المدى القصير	
	نسبة التلوث ميكرو جرام /م٣	زمن التعرض (سنة)	نسبة التلوث ميكرو جرام /م٣	زمن التعرض (ساعة)
ثانى أكسيد الكبريت	٨٠	١	٣٦٥	٢٤
شوائب	٧٥	١	٢٦٠	٢٤
أول أكسيد الكربون	—	—	١٠٠٠٠	٨
أوزون	—	—	٢٣٥	١
هيدروكربون	—	—	١٦٠	٣
فورمالدهيد	—	—	—	—
ثانى أكسيد النتروجين	١٠٠	١	—	—
أكسيد النتريك	—	—	—	—
أمونيا	٥٠٠	—	٧٠٠٠	—
إسيتون	٧٠٠٠	٢٤ ساعة	٢٤٠٠٠	٠.٥
ديكلورويثين	٢٠٠٠	٢٤ ساعة	٦٠٠٠	٠.٥
إستيل إستيت	١٤٠٠٠	٢٤ ساعة	٤٢٠٠٠	٠.٥
تركلوربثلين	٢٠٠٠	١	١٦٠٠٠	٠.٥
زئبق	٢	٢٤ ساعة	—	—
رصاص	١.٥	٠.٢٥	—	—
رادون	٠.٠١٥	١	—	—

المصدر/دليل الطاقة والعمارة 1998/ا.د عادل يس محرم واخرون

- مراقبة تركيز ثاني أكسيد الكربون وتدفق الهواء في المساحات المزدحمة وخاصة للأماكن التي تحتوي 25 شخصاً على مساحة 93 متر مربع لنظام التهوية الميكانيكية. يجب أن تكون نقاط المراقبة على ارتفاع 91.44 سم إلى 1.83 م عن الأرضية وهي ضرورية للتهوية الطبيعية كذلك.

جدول (3-7) يوضح معدلات التهوية الدنيا للفراغات التعليمية بالمبنى المدرسى:

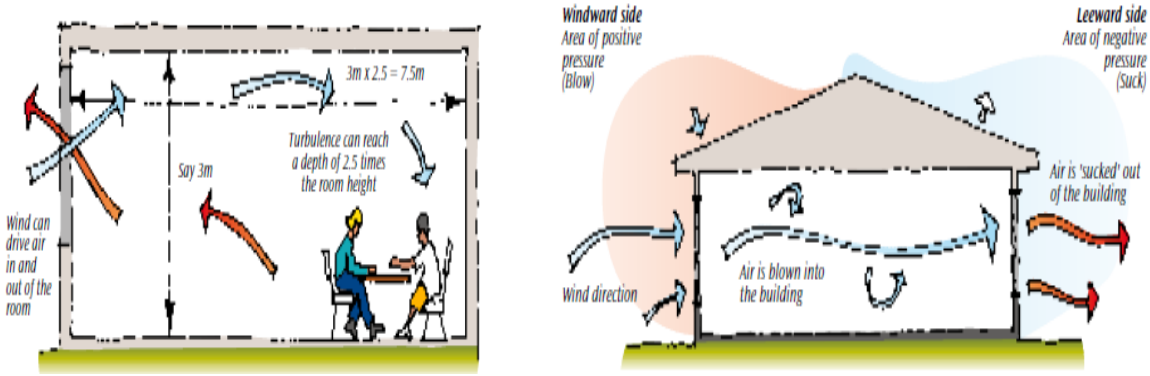
نوع الفراغ	عدد المستخدمين	الهواء النقى (ليتر في الثانية الواحدة للشخص الواحد)
الفصل الدراسى	30	8
المكتبة	20	8
قاعة الرسم	30	10
قاعة متعددة الاغراض	150	8
المعمل	30	10(يجب ان تتوافق مع المواد الخطرة)
الصالة الرياضية	30	10–13

المصدر/ elementary and secondary schools/JOHN WILEY & SONS, INC

ج/التهوية فى الفصول الدراسية:

1/التهوية العابرة:وهى الأفضل لأن النوافذ تكون على جانبى الفصل الدراسى.

2/التهوية من جانب واحد :فى هذه الحالة لا يستطيع الهواء التحرك داخل الفراغ ،ويعتمد ذلك على قوة الرياح،ولكن يمكن ان تكون فعالة فى الغرف الضحلة بحيث لا يذيذ العمق عن 2.5 أضعاف ارتفاع السقف.



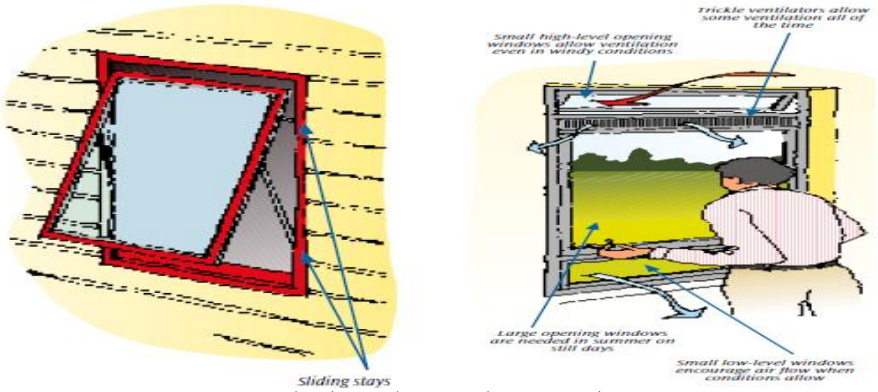
شكل(3-5) التهوية فى الفصول الدراسية(العابرة والتهوية من جانب واحد)

المصدر/Ventilation and Indoor Air Quality

- **بعض النقاط التى يجب مراعاتها عند اختيار نوع وموضع النوافذ للفصول الدراسية:**

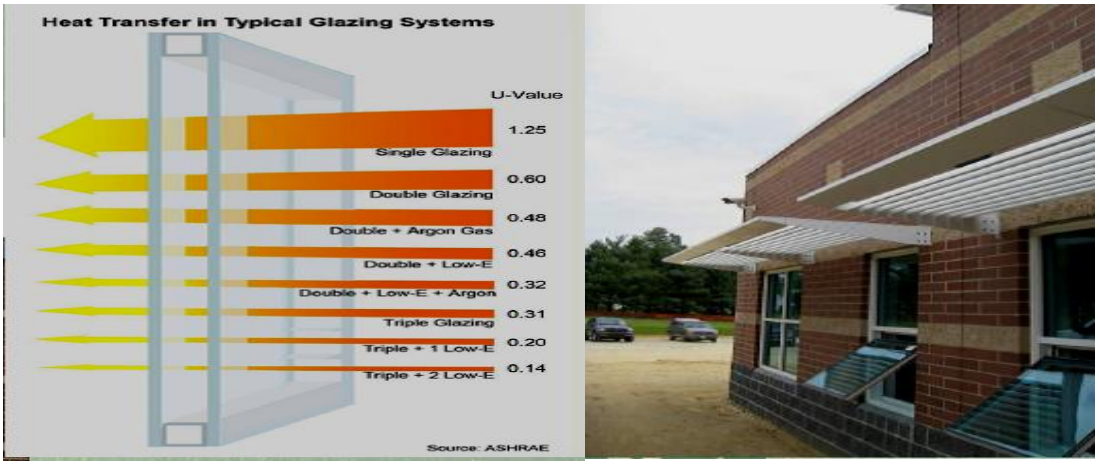
1/ ليست خطرة وتحقق أقصى استفادة من التهوية اى توضع فى اتجاه الرياح وأن لا تفتح على مناطق صاخبة.

2/ يمكن إستخدام النوافذ التى تعمل اتوماتيكيا بإستخدام الريموت كنترول فى حالة ان تكون على إرتفاع عالى،ويستحسن إستخدام النوافذ المنزلقة الى الأعلى او الى الجانبين مع توفير فتحة فى أعلى النافذة تسمح بمرور الهواء ويمكن إستخدامها فى حالة اليوم العاصف .



شكل(3-6) النوافذ بالفصول الدراسية

المصدر/Ventilation and Indoor Air Quality



صورة (3-12)South Dover Elementary School معالجة النوافذ بالمدرسة

المصدر/Lessons in Green: Sustainable School Design Brad A. Hastings, AIA, LEED AP

3/ إستخدام التظليل الخارجى للنوافذ،وإستخدام نوعية من الزجاج المعالج للنوافذ..
4/ إستخدام نوافذ غير ثابتة يمكن فتحها وإغلاقها.

د/ نظام الHVAC فى المدارس:

- حددت أهداف التصميم المستدم لأنظمة الHVAC فى الفراغات المدرسية كالآتى:

1/تصميم بسيط__ 2/سهولة الصيانة__ 3/أقل عدد ممكن من المكونات__ 4/كفاءة في إستخدام الطاقة__5/أفضل تكلفة (بما في ذلك الطاقة، والصيانة، والإستبدال)__ 6/توزيع أمثل للهواء.
7/ضجيج منخفض__8/سهولة الوصول إلى المعدات (وليس في الفصول الدراسية).
9/تحقيق الراحة فى الفصول الدراسية ورضا المستخدمين بإستخدام وحدات التحكم فيه بشكل فردي.

- يفضل إستخدام التبريد بالماء عن التبريد بالهواء داخل المدارس بالرغم من ان هذا النظام يستهلك الكثير من الماء الا انه مناسب للمناخ المحلى ويعمل بكفاءة عالية للطاقة ويقلل من إستهلاك الكهرباء وضوضاء أقل.

ويراعى وضع أجهزة التكييف بعيدا عن أماكن الروائح السيئة ومواقف السيارات حتى لايتم إنتقال الملوثات والروائح الى داخل الفراغ. [CHPS ,2006]

3/الرطوبة :

أ/مصادر الرطوبة فى المبنى المدرسى:

- الأرض الرطبة:

العديد من المدارس تحتوى على أرضية معلقة من الخشب للعزل من الأرض الرطبة لانها تعمل على زيادة بخار الماء الذي لا يمكن إزالته بالتهوية او الصرف الصحى مما يتسبب بالآتى:

- الروائح في الغرف سيئة التهوية/ مستويات عالية من التكثيف/ نمو الفطريات/ تعفن في الأطر الخشبية غير المعالجة.

- تمديدات المياه والصرف الصحى.
- الملابس الرطبة: يجب ابقاء الملابس الرطبة اذا امكن فى غرفة منفصلة ذات تهوية جيدة لإبقاء الرطوبة خارج الفصول الدراسية.
- أحواض الأسماك والنباتات الداخلية.
- الأجهزة والمعدات: لا تشكل عامل أساسى للرطوبة فى المدارس الا فى حالة إستخدام سخانات الغاز لأنها تعمل على زيادة بخار الماء

ب/كيفية تقليل الرطوبة:

1/جعل غلاف المبنى سلس قدر الإمكان،مع تصريف المياه بعيدا عن الحوائط وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن لا تعتمد التصاميم بشكل كبير على المواد المانعة للتسرب التي تتحلل لا محالة وتصبح قضية صيانة مستمرة.
2/إبقاء المناظر الطبيعية بعيدا عن المبنى وعدم تثبيت رشاشات الرى بالقرب من المبنى حتى لا ترش الماء على الحوائط.
3/تضمين استراتيجية لتصريف المياه تحت السطحية الزائدة بعيدا عن اساسات المبنى.
4/النظر في عملية التجفيف. فى مناطق معينة، مثل دورات المياه، وغرف الفن، والمطابخ، بحيث تتولد الرطوبة بصورة كبيرة. لذلك يجب توفير العزل والتهوية المناسبة لمنع التكثف.
5/عزل أنابيب المياه الباردة لمنع التكثيف.
6/العزل المائى الجيد ومنع نفاذ المياه واختيار مواد مناسبة للعزل سهلة التنفيذ وخفيفة الوزن.
7/الصيانة الدورية والإصلاحات اللازمة.

4/الصوتيات:

في عام 1950، صرح كنودسن وهاريس أن مستويات الضوضاء يجب ألا يتجاوز 35 ديسيبل في الفصول الدراسية التي تتطلب الهدوء البيئي التام ، و40 ديسيبل في الفصول الدراسية العادية.

أ/مصادر الضوضاء: قد تكون جوهرية داخل الفصول الدراسية، مثل أنظمة الHVAC و الضوضاء الناتجة من المصابيح الصاخبة، او ناتجة من مصادر خارجية مثل الضوضاء من الفصول المجاورة او قرب الموقع المدرسى من الطرق السريعة او المطارات.

جدول(3-8) معايير الضوضاء داخل فراغات المبنى المدرسى:

نوع الفراغ	معيار الضوضاء
الفصول الدراسية/المكتبة/قاعة مؤتمرات صغيرة/المكاتب	30_35
المعامل /غرفة الرسم/ورش العمل	40_45
غرفة الموسيقا	25_30
فى حالة وجود مسرح كبير للتمثيل	20_25
الكافتيريا/ البهو الداخلى	35_50

المصدر/Adapted from McGuiness,stain,and Raynolds1992

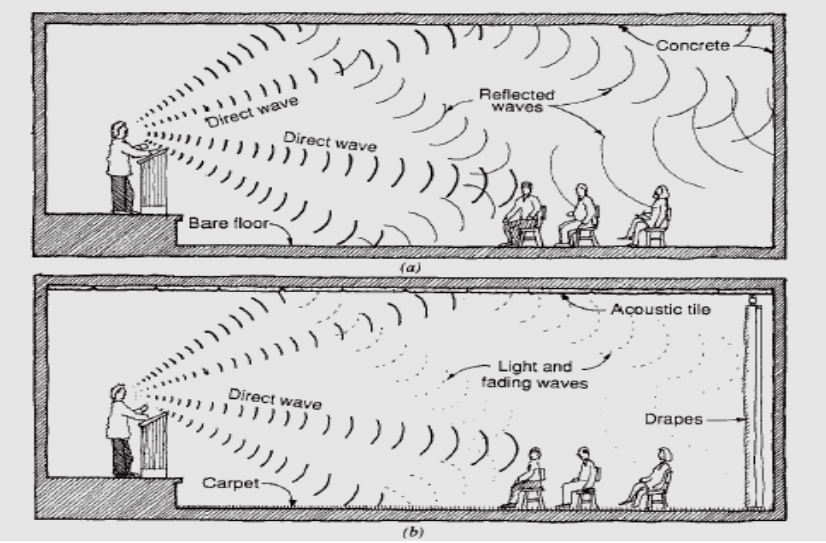
ب/كيفية التقليل من الضوضاء :

جدول(3-9) طرق تقليل الضوضاء حسب نوع الفراغ المدرسى:

اسم الفراغ	كيفية التقليل من الضوضاء
الفصول الدراسية	وضعها بعيدا عن اماكن الضجيج ،عزل الجدران والسقوف والابواب والنوافذ،استخدام مواد عازلة للصوت ووضعها اعلى الجدران داخل الفصول للتقليل من الضوضاء الناتجة من اجهزة الاضاءة والتكييف والطلاب انفسهم،الاستفادة من مواد التشطيب المستخدمة للجدران لتفريغ الموجات الصوتية المباشرة.
غرفة الموسيقا	هذه الغرفة تتطلب عزل خاص وعادة يتم عمل ازدواج فى الجدران والسقف والأرضية لان الموجات الصوتية الناتجة من الموسيقا تسبب الاهتزاز ،ولذلك يستحسن وضع هذه الغرفة بعيدا عن الفراغات التى تتطلب الهدؤ فى المدرسة.
القاعة متعددة الاغراض	نتيجة لاستخدامها لاكثر من غرض ويمكن ان يكون فى نفس الوقت نجد ان تركيب الصوتيات متغير جدا . يجب ان تصمم لمنتصف الطيف مع زمن الصدى الامثل مابين الكلام والموسيقى ، وهنالك عوامل تؤثر على الزمن الامثل للصدى منها حجم الغرفة. والقضاء على الضوضاء الداخلية يتطلب تخطيط للانظمة الميكانيكية ، ومن الافضل عدم وضع الاسطح الماصة للصوت بالجدران والاسقف بالقرب من المنصة ويفضل وضعها على الجدار المقابل للمنصة .

الصالة الرياضية	يجب التحكم بالصدى ويجب استخدام جدران واسقف تمتاز بالصلابة مع وضع مواد معالجة للصوت بالاسقف
المعامل	يجب التحكم بالضوضاء الناتجة من المعدات المستخدمة التى تولد الضغط وتعمل بمراوح الضغط العالى لذلك يجب عند التصميم الصوتى المعالجة بحيث لايزيد الضجيج الناتج عن الاجهزة عن 50 ديسيبل
الكافتيريا	استخدام مواد ماصة للصوت على الجدران والسقوف والارضيات .

المصدر/elementary and secondary schools/JOHN WILEY & SONS, INC.



شكل(3-7) توزيع الصوت فى الفصول الدراسية عند عمل معالجات للصوت

المصدر/Stein and Reynolds 2000

5/الإهتمام بالتصميم الداخلي والاثاثات والألوان:

من أهم الأمور التي يهتم بها الطلاب والمعلمون ,وترفع من روحهم المعنوية ويمكن أن تحسن المستوى المعنوي والعلمي، هو الإهتمام بالتصميم الداخلي والالوان والتفاصيل، ونوعية الفرش والتجهيزات .إن الطاولات والكراسي المتعارف عليها في هذا الوقت قد انتهى امرها فالرغبة في تطوير التعليم، وإدخال الوسائل التقنية الحديثة في المدارس يتبعه اهتمام بتطوير الفرش والتجهيزات بتصميمات جذابة .وقد أشارت بعض الدراسات إلى تأثير جماليات التصميم الداخلي وتفاصيله في التحصيل العلمي من ناحية زيادة مشاركات الطلاب في النشاطات وكذلك رغبة العاملين في العمل لفترات أطول. [Shibata & Suzuki, 2002]

صورة(3-13)الإهتمام بالألوان فى التصميم الداخلى

المصدر/ South Dover Elementary School

أ/ السلامة عند إختيار الأثاث المدرسى:
1/ يجب أن تكون المقاعد والإدراج ملائمة للتكوين البدني للطالب وأن تتناسب مع مراحله السنية والتعليمية وأن يتم تصنيعها بمواصفات توفر الراحة والسلامة للطالب ولا تسبب أي ضرر جسماني بالنسبة للقدمين أو عموده الفقري . ويجب ان تكون المقاعد منفصلة عن الأدراج لإتاحة حرية الحركة للتلاميذ.
2/ أفضل أنواع المناضد المثالية هي تلك التي يمكن ضبط إرتفاعها وفقاً لطول الطالب .
3/ يجب ان يكون سطح الدرج مائلا الى الأمام بزاوية 15 درجة، وان يكون إرتفاع المقعد عن الأرض مساويا لطول الساق مقاساً من خلف مفصل الركبة حتى سطح القدم ، أما عرض المقعد والتلميذ جالس عليه منتصب الظهر فيجب ان يكون مساويا لثلثي طول عظمة الفخذ مع ترك الثلث الامامي في الفخذ حرا وبعيدا عن الحد الأمامي للمقعد وبذلك يتجنب حدوث ضغط .
4/ يجب ان تكون حافة المقعد الامامية مستديرة حتى لا تضغط على الأوعية الدموية والأعصاب فتؤثر على حيوية الساق والقدم.
5/ يجب ان يكون لون السبورة اسود او اخضر داكناً لا يلمع لسهولة الرؤية الجيدة، وتوضع السبورة في منتصف الجدار المواجه للتلاميذ وعلى إرتفاع مناسب، وألا تقل المسافة بين الصف الاول من مقاعد التلاميذ والسبورة عن متر ونصف وألا يبعد الصف الاخير من مقاعد التلاميذ عن السبورة أكثر من سبعة امتار [زيد/2009]

6-7-3 الإبداع في التصميم: إدراج موضوع محدد:
تزويد فرق التصميم والمشاريع الفرصة للحصول على نقاط للأداء المتميز الذي يفوق متطلبات LEED للمباني الخضراء الجديدة.مع وجود شخص واحد على الأقل ضمن فريق المشروع مؤهل وحاصل على رخصة من LEED ليعمل على تدريس نظام تقييم LEED لأعضاء فريق المشروع منذ التصميم وحتى البناء (الإنشاء).
أ/طريقة تقديم العمل للوصول الى التصميم اوالأداء الابداعى:
1. تعريف الهدف من التصميم المقدم_____2. تحديد المتطلبات المراد تحقيقها.
3.الوثائق المطلوبة لإثبات تحقيق المتطلبات__4.ملخص واف عن الطريقة المتبعة.
[زيد/2009]

8-3 البيئة الخارجية للمدارس الخضراء المستدامة:
1-8-3 أثر الأحيزة الخارجية فى إستدامة المدارس:
يصبح الحيز الخارجي مستداماً حينما يصمم بشكل متكامل مع بيئته، ومحيطه المحلي (المادي ،والمناخي) ويلبي حاجة المستعملين ،والحيز الخارجى هو الذى يعمل على تحسين سلوك الطالب وتكوين شخصيته وفي الوقت نفسه البيئة التي تحيط به، ويعمل بصورة متناغمة معها (يتصرف وفق الظروف المحلية لبيئته) ويحفظ الطاقة في داخله.
المدرسة الابتدائية تمثل المكان العام الأول الذي يرتاده الأطفال يومياً، فتتكون آراءهم عن الأشياء، من ضمنها التصميم و الألوان و المواد و لذلك لا بد أن تكون الأرض المحيطة بالمدرسة أكثر الأماكن تنوعاً، ومتعة،حيث تقام فيها الفعاليات، والدروس التي لا يمكن إقامتها فى داخل الفصول الدراسية.
هذه الأحيزة تكون مسقفة، أو غير مسقفة منها المساحات الخضراء و المبلطة و أماكن الجلوس و القراءة و اللعب، مع وجود بعض المسطحات المائية لما لها من أهمية بيئية وجمالية وتعليمية وتوفير هواء نقى والإستفادة من فيتامين(D) للطلاب بالتعرض لأشعة الشمس ، إضافة الى ذلك ان يراعى فيه بشكل خاص تحقيق الأمان والحماية.
إكتسبت الأحيزة الخارجية في المدارس المستدامة أهمية كبيرة اليوم، لأنها تحقق استدامة المدرسة في الجوانب (التعليمة والبيئية والإجتماعية والنفسية والجمالية والأمنية والإقتصادية).

3-8-2 أنواع الأحيزة الخارجية:

جدول(3-10) يوضح أنواع الأحيزة الخارجية بالمدرسة المستدامة:

1/ فضاءات التدريس الخارجي	
حيز الدرس الخارجي	فضاءاً مكملا للصف الدراسي الاعتيادي، ويكون حجمه ومساحته بحجم الصف الاعتيادي أو بمعدل فضاء لكل صفين بالنسبة لعدد التلاميذ. ويجب توفير أماكن خاصة لجلوس التلاميذ بشكل مجاميع، وتوفير مقاعد مناسبة للفضاء وأعمار التلاميذ أنفسهم،وتقام بجانب الأشجار في المدرسة أو تصميم عرائش نباتية خاصة
الحدائق العلمية	أصبحت الحدائق في المدارس المستدامة ذات اثر اكبر من كونها مجرد مكان للجلوس والاسترخاء فهي فضلا عن إظهارها الشكل الجميل والطبيعي ، أصبحت تتيح الفرصة الكبيرة لتحسين جودة التعليم وتعليم المهارات الحياتية(الزراعة والتغذية).
المسطحات المائية	إذا صممت النافورات بشكل مستدام تدعم أنظمة حفظ وإعادة تدوير مياه الأمطار وأنظمة السقي في المدرسة أصبحت بذلك تقنية مستدامة قابلة للدرس مع إمكانية تزويدها بأنواع معينة من الأسماك.
2/ فضاءات اللعب الخارجي	
أحيزة اللعب المنتظم	وتشمل الفضاءات التي تقام فيها فعاليات رياضية منظمة مثل :(كرة القدم و كرة السلة و الكرة الطائرة) وغيرها من الألعاب ذات الارتباط بقواعد منظمة، وتحتاج إلى مساحات مخططة. تحقيق الاستدامة باستعمال هذه الفضاءات لإقامة بطولات محلية وتعزز دور المدرسة في المجتمع.
أحيزة اللعب الحر	فضاءات مجهزة بالألعاب مثل التسلق والتأرجح والتزحلق،و فضاءات لفعاليات هادئة مثل الجلوس والقراءة و الكتابة والرسم والتجمع لسماع القصص والركض أوالتجمع لإقامة العاب جماعية.
3/ الفضاءات الاجتماعية	
حيز تجمع التلاميذ	لا بد من وجود مساحة كافية لتجمع التلاميذ صباحا أو مساءاً للالتقاء مع إدارة المدرسة.
حيز إنتظار الأهل	لابد من توفير فضاء مناسب يستطيعون فيه انتظار التلاميذ، ويكون هذا الفضاء بالقرب من مدخل المدرسة، ويجهز بالمقاعد المناسبة وقد يفصل عن بقية الفضاءات بسياج من النباتات القصيرة.

المصدر/أثر الفضاءات الخارجية في استدامة المدارس

أ.د سناء ساطع عباس الباحثة -المهندسة/ أسيل جعفر جاسم/الجامعة التكنولوجية2011

صورة(3-14) الجلسات الخارجية للطلاب

المصدر/Byrd Elementary School/ http://www.glnd.k12.va.us

صورة(3-15)إستغلال المناظر الطبيعية بتوفير أماكن لجلوس ولعب الطلاب

المصدر/http://schoolstudio.typepad.com

3-8-3 فى حالة عدم كفاية موقع المدرسة لتوفير حيز خارجى:

إقامة الملاعب على المستوى الرأسى،وإستغلال حدائق ،مع أخذ تدابير السلامة اللازمة.

صورة(3-16) إستغلال السطح لإقامة الأنشطة الترفيهية /مدرسة ابتدائية فى بولونى

المصدر/http://www.homedit.com

3-9 أهمية عملية إعادة التأهيل المستدام للمدارس:

مهما كان المبنى مستدام في تصميمه والبناء، يمكن ان يبقى فقط إذا تم تشغيله بمسؤولية والحفاظ عليه على الوجه الصحيح، والمساعدة على الإبقاء على المعايير الخضراء التي صممت في بداية المشروع ودمج كل جانب من جوانب البناء الأخضر في مرحلة التشغيل والصيانة من حياة المبنى. وبالإضافة إلى ذلك من التقنيات الخضراء الجديدة تقع أيضا على موظفي التشغيل والصيانة. على الرغم من أنه يمكن تطبيق الهدف المتمثل في الحد من النفايات خلال مراحل التصميم والبناء والهدم من دورة حياة المبنى، وأن الممارسات الخضراء مثل إعادة التدوير وتعزيز جودة الهواء تحدث في مرحلة التشغيل والصيانة.

3-9-1مكونات برنامج إعادة التأهيل :

1/التنظيم: إن الهيكل التنظيمي الأساسي يجب أن يشمل منسق عام وأفراد أو فرق مسؤولة عن مناطق معينة من المدرسة. إذا كانت ميزانية صيانة المدرسة غير كافية لتنفيذ مهام الصيانة، يجب تحديد منسق لجمع الأموال، ينصح بإختياره من بين التلاميذ وأعضاء المجتمع لملء هذه الأدوار.

2/خطة الصيانة: ترتكز خطة الصيانة على وضع جدول زمني للمعاينات والأطراف المسؤولين ونقاط المعاينة والإجراءات التصحيحية التي ستتبع في حال حصول خطب ما.
3/المعاينة: إن التقييم النهائي لدى استكمال أعمال البناء أو التحصين سيخدم كأساس لكل المعاينات المستقبلية. اما إذا حدثت تغييرات كبيرة للمبنى(مثل ضرر من جراء حالة خطر) يجب استشارة مهندس مختص.

3-9-2الفوائد البيئية المباشرة لعملية التأهيل للمدارس :

- تحسين نوعية الهواء في الأماكن المغلقة من خلال إزالة الدهانات المتشققة والتالفة وتقليل إنبعاثات الغبار.
- تحسين الظروف الصحية بالمدارس من خلال إصلاح وإحلال الأدوات الصحية التالفة وتركيب أعمال سباكة جديدة ،وتحسين إمدادات المياه.
- تقليل مخاطر الإنزلاق على الارض، من خلال استبدال الارضيات التالفة والأرصفة والدرج.
- تحسين الإضاءة والتهوية والحد من الإجهاد الحرارى بالفصول الدراسية.

3-10 الخلاصات:

3-10-1 الإهتمام المتزايد بتطبيق مفاهيم الإستدامة هو أكبر دليل على أن النطاقات العمرانية على هذا الكوكب لم تعد بمعزل عن القضايا البيئية الملحة، التي بدأت تهدد العالم وشدت الانتباه لها في السنوات الأخيرة.

3-10-2 حسب معايير تقييم المدارس الخضراء التى تم ذكرها ، يمكن الخروج بأهم الموجهات والمعايير التى سنستخدمها لتقييم حالات الدراسة يمكن تلخيصها فى النقاط التالية:

3-10-2-1 الموقع العام للمدرسة (المبانى المجاورة،شبكات الطرق المحيطة،شكل الموقع،مواقف السيارات،التوجيه،الأمان والسلامة،نسبة المساحات المظللة،التنوع الحيوى).

3-10-2-2 كتلة المبنى(النمط التصميمى،مكونات المدرسة،تميز المدخل،إمكانية التوسع المستقبلى).

3-10-2-3 كفاءة إستخدام المياه.

3-10-2-4 كفاءة إستخدام الطاقة(إستخدام أنظمة الطاقة المتجددة،الغلاف الخارجى للمبنى ،المعالجات الخارجية للحماية من أشعة الشمس،الأسقف الخضراء).

3-10-2-5 المواد والمصادر والنفايات.

3-10-2-6 البيئة الداخلية.

3-10-2-7 البيئة الخارجية.

3-10-2-8 الإنطباع العام والمظهر البصرى.

الفصل الرابع
الحالات الدراسية ـ مدارس الأساس بمدينة الخرطوم
(عرض وتحليل نتائج البحث الميدانى)

4-1 مقدمة:

فى هذا الفصل سيتم إجراء دراسة وتحليل لنماذج مختارة من مدارس الأساس بمدينة الخرطوم ودراستها وفقا لمعايير تحقيق الإستدامة التى تم التطرق لها فى الفصل الرابع وذلك بعمل مقارنات بينها ،مع عمل إستبيان وعرض النتائج التى تم التوصل إليها من الدراسة الميدانية.

4-1-1 الإستبيان:

- أسباب إستخدام الإستبيان فى البحث: لمعرفة آراء مستخدمى المبنى المدرسى ومدى إنطباعهم وشعورهم بالراحة داخل المبنى، كان لابد من عمل الإستبيان ولأنه يعتبر وسيلة مرنة يمكن إرسالها في مناطق جغرافية مختلفة ولا يتطلب حضورا لمقر معين. وأيضا يوفر السرية المطلوبة للإجابات مما يشجعهم للإدلاء بأرائهم دون خوف مما يوفر نتائج منضبطة الى حد كبير.
- تم وضع أسئلة الإستبيان وفقا للمعايير التى ذكرت فى الفصل السابق وقد تم حصرها فى البنود الاتية:

البند الاول:موقع ومحيط المدرسة:والذى يشمل أسئلة تعكس سهولة الوصول للموقع وامن وسلامة الموقع ومدى ملائمته للمبانى المجاورة من حيث الوظيفة .

البند الثانى:كفاءة إستخدام الطاقة والمياه بالمبنى المدرسى.

البند الثالث:البيئة الداخلية لفراغات المبنى المدرسى:يشتمل على أسئلة تختص بالفراغات الداخلية للمدرسة لمعرفة مدى إرتياح المستخدمين ومدى مناسبة الفراغ من حيث الإضاءة والتهوية والصوت والتصميم الداخلى وإنطباع المستخدمين عن الفراغ الداخلى.

البند الرابع: البيئة الخارجية:وهذا البند يختص بالساحات الخارجية وإنطباع الطلاب عنها .

البند الخامس:المواد والمصادر والنفايات:لمعرفة مواد البناء المستخدمة وملائمتها للمناخ السائد وهل يتم الإستفادة من النفايات ام لا .

البند السادس: الإنطباع العام والمظهر البصرى:من الضرورى معرفة إنطباع المستخدمين عن المبنى من حيث التصميم و التشجير وهل بيئة المدرسة محفزة ام لا.

- الإستبيان كالآتى:ينقسم الى نموذجين:

1. النموذج الأول وهو يختص بمستخدمى المبنى:

أ/ القسم الخاص بالإداريين والمعلمين**:**

وهو موجه إلى المعلمين والإداريين يهتم بتقويم عناصر المدرسة ومكوناتها ومدى إستيعاب الفصول الدراسية للطلاب وكفاءة أدائها ومدى ملائمتها لإحتياجات المستخدمين وأبرز المشكلات التي تعاني منها المدرسة....الخ وذلك من خلال الحصول على معلومات إنطباعية وتصورية وخاصة من قبل المعلمين.

ب/القسم الخاص بالطلاب:

وهو موجه للطالب مع التركيز على المراحل الأخيرة من التعليم الأساسي (الفصل السابع و الثامن) وذلك للحصول على معلومات أكثر دقة بما يخدم أهداف الدراسة. وقد كانت هناك بعض المحاور تم تفعيلها في الإستبيانات الخاصة بالطلاب فقط (تقييم البيئة الصفية،و تقييم الحيز الخارجى للمدرسة).

2.النموذج الثانى يختص بشريحة المهندسين :

توزيعه على عدد من المهندسين المعماريين الذين سبق لهم تصميم مبانى مدرسية ولديهم الخبرة فى ذلك.

4-1-2أسباب إختيار مدينة الخرطوم (منطقة البحث):

تم إختيار مدينة الخرطوم لإجراء البحث الميدانى لعدد من الأسباب كالآتي:

- تمثل مدينة الخرطوم العاصمة والواجهة الحضارية وتعتبر ذات أهمية في السودان.
- قلة الدراسات التي تتناول تقويم المباني المدرسية بالمدينة.
- معايشة الباحث للمدينة حيث انه احد سكانها، بالتالي يعطي البحث المصداقية والتعرف على المشكلات التي تعاني منها مباني التعليم الأساسي بها وتقديم المعالجات لها بصورة أكثر عمقا ودقة وبما يخدم أهداف البحث.

4-1-3 أسس إختيار النماذج المدروسة: البحث الميدانى شمل إختيار 3عينات مختلفة من مدارس الأساس بمدينة الخرطوم شرط ان يكون قد تم إنشاؤهم على فترات زمنية مختلفة لمعرفة مدى التطور فى تصميم مبانى المدارس كالآتى :

1. إختيار العينة الاولى كنموذج مصصم أساسا كمدرسة وليس لغرض وظيفى آخر وقد تم إنشاؤه حديثا.
2. العينة الثانية مبنى مدرسى مصصم أساسا كمدرسة تم انشاؤه قديما.
3. العينة الثالثة مبنى صمم لغرض وظيفى معين و تم تحويله لمدرسة أساس .

ومن ثم إختيار نموذجين من كل عينة للوصول الى إستنتاجات توضح مشاكل وإيجابيات النوع الواحد بوضوح اكثر، اى ان عدد الحالات الدراسية الكلى 6 مدارس.

- وان تكون العينات منوعة مابين الملكية العامة(حكومية)وملكية خاصة .
- **عدد العينة للإستبيان:** 12 إستبيان لكل مدرسة،7ورقة إستبيان للطلاب و5 للمعلمين والإداريين أي أن مجموع الإستبيانات الموزعة على المدارس 72 استبيان.

إضافة للإستبيان الخاص بالمهندسين المعماريين عدد 20 إستمارة إستبيان.

- **كيفية إختيار العينة** :تم إختيار العينة في كل مدرسة من المدير والمدرسين ممن لهم سنوات أكثر في العمل بالمدرسة، ومجموعات الطلاب من ذوي التحصيل الدراسي العالي.

4-2 تقييم الإستدامة في النماذج المختارة:

سيتم هنا تقييم الإستدامة لكل مدرسة على حدة من نماذج المدارس ومن ثم عمل دراسة من خلال إستخدام الإستبانة الخاصة لبرنامج التقييم، ومقارنة بين تلك المدارس حول مدى تحقق معايير الإستدامة في المبنى المدرسى.

4-2-1 نماذج المدارس التى تم إختيارها:

1/مدرسة KICS(Khartoum International Community School).
2/المدرسة الأمريكية(Khartoum American School).
3/ مدرسة الإنتصار الحكومية بنات.
4/ مدرسة الطيب رزق الله الحكومية بنين.
5/ مدرسة أجيال الغد الخاصة .
6/ مدرسة الدكتور القرآنية الخاصة بنين.

4-2-2 المحاور التى سيتم على أساسها دراسة النماذج المختارة وعمل المقارنات:

- الموقع العام للمدرسة (المبانى المجاورة،شبكات الطرق المحيطة،شكل الموقع،مواقف السيارات،التوجيه،الأمان والسلامة،نسبة المساحات المظللة،التنوع الحيوى).
- كتلة المبنى(النمط التصميمى،مكونات المدرسة،تميز المدخل،إمكانية التوسع المستقبلى).
- كفاءة استخدام المياه.
- كفاءة إستخدام الطاقة(إستخدام أنظمة الطاقة المتجددة،الغلاف الخارجى للمبنى و المعالجات الخارجية للحماية من أشعة الشمس،الأسقف الخضراء).
- المواد والمصادر والنفايات.

- البيئة الداخلية.
- البيئة الخارجية.

3-2-4 وصف النماذج المختارة:

1/مدرسة Khartoum International Community School (KICS):

- نبذة تاريخية عن المدرسة: تقع فى حى الراقى بالخرطوم.

انشأت عام 2005 كمدرسة (روضة،أساس،ثانوى) بتصميم من شركة كويتية مقرها فى الكويت.

- المالك:أسامة داؤود.
- المساحة الكلية للموقع :5 فدان.
- مواد البناء:

الطوب الأحمر والسقوفات خرسانية مع استخدام الطوب الحرارى بالواجهات .

- توجيه الموقع:الضلع الطويل يواجه الشمال والجنوب اى مع اتجاه الرياح.
- المداخل: يوجد مدخل واحد من الناحية الشمالية للمدرسة يطل على شارع فرعى.
- مواقف السيارات :تم تخصيص موقف للسيارات خارج مساحة الموقع من الجهة الشمالية.
- نسبة المساحة المبنية من الموقع : نسبة 25%تقريبا.

صورة(4-1) توضح مجاورات الموقع والمداخل بالمدرسة

المصدر/GOOGLE EARTH

صورة (4-2)توضح مدخل المدرسة

المصدر/http://www.kics.sd

- مكونات المدرسة:الجزء الخاص بطلاب الأساس:المدرسة مكونة من طابقين+بدروم.

الطابق الأرضى يتكون من 4 فصول دراسية،مكتبة، ،مكتب للمعلمين+مكتب للمدير،استراحة للمعلمين،غرفة موسيقى،صالة رياضية مشتركة لكل المدرسة،دورات مياه،بوفيه.

الطابق الثانى يتكون من 4 فصول دراسية،قاعة متعددة الأغراض،دورات مياه،معمل حاسوب.
البدروم :يتكون من مخازن للاثاث والكتب وأدوات النظافة.

صورة (4-3)توضح النمط التصميمى بالمدرسة
المصدر/GOOGLE EARTH

- البيئة الخارجية:يتنوع الحيز الخارجى الى عدة انواع:

ساحات مسقوفة لتناول الإفطار، ساحة لألعاب الأطفال،ساحة مسقوفة لعمل الإحتفالات والمشاركة مع الأهل،مسرح خارجى مكشوف،مسبح خارجى ، 5ملاعب خارجية(لكرة السلة والكرة الطائرة وملعب لكرة القدم،ملعب للتنس)،مسارات للسباق،جلسات خارجية للمعلمين (من مواد بناء محلية)،حديقة علمية تابعة للمدرسة من الجهة الشمالية خارج موقع المدرسة.

صور(4-4) توضح أنواع الحيز الخارجى بالمدرسة
المصدر/http://www.kics.sd

- مساحة الطالب بالحيز الخارجى: 30م2
- معالجات الحماية من الشمس:تم زرع الفناء الداخلى وإستخدام مظلات من القش لتلطيف الجو مع استخدام أسطح مائية(نوافير)،كما تم زرع الارضيات المجاورة للفصول الدراسية وزراعة الاشجار حول الممرات لتعمل على التظليل،وحماية النوافذ بإستخدام كاسرات أفقية.

صور(4-5) توضح معالجات بيئية كحماية النوافذ وزراعة الأشجار والمسطحات المائية بالمدرسة

المصدر/http://www.kics.sd

تم إستخدام العزل الحرارى بالسقوفات وإستخدام الطوب الحرارى بالواجهات ،وطلاء غلاف المبنى الخارجى بألوان فاتحة.

- البيئة الداخلية:

جدول(4-1) يوضح بيانات أهم فراغات المدرسة:

اسم الفراغ	العدد	المساحة م2	متوسط عدد المستخدمين
الفصل الدراسى	8	54م2(9×6)م	20
المكتبة	1	100م2	30
قاعة متعددة الأغراض	1	360م2	200
غرفة الموسيقى	1	55م2	20
إستراحة معلمين	1	60م2	10
معمل الحاسوب	1	100م2	20

المصدر/الباحث

صور(4-6) توضح البيئة الداخلية لفراغات المدرسة

المصدر/http://www.kics.sd

مواد التشطيب للفراغات الداخلية:تم إستخدام مواد عازلة للصوت لتشطيب الأرضيات داخل الفراغات مثل(الفصل الدراسى والمكتبة والقاعة متعددة الاغراض)،وكذلك فى الصالةالرياضية تم استخدام مواد تشطيب امنة للطلاب تمنع الإنزلاق .

الألوان:الفراغ الداخلى يشبه المدارس الإنجليزية فى الالوان تم اختيار اللون الأزرق والأخضر الفاتح للحوائط الداخلية لانها تعتبر الوان هادئة ومريحة للنفس .
الإضاءة:تم دمج الاضاءة الطبيعية والصناعية معا باعتماد مبدأ الشفافية فى جميع فراغات المدرسة لربط البيئة الداخلية مع الخارجية،وتم عمل سقف مستعار داخل الفراغات لتركيب وحدات الإضاءة بالسقف .
التهوية:الفصول الدراسية والمكاتب للمعلمين والمكتبة تم توجيهها مع اتجاه حركة الرياح ولكن النظام المستخدم بالمدرسة هو نظام التكييف المركزى مع وجود انظمة استشعار داخل الفصول لقياس درجة الحرارة والكربون،وأجهزة استشعار للدخان .
الخطط المستقبلية بالمدرسة:سيتم إستخدام الطاقة الشمسية لتسخين مياه حوض السباحة .

2/المدرسة الأمريكية(KAS)Khartoum American School :

صورة(4-7) توضح مجاورات الموقع والمداخل بالمدرسة
المصدر/GOOGLE EARTH

- نبذة تاريخية عن المدرسة:تقع فى منطقة إمتداد الدرجة الثالثة بالخرطوم.
انشأت عام 1957 كمدرسة ابتدائية ، وتم إنشاء المدرسة الثانوية عام2002
تحتوى على 3 اقسام:
(حضانة _أساس_ثانوى)
المساحة الكلية للموقع 30654م2.
- مواد البناء:
تتكون من 14 مبنى مسقوفة بالسقف المائل(الجملون).
حوائط وسور المبنى من الطوب الاحمر.
- توجيه الموقع:
الضلع الطويل يواجه الشمال والجنوب اى مع اتجاه الرياح.
- المداخل: يوجد مدخلين من الناحية الشمالية للمدرسة تفتح على الشوارع الفرعية.
- مواقف السيارات :تم تخصيص موقف للسيارات ضمن مساحة الموقع من الجهة الشمالية.
- نسبة المساحة المبنية من الموقع : نسبة 70%تقريبا.

صورة (4-8)توضح النمط التصميمى بالمدرسة
المصدر/KAS

- مكونات المدرسة:

يتكون المبنى المدرسى من 30 فصل دراسى (الأساس والثانوى) بما فيها معمل العلوم +مكتبة+كمبيوتر لاب+غرف للفن +غرفة الموسيقى .
مكاتب الاساتذة +مركز للتعلم(اللغات_الرياضيات...) .
مبنى الحضانة.
روضة.
مبنى الادارة.
دورات المياه.
ورشة للصيانة.
الساحات الخارجية.
الملاعب.
أكشاك بيع الطعام.

- البيئة الخارجية:

الساحات الخارجية بالمدرسة تشتمل على:
مساحات خضراء تستخدم للعب وإقامة الاحتفالات،ساحة للألعاب،ملعب لكرة السلة(مسقوف)،ملعب للكرة الطائرة.
مسبح خارجى بأبعاد(25×12)م .
الملاعب والمسبح توجد بالاتجاه الشرقى بالمدرسة ،وتم فصل ساحة اللعب الخاصة بطلاب الأساس ووضعها فى الاتجاه الغربى.

صورة(4-9) توضح أنواع الحيز الخارجى بالمدرسة
المصدر/http://krtams.org

- مساحة الطالب بالحيز الخارجى:حوالى 20م2
- معالجات الحماية من أشعة الشمس:السقف الجملونى المائل بارز على الحائط ليعمل ككاسرة أفقية للنوافذ مع استخدام دعامات السقف ايضا ككاسرة رأسية.

نلاحظ ايضا سقف الممرات حول الفصول والمظلات الخارجية بإستخدام سقف خفيف.
النوافذ من الزجاج الشفاف مع فريم من الألمونيوم

صورة(4-10) توضح المعالجات الخارجية للحماية من أشعة الشمس
المصدر/http://krtams.org

- البيئة الداخلية:

جدول(4-2) يوضح بيانات أهم فراغات المدرسة:

اسم الفراغ	العدد	المساحة م2	متوسط عدد الطلاب
الفصل الدراسى	16	100(10×10)م	12
المكتبة	1	150	12
غرفة الفن	1	200	12
غرفة الموسيقى	1	200	12
معمل العلوم	1	200	12
معمل الحاسوب	1	100	12

المصدر/الباحث

صورة(4-11) توضح نماذج الفصول الدراسية بالمدرسة الامريكية
المصدر/http://krtams.org

تم إستخدام الإضاءة العامة والمركزة فى الفصول الدراسية مع استخدام السقف المعلق .
الإعتماد على الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات بنسبة 50%.
التهوية طبيعية والنوافذ توجد على جانبى الفراغ. والأثاثات متحركة وخفيفة (مصنوعة من الخشب والبلاستيك)،ويوزع الفصل على شكل مجموعات كما موضح.
تم تشطيب الأرضيات بالسيراميك ودهن الحوائط باللون البيج. والأبواب مصنوعة من الألمونيوم.

3/مدرسة الإنتصار الحكومية بنات:

تقع فى منطقة الإمتداد الخرطوم.

- تأسست عام 1970،ولكن توقفت فى الفترة الاخيرة لمدة 4 سنوات بسبب استقطاع مساحة من المدرسة وضمها للمدرسة الثانوية المجاورة،فقل عدد فراغات المدرسة واصبحت من غير سور وتم استخدامها كمخزن ،وصنفت المدرسة بانها آيلة للسقوط ولا تصلح للاستخدام.

تم تأهيل المدرسة سنة 2012م

وتم عمل صيانة للمدرسة وعمل سور بواسطة فاعلين الخير .

الآن المراحل الدراسية الى الصف الخامس فقط.

صورة (4-12)توضح الموقع العام

المصدر /GOOGLE EARTH

- المساحة الكلية للموقع:3168م2.
- توجيه الموقع:الموقع مع إتجاه الرياح اى أن الضلع الطويل بإتجاه الشمال والجنوب.
- مواد البناء: الطوب الاحمر ،والسقف من (الزنك).

- المداخل:يوجد مدخلين مدخل ناصية (المدخل الرئيسى) من الاتجاه الشمالى الغربى،ومدخل من الناحية الشرقية،تطل على شوارع فرعية.

صورة(4-13) توضح مداخل المدرسة

المصدر/الباحث

- مواقف السيارات:لاتوجد مساحة مخصصة للسيارات.
- نسبة المساحة المبنية من الموقع :25 %.

صورة(4-14) توضح النمط التصميمى بالمدرسة

المصدر/GOOGLE EARTH

- مكونات المدرسة:

تتكون المدرسة من خمس فصول ،ومكتبين للأساتذة ،مخزن، دورات المياه،ومنزل للغفير بمساحة (112م2).

البيئة الخارجية: ساحة خارجية تمثل حوالى 75%من مساحة المدرسة تستخدم لجميع النشاطات.

صورة(4-15) توضح الساحة الخارجية

المصدر/الباحث

- مساحة الطالب بالحيز الخارجى:حوالى 30م2
- المعالجات الخارجية للحماية من الشمس:

توجد مظلة من الزنك تتطل عليها جميع فراعات المدرسة من الناحية الجنوبية للفصول.

صورة (4-16)توضح المظلة الخارجية

المصدر/الباحث

- البيئة الداخلية:

جدول(4-3) يوضح بيانات فراغات المدرسة:

اسم الفراغ	العدد	المساحة	عدد المستخدمين
الفصل الدراسى	5	9×5(45م2)	12طالب
المكتب	2	مكتب المدير16م2 مكتب الاساتذة45م2	1 2
المخزن	1	45م2	_
دورات المياه	8	1.8(1.2×1.5)م2	_

المصدر/الباحث

الأثاثات داخل الفصل:مصنوعة من الحديد والخشب.

التهوية طبيعية مع وجود مروحتى سقف،و النوافذ بجانبي الفصل عدد 3نوافذ بالفصل مصنوعة من الحديد بطلاء متآكل.

السقف من الزنك والأرضية اسمنتية .

الإضاءة بالفصل طبيعية مع وجود لمبتين حائط.

صور(4-17) توضح البيئة الداخلية للفصول بالمدرسة

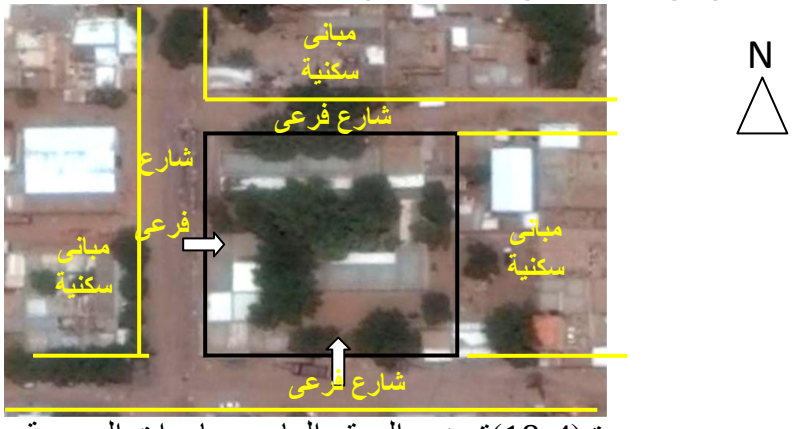
المصدر/الباحث

4/ مدرسة الطيب رزق الله الحكومية بنين:

تقع فى منطقة السجانة الخرطوم.

- تأسست عام 1930 ،المساحة الكلية للموقع:2968م2.

توجيه الموقع:الموقع مع اتجاه الرياح اى ان الضلع الطويل باتجاه الشمال والجنوب.

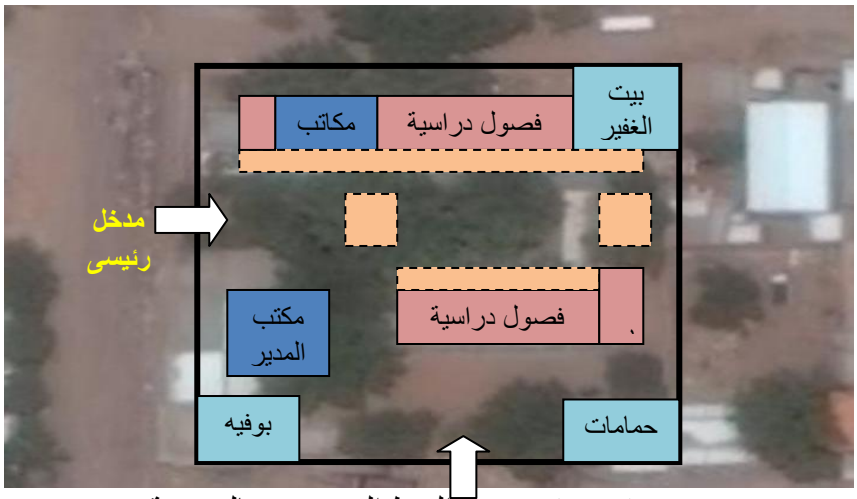


صورة (4-18)توضح الموقع العام ومجاورات المدرسة

المصدر/GOOGLE EARTH

- مواد البناء: الطوب الاحمر ،والسقف من(الزنك) مع وجود سقف مستعار.
- المداخل:يوجد مدخلين (المدخل الرئيسى)من الاتجاه الغربى،ومدخل من الناحية االجنوبية (غير مستخدم)،تطل على شوارع فرعية.
- مواقف السيارات:لاتوجد مساحة مخصصة للسيارات بموقع المدرسة.
- نسبة المساحة المبنية من الموقع :67 %.

صورة(4_19) توضح مداخل المدرسة
المصدر/الباحث



صورة(4-20) توضح النمط التصميمى بالمدرسة
المصدر/GOOGLE EARTH

- مكونات المدرسة:

تتكون المدرسة من ثمانية فصول ،و 3مكاتب للأساتذة ومكتب للمدير ،بوفيه، دورات المياه،ومنزل للغفير.

- البيئة الخارجية:

بالمدرسة توجد ساحة للطابور وساحة تجمع للطلاب تستخدم لجميع الأنشطة، تمثل المساحة المفتوحة نسبة 33%من الموقع.

صورة(4-21) توضح الساحة الخارجية للطلاب

المصدر/الباحث

صورة(4-22) توضح ساحة الطابور ومكان شرب المياه

المصدر/الباحث

- مساحة الطالب بالحيز الخارجى:حوالى 4م2
- المعالجات الخارجية للحماية من الشمس:

توجد مظلات من الزنك تتظل عليها الفصول الدراسية،مع وجود الأشجار لتوفير الظل والمظلات المسقوفة للطلاب فى الساحة الخارجية كما موضح .

صورة(4-23) توضح المظلات أمام الفصول للحماية من أشعة الشمس

المصدر/الباحث

- البيئة الداخلية:

جدول(4-4) يوضح بيانات فراغات المدرسة:

اسم الفراغ	العدد	المساحة	عدد المستخدمين
الفصل الدراسى	8	6×4(24م2)	30طالب
المكتب	4	مكتب المدير9م2 3مكاتب للأساتذة12 م2	1 14
البوفيه	1	6م2	_
دورات المياه	14	1.8م2(1.2×1.5)	_

المصدر/الباحث

الأثاثات داخل الفصل:مصنوعة من الحديد والحديد والخشب فى بعض الفصول.
التهوية طبيعية مع وجود مروحتى سقف،و النوافذ بجانبي الفصل مصنوعة من الحديد بطلاء متآكل.
السقف من الزنك والسقف المستعار والأرضية أسمنتية .
الإضاءة بالفصل طبيعية مع وجود لمبتين حائط.

صورة(4-24) توضح البيئة الداخلية بالفصول

المصدر/الباحث

صورة(4-25) توضح البيئة الداخلية بمكاتب الأساتذة

المصدر/الباحث

5/مدرسة أجيال الغد (مبنى مصمم لغرض معين تم تحويله ليصبح مدرسة):

نبذة تاريخية عن المدرسة:

تأسست عام 2013بدأت في حى الصفا وانتقلت الى موقعها الحالى عام 2014 بالخرطوم جنوب.

المبنى عبارة عن منزل تم تحويله الى شركة ومن ثم الى مدرسة على مساحة قدرها 520م2

المالك:الظاهر حسن الظاهر.

مجاورات الموقع:

من الناحية الشمالية شارع فرعى غير مسفلت بعرض 6م،من الناحية الشرقية شارع رئيسى حارتين بعرض12م،ومن الناحية الجنوبية معرض لزينة السيارات،اما من الناحية الغربية توجد مبانى سكنية.

N

صورة (4-26)توضح الموقع العام ومجاورات المدرسة

المصدر/GOOGLE EARTH

المداخل:

يوجد مدخل واحد للمدرسة من الناحية الشرقية من الشارع الرئيسى.

صورة(4-27) توضح مدخل المدرسة

المصدر/الباحث

توجيه الموقع:أبعاد الموقع (26×20)م الضلع الطويل باتجاه الشرق والغرب.

مكونات المبنى:

المبنى عبارة عن ثلاث طوابق.

الطابق الارضى:

يتكون من صالة استقبال، 3 مكاتب (2للمعلمين+مكتب المدير)،فصلين دراسيين للصف الاول والتمهيدى،حضانة،ساحة خارجية ،دورات المياه.

توجد كافتيريا من الجهة الغربية بنفس قطعة الارض مشتركة مابين المدرسة وعامة الناس.

الطابق الاول:
يتكون من 7فصول دراسية (من الصف الثانى الى الصف الثامن)،3مكاتب للاساتذة،دورات مياه.
الطابق الثانى:
يتكون من مكتبين،معمل حاسوب،دورة مياه.
مواقف السيارات:لاتوجد مواقف داخل موقع المدرسة ويتم إيقاف السيارات خارج الموقع من الجهة الشمالية.
فراغات المدرسة:
جدول(4-5) يوضح بيانات فراغات المدرسة :

اسم الفراغ	العدد	المساحة	عدد الاشخاص فى الفراغ
الفصول الدراسية	8	تتراوح مابين12_20م2	30
المكاتب	8	تتنوع من 6م2_8م2_20م2(مكتب المدير)	3_2 اساتذة
الإستقبال	1	20م2	_
المعامل	1	16م2	الفراغ خالى بالوقت الحالى
الحضانة	1	12م2	سعة 6 أسرة
دورات المياه	7	مساحة الواحد(3م2)	_
الساحات الخارجية	1	بما يعادل 60م2	_

المصدر/الباحث

- مساحة الطالب فى الساحة الخارجية بما يعادل 0.4م2.
- نسبة المساحة المبنية من الموقع نسبة 91%.

البيئة الداخلية:
1/الفصول الدراسية:
توجيه الفصول:الضلع الطويل للفصل باتجاه شرق غرب ،ولاتوجد نوافذ بالفصول ماعدا وجود شباك واحد بأحد الفصول وباتجاه الشرق لا يتم استعماله.
الاضاءة بالفصل عدد 3 لمبات حائط .
التهوية:مروحة واحدة بالفصل +مبرد هواء .

صورة (4-28)توضح الفصول الدراسية بمدرسة أجيال الغد
المصدر/الباحث

مواد التشطيب الداخلية:
الأرضيات من السراميك،الحوائط بياض وطلاء باللون البيج لجميع فراغات المدرسة،السقف سقف مستعار بارتفاع 3م.
الأبواب:أبواب المونيوم وأبواب من الخشب ،يوجد باب واحد لكل فراغ ،وتم تركيب الباب بنفس الضلع الذى توجد عليه السبورة داخل الفصول.

صورة (4-29)توضح وضعية الباب داخل الفصل الدراسى مع وجود ابواب غير مستعملة
المصدر/الباحث

الأثاث داخل الفصل الدراسى:
اثاثات متحركة كما موضح مصنوعة من الخشب ولا يوجد أرفف او خزانات داخل الفصل.

2/مكاتب الاساتذة:

لا توجد نوافذ داخل المكاتب تكدس الاثاثات لعدم كفاية الفراغ .

صورة(4-30) توضح نماذج لمكاتب الاساتذة
المصدر/الباحث

صور(4-31) توضح نماذج للبيئة الداخلية للمدرسة
المصدر/الباحث

صورة(4-32) توضح تخزين الأثاثات فى ساحة المدرسة وعلى اليسار صورة فراغ فارغ ليس له وظيفة بالطابق الاول

المصدر/الباحث

البيئة الخارجية:

توجد ساحة خارجية مبلطة ومسقوفة تستخدم لكل نشاطات الطلاب .

صورة(4-33) توضح الساحة الخارجية بالمدرسة

المصدر/الباحث

الواجهات:

للمدرسة واجهتين شمالية وشرقية، الواجهة الشرقية عبارة عن المدخل .

صورة(4-34) توضح الواجهة الشمالية للمدرسة

المصدر/الباحث

6/مدرسة أساسية الدكتور القرانية الخاصة بنين :

تقع فى منطقة السجانة/ الخرطوم.

كانت مخازن تابعة للمدرسة الثانوية المجاورة لها وساحة تبع المدرسة ايضا ومن ثم تم تحويلها لتصبح مدرسة أساس.

- تأسست عام 2015م

- المالك:محى الدين قمر الدولة العبيد.
- المساحة الكلية للموقع:450م2.
- توجيه الموقع:الموقع مع اتجاه الرياح اى ان الضلع الطويل باتجاه الشمال والجنوب
- مواد البناء: الطوب الاحمر ،والسقف صبة خرسانية

المداخل:يوجد مدخل واحد من الاتجاه الغربى، يطل على شارع فرعى.

- مواقف السيارات:لاتوجد مساحة مخصصة للسيارات.
- نسبة المساحة المبنية من الموقع :70 %.

صورة (4-35)توضح الموقع العام

المصدر /GOOGLE EARTH

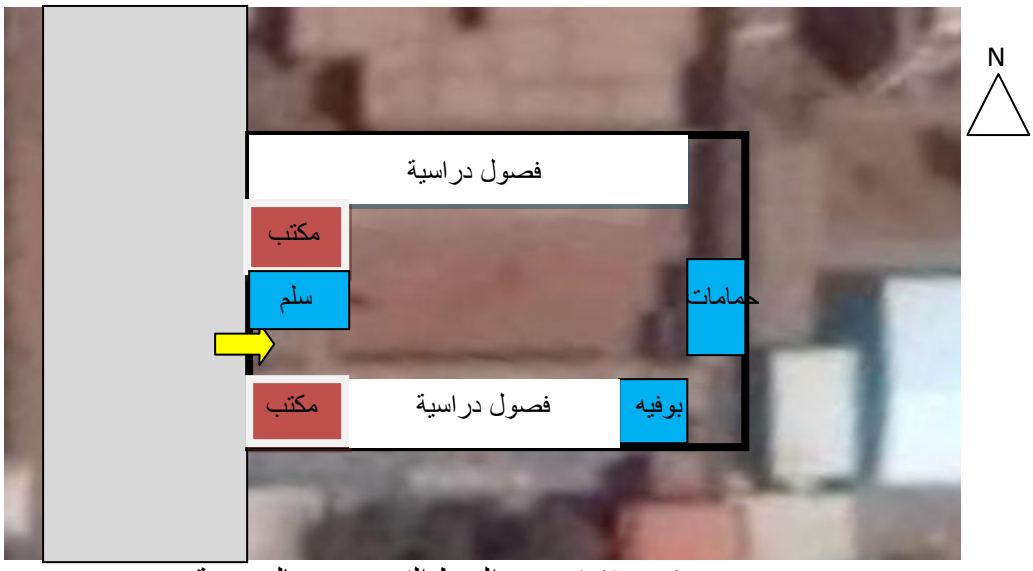
صورة (4-36)توضح مدخل المدرسة

المصدر/الباحث

- مكونات المدرسة: مكونة من طابقين ،وجميع فراغات المدرسة مطلة على فناء داخلى غير مسقوف .

الطابق الأرضى:5فصول،مكتبين،4حمامات،بوفيه،ساحة خارجية.

الطابق الاول:تحت التشييد مكون من 3فصول دراسية ،مكتبين،معمل للحاسوب.



صورة(4-37) توضح النمط التصميمى بالمدرسة

المصدر/GOOGLE EARTH

- البيئة الخارجية :

بالمدرسة ساحة واحدة وهى الفناء الداخلى يمثل حوالى 30%من مساحة المدرسة يستخدم لجميع النشاطات،خالى من الأشجار تم تشطيبه بالبلاط الأسمنتى.

صورة (4-38)توضح فناء المدرسة

المصدر/الباحث

- مساحة الطالب بالحيز الخارجى:0.6م2
- معالجات الحماية من الشمس:لاتوجد أى معالجات تذكر للحماية من أشعة الشمس ولا يوجد عزل حرارى لغلاف المبنى وإنعدام الأشجار للتظليل.

صورة (4-39)توضح شكل المبنى المدرسى

المصدر/الباحث

- البيئة الداخلية:

جدول(4-6) يوضح بيانات فراغات المدرسة:

اسم الفراغ	العدد	المساحة	عدد المستخدمين
الفصل الدراسى	8	6×5(30م2)	30طالب
المكتب	4	مكتب المدير16م2 مكتب الاساتذة16م2	1 (4العدد الحالى)
معمل حاسوب	1	30م2	30طالب
بوفيه	1	16م2	2
دورات المياه	4	1.8(1.2×1.5)م2	_

المصدر/الباحث

- الأثاثات داخل الفصل:مصنوعة من الحديد والخشب ،أثاثات متحركة لكل طالب.
- التهوية طبيعية مع وجود مروحة سقف،و النوافذ بجانبي الفصل عدد 4نوافذ بالفصل مصنوعة من الالمونيوم مطلية بطلاء.
- السقف صبة خرسانية بطلاء من البوماستيك.
- الاضاءة بالفصل طبيعية مع وجود لمبتين حائط.

- الأرضية مشطبة بالسيراميك لكل فراغات المدرسة ،والالوان المستخدمة البيج والكبدى لكل فراغات المدرسة.

صور(4-40) توضح نماذج للبيئة الداخلية بالمدرسة
المصدر/الباحث

4-2-4 مقارنة المعايير التصميمية لحالات الدراسة مع المعايير العالمية لتصميم مدارس الأساس،جدول(4-7):

المعيار	مدرسة KICS	المدرسة الأمريكية KAS	مدرسة الإنتصار (عدد فصولها غير مكتمل)	مدرسة الطيب رزق الله	مدرسة أجيال الغد	مدرسة أساسية الدكتور القرانية	عالميا
المساحة الصفية (م2)للطالب	2م2.7	2م8	2م3	2م0.7	2م0.6	2م1	2م1.96_1.2
مساحة الطالب من الموقع(م2)	2م30	2م20	2م30	2م4	2م1.4	2م0.6	2م35_16
عدد الفصول	8	25	5	8	8	8	38_8
نسبة المساحة المبنية%	%25	%70	%25	%67	%91	%70	%28.5_11.2

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه نلاحظ ان المدارس التى أنشئت على النفقة الخاصة(KICS, KAS) كانت هى الأقرب الى المعايير العالمية من حيث مساحة الطالب من الموقع ،أما مدرسة الإنتصار الحكومية كانت أقرب الى تحقيق المعايير العالمية ولكن هذا نسبة لعدد فصولها الدراسية غير المكتمل(5 فصول فقط).
اما المدارس التى أنشئت لغرض وظيفى آخر(أجيال الغد ،والدكتور) فكانت بعيدة كل البعد عن تحقيق المعايير المتبعة عالميا.

4-2-5 أسباب عدم تطبيق معايير الإستدامة فى النماذج المدروسة:

بعد عمل البحث الميدانى وعن سؤال العاملين بالمدارس عن سبب عدم تطبيق مفاهيم الإستدامة كانت الأسباب تتلخص فى الآتى:

4-2-5-1 بالنسبة للمدارس الحكومية فهى منشأة على نفقة الدولة وفق نمط معين ومكرر لم يتم تطويره لإدخال مفهوم الإستدامة فى التصميم.

4-2-5-2 المدارس ذات الملكية الخاصة والتى تم تحويلها او تأجيرها لتصبح مدرسة،فكان الهدف من إنشائها هدف تجارى وان تكلفة الإنشاء تعتبر مكلفة.

4-2-5-3 عدم الدراية بمفهوم الإستدامة ومدى أهميتها.

4-2-5-4 ضيق الوقت عند الإنشاء وعدم عمل دراسة مسبقة لذلك.

4-2-5-5 إرتفاع تكلفة الصيانة عند إستخدم خلايا الطاقة الشمسية.

6-2-4 مقارنة بين العينات المدروسة من حيث المحاور التى تحقق الإستدامة بالمدارس:

1/موقع المدرسة(الموقع المستدام):

- **مدرسة KICS:**الموقع حقق الإستدامة من حيث خلوه من الملوثات وبعده من مصادر الضوضاء ويغلب عليه طابع الخضرة والتشجير ،نسبة إستطالة الموقع (1:2)وموجه مع اتجاه الرياح ويمتاز بالهدوء وقريب من المبانى السكنية .

الموقع يعتبر آمن ويطل على شارع فرعى حيث تم فصل حركة المشاة عن حركة السيارات .
نسبة المساحة المظللة من المساحة المفتوحة نسبة 20%وتعتبر أقل من النسبة التى تم تحديدها فى فصل المعايير بمعدل 10%.

- **المدرسة الأمريكية:**الموقع حقق الإستدامة من حيث التوجيه ونسبة إستطالة الطول والعرض بنسبة (1:2)،كما يغلب على الموقع طابع الخضرة والتشجير ،اما مساحة التظليل فهى بنسبة 25% من المساحة المفتوحة،ويعتبر الموقع آمن ويطل على شارع فرعى .
- **مدرسة الإنتصار:**الموقع مع اتجاه حركة الرياح بنسبة إستطالة (1:2) ويعتبر آمن وبعيد من مصادر التلوث والضوضاء يطل على شارع فرعى،ولكن لم يحقق اى مظهر من مظاهر الإستدامة من حيث الخضرة والتشجير والتظليل حيث ان نسبة التظليل تمثل 0.07 %من المساحة المفتوحة.
- **مدرسة الطيب رزق الله :**الموقع مربع الشكل يطل على شوارع فرعية وبعيد من مصادر الضوضاء والتلوث،حقق الإستدامة بإستخدام الأشجار للتظليل ولكن نلاحظ إنعدام الغطاء النباتى بالموقع وإنعدام الحيوية ،ونسبة التظليل تمثل 20% من المساحة المفتوحة.
- **مدرسة أجيال الغد:** الموقع لم يحقق اى مظهر من مظاهر الإستدامة ،الموقع موجه بحيث الضلع الطويل على إتجاه الشرق والغرب ،وخالى تماما من الاشجار ولاتوجد مساحات مفتوحة كما يعتبر الموقع غير آمن يطل على شارع رئيسى وقريب من مصادر التلوث والضوضاء وحركة السيارات.
- **مدرسة الدكتور:** الموقع مع اتجاه حركة الرياح بنسبة إستطالة (1:2) ويعتبر آمن وبعيد من مصادر التلوث والضوضاء يطل على شارع فرعى،ولكن لم يحقق اى مظهر من مظاهر الإستدامة ولا من حيث الخضرة والتشجير والتظليل .

2/كتلة المبنى(النمط التصميمى،التوجيه،مكونات المدرسة،تميز المدخل،إمكانية التوسع المستقبلى):

- **مدرسة KICS:**الكتل عبارة عن مستطيلات مطلة على فناء داخلى مزروع ذات تصميم مميز للمدخل تم توجيه الكتل مع اتجاه الرياح ،مع عمل تداخل بين الإدارة والفصول الدراسية فى التصميم.
تم توفير الفراغات الأساسية والتكميلية للعملية التعليمية بالمدرسة.
تتحقق خاصية التوسع المستقبلى بالمدرسة على المستوى الرأسى والافقى.
- **المدرسة الأمريكية:**تصميم بسيط جدا يفتقرللإبداع عبارة عن كتل مستطيلة على خطوط مستقيمةذات توجيه صحيح تتخللها المسطحات الخضراء لتلطيف الجو مع الربط بإستخدام سقوفات خفيفة (مظلات) ،ولا يوجد تمييز للمدخل.
التصميم لايسمح بالتوسع المستقبلى رأسيا ،مع إمكانية ذلك أفقيا نسبة لوسع المساحة.
تم توفير الفراغات الأساسية والتكميلية للعملية التعليمية بالمدرسة.
- **مدرسة الإنتصار:**التصميم فقير جدا عبارة عن خط مستقيم واحد مع إتجاه حركة الرياح مع ان مساحة الموقع شاسعة ولكن لم يتم إستغلالها،ولا يوجد تمييز للمدخل.
مساحة الموقع تسمح بالتوسع المستقبلى على المستوى الأفقى.
تفتقر المدرسة للفراغات التكميلية للعملية التعليمية مثل صالات الرسم والرياضة والتمثيل وغيره،مع وجود نقص فى عددية الفصول ولا يوجد معامل للحاسوب والعلوم.
- **مدرسة الطيب رزق الله :** تصميم بسيط جدا عبارة عن كتل مستطيلة على خطوط مستقيمة متقابلة ذات توجيه صحيح مع الربط بإستخدام سقوفات خفيفة (مظلات) ،ولا يوجد تمييز للمدخل.

التصميم لايسمح بالتوسع المستقبلى رأسيا ،مع إمكانية ذلك أفقيا فى حدود معينة ،و تفتقر المدرسة للفراغات التكميلية للعملية التعليمية مثل المعامل وصالات الرسم والرياضة والتمثيل وغيره.

- **مدرسة أجيال الغد:** التصميم مغلق وخالى من المساحات المفتوحة عبارة عن كتلة مستطيلة الضلع الطويل مع إتجاه الشرق والغرب،ولم يتم الإستفادة من التهوية والإضاءة الطبيعية،مع إستحالة التوسع المستقبلى، كما تفتقر المدرسة للفراغات التكميلية للعملية التعليمية.
- **مدرسة الدكتور:** اتبع النمط ذو الفناء فى التصميم من غير سقف او حماية من أشعة الشمس ومساحة الموقع صغيرة جدا لا تسمح بالتوسع المستقبلى أفقيا مع إمكانية ذلك رأسيا.
تفتقر المدرسة للفراغات التكميلية للعملية التعليمية.

جدول(4-8) يوضح مقارنة بين النماذج من حيث محاور تحقيق الإستدامة الاتية:

المحور	مدرسة KICS	المدرسة الأمريكية	مدرسة الإنتصار	مدرسة الطيب رزق الله	مدرسة أجيال الغد	مدرسة الدكتور
3/ كفاءة إستخدام المياه	هذا المعيار لم يطبق فى جميع النماذج المدروسة اى انه لم يتم تحقيق الإستدامة فى هذا المحور					
	فقط تم عمل بئر داخل المدرسة لمياه الشرب وإمداد التكييف ولكن لاتوجد اى إستفادة من مياه الأمطار ،وإتباع التصريف العادى لمياه المراحيض.	-	-	-	-	-
4/ كفاءة إستخدام الطاقة: (إستخدام أنظمة الطاقة المتجددة،الغلاف الخارجى للمبنى والمعالجات الخارجية للحماية من أشعة الشمس والأسقف الخضراء)	جميع النماذج المدروسة لم تعتمد إستخدام الطاقات المتجددة ،وايضا لم يتم زراعة الأسقف ،ولكن يمكن المقارنة من حيث الغلاف الخارجى ومعالجات الحماية من أشعة الشمس					
	تم إستخدام طلاء بلون فاتح للحوائط من الخارج وإستخدام العزل الحرارى والطوب الحرارى بالواجهات،والكاسرات الأفقية للنوافذ.	السقف الجملونى المائل يعتبر أقل اكتسابا لأشعة الشمس،مع إستغلال عناصر السقف لرأسية ككاسرات للنوافذ وبروز السقف على الحائط يستغل للحماية من أشعة الشمس،مع إستخدام سقف خفيف للربط بين كتل المبنى وتظليل الممرات.	الحوائط الخارجية غير معزولة من أشعة الشمس ولا توجد أشجار لتوفير الظل.	لا يوجد عزل حرارى لغلاف المبنى،كما ان الواجهة الجنوبية للفصول لم يتم إستخدام اى معالجات بها .	لم يتم إستخدام عزل حرارى فى الحوائط او الأسقف والمبنى مغلق تماما	لا توجد اى معالجات للحماية من أشعة الشمس
5/ المواد والمصادر والنفايات	إتفاق جميع النماذج المدروسة فى إستخدام الطوب الأحمر كمادة بناء أساسية مع إختلاف التشطيب الخارجى والداخلى وجميع النماذج لم تحقق الإستدامة فى معالجة النفايات بجمعها و إعادة تدويرها ،او إستخدام مواد تم إعادة تدويرها.					

المصدر/الباحث

6/البيئة الداخلية:

- **مدرسة KICS:**حققت الإستدامة من حيث إستخدام أجهزة إستشعار لضبط درجة الحرارة والدخان ومعرفة مستوى غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو،مع الإهتمام الواضح بالبيئة الداخلية من حيث الألوان والأثاثات ومواد التشطيب حسب وظيفة الفراغ،وتجهيز الفصل ليتقبل وسائل التعليم الحديثة . تحقيق مبدأالشفافية لربط البيئة الداخلية مع الخارجية والتوجيه الصحيح مع إتجاه حركة الرياح،مع إستخدام التكييف المركزى فى جميع الفراغات،والإعتماد على الإضاءة الطبيعية والصناعية معا.
- **المدرسة الأمريكية:**حققت الإستدامة فى الإعتماد على الإضاءة والتهوية الطبيعية بنسبة كبيرة فى الفراغ ،وإستخدام الإضاءة المركزة والعامة فى الفصول مع مرونة الاثاثات وإختلافها حسب سن الطلاب وتجهيز الفصل ليتقبل وسائل التعليم الحديثة .
- **مدرسة الإنتصار الحكومية:** الفصل غير مهيأ لتقبل وسائل التعليم الحديثة ونلاحظ إهمال واضح بالبيئة الداخلية من ناحية التشطيب للأرضيات والحوائط والأثاث غير مرن ،كما ان التهوية والإضاءة طبيعية ولكنها غير كافية مقارنة بحجم الفصل.
- **مدرسة الطيب رزق الله الحكومية :** الفصل غير مهيأ لتقبل وسائل التعليم الحديثة ونلاحظ إهمال واضح بالبيئة الداخلية من ناحية التشطيب للأرضيات والحوائط والأثاث غير مرن وغير آمن للطلاب ،كما ان التهوية والإضاءة طبيعية ولكنها غير كافية مقارنة بحجم الفصل مع وجود نوافذ بنفس حائط السبورة ومقابلة للطلاب بحيث تسبب الوهج وعدم الرؤية.
مكاتب الأساتذة غير مهيأة مع عدم توفر التهوية الطبيعية الجيدة وضيق مساحة المكتب .

صور(4-41) توضح وضعية النوافذ الخاطئة
المصدر/الباحث

- **مدرسة أجيال الغد:**نلاحظ صغر حجم الفصل ووضعية السبورة الخاطئة ،مع الإعتماد الكلى على التهوية والإضاءة الصناعية وعدم وجود نوافذ بالفصول وإنعدام الإتصال بالبيئة الخارجية.
- **مدرسة الدكتور:**حققت الاستدامة فقط فى إنها إعتمدت على الإضاءة والتهوية الطبيعية مع الإضاءة الصناعية ، اما الألوان المستخدمة تعطى شعور بالملل .

7/البيئة الخارجية:

- **مدرسة KICS:**الحيز الخارجى فى هذه المدرسة يعتبر مكمل للعملية التعليمية ويمتاز بالتنوع الحيوى ،ويطبع على المدرسة طابع الخضرة والتشجير ،كما أنها حققت مبدأ الإستدامة الإجتماعية بتخصيص فراغ للإحتفالات مع أسر الطلاب ،وإستخدام مظلات خارجية من مواد محلية مستدامة .
- **المدرسة الأمريكية:**يغلب عليها طابع الخضرة والتشجير،والتنوع فى الحيز الخارجى.
- **مدرسة الإنتصار:**لم تحقق الإستدامة فى بيئة المدرسة الخارجية والحيز الخارجى خالى من التشجير والخضرة وغير مستقل .

- **مدرسة الطيب رزق الله الحكومية :** الحيز الخارجى يفتقر للتنوع الحيوى وإنعدام الغطاء النباتى بالرغم من وجود الأشجار للتظليل ولكن بطريقة غير منظمة وعشوائية وعدم وجود ملاعب خارجية للطلاب،وأرضية الساحات الخارجية غير مشطبة مما يؤدى الى تلوث الجو بالغبار.
- **مدرسة أجيال الغد:**لا يوجد فراغ خارجى مفتوح.
- **مدرسة الدكتور:**لم تحقق الإستدامة فى البيئة الخارجية ،والحيز الخارجى عبارة عن ساحة واحدة تستخدم لكل النشاطات خالية من التشجير تماما ومشطبة ببلاط أسمنتى .

3-4 نتائج تحليل الإستبيان:

لتحقيق هدف الدراسة وللتحقق من فرضياتها تم استخدام الاساليب الاحصائيه الاتية:

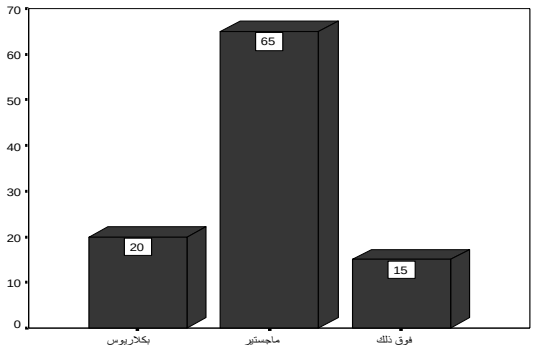
1.الأشكال البيانية. 2. التوزيع التكراري للإجابات . 3. النسب المئوية.

وللحصول على نتائج دقيقه قدر الإمكان ، تم إستخدام برنامج spss يشيرإختصار الى حزمة التحليل الإحصائي للعلوم الإجتماعية statistical packeg for social sciences.

اولا:نتائج الإستبيان الخاص بالمهندسين المعماريين:

جدول رقم (4-9) يوضحان :الخبرات العملية

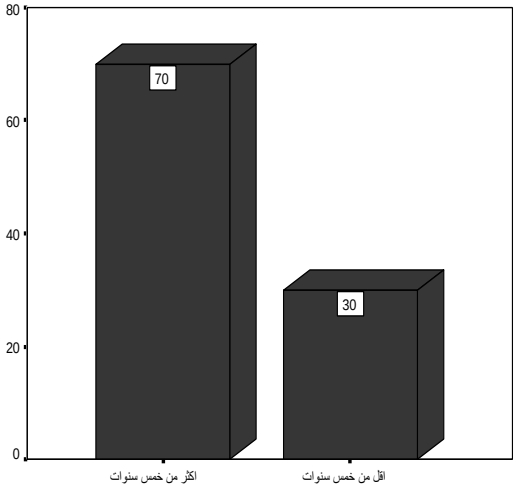
	التكرار	النسبة%
بكلاريوس	4	20.0%
ماجستير	13	65.0%
فوق ذلك	3	15.0%
المجموع	20	100.0%



المصدر : اعداد الباحث

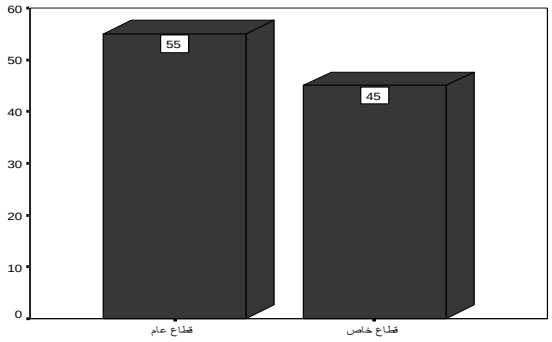
جدول رقم (4-10) يوضحان :عدد سنوات الخبرة العملية:

	التكرار	النسبة%
اكثر من خمس سنوات	14	70.0
اقل من خمس سنوات	6	30.0
المجموع	20	100.0



المصدر : اعداد الباحث

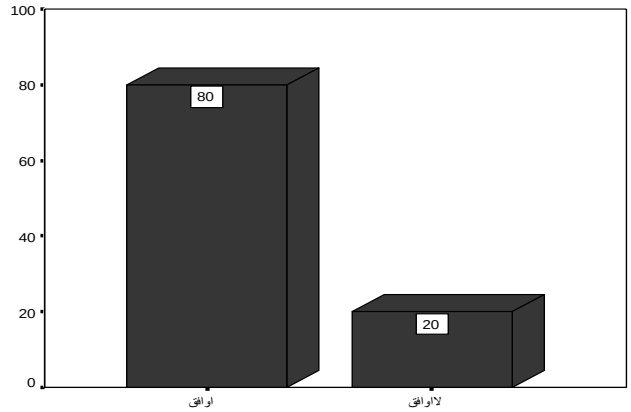
جدول رقم (4-11) يوضحان :جهة العمل:



	التكرار	النسبة%
قطاع عام	11	55.0
قطاع خاص	9	45.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

- النتائج المتعلقة بالسؤال الأول: جدول رقم (4-12) إختيار موقع المدرسة لايتم وفقا للمعايير المحددة لذلك:

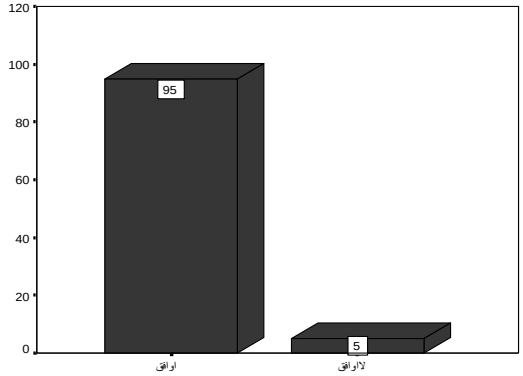


	التكرار	النسبة%
اوافق	16	80.0
لااوافق	4	20.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول الجدول والشكل أعلاه ان الذين يوافقون على ذلك كانت أعلى نسبة وقد بلغت 80% من جملة المبحوثين .

- النتائج المتعلقة بالسؤال الثانى: جدول رقم (4-13) عدم إستيفاء عدد كبير من مدارس الاساس بمدينة الخرطوم لأسس التصميم المعمارى:

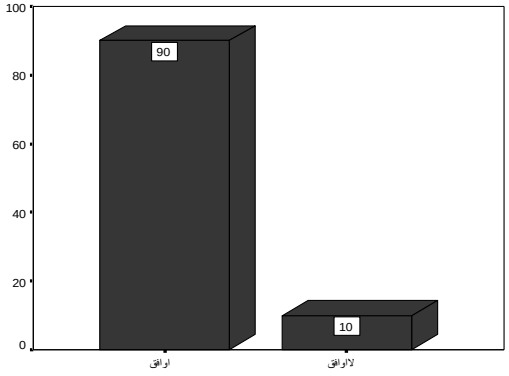


	التكرار	النسبة%
اوافق	19	95.0
لااوافق	1	5.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول والشكل أعلاه ان الذين يوافقون على ذلك أعلى نسبة وقد بلغت 95% من جملة المبحوثين .

- النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث: جدول رقم (4-14) عند تصميم المدارس يتم التركيز على الجانب الوظيفى أكثر دون التطرق للجانب الإجتماعى والبيئى:

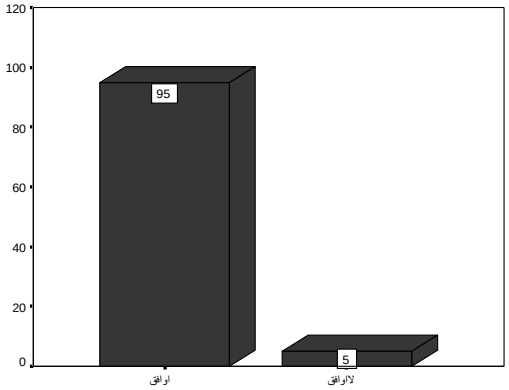


	التكرار	النسبة%
اوافق	18	90.0
لااوافق	2	10.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول والشكل أعلاه ان الذين يوافقون على ذلك أعلى نسبة وقد بلغت 90% من جملة المبحوثين .

- النتائج المتعلقة بالسؤال االرابع: جدول رقم (4-15) عند عملية التصميم لا يؤخذ فى الاعتبار إمكانية التوسع المستقبلى و تحقيق المرونة بالمبنى المدرسى:

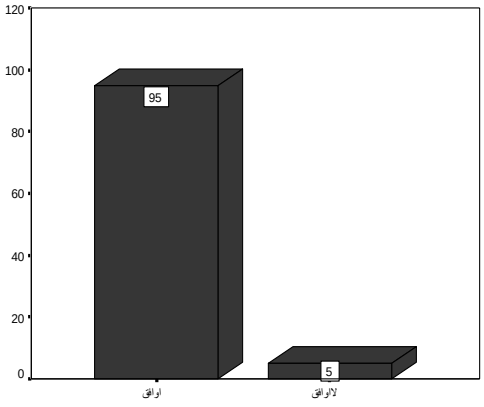


	التكرار	النسبة%
اوافق	19	95.0
لااوافق	1	5.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول ان الذين يوافقون على ذلك اعلى نسبة وقد بلغت 95% من جملة المبحوثين.

- النتائج المتعلقة بالسؤال الخامس: جدول رقم (4-16) لا يتم عمل دراسة للمناخ و أسس التصميم البيئى لتحقيق الراحة الحرارية بالمبنى المدرسى:

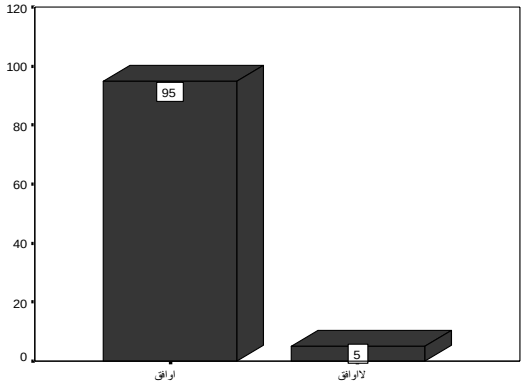


	التكرار	النسبة%
اوافق	19	95.0
لااوافق	1	5.0
المجموع	20	100.0

المصدر/الباحث

يتضح من الجدول ان الذين يوافقون على ذلك أعلى نسبة وقد بلغت 95% من جملة المبحوثين.

- النتائج المتعلقة بالسؤال السادس : جدول رقم (4-17)عدم الإهتمام بتصميم ساحات المدرسة الخارجية والخضرة كعنصر مهم له أثره على العملية التعليمية:

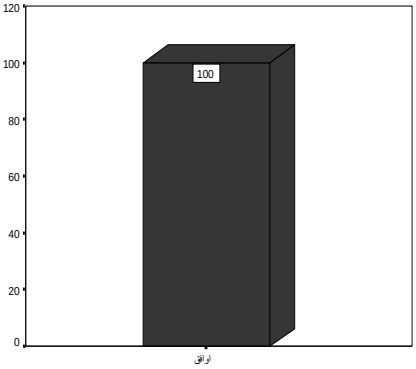


	التكرار	النسبة%
اوافق	19	95.0
لااوافق	1	5.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول ان الذين يوافقون على ذلك أعلى نسبة وقد بلغت 95% من جملة المبحوثين.

- النتائج المتعلقة بالسؤال السابع : جدول رقم (4-18) لا يتم إختيار الألوان للفراغات التعليمية بصورة مدروسة لتكون مناسبة لطلاب مدارس الاساس ولايوجد إهتمام بالتصميم الداخلى للفراغات :

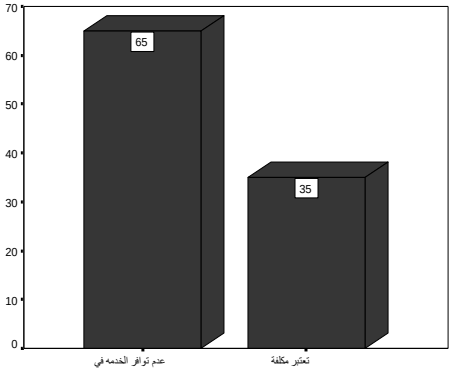


	التكرار	النسبة%
اوافق	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول ان الذين يوافقون على ذلك أعلى نسبة وقد بلغت 100% من جملة المبحوثين.

- النتائج المتعلقة بالسؤال الثامن : جدول رقم (4-19) لماذا لايتم تطبيق معاييرالإستدامة عند تصميم المبانى المدرسية؟

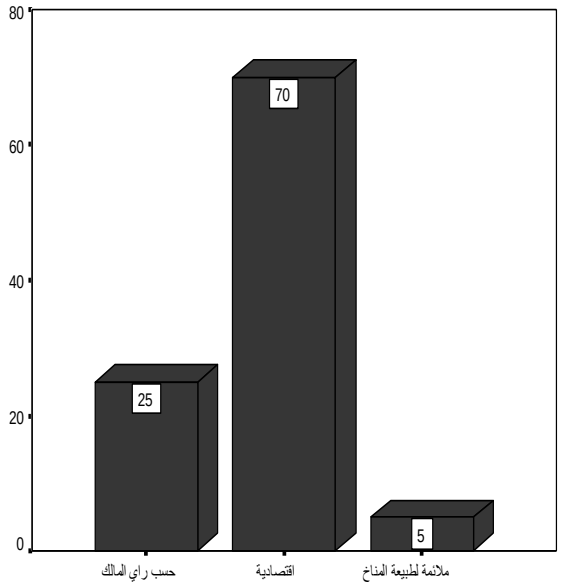


	التكرار	النسبة%
عدم توفر الخبرة في هذا المجال	13	65.0
تعتبر مكلفة	7	35.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول ان الذين أجابوا بأن عدم توفر الخبرة فى هذا المجال كانت أعلى نسبة وقد بلغت 65% من جملة المبحوثين .

- النتائج المتعلقة بالسؤال التاسع : جدول رقم (4-20)على أى أساس يتم إختيار مواد البناء للمبنى المدرسى؟

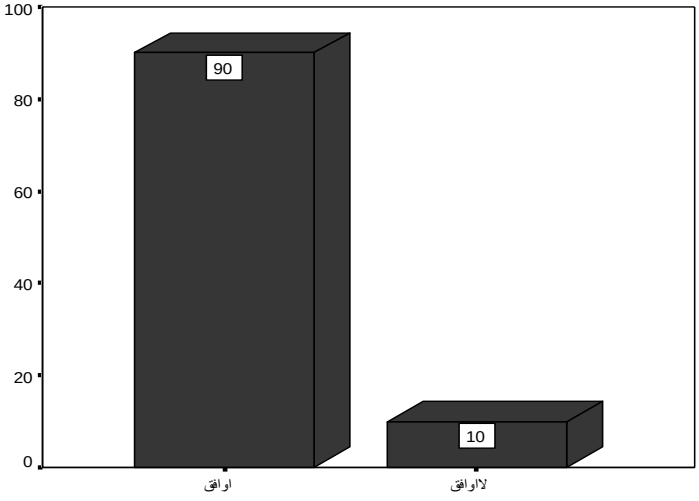


	التكرار	النسبة%
حسب رأي المالك	5	25.0
اقتصادية	14	70.0
ملائمة لطبيعة المناخ	1	5.0
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول والشكل أعلاه يتم الإختيار نسبة لأنها إقتصادية كانت أعلى نسبة وقد بلغت 70% من جملة المبحوثين .

- النتائج المتعلقة بالسؤال العاشر : جدول رقم (4-21) برأيك هل يمكن تأهيل المدارس الحالية لتصبح خضراء مستدامة؟



	التكرار	النسبة%
اوافق	18	90.0
لااوافق	2	10
المجموع	20	100.0

المصدر : اعداد الباحث

يتضح من الجدول ان الذين يوافقون على ذلك أعلى نسبة وقد بلغت 90% من جملة المبحوثين.

ثانيا:نتائج الإستبيان الخاصة بمستخدمى المبنى (الإداريين والمعلمين - الطلاب):

- اولا / جدول رقم (4-22) النتائج المتعلقة بموقع ومحيط المدرسة(سؤال مشترك للطلاب والمعلمين):

موقع ومحيط المدرسة	التكرارات	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
هل من السهولة الوصول الى موقع المدرسة ؟	72	54	18	نعم بنسبة 75
مدخل المدرسة قريب من الطريق الرئيسى ؟	72	55	17	نعم بنسبة 76
هل يتميز موقع المدرسة بالهدوء وبعيد من مصادر الضجيج؟	72	51	21	نعم بنسبة 71
هل يتناسب موقع مبنى المدرسة مع نوع وإستخدام المبانى المجاورة؟	72	52	20	نعم بنسبة 72
هل يتميز موقع المدرسة بالسلامة و الأمان وخلوه من المخاطر؟	72	61	11	نعم بنسبة 85

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح ان معظم الإجابات كانت (نعم) مما يدل على ان معظم مواقع المدارس المختارة قريبة من الطريق الرئيسى وتتناسب مع البيئة المحيطة وآمنة.

- ثانيا / جدول رقم (4-23)النتائج المتعلقة بكفاءة إستخدام الطاقة والمياه(للمعلمين والإداريين فقط):

كفاءة إستخدام الطاقة والمياه بالمبنى المدرسى	التكرارات	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
جميع فراغات المبنى المدرسى تعتمد بشكل كبير على التهوية والإضاءة الصناعية ؟	30	15	15	% 50
هل يوجد نظام للإستفادة من مياه الامطار وتجميعها وإعادة استخدامها؟	30	0	30	لا بنسبة 100
هل تم استغلال الطاقة الشمسية لأى غرض داخل المبنى المدرسى؟	30	0	30	لا بنسبة 100
هل تم استخدام العزل الحرارى لغلاف المبنى للتقليل من استهلاك الطاقة؟	30	1	29	لا بنسبة 90

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح ان معظم الإجابات كانت(لا)مما يدل على انه لم يتم الإستفادة من الطاقات المتجددة وأن جميع المدارس لم تحقق معيار كفاءة إستخدام المياه والطاقة.

- ثالثا/ جدول رقم (4-24)النتائج المتعلقة بالبيئة الداخلية (للإداريين والمعلمين):

البيئة الداخلية	التكرارات	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
هل تعانى من ضيق المساحة داخل المكتب؟	30	4	26	لا بنسبة 87
هل تشعر أن التهوية والحرارة والرطوبة داخل المكتب مناسبة ؟	30	23	7	نعم 77
هل ترى ان المكاتب بمدرستك تتميز بالهدوء ؟	30	26	4	نعم بنسبة 87
الإضاءة داخل المكاتب تعتبر كافية ومريحة للنظر؟	30	24	6	لا بنسبة 80
هل تحب الألوان المستخدمة داخل الفراغات بالمدرسة وتراها محفزة للعمل؟	30	19	11	نعم بنسبة 63

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح أن معظم الإجابات كانت إيجابية ،ولكن لاحظ الباحث من خلال الزيارة الميدانية ان إجابات المعلمين والإداريين كانت على أساس الولاء للمدرسة .

جدول رقم (4-25)النتائج المتعلقة بالبيئة الداخلية (للطلاب):

البيئة الداخلية	التكرارات	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
هل تعانى من ضيق المساحة داخل المكتب؟	42	23	19	نعم بنسبة 55
هل تشعر أن التهوية والحرارة والرطوبة داخل المكتب مناسبة ؟	42	9	33	لا بنسبة 79
هل ترى ان المكاتب بمدرستك تتميز بالهدوء ؟	42	23	19	نعم بنسبة 55
الإضاءة داخل المكاتب تعتبر كافية ومريحة للنظر؟	42	35	7	نعم83
هل تحب الألوان المستخدمة داخل الفراغات بالمدرسة وتراها محفزة للعمل؟	42	5	37	لا بنسبة 88
هل تستطيع تغيير ترتيب اثاثات الفصل حسب ما يتطلب الدرس؟	42	14	28	لا بنسبة 67

هل تم تصميم المعامل بالمدرسة لتسع جميع الطلاب؟	42	0	42	لا بنسبة 100
هل تحب تصميم فصلك الدراسى وتحب التواجد به لساعات طويلة؟	42	3	39	لا بنسبة 93

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح أن معظم الطلاب لايشعرون بالراحة داخل الفصل الدراسى ولا يحبون تصميم فصلهم الدراسى من حيث الألوان والأثاثات .

- جدول رقم (4-26)النتائج المتعلقة بالبيئة الخارجية (للطلاب فقط):

البيئة الخارجية	التكرارات	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
هل تتسع ساحات المدرسة الخارجية لممارسة مختلف انشطتك؟	42	15	27	لا بنسبة 64
هل هنالك ساحة خارجية لعمل الإحتفالات والمشاركة الإجتماعية مع الأسر؟	42	20	40	لا بنسبة 52
هل يعجبك تصميم الساحات الخارجية بمدرستك؟	42	3	39	لا بنسبة 93
أرضية الساحات الخارجية مناسبة لنوعية النشاط الممارس بها؟	42	8	34	لا 81
هل تحب وجود مسطحات مائية داخل المدرسة؟	42	41	1	نعم2 %
عدم وجود او قلة الأشجار للتظليل؟	42	32	10	نعم بنسبة 24

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح أن معظم الطلاب لايحبون تصميم الساحات الخارجية بمدارسهم ويرونها غير كافية لممارسة مختلف الأنشطة ويفضلون وجود المسطحات المائية والتشجير.

- رابعا/ جدول رقم (4-27)النتائج المتعلقة بالمواد والمصادر والنفايات(للمعلمين والإداريين فقط):

المواد والمصادر والنفايات	التكرارات	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
مواد البناء المستخدمة بالمدرسة غير ملائمة لطبيعة مناخ الخرطوم الحار؟	30	9	21	لا بنسبة %70
لم يتم استخدام اى موارد بناء محلية لبناء المدرسة ؟	30	14	16	لا بنسبة 53

النفايات الناتجة من المدرسة هل يتم إعادة تدويرها و الإستفادة منها مرة اخرى؟	30	0	30	لا بنسبة 100

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح ان معظم الإجابات كانت(لا)مما يدل على انه لم يتم الإستفادة من النفايات بتجميعها وإعادة تدويرها ،وعدم إستخدام مواد البناء التقليدية والمحلية .

خامسا/جدول رقم (4-28)النتائج المتعلقة بالإنطباع العام والمظهر البصرى(سؤال مشترك):

الإنطباع العام عن المدرسة	التكرارات (طلاب ،معلمين)	تكرار نعم	تكرار لا	أعلى نسبة%
هل مظهر مبنى المدرسة يتفق مع المبانى المحيطة به؟	72	44	28	نعم بنسبة 61
هل ترى ان المدرسة ذات تصميم مميز وجميل يعبر عن وظيفته؟	72	22	50	لا بنسبة 69
مدخل المدرسة يتميز بتصميم مميز؟	72	22	50	لا بنسبة 69
هل يغلب على المدرسة طابع الخضرة والاهتمام بالتشجير؟	72	16	56	لا بنسبة 78
هل تجد ان بيئة المدرسة محفزة للعمل و تحب الذهاب الى المدرسة عند الصباح؟	72	29	43	لا بنسبة 60
هل تحب التواجد فى المدرسة لوقت أطول؟	72	22	50	لا بنسبة 69

المصدر/الباحث

من الجدول أعلاه يتضح ان معظم الإجابات كانت(لا)مما يدل على ان الإنطباع العام للمستخدمين عن المبنى المدرسى يدل على عدم الرضا .

4- 4 الخلاصات التى تم التوصل إليها من تحليل الحالات الدراسية:

- إتفاق معظم المبانى المدرسية التى تمت دراستها على إستخدام نفس مواد البناء (الخرسانة والطوب الاحمر) وعدم وجود جماليات كإستغلال النظام الانشائى ليبرز النواحى الجمالية
- فى المبانى التى تم تحويلها الى مدارس نلاحظ إنعدام معايير التصميم الخاصة بالموقع ومساحة الطالب فى الفراغ الخارجى والداخلى،ونلاحظ ان المبنى المدرسى يتم تكييفه على المبنى المقام مسبقا ،وعدم كفاية دورات المياه لعددية الطلاب خصوصا اذا كان المبنى المستأجر مصمم كمبنى سكنى.
- عدم تخصيص مكان لوقوف السيارات داخل موقع المدرسة وعدم تشجيع وسائل النقل البديل مثل تخصيص مكان للدراجات الهوائية للطلاب.
- إهمال أرضية الساحات الخارجية خصوصا فى المدارس الحكومية وعدم تشطيبها (أرضية ترابية)مما يؤدى الى تلوث الجو بالغبار المنبعث منها.
- تم عمل مدخلين بالمدرسة ولكن فى الواقع يتم استخدام مدخل واحد منها وعدم توظيف الآخر لأغراض التخديم او غيره.
- إنعدام الإستدامة الإجتماعية فى أغلبية النماذج كتخصيص جزء من المدرسة ليتم استخدامه من قبل سكان الحى مثل الملاعب او إقامة الإحتفالات وغيره.
- إهدار المساحات المفتوحة فى المدارس الحكومية وعدم إستغلالها كما هو الحال في مدرسة (الإنتصار أساس للبنات).
- البيئة الصفية تحقق الإستدامة كتصميم بيئي في المباني المدرسية مثل(الإنتصار ،الدكتور،KICS،الامريكية) التي تتميز بنظامها المفتوح(من ناحية التوجيه والاضاءة الطبيعية)، حيث تتصل بالخارج من خلال جدارين متقابلين ما يوفر الراحة الحرارية للمستخدمين.

وذلك على عكس النظام المغلق في المباني المستأجرة مثل(أجيال الغد) والذي تقل فيه الراحة الحرارية للفرد، ما يزيد من تكلفة إستهلاك الطاقة، كما أنه يسبب حدوث ضوضاء وصدى للصوت في الممرات والقاعات الدراسية.

- عدم الإهتمام بالتصميم الداخلى بالبيئة الداخلية ونلاحظ ذلك لتردي حالة الفصول الدراسية(نوافذ قديمة - جدران وأرضيات متهالكة - ألوان غير مناسبة) فى أغلبية النماذج خصوصا الحكومية منها.
- إنعدام خاصية الشفافية لربط البيئة الداخلية مع الخارجية خاصة فى الفصول الدراسية وتحققت هذه الخاصية فقط فى مدرسةKICS .
- الإعتماد الكلى على الوسائل الميكانيكية فى الأضاءة والتهوية ونلاحظ ذلك فى المبانى المستأجرة التى تم تحويلها الى مدارس(أجيال الغد).
- إنعدام الصيانة والنظافة الدورية للمباني المدرسية فى أغلب النماذج الدراسية .
- عدم تجهيز الفصل الدراسى ليتقبل وسائل التعليم الحديثة من ناحية الاثاث ومن ناحية التحكم فى الاضاءة كعروض البروجكتر وإستخدام الحاسب الالى وغيره خاصة فى المدارس الحكومية.
- عدم ملائمة الأثاث في الفصول الدراسية للمدارس الحكومية لسن الطالب، وتظهر المشكلة في انه يتم إستخدام الأثاث بمقياس واحد لجميع الفصول، كما أن نوعية الأثاث تمنع توزيعه بطرق أخرى بحسب متطلبات العملية التعليمية(الانتصار بنات،الطيب رزق الله).
- إفتقار المباني المدرسية(خصوصا المدارس الحكومية) إلى الفراغات التكميلية المساعدة والتي يمكن تحديد بعضها في فراغات التربية الفنية – الصالة الرياضية – صالة متعددة الأغراض – الورش والمشاغل – معمل الحاسوب- الحدائق والملاعب.
- إنعدام وجود فراغ المكتبة نهائيا فى نماذج المدارس الحكومية والمستأجرة،وظهور هذا الفراغ فقط فى المدارس التى تم انشاؤها على النفقة الخاصة.
- عدم الإهتمام بالبيئة الداخلية لمكاتب المعلمين وضيق المساحة فى بعض المدارس وعدم تجهيزها بالاثاثات التى يحتاجها المعلم كالخزانات والأرفف والطابعة وأجهزة الحاسب الالى ...الخ.
- عدم مناسبة مواد التشطيبات للفراغات التعليمية خصوصا الفصول الدراسية وذلك لتقليل التكلفة على حساب راحة المستخدمين للفراغ.

- عدم الإهتمام بجانب الأمن و السلامة بالمبنى المدرسي كعمل نظام لإطفاء الحريق خصوصا فى المدارس ذات النظام المغلق.
- الإهمال الواضح لمدخل وسور المدرسة وجعله مميزا يعبر عن وظيفة المدرسة .
- التطور الواضح فى مبانى المدارس التى تم إنشائها على النفقة الخاصة (مدرسة KICS،والمدرسة الامريكية)،والإهتمام بالتصميم الداخلى للفراغات التعليمية والإهتمام بالبيئة الخارجية وتوفير الفراغات التعليمية التكميلية لممارسة الهوايات المختلفة.
- جميع المدارس الحكومية تتمثل ساحاتها الخارجية فى ساحة الطابور وهى الساحة الوحيدة لممارسة جميع أنشطة الطلاب.
- إنعدام المسطحات المائية داخل الساحات المدرسية والجهل بأهميتها كعنصر محفز للبيئة التعليمية ويعمل على تلطيف الجو.
- إتباع النظم التقليدية فى الرى والصرف الصحى وتصريف مياه الامطار.
- غالبية المدارس تفتقر للحدائق والعناصر الخضراء داخلها بشكل كبير، مما ينعكس على عدم وجود التنوع الحيوي في المدارس .كما أنه لا يوجد نظام لتجميع مياه الأمطار والإستفادة منها بشكل مدروس.
- عدم وجود مسطحات خضراء لجلوس الطلاب وتسويرها بغرض الزينة فقط كما هو الحال فى المدارس الحكومية (مدرسة الإنتصار).
- لا يوجد اى إهتمام بتجميع النفايات وتدويرها وإتباع الطرق التقليدية فى التخلص منها.
- لا يؤخذ فى الإعتبار إمكانية التوسع المستقبلى وذلك من خلال نوعية الأساس والسقف وعدم إنشاء فواصل للهبوط والتمدد خصوصا فى المدارس الحكومية.

الفصل الخامس
الخلاصات والتوصيات

5-1الخلاصات:

محاور الإستدامة هى نفسها لتقييم كل المبانى ،ولكن تؤخذ هذه المحاور بمعايير مختلفة حسب نوع المشروع المراد جعله مستدام.

ومن خلال دراسة البحث فإن عملية تحسين الأداء الحرارى بالمبنى المدرسى تتطلب ان يكون المبنى ذو تصميم متناسب مع الظروف المناخية المتغيرة (كفاءة الأداء الحرارى)وهذا يمكن تحقيقه بإتباع الطرق التقليدية التى تعتمد على مصادر طبيعية(كما ذكر فى الفصل الثالث) تراعى عند عملية التصميم لتقلل من إستهلاك الطاقة ،هذا المفهوم ما هو إلا طرق وأساليب جديدة للتصميم والتشييد تستحضر التحديات البيئية والإقتصادية التي ألقت بظلالها على مختلف القطاعات في هذا العصر ،وبالفعل بدأ الكثير من المعماريين بإستكشاف وبلورة التصاميم المعمارية التي تقوم بإستهلاك أقل للطاقة وحماية أكبر للبيئة.

ومن هذا المنطلق نجد ان وزارة التربية والتعليم بذلت كثيراً من الجهد والمال في سبيل رفع المستوى التخطيطي والتطويري للمعلم، والمنهج الدراسي، بينما كان الجهد المبذول لتطوير المبنى المدرسي أقل مجهوداً، ولم يواكب تطوير العناصر الأخرى المكملة لنجاح العملية التعليمية والتربوية.

من الحالات الدراسية والإستبيان ومما تم ذكره فى الفصول السابقة توصل البحث الى أن

واقع مدارس الأساس فى مدينة الخرطوم يعانى من مشاكل يمكن تلخيصها فى النقاط التالية:

5-1-1 الإهمال الواضح من قبل الجهات المسؤولة الحكومية لمبانى المدارس:

مشكلة تدنى المستوى النوعي للمدارس بيئيا والإستمرار في إستخدام تصاميم مكررة أعدت منذ زمن بعيد في وقت شهدت فيه نظريات وممارسات تصاميم المدارس في العالم تغيرات كبيرة تمثلت ببروز مفهوم الإستدامة.

5-1-2 عدم الإهتمام بالبعد البيئى لتحسين الأداء الحرارى عند التصميم:حيث لا توجد اى معالجات او طرق تقليدية إتبعت عند التصميم لتحسين الأداء الحرارى.

وأكد على ذلك الإستبيان الخاص بالمهندسين المعماريين،مما ينتج عنه مبانى تعتمد إعتماد كلى على الوسائل الميكانيكية خصوصا المبانى المستأجرة.

5-1-3 عدم رضا الطلاب والمعلمين عن مبناهم المدرسى من حيث الإنطباع البصرى والمظهر العام وعدم الإهتمام بالنواحى الجمالية فى عملية التصميم.

5-1-4 إهمال البيئة الداخلية للمدارس وإهمال التصميم الداخلى للفراغات:

كما وضحنا ذلك فى الحالات الدراسية،نجد ان الطلاب غير راضين عن تصميم فصولهم الدراسية وعدم ملائمة مواد التشطيب لوظيفة الفراغ والإخفاق فى إختيار الالوان.

5-1-5 إهمال البيئة الخارجية وإفتقار البيئة المدرسية للتشويق والإثارة ويغلب عليها طابع الجفاف.

5-1-6 عدم توفر عنصر المرونة فى تصميم المبنى المدرسى.

5-2التوصيات:

تمخضت الدراسة عن عدد من التوصيات تم التوصل إليها من حقائق ومعلومات مستنتجة من تحليل الحالات الدراسية والخلاصات التى توصل إليها البحث كالآتى:

5-2-1 أهمية دور الجهات الرسمية:

5-2-1-1 زيادة حجم الميزانية المخصصة للمبانى المدرسية لتحسين الوضع الحالى للمدارس الحكومية وتطويرها وعدم إقتصار ذلك على المدارس الخاصة فقط.

5-2-1-2 ينبغي أن تكون المدرسة في أيد حريصة على التطور وملاحقة المستجدات مع الحرص على تذليل كافة الصعوبات المعترضة وألا نجعل الروتين الإداري شماعة إخفاقاتنا بل يجب عدم الركون إلى الإعتماد و الإتكالية في الإنجاز والتطور.

5-2-1-3 تدريب المهندسين والتقنيين لإكتساب الخبرة فى مجال التصميم المستدام ،وإدراج مفاهيم الإستدامة ضمن المقرر الجامعى ،والإهتمام بتطوير معايير تصميم المدارس وفقا لمعايير الإستدامة.

5-2-1-4 التوعية بأهمية الإستدامة والتعريف بها من قبل وسائل الإعلام.

5-2-1-5 التركيز على إعادة تأهيل المدارس القائمة حاليا ،وعدم الإقتصار على المدارس التى ستنفذ مستقبلا.

5-2-1-6 إيقاف ظاهرة تحويل المبانى التى صممت لغرض وظيفى معين إلى مبانى مدرسية الا فى حالة إستيفاء المبنى للمعايير البيئية والتصميمية الخاصة بالمدارس.

5-2-2 أهمية البعد البيئى عند التصميم لتقليل إستهلاك الطاقة:

5-2-2-1 إعداد تعليمات وضوابط تصميمية خاصة بالتصميم البيئى المناخى ،تكون ملزمة للتطبيق كأحد شروط منح إجازة البناء للتقليل من إستهلاك الطاقة الصناعية.

5-2-2-2 ضرورة الإستفادة من التجارب العالمية فى إنشاء المدارس المستدامة الخضراء.

5-2-2-3 ترسيخ مفاهيم الإستدامة والمحافظة على البيئة لدى المعلمين والإداريين والطلاب وتعزيز ذلك بإدماجه ضمن المناهج الدراسية.

5-2-2-4 تأسيس مجلس قيادة للمشروع بإشتراك الطلاب والمعلمين وممثلي المجتمع لدعم إجراءات تحويل المدرسة إلى مدرسة خضراء ، وإشتراك المعلمين في دراسة قضايا جودة البيئة.

5-2-2-5 إستخدام المواد المصنعة محليا،وإدراجها فى وثائق العقد التى بدورها تخفف من تأثيرات النقل وتعزز الإقتصاد المحلى.

5-2-2-6 الإستغلال الأمثل للسطح وإستخدامه لممارسة النشاطات المختلفة للطلاب أو المعلمين ويفضل جعل الأسطح خضراء للتقليل من الإكتساب الحرارى كلما أمكن ذلك.

5-2-2-7 عمل دراسة جدوى حول آليات حفظ الطاقة والإستفادة من مصادر الطاقة المتجددة فى المدارس.

5-2-2-8 الإهتمام بالصيانة الدورية للأنظمة الخاصة بالمياه والطاقة والإضاءة وغيره بالمدرسة للعمل بكفاءة جيدة وتجنب هدر الطاقة،وتكوين لجنة مختصة بذلك.

5-2-2-9 إستغلال مياه الأمطار فى عملية الرى وذلك بتجميعها وتخزينها بخزانات أرضية والإستفادة منها.

5-2-3 تحسين الأداء الحراري بالمدارس:

5-2-3-1 قبل البدء بعملية التصميم يجب أن تؤخذ بعين الإهتمام مسائل تتعلق:

- داخل المبنى ومنها (درجة الحرارة التصميمية الداخلية المطلوبة شتاءا وصيفا والرطوبة النسبية المتوقعة،والتهوية والإنارة الطبيعيتين).

- خارج المبنى ومنها(درجة الحرارة الخارجية شتاءا وصيفا، وسرعة الرياح وإتجاهها، وشدة الإشعاع الشمسي، وحركة الشمس، و زاوية سقوط أشعتها).

5-2-3-2 إستخدام مواد ذات سعة حرارية عالية لتوفير الراحة الحرارية.

5-2-3-3 إستخدام النظام المفتوح لتصميم المدارس لخلق مساحات مفتوحة تساعد على التهوية والإضاءة الطبيعية .

5-2-3-4 توجيه المبنى المدرسى التوجيه الأمثل الذى يحقق تهوية جيدة ويقلل من الإشعاع الشمسى مع إستخدام الكاسرات.

5-2-3-5 إعداد نماذج ومقترحات تخطيطية تتناسب مع الظروف المحلية البيئية والإجتماعية والإقتصادية تسهم فى تطوير طالب الأساس يشترك فيها اخصائيين وخبراء تجاز من قبل جهات علمية وبحثية وحكومية لتكون هى الأساس لخطة تطوير وتحسين جميع المدارس بالسودان.

5-2-3-6 إدخال التحسينات فى البيئة المدرسية فى حدود الإمكانات المادية المتاحة مثال لذلك:

- إدخال مواد العزل الحرارى فى المبانى .
- إدخال عنصر التشجير لتقليل الكسب الحرارى .
- إستعمال التبريد بالماء بإستعمال مكيفات الهواء بالماء.

5-2-3-7 إختيار مواد التشطيب المناسبة للساحات الخارجية والفراغات الداخلية .

5-2-3-8 تحسين جودة الهواء الداخلى عن طريق تقليل الإنبعاثات وإستخدام أجهزة الإستشعار.

5-2-3-9 ترطيب الجو الخارجي ولاسيما صيفا بإستعمال المسطحات المائية، ،وزراعة الأسقف ، وزرع الأشجار على جانبي الممرات ويفضل أن تكون من الأنواع الموسمية التي تعطي خواص مناخية جيدة حيث أنها تكون كثيفة التوريق صيفا فتعطي الظلال أما شتاءا فتسمح لأشعة الشمس بالنفوذ.

5-2-3-10 التقليل من إستعمال التبليط الاسفلتي في إكساء فضاءات المدرسة لاسيما الساحات ، لما له من أثر كبير في تقليل الكفاءة المناخية بفعل زيادة الأشعة الشمسية المنعكسة، وان يقتصر التبليط على أماكن وقوف المركبات بينما تستعمل مواد أخرى ذات انعكاسية اقل مثل االحجر أو الطابوق الفرشي في إنهاء الممرات.

5-2-3-11 إستخدام السقوف المضاعفة في عملية العزل الحراري في البيئات قاسية المناخ وزراعة الأسقف كلما أمكن ذلك.

5-2-4 تحسين المظهر البصرى والإنطباع العام عن مبانى المدارس:

5-2-4-1 الإهتمام بتصميم واجهات ومدخل المدرسة بجعل المدخل مميز ومرحب يعبر عن وظيفة المدرسة ،وتوظيف المداخل بفصل حركة الطلاب عن المركبات وعربات التخديم.

5-2-4-2 يمكن أن تزين جدران المدرسة ومداخلها بالصور الجميلة والقطع الفنية من أعمال التلاميذ الموهوبين في الرسم والأشغال اليدوية، يمكن تزينها بالعديد من الأشياء دون تكلفة تذكر.

5-2-4-3 إصلاح التشوهات البسيطة يؤدى ذلك إلى إنخفاض تكاليفها وعدم إستفحالها.

5-2-4-4 الإهتمام بالخضرة والتشجير.

5-2-5 تحسين البيئة الداخلية:

5-2-5-1 مراعاة سن الطلاب عند عملية التصميم الداخلى للفراغات، ودراسة حركة الطالب داخل الفراغ،لتحديد نوعية وأبعاد الأثاثات وإرتفاعها حسب عمر الطلاب بمرحلة الاساس وإختيار الأثاث الآمن والمريح،مع توفير مساحات تسمح بالحركة داخل الفصل بإرتياح وتحقيق عنصر المرونة.

5-2-5-2 تزويد الفصول الدراسية بالستائر الداخلية لتكون مجهزة عند إستخدام أجهزة العرض projectors.

5-2-5-3 الإهتمام بدراسة كل حيز فى المدرسة وفهم متطلباته لأن كل حيز بالمدرسة له معالجات تصميمية خاصة ومحددة تساعد فى جعله مستدام وذلك حسب وظيفته.

5-2-5-4 الإستعانة بمختص عند تصميم الصوتيات والإضاءة الخاصة بالأحيزة التى تتطلب معالجات خاصة مثل غرفة المسرح والموسيقى والمكتبة.

5-2-5-5 يمكن إستخدام الحلول التى ذكرت فى الفصل الرابع للإستفادة من شكل الحوائط والأسقف لتحسين إضاءة الفراغ وإتباع المعايير التى تم ذكرها عند تصميم نظام الHVAC.

5-2-6 تحسين البيئة الخارجية للمدارس:

5-2-6-1 تعزيز الشعور بالإنتماء عند تصميم الفضاءات المفتوحة بالمدرسة وذلك بخلق بؤرة بصرية داخل المدرسة بإدماج فضاءات الحركة مع الفضاءات الأخرى لمراقبة الطلاب وتحقيق خاصية الأمن والسلامة فى التصميم.

5-2-6-2 تنويع مواد تشطيب الفضاءات الخارجية، مثل إستعمال (النجيل الأخضر الطبيعى) لتغطية الحدائق وإستعمال (النجيل الصناعي) في بعض الفضاءات الأخرى، وذلك لتقليل الأعباء الناتجة من إستعمال الطبيعي مثل :أعمال الصيانة والسقي ،وإستعمال الحجر لأكساء الممرات الرابطة بين الفضاءات الخارجية، وإستعمال المواد المطاطية الملونة لأكساء فضاءات اللعب والدرس الخارجي ومساحات من الفضاءات الخارجية لحماية التلاميذ أثناء اللعب.

5-2-6-3 جعل الحيز الخارجى يتميز بالتنوع الحيوى بتوفير الساحات الخضراء والملاعب وإضافة المسطحات المائية والنوافير لتعمل على تلطيف الجو.

5-2-6-4 زيادة نسبة التشجير في المدرسة وزيادة الغطاء الأخضر بتوفير المزروعات وأحواض الزهور.

5-2-6-5 تشجيع مبدأ الإستدامة الإجتماعية بتشجيع المجتمع المحيط بالمدرسة لإستعمال الأحيزة الخارجية للفعاليات الاجتماعية لتفعيل دور المدرسة والمجتمع.

5-2-6-6 تخصيص مكان بالمدرسة خاص بتجميع النفايات لإعادة تدويرها وإستخدامها مرة أخرى.

5-2-7 تحقيق عنصر المرونة فى التصميم:

5-2-7-1 مراعاة التوسع المستقبلى عند عملية التصميم رأسيا وأفقيا لتقبل تغيرات العملية التعليمية ومواكبة التطور.

5-2-7-2 التصميم المرن قد يشمل أيضا قنوات وأنظمة ميكانيكية لاى إضافات بالمستقبل،او إستخدام أنظمة إنشائية مفتوحة لإعادة التشكيل فى الفراغات الداخلية.

5-2-8 الخطط المستقبلية:

5-2-8-1 وجود دليل للمدارس المستدامة الخضراء للتدقيق البيئى بالمياه والطاقة والنفايات ضمن منشآت المدرسة.

5-2-8-2 إعداد مسابقة فى نهاية كل عام دراسى لتحديد اكثر مدرسة مستدامة خضراء لحث المدارس على المشاركة وتحقيق نتائج ملموسة.

5-2-8-3 توفير الفرصة للمعلمين لتعلم أساليب ومهارات جديدة لنقل التعليم البيئى الى الفصول الدراسية.

قائمة المراجع

1. د.مهندس يحى وزيرى/2003/التصميم المعمارى الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء/مكتبة الهندسة المعمارية/الجزائر.
2. Brenda vale,Robert vale,green,2002 Architure design for a sustainable future.
3. Ken Yeang,2000,The green skyscraper,Tokyo.
4. William Reed,2012,The integrative design guide to green building
5. الموقع الالكتروني لجامعة كورنيل/2010/ الحرم الجامعي المستدام.
6. محمد علي الأنباري/2011/ الإطار المفاهيمي للبيئة والتنمية المستدامة والإجراءات المطلوبة لتنفيذها دولياً ومحلياً/ قسم الهندسة المعمارية، جامعة بابل.
7. الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة في الشرق الأوسط2008 .
8. Bowers & Bukett, 1987,Relationship of student achievement and characteristics in two selected school facility environmental settings, Canada.
9. Shibata, S. and Suzuki, N., 2002, "Effects of The Foliage Plant on Task Performance and Mood", Journal of Environmental Psychology, Vol. 22, No. 3.
10. Green Schools Resource Guide,2010,A Practical Resource for Planning and Building Green Schools in Ontario,Canada
11. السليمان طارق/ 1995/تأثير التصاميم المدرسية الحكومية والأهلية على أداء المدارس بوظيفته/ مجلة جامعة الملك سعود، كلية العمارة والتخطيط.
12. Department for Education and Skills, 2006, U.K
13. KatGregory, 2006,"Greening American's Schools , Cost and Benefits".
14. م.سليم محمد زيد/2011/المبانى الخضراء ونظام التقييم LEED/ الامارات العربية المتحدة .
15. د.عبدالقادر حليمى/1981/الجغرافيا المناخية/ديوان المطبوعات الجامعية/الجزائر.
16. سعيد عبدالرحيم سعيد/2007/العناصر المناخية والتصميم المعمارى / جامعة الامام محمد بن مسعود الاسلامية.
17. ا.د.يوسف عبدالمجيد فايد/1982 /جغرافية المناخ والنبات /الناشر دار النهضة العربية/القاهرة.
18. شفق العوضى الوكيل ،محمد عبدالله السراج/1989 /المناخ وعمارة المناطق الحارة/الناشر مركز التميز لعلوم الادارة والحاسب/ /القاهرة.
19. على حسن موسى/1992 /كتاب علم المناخ /الناشر دار الفكر المعاصر /لبنان.
20. http://ar.wikipedia.org /2016-سبتمبر -10 /الخرطوم
21. هيئة الارصاد الجوى/الخرطوم2014
22. ا.د عادل يس محرم واخرون/1998/ دليل الطاقة والعمارة/ جهاز تخطيط الطاقة/مصر .
23. Olgyay V:Design with Climate, Princeton University press,priceton,New Jersey,1963
24. sustainablebuildingdesigns.blogspot.com /2013 -ديسيمبر-9/تصميم المبانى المستدامة
25. د .وليد بن محمد أبانمي/2009 /تأثير نوع المواد المستخدمة في الأرضيات على درجة حرارة البيئة المحيطة في المناطق المفتوحة الواقعة في مناخ حار وجاف/ جامعة الملك سعود /الرياض.
26. http://www.somfyarchitecture.me التحكم فى ضوء النهار والإستفادة منه
27. الزعفرانى،عباس محمد/2008/التصميم المناخى/ منشور على الانترنت موقع العمارة المصرية//مصر
28. على رأفت (البيئة والفراغ)/ 1996/ثلاثية الابداع المعمارى/الناشر وكالة الاهرام للتوزيع .
29. م .هشام هادي البيتي واخرون/2008 /أبنية التعليم الأساسي بالمدن اليمنية - المشكلات واتجاهات الحلول/ Journal of Engineering Sciences, Assiut University /جامعة اسيوط .
30. http://www.bonah.org/2010 مدرسة دمشق/اغسطس
31. http://www.ibisonline.net /2008/ الإيوان
32. http://fathibashier.blogspot.com /2011 جامع ومدرسة السلطان حسن/نوفمبر
33. http://www.startimes.com / 2009-اكتوبر-8/طاقة الرياح
34. سمر يوسف إسماعيل/2011/ رسالة ماجستير /إستراتيجيات تحقيق الاستدامة في التصميم العمراني للمدارس / الجامعة الإسلامية/ غزة/فلسطين
35. دراسة اليونيسكو /قسم السياسة التربوية والتخطيط" , المنشآت التربوية :معاييرها ومقاييسها :التصميم والبناء والتكاليف" الوحدة الثانية1419ه.
36. حلقة بحث الدكتور المقرن/2005 /أسس تصميم المدارس / /جامعة الملك سعود/الرياض.
37. www.design share.com / 2012 حلقة بحث عن اسس تصميم المدرسة/

38. Ernst,Peter, 1992, Neufert.Architects Data Third edition.
39. م.معمارى استشارى سعيد على خطاب/ 1961/التصميم المعمارى للابنية التعليمية.
40. Boman & Enmarker, 2004; Lercher et al., 2003, "Factors Affecting Pupils' Noise Annoyance in Schools: The Building and Testing of Models, Environment and Behavior
41. http://www.cartwrightpickard.com
42. Washington Sustainable Schools Protocol Criteria for High Performance Schools2010 Edition
43. (مقترح) معايير المباني الخضراء الجديدة 2010/دولة الإمارات العربية المتحدة United Arab Emirates .
44. Sustainable Design Guidelines June 2005
45. www.psdschools.org /2015/معايير تحقيق الإستدامة بالمبنى المدرسى
46. DeJong, W., 1999, "The Future of the Classroom", An article available through: www.designshare.com/Research/DeJong
47. عبدالعزيز سعد/2005 /ورقة علمية/ الاعتبارات التصميمية والتخطيطية للمبانى المدرسية بما يتلائم مع الاحتياجات الانسانية والتعليمية والتقنية/ /جامعة الملك سعود/الرياض.
48. John Wiley & Sons, Inc Brendle Group, 2005
49. Lessons in Green: Sustainable School Design Brad A. Hastings, AIA, LEED AP
50. MA-CHPS-2009 -Green School-Guide lines.
51. http://www.mechanics-tech.com/ 2012 الطاقة الشمسية/ديسمبر
52. م.محمد موسى بلحاج_م.زينب الشامس_م.وسام محمد/ 2003/فرص إدماج منظومات الخلايا الشمسية فى المبانى/ مجلة الطاقة والحياة (العدد التاسع عشر) /العراق.
53. http://arab-technology.blogspot.com/2008 مظلات شمسية لتوليد الطاقة/ نوفمبر
54. جمال عبدالواحد السودانى/ 2009 /الطاقة وتكاملية الأداء البيئي التصميمي لغلاف المبنى/معهد الفنون التطبيقية /بغداد.
55. http://landscapermagazine.com/sharrow primary school/oct 2009
56. http://inhabitat.com / jean –moulin-elementary school/ 2013
57. Sustainable Design Guidelines For the construction of new facilities and the renovation of existing structures/ June 2005
58. John Wiley & Sons, Inc ,BUILDING TYPE B A S I C S FOR, elementary and secondary schools,2001 , New York
59. http://www.greenschool.org /2012/المدرسة الخضراء فى بالى باندونيسيا
60. Ventilation and Indoor Air Quality, May 1998, American School and University.
61. CHPS BEST PRACTICES MANUAL DESIGN 2006 Volume 2
62. stain,and Raynolds,1992,Adapted from McGuiness
63. www.education.gov / 2005/ السلامة عند اختيار الاثاث المدرسى
64. أ.د سناء ساطع عباس الباحثة -المهندسة/ أسيل جعفر جاسم/ 2011/أثر الفضاءات الخارجية في استدامة المدارس / الجامعة التكنولوجية/العراق.
65. http://www.glnd.k12.va.us/2009/صور استغلال المناظر الطبيعية للجلوس
66. http://schoolstudio.typepad.com/2009/صور استغلال المناظر الطبيعية للجلوس
67. http://www.homedit.com /2011/صورة استغلال السطح لاقامة الانشطة الترفيهية
68. http://toolkit.ineesite.org/ملاحظات إرشادية لبناء مدارس أكثر امانا
69. http://www.sfdegypt.org /2013 صيانة وترميم فصول المدارس(دليل إرشادى)/مارس
70. Google earth
71. http://www.kics.sd /2014
72. http://www.krtams.org /2014