

الاستدامة في العمارة الصحراوية دراسة وتحليل المعالجات المعمارية المستخدمة لتقليل الكسب الحراري في المناطق الصحراوية- دراسة حالة مدينة غدامس

د. فوزي محمد عقيل
جامعة المرقب - كلية الهندسة الخمس

fawzi6664@gmail.com

د. حمزة محمد ابوبكر الخازمي
جامعة المرقب - كلية الهندسة القره بوللي

المخلص:

لعله من نافلة القول ان المناطق الصحراوية (Desert Regions) حول العالم تقع في اكثر المناخات تطرفا والتي لا يمكن للإنسان العيش فيها الا من خلال حلول ومعالجات تعمل على الحد من تأثير المناخ وتجعل من المناطق الصحراوية اماكن يمكن العيش فيها. فعلى مدى مئات السنين عاشت اجيالا متعاقبة في المناطق الحارة خاصة في شمال افريقيا. هذه الاجيال ابتكرت اساليب ومعالجات معمارية لتوفير الراحة الحرارية داخل المباني ونجحت في التأقلم مع المناخ الحار-الجاف ولا تزال هناك مدنا قائمة الى يومنا الحاضر شاهدة على نجاح الانسان في مقاومة المناخ الصحراوي ومن هذه المدن غدامس في ليبيا وغرداية في الجزائر وغيرها.

هذه الدراسة تهدف الى تحليل الاساليب التي تم اتباعها في احدى المدن الصحراوية في ليبيا (مدينة غدامس) للحماية من تأثير المناخ الصحراوي وتقليل الكسب الحراري (Heat Gain) وتوفير الراحة الحرارية في المباني دون اللجوء الى استخدام الادوات الكهربائية والميكانيكية والتي تستهلك قدرا كبيرا من الوقود والطاقة الامر الذي يساعد على زيادة الانبعاثات والرفع من مستوى التلوث (Pollution) في البيئة الامر الذي يؤثر سلبا على المناخ حيث ان ما نشهده من تقلبات مناخية عنيفة وذوبان للجليد القطبي ناتج بشكل اساسي من ازدياد نسب التلوث.

الكلمات المفتاحية: المناطق الصحراوية، معالجات معمارية، الراحة الحرارية، التلوث البيئي.

المقدمة:

انه معروف لدى الجميع ان المناطق الصحراوية (Desert Regions) حول العالم تقع في اكثر المناخات تطرفا في العالم والتي لا يمكن للإنسان العيش فيها الا من خلال ابتكار وتطوير حلول ومعالجات تعمل على الحد من تأثير المناخ وتجعل من المناطق الصحراوية اماكن يمكن العيش فيها. فعلى مدى مئات السنين عاشت اجيال متعاقبة في المناطق الحارة والجافة خاصة في شمال افريقيا والجزيرة العربية. هذه الاجيال ابتكرت اساليب ومعالجات في البناء والتخطيط للتقليل من تأثير المناخ الصحراوي المتطرف ونجحت الى حد كبير في التأقلم مع المناخ الحار-الجاف ولاتزال هناك مدنا قائمة الى يومنا الحاضر شاهدة على نجاح الانسان في مقاومة المناخ الصحراوي ومن هذه المدن غدامس في ليبيا وغرداية في الجزائر وغيرها.

ان مدينة قاطني مدينة غدامس القديمة قدموا دروسا قيمة في الاستدامة في المناطق الصحراوية وذلك من خلال ابتكار وتطوير حلول ومعالجات معمارية ساعدت على التقليل من الكسب الحراري (heat gain) وانعكست هذه المعالجات على الراحة الحرارية داخل المباني (سواء في فصل الصيف او الشتاء) الامر الذي جعل من المدينة مركزا حضريا لعدة قرون متتالية.

هذه الدراسة تسبر اغوار المدينة القديمة بغدامس وتستنتج اهم المعالجات والحلول المعمارية المستخدمة في هذه المدينة والاستفادة منها في تطوير هندسة بناء مرتكزة على مبدا الاستدامة الذي اصبح مطلبا رئيسيا في العمارة الحديثة.

مشكلة الدراسة:

ان العيش في المناطق الصحراوية ذات المناخات المتطرفة (Extreme climates) حيث تعتبر من بين اصعب البيئات المناخية التي تنعكس سلبا على الانسان نظرا لأنها تحد من انشطته اليومية وبالتالي تؤثر سلبا على اداءه وانتاجه ، ولجعل هذه البيئات اكثر ملائمة للعيش فيها كان لابد من اللجوء الى ابتكار وتطوير حلول معمارية تغني عن استخدام الوسائل الكهربائية او الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية داخل المباني. ان استخدام المعدات الكهربائية او الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية يزيد من استهلاك الطاقة الكهربائية الامر الذي يزيد من استهلاك الوقود الاحفوري (fusel fuel) والذي بدوره يزيد من كمية الانبعاثات الضارة. وما نشاهده اليوم من انقطاعات متكررة وبمدد طويلة الا ناتج عن الاستهلاك الكبير للطاقة الكهربائية المستخدمة في التبريد والتدفئة في المباني (خاصة السكنية).

منهجية البحث:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي في جمع وتحليل البيانات والمعلومات التي تم الحصول عليها من المصادر الاولية والمتمثلة في المسح الميداني وجمع القراءات والبيانات المناخية كدرجات الحرارة (الداخلية والخارجية) والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، وتستخدم الدراسة منهج التحليل الوصفي لاستكشاف كيف اثرت المعالجات المعمارية على الكسب الحراري في المباني وتأثيره على مفهوم الاستدامة.

كما ان الدراسة تركز في بعض جزئياتها على دراسات سابقة ومراجع علمية مهمة كالكتب والبحوث العلمية التي نشرت حول العمارة في المناطق الصحراوية والاستدامة.

العمارة الصحراوية القديمة (نشأتها وخصائصها):

يتسم المناخ في المناطق الصحراوية بالارتفاع الكبير في درجات الحرارة في فصل الصيف بحيث تصل ذروتها الى ما بين 45م-50م في الظل، أما ليلا فتتخفف الى ما دون 10م وتصل في بعض الاحيان الى -20م، ويعزو علماء المناخ هذا التطرف في درجات الحرارة الى عدة اسباب مثل قلة السحب وانعدام الغطاء النباتي تقريبا، كما ان كثافة الاشعاع الشمسي المباشر يعد من بين اهم هذه العوامل.

اما بالنسبة للرطوبة النسبية فتتراوح ما بين 20% نهارا (في فترة الظهيرة) وترتفع تدريجيا بحيث تصل الى حوالي

40% ليلا، ومما يميز ايضا المناطق الصحراوية (Hot-Arid Zones) هي ندرة الامطار وهبوب الرياح الحرة والمحملة بالغبار صيفا والعواصف الباردة شتاء.

على الرغم من هذه الظروف المناخية الصعبة، الا اننا نشاهد اليوم ان هناك مدنا وتجمعات عمرانية قد بنيت في اماكن مشابهة ودامت لمئات السنين مثل تدمر بسوريا وغرداية بالجزائر وغدامس في ليبيا وقد تميزت هذه المدن بأنماطها المعمارية المميزة.



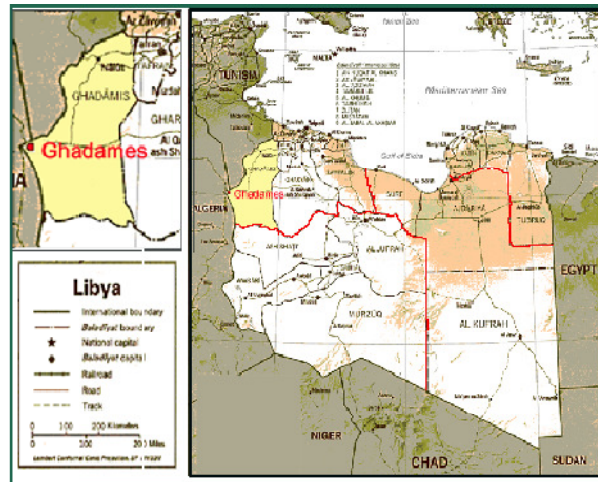
شكل رقم (1) يمين الصورة مدينة غرداية (الجزائر) ويسار الصورة مدينة غدامس (ليبيا) - نماذج للمدن الصحراوية

ان هذه الطرز المعمارية كانت على مر العصور انعكاسا صادقا للبيئة المحيطة ومتلائمة فمثلا نجد ان المناخ الحار عمل على توجيه القاطنين وانشطتهم الى الداخل سواء اكان في البيت او الحي او المدينة ككل، لذا تكون الفناء الداخلي (court) والممرات الضيقة المسقوفة والساحات المحاطة بالمباني (ساحة السوق) كمعالجات معمارية للحد من تأثير المناخ الحار، وفي مناطق اخرى تم استخدام المشربيات كمعالجة معمارية توفر الخصوصية والراحة الحرارية وفي مدن اخرى كالقاهرة القديمة وبعض مدن الخليج العربي تم استخدام الملاقف للتهوية وللتقليل من تأثير التيارات الهوائية الحارة.

مدينة غدامس القديمة:

غدامس هي مدينة ليبية تقع قرب التقاطع الحدودي لكل من ليبيا و تونس والجزائر في الجزء الغربي من البلاد على خط عرض 30,08 شمالا وخط طول 9,03 شرقا، وترتفع عن مستوى سطح البحر 357 مترا. وتبعد 543 كيلومترًا جنوب غرب العاصمة طرابلس.

مدينة غدامس هي واحة نخيل، سكانها 25 ألف نسمة، وكان السبب الرئيسي في نشأتها وتطورها هي انها كانت محطة ترحال فيها القوافل التجارية القادمة من الجنوب الى الشمال والعكس، وتعد من أشهر المدن على خط التجارة بين شمال وجنوب الصحراء الكبرى ولها علاقة تاريخية مزدهرة في التجارة مع عدة مراكز تجارية اخرى في وسط وغرب افريقيا كمدينة تمبكتو في مالي.



شكل رقم (2) الموقع العام للمدينة

ترتبط مدينة غدامس بالعاصمة طرابلس بطريق بري يمتد لمسافة 600 كم ويمر تحت جبل نفوسة وهي السلسلة الجبلية الممتدة من الخمس إلى نالوت.

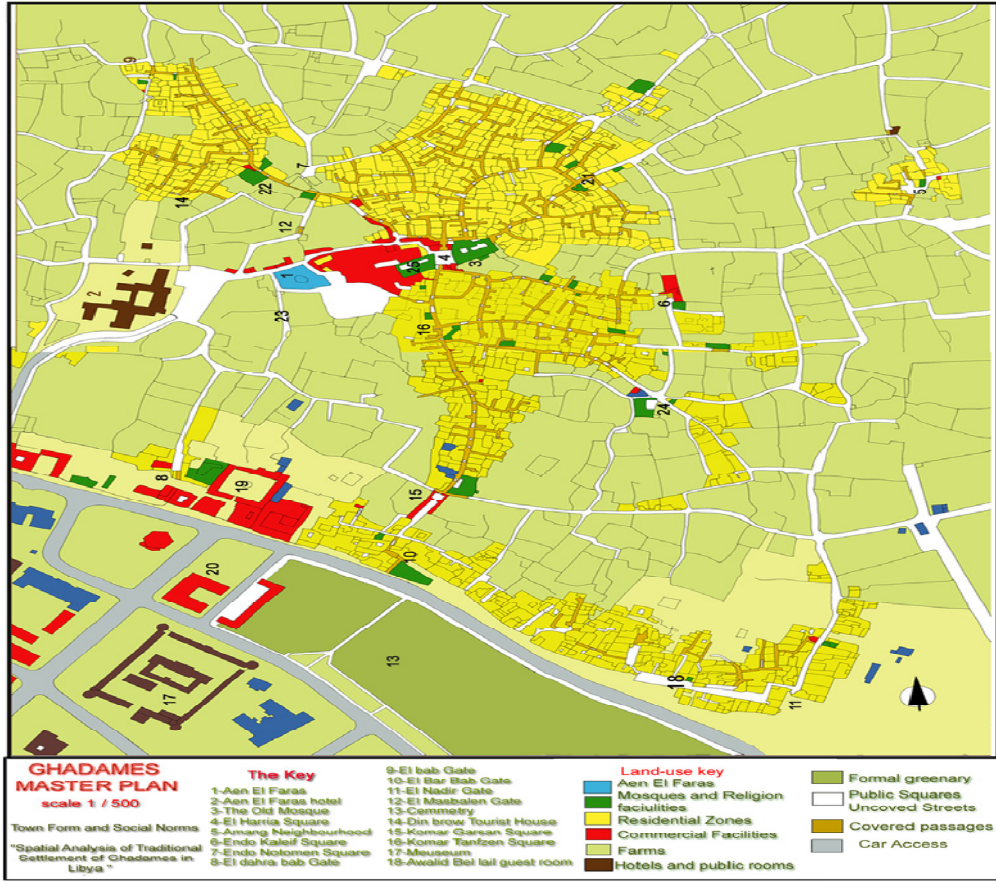
صنفت منظمة التربية والعلوم والثقافة التابعة للأمم المتحدة "اليونسكو" غدامس القديمة مدينة تاريخية ومحمية من قبل المنظمة، وقد كانت غدامس قديماً واحدة من أشهر المدن الأفريقية الشمالية التي لعبت دوراً تجارياً مهماً بين شمال وجنوب الصحراء الكبرى بكونها محطة للقوافل، ودخل الإسلام غدامس سنة 44 هجرية على يد الفاتح الصحابي عقبة بن نافع الفهري. وكانت الديانتان المسيحية واليهودية هما السائدتين قبل الإسلام والدلائل كثيرة على وجود هذه الديانات الإبراهيمية منها وجود قبيلة قديمة تنحدر من بني وليد تحمل اسم يوشع وهو اسم مقدس ذكر في سفر يوشع في العهد القديم، يقول بروكوبيوس القيصري "توجد هنا أيضاً مدينة تسمى غدامس، وفيها يعيش المور الذين كانوا متسالمين مع الرومان منذ غابر الأزمان وقد كسب الإمبراطور جستنيان هؤلاء جميعاً واعتنقوا العقيدة النصرانية طوعاً ويسمى هؤلاء (Pacati)، لأن بينهم وبين الرومان معاهدة سلام دائمة" ومور هو أحد الأسماء التي وصف بها الليبيين الاصليين.

وقد خضعت المدينة قديماً لسيطرة الاغريق ثم الرومان، إلى أن دخلها المسلمون، وبلغت ذروة مجدها في القرن الثامن عشر عندما خضعت للحكم العثماني الموجود آنذاك في ليبيا، وأصبحت مركزاً مهماً للقوافل ونقطة للتجارة بين حواضر القارة الإفريقية، واحتلتها الإيطاليون عام 1924 م، واخضعوها لسلطتهم حتى اندحارهم منها ودخول القوات الفرنسية إليها سنة 1940 م وظل الفرنسيون في غدامس حتى 1955.

تقسم ثلاثة أقسام: المدينة القديمة حيث السور والجامع، وغابة النخيل، والمدينة الحديثة حيث المباني المستحدثة. وفي وسط المدينة عين الفرس.

النسيج العمراني لمدينة غدامس القديمة والعوامل المؤثرة على تكوينه:

من خلال تحليل الدراسات السابقة والمخطط العام للمدينة القديمة بواحة غدامس يتبين ان المدينة تشكلت عبر التاريخ بشكل تدريجي على هيئة نسيج متضام و بنيت على النظام العضوي (Organic Structure) الذي يعتمد على النمو الطبيعي للنسيج العمراني.



شكل رقم (3) المخطط العام لمدينة غدامس

العوامل التي ساهمت في تشكيل النسيج العمراني لمدينة غدامس:

معظم الدراسات التي تناولت تحليل النسيج العمراني للمدينة اشارت الى تفرد المدينة القديمة بطرازها المعماري

والذي نشأ تحت تأثير عدة عوامل اهمها:

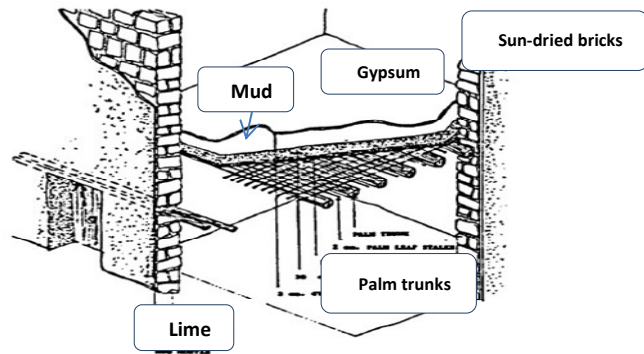
العامل الجغرافي:

ان وجود عين الماء (عين الفرس) في وسط واحة غدامس واحاطتها بمساحات كبيرة من اشجار النخيل جعل منها مكانا مثاليا لإنشاء وتطور المدينة، فقد شكلت عين الماء المصدر الرئيسي للمياه وتطور النخيل احدى مصادر الغذاء، مما ساهم في نمو المدينة داخل هذه الواحة وصمودها في وجه العوامل المناخية الصعبة الى يومنا هذا.

نشأت غدامس فوق منخفض مفتوح نحو الغرب ويتصل مباشرة مع منطقة العرق الكبير الممتد جنوبي تونس وشمال شرق الجزائر وهذا الحوض يعرف باسم (حوض غدامس) حيث يكون جبل نفوسه الحافة الشمالية

للحوض والذي يمتد جنوبا عمى هيئة هضبة حتى منطقة مرتفع قرقان التي تفصل حوض مرزق ويمتد الى الغرب داخل الحدود الجزائرية والتونسية وشرقا الى تصدع هون ، وتشكل صخور العصر الكريتاسي اهم التكوينات الجيولوجية انتشارا في غدامس والحماة الحمراء وتتكون البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة من احجار مختقة تضم أحجار (الدولوميت ،الطين ،الحجارة السوداء والبيضاء إضافة الى الأحجار الجيرية التي تشكل الطبقات الافقية والتي تعود الى العصر الطباشيري العلوي وتغطي هذه الطبقات بأحجار منحدره او ترابية برواسب رملية تكونت بفعل الرياح والمياه.

هذه المكونات الطبيعية الجيولوجي شكلت المصدر الرئيسي لمواد البناء والتي بنيت بها اغلب مباني المدينة القديمة، بالإضافة الى وجود اشجار النخيل والتي استخدمت ككمرات او جسور لتحميل الاسقف عليها.



شكل رقم (4) مواد البناء الاساسية في المباني القديمة بغدامس

العامل الاجتماعي:

كان ولا يزال احد العوامل الفارقة في تشكيل النسيج العمراني للمدينة حيث تكونت المدينة من احياء سكنية وكل حي سكني تقطنه قبيلة معينة ولا يتم الخلط بين سكان الحي الواحد الا في حالات نادرة، وكل حي له مداخله الخاصة ومسجد رئيسي وساحة السوق المركزية (الخصائص المثالية لتخطيط المدينة الاسلامية)، وكما يوضح المخطط التالي نجد ان المدينة تكونت من الاحياء السكنية التالية:



شكل رقم (5) الاحياء السكنية في مدينة غدامس القديمة

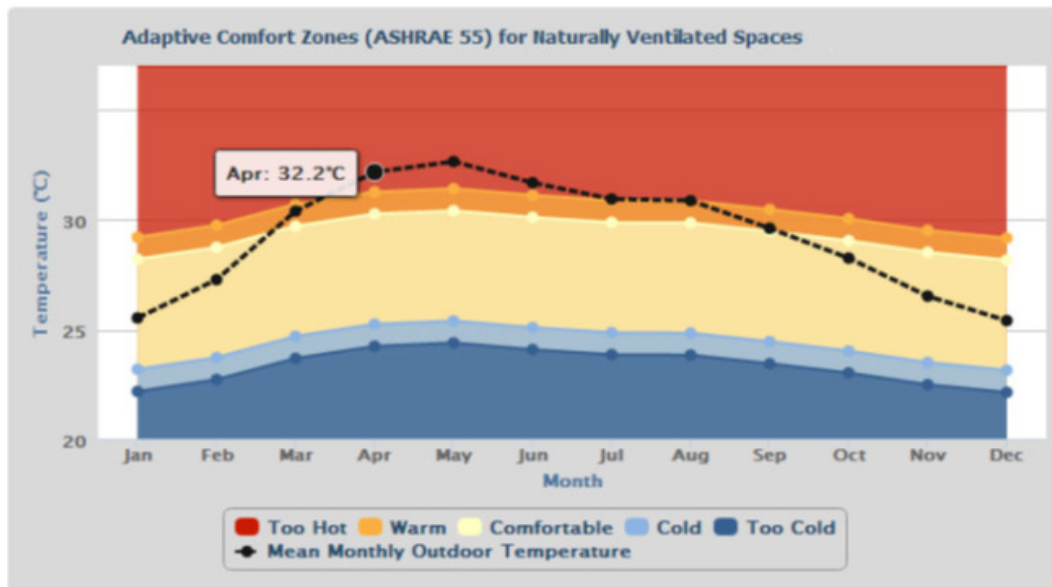
الكسب الحراري والراحة الحرارية في المباني:

في المناطق الصحراوية يعتبر فصل الصيف هو الفصل الأكثر صعوبة على مدار السنة نظرا لارتفاع درجات الحرارة ووصولها الى مستويات تتجاوز حدود الراحة الحرارية (Thermal Comfort) واحيانا تصل لمستويات تتجاوز قدرة الجسم البشري على تحملها، فطبقا لدراسة اعدت من قبل Auliciems and Szokolay, (2007) تبين انه عندما تصل درجات الحرارة الى 45م فما فوق يبدأ حدوث الضرر المباشر لجسم الانسان مثل التعرض للجلطات وبعض الاحيان تصل الى الوفاة خاصة عند الاطفال وكبار السن، اما في حال انخفاض درجات الحرارة الى ما دون 10 مئوية تبدأ الدورة الدموية في البطء ومن ثم تعمل على التأثير سلبا على اداء الجسم.

تأثير درجة الحرارة Influence Of Temperature	درجة حرارة الجسم الداخلية Deep Body Temperature	درجة الحرارة الخارجية Skin Temperature
الشعور بالألم 45	42	من درجة 40 م فما فوق (تشنجات ثم جلطات ثم الوفاة)
31-34	40	من درجة 27 م الى 34 م
	37	
الشعور بالألم 10	35	من درجة 34 م الى درجة 10 م (تشنجات وجلطات)
	25	اقل من درجة 10 م توقف الدورة الدموية ثم الوفاة

جدول رقم (1) تأثير درجات الحرارة على جسم الانسان(المصدر, Auliciens and Szokolay)،

من خلال الجدول السابق يتبين ان درجات الحرارة التي يمكن العيش فيها تتراوح ما بين 30-35 درجة مئوية وهذا ما تؤكدته الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد , American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers والمعروفة عالميا باسم , (ASHREA) والتي تختص بدراسة العلاقة ما بين مواد البناء والكسب الحراري وحساب احمال التبريد والتدفئة وتعتبر من اهم المصادر الدولية لمعايير التبريد والتدفئة في اغلب المناطق المناخية المختلفة من بينها المناطق الصحراوية كما هو موضح في الشكل رقم (6)



شكل رقم (6) منطقة الراحة الحرارية في المناطق الصحراوية حسب معايير منظمة ASHREA

من خلال المخطط السابق يتبين ان معدل درجات الحرارة التي تحقق الراحة الحرارية في المباني ذات التهوية الطبيعية (Naturally Ventilated Buildings) أي بدون استخدام المعدات الكهربائية والميكانيكية تتراوح ما بين 24م-34م وان ما دون او ما هو اكثر من هذه المستويات يحقق ضررا مباشرا على جسم الانسان.

في فترات لاحقة اثرت الثورة الصناعية على مواد واساليب البناء وظهرت المباني الخرسانية والتي يعيها اعتمادها على الوسائل الكهربائية والميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية لمستعملها الامر الذي ادى ازدياد معدل استهلاك الوقود الاحفوري والمنتجات النفطية والغاز التي تشغل محطات توليد الكهرباء.

عدة دراسات بيئية اشارت الى ازدياد كميات الانبعاثات في الجو والتي عملت على رفع درجة حرارة الهواء والمحيطات وادت الى ظهور عدة ظواهر بيئية مدمرة في الوقت الحالي ومستقبلا، ومن اهم هذه الظواهر تقلص مساحة الجليد في القطبين وارتفاع منسوب وحرارة المحيطات وتقلص المساحات الخضراء على سطح الكرة الارضية.

كل هذه الظواهر نشأت بسبب زيادة الانبعاثات وخاصة ثاني اكسيد الكربون (CO2) خاصة في العقود الخمس الاخيرة) والذي ينتج عن عملية انتاج الطاقة الكهربائية التي يتم استهلاك حوالي 40%-60% منها في المباني السكنية والتي غالبا ما تستهلك النسبة الكبرى منها في عملية التدفئة والتبريد خاصة في المناطق الباردة (اوربا وروسيا والدول الاسكندنافية) والحارة جدا (كالمناطق الصحراوية).

السؤال الذي يطرح نفسه الان كيف تكمن سكان مدينة غدامس من الحفاظ على معدلات درجات حرارة مقبولة ويمكن العيش فيها بدون اللجوء الى استخدام اجهزة التبريد والتدفئة؟

للإجابة على هذا السؤال تقترح الدراسة اجراء قياسات لدرجات الحرارة داخل وخارج مجموعة من المباني (خاصة السكنية)

الكسب الحراري في المباني السكنية في المدينة القديمة:

الكسب الحراري في المباني هو كمية الطاقة الحرارية (جول) التي يكتسبها جزء معين من المبنى (م² او سم²) خلال فترة زمنية محددة (ث) تنتقل الحرارة داخل المبنى عن طريق كل من:

1- التوصيل conduction:

هو انتقال الطاقة الحرارية من جزيئات الجسم الصلب الأسخن إلى الجزيئات الأقل سخونة والتي على تماس معها، نتيجة

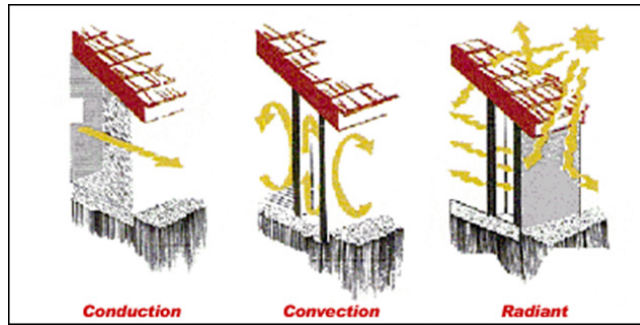
اختلاف درجة الحرارة بينها.

2- الحمل الحمل convection:

هو انتقال الطاقة الحرارية بين سطح جسم صلب ووسط سائل او غازي متحرك، ويتم ذلك إما بشكل طبيعي نتيجة اختلاف في كثافة الوسط (حمل حر) أو نتيجة تحريك الوسط بمؤثر خارجي (حمل قسري).

3- الإشعاع radiation:

هو التحول من الطاقة الحرارية الداخلية في جسم ما إلى طاقة إشعاعية (موجات كهرومغناطيسية)، تنتقل عبر الفراغ لتصل بمجسم آخر وتتحوّل من جديد إلى طاقة حرارية يمتصها الجسم المستقبل.



شكل رقم (7) طرق انتقال الحرارة داخل المباني (المصدر، ALKHAZMI)

العوامل المؤثرة على كمية الكسب الحراري:

تعتمد كمية الحرارة المكتسبة داخل المباني على عدة عوامل أهمها:

1- درجة الحرارة الخارجية

كلما زاد الفرق ما بين درجات الحرارة الداخلية والخارجية للمبنى كلما زادت كمية الحرارة المكتسبة.

2- الرطوبة النسبية

تعمل على تلطيف درجة الحرارة صيفا ولكن اذا ما تجاوزت الحدود المسموح بها فانها تصبح مزعجة وغير مريحة.

3- سرعة الهواء وحركة الرياح

كلما زادت سرعة التيارات الهوائية كلما قلت المقاومة الحرارية للمبنى خاصة الاجزاء المواجهة للرياح مباشرة

4- التوجيه

والذي يؤثر على المساحة الخارجية (Exposure Area) المعرضة للعوامل الخارجية كالحرارة والسطوع الشمسي، فكلما زادت المساحة الخارجية المواجهة للهواء الخارجي زادت كمية الحرارة الداخلة للمبنى.

5- معامل انتقال الحرارة الكلي (U-Value) (Thermal Transmittance):

هو مقدار التيار الحراري (واط)، المار عموديا عبر وحدة المساحة (m^2)، لعنصر إنشائي بفعل فرق في درجة الحرارة مقداره درجة سلسيوس واحدة بين درجة حرارة الهواء داخل المبنى وخارجه، ووحدة قياسها واط/ m^2 .
كلفن.

6- نوع مواد البناء ومقاومتها الحرارية (R) (Thermal Resistance):

تلعب نوعية مواد البناء خاصة في الغلاف الخارجي (Building Envelope) للمبنى (الجدران الخارجية والاسقف) دورا محوريا في المقاومة الحرارية للمبنى فكلما كانت المقاومة الحرارية لمواد البناء المستعملة اكبر كلما زادت المقاومة الحرارية للمبنى ككل وبالتالي تقلل من الكسب الحراري للمبنى.
لمعرفة مدى كفاءة المنازل التقليدية (Traditional Houses) في توفير مستويات جيدة ومقبولة من الراحة الحرارية طبيعيا، تقترح الدراسة ان تجرى عمليات قياس لكل من درجات الحرارة الداخلية والخارجية وكذلك الرطوبة النسبية الداخلية والخارجية ومقارنة القراءات الداخلية والخارجية مع بعض، فهذه القراءة تحدد ما اذا كانت المباني ذات كفاءة حرارية ام لا.
ارتكزت الدراسة على اختيار 3 عينات من المباني السكنية القديمة والتي تشكل حوالي 60-70% مك
مكونات النسيج العمراني للمدينة وجراء قياسات لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية لكل عينه على حده باستخدام جهاز قراءة رقمي (Digital Thermometer) كما هو موضح بالشكل رقم (8).



شكل رقم (8) يمينا عملية اجراء القياسات ويسارا جهاز القياس الرقمي

الخلاصة:

خلال قرون متتالية بنى سكان مدينة غدامس القديمة مساكن لتحميهم من ظروف المناخ الصحراوي صيف وشتاء وتؤمن لهم مستويات جيدة من الراحة الحرارية دون اللجوء الى استخدام الوسائل الكهربائية والميكانيكية لذلك، بل على العكس استخدموا معالجات معمارية وطوروا اسلوبهم المعماري من حيث التصميم ومواد البناء والتهوية الطبيعية وغيرها لتوفير الراحة الحرارية.

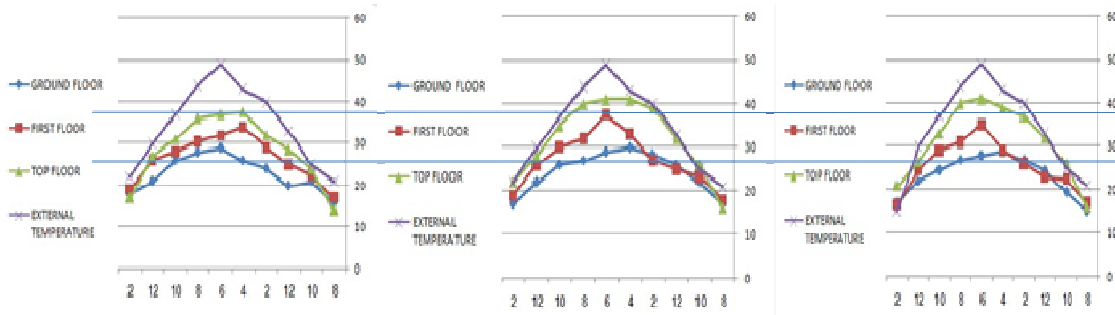
في وقتنا الحاضر يتم استهلاك كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية للتبريد صيفا وللدفئة شتاء الامر الذي يزيد من استهلاك المصادر الاساسية للطاقة في ليبيا وهي الوقود الاحفوري والغاز الطبيعي مما يعمل على نضوب هذه المصادر قريبا وزيادة معدل ثاني اكسيد الكربون في البيئة المحيطة والناجم عن الانبعاثات الناتجة عن محطات توليد الطاقة الكهربائية الامر الذي يؤثر سلبيا وبشكل كبير على مفهوم الاستدامة.

ان عمارة مدينة غدامس قدمت درسا كبيرا في الاستدامة يجب الاستفادة منه مستقبلا، لذا في المشاريع المستقبلية يجب على الحكومات الحالية والقادمة بذل كل ما تستطيع من جهد لإيجاد معايير تصميمية تخدم وتعزز مفهوم الاستدامة في عمارتنا المحلية الليبية والاعتماد على الطاقة البديلة النظيفة كمصدر رئيسي للطاقة.

النتائج:

من خلال الدراسة الميدانية للعينات المختارة تبين الاتي:

ان قياسات درجات الحرارة بينت ان اعلى معدل يومي تصله درجات الحرارة عند الساعة الرابعة مساء ويتراوح من 40- 50 درجة مئوية بينما اقل معدل لدرجات الحرارة يكون عند الساعة السادسة صباحا وتنخفض الى 15- 25 درجة مئوية.



شكل رقم (9) قياس درجات الحرارة الداخلية للعينات ومقارنتها مع درجات الحرارة الخارجية (المصدر ALKHZAMI)

من الملاحظ في المخطط السابق ان اقصى درجة حرارة داخلية يكون في الطابق الاول وتقل تدريجيا كلما نزلنا للطوابق السفلى بحيث لا تتجاوز 29 درجة في الطابق الارضي، ومما يلاحظ ان درجة الحرارة القصوى والدنيا الداخلية في مختلف الطوابق تبقى ضمن المجال المقبول للراحة الحرارية.



شكل رقم (10) المتوسط العام لدرجات الحرارة القصوى الداخلية والخارجية (المصدر، ALSHAWESH)

وترجع هذه النتائج والتي تعتبر مثالية في المناخ الصحراوي الى استخدام عدة معالجات معمارية اهمها:

1- تقليل سرعة الرياح الداخلة الى النسيج العمراني للمدينة:

ان المدينة بنيت على هيئة نسيج عمراني متضام ينمو بشكل عضوي ويتميز هذا النوع بتراس والتصاق مبانيه بعضها ببعض وهذا ما يساعد على تقليل المساحة المعرضة للعوامل الخارجية (على عكس النظام المفتوح) وبالتالي التقليل من الكسب الحراري وزيادة مستوى الراحة الحرارية داخل المبنى، كما ان استخدام شبكة الشوارع الغير مستقيمة والضيقة المغطاة والتي يتراوح عرضها ما بين 1.5 الى 3 متر يعمل على كسر






شكل رقم (11) تنوع احجام الشوارع وتقليل سرعة الهواء داخلها (المصدر، ALKHAZMI)

وتقليل سرعة الرياح (خاصة الرياح الحارة صيفا او الباردة شتاء المحملة بالغبار) وحسب ما تم ذكره انفا فكلما قلت سرعة التيارات الهوائية قلت كمية الحرارة الداخلة، من خلال القياسات الميدانية فان سرعة التيارات الهوائية في الازقة الداخلية تتراوح من 3-15 كم في الساعة.

2- استخدام النظام العمودي متعدد الطوابق (Multi Floor) والذي يساعد على مقاومة وتقليل الكسب الحراري وذلك لان:

- كل طبقة سقف وكل طبقة هواء ما بين الاسقف او الطوابق تعمل كعازل حراري متعدد الطبقات كما هو موضح في الشكل (10).
- تحويل كتلة المبنى من طابق واحد ممتد افقيا الى كتلة متعددة الطوابق يعمل على التقليل من المساحة المعرضة للإشعاع الشمسي المباشر او الرياح سواء كانت باردة او حارة حيث ان مساحة الحرارة تتناسب طرديا مع كمية الحرارة المكتسبة.

Samples	H1	H2	H3
			
Roof area m2	57.225	44.6	51.5
Exposed walls area m2	72	94	88
Gained heat by radiation through roofs W/m2	855.78	885.46	497.26




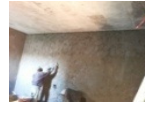

جدول رقم (2) المساحة المعرضة للإشعاع الشمسي المباشر (Exposure Area)

3- استخدام مواد بناء ذات مقاومة حرارية عالية الامر الذي يجعل من الغلاف الخارجي للمبنى (Building Envelope) يعمل كدرع واقى يحمي الاجزاء الداخلية للمبنى ويؤمن مستويات جيدة من الراحة الحرارية. فمثلا نجد ان مكونات الغلاف الخارجي للمبنى هي:

- الطين Clay او Mud.
- بعض انواع الحجارة التي تستخدم في الجدران (Limestone) والصغير منها يستخدم لصنع الخرسانة الطينية التي تستخدم في الاسقف.
- جذوع اشجار النخيل واوراقها في الاسقف (Palm Trunks).
- الجير والذي يستخدم لتغطية الجدران الخارجية يعتبر عامل مساعد على التقليل من تاثير الشعاع الشمسي حيث يعمل لونه الابيض على عكس نسبة تتراوح بين 10%-30% حسب توجيه المبنى وزاوية سقوط الاشعاع الشمسي.

ومما يميز المواد المذكورة انفا انها تتمتع بمقاومة حرارية عالية. الجدول التالي يوضح معامل النفاذية لبعض

انواع مواد البناء:

Building material	Mud	Wood	Gypsum	Concrete	Constructional steel
					
Emissivity (0-1)	0.69	0.385	0.35	0.95	0.94

جدول رقم (3) معدل الانبعاثية لبعض مواد البناء (المصدر، الكودات العربية الموحدة لتصميم وتنفيذ المباني "كودة العزل الحراري".

4- استخدام أنظمة تهوية طبيعية (Natural Ventilation) والتي تعتمد على الأفنية الداخلية (Courts) ما بين الوحدات السكنية وفتحات التهوية العلوية (في الاسقف) (Air Shifts) والتي تعمل على سحب الهواء الحار والمستهلك من داخل المباني الى خارجها في فترات النهار كما تعمل هذه الفتحات على ادخال الهواء البارد الرطب نسبيا ليلا حيث تعتمد على المبدأ الفيزيائي الذي يفيد بان الهواء البارد اقل فبالنتالي ينزل بالطبقات السفلى اما الهواء الساخن فهو الاخف ويتحرك لأعلى.



شكل رقم (12) فتحات الاسقف العلوية والأفنية الداخلية كعناصر رئيسية لتحريك الهواء طبيعيا (المصدر، 2001، ALWEFATI).

5- تقليل حجم الفتحات الخارجية:

ان مصطلح الفتحات الخارجية في المباني يطلق على النوافذ والابواب ويأتي تصنيفها على انها نقاط ضعف في الاداء الحراري للمباني حيث ان تركيبها ذات معامل توصيل حراري اكبر وبالتالي كميات الحرارة النافذة من خلال هذ العناصر تعتبر الاكبر خاصة في الاجزاء الخارجية من المبنى (الواجهات) وقد تنبه بناء مساكن غدامس القديمة لذلك فقاموا بتقليل مساحات النوافذ وابعادها عن الاشعاع الشمسي المباشر بحيث تفتح اغلبها في

الاقنية الداخلية. كما ان مساحات النوافذ تتراوح من 40سم*40 سم وفي بعض الاحيان تصل الى 80 سم * 80 سم.



شكل رقم (13) احجام النوافذ وتوزيعها على واجهات المبنى (المصدر www.google.com).

التوصيات:

اعتمادا على النتائج المستخلصة توصي الدراسة بالتي:

- 1- اعتماد النظام المتضام (Compact Texture) عند تخطيط التجمعات العمرانية الحديثة في المناطق الصحراوية.
- 2- استخدام النظام الانشائي العمودي (Multi-Floor) كنظام انشائي للمباني في المناطق ذات المناخات المتطرفة نظرا لما يوفره من حماية وراحة حرارية للمستعملين.
- 3- الاهتمام بمواد البناء ووضع معايير تصميمية (Standards) خاصة بمواد البناء الحديثة بالمناخ في المناطق الحارة الجافة.
- 4- العمل على توعية اصحاب المشاريع الهندسية الحديثة والمقاولين لدور الاستدامة في البناء الحديث وما توفره من طاقة مستهلكة وتأثيرها الايجابي على الاقتصاد الوطني.

المراجع:

اطلس ليبيا 1968

أ.د.رزق نمر حماد، د.علي العميرة _ (بحث منشور)_ أنماط البناء المناسب للبيئة الصحراوية "الفناء الداخلي كمنظم للإضاءة النهارية" _جامعة عجمان للعلوم والتكنولوجيا.

حسام فتحي احمد، "النشكيل العمراني في المجتمعات التقليدية بالواحات في ضوء تغير انساقها الاجتماعية الثقافية"، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، 2002.

- د.احمد هلال محمد - النموذج الأمثل لعمارة الصحراء، بحث منشور - قسم العمارة- جامعة أسيوط - مصر .
د.حسين علي أبو الفتح - البيئة الصحراوية العربية - جامعة صنعاء .
د.عبد الباقي ابراهيم _ حسن فتحي في توشكي _مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية _مصر .
د.ليلى رفعت اسماعيل_ البيئة واستراتيجية التنمية العمرانية للمدن العربية الصحراوية_وزارة الاسكان
والمرافق المجتمعات العمرانية .
د.حاتم عبد المنعم الطويل_أسس التصميم العمراني لمسارات حركة المشاة بالمناطق الصحراوية_كلية العمارة
_جامعة بيروت .
سمر محمود زعرب، دراسة تقييمية للراحة الحرارية في المباني السكنية في قطاع غزة (حالة دراسية: المباني
السكنية في مدينة خانيونس)، رسالة ماجستير، الجامعة الاسلامية غزة، 2014.
محمد توفيق ابراهيم، المناخ واثره على راحة الانسان، رسالة دكتوراه، كلية الآداب سوهاج، مصر، 2004.
مريم لمام، "العمارة الصحراوية وانماطها الاجتماعية"، (دراسة سوسيوانثروبولوجية)، مجلة الواحات للبحوث
والدراسات، العدد 15، جامعة غرداية، 2011.
دراسة في جغرافية المدن أ.د.سلمى عبد الرزاق عبد الشبلاوي (مدينة غدامس النشأة والتطور العمراني) / قسم
الجغرافية التطبيقية كلية التربية والعلوم الانسانية / جامعة كربلاء

HAMZA M ALKHAZMI (THE INFLUENCES OF MODERNITY ON THE
ARCHITECTURAL FEATURES OF LIBYAN DESERT HOUSE -CASE STUDY-
GHADAMES CITY) PhD thesis, OKAN UNIVERSITY, ISTANBUL, TURKEY, 2018.