معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية في عدد من المدن اليمنية[1]

المهندس عبد الحق محمد غالب الدميني[2] الأستاذ الدكتور غســـان حلبوني[3]

الملخص

هدف البحث إلى توضيح العلاقة بين المناخ وراحة الإنسان، وذلك من خلال دراسة تحليلية لعلاقة المناخ بالإنسان وردود فعله ومن ثم تحديد المتغيرات المناخية المؤثرة فـــي راحتـــه الحرارية. يقدم البحث دراسة تحليلية لتأثير العوامل المناخية فـــي راحـــة الإنـــسان فـــي الجمهورية اليمنية ومدى تأقلمه معها حسب كل إقليم، فهويتضمن دراسة التقويم البيوميناخي لبعض المدن اليمنية التي تتباين باختلاف الأقاليم، مدينة صنعاء (جافة صيفاً، باردة شتاءً)؛ عدن (حارة رطبة)، سيئون (حارة جافة). بعد دراسة تحليلية للمعايير والمقاييس العالميـــة للراحة الحرارية تم الخروج بمعايير وتوصيات لتحسين الشعور بالراحة الحرارية في الأبنية السكنية اليمنية.

[1] أعد البحث في سياق رسالة الدكتوراه للطالب عبد الحق محمد الدميني بإشراف الأستاذ الدكتور غسان حلبوني.

[2] قسم علوم البناء والتنفيذ– كلية الهندسة المعمارية –دمشق.

[3] أستاذ– قسم علوم البناء والتنفيذ– كلية الهندسة المعمارية –دمشق.

[1] تمهيد

عني الإنسان منذ بدء الخليقة بحماية نفسه من قسوة الظروف المناخية المحيطة بـــه، عنايةً تجلت في محاولاته الذاتية لخلق البيئة العمرانية الملائمة ليتكيف معهـــا نفـــسياً وعملياً. فهو يخطط ويصمم بشكل يناسب الظروف الحرارية فـــي إقليمـــه، معتمـــداً اعتماداً كلياً على مدى التفهم الكامل للظروف المناخية السائدة والعوامل التي تحددها، ثم تقويمها واستخلاص العوامل ذات التأثير الإيجابي للإفادة منها، وتحديـــد العوامـــل ذات التأثير السلبي لتجنبها، وصولاً إلى تحقيق الراحـــة العامـــة ولاســـيِّما الراحـــة الحرارية.

المشكلة العامة:

دور البيئة في تشكيل السمات العامة لعمارة المدن

المشكلة البحثية:

النقص المعرفي في معايير الراحة الحرارية وأثر عوامل المناخ في الإنـــسان وفـــي تشكيل سمات التصميم المعماري للدور السكنية في اليمن.

هدف البحث:

1- توفير قاعدة معلوماتية عن

أ- معايير الراحة الحرارية.

ب- المفاهيم التصميمية للعمارة التقليدية للدور السكنية فـــي الـــيمن ضـــمن النـــسيج الحضري التقليدي.

2- توضيح نوع التكيف البيئي ودرجته للإنسان اليمني طبيعياً وذاتيـــاً وتكيفـــه عبـــر إنتاجه للعمارة، وتشكيلها تناغماً مع العوامل المناخية، وباتساق مع المخزون المعرفي المعماري المتوارث محلياً.

[2] الراحة الحرارية Thermal comfort

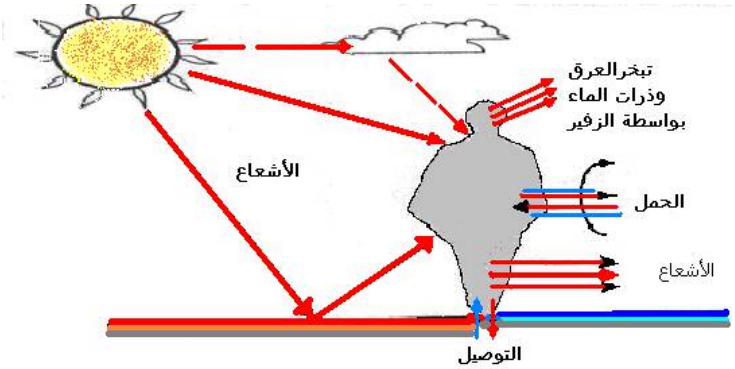
الراحة المثالية يمكن تعريفها بأنها الإحساس بالظروف المادية المنقولة بواسطة الحواس والذهنية المرضية للإنسان[25]. وتعرّف بشكل عام بأنها حالة الجهاز العصبي المركزي التي تؤدي إلى شعور الإنسان بالراحة في البيئة المحيطة به. وتكون على نوعين هما الراحة الفيزيولوجية (physiological comfort) والراحة النفسية (psychology comfort). والراحة الفيزيولوجية أو الطبيعية ما هي إلا تعبير عن حالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة. إذ يحافظ على ثبات درجة حرارته (نحو 37ºم) من دون اللجوء إلى زيادة حرارة الجسم عن طريق الارتجاف أو زيادة التبريد عن طريق التبخر(التعرق) [5].

وعلى الرغم من عدم إمكان قياس راحة الإنسان بلغة العوامل النفسية فقط فإن أحد المتطلبات الأساسية هي المحافظة على التوازن الحراري، ويعتمد هذا التوازن على عوامل متعددة (عوامل شخصية وعوامل بيئية). ويحتفظ الجسم بدرجة حرارة داخلية ثابتة بتحرير (طرد) الزائد منها إلى المحيط، ونتيجة لذلك يوجد تبادل حراري مستمر بين الجسم ومحيطه[26].

[1-2] التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة

إن البشرة الخارجية للإنسان هي التي تشعر بالحرارة والبرودة، ونتيجة لذلك أصبحت الراحة أو عدمها تتوقف على درجة حرارة البشرة، فلكي يشعر الإنسان بالراحة يجب أن تتراوح درجة حرارة الجلد بين(31ºم إلى 34ºم) وذلك تبعاً لطبيعة الشخص، ولا يمكن الإبقاء على هذه الدرجة ثابتة إلا بتحقيق الاتزان بين الحرارة التي يكتسبها الجسم من البيئة المحيطة والحرارة التي يفقدها [7]. ويحدث هذا التبادل بالطرائق الآتية :

- **التوصيل Conduction** - **الحمل Convection**
- **الإشعاع Radiation** - **التبخر Evaporation**



شكل (1) التبادل الحراري بين جسم الإنسان والبيئة

[2-2] العناصر الرئيسة للبيئة المناخية التي تؤثر في راحة الإنسان

إن للعناصر المناخية أثراً مهماً في مختلف نواحي الحياة على سطح الأرض ولاسيِّما حياة البشر وأوجه نشاطهم المتعددة، ويظهر جلياً بملاحظة بعض الأمور الفيزيولوجية التي تعكس أثر الظروف المناخية في الإنسان بشكل عام[16]. وأهم هذه العناصر المناخية هي: حرارة الهواء، الإشعاع، حركة الهواء، الرطوبة.

[2-2-1] تأثير درجة حرارة الهواء Air Temperature

تَعدُّ درجة حرارة الهواء أهم عامل في تحقيق الراحة. فإذا كانت أعلى من درجة حرارة البشرة فإن الحرارة المتولدة من الجسم تجد صعوبة في الخروج وينتج عن ذلك ارتفاع في درجة حرارة البشرة ونشاط الغدد التي تفرز العرق، حيث ينتج عند تبخره إحساس بالبرودة الناتجة عن امتصاص الحرارة اللازمة للتبخر. وفي حالة انخفاض درجة حرارة البيئة المحيطة عن الحد المناسب، فإن الاستجابة الفيزيولوجية الأولى لذلك هي انقباض الشعيرات الدموية تحت الجلد ومن ثَمَّ ينتج اندفاع الدم إلى البشرة مما يؤدي إلى برودة البشرة ولاسيِّما اليدين والقدمين[7].

[2-2-2] تأثير الرطوبة النسبية Relative humidity

تمارس الرطوبة تأثيراً كبيراً في الإحساس الحراري عند درجة الحرارة العالية منها عند المنخفضة [23]، وهي تؤثر في سعة التبخر للهواء فيزداد التبخر بقلة الرطوبة ويقل بزيادتها، وانخفاض الرطوبة عن الحد المناسب يسبب جفافاً للبشرة، وانخفاض الرطوبة في الأجواء الباردة يؤدي إلى زيادة الشعور بالبرودة [7].

[2-2-3] تأثير حركة الهواء Air movement

تؤثر حركة الهواء في تبريد الجسم فهي لا تقلل درجة الحرارة ولكن تسبب تبريداً حسناً بسبب فقدان الحرارة بالانتقال (الحمل) وبسبب زيادة التبخر في الجسم، وكلما زادت سرعة الهواء ارتفع مستوى الإحساس بالراحة إلى الحد الأعلى في حين ينخفض هذا الإحساس كلما ارتفعت درجة الحرارة [28].

[2-2-4] تأثير الإشعاع Radiation

ذهب بعض الباحثين إلى تقدير تأثير درجة حرارة الإشعاع إلى ضعف تأثير درجة الحرارة الجافة. وتنشط الأشعة الساقطة على الجسم الأعضاء الحساسة للحرارة، وتعتمد شدة تأثيرها على وضع الجسم بالنسبة إلى الشمس أو السطوح المشعة فضلاً عن الرطوبة وحركة الهواء، وقد وجد أن أكثر الظروف راحة هي عندما يكون متوسط درجة حرارة الإشعاع أعلى بمقدار 2 °م من حرارة الهواء[7]. ولا تكون أحد العناصر المناخية فعالة وحدها بل بالاشتراك مع العناصر الأخرى. ولمَّا كان إحساس الإنسان بالحرارة يزيد مع ارتفاع نسبة الرطوبة في الهواء، فإن انخفاض الرطوبة النسبية في هواء صنعاء ولاسيما خلال ساعات النهار الحارة يخفف من إحساس الإنسان بالحرارة حتى عندما تتجاوز 30°م وهذه تجربة يعيشها سكان صنعاء [1].

[3] البيئية Environmentalism

هي عمليات في التكيف والتكيف المتبادل بين الإنسان والبيئة الجغرافية المحيطة بـــه، وهذه العمليات هي تدابير محددة يتخذها المخلوق فيحمي نفسه جزئيـــاً أو كليـــاً مـــن ضغوط عناصر البيئة المحيطة به وتأثيراتها[6].

[3-1] العوامل الذاتية المؤثرة في الأداء الحراري

[3-1-1] التأقلم_ Acclimatization

وهو رد فعل آني على ظروف جديدة محددة [20]، فإذا تعرض الجسم لظروف مناخية جديدة، فأنه يصل إلى تعديل لهذه الظروف وفي هذا الوقـــت فـــإن الأداء الحـــراري الفردي سوف يتغير* [25]. وتتأثر الراحة الفيزيولوجية بنوعين مـــن التـــأقلم (التـــأقلم الحراري، والتأقلم للعيش في الارتفاعات العالية). فالتأقلم الحـــراري يكيـــف الجـــسم وظيفياً عن طريق جملة من العمليات اللاإرادية في الجسم وقد يطلق عليهـــا مفهـــوم (الايكولوجيا) وتعني التبيؤ[21]. وهي التكيف والتأقلم الطبيعي ضمن الظروف المناخية المحيطة[15]. لأن عمليات الاستجابة للتأثيرات الطبيعية التي تحققها الظروف البيئيـــة المحيطة بالمخلوقات الحية تصبح جزءاً من التركيب البيولوجي لـــه [6]. والظـــواهر الإيكولوجية يمكن ملاحظتها في اختلاف الكائنات بألوانها وأحجامها وأشكالها لتتناسب ومتطلبات الطبيعة القاسية[15]. وعلى الرغم من طبيعة تركيب الإنسان الفيزيولـــوجي الذي لا يساعده على التغير والتأقلم تلقائياً مثل الكائنات الأخـــرى[7]، إلا أنـــه توجـــد تغيرات ملحوظة في شكله وحجمه ولونه لتكيفه مع بيئته المحيطة به، وقـــد توصـــل العلماء إلى أن الأعضاء الظاهرة والأطراف من جسم الإنسان في المناخات البـــاردة تكون صغيرة نسبياً وذلك لتقليل مساحة الجسم المعرضة للهواء[19]. والزوائد الجسمية

* فإذا كان شخص ما في لندن يفضل درجة حرارة البيت الداخلية 18ºم، ولكن عندما يقضي عدة أشهر في لاجوس (نيجريا) إذ تكون هذه الدرجة باردة نسبياً فإنه يفضل أن تكون نحو 25ºم.

البارزة كالأذن والأطراف تزداد قصراً في المناطق الباردة قياساً إلى الشعوب التي تسكن المناطق الدافئة [19].

ولون البشرة له علاقة بمقدار الضوء من أشعة الشمس في المحيط، فالبشرة السمراء* تمنع الأشعة فوق البنفسجية غير المرئية من أن تنفذ في جسم الإنسان بعمق، فالجلود الملونة ليس لها تأثير في الأداء الحراري ولكن لها مقاومة أكبر لأثر أشعة الشمس المضرة[25].أما الشعر فيكون مجعداً في المناطق الحارة الرطبة ليؤمن تبخراً سريعاً ويسمح بالتحرك الهوائي من خلاله، في حين يكون أملسَ في المناطق الباردة والمعتدلة حتى لا يسمح بالنفوذ الحراري ويقلل من نسبة الفقدان الحراري [15]. وتظهر هذه الصفات على الإنسان اليمني فالساكنون في المناطق الحارة الرطبة يمتازون بالبشرة السمراء والشعر المجعد، ومساحة سطوح أجسامهم أكبر نسبة إلى حجم أجسامهم وذلك لأنَّ هذا يعطي للجسم فرصة أكبر لتبريده وتلطيف درجة حرارته من خلال عمليات التبخر. وتظهر التغيرات في شكل ملامح الوجه ولاسيما الأنف إذ تكون فتحاته أوسع مما عليه في المناطق الباردة [3]. وهم عريضو الوجوه والرؤوس والأنوف وهم أقصر قامة (متوسط طولهم 160سم)، مقارنةً بسكان المناطق الباردة (متوسط طولهم 164سم). وتقل نسبة تجعد الشعر وسمار البشرة كلما اتجهنا نحو المناطق الباردة [3]. أما التأقلم في الارتفاعات العالية، حيث يقل فيها الضغط الجوي والأكسجين، يلاحظ تأقلم الإنسان اليمني فيها من خلال زيادة حجم القفص الصدري وتوسع الرئتين.

* فالبشرة السوداء تمنع احتراق الجلد وهذا له علاقة بإفراز العرق وهي أقل قابلية للتعرض لسرطان الجلد من البشرة البيضاء (34- ص79)

[3-1-2] السن والجنس Age & Sex

وهما يتأثران بالأداء الحراري، فالنساء يفضلن بشكل عام درجة حرارة فعلية للراحة أعلى بدرجتين من الرجال (أو بدرجه)، ويؤدي العمر دوراً في المتطلبات الحرارية، إذ أن الأشخاص فوق(40) سنة من العمر يفضلون درجة حرارة فعلية واحدة أعلى من الرجال والنساء الذين هم أقل من عمر (40) سنة [30].

[3-1-3] شكل الجسم body's form

نسبة الجسم إلى الحجم له تأثير أيضاً، فمساحة سطح جسم الإنسان النحيف أكبر بكثير من رجل قصير بدين وبالوزن نفسه يستطيع تحمل درجة حرارة أعلى من البدين، ووجود طبقة الدهن تحت الجلد تعدُّ طبقة جيدة للعزل الحراري، فالشخص البدين يحتاج إلى هواء أبرد ليبرد كمية الحرارة نفسها بالموازنة مع شخص معتدل الصحة وشعوره بالحر يكون قبل النحيف[25].وعلى أي حال فإن متوسط مساحة جسم الرجل البالغ هي 2م^2 عموماً.

[3-1-4] فعالية الجسم (النشاط): Activity

تتأثر ظروف الراحة الحرارية بمستوى الفعالية المؤداة داخل الفراغ، ويعدُّ معدل التفاعل الحيوي (Metabolic Rate) في الجسم مؤشراً لمستوى الفعالية [20]. وإنتاج الحرارة بين العضلات عندما تقوم بعمل فإن (20%) من الطاقة ينتفع به و(80%) هي حرارة فائضة. وتختلف هذه الحرارة الفائضة باختلاف معدل التفاعل الحيوي ويعتمد ذلك على النشاط[25].

[3-1-5] نوع الغذاء Food

لكل نوع معين من أنواع الغذاء أثر في معدل التفاعل الحيوي، وربما كان ذلك سبباً في اختلاف غذاء الناس بين المناطق المدارية والمناطق القطبية[25]. ويؤدي المناخ أثراً من خلال النظام الغذائي من حيث مواسمه، وهناك علاقة بين كمية الطعام التي نتناول وبين ارتفاع درجة حرارة الجو، ففي مناطق الحرارة العالية تقل الشهية

وعكسها في المناطق الباردة*. وتختلف وجبات غذاء المناطق الحارة عن الباردة، كما تختلف في الصيف عنها في الشتاء ففي اليمن في فصل الشتاء أهل المناطق الباردة يفضلون مأكولات تزيد من الطاقة الحرارية وتدخل كميات كبيرة من العسل في تركيبها مثل(بنت الصحن، السبايا، السوسي، فتة مع العسل، هريش مع العسل). وفي فصل الصيف يفضل سكان المناطق الساحلية المأكولات الباردة التي يضاف إليها كميات كبيرة من الحليب مثل (فتة مع الحليب، شفوت....) وهنالك وجبات ثابتة وهذه تقتضي دراسة خاصة لمعرفة التفاوت الغذائي واختلافه في اليمن بخلاف منتجات كل إقليم.

[6-1-3] الملابس Clothing

تمثل الملابس حاجزاً ومانعاً لانتقال الحرارة، كما تقلل من إحساس الجسم بتفاوت سرعة الهواء ودرجة حرارته [7].واختلاف ألوانها يؤثر في مقدار ما تعكسه أو تمتصه من الأشعة [5].

يختلف استعمال الإنسان اليمني للملابس من إقليم إلى آخر محاولة منه لتكييف المناخ لصالحه ومن أجل التحكم في حرارة جسمه من أجل راحته، لذا فإن الظروف المناخية للمنطقة التي يعيش فيها الإنسان هي التي تحدد نوع الثياب التي يرتديها وكثافتها. ففي المناطق الحارة الرطبة يلبسون قميصاً مفتوحاً (فضفاضاً) بأكمام قصيرة [18]. وفي النصف الأسفل يلبسون ما يسمى بالفوطة*[8] وهي طليقة من الأسفل لتسهل عملية التحرك الهوائي وتزيد من ظاهرة التبخر من الجسم [15]. ويضعون على رأسهم قبعة (الكوفية)، معمولة من الخيزران للوقاية من الشمس، كما تستعمل الشبقة (القبعة) على

* تزداد الشهية في المناطق الباردة لأنَّ المعدة تستفيد من المواد الكاربوهيدراتيه كالسكر والنشأ بصورة سريعة للقيام بالوظائف الحيوية.

* الفوطة رداء يرتديه سكان (حضرموت ، لحج وساحل الحجاز) وبعض سكان بلاد جنوب آسية وهي رداء طليق من الأسفل.

الرأس، وهي رخوة متهدلة واسعة النسيج، يتخللها الهواء، متسعة الأطـــراف، تظلـــل الرأس والعنق وتحفظه من أشعة الشمس** [8]. وفي المرتفعات يرتدي سكانها قمصاناً طويلة وجاكيتات من جلود الماعز [8]. ويضعون على رؤوسهم عمائم (غتره – مشدة) مختلفة الألوان، وفي المناطق الساحلية يفضلون الألوان الفاتحة. ففي مدينـــة صـــنعاء تستخدم النساء الستارة وهي من القطن الخالص تغطي الجسم كاملاً. وفي مدينة عدن تلبس النساء العباية وهي خفيفة فضفاضة[9]. وتختلف ملابس اليمنيين فـــي أشـــكالها وطرزها باختلاف البيئة والسن والحالة الاجتماعية والاقتصادية[8]. ومن الملاحظ في المناطق الساحلية الرطبة يفضلون ملابس ذات نسيج مخلخل ذات ألـــوان (أبـــيض – ألوان مختلفة) وسمك الملابس قليل ويفضلون ملابس لاصقة بالجسم وأقل ما يمكن من الملابس الداخلية[27].

وفي المناطق الحارة الجافة تكون ملابسهم محكمة النسيج، ويغطـــي الجـــسم جيـــداً، ويغطي الرأس ويرتدون ملابس فضفاضة، ويفضلون استخدام الملابس الداخلية، ومن هذا يلاحظ أن ملابس اليمنين صنعت لتتلاءم مع البيئة المحيطة بها وللحد من سلبيات المناخ بحسب راحة الإنسان.

شكل (2) اختلاف أنسجة الملابس في اليمن بحسب الأقاليم

** أكثر استخداماً لها هم الرعاة.

[4] - العناصر المناخية وأثرها في صحة الإنسان:

أظهرت إحدى الدراسات التي قام بها (Eusworth Huntington) أن صحة الإنسان وكفاءته الإنتاجية تعتمدان على الراحة الحرارية، حيث وجدت زيادة في الإنتاج وتحسن في الصحة خلال الفصول معتدلة الحرارة (الربيع، الخريف) في حين كانت تلك النسب منخفضة في فصلي (الشتاء والصيف)[28].

وقد تصنف طرائق التأثيرات المناخية في الإنسان إلى:

1- الطريقة الأولى: وتصف التأثير السلبي للمناخ في الإنسان (الجهد، الألم، المرض، الموت).

2- الطريقة الثانية: وتصف الظروف التي تكون عندها إنتاجية الإنسان وطاقته الجسدية والذهنية ذات مستوى عالٍ من الكفاءة[28].

3- الطريقة الثالثة: وتصف تأثير المناخ في أجزاء جسم الإنسان ومواصفاتها (الإيكولوجيا). الطريقتان الأولى والثانية يمكن دمجهما لبيان التزامن والتوافق وتعلق المتغيرات ببعضها البعض لتحديد الظروف المناخية والحرارة المرغوب فيها أو غير المرغوب فيها.

[5] البحوث والدراسات المتعلقة بالنطاق القياسي للراحة الحرارية:

وتعرف منطقة الراحة بأنها مجموعة الأحوال الطبيعية التي يشعر 80% من الموجودين فيها بالراحة. كما هي موضحة في الشكل(3)[25]. إن الفعاليات الجسمية والعقلية للإنسان تكون على أحسنها ضمن مدى معين من الظروف البيئية، وفي خارج هذا المدى تنخفض قدرته على أداء هذه الفعاليات فضلاً عن احتمال المرض والإجهاد، فالجسم البشري بموجب نظامه العضوي يصرف طاقة من أجل التأقلم مع الظروف البيئية المحيطة، وعندما يكون صرف الطاقة تدريجياً (مثالياً)، تعدُّ الظروف المحيطة ضمن حدود الراحة الإنسانية[28]. ولا توجد درجة حرارة مثالية لأية

مجموعة من الناس لأن الأفراد يختلفون اختلافاً كبيراً في مواصفاتهم الطبيعية ومزاجياتهم وتكيفهم[23].

وبشكل عام يقع المدى المفضل عالمياً لمستويات الراحة الحرارية ضمن درجات حرارية بين (18- 29,5ºم). ويرى (Olgyey) أنَّ الضربة الحرارية أو(الشمسية) هي أعلى حد للتحمل البشري وإنَّ نقطة التجمد هي أدنى حد للتحمل، وتوصل القسم البريطاني للبحث العلمي الصناعي الذي يرأسه الدكتور هـ. م فيرتون وت. بيرفورد (Vernon) إلى استنتاجات محددة في تحرياتهم وتجاربهم لتعريف حالة الراحة. وبين (Vernon) أنَّ الحرارة المثالية برياح خفيفة (5 قدم/دقيقة) أو أقل هي (18,9ºم في الصيف و16,7ºم في الشتاء) وأعطى (Bedford) درجة حرارة مثالية داخل المنزل (18,1ºم في الشتاء) وحدد منطقة الراحة التي تتراوح بين (13,2ºم – 23,1ºم). والدرجة القياسية الألمانية المقترح (20,8ºم) مع 50% رطوبة نسبية. ويقترح (C.F.Markham) معدل درجة حرارة تتراوح من (15,5 º م – 24,4ºم) كتكوين منطقة مثالية مع درجات رطوبة عند الظهيرة تتراوح بين (40-70%). وأظهر (C.E.Brooks) منطقة الراحة لكل من بريطانيا والولايات المتحدة ومنطقة المدارات[30] على النحو الآتي:

جدول (1) [30]

المنطقة	حدود الراحة الحرارية
بريطانيا	14,4ºم – 21,1ºم
الولايات المتحدة	20,5ºم – 26,7 ºم
مناطق المدارات	23,3ºم – 29,4 ºم مع رطوبة نسبية (30و70%)

وفي بعض الدول الأخرى (الاشتراكية سابقاً) حددت الراحة الحرارية مرتبطة بمتغيرات الشتاء والصيف وبحسب المنطقة المعينة بالدراسة.

جدول (2) [15]

	الفصل	حدود الراحة	الرطوبة النسبية	تحرك هوائي
الدول(الاشتراكية سابقاً)	الشتاء	19–22ºم	40–60%	0,07–0,1م/ثانية
	الصيف	23–26ºم	30–60%	0,1–0,5 م/ثانية

ومما ذكر يتبين أن حدود الراحة الحرارية تعتمد على :

1.درجة الحرارة

2.الرطوبة النسبية

3.سرعة الهواء

وغيرها من العوامل الأخرى الذاتية تعود لجهد الإنسان ومنه تختلف حدود الراحة من فصل إلى آخر ومن إقليم إلى آخر.

ويصعب دراسة أثر كل عنصر بمفرده في الراحة الحرارية، وذلك لأنَّ العناصر المناخية تؤثر في الجسم في وقت واحد وإنَّ تأثير أي واحد منها يعتمد على مستويات العوامل الأخرى[12].وظهرت لذلك كثير من المحاولات لتقييم التأثيرات المتداخلة لتلك المتغيرات في الاستجابة الفيزيولوجية والحسية لجسم الإنسان؛ وذلك لإخراجها في صورة علاقة مباشرة بين المتغيرات المناخية والراحة الحرارية على مخططات بيانية يسهل التعامل معها بوضوح، وذلك دون استخدام العمليات الحسابية المعقدة.

[6] طرائق التقييم المناخي ومقاييس الراحة

تعددت الدراسات والتجارب الميدانية لتحديد مجال الراحة الحرارية ووضع أسس علمية لدراسة إحساس الإنسان بالحرارة وتقويمها ومنها تم التوصل إلى العديد من المعايير والمقاييس في هذا الصدد منها:

1- معيار الإجهاز الحراري [32].

2- معيار التعرق المتوقع في أربع ساعات[25].

3- معيار درجة الحرارة الفعالة [14].

4- معيار درجة الحرارة المصححة[32].

5- معيار درجة الحرارة الفعالة القياسية [14].
6- معيار درجة الحرارة المتكافئة [14].
7- الخريطة السيكرومترية لـــ Givani [31].
8- جداول المعالجات المناخية لـMahony [25].
9- قياس الراحة لـــ Terjung [30].
10- المعادلة البيومتورولوجية لـOliver [29].
11- خريطة الراحة لـOlgyay [28].

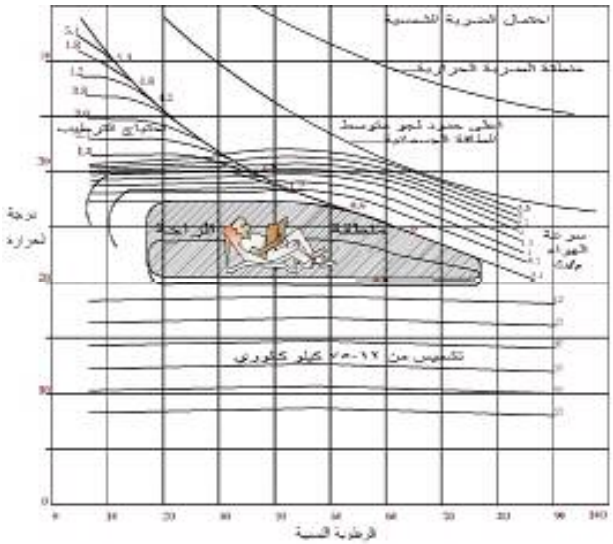
وبعد دراسة تحليلية لهذه المعايير تم اختيار خارطة الراحة الحرارية لـــ (Olgyay) لتطبيقها على عينة من المدن اليمنية لما لها من مميزات.

[1-6] خارطة الراحة الحرارية لـــ (Olgyay)

فيكتور اولجياي هو أول من افترض الإجراءات المنتظمة لتكيف وملاءمة التـــصميم المعماري لخلق التوازن بين حاجات الإنسان والحالات المناخية، في كتابه (تصميم مع المناخ). اعتمدت طريقته على مخطط المناخ الحياتي وتتضمن راحة الصيف والشتاء، وتعتمد هذه الطريقة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وتقع هذه المنطقـــة بـــين درجتي حرارة (20.5ºم – 27.5ºم) ورطوبة نسبية (18-70%). الشكل (3) يفترض عند التمثيل البياني لمنطقة الراحة على الخريطة أن يكون الهواء ساكناً. ولا يتعرض الجسم لأشعة الشمس، ومع حدوث حركة للهواء أو التعرض لأشعة حرارية أو تعديل رطوبة الهواء. ويرتفع الحد الأعلى لمنطقة الراحة إلى أعلى اليمين مع حركة الهواء، وإلى أعلى اليسار مع ترطيب الهواء، وإلى أسفل مع وجود إشعاع شمـــسي مباشـــر، وتختلف مسافة الاتساع لمنطقة الراحة تبعاً لقيمة كل مـــؤثر إضـــافي[26]. وتـــستخدم خريطة الراحة لدراسة جو منطقة معينة على مدار السنة، ولمعرفة الاحتياجات فـــي الشهور المختلفة للبقاء في منطقة الراحة، وللوصول إلى أدق نتيجة يجـــب أن تكـــون المعلومات أدق ما يمكن وفي عدم توافر قراءات كثيرة يكتفى بالآتي:

درجة الحرارة العظمى والصغرى مع الرطوبة النسبية العظمى والصغرى[7].

وبحسب الاستعمال وُضِعَتْ درجة الحرارة العليا مع الرطوبة النسبية الدنيا ودرجة الحرارة الدنيا مع الرطوبة النسبية العليا [27].



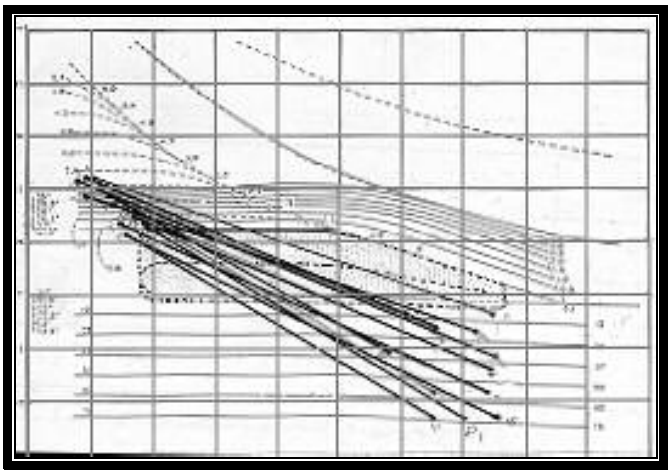
شكل (3) خريطة الراحة الحرارية لاولجياي ووسائل التحكم المناخي بها.

[7] قياس الراحة الحرارية في اليمن

من اجل الوصول إلى تحليل بيومناخي لليمن تم اعتماد الآتي:

- تم اِستُخْدِمَ الشكل البياني لاولجياي في عملية التحليل، إذ يحدد هذا الشكل مقدار ما يجب إضافته من السعرات الحرارية في حالة التدفئة ومقدار ما ينبغي أن تكون عليه سرعة الهواء في حالة التبريد، ومقدار ما تجب إضافته من الرطوبة في حالة الجفاف.
- أخذ البيانات المناخية المتوافرة الخاصة بدرجات الحرارة والرطوبة النسبية.
- إسقاط البيانات المناخية على أساس درجة الحرارة العظمى والصغرى مع الرطوبة النسبية العظمى والصغرى.
- أخذ المدن التي تتوافر فيها المعلومات عن ذلك.

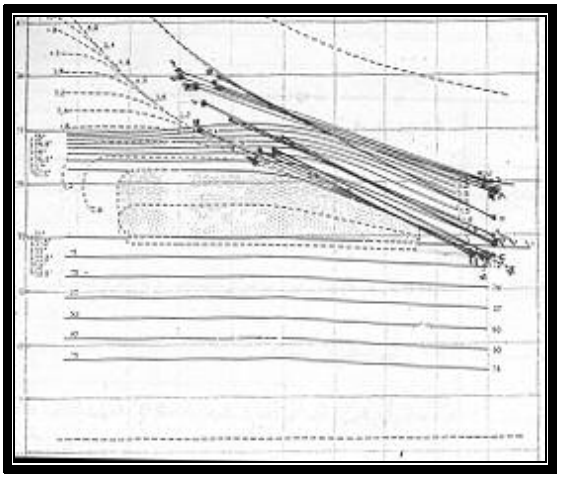
ومن توافر المعلومات تم التوصل إلى الأشكال (4،5،6)،وهـذا يـساعد المـصممين والمخططين على الوصول إلى حدود الراحة المطلوبـة بالاعتمـاد علـى الطرائـق الطبيعية، وذلك عند تخطيط المناطق العمرانية وتصميم الوحدات السكنية.



شكل (4) التقويم البيومناخي لمدينة صنعاء حسب مخطط الراحة لاولجياي (الباحث)

جدول (3) الدليل المناخي للمتطلبات الإضافية لتحسين الشعور بالراحة في مدينة صنعاء(الباحث)

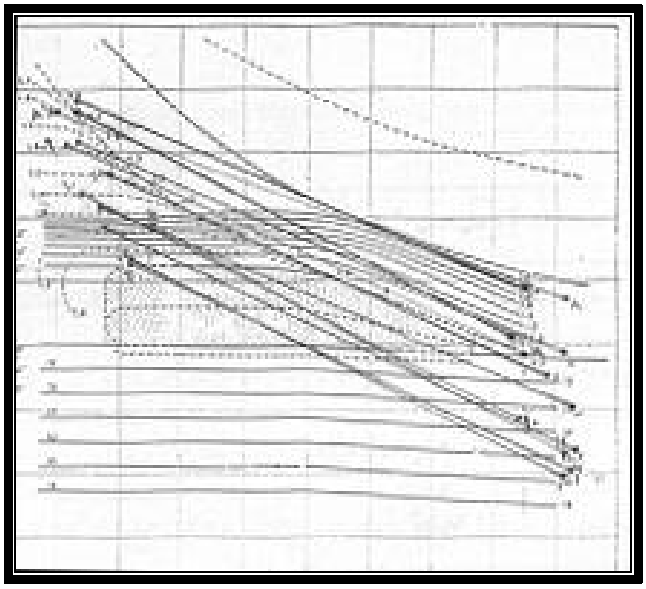
الأشهر	المتطلبات
كانون الثاني تشرين الأول والثاني	تحتاج إلى تدفئة سلبية (أشعة شمسية من 12–75 كيلوكالوري ;)
كانون الأول، شباط	تحتاج إلى تدفئة سلبية من (12–60 كيلوكالوري)
آذار	تحتاج إلى تظليل وتحرك هوائي حتى (1,8م/ث) تحتاج إلى تدفئة سلبية من (12–45 كيلوكالوري)
نيسان، أيار	تحتاج إلى تدفئة ما يعادل من (12–37 كيلوكالوري) تحتاج إلى تظليل وسرعة تحرك هوائي حتى (3 م/ث)
حزيران، أيلول	تحتاج إلى تدفئة سلبية (من 12 – 20كيلوكالوري) تحتاج إلى التظليل وتحرك الهواء خلال النهار حتى (3,2 م/ث)
تموز، آب	تحتاج إلى التظليل التام وتحرك هوائي حتى (3,5 م/ث)



شكل (5) التقويم البيومناخي لمدينة عدن حسب مخطط الراحة لاولجياي(الباحث)

جدول (4) الدليل المناخي للمتطلبات الإضافية لتحسين الشعور بالراحة في مدينة عدن(الباحث)

الأشهر	المتطلبات
كانون الأول والثاني، شباط	تحتاج إلى التظليل وتحرك هوائي حتى (1,5م/ثا)
تشرين الثاني	تحتاج إلى التظليل وتحرك هوائي حتى (3م/ثا)
آذار – نيسان	تحتاج إلى التظليل التام
	تحتاج إلى تحرك هوائي من (5,5 – 2,5 م/ثا) في آذار، وفي نيسان حتى (3,5 م/ثا)
تشرين الأول	تحتاج إلى التظليل التام وتحرك هوائي حتى (3,5 م/ثا)
أيار	تحتاج إلى التظليل التام وتحرك هوائي من (1,5 – 3,5 م/ثا)
آب	تحتاج إلى التظليل التام وتحرك هوائي حتى (3,5 م/ثا)
حزيران، تموز، أيلول	تحتاج إلى التظليل التام وتحرك هوائي حتى (3,5 م/ثا)



شكل(6) التقويم البيومناخي لمدينة سيئون(الباحث)

جدول (5) الدليل المناخي للمتطلبات الإضافية لتحسين الشعور بالراحة في مدينة سيئون(الباحث).

الأشهر	المتطلبات
كانون الأول والثاني	تحتاج إلى تدفئة سلبية من (12 – 60 كيلوكالوري)
شباط، تشرين الثاني	تحتاج إلى تدفئة سلبية من (12– 50 كيلوكالوري)
	تحتاج إلى تظليل وتحرك هوائي من (0,1 – 2,75 م/ثا)
آذار، تشرين الأول	تحتاج إلى تدفئة سلبية من (12–35 كيلوكالوري)
	تحتاج إلى تظليل وتحرك هوائي من (0,1– 3,6 م/ثا)
نيسان	تحتاج إلى تظليل وسرعة التحرك الهوائي حتى (3,6 م/ثا)
أيار، أيلول، حزيران	تحتاج إلى التظليل التام خلال النهار
	تحتاج إلى تحرك هوائي خلال النهار وتكون سرعته بين (0,1 – 3,6م/ثا)
تموز، آب	تحتاج إلى التظليل التام خلال النهار
	تحتاج تحرك هوائي تكون سرعته بين (3 – 3,5 م/ثا)

[8]معايير المعالجات المناخية في العمارة التقليدية اليمنية

تتباين الأنماط المعمارية في اليمن بسبب اختلاف البيئة الطبيعية فيها (المناخية والجغرافية)، فتعددت أنماطها وتنوعت عناصرها المعمارية والعمرانية من إقليم إلى آخر بحسب الملاءمة المناخية.

[8-1] معايير المعالجات المناخية في التصميم العمراني

في إقليم المناخ الحار الرطب(الحديدة، زبيد، عدن، .) يؤدي التحرك الهوائي دوراً ملحوظاً، فيستجيب نظام التخطيط إلى حركة الهواء السائدة لتلطيف الجو، فشوارع المدينة صممت وفق نظام بيئي، تميل إلى التخطيط الشبكي، وتتخللها شوارع ضيقة للمارة، وتتعرج شوارعها للابتعاد عن الفراغات الطولية للحد من اندفاع الرياح المحملة بالأتربة. وبتعرج الشوارع وعمل الممرات الضيقة يتم الحصول على انسيابية متجانسة من التحرك الهوائي في الأبنية جميعها [34].

وفي إقليم المناخ المداري الجاف الحار صيفاً(سيؤن،شبام،...) أخذ النسيج الحضري في المدن اليمنية الواقعة ضمن هذا الإقليم شكلاً متضاماً متلاحماً بدرجة كبيرة وذا كثافة بنائية عالية، فتبدو منازل هذه المدن، وكأنها كتلة واحدة متكاملة، ومخططها العام يمتاز بشوارع ضيقة تحيط بها المباني الشاهقة (وتختلف ارتفاعات المباني من مدينة إلى أخرى).

وفي الإقليم البارد الجاف صيفاً أخذ النسيج الحضري في المدن الواقعة ضمن هذا الإقليم شكلاً متضاماً. وأفضل مدن هذا الإقليم مدينة صنعاء وأعظم ما يميز نسيج مدينة صنعاء العلاقات المتعددة الأبعاد بين الفراغات المعمارية الداخلية (الحديقة العمرانية) والفراغات الخارجية (الساحة والشوارع) والمساكن والتي تشكل بمجموعها وحدة علاقاتية تكون المجموعة السكنية التقليدية التي لها تكوينها وبناؤها الاجتماعي وهي عبارة عن مجموعة من (المساكن) تلتف بشكل حلقي حول فراغ يسمى (بالحديقة العمرانية)، كما يحيط بالمساكن مجموعة من (الطرق) الصغيرة تلتقي في الساحة

(ملتقى الطرق). وهي فكرة تخطيطية فعالة وحيوية تتقبل التغير والنمو.ويصنف عمل الحديقة العمرانية إلى (عامل زراعي، متنزه، خازن حراري،وقائي وتلطيف الهواء...) وصمم نسيج الإقليم الحار الجاف ونسيج الإقليم البارد شتاءً الجاف صيفاً بشكل متضام لخصائص متعددة منها :-

1. حجب أشعة الشمس والرياح ولتقليل التعرض للإشعاع المباشر والإشعاع المتشتت وتقليل الإشعاع طويل الموجة(33).
2. التقليل من الكسب الحراري للحوائط الخارجية في رفع نسبة الحجم إلى مساحة السطوح الخارجية، وبهذا تصبح الطاقة النافذة إلى داخل المباني محدودة.
3. زيادة نسبة الرطوبة، إن انخفاض درجة الحرارة الناتج عن زيادة نسبة الأبنية المتكتلة المتراصة تؤدي إلى ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية المناظرة لها وصولاً إلى الراحة الحرارية للإنسان.

[8-2] معايير المعالجات المناخية في تصميم المباني

أدّت العوامل المناخية دوراً أساسياً في ترسيخ الطابع المعماري التقليدي في المدن اليمنية بحسب الأقاليم المناخية.

معيار الشكل: يأخذ مسقط المبنى التقليدي في الغالب الشكل المربع أو شبة المستطيل في جميع الأقاليم اليمنية، وتندر المباني ذات الشكل الدائري، وتعدُّ الأشكال التقليدية أشكالاً مثالية باختلاف الأقاليم اليمنية التي تحقق أدنى كسب حراري في الصيف، وأدنى فقدان حراري في الشتاء. [24]

معيار التوجيه: بسبب اختلاف زاوية مسار الأشعة الشمسية لمدينة صنعاء يكون تركيز الإشعاع الشمسي عالياً على الواجهات الغربية والشرقية في كلا الفصلين (الشتاء والصيف.ويكون تركيز الإشعاع الشمسي عالياً على الواجهات الجنوبية شتاءً، وتتعرض الواجهات الشمالية للتركيز في فصل الصيف في حين تحجب على الواجهات

الجنوبية، وتأخذ المباني الاستطالة في اتجاه الجنوب (محور التوجيه شـــرق غـــرب)، وبهذا يحقق التوجه الجنوبي متطلبات الراحة في فصلي الشتاء والصيف.

غلاف المبنى:

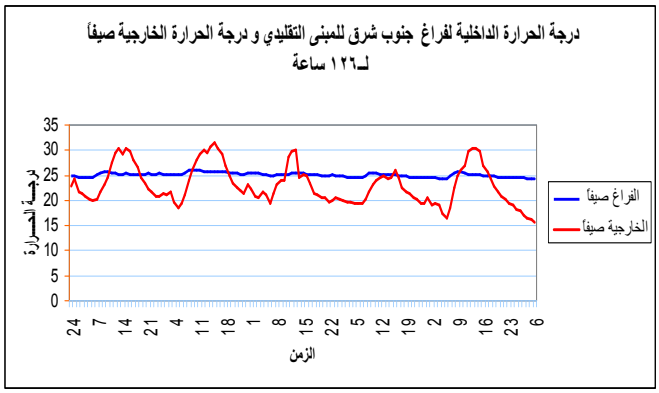
من أبرز القواعد الدائمة لفن البناء التقليدي في اليمن استخدام مواد بناء محليـــة ذات سعة حرارية عالية، كما تختلف مواد البناء من إقليم إلى آخر، وتتباين سماكة الجدران بحسب تعدد الطوابق.

ويزيد من ملاءمة المباني التقليدية أنها تطلى بمادة الجبس (الجص)، لأنَّ لها خصائص متعددة منها (عكس أشعة الشمس وتقليل نفاذها إلى الجدران، وحماية الجـــدران مـــن الرياح والأمطار، وزيادة الإضاءة في الشوارع الضيقة).

وقد عمل شكل المبنى وتوجيهه والمواد التقليدية على استقرار حراري ضمن نطـــاق الراحة الحرارية شكل (7)

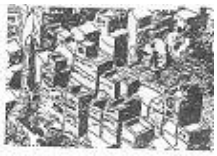
الفتحات:

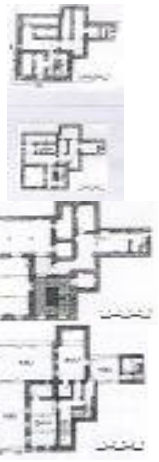
يختلف تصميم نسب الفتحات وتوجيهها وموضـــعها تبعـــاً للوظيفـــة (تهويه،رؤيـــة، إضاءة،...)، قد تتحدد هذه الوظائف في نافذة أو تقتصر على الأقل على اثنتين منهما، ومنه تختلف تفاصيل النوافذ من إقليم إلى آخر طبقاً للملاءمة المناخية.

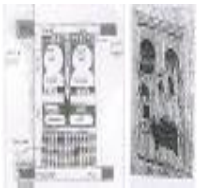
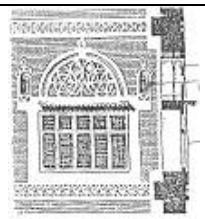
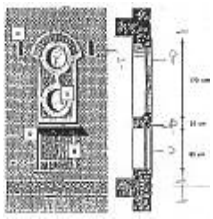


شكل (7) الاستقرار الحراري الداخلي لمبنى تقليدي في مدينة صنعاء صيفاً(الباحث)

[9] خارطة العمارة اليمنية التقليدية وفق المؤثرات المناخية

المناخ	الحار الرطب	المداري الجاف الحار صيفاً	المداري الجاف البارد شتاءً
الأنماط المعماري (الوحدات السكنية) بحسب مواءمتها للمناخ			
خضوع اعتبارات التخطيط	تخضع لاعتبارات التهوية ثم اعتبار الإشعاع الشمسي	تخضع لاعتبارات الإشعاع الشمسي واتجاه الرياح	تخضع لاعتبارات الإشعاع الشمسي واتجاه الرياح
الشكل الحضري (التصميم العمراني) بحسب مواءمتها للمناخ			
التكوين المعماري			

المناخ	الحار الرطب	المداري الجاف الحار صيفاً	المداري الجاف البارد شتاءً
تصميم المبنى (نظام التصميم) بحسب مواءمتها للمناخ			
التشكيل الفراغي			

المناخ	الحار الرطب	المداري الجاف الحار صيفاً	المداري الجاف البارد شتاءً
الفتحات			 

المناخ	الحار الرطب	المداري الجاف الحار صيفاً	المداري الجاف البارد شتاءً
نظام البناء	جدران حاملة، أعمدة، أكتاف، عقود نصف دائرية	جدران حاملة، أعمدة، أكتاف خالية من العقود	جدران حاملة، أعمدة، أكتاف،عقود نصف دائرية
نظام التصميم المعماري	–حر مفتوح (يمتد أفقياً) –مغلق يمتد رأسياً (الحديدة المكلا)	–مغلق يمتد رأسياً –الخيام حر مفتوح (يمتد أفقياً)	–مغلق يمتد رأسياً
عدد الطوابق	–العشش (1) –زبيد (1–2) –الحديدة +عدن (2–3) –المكلا (3–4–)	–شبام (5–8) –صعده (2–3) – سيؤن (3–6)	–صنعاء (4–9) –ذمار (2–4) _ثلا (3–5)
مواد البناء	–قش + طين + سعف النخيل+جبس –طوب + قش +الجبس –حجر+ طين +جبس –حجر+جبس	–لبن + جبس –جبس + طين(زابور) –نسيج الشعر، جلد+حجر	–حجر+ ياجور –حجر + لبن(طين) –حجر

ومنه استطاع اليمنيون أن يتأقلموا مع طبيعة بلادهم ويسخروها لراحتهم، لذا فقد تمت على أيديهم فنون متنوعة أهمها فن العمارة التي تفاعلت بكل كفاءة وإبداع مع الجو المحيط فاندمجت مع تضاريسها المتنوعة ومواردها فنهضت من طينها وقصبها وحجارتها فكان الالتصاق المثبت بالأرض، وبهذا جاءت العمارة اليمنية تعلو وتتنوع بتنوع المناخ، وعملت على التجاوب البيئي بشكل مرن مبدع متميز سعت للراحة

البيولوجية والمعيشة النفسية في تلاءم متعدد الأقسام. لذا تعدُّ المدن اليمنية القديمة حواضر متباينة في الأنماط المعمارية التي تشكلت بحسب البيئة المحيطة لها، وجاء ذلك من خلال عمليات طويلة من التجربة والتعلم وتراكم الخبرة لذا كانت الأبنية القديمة دروساً ناجحة لمعضلات المناخ.

[10] الخلاصة:

أثرت البيئة الطبيعية (المناخية) تأثيراً واضحاً في حياة الإنسان اليمني وتركيبه البيولوجي والسايكولوجي، وانعكاسها على طريقة معيشته، من حيث تعدد أنماط ملابسة وتنوع غذائه،وتشكلت استجاباته تبعاً لملاءمتها وتفاعلها الإيجابي مع العناصر المناخية.

وقد توصل الباحث إلى الاستنتاجات الآتية:

1- يخضع اختلاف حجم الأطراف الخارجية وشكلها ولون البشرة للإنسان اليمني تبعاً للظروف البيئية المحيطة به (طبيعياً).

2- محاولة تكيف الإنسان اليمني مع البيئة المحيطة به ذاتياً والتفاعل الإيجابي مع العناصر المناخية.

3- أظهرت استنتاجات التقويم البيومناخي لبعض المدن اليمنية عدداً من مؤشرات الوصول إلى الراحة الحرارية أهمها:

أ- مدينة صنعاء:

- تقع جميع الشهور ضمن الراحة الحرارية مع متطلبات إضافية لتحقيق ذلك.
- إهمال الأشعة الشمسية في أشهر (حزيران، تموز، آب، أيلول) مع الاحتياج إلى التظليل وتحرك هوائي وصولاً إلى الراحة الحرارية.
- الأشهر الأخرى تتطلب أشعة شمسية وصولاً إلى منطقة الراحة.
- إتباع الحلول الممكنة لزيادة الرطوبة ولاسيَّما شهري (تموز، آب).

ب– مدينة عدن:

- إهمال التدفئة بالإشعاع الشمسي أو الذاتي للوصول إلى مناطق الراحة خلال أشهر السنة جميعها.
- تتطلب تدفئة ذاتية (ارتداء ملابس) خلال الليل في أشهر (كانون الأول، والثاني، شباط، تشرين الثاني).
- تتطلب التظليل التام خلال أشهر السنة جميعها مع تحرك هوائي (يتباين من شهر إلى آخر) للوصول إلى الراحة الحرارية.

ج– مدينة سيئون:

- تتطلب أشعة شمسية في الأشهر (كانون الثاني، شباط، تشرين الأول، تشرين الثاني وكانون الأول).
- تتطلب التظليل مع تحرك هوائي في الأشهر الأخرى وصولاً إلى الراحة الحرارية.

4- شكلت البيئة المناخية أثراً واضحاً على تباين الأنماط المعمارية في اليمن، فتعددت أنماطها وتنوعت عناصرها وتشكلت فراغاتها بحسب الملاءمة والتفاعل الإيجابي مع المناخ إلى حد يثير الإعجاب والتأمل، مما جعل المدن اليمنية تعبيراً صادقاً عن معطيات المناخ.

خضعت اعتبارات التخطيط العمراني وتصميم المباني في المناطق الحارة الرطبة لاعتبارات الرياح أكثر من الإشعاع الشمسي، فتباعدت عناصر تصميم المبنى واستقامت شوارعها واختلفت فتحاتها في أشكالها وتوجيهاتها للتعرض الأوفر لحركة الهواء.في حين تخضع اعتبارات التخطيط العمراني وتوجيه المباني وأشكالها في المناطق الحارة الجافة لاعتبارات الإشعاع الشمسي، فضيق الشوارع وارتفاعات المباني وتغير الفضاءات الداخلية واستخدامها خاضعة لتلائم أشعة الشمس.

ومن أعلاه ندرك أنَّ سكان المدن اليمنية القديمة أدركوا أثـــر المنـــاخ فـــي حيـــاتهم، وحاولوا أن يكيفوا مدنهم ومساكنهم باستعمال الطرائق الطبيعية في تبريدها وتـــدفئتها باستخدام وتسخير الظواهر الفيزيائية الطبيعية فكانـــت أكثـــر ملاءمـــة مـــع الحالـــة الفسيولوجية للإنسان.

4- من استنتاجات التقويم البيومناخي لبعض المدن اليمنية باختلاف الأقاليم ودراسة المعالجات المناخية التقليدية، ومن خلال استخدام جداول ماهوني للمعالجات المناخيـــة توصل البحث إلى عددٍ من المؤشرات والمتطلبات التصميمية للوصول إلـــى الراحـــة الحرارية في تصميم

المدن اليمنية نوصي بالأخذ بها:

متطلبات التصميم	معايير التصميم المناخي للإقليم المداري البارد الجاف صيفاً
المخطط العام	متضام
التصميم	يسمح بالتهوية عند الحاجة
تقاطع التهوية	ليست مطلوبة
الفتحات	متوسطة 20% إلى40% صغيرة15% إلى 25%
الطاقة الحرارية	الطاقة الحرارية مطلوبة شتاءً
الجدران	ثقيلة مطلوبة ذات تخلف زمني أكثر من 8 ساعات
سطوح	ثقيلة مطلوبة ذات تخلف زمني أكثر من 8 ساعات
شكل المبنى	شبه مستطيل أو مربع
توجيه محور المبنى	شرق – غرب
توجيه الفراغات المعيشية والنوم	جنوب (توجيه مثالي)، غربية
توجيه فراغات استقبال الضيوف	شرقية، جنوبية، جنوب شرق
توجيه الفراغات الخدمية	شمال، شمال شرق، شرق

متطلبات التصميم	معايير التصميم المناخي للإقليم الحار الرطب
المخطط العام	متضام وكتل حرة
التصميم الفراغي	فراغات مفتوحة لدخول النسيم
حركة التهوية	مطلوبة وضرورية
الفتحات	صغيرة 15إلى 25% صغيرة جداً10%–20%
الطاقة الحرارية	غير مطلوبة وتطلب الحماية من الأشعة الشمسية
الجدران	ثقيلة مطلوبة ذات تخلف زمني أكثر من 8 ساعات
سطوح	ثقيلة مطلوبة ذات تخلف زمني أكثر من 8 ساعات
شكل المبنى	شبه مستطيل أو مربع
توجيه محور المبنى	شرق – غرب
متطلبات التصميم	**معايير التصميم المناخي للإقليم الحار الرطب**
المخطط العام	متضام
التصميم الفراغي	يسمح بالتهوية عند الحاجة
حركة التهوية	غير مطلوبة
الفتحات	صغيرة 15إلى 25% صغيرة جداً10%–20%
الطاقة الحرارية	تطلب الحماية من الأشعة الشمسية و
الجدران	ثقيلة مطلوبة ذات تخلف زمني أكثر من 8 ساعات
سطوح	ثقيلة مطلوبة ذات تخلف زمني أكثر من 8 ساعات
شكل المبنى	شبه مستطيل أو مربع
توجيه محور المبنى	شرق – غرب

المصادر

1. ابن المجاور، "صفة بلاد اليمن، ومكة وبعض الحجاز" مطبعة بريل، لندن 1998م.
2. إسماعيل، عبد القادر، "مناخ اليمن دراسة في الجغرافية المناخية"، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء المطبعة الأولى2000م.
3. الأشعب، خالص حسني، " اليمن دراسة في البناء الطبيعي والاجتماعي والاقتصادي "، منشورات وزارة الثقافة والإعلام، دار الرشيد للنشر العراق1982م.
4. الحسني، فاصل، وآخرون، " أساسيات علم المناخ التطبيقي "، مطابع دار الحكمة بغداد 1990م.
5. الدليمي، مهدي،أثر المناخ على صحة الإنسان في العراق " بغداد، 1990 م.
6. السعدي، سعدي محمد صالح، " التصميم الوظيفي في المدينة العربية القديمة "، مركز إحياء التراث العربي، الدورة الرابعة، أصالة المعالجات التخطيطية عند العرب، بغداد 1986 م.
7. الوكيل، شفق العوضي، وآخرون، " المناخ وعمارة المناطق الحارة "، الناشة عالم الكتب، الطبعة الثالثة، القاهرة، 1989 م.
8. جوهر، حسن محمد وآخرون، " اليمن "، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة.
9. حسن، حسن إبراهيم، " اليمن البلاد السعيدة "، دار المعارف، القاهرة 1958م.
10. حلبوني،غسان "الفتحات في الأساليب الثابتة والذاتية "،المهندس العربي،ع74،1984.
11. حمودة،رشدي " أساسيات تكيف الهواء " دار الراتب الجامعية، عمان،1994.
12. ريمشا، أناتولي، " تخطيط وبناء المدن في المناطق الحارة "، ترجمة دأود سليمان، دار (مير) للطباعة والنشر، موسكو1977م.
13. سردست، زكية،"دراسة لشروط الراحة الحرارية "، المهندس العربي،ع74،1984.

14. سعيد، سعيد عبد الرحيم،"العناصر المناخية والتصميم المعماري"، النشر العلمي والمطابع،جامعة الملك سعود،السعودية،1999.

15. شاهين، بهجت رشاد، " المناخ والإنسان "، دورة المناخ في المناطق الحارة الجافة، جمعية المهندسين العراقيين، بغداد، 2001م.

16. شلش، علي، "جغرافية الأقاليم المناخية "، مطبعة جامعة بغداد، 1978م.

17. فتحي، حسن، " الطاقات الطبيعية والعمارة التقليدية "، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، الطبعة الأولى بيروت، 1988م.

18. فخري، أحمد، " اليمن ماضيها وحاضرها "، معهد الدراسات العربية العالمية، 1957م.

19. فضيل، عبد الجليل وآخرون، " علم البيئة "، مطبعة جامعة الموصل، 1985م.

20. مشتت، صباح عبد الطيف، " العمارة والبيئة المناخية ــ الأسس النظرية والتطبيقية "، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء، 1995م.

21. موسى،علي حسن،" المناخ والسياحة " دار الأنوار،دمشق،الطبعة الأولى، 1998.

22. نجم، حسين طه وآخرون، " البيئة والإنسان "، وكالة المطبوعات الكويت، 1984م.

23.ANGUS.T.C." The Control of Indoor Climate " Pergaman Press Ltd.,First edition 1968.

24.Evans , Martin , " Housing climate and comfort " Architectural press ltd , London 1980.

25.Evans , Benjamin , W , " Daylight in Architecture , Architecturel Records Books " , McGraw Hill book company , 1981.

26.Koenigsberger , o. H & other , " Manual of Tropical Housing and Building – climatic Design " London , 1978.

27.Konya , Allan , " Design primer for hot climates " , The Architetural press ltd , London , 1980.

28.Matthews , Derek H , " Building in Yamen " Report an the proceedings held at Bouwcen trum on the occasion fasminar held on

April 19, 1979, published Building center Rotter dam, Ne ther lands, 1980.
29.Oliver , Johne , " climatolgy , selected , Application wiston and sons " London 1981.
30.Olgyay , Victor , " Design with climate – Bioclimatic approach to architectural regionalism , princeton univerisity press , Princetan New Jersey , 1963.
31.Terjung.W. H , " physiologie climates of The conteminous unted states , Abioclimatic classification Based on Man " Ann. Asse An Geoqraph , 1966.
32.Watson , Donald , " climatic Design " Kenneth labs , Mecraw – Hill , lne USA , 1983.
33.Pearlmutter , Darid , " Patterns of sustainobility in desert " , internet 2000.
34.Golany , Gideon , " Housing in Arid Lands " , design and planning. The Architecture Press , London 1980.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق: 2008/6/23.