التجمعات المستدامة لتقليل التغير المناخي وخفض الجزيرة الحرارية

د. آمال الدبركي، استاذ مساعد بقسم العمارة كلية الفنون الجميلة جامعة المنيا

الملخص

أدت ظاهرة التغير المناخي العالمية الى تواجد العديد من المؤسسات الرسمية وغير الرسمية التي تشجع اتباع النظم العمرانية المستدامة ما لها من تأثير في تحسين المناخ الداخلي بالمبنى ومن ثم ترشيد استهلاك الطاقة وملوثاتها، وذلك من خلال وضع مؤشرات ومعايير للعمران الأخضر أو العمران المتوافق بيئيا والأقل تأثير سلبي على البيئة، كي تساعد متخذي القرار على تحقيق نظم الحفاظ على البيئة والاقتصاد الاخضر والعدل الاجتماعي. ورغم تكامل تلك النظم الى حد ما خاصة فيما تناوله المجلس الامريكي للابنية الخضراء باعتباره الرائد لدعوة اتباع نظم العمران المستدام، الا انه لم يتناول بعض التفاصيل الخاصة باسس تصميم العمران المؤثر في خفض حرارة المناخ العمراني ومن ثم خفض الجزيرة الحرارية وتخفيف التغير المناخي، الذي يعمل عليه حاليا برامج الحفاظ على البيئة بمنظمة الامم المتحدة وبعض دول العالم. ويتناول البحث دراسة تحليلية لعرض بعض مسببات ومشاكل التغير المناخي ومقياس البصمة الكربونية المؤثرة في زيادة التلوث و تدهور البيئة، وإلقاء الضوء على أهم معايير مجالس الأبنية الخضراء للتجمعات المستدامة على المستوى العالمي، بالاضافة الى عرض بعض الدراسات العملية التي تناولت بالقياس الحقلي والمحاكاة الرقمية تأثير بعض عناصر العمران المؤثرة في خفض حرارة العمران، ويخلص البحث الى استنتاج بعض أسس التصميم العمراني للتجمعات المستدامة والمؤثرة في خفض حرارة العمران ومن ثم خفض الجزيرة الحرارية.

الكلمات المفتاحية

التغير المناخي، الجزيرة الحرارية، البصمة الكربونية، الأبنية الخضراء، التجمعات المستدامة، الاقتصاد الاخضر.

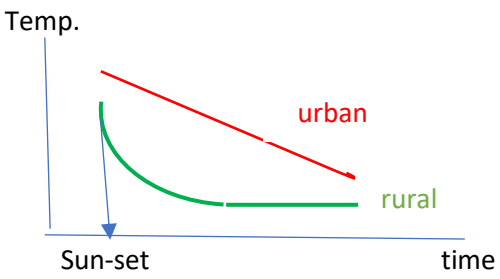
المقدمة

لقد نتجت التغيرات المناخية بكوكب الأرض بسبب زيادة انبعاثات غازات الدفيئة وأهمها غاز ثاني اكسيد الكربون عن القدر المتواجد به في الغلاف الجوي لكوكب الارض، وذلك نتيجة لكثافة النشاط البشري الملوث وملوثات عمليات الصناعة والانبعاثات الملوثة للحركة الآلية للمركبات وللطائرات والانبعاثات الضارة لمواد الإنشاء والإنهاء وغيرها، مع قلة الزراعة والمسطحات الخضراء خاصة بالمدن الصناعية والحضرية، والذي أدى الى زيادة الجزر الحرارية القابعة فوق مراكز تلك المدن كثيفة التلوث، وقد نتج عن ذلك تغير للمناخ المحلي وارتفاع درجة حرارة الهواء واليابس الملامس له والاسطح العمرانية وقصور البخر العمراني وتفكك التربة وزيادة العواصف الترابية وحرائق الغابات، والتصحر وفقد الارض الزراعية وانتشار الامراض، وما تبع ذلك من امتداد لظاهرة الدفيئة على مستوى كوكب الارض وبداية ذوبان الجليد القطبي وارتفاع منسوب

البحار والمحيطات وزيادة الاعاصير وانهمار المطروالسيول والفيضانات المدمرة، واختفاء بعض الجزر وتآكل الدلتاوات وبعض السواحل، وقد زاد ارتفاع الحرارة الكونية عن معدلاتها نتيجة التغير المناخي بمقدار 1.4-5.8 ºم [1]، وصرحت المنظمة العالمية للأرصاد في نشرتها السنوية لغازات الاحتباس الحراري، إن الظروف المناخية ساعدت في رفع مستويات ثاني أكسيد الكربون لتفوق متوسط نسبته خلال السنوات العشرة الأخيرة، حيث تجاوز مستويات ثاني أكسيد الكربون حد 400 جزء في المليون، وبحسب الإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، بلغت نسبة الغاز 280 جزيئا في المليون قبل عام 1800. وشهد العالم بين عامي 1990 و2015 زيادة بنسبة 37 في المئة في التأثير الحراري أو الإشعاعي، وقد عقدت الأمم المتحدة مؤتمر كيوتو عام 1997 والذي نتج عنه بروتوكول تعهدت بموجبه الدول الحد من انبعاثاتها للغازات السامة المسببة لارتفاع حرارة الأرض، وتوالت المؤتمرات التي تتناول مشاكل التغير المناخي والتعهدات والتشريعات البيئية، وآخرها اتفاقية باريس بديسمبر 2015 التي تلزم الدول الصناعية والمسؤلة عن زيادة نسب التلوث بخفض الانبعاثات الملوثة، والعمل على خفض درجة الحرارة درجتين عن معدل الزيادة المتوقع بحلول 2100 للحفاظ على معدل زيادة الحرارة الكونية درجتين عن معدلها قبل الثورة الصناعية [2]، وقد بلغ ضحايا التغيرات المناخية طبقا لإحصاء الأمم المتحدة 12.6 مليون حالة وفاة، بخلاف المشردين من قراهم (اللاجئون البيئيون) نتيجة الأعاصير الشديدة والفيضانات التي هدمت مساكنهم[3]. كذلك بدأ التفكير في تمويل انشاء المدن العائمة للتغلب او للتعايش مع ظاهرة السيول والفيضانات التي تتسبب في غرق السواحل وتاكلها وربما في اختفاء بعض الجزر نتيجة لارتفاع منسوب المحيط والمنتظر ان يزيد لأكثر من متر ونصف بحلول عام 2100 [4]. وتتوالى المحاولات للتوعية وادراك مشكلة التغير المناخي وسبل تخفيفه وهو ما يتناوله هذا البحث خاصة من الناحية العمرانية وعرض وتحليل مدى تأثير خصائص العمران في خفض حرارة المناخ العمراني وتقليل الاحترار الكوني والتغير المناخي والبصمة الكربونية.

1. البصمة الكربونية والجزيرة الحرارية

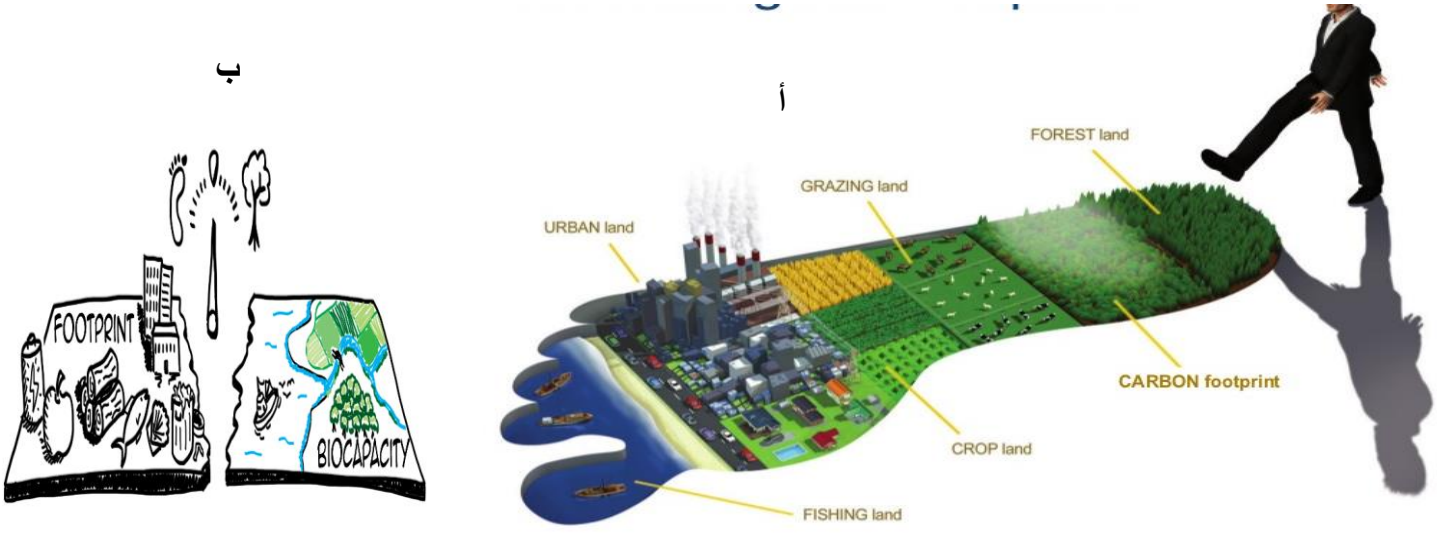
البصمة الكربونية هي عبارة عن مقدار انبعاثات ثاني اكسيد الكربون الناجم عن مؤسسة أو منتج ما في مكان ما، وقد امكن حساب مقدار البصمة الكربونية وذلك لتحديد مسببات تلك الملوثات في محاولة لايجاد حل أو تخفيف لمشاكل زيادة الكربون في الجو وارتفاع حرارة الجزيرة الحرارية بالغلاف الجوي. وتزيد درجة حرارة الجزيرة الحرارية المتواجدة اعلى المناطق الصناعية والحضرية مقارنة بالضواحي المحيطة، حيث تبث الحرارة الزائدة من الاسفلت والكتل العمرانية المعرضة والمختزنة للاشعاع الشمسي بالاضافة الى عوادم السيارات ومداخن المصانع، فتزيد من حرارة الهواء العمراني وتمتص بخار الماء من النباتات ومن الهواء ليلا فتزيد من الجفاف، وبسكون او ضعف حركة الهواء ليلا يصعب فقد الحرارة المختزنة بالعمران مما يزيد من حرارة الجزيرة الحرارية بتلك المدن (شكل1) [5].



شكل 1 الجزيرة الحرارية واختلاف معدل التبريد فيما بين الريف والحضر [5]

في قياس لدرجة حرارة الجزيرة الحرارية خلال شهور الصيف نهارا بالقاهرة مقارنة بالضواحي المحيطة لها من المدن الجديدة (تجمعات القاهرة الجديدة، 6 اكتوبر، 10رمضان، الشروق، بدر،)، وذلك بواسطة صور وخرائط الاقمار الصناعية الخاصة بتصوير حرارة الارض والاسطح العمرانية ـ الاشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الاسطح والعمران لتلك المدن، كانت حرارة جزيرة المدن الجديدة المحيطة بالقاهرة أقل ليلا- سهولة فقد الحرارة لحركة الهواء وقارية الصحراء ، بينما بالنهار تزيد حرارة الجزيرة الحرارية بالمدن الجديدة بدرجتين عن حرارة الجزيرة الحرارية فوق القاهرة [6] . ويفسر ذلك بان المسطحات الزراعية المحيطة بالقاهرة من جهتي الشمال والجنوب لها تأثير في خفض حرارة الهواء شمالي التوجيه بالنهار، والمخترق الى المدينة المتضامة النسيج العمراني والمظلل لسطح الارض، بينما بالمدن الجديدة تحيطها الاراضي الصحراوية العاكسة لحرارة الاشعاع الساقط عليها، حيث لم يزرع الحزام الاخضر فيما حولها حتى الان، بالاضافة الى تأثير مسطحات الاسفلت والنسيج العمراني المتباعد والفراغات التي تتعدى المساحة المبنية، والمختزنة لطاقة الاشعاع الشمسي المكثف مما يزيد من حرارة الهواء العمراني خلالها وارتفاع حرارة الاسطح العمرانية ومن ثم زيادة الجزيرة الحرارية من فوق المدن الجديدة بالنهار.

كذلك تعد عمليات استخراج الطاقة والمواد وتصنيعها والمخلفات الحضرية وانبعاثاتها وحرقها من مسببات زيادة الملوثات وغازات الدفيئة ومن ثم ارتفاع حرارة الجزيرة الحرارية، وتعرف تلك العملية ببصمة القدم الكربونية والتي هي ضمن مكونات البصمة البيئية لدولة أو لمؤسسة ما (شكل 2 أ). والبصمة البيئية هي مقياس لتأثير الانسان على النظام البيئي، واستهلاكه للموارد الطبيعية لكل عام، ومساحة الارض والبحر والموارد المائية الى تعداد السكان لهذه المنطقة من الارض، بالاضافة الي مساحة البرية والسعة الحيوية اللازمة لهضم مخلفات البشر (شكل2 ب)، ويتم قياس البصمة البيئة في هكتار عالمي بوحدة قياس (غاا- GHA) وفقا للتقديرات، والنظام البيئي لكوكب الأرض يمكن أن يحافظ على استخدام نحو GHA 1.9 للشخص الواحد وتتجدد موارد الارض دون خلل في توازن ذلك النظام الطبيعي[7]، وتتعدى بصمة بعض الدول عن غيرها طبقا لما تغله ارض تلك الدوله من موارد ومياة ونظم استهلاك قاطنيها بالإضافة لمخرجاتهم ونظم التعامل مع النفايات وانبعاثات غازات الدفيئة. ولهذا تواجدت مؤسسات رسمية وأهلية تدعو الى العمران المستدام والاقل تأثير سلبي على البيئة من خلال نظم عمرانية ومعيشية وسلوكية متوافقة وصديقة للبيئة.



شكل 2 أ- بصمة القدم البيئية وبصمة القدم الكربونية ب- قياس بصمة القدم – الموارد والمخلفات، والبرية للتخلص من المخلفات

بينما تشغل المدن مساحة 2% من سطح الارض الا انها تستهلك 75% من الموارد والمصادر، وبالتالي تزيد ملوثاتها وبصمتها البيئية [8]، وقد بدأ التحرك من المدن المكتظة والملوثة الى السكن بالتجمعات المغلقة أو ذات الاسوار التي تتحقق بها متطلبات السكن الهادئ والامن والبيئة النظيفة والتشجير ، وذلك في ستينات وسبعينيات القرن الماضي لتجمعات من المنازل الخاصة منفصلة او متصلة تتجمع حول مساحة مشتركة مزروعة للترفيه (cohousing)، ولكن ليس بها تدرج لمستويات السكن والسكان- وهو عامل ممكن ان يسبب ضعف في بناء النسيج المجتمعي [9]، ومنذ ان أقرت أجندة القرن 21 كخطة عمل عالمية لتحقيق التنمية المستدامة في نواحي عدة بيئية واجتماعية واقتصادية، والتي تم اعتمادها من قبل المجتمع الدولي بمؤتمر الأمم المتحدة لقمة الارض بريوديجانيرو عام 1992، ومن ضمن توصيات الاجندة الحفاظ على المجتمعات السكانية النائية والاصلية بالمكان، وذلك لما تمثله من نماذج عمرانية متوافقة مع البيئة المحلية، وصون وادارة الموارد من أجل التنمية [10]، وقد تحدد برنامج الامم المتحدة للتجمعات البيئية المستدامة في عدة مبادئ تتلخص في المحاور البيئية الثلاثة التالية:

- الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية والتنوع الطبيعي وتقليل التغير المناخي وما يتطلب من تقليل التلوث وتنمية الاراضي الزراعية والمعرضة للتلوث (Brownfield, Gray field and Greenfield)، والتوافق المناخي، والتشكيل العمراني المستدام ومجاورة مستدامة قابلة للمشي مع خلط استخدام الارض بالمركز، ومباني خضراء ونقل اخضر وطاقة متجددة، ونظم بيئية ومجتمعات مستدامة.

- العدالة الاجتماعية وكفاءة الحياة، وعلاقات اجتماعية ومشاركة عامة وشفافية وسيادة القانون.

- الاقتصاد والاستثمارالاخضر وهو التوازن بين تحقيق رفاة الإنسان والعدل الاجتماعي على أساس التنمية المستدامة وتنمية الاقتصاد البيئي المحلي [11]، وتخضير الصناعة، والعلامات البيئية (ecolabel)، وانتاج غذاء محلي، وإدارة وترشيد وتدوير الموارد والمخلفات.

وقد تلى ذلك ظهور اتجاهات عالمية تهتم بتحقيق معايير الاستدامة وخفض البصمة البيئية وانبعاثات غازات الدفيئة، تمثلت في مؤسسات وبرامج كبرنامج الامم المتحدة للبيئة المستدامة واللجنة الدولية لتنمية البيئة (برندتلاند-WCED)، وكمجالس الابنية الخضراء بالعديد من الدول والتي تهدف الى تشجيع متخذي القرار على تطبيق معايير التصميم البيئي وترشيد الطاقة (LEED) سواء على مستوى المبنى او على مستوى التجمعات السكنية، وقد تم تطبيق تلك المعايير في تجمعات القري والمدن البيئية ومنتجعات الإيكولودج، وفيما يلي عرض لمبادئ الإستدامة ومعايير التصميم البيئي في كل منها:

2 . 1. القرى البيئية (ecovillage)

هي المجتمعات المحلية محدودة الحجم التى تهدف الى تقليل التأثير السلبي على البيئة الطبيعية مع تعظيم العلاقات المجتمعية والانسانيات، وانتاج الغذاء المحلي العضوي، مع احياء الحوكمة و المشاركة العامة (المشاركة في اتخاذ القرارات) والحياة المستدامة. ويمكن تصنيف القرى البيئية الى ثلاثة انواع وهي القرى التقليدية الريفية المنتجة والمحاطة بالنطاق الزراعي ، والقري الحضرية أو الوسطية وتتواجد فيما بين الريف والمدن . وتعتبر نماذج التجمعات النائية والصحراوية بمصر هي قرى نموذجية لتحقيق مبادئ القرى البيئية، كذلك تعتبر المستوطنات الصهيونية بفلسطين المحتلة نموذج للقرى البيئية والاعتماد على النفس والبناء الاقتصادي للمجتمعات ولتحقيق العدالة والرعاية والقيم الاجتماعية والثقافية والدينية [12]، ويمكن القول بانها مزيج بين النظام الاقتصادي الاشتراكي والنظام الصهيوني السياسي لتوطين اليهود من عرقيات مختلفة بتجمعات سكنية للانتاج والزراعة وايجاد نشىء يعتنقون الفكر الصهيوني الاستعماري لتكوين دولة اليهود من النيل الى الفرات. وقد ظهرت بالغرب مجتمعات القرى البيئية لمجموعات من القاطنين الهاربين من ضجيج وتلوث المدن الحضرية ليعيشوا قريبا من الحياة الريفية ولكن بنظام اكثر تحضرا في المعيشة والانتاج وبدون نطاق زراعي

منتج الا من حقول لانتاج غذاء حيوي خاص بقاطني تلك التجمعات، لهذا اطلق البعض على هذا النمط من القرى بالمدن الوسطية التي تجمع مابين النظام الريفي والحضري في المعيشة والانتاج [13].

2. 2 المدن البيئية (eco-city)

وهي التجمعات السكانية عالية الكثافة والمتوافقة مع البيئة المحلية، وهدفها تقليل انبعاثات الكربون وانتاج طاقة متجددة وتقليل البصمة البيئية والقضاء على الفقروتحسين الصحة. من مبادئ تلك المدن تنمية البيئة الطبيعية الحيوية (biophysical) والبيئة الاجتماعية الحيوية للمكان (biosocial)، والتنمية المتزنة والتنوع وانتاج الغذاء واستخدام الموارد والمواد المحلية ودعم الاقتصاد الاخضر. وهي تجمعات متضامة تتخللها مسارات للمشاة وشبكة تنقلات متدرجة ومواصلات عامة، يتحقق بها ترشيد الطاقة والصحة والأمن للقاطنين، والمشاركة المجتمعية، والعدالة الاجتماعية للدخل، وتنوع الثقافة المحلية [14] [15].

2. 3. القرى والمدن الذكية - الرقمية (smart city)

وتعتمد على انتاج الطاقة المتجددة لتشغيل المدينة من خلال شبكات ذكية وتوريد او بيع الفائض من الطاقة الى محطات الكهرباء، وتحقق للانسان مزاولة عمله الكترونيا وعن بعد في مكان يتوافر فيه كفاءة الحياة والرضا النفسي والمتعة واستمرار عمله من خلال شبكات الواي فاي الالكترونية [16]، وتحوي البيوت الذكية التي تعتمد على الاضاءة الطبيعية وانتاج الطاقة، وكذلك نظم التدوير واعادة استخدام المواد والمياة، ومواصلات عامة تعمل بالكهرباء ومحطات شحن وخلايا شمسية، ويمكن ان تسمى مدن منعدمة الانبعاثات تزدوج فيها الادارة البيئية والالكترونية [17]، ويلزم لها تقييم الاثر البيئي لتأثير الاشعة الكهرومغناطيسية على البيئة المحيطة.

2. 4. المنتجعات الايكولوجية

وهي تصنيف لنوع الإقامة السياحية المصممة ليكون لها أقل تأثير ممكن على البيئة الطبيعية التي تقع فيها، وقد اصيحت اتجاه لتشجيع المواقع السياحية الطبيعية بالمكان والتي تساهم في انتعاش الاقتصاد المحلي [18]، وقد حصلت قرية الجونة السياحية السكنية بساحل البحر الاحمر على جائزة برنامج الامم المتحدة لتنمية البيئة للمدن الخضراء العالمية (green globe city) عام 2014، وكذلك حصلت قرية تازيري السياحية بواحة سيوة على جائزة الامم المتحدة للمدن الخضراء المستدامة بمؤتمر المنتدى العالمي للمستوطنات البشرية - هبيتات 3 - عام 2016، والتي تهدف الى زيادة الوعي بأفضل الممارسات في التنمية المجتمعية المستدامة من خلال تعزيز المنافسة العالمية، ودمج النشاط الاستثماري مع الحركة الثقافية والبيئية.

2. 5. التجمعات المستدامة في معايير مجالس الابنية الخضراء

تعددت معايير التقييم للتجمعات البشرية المستدامة، وقد اصدرت بعض المجالس المتخصصة في تقييم المباني الخضراء المرشدة للطاقة معايير تقييم خاصة بتنمية المجاورة، وتعتبر تلك المعايير أداة حوار تساعد متخذي القرار في قياس الاستدامة المحتملة الشاملة لمقترح المخطط الرئيسي للتجمعات البشرية خلال مرحلة التخطيط، ويمكن تلخيصها بالجدول (1) مع ذكر تفاصيل بنود معاييرتنمية المجاورة للمجلس الامريكي للابنية الخضراء باعتبارها اكثر تفصيلا وسهل الحصول عليها من خلال موقعهم الالكتروني. وقد اصدر المجلس الامريكي للمباني الخضراء خلال العامين الماضيين 16-2015 شهادة لتقييم المدن والتجمعات المستدامة لها نفس الاهداف السابق ذكرها تم تلخيصها في هدفين، الهدف الاول تحسين نوعية الحياة من حيث صحة الانسان واستدامة المدينة والازدهار الاقتصادي وتثقيف السكان والزوار، والهدف الثاني اداء الاستدامة وتحسين جودة الهواء والمياة والذي يشمل ترشيد الطاقة والمياة وتقليل المخلفات والتلوث وثاني اكسيد الكربون، وتتحدد فئات

معايير تلك الشهادة في الطاقة و المياة والمخلفات ووسائل النقل والخبرة البشرية والتعليم والازدهار والتكافل والصحة والسلام. [19].

جدول .1 معايير تقييم الاستدامة للتجمعات البشرية - المجاورة - ببعض النظم العالمية المختلفة

معايير تنمية المجاورة	المجلس الامريكي للابنية الخضراء- تنمية المجاورة (leed ND) [19]	النظام البريطاني Breeam) [20] (Communities	النظام الياباني Casbee-) [21] (ud	استدامة(Pear Community) [22] الامارات
الموقع وخفض التغير المناخي والحفاظ على البيئة	موقع ذكي، تطوير الأراضي الملوثة والسبخات، حركة الية محدودة وشبكة للدراجات، ترميم المساكن وتنظيم التعامل مع المسطحات المائية	التنوع الحيوي، طاقة مستدامة، كفاية الماء والغذاء	التأثير البيئي على المناخ ،الواجهات وتنسيق المواقع	النظم الطبيعية
نمط تصميم المجاورة	شوارع مشاة مظللة، تطوير مدمج، مراكز متعددة الاستعمالات والانشطة،شبكة طرق وسيولة الحركة، تصميم مرن، مجتمع مندمج، انتاج محلي للطعام، مدارس للمجاورة	تشكيل المكان واستعمالات الارض وتصميم الفراغات المفتوحة حركة المشاة، نقل عام، دراجات	-	مجتمعات قابلة للاعاشة
مباني وبنية تحتية خضراء	مباني معتمدة، كفاءة استهلاك الطاقة والمياة، تنسيق الموقع ونظم ري مرشدة، اعادة استخدام المباني القائمة، حفظ المناطق التاريخية، تقليل اضطرابات مواقع التشييد، ادارة مياة الصرف والسيول، تقليل الجزيرة الحرارية، طاقة متجددة بالموقع، ادارة النفايات الصلبة، تقليل التلوث الضوئي	المبنى البيئي، كود المبنى المستدام ترشيد الملوثات والمخلفات	√	حفظ المياة النادرة، ومصادر للطاقة متجددة، ادارة الموارد والمواد
الابتكار والعملية التصميمية	أداء مثالي، ومحترفي تصميم بيئي وترشيد طاقة	-	-	تجارب مبدعة
الأولوية الاقليمية	الهوية والانتماء، الاهتمام بالبيئة الجغرافية للاقليم	-	ادارة البيئة المحلية	-
		المجتمع والبيئة الاجتصادية	تاريخ وثقافة المجتمع	تنمية متكاملة
		الموارد وترشيد المخلفات	-	
	-	الأعمال وتنشيط الاقتصاد	-	

وقد تضمنت معايير المجلس الامريكي للأبنية الخضراء فيما يخص نمط تصميم المجاورة، على الإستخدام الفعال للأرض والتضام وخلط الاستخدام لمركز التجمع، والتنوع الاجتماعي، وتوفير المساحات المفتوحة

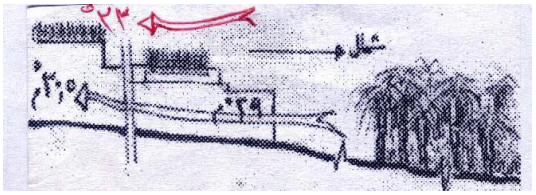
لتحسين العلاقات المجتمعية، وتقليل الرحلات واماكن الركن واستخدام المواصلات العامة والدراجات والتشجيع على المشي، والقرب من المرافق المحلية. وفيما يلي توضيح وتحليل لبعض العناصر العمرانية المؤثرة في نمط تصميم المجاورة، والتي تساهم في الاستخدام الفعال للارض وتحقيق التضام ومن ثم الحماية من حرارة الاشعاع الشمسي وتقليل الجزيرة الحرارية.

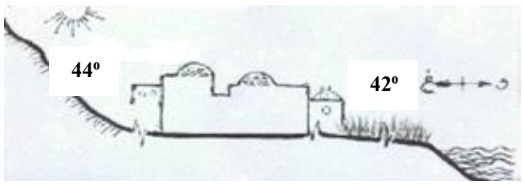
3 . العناصر العمرانية المؤثرة في خفض حرارة الهواء العمراني والجزيرة الحرارية

تعد المباني الحالية ونمط تخطيط العمران المتسع والممتد وما يلزمه من سبل اتصال الية ملوثة، هي المسؤلة عن اكثر من ثلث انبعاثات غازات الدفيئة على مستوى العالم [23]، و تفوق طاقة تشغيل المبانى الطاقة المستخدمة في تصنيعها [24]، فتزيد انبعاثات طاقة تصنيع مواد البناء ونقلها وتركيبها وصيانتها من حرارة الهواء والجزيرة الحرارية، بخلاف الانبعاثات السامة لمواد الانهاء المستخدمة في العمران كالأحجار النارية، كذلك الشوارع الأسفلتية التي تمتص طاقة الاشعاع الشمسي المكثف وبخار المياة بالمنطقة فتزيد من حرارة وجفاف العمران. ويمكن التحكم في خفض حرارة الهواء العمراني والاسطح بالتجمات العمرانية ومن ثم خفض الجزيرة الحرارية من خلال عدة عناصر عمرانية منها التظليل وترتيب المباني بالموقع العام، ومواد البناء والانهاء باردة الاسطح فاتحة اللون، واستخدام تقنيات المياة وزراعة الاشجار المحيطة بالمباني [25]. وهناك العديد من الدراسات الحقلية والمعملية التي تثبت تأثير العناصر العمرانية في خفض حرارة الهواء العمراني وكذلك خفض استهلاك طاقة تكييف الهواء الملوثة، ومن تلك الدراسات ما يلي :

3 .1 تضاريس سطح الارض

اختيار موقع التجمعات العمرانية الصحراوية بالمرتفعات يؤثر في خفض حرارة الهواء المتخلل الى العمران نتيجة انخفاض حرارة الهواء درجتين لكل 100 متر ارتفاع، وفي قياس حقلي لتأثير محددات الموقع على المناخ العمراني بمدينة الباويطي بالواحة البحرية، فقد انخفضت حرارة الهواء بالمسارات المنحدرة باتجاه الشمال3.5-4 °م عن حرارة الهواء بالمنطقة المركزية للمدينة خلال فترة الذروة الحرارية (شكل 3أ)[26]، كذلك ارتفعت حرارة هواء المسار السكنى بتجمع غرب اسوان على مسافة 300 متر من الجبل الصخري بنهاية المسار لتكون اعلى درجتين من حرارة الهواء ببداية المسار الممتد لمسافة مماثلة (شكل 3ب)[27]. كذلك تنخفض حرارة الأحيزة المعيشية تحت منسوب سطح الارض بسوق قرية باريز بالواحة الخارجة بمقدار 12 °م عن الهواء الخارجي المحيط بمبنى السوق، بسبب حماية أسطح المباني من التعرض للاشعاع الشمسي، ويحدث ثبات حراري للمتوسط السنوي لدرجات الحرارة على عمق حوالي 6 متر تحت سطح الارض.





شكل 3 أ . تأثير البساتين المحيطة بالتجمع في خفض حرارة الهواء الصاعد ب .تأثير الجبال القريبة للعمران في رفع حرارة الهواء العمراني [27]

3 . 2 كثافة العمران

اثبتت دراسة لقياس درجة حرارة الجزيرة الحرارية خلال الأنماط العمرانية باقليم اطلنطا بولاية جورجيا الامريكية، ان الانماط العمرانية منخفضة الكثافة والمعرضة للاشعاع الشمسي تساهم في زيادة انعكاس اشعاع الطاقة الحرارية الى السماء، ومن ثم تكوين الجزيرة الحرارية فوق العمران بكثافة أعلى من الانماط عالية الكثافة والتي تساهم في تظليل سطح الارض المستقبل لاعلى اشعاع شمسي، و ينصح بانماط عمرانية متضامة متوسطة الكثافة للتخفيف من اثار التنمية الحضرية في التغيرات المناخية الاقليمية [28].

في دراسة باستخدام برنامج الحاسب الالي Flovent [29] لحساب سرعة ودرجة حرارة الهواء العمراني بفترة الذروة الحرارية خلال كثافات عمرانية مختلفة تعادل 45% و 76% و 85%، حيث تزيد درجة حرارة الهواء بين كتل المباني بمتوسط درجة حرارة 43.1 ºم، و 43.9 ºم، و 45.3 ºم تبعا لزيادة الكثافة، وذلك عند حرارة قصوى 44 ºم وسرعة هواء 0.7 – 1 م/ ث.

3. 3 النسيج العمراني

اثبتت محاكاة برنامج الحاسب MV-met) ان نظام ترتيب بلوكات المباني النقطي المتضام – نسبة قطاع الشارع 3.7 لكتلة بارتفاع 90 متر– هو الاقل تأثير في رفع حرارة الجزيرة الحرارية من النسيج الشريطي بنفس نسبة قطاع الشارع بقطعة ارض بمساحة 60 فدان، وذلك خلال شهر يوليو بالضاحية التجارية بالصين حيث المناخ الاستوائي الحار الرطب، وان زيادة كثافة ارتفاعات المباني بقلب التجمع افضل من كثافة الارتفاعات باطراف التجمع، وتقل حرارة الهواء بالشارع من 2 الى 6 درجات خلال اليوم حيث يزيد الفارق في الحرارة بعد الظهيرة لحرارة قصوى 32 ºم ولمتوسط سرعة هواء 2.6 م/ث عند ارتفاع 2 متر، ومعامل رؤية السماء 0.25 ، والانتقال الحراري للحوائط 0.7 وات/م2 كلفن والسقف 1.7 ، وانعكاس السقف للاشعاع 0,35 ، وتتقارب نتائج درجات الحرارة للنمط النقطي المتضام مع نمط ترتيب المباني الشريطي ولكن الاخيرة أقل في ترشيد الطاقة، والمسارات المحتواه والموازية لاتجاه الرياح تمثل نفق لتسريع حركة الرياح، وكلما زاد تضام كتل المباني كلما ساهم في خفض متطلبات الطاقة على مستوى الموقع العمراني [30]. وتؤكد تلك النتائج توافق النسيج التراثي المنفصل المتضام بالمدن الساحلية بالمنطقة العربية.

واثبتت دراسة باستخدام برنامج الحاسب الالي Solar C ان اقل تعرض صيفى وأقصى تعرض شتوي بخط عرض 30 درجة شمال - القاهرة، للنسيج الشريطي ذو محور طولي شرق غرب، ثم المنفصل ثم النسيج ذو محور طولي باتجاه الشمال جنوب، ثم المتضام حيث يزيد مسطح السقف الافقي المعرض للاشعاع الشمسي والمستقبل لاعلى طاقة اشعاع 700 وات ساعة يوميا [31]، وذلك لان البرنامج المستخدم لا يأخذ في الاعتبار مقدار تصريف الاحمال الحرارية من خلال حركة الهواء أعلى السقف، ولا تأثير التبريد الليلي للاشعاع البارد المتجمع في الافنية والمسارات الضيقة للنسيج المتضام.

اثبت القياس الحقلي ان النسيج المتضام المتراكب بالتجمعات التلقائية بجزيرة اسوان تنخفض حرارة الهواء بمساراته شبه المسقوفة بالقبوات ذات المضاوي 6 ºم لحرارة قصوى 42 ºم، وتتضاعف الرطوبة رغم ضعف حركة الهواء 0.2 م/ث -عرض المسار 2م بنسبة قطاع 4، ويقل مقدار خفض الحرارة بالنسيج الشريطي والمنفصل مع زيادة حركة الهواء، ولا يوجد علاقة بين تسريع الهواء وزيادة عرض المسار المتعامد على حركة الهواء، وتنخفض حرارة المسار كلما زاد احتواءه، ويؤثر احتواء الفراغات الخارجية على درجة الحرارة الداخلية حيث يقل التدفق الحراري بالحماية من الاشعاع المباشر والمنعكس، فتقل حرارة فراغ من الطوب النيىء سمك 50سم وضمن نسيج متضام بمقدار 8 ºم عند حرارة خارجية قصوى 42 ºم، بينما بالنسيج الشريطي

والمنفصل تقل حرارة الفراغ الداخلي من انشاء هيكلي وحوائط طوب سمك 20سم بمقدار 2 ºم لنفس درجة الحرارة الخارجية، بل ويزيد 2 ºم بالاتجاه الغربي التوجيه [32].

3. 4 المنظومة الفراغية ـ الفناء المركزي والساحات المحتواة

تقل درجة حرارة الفناء المركزي المتصل بالسماء من 2 ºم الى 12 ºم تبعا لنسب تظليل اسطحه ومعالجته بالاشجار والتبريد النبخيري [33]، ويؤثر توجيه الفناء في درجة حرارة الهواء خلاله حيث تزيد حرارة الفناء الركني ذو توجيه جنوب غرب ببيت الكريتلية بالقاهرة التاريخية درجتين عن الهواء الخراجي بفترة الذروة الحرارية لحرارة خارجية قصوى 32 ºم بينما انخفضت حرارة الفناء المركزي ببيوت السحيمي والدهبي 2 ºم بنفس الفترة ونفس الظروف الحرارية [34]، وتقل طاقة الاشعاع الساقطة على اسطح الفناء المركزي بالفترة الحارة بخط عرض 24 شمال (أسوان) للفناء ينسبة ارتفاع الى عرض2: 1 وكفاءة تظليل 76% بمقدار 40 % عن الفناء بنسبة 1: 1 وكفاءة تظليل 55 %، وبمقدار 62 % عن الفناء بنسبة 1: 2 وكفاءة تظليل 37 % [35]. وفي دراسة لحساب أقل تعرض صيفي وأقصى تعرض شتوي للاشعاع الشمسي عند خط عرض 30 º (القاهرة) للفناء بنسبة عمق الى عرض الى ارتفاع تعادل 1:3 : 1.3 وذو محور طولي شرق غرب [36]. بينما لخط عرض 24°(اسوان وتوشكى) تعادل نسبة الفناء المستقبل لأقل تعرض صيفي وأقصي تعرض شتوي للإشعاع الشمسي هي 1 :2 : 1.4 تصل الى 1: 2.5: 1.58 أو 1:3: 1.73 لنفس توجيه المحور شرق غرب، وممكن ان يميل المحور على الشمال بزاوية حتى 15°، وبزيادة الزاوية تقل كفاءته الحرارية لزيادة التعرض للإشعاع [37].

3.5 نسبة قطاع الشارع

في قياس حقلي لدرجة حرارة الهواء بشوارع اشبيليه خلال الفترة الحارة لشارع عريض ذو اشجار واخر ضيق والثالث حارة ضيقة بنسبة قطاع 10(الارتفاع/العرض)، تنخفض درجة حرارة الهواء بالصباح الباكر بالشارع العريض بينما تكون أعلى درجة حرارة خلاله لباقى اليوم بالظهيرة وبعدها (36 ºم)، وتكون اقل درجة حرارة بفترة الذروة الحرارية (الساعة 16) بالحارة الضيقة بنسبة قطاع 10(31 ºم)، وبالشارع الضيق 33 ºم [38].

باستخدام نموذج رياضى لحساب تبادل الطاقة بين المشاة وبين الشارع (الإشعاع والحمل) – مقارنة باتزان طاقة الجسم فى الهواء الطلق فوق سطح مبنى بصحراء النقب بفلسطين المحتلة، يمتص المشاة بالشارع الضيق طاقة حرارية اقل من البيئة المحيطه عن الشارع العريض صيفا، وفى الشتاء يكون الخفض النسبى فى فقد الطاقة من الجسم إلى الشارع الضيق نتيجة الحماية من الرياح [39]، وتقل درجة حررة الهواء المتخلل الفراغات كلما زادت نسبة احتواء الفراغ مع نشاط حركة الهواء وزيادة الرطوبة.

3. 6 توجيه الفراغات والكتل

أقصى تعرض شمسى صيفى لواجهات الكتل المنفصلة هى الواجهة الغربية والشرقية، واقل تعرض للواجهة الشمالية، وأقصى تعرض شتوى للواجهة الجنوبية بسبب انخفاض زاوية الشمس، وتوفر المبانى المتلاصقة بجهتى الشرق والغرب أكثر من 40 ٪ من طاقة التبريد المستهلكة بالمبانى المنفصلة [40].

في دراسة لحساب مقدار طاقة الاشعاع الساقطة على الكتل والفراغ بخط عرض 28 º شمالا- المنيا، لتحديد أفضلية توجيه الكتله والفراغ المستقبل لأقل اشعاع صيفى واكثر اشعاع شتوى، كانت الأفضلية للكتل المستطيلة ذات محور شرق غرب يليها الكتلة ذات محور مائل بزاوية 15 º شمال او جنوب الشرق، وبزيادة الزاوية تزيد مقدار الطاقة على الكتلة، وبالنسبة للفراغ العمرانى كان التوجيه الأمثل للفراغ ذو محور طولى شمال جنوب،

والمائل بزاوية 15- 25 درجة شرق او غرب الشمال[41] . وتزيد طاقة الإشعاع بأسطح الشارع ذو محور ش ق / ج غ عند نفس خط العرض بنسبة حوالي 33 ٪ عن الشارع بالاتجاه المعاكس ش غ / ج ق والذي تنشط فيه حركة الرياح [42]. وانكسار محور الشارع العمودى على اتجاه الرياح يزيد انتشار الهواء بالفراغ، وتنخفض درجة حرارة الهواء، لهذا كانت الشوارع المتعرجة المتفرعة من الشوارع العريضة الموازية لاتجاه الرياح السائدة بالتجمعات التلقائية الصحراوية.

3. 7 تظليل الفراغات والشوارع

تظليل أسطح الشوارع وتقليل المسافات بين المبانى يخفض الإشعاع المنعكس على المبانى بمقدار 300 وات/ م^2 بمنطقتنا الحارة (خط عرض 20 – 30 °شمال) [43]، وتؤثر السقائف والمظلات في تنشيط حركة الهواء المار بها، وتزيد رطوبة الهواء وتنخفض حرارته من 2 الى 3.5 ºم عند حرارة قصوى 33 ºم تبعا لتوجيه المسار واحتوائه [44]. تنخفض درجة حرارة أسطح الشوارع المسقوفة 30-40°م عن الشوارع المعرضة للإشعاع الشمسي من الساعة 9 إلى الساعة 15 بحد أقصي الساعة 12، وذلك بخط عرض 25 شمالا(صعيد مصر والواحات) وهي الفترة التي يبلغ فيها مقدار اكتساب واجهات المباني للحرارة بالإشعاع من الشوارع أقصاه [45]، والتسقيف المتبادل للشوارع اكثر كفاءة في خفض حرارة الهواء المخترق للشارع من التسقيف الكامل للمسار، ويضاعف سرعته ورطوبة الهواء [46].

اثبت القياس الحقلي ان تظليل اكتاف الشوارع بالمباني أفضل من تظليل الشجر للحس الحراري للمترجلين [47] ، وتساهم البواكي المظللة لاكتاف المسار ولواجهة المبنى في خفض حرارة الهواء اسفلها، وباضافة الشجر العريض والشجيرات يصل مقدار الخفض 3.5 ºم عن حرارة الهواء المحيط (شكل) [48]، بينما تعيق الاشجار عريضة التاج تدفق الهواء خلالها بالشوارع الضيقة [49]، وهو ما يفسر عدم وجود تشجير بشوارع المشاة الضيقة بالنسيج التراثي المتضام بالقاهرة التاريخية و بالتجمعات الصحراوية بالواحات الغربية وبالنوبة بجنوب مصر، وكان الاكتفاء بالانتفاع المباشر بالأخضر في زراعة الفناء المركزي الخاص بكل منزل وبالبساتين الخاصة المحيطة بالعمران.

3. 8 شكل ونسب الكتل العمرانية المنفصلة

- المبنى المكعب أقل عرضة للاشعاع الشمسي يليه المبنى الممتد افقيا ثم الممتد رأسيا وهو الأكثر تعرضا للاشعاع، حيث تزيد نسبة المسطحات المعرضة الى حجم المبنى [50]، كذلك المبنى المكعب هو اقل تعرض صيفى للاشعاع بالمناطق الحارة واقصي تعرض شتوي بالمناطق الباردة، يليه المبنى المستطيل ذومحور شرق غرب بنسبة 1.3 :1 حتى 1:1.6 ، والاكثر تعرض صيفي وأقل تعرض شتوي هو المبنى ذو محور طولي ممتد باتجاه الشمال جنوب في كل من المناطق الحارة والباردة [51].
-الكتلة ذات الفناء المركزى السماوى تسمح بتخزين طاقة التبريد الطبيعى للإشعاع الليلى بالمناطق القارية، وتزيد من مسطح الأسطح المعرضة للخارج مما يسهل تخلص الكتلة من الطاقة المكتسبة نهارا، وبتغطية الفناء بغطاء شفاف يخفض من طاقة التدفئة المطلوبة للمناطق الباردة بنسبة تصل لاكثر من 40 %.

3 . 9 ارتفاع كتلة المبنى

فى حساب لمقدار طاقة الإشعاع الشمسى الساقط على وحدة المساحة للمبنى بخط عرض30 º شمالا- القاهرةً بالواجهات الشمالية والشمالية غربية والغربية لمبانى متعددة الاشكال، كان أقل مقدار طاقة إشعاع على المبنى المكعب بارتفاع أربعة ادوار (166 وات/ وحدة المساحة)، يليه المكعب بارتفاع دورين ثم المستطيل بارتفاع دور واحد، وأقصى إشعاع على المبنى المكعب بارتفاع دور واحد (330 وات/ وحدة المساحة) [52]. والمبنى

بارتفاع شجرة - 12م الى 15م اي اربعة أدوار- يسمح بوصول الرياح السطحية الى سطح الأرض والتخلص من ملوثات وحرارة العمران.

3. 10 سقف المبنى

أقصى تعرض شمسى للأسقف الأفقية والأسقف الجمالونية العالية خاصة المواجهة للشرق والغرب – رغم سهولة تهويته من خلال الفتحات السقفية أسفل الجمالون إلا انه فى البلدان الحارة ذات حرارة هواء مرتفعة يكون مصدر اكتساب حرارى عالى. وكذلك السقف المقبي ذو محور طولي باتجاه شرق غرب يكون معرض للاشعاع طوال النهار، وقد اثبتت دراسة ان تغطية الاسقف بالقباب يزيد من الاكتساب الحراري اليومي بنسبة 19% صيفا و43% شتاء عن السقف الافقي بخط عرض 30 شمال [53]، حيث تزيد مساحة السقف المعرضة للاشعاع فيزيد الطاقة المكتسبة للسقف والفراغ من أسفله، وهو ما يفسر تواجد فتحات التهوية العلوية بقباب المناطق الحارة (المضاوي) لتصريف الهواء الساخن المتجمع اسفل القبة، بينما يكون السقف المقبي ايجابي للمناطق الباردة حيث تنخفض زاوية الاشعاع وتؤثر في تسخين جدران السقف المقبي.

-السقف الأفقى المائل فى اتجاه الشمال بزاوية 30 ° يقل تأثير الإشعاع الشمسى الساقط عليه بالفترة الحارة بخط عرض 30 º شمالا عن السقف الأفقى، حيث تنفرج زاوية الإشعاع الساقط عليه بدلا من ان تكون شبه متعامدة – وتتراوح قيمه الإشعاع الساقط على حوائط المبنى 300– 500 وات/ م2 بالمنطقة الحارة الجافة، بينما قيمة طاقة الإشعاع الساقط على السقف الافقى تبلغ 1100 وات / م2 – وتزيد طاقة الاشعاع على السقف المائل جهة الجنوب [54].

3. 11 مواد البناء والانهاء ولون الغلاف

يمتص غلاف المبنى المعرض للإشعاع الشمسى طاقة الإشعاع نهاراً ويعيد بثها ليلاً فيؤثر على حرارة كل من الفراغ الداخلى والخارجى، ويؤثر سمك وكثافة ولون الغلاف في كمية الطاقة المكتسبة من الاشعاع الساقط على الغلاف، وتقل الموصلية الحرارية للغلاف من الطوب الطيني والطفلي والحجر الجيري ثم الرملي، وتزيد موصلية الطوب الاسمنتي والرملي، وتعتبر المعادن والزجاج اكثر مواد الانشاء استهلاك للطاقة سواء في عمليات التصنيع او عند تشغيل المبنى وصيانته، والغلاف من مواد طبيعية مسامية يسمح بنفاذ الاشعاعات الكونية ولا يؤثر على المجال المغناطيسي الطبيعي، والاسراف في استخدام الاحجار الرسوبية والنارية كالبازلت والجرانيت يتسبب في تفكك العناصر المشعة المختزنة في تلك المواد وانبعاث غاز الرادون، وزيادة نسبها بالجو يزيد من تعرض الانسان الى مخاطر صحية [55]. ويؤثر لون مواد الانهاء بالغلاف الخارجي للمبنى في كمية الاشعاع المباشر والمنعكس الواصل الى الفراغ الداخلي عبر الفتحات، فتقل درجة حرارة الأسطح البيضاء اللون 2 º م عن حرارة الهواء المحيط [56] كذلك يقلل اللون الأبيض من درجة الحرارة الداخلية اثناء النهار حيث اكبر تركيز حرارى فى الإشعاع المباشر والمنعكس، وتقليل ذلك الإشعاع أهم من زيادة المقاومة أو السعة الحرارية لغلاف الكتلة في بعض المناطق المناخية ذات التدفق الحراري الثابت (الاستوائية) مما يوفر الراحة الحرارية اثناء الليل، وتزيد الحرارة الداخلية لفراغ ذات غلاف خرساني سمك 10سم ومواد نهو داكنة 7º م بفترة الذروة الحرارية بينما تعادل درجة الحرارة الخارجية إذا كان اللون ابيض، وبزيادة سمك الحائط 20 سم تزيد الحرارة 4.5 ºم باستعمال اللون الداكن ويقل التباين الحرارى, بينما تقل درجة الحرارة 4 ºم باستعمال اللون الأبيض الغير لامع [57]، وقد قدرت أكاديمية العلوم القومية بالولايات المتحدة الامريكية (NASA) أن تعميم استخدام الأسطح البيضاء والتشجير يمكن أن يساعد فى توفير 2.6 مليون دولار سنويا من تكاليف الطاقة بالولايات المتحدة [58]. وتستخدم المواد باردة الاسطح- فاتحة اللون-

بالشوارع وبالمباني لتعكس الاشعاع الشمسي بمقدار 0.25 فتساهم في خفض حرارة المادة بمقدار 10 ºم وخفض الانتقال الحراري والمحافظة على برودة الاسطح تحت اشعة الشمس [59]. ويتسبب تبليط الارضيات في سد مسام التربة ومن ثم تقليل رطوبة العمران وتبريده، وانحصار المياة الجوفية، والفيضانات المنهمرة خاصة بالمناطق المطيرة [60].

3. 12 فتحات الكتلة

فتحات المبنى هي اكثر العناصر المعمارية المؤثرة في نفاذ الحرارة الى المبنى ومن ثم زيادة استهلاك طاقة تكييف الهواء، فينفذ الشباك الزجاج العادي طاقة إشعاع تعادل ثلاثة أضعاف ما ينفذه حائط ابيض، وبإضافة الضلف الخشبية إلى فتحه شباك يمثل نسبة 6 ٪ من مسطح أرضية الدور تقل حرارة الفراغ الداخلى 2 ºم عن الحرارة القصوى الخارجية بمبنى ساحلى لحرارة قصوى 32 ºم، وترتفع 1 ºم بدون الضلف الخشبية مع فتح الشباك ، وباتساع الفتحه إلى 8 ٪ من مسطح الدور ترتفع الحرارة 1.5 ºم حتى مع التهوية المستمرة [61]- حيث المقاومة الحرارية للخشب 1 وات / م2 س°، وللزجاج 0.1 وات / م2[62]، وتوصي دراسة بخفض مسطح الفتحات الشمالية والشرقية والغربية إلى 5-10% من مسطح الواجهة وعدم خفض الفتحات الجنوبية عن 11% لإتاحة التدفئة شتاءا، على أن تظلل بكاسر أفقي عمق 0.85 م لفتحة 1.8 × 1.2م ، أو عمق 1.2م لفتحة 2.5 × 1.8م [63].

3. 13 التبريد التبخيري

برك المياة والنوافير ومساقط المياة تقلل من حررة الهواء بالمناخ المصغر بالفراغات العمرانية لاكثر من 11 ºم [64]. اثبتت دراسة حقلية ان التبريد التبخيري للفراغات الخارجية المحتواة لفناء بمسطح 350م2 محصور بين مباني بارتفاع 10م وينخفض لمنسوب -3م عن سطح الأرض، يخفض الحرارة 4 ºم عن الهواء المحيط خلال فترة الذروة الحرارية لحرارة قصوى 35 ºم، وذلك باستخدام تبريد تبخيري مباشر بمعدل 12 لتر في الدقيقة [65]. وتنخفض حرارة الهواء المار ببرج التبريد التبخيري بارتفاع 8م ومساحة مقطع 2*2م والمزود بألواح سليلوزية بفتحات مأخذ الهواء، والمستخدم بساحة انتظار مظللة بخيمة تحيطها الأشجار بمقدار 12 ºم عن الهواء المحيط بفترة الذروة الحرارية في يوليو (37-40 ºم) وتتضاعف الرطوبة [66]، ويزيد مقدار خفض الهواء الخارج من برج التبريد التبخيري الى الفراغ بسرعة 0.7م/ث وبنفس ظروف التجربة بمقدار 16 ºم عن الحرارة الخارجية (40 ºم) بزيادة معدل التهوية 2.4م^3/ث [67].

3. 14 الغطاء الأرضي والتشجير

يؤثر التكوين الچيولوچى للتربة السطحية في تعديل حرارة الجو المحيط تبعا لقدرة سطح التربة على عكس وامتصاص الحرارة الشمسية الساقطة عليه، وتتباين درجة حرارة الهواء الخارجي فوق الأسطح المختلفة والمعرضة للإشعاع الشمسي، فيزيد مقدار استهلاك طاقة تبريد الهواء ميكانيكيا بالمبنى المحاط بممر صخري بنسبة 20-30 ٪ عن المبنى المحاط بالنجيلة والشجيرات المظللة لجدرانه، وترتفع درجة حرارة سطح الممر الصخري ظهراً 15 º عن سطح الحشائش، وتزيد حرارة الهواء أعلى الممر الصخري 2ºم عن حرارة الهواء أعلى الحشائش، حيث تقلل الحشائش حرارة إشعاع الموجات الطويلة وحرارة الهواء حول المبنى، وتقلل الشجيرات الاكتساب الشمسي والتعرض للإشعاع المباشر والموجات القصيرة [68].

- النطاق الزراعي والبساتين المحيطة بالتجمعات العمرانية تخفض من حرارة الهواء المتخلل الى العمران وترطبه وترشحه من الأتربة والملوثات، ويكون تأثير البساتين الشجرية أفضل من تأثير الحقول المفتوحة في

خفض حرارة الهواء المار بها رغم انخفاض سرعتة، ويقل التباين الحراري بالبساتين عنه بالحقول، ويقتصر تاثير الحدائق العمرانية على المناخ فى موقعها [69]،ويخفض الحزام الاخضر بعرض 30م من تركيزات أكسيد الكربون بنسبة 60%، ويمتص 1كم^2 من الاشجار 12-120 كجم من اكسيد الكربون يوميا [70]. وقد اثبتت دراسة باستخدام برنامج الحاسب الالي MV-met ان المسطحات الخضراء المزروعة بالاشجار ذات التاج العريض المظللة لسطح الارض، اكثر فعالية في تبريد المناخ العمراني من الشجيرات والاسقف والواجهات المزروعة والنجيلة، وذلك عند مستوى الراحة الحرارية للمترجلين، وبينما تنخفض حرارة الهواء اعلى سطح مبنى مزروع بالنجيلة بمقدار 1.4 كلفن، ويزيد مقدار الخفض الى 2.4 كلفن باضافة اشجار ذات تاج عريض [71]، ترتفع درجة حرارة مركز العمران الحضري ليلا 4-6° م وتصل إلى 10°م عن حرارة الأراضى الزراعية المحيطة بها بسبب ملوثات عمليات الاحتراق الصناعي والمرور الالى المستمر [72].

- يستقبل الميدان ذو التشجير الكثيف إشعاع مقداره 81 سعر حراري/ سم2 في اليوم (94 وات) بينما الفراغ بدون شجر من نفس مادة النهو يستقبل 208 سعر حراري (241 وات) مما يوضح تأثير الشجر في حجب الإشعاع المباشر المركز وبالتالي خفض درجة حرارة العمران. [73]، يعادل البخر اليومي لشجرة الزان تأثير تبريد300 ك وات ويعادل تبريد عدد 10 مكيفات تعمل في 10 غرف لمدة 20 ساعة في اليوم [74]. كان المعدل اليومي لاستهلاك طاقة التبريد بأيام الصيف الحارة بفلوريدا في غياب تظليل النباتات لمبنى خفيف معزول هو 5.5 ك وات / يوم، وانخفض الاستهلاك إلى 2.2 ك وات/ يوم بعد إضافة الأشجار والشجيرات المظللة للمبنى، وبالفترة الباردة انخفض استهلاك التدفئة من 8.6 إلي 3.6 ك وات [75].

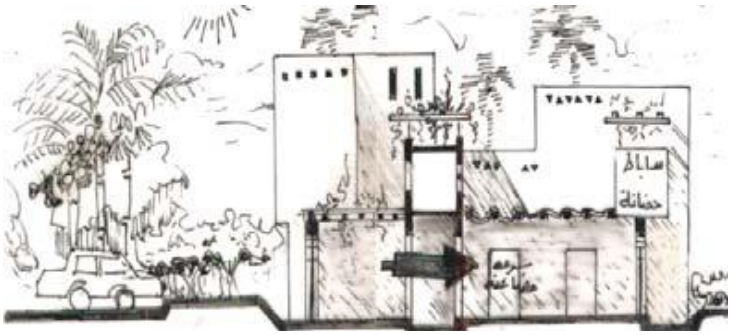
4 . النتائج والتوصيات

يمكن استنتاج وتلخيص اسس تصميم عمران التجمعات المستدامة المؤثر في خفض حرارة العمران، بالاضافة الى نظم الترشيد والتدوير وسلوكيات الاستدامة في الشكل (شكل3، 4) وفي التوصيات التالية:

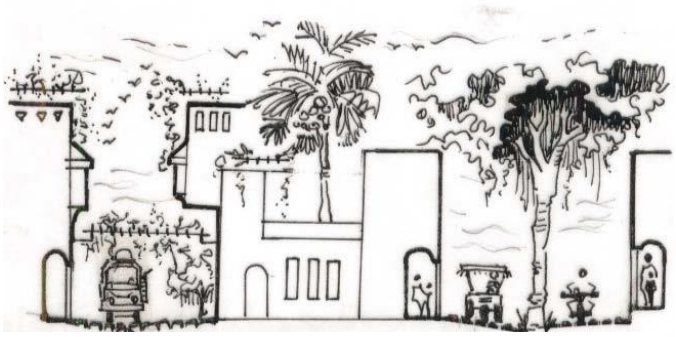
- اختيار مواقع التجمعات العمرانية بالأراضي الصحراوية القريبة من محاور الاتصال والخدمات، وبالمرتفعات لاكتساب رياح أقل حرارة، والتماس رطوبة قشرة الأرض من خلال نزول الكتل لعمق دور الى دورين، واستخدام ردم التربة في حماية اسطح كتل المباني المعرضة لاشعاع.

تنظيم استخدام الارض والحفاظ على عمليات التشجير بمستوياتها المختلفة خاصة الحزام الأخضر المنتج والمحيط بالتجمعات العمرانية، والاشجار والشجيرات المحيطة بالمجاورات السكنية والفاصلة بين الطرق الاسفلتية وحركة المشاة هو مطلب حيوي للحفاظ على عمليات التخلص من تركيزات الغازات السامة وغاز ثاني اكسيد الكربون (شكل 4)، واستبدال النجيلة بالاشجار عريضة التاج لتوفير الظل وخفض الحرارة المتخللة الى الارض ولترشيد مياة الري، مع تقليل مسطحات التبليطات للحفاظ على مسامية وتنفس التربة وتحفيز بخر المياة الجوفية الى الجو، وتوظيف الفراغات العامة، وتخصيص حيز للتدوير وانتاج الطاقة على مستوى كل مدينة وتجمع .

أ

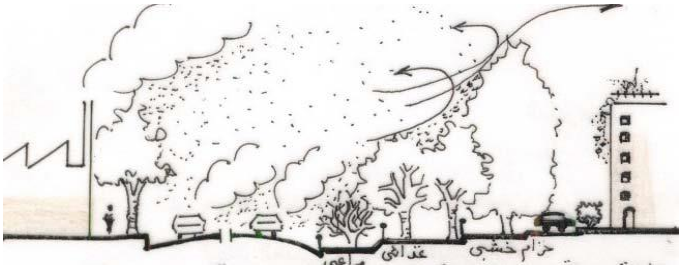


مسارات مشاة ظليلة لتسريع الهواء، وأفنية خاصة مزروعة سياج فاصل منطقة تلوث



مسارات مشاة ظليلة لتسريع الهواء العمراني، ولحماية اسطح العمران من الاشعاع الشمسي

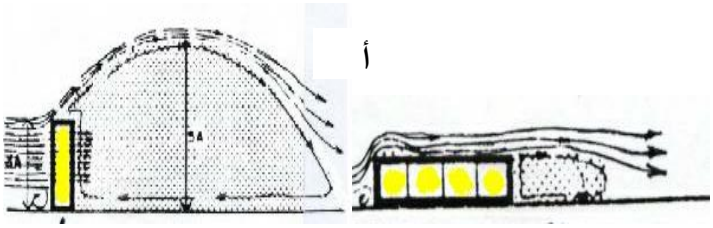
ب



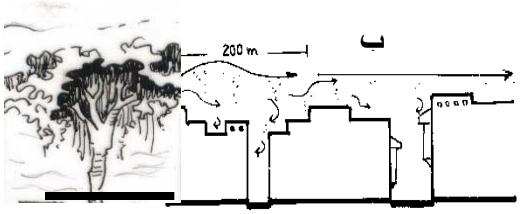
شكل4 أ- التشجير الوظيفي لحماية العمران من الاشعاع والتلوث ولزيادة البخر ،

ب- وللفصل بين الاستعمالات [الباحثة]

- اتباع التشكيل العمراني المتضام النووي متوسط الكثافة، وبارتفاع شجرة للسماح بتخلل الرياح السطحية الى سطح الارض والتخلص من الملوثات العمرانية (شكل 5)، والذي يتخلله أفنية مركزية وساحات محتواة (منظومة فراغات متدرجة ذات وظيفة تنموية) لإستغلال طاقة التبريد الطبيعية لاشعاع الليل البارد بمنطقتنا الحارة وسرعة تصريف حرارة وطاقة الكتل نهارا (شكل 6)، مع تنشيط تخلل الهواء الى العمران بتواجد شرايين لطرق رئيسية موازية لاتجاه الرياح السائدة (شكل 7)، وتعدد التقاطعات المتعامدة وتعرجها واحتوائها للحماية من الاشعاع الشمسي المباشر والمنعكس ولتنشيط حركة الرياح خلالها(شكل 8)، وفصل مسارات المشاة العميقة والظليلة عن الحركة الآلية لتنشيط سريان هواء نقي وحفظ عمليات بخر التربة باستخدام مواد انهاء مسامية، والتشجيع على المشي مع استخدام وسائل نقل بديلة لذوي الاحتياجات الخاصة.



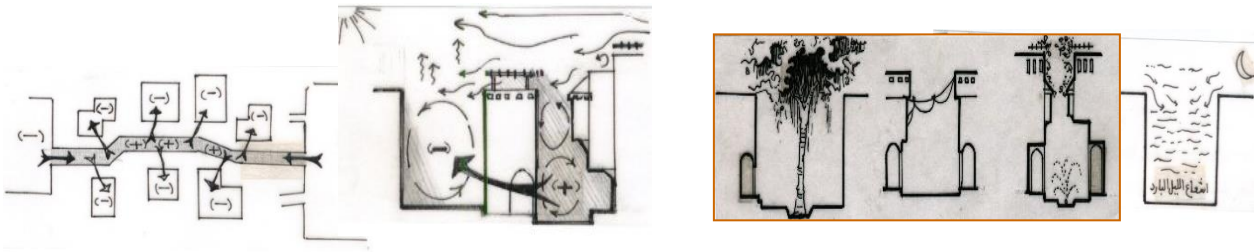
أ



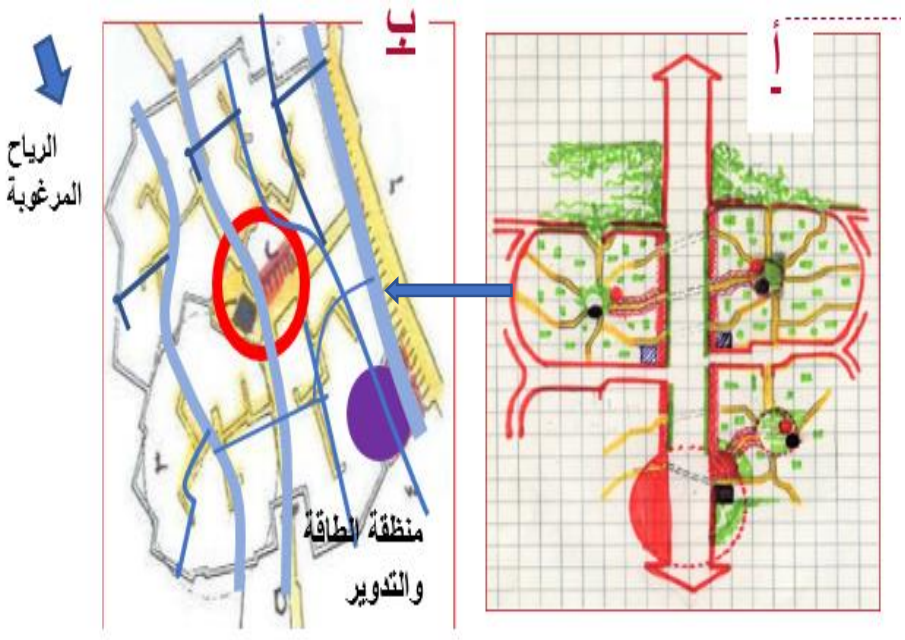
ب

شكل5 أ- العمران الأفقي متوسط الكثافة لتلافي زيادة منطقة ظل الرياح ب- ولحماية سطح الارض من اختزان طاقة الاشعاع الشمسي وسهولة فقدها مع الرياح السطحية – عندما لا يتعدى ارتفاع الكتلة ارتفاع الشجرة [الباحثة]

ب أ



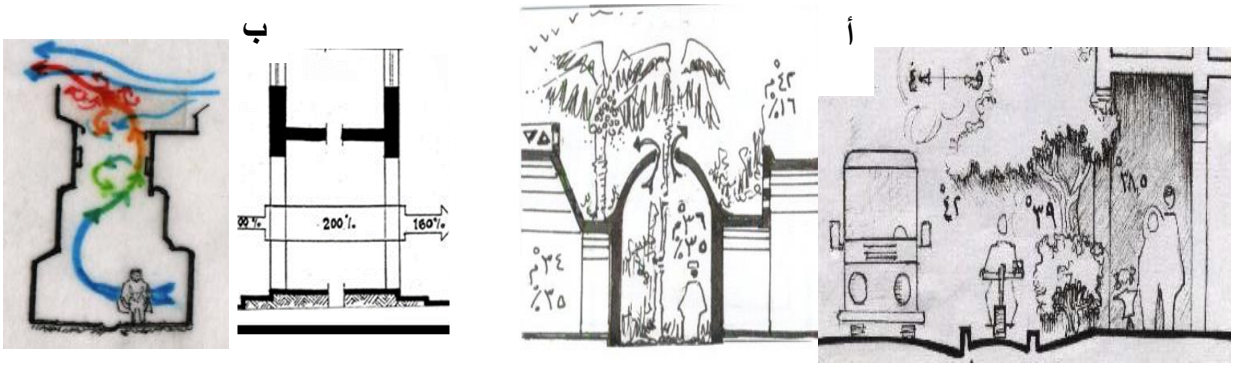
شكل 6 المنظومة الفراغية للافنية الخاصة المركزية والساحات المحتواة الفاصلة بين المجموعات السكنية، أ- لتخزين طاقة التبريد الليلي وتبريد هواء العمران تبعا لمعالجات الفراغ، ب- ولتنشيط حركة الهواء العمراني في علاقة مع المسارات الظليلة بفارق الضغط الجوي وضغط الرياح العمرانية [الباحثة]



شكل7 أ-المجموعات السكنية النووية يحيطها الزمام الحيوي الاخضر وتتخللها ساحات وأفنية خاصة خضراء (منظومة فراغية متدرجة)،

ب- وذات قلب خدمي ومسارات موازية للرياح، ومنطقة تدوير وانتاج الطاقة مدابرة للرياح [الباحثة]

ب أ



شكل8 أ- مسارات المشاة الظليلة والمسقوفة لخفض حرارة العمران، ب- ولتنشيط حرة الهواء بالعمران (نظرية برنولي) [الباحثة]

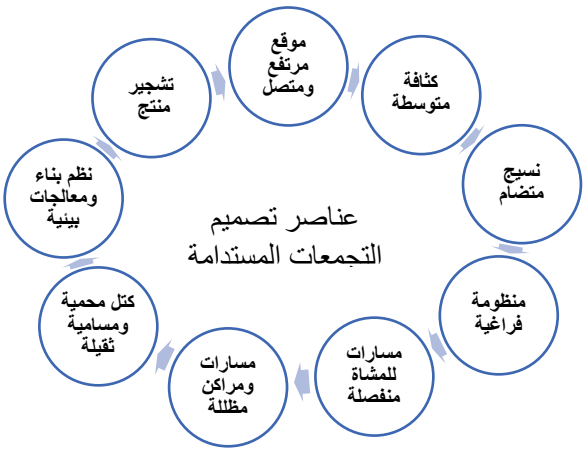
- تطوير أنظمة البناء المحلية خاصة في البيئات الريفية والصحراوية بالوادي والواحات الغربية، إلى جانب الانتقائية في نقل الأنظمة الدولية التى تناسب البيئة المصرية، وإنتاج مواد بناء جديدة لبناء وحدات صديقة للبيئة من المواد الطبيعية التى تتوافق مع مبادئ الاستدامة، كتل عمرانية خضراء ذات تأثير سلبي منخفض على البيئة ومحمية من الاشعاع، ومنخفضة الانتقال والتوصيل الحراري ومسامية تحافظ على تصريف الاشعة الكهرومغناطيسية من الأحيزة الداخلية، وتجنب الكتل والغلاف الزجاجي المعالج الذي يتسبب في حبس طاقة الاشعاع الشمسي، والاستعانة بالعناصر المعمارية التي تساهم في تبريد الكتلة بنظم لا تستهلك طاقة او منخفضة الطاقة، مثل برج التبريد التبخيري والملقف والممرق والبدقش والمخرمات الجدارية والشراعات وكاسرات الشمس والضلف الخشبية والكولسترا والمظلات الحائطية والسقفية والاسطح الباردة فاتحة اللون وغيرها.

- تبني انشاء تجمعات وقرى صديقة للبيئة منخفضة التكلفة من خلال مشروعات رائدة نموذجية يسهل اتباعها وتوثيقها وتقييم قدرتها على تحقيق التنمية المطلوبة وترشيد الطاقة والتكاليف والموارد.

- تحقيق العدالة والرخاء الاجتماعي بتوفير فراغات عمرانية مناسبة للترفيهة والتريض والاصحاح النفسي والبصري والسلوكي، وفراغات آمنة للعب الاطفال ولتجمعات الشباب والمسنين، وتحقيق المشاركة المجتمعية في اتخاذ القرار والحوكمة.

- الحفاظ على البيئة الطبيعية والايكولوجية (علاقة الكائنات الحية ونظم توافقها مع البيئة المحلية) ، وتنشيط البحث العلمي لدراسة نظم التوافق للكائنات بالبيئة المحلية، وتطويرعناصر المعالجات المعمارية الموروثة، وتطوير عمليات التدوير والترشيد وانتاج الطاقة المتجددة على مستوى الوحدة السكنية وعلى مستوى التجمع السكني والمجاورة والمدينة والقرية.

- ضرورة نشر الوعي بعمليات التوافق والترشيد والتدوير والحفاظ على الموارد والطاقة وربطها بمناهج التعليم بمستوياته المختلفة ، وتطوير التشريعات البنائية والتخطيطية لتشمل معايير الاستدامة وتطبيق كود الطاقة، وتدريب اعضاء الجهات التنفيذية بالبلديات وغيرهاعلى متابعة تطبيق تلك المعايير، وتقديم دراسات معالجات المخاطر الطبيعية والحضرية للمشروعات التنموية عند الترخيص لاي مشروع.



شكل 9 عناصر العمران المستدام والمؤثرة في خفض حرارة العمران [الباحثة]

شكل 10 مؤشرات توافق البيئة الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية والعمرانية للتجمعات المستدامة [الباحثة]

المراجع

1. Cliff Moughtin, Peter Shirley, (2005),"Urban Design: Green Dimension", Second edition, Architectural press, pp.8.

2.http://www.ft.com/intl/cms/s/0/79daf872-8894-11e5-90de-f44762bf9896.html#axzz3sVXWpNEW

3. Emission Gop Report 2016/UNEP synthesis report 2016, Environmentally Practices, published by the united nations environment program, November, 2016.

4. Mike Ives, “As Climate Change Accelerates, Floating Cities Look Like Less of Pipe Dream, The New York Times, January 27, 2017. http://climatechange -www.floating-islands.html.

5. Jason Beringer, A.M. Coutts. “Urban Form and Thermal Efficiency: How the Design of Cities Influences the Urban Heat Island Effect”, Journal of the American Planning Association, 67(2):186-198, June 2001.

6. Sahar Sodoudi at el, “A comprehensive Statistical Study on Daytime Surface Urban Heat Island during Summer in Urban Area, Case Study :Cairo and Its New Towns”, www.researchgate.com , Feb.22,2017.

7. www.ecologicalfootprint.net, Feb. 2017.

8. Sam C. M. Hui (2001), “Low energy building design in high density urban cities”, Renewable Energy24 (2001) 627-640, available at www.elsevier.ni/locate/renewable .

9. van Schyndel Kasper, D,(2008), “Redefining community in the Ecovillage”, Human Ecology Review 15:12-24, retrieved on 2009-0-27.

10. Johannesburg Summt, (2002),“National Implementation of Agenda 21”, Department of Economic and Social Affairs Division for Sustainable Development National Information Analysis Unit, United Nations New York, August 2002, full report available at: http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/department .

11. www.unep.org/greeneconimy , May 2017

12. Jonathan Dawson, “Ecovillages :New Frontiers for Sustainability”, UIT Cambrge LTD, 2015.

13. Ecological Design in the Built Environment, Steve Whitman, AICP Planner, Jeffrey H. Taylor & Associates March 16, 2009.

14. www.ecocity , May 2017.

15 . http://www.usgbc , March 2017.

16. www.globalecovillagenetwork , May 2017

17. https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city , May 2017

18. Zbigniew Bromberek, (2009), Eco-resorts: planning and design for the tropics, Elsever Architectural press.

19. www.usgbc.org / LEED for Cities and LEED for Communities, May 2017.

20. www.codegreen.ltd.uk/what-we-do/breeam/breeam-communities , May 2017.

21. www.casbee-ud , May 2017.

22. www.pearlcommunityratingsystem , May 2017.

23. Antti Säynäjok, Jukka Heinonen, Seppo Junnila, (2011) "Carbon Footprint Assessment of a Residential Development Project", Article in International Journal of Environmental Science and Development 2(2):116-123 · April 2011 DOI: 10.7763/IJESD.2011.V2.107.

24. center for sustainable buildings and construction,building and construction authority,(2010) building planning &massing", green building platinum series, Singapore.

25. Khalid Setaih, Neveen Hamza, Tiny Townshend, (2013), "Assessment of Outdoor Thermal Comfort in Urban Microclimate in Hot Arid Areas", 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambery, France, August 26-28, Proceedings of BS 2013.

26. آمال الدبركي (2005)، نحو تصميم عمراني متوافق مع البيئة الطبيعية بجنوب مصر، رسالة دكتوراة بقسم العمارة هندسة عين شمس، ص 24327. المرجع السابق ص 235.

28. Michael Rodgers, "Urban Form and Thermal Efficincy:How the Design of Cities Influences the Urban Heat Island Effect", Jurnal of the American Planning Association 67(2):186-198. June 2001.

29. شفق الوكيل وآخرون (2000)، دلائل التخطيط والتصميم المعماري للتجمعات العمرانية بالمناطق الصحراوية، مركز بحوث البناء بالقاهرة.

30. Jiyu Deng et al,"The Study of the Effects of Building Arrangment on Microclimate and Energy Demand of Centeral Destrict in Nanjing, China, Elsevier Procedia Engineering 169.44-54 December 2016.

31. عباس زعفراني (2000)، التصميم المناخي للمنشآت المعمارية مدخل كمي لتقييم الأداء المناخي للغلاف الخارجي للمبنى وتفاعله مع محيطه العمراني، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

32. آمال الدبركي (2005)، مرجع سابق ص 259

33. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold..

34. آمال الدبركي (1999)، التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة، رسالة ماجستير بقسم العمارة كلية هندسة عين شمس، ص12

35. محمود ثروت المهيلمي (1990)، تقييم وتوقع أداء بعض وسائل التحكم فى الاكتساب الحراري على أغلفة المباني – دراسة باستخدام الحاسب الآلي ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

36. حمدي صادق (1993)، تأثير العوامل المناخية فى المناطق الصحراوية على التشكيل المعماري للمسكن الإسلامي واثر ذلك على تشكيل المسكن الصحراوي المعاصر، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة، جامعة حلوان.

37. يحي وزيري (2001)، تطبيقات على عمارة البيئة –التصميم الشمسي للفناء الداخلي ، مكتبة مدبولي بالقاهرة، ص 141.

38. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold. pp.287

39. http;//www.bgu.ac.il/cdaup/plea/plea-paper.html,David Pearlmutter, street canyon geometry and microclimate: designing for urban comfort under arid conditions, 2000.

40. سوزيت ميشيل عزيز(1989)، تقييم الأداء الحراري كأداة لتصميم التجمعات السكانية فى مصر، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة.

41. عنتر عبد العال أبوقرين (1988)، دراسة التكوين العمراني الملائم للمواقع السكنية فى المناطق الصحراوية الجافة بمصر، رسالة ماجستير، كلية هندسة، جامعة المنيا. ص142 -144.

42. رمضان محمد شكري فرج (2000)، دراسة تحليلية لتأثير المناخ على التشكيل العمراني – دراسة حالة مدينة المنيا، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة المنيا .

43. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, pp. 349.

44.آمال الدبركي (2005)، مرجع سابق ص 120

45. سوزيت ميشيل عزيز(1989)، مرجع سابق.

46. آمال الدبركي (2005)، مرجع سابق ص 270

47. Lin,T, Matzarakis, A., and Hwang, R.,2010, "Shading Effect on Long-term Outdoor Thermal Comfort", Journal of Building and Environment, 45, 213-221.

48. آمال الدبركي (2005)، مرجع سابق ص 257

49. Ahmad Mohamed Tolba (2016), Optimization of using to improv pedestrian thermal comfort and mitigate UHI using Envi-met v4 in Cairo, Egypt, M.Sc. thesis, urban design department, Faculty of Urban and regional planning, Cairo University

50. Watson D., et al (1983), Climatic Design-Energy Efficient Building Principles and Practices, McGraw – Hill Book pp.107.

51. Olgyay, V., and A.(1963) Design With Climate . Bio Climatic Approach To Architectural Regionalism, Princeton University Press, New Jersey, pp. 87 ، 89 .

52. Wastson D., et al (1983), Climatic Design-Energy Efficient Building Principles and Practices, McGraw – Hill Book pp.109.

53.عباس محمد عباس زعفران ، أحمد احمد فكري (2002)، الحساب الكمي لأنماط الإظلال للقباب وتقييم تأثيرها على اكتساب الأسقف للإشعاع الشمسي ، ندوة مؤتمر التنمية العمرانية بالمناطق الصحراوية ، وزارة الأشغال بالرياض ، جامعة الدول العربية – مجلس وزارة الإسكان والتعمير العربي، ص 423.

54. عباس زعفران، احمد فكري (2002)مرجع سابق، ص 224

55. ناديا محمد بصير (2000)، أسس اختيار مواد البناء البيئية ، مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية ، القاهرة ، الجزء الثالث.

56. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, pp. 308.

57. Givoni, B., (1976) Man Climate and Architecture, 2th Edition, Applied Science Publishers LTD., London, pp.251.

58 . جورج باسيلي حنا وآخرون (1998)، العوامل المناخية فى مصر ، دليل العمارة والطاقة ، جهاز تخطيط الطاقة، ص13.

59. Synnefa A., Karlessi, T., Gaitani,N., Santamouris, M., Assimakopoulos, D.N. and Papakatisikas, C.,(2011), Experimental Testing of Cool Colored Thin Layer Asphalt and Estimation of its Potential to Improve the Urban Microclimate. Journal of Building and Environment, 38-44.

60. Lynch, K. Gary, H. (1984), Site Planning , MIT Press, pp. 57.

61. Givoni, B., (1976) Man Climate and Architecture, 2th Edition, Applied Science Publishers LTD., London

62. Sleeper, R (1981), Architectural Graphic Standards, The American Institute & Architects , 7th Edition , New York, pp.74.

63. سوزيت عزيز (1989)، مرجع سابق

64. Nishimura et al (1998), "Novel Water Facilities for Creation of Comfortable Urban Micro-meteorology, Journal Solar Energy 64, 197-207

65. Wazeri , Y. H. (2001), The Natural Cooling Systems an Approach for Improving the Thermal, Performance of Buildings in North Africa, Ph.D. Thesis, Instite of African , Research and Studies Department of Natural Resources, Cairo University.

66. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, pp.198.

67. Givoni B., Passive and Low Energy Cooling of Building, Van Nostrand Reinhold, 1994, pp.140

68. ivoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, pp. 314.

69. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, pp.326-317.

70 . عواد جاسم الجبري (1994)، درع حيوي ضد التلوث، مجلة العربي، عدد 426، ص 102.

71. Sahar Sadoudi (2016), Sustainable Development in Arid Cities via Establishment of Urban Climate Labs in Egypt, TU Berlin Campus Algona.

72. Ian C. Laurie (1979) , Nature in cities , John Wiley & Sons, pp.100.

73. Ian C. Laurie (1979) , Nature in cities , John Wiley & Sons, pp. 104 .

74. Wastson D., et al (1983), Climatic Design-Energy Efficient Building Principles and Practices , McGraw – Hill Book, pp.95.

75. Givoni B. (1998), Climate Consideration in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, pp. 313