دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	تطور الجزر الحرارية السطحية فى مدينة حلوان خلال الفترة 2000-2016: دراسة فى مناخ الحضر باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد
المصدر:	رسائل جغرافية
الناشر:	جامعة الكويت - كلية العلوم الاجتماعية - قسم الجغرافيا
المؤلف الرئيسي:	اسماعيل، حسام محمد احمد
المجلد/العدد:	الرسالة444
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2017
الشهر:	مايو
الصفحات:	3 - 75
رقم MD:	825734
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	الجزر الحرارية السطحية، الجيولوجيا البيئية، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، حلوان، مصر
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/825734

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

رسائل جغرافية

٤٤٤

تطور الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان

خلال الفترة (2000 - 2016)

دراسة في مناخ الحضر بإستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد

د. حسام محمد الحمد إسماعيل

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية - كلية الآداب

جامعة أسيوط

(فرع الوادي الجديد)

شعبان 1438 هـ

مايو 2017 م

طبعت بدعم كريم من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

تطور الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان

خلال الفترة (2000 - 2016)

دراسة في مناخ الحضر بإستخدام تقنيات الإستشعار عن بُعد

د. حسام محمد الحمد إسماعيل

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية - كلية الآداب

جامعة أسيوط

(فرع الوادي الجديد)

مقدمة :

ظهرت مصطلحات كثيرة تعبر عن جانب من جوانب اهتمامات المناخ التطبيقي، فظهر مصطلح المناخ الزراعي Agricultural Climatology و يختصر الى Agro climatology وهو الذي يهتم بتاثير العناصر المناخية المختلفة وبخاصة الحرارة والأمطار والاشعاع الشمسي في النباتات من حيث الانتاج والنمو والامراض وغيرها. أما مصطلح المناخ الحيوي Bio climatology وهو الذي يهتم بتاثير العناصر فقد ظهر ليعبر عن الاهتمام بتاثير البيئة في الكائنات الحية وبخاصة الانسان، وكذلك تاثير هذه الكائنات في البيئة وبخاصة الغلاف الغازي.

لذلك فإن هذا الجانب من المناخ التطبيقي يهتم بالتلوث وصحة الانسان وراحته. كما يهتم بتاثير البيئة في الحيوان والنبات الطبيعي من حيث عيشها وانتاجيتها، كما ظهر مصطلح المناخ الطبي Medical Climatology وهو جزء مهم من المناخ البيئي والذي يهتم بالإنسان فقط من حيث صحته والأمراض التي يتعرض لها.

كما ظهر مناخ الابنية Building Climatology وهو كذلك جزء من المناخ البيئي والذي يتتبع شعور الانسان بالراحة ومحاولة توفير هذه الراحة في السكن الذي يتم تصميمه في منطقة معينة مراعيا ظروفها المناخية. أما مناخ المدينة أو مناخ الحضر Urban Climatology فإن العاملين فيه يبحثون عن الفروق بين المناخ في المدينة والمناطق المجاورة للمدينة وأسباب ذلك من أجل الوصول الى تصميم مستقبل أفضل للمدينة يحاول أن يخفف من الآثار السيئة التي أوجدها مناخ المدينة (محمد حميد الساعدي، 2015).

ويمكن القول أن مناخ الحضر اتجاه علمي واضح المحتوى، إذ يتناول شدة الجزيرة الحرارية، تباينها الزمني، نمطها المكاني، تركيبها الداخلي، طرق وأساليب ومستويات دراستها، طرق وميكانيكيات تكونها، العوامل المؤثرة فيها، التنبؤ بها، الآثار المترتبة عليها، أساليب مواجهتها والتخفيف من حدتها . وقد صيغت الجوانب السابقة لتصب في اتجاه تطبيقي يتناول أثر المدينة على التغير الزمني لدرجة الحرارة، وكذا الاعتبارات المناخية في تخطيط وتصميم المدن(وليد عباس، 2014، خ).

وقد زاد الاهتمام العالمي بقضية تدهور البيئة الحضرية Urban environmental degradation خلال العقود الأخيرة، لاسيما وأنها قضية ملازمة لزيادة الأنشطة البشرية Human activities بشكل عام، أو ظاهرة التحول من الريف إلى الحضر على حساب الرقعة الخضراء.

إن ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية UHI بشرية المنشأ تشير بشكل عام إلى تغير معقد لبيئات الأرض ونظمها نتيجة للتدخلال البشرية Anthropogenic alteration ، وتعد تلك الأنشطة البشرية أداة من أدوات التحضر Urbanization غير المدروس، وقد أمكن الاستدلال عليها نتيجة لإرتفاع درجة الحرارة داخلها عن درجة الحرارة في المناطق المحيطة بها. كما تعد ظاهرة الجزر الحرارية من صفات المدن ذات الكثافة البنائية العالية والمزدحمة بالسكان فضلا عن المدن الصناعية ، فعند تحويل الطاقة من شكل إلى آخر يتسرب الى الغلاف الغازي جزء من هذه الطاقة وتسخنه، كما تسهم حركة المركبات والتدفئة وغير ذلك من العوامل في ارتفاع درجات الحرارة داخل المدينة بحيث تصبح على شكل جزر حرارية محاطة بالمناطق غير المأهولة من السكان والباردة عنها نسبياً ، وتتكون

قبة الغبار فوق المدن نتيجة ارتفاع الهواء الساخن داخل المدينة (غرايبة، 1999، 370). وبالطريقة نفسها، فإن درجة الحرارة المناطق الحضرية ليست نتاجاً للميزانية الإشعاعية الطبيعية فقط كما هو الحال في المناطق الزراعية المحيطة، بل أن هناك عوامل أخرى غير طبيعية تسهم في رفع درجة الحرارة يقتصر توزيعها على المدينة دون الظهير الزراعي، وهذه العوامل هي الانبعاثات الحرارية من المصادر البشرية، مثل وسائل النقل، محطات إنتاج الكهرباء، المنشآت الصناعية، إضافة إلى استهلاك الطاقة في المساكن والمناطق التجارية الرئيسية، خاصةً القلب التجاري أو منطقة الأعمال المركزية (وليد عباس، 2013، 71). وتعبر هذه الظاهرة عن ارتفاع في درجات الحرارة بالمدن بالمقارنة مع المناطق الريفية المحيطة إذ تزيد درجة حرارة الهوء بالمناطق المظللة (الموجودة تحت ظل الاشجار) في المدن عن المناطق الريفية على حدودها بمقدار 6 درجات (س)، ومن الجدير بالذكر أن درجة حرارة أسطح المواد الداكنة اللون الجافة المعرضة لأشعة الشمس المباشرة تصل الي 88 درجة (س) أثناء النهار، بينما تصل درجة حرارة أسطح المسطحات المزروعة الخضراء المعرضة لاشعة الشمس المباشرة الي 8 درجة (س) (Bin Zhou et al, 2016) . كذلك يمكن القول أنها منطقة ذات درجات حرارة أعلى من المناطق المحيطة بها ،لأن درجة الحرارة المتوسطة في المدن أكبر بحوالي درجة مئوية واحدة مما هي عليه في الريف المجاور، ويتضح هذا في فصل الشتاء بوجه خاص (حسن علي موسى، 1996، 4).

وقد ألقت عمليات التحضر غير المدروس داخل عواصم محافظات جمهورية مصر العربية بظلالها، إذ تم احلال مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية بكتل خرسانية وأسمنتية لاستيعاب زيادة السكان وأنشطتهم البشرية، ونتيجة لذلك تتعرض الأسطح الحضرية لامتصاص قدر كبير من أشعة الشمس وتختزن داخلها أثناء النهار، والتي بدورها تنقله عبر الطاقة الكامنة (المختزنة) Latent heat إلى الهواء المحيط أثناء الليل، الأمر الذي أدى إلى اختلال التوازن الحراري، وأسهم في نشأة الجزر الحرارية الحضرية .

إن وجود جزيرة حرارية سطحية في المدن يعني استهلاكا متزايدا من الطاقة في التبريد More energy consumption as cooling system من أجل الحفاظ على درجة الحرارة المثلى داخل الأماكن المغلقة (المجمعات السكنية والصناعية). ومن ناحية أخرى،

تقوم الحدائق بدور مهم يتمثل في خفض درجة الحرارة داخل الجزيرة الحرارية بنحو 1.5 درجة (س) في حدود 2 كم، والذي يساوي 4000 كيلو واط لكل ساعة (Ca et al, 1998). هذا، ويمتد تأثير اتساع الجزر الحرارية ليشمل تغيير المناخ المحلي بزيادة كثافة الأمطار، أو تغيير اتجاه الرياح (Dixon and Mote, 2003). كما تتفاقم الخطورة لتشمل تهديد النظم الطبيعية والحياة البرية Damade the ecosystems and wild-life على حدود المناطق الحضرية، هذا بالإضافة إلى حرائق الغابات والمزيد من الأمطار الحامضية وتلوث نهر النيل (Diaz et al, 2009).

ويعد (Howerd, 1818) أول باحث يسجل ملاحظته حول ارتفاع درجة حرارة المجمعات الحضرية المطورة عن الأقاليم الريفية التي لم تتاثر بالأنشطة البشرية، واطلق على هذه الظاهرة الجزر الحرارية الحضرية (UHI) وذلك عند دراسته لمناخ لندن، إذ رصد فائضا حراريا كبيرا بالمقارنة بالمناطق المتاخمة لها، وقد نالت نتائج هذا الباحث اعتراف كثير من الباحثين في مجال الأرصاد الجوية والتنمية العمرانية، إذ توصلوا إلى اختلاف درجة حرارة الريف عن المدينة دون الإشارة لمقدار هذا الاختلاف (Memon et al, 2009). وبالطريقة نفسها، فقد أشار (Lo, 1997) إلى أن عملية التحضر يمكنها تغيير بعض الخصائص المناخية داخل المدينة، واعطى مثالاً بتأثر ناطحات السحاب Skyscrapers. كما أشار (Oke, 1982) إلى نتيجة متشابهة، إذ أكد أن المباني العالية تحجب قدراً كبيراً من عامل رؤية السماء (Sky View Factor (SVF وهذا يؤدي إلى زيادة شدة الجزر الحرارية الحضرية؛ نتيجة انبعاث قدر كبير من الأشعة طويلة الموجة، بالإضافة إلى الحد من انبعاثها في الطبقة السطحية الحضرية، مما يعزز فرصة إعادة امتصاص الأشعة قصيرة الموجة لانخفاض الإشعاع الأرضي Albedo. وقد أشار (Xian and Cran, 2006) إلى قدرة تلك الكتل الخرسانية عل امتصاص ما بين 80 % - 95 % من تدفق الإشعاع الشمسي، بمتوسط إشعاع أرضي تراوح ما بين 0.15-0.02 في دراسته لمدينة نيويورك.

وبناء على ما تقدم، فإن زيادة عدد الجزر الحرارية الحضرية وكثافتها Intensification of UHI نتيجة لازدياد الطلب على عمليات التحضر غير المدروس، وظهور مصطلحات خاصة بالهندسة الحضرية (المدنية) Urban geometry وهو ما يرمز لنسيج المباني

السكنية وارتفاعاتها، وترتيب الشوارع، وتعديل السكن الحضري، وما ترتب عليه من ارتفاع في استهلاك الطاقة بأنواعها المختلفة، فضلا عن التلوث الهوائي في عواصم تلك محافظات، وانخفاض في سرعة الرياح، وكذلك انخفاض الإشعاع الأرضي إلى 20 %، زيادة الطلب على شراء أجهزة التكييف خلال الأيام الحارة مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الشوارع بنحو 0.5 درجة (س)، مما يؤدي في النهاية إلى زيادة شدة الجزر الحرارية الحضرية واتساعها.

وبإلقاء نظرة تأثير اتساع الجزيرة الحرارية الحضرية على اتجاهات درجة الحرارة على مستوى مدينة حلوان، فقد تبين أن هناك فارقا كبيرة ما بين قيم درجات حرارة سطح الأرض في المناطق الحضرية والمناطق المتاخمة لها (المناطق الصناعية والمناطق الزراعية).

وإجمالا يرسم البحث الحالي ملامح تطور الجزر الحرارية السطحية في مصر خلال الفترة (2000 - 2016) اعتمادا على تقنيات الاستشعار عن بعد، ولتحقيق أهداف البحث فقد تم تقسيمه إلى عدة محاور على النحو التالي :

أولا : الإجراءات المنهجية للبحث .

ثانيا : أهمية الاستشعار عن بعد في دراسة الجزر الحرارية السطحية.

ثالثا : الجزر الحرارية وما يرتبط بها من مصطلحات.

رابعا : شدة الجزر الحرارية السطحية وتطورها خلال الفترة (2000 - 2016)

خامسا : العوامل المؤثرة في الجزر الحرارية السطحية.

أولا : الإجراءات المنهجية للبحث :

تعني الإجراءات المنهجية في البحث الحالي- الالتجاء إلى التعريف الإجرائي Operation-al Definitions لمنطقة الدراسة وكذلك للمصطلحات العلمية الواردة بالبحث، لاسيما المرتبطة بالجزر الحرارية ومستوياتها وأنماطها؛ بحيث لا يترك مجالا لتداخل التعريفات.

1 - موقع منطقة الدراسة وامتدادها :

تعد مدينة حلوان واحدة من أقدم المدن المصرية، فهي مدينة فرعونية تضم أقدم سد مائي في التاريخ في وادى جراوى جنوب مركز التبين ويرجع إلى عصر ما قبل الاسرات، كما تعد مدينة حلوان بوضعها الحالي أكبر مدن محافظة القاهرة مساحة، تشمل ثلاثة أقسام هي (حلوان- والتبين- 15 مايو)، كما تضم أحد عشر شياخة هي (المساكن الاقتصادية-المعصرة البلد-المعصرة المحطة-حلوان البلد-حلوان البحرية-حلوان القبلية-حلوان الغربية-حلوان القبلية-كفر العلو-منشأة ناصر-عين حلوان)،

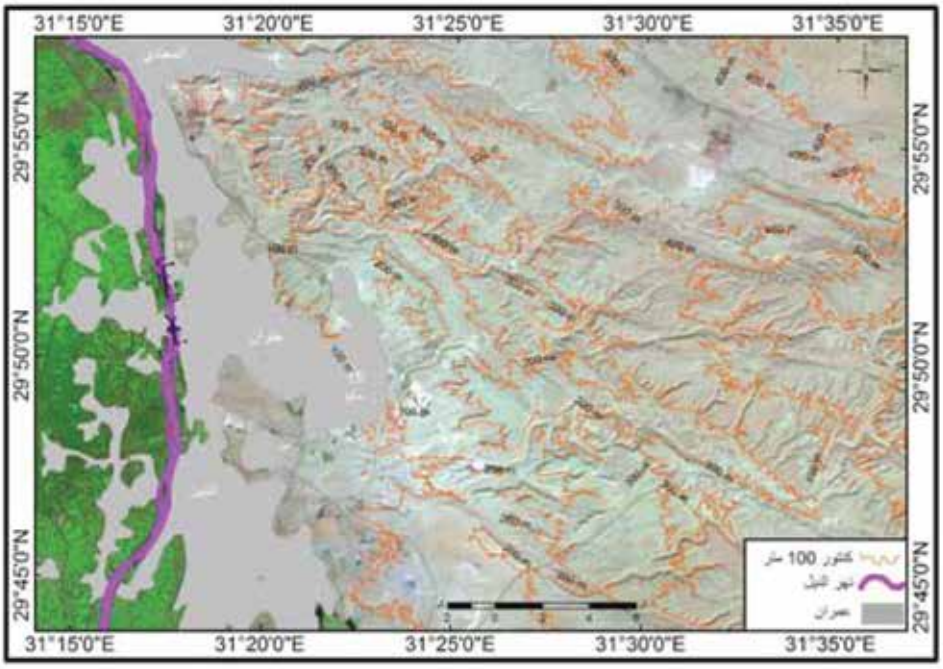
وقد إشتهرت مدينة حلوان حديثاً بأنها أكبر مركز صناعي في محافظة القاهرة، و أشهر مصانعها مصنع الحديد و الصلب ومصانع الأسمنت والمصانع الحربية ، بيد أن تلك الطفرة الصناعية جعلتها واحدة من أكثر مدن العالم تلوثاً.

تقع مدينة حلوان ما بين دائرتي عرض 55 ً °29 - 45 ً °29 شمالاً ، وبين خطي طول 35 ً 15 ً-31 ً 31 شرقاً، ولذلك فهي من الوجهة المناخية تقع ضمن اقليم المناخ الصحراوي ويرمز له طبقاً لتصنيف كوبن بالرمز BWh، ومن سماته ارتفاع درجة حرارة الصيف والربيع واعتدال درجة حرارة الشتاء والخريف، مع اتساع المدى الحراري اليومي، وزيادة نسبة الرطوبة لمحازاه نهر النيل لمدينة حلوان من الغرب، وانخفاض التساقط المطري، وهبوب الرياح المحملة بالغبار الدخاني من مداخل المصانع والرمال من الصحراء الغربية (شكل، 1).

ومن الوجهة الجغرافية- تقع مدينة حلوان جنوب محافظة القاهرة، على الطرف الشرقي لنهر النيل، تحدها هضبة الأيوسينية (المقطم) من جهة الشرق، ونهر النيل من جهة الغرب، ومدينة الكريمات وهي تابعة لمحافظة بني سويف في الجنوب، ويصل أقصى امتداد لمدينة

حلوان لنحو 42 كم، ويتراوح اتساعها ما بين 4 - 8 كم، وعلى ذلك تبلغ مساحة مدينة حلوان زهاء 100.000 كم2، أما المساحة المأهولة بالفعل فلا تتجاوز 25.000 كم2 أي ما يعادل 25 % من مساحتها الإجمالية، وقد بلغ عدد سكانها طبقا لتعداد 2006 حوالي 650.000 نسمة.

شكل رقم 1 : موقع مدينة حلوان وامتدادها



2 - إشكالية البحث وأهميته :

بات الحديث في العقود الثلاثة الأخيرة منصباً على دراسة مستقبل التغيرات المناخية واتجاهها العام، وما يمكن أن يترتب عليه من تغيرات خطيرة تهدد الإنسان على كوكب الأرض، وعلى الرغم من أن قضية التغيرات المناخية بشكل خاص قد نالت نصيبا كبيرا من

الدراسة من قبل المهتمين بالنظم البيئية، إلاّ أن العلماء لم يتفقوا على اتجاه تلك التغيرات. فقد اسهم النشاط البشري في التأثير على المناخ التفصيلي للمدن Microclimate مما غير ملامح البيئة الطبيعية وأثر فيها بشكل مباشر، الأمر الذي أدى إلى نشأة الجزر الحرارية داخل المدينة، متأثرة بعوامل عدة أهمها حجم السكان والامتداد العمراني للمدينة، والكثافة التوزيعية لكل منها، وتوزيع استخدام الأرض واختلافه، وما ينعكس من الأسطح الإسفلتية، وما ينبعث من وسائل النقل ومحطات توليد الطاقة في المصانع كافة- من حرارة وغازات وجسيمات عالقة Aerosols، مما ينتج عنه تباين في الميزانية الحرارية للمدينة وتشكيل للجزر الحرارية الحضرية (UHI (Urban Heat Island) .

كما أضحى من السهل إنتاج خريطة دقيقة لدرجة حرارة سطح الأرض -Land Sur face Temperature أو ما يسمى Skin temperature عن طريق مرئيات الأقمار الصناعية؛ وذلك لسهولة الحصول عليها من ناحية، و اتصال السلسلة الزمنية للقياس خلال محمة القمر الصناعية. ومن ناحية أخرى فإن التوزيع غير المنظم لمحطات الأرصاد الجوية، فضلا عن التعقيد الذي ينطوي على اختيار نواة المدينة الحضرية (المرجعية الحرارية لتقدير شدة الجزيرة وحجمها)؛ أدى إلى تباين في القيم المرصودة سواء في محطات الرصد أو الرصد الميداني، مما حدا بالباحثين تطوير مفهوم الجزر الحرارية الحضرية يستبعد مقارنة درجة حرارة المدينة بدرجة حرارة الريف، على أن تتم المقارنة بدرجات حرارة ضواحي المدينة على مختلف عتبات درجة الحرارة، وهذا ما يتم في دراسة الجزيرة الحرارية السطحية للمناطق الحضرية، ولذلك يعتمد البحث الحالي في دراسة تطور الجزر الحرارية على وصف درجة الحرارة وتطورها باستخدام مؤشر SUHI.

هذا ويكتسب هذا البحث أهميته من خلال دراسته لواحدة من أهم الظاهرات المناخية

في الوقت الحالي، إذ تحظى ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية بعدد وافر من المشروعات والأبحاث العلمية على مستوى المدن الكبرى في العالم، كما أن لدراسة هذه الظاهرة في مصر مردود تطبيقي وأثر نفعي كبير في مجالات المناخ والبيئة والتخطيط، إذ يساعد فهم تطور الجزر الحرارية الحضرية على اتخاذ الاحتيطات الواجبة نحو ترشيد استخدام الطاقة واستخدام أمثل للأرض، كما يسهم هذا البحث في وضع حدود فاصلة لتبيان مستويات الجزر الحرارية وأنماطها وسلوكها وما يرتبط بها من مصطلحات.

2 - اهداف البحث :

- إيضاح أهمية الاستشعار عن بعد في رصد ظاهرة الجزر الحرارية السطحية، وتقديم أساس علمي ومنهج لدراسة المشكلات العالمية ومنها ظاهرة الجزر الحرارية.
- اعتماد تعريف محدد للجزر الحرارية السطحية وأنماطها ومستوياتها (مؤشراتها) وما يرتبط بها من مصطلحات.
- قياس تطور شدة الجزر الحرارية السطحية خلال الفترة (2000-2016)
- رصد العوامل المؤثرة على ظاهرة الجزر الحرارية في منطقة الدراسة.

3 - الدراسات السابقة .

يفيد عرض الدراسات السابقة بشكل عام في توجيه الباحث إلى نقاط مهمة تتعلق بالبحث العلمي ومنها : استحداث الأدوات البحثية المناسبة لموضوع الدراسة، واعتماد منهج جغرافي خاص يتناسب مع الموضوع، وأخيرا يفيد عرض الدراسات السابقة في تجنب تكرار ما توصلت إليه الدراسات السابقة. وعلى الرغم من أهمية دراسة ظاهرة الجزر الحرارية وتأثيراتها؛ بيد أن الدراسات العلمية الجغرافية التي تناولت الجزر الحرارية في مصر قد لا تتناسب وأهمية الظاهرة ، وفي العرض التالي عرض للدراسات السابقة التي لها صلة مباشرة بظاهرة الجزر الحرارية :

عبد العزيز عبد اللطيف، 1982، وهي رسالة دكتوراه بعنوان « الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين، دراسة في الجغرافيا المناخية « ، وقد تناولت تلك الدراسة اتجاهات تغير درجة الحرارة بمقاييسها صعوداً وهبوطاً خلال القرن العشرين، كما رصدت التغير طويل المدى لدرجة الحرارة من خلال تمثيل المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة اليومية والعظمى والصغرى خلال الفترة (1900-1975)، كما رصدت دور العوالق الصلبة في تغيير محتوى الغلاف الجوي، الأمر الذي أدى إلى تغير درجة الحرارة .

محمد إبراهيم شرف، 1996 وهي دراسة جغرافية اعتمدت على الرصد الحقل في دراسة التباين المكاني لدرجة الحرارة في مدينة الإسكندرية خلال النهار والليل، وتفسير هذا التباين من خلال التركيب الوظيفي، خاصةً المنشآت الصناعية والمخابز كمصادر للانبعاثات الحرارية.

عبد العزيز عبد اللطيف، 1998 بحث منشور في مجلة الجمعية الجغرافية المصرية بعنوان «التذبذب الحراري الحديث في الإحساء بشرقي المملكة السعودية» فقد استندت تلك الدراسة على علاقة ارتباط التغير الحراري بعدد ساعات سطوع الشمس في إقليم الإحساء، كما تناولت تحليل البيانات المناخية، ورصد اتجاه الذبذبات باستخدام معادلة خط الانحدار .

عبد العزيز عبد اللطيف يوسف، 2000 وهي دراسة جغرافية اعتمدت على الرصد الحقلي لبيان مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة . وقد تبين أن القاهرة تضم مناطق بها ميزة مناخية نسبية، حيث تضم عوامل تلطف من درجة الحرارة بها، وهي الارتفاع (المقطم)، والمتنزهات (حديقة المريلاند) والمسطحات المائية (نهر النيل).

أحمد عبد الحميد الفقي، 2007، وهي رسالة دكتوراه بعنوان « مناخ القاهرة الكبرى « جاءت في خمسة فصول تناول الفصل الأول العوامل المؤثرة في مناخ القاهرة الكبرى،

وتناول الفصل الثاني الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة، إذ أشارت الدراسة إلى أن الإشعاع الشمسي يعد المصدر الوحيد للطاقة في الغلاف الجوي والضابط الرئيسي لإيقاع المناخ على كافة المستويات، بينما تناول الفصلين الثالث والرابع الضغط الجوي والرياح والمظاهر المائية، وأخيرا تلوث الهواء ودوره في قضية الاحتباس الحراري وتغير المناخ.

بدرية بنت محمد عمر، 2007 وهي رسالة دكتوراة بعنوان « الجزيرة الحرارية لمدينة الدام» وقد اعتمدت الباحثة على مرئيات TM ، كما تناولت الدراسة أنماط استخدام الأرض بالمدينة، ثم تحليل لتوزيع درجات الحرارة والجزر الحرارية في مرئيتين ممثلتين للصيف والخريف، وعلاقة ذلك باستخدامات الأرض.

شيماء السيد عبد النبي، 2010 وهي رسالة ماجستير بعنوان « الجزر الحرارية بمدينة الأسكندرية» وقد تناولت الجزر الحرارية في مدينة الإسكندرية اعتمادا على الرصد الحقلي في أربعة أيام ممثلة لفصول العام . وقد عرضت الدراسة لمناخ الإسكندرية والعوامل المؤثرة فيه، ثم أبرزت التركيب الحراري للمدينة في الفصول الأربعة، وتحليل ذلك مكانيا وزمنيا.

وليد عباس عبد الراضي، 2013 وهي رسالة دكتورة من ست فصول، تناول الفصل الأول للأدوات والأساليب المستخدمة في الدراسة مثل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والأساليب الكمية، وناقش الفصل الثاني شدة الجزيرة الحرارية لمجمع القاهرة الحراري، في حين تناول الفصل الثالث عوامل نشأة الجزر الحرارية بينما ناقش الفصل الرابع العوامل المؤثرة في الجزر الحرارية، أما الفصل الخامس فقد ناقش تغير درجة الحرارة وعلاقته بالجزر الحرارية، وأخيرا تناول الفصل السادس بعض المشكلات الناجمة عن الجزر الحرارية وأسايب مواجهتها.

دراسات باللغة الإنجليزية :

Minjie Wang, 2015 «Characterization of Surface Urban Heat Island in the Greater Toronto Area Using Thermal Infrared Satellite Imagery».

وهي رسالة ماجستير عن الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية فوق مدينة تورونتو الكندية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، وقد جاءت الرسالة في ست فصول تناول الفصل الأول أهداف الرسالة وخطتها، وناقش الفصل الثاني الإطار المنهجي للرسالة من خلال تعريف الجزيرة الحرارية ، وأهمية الاستشعار عن بعد في دراسة الجزر الحرارية، بينما تناول الفصل الثالث موقع منطقة الدراسة ومصادر المعلومات، وناقش الفصل الرابع منهجية الدراسة وأدواتها من خلال استعراض المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة وتكاملها مع بيانات الأرصاد الجوية، بينما تناول الفصلين الخامس والسادس أبرز النتائج والتوصيات على الترتيب.

Hung Chak Ho et al, 2015 « A comparison of urban heat islands mapped using skin temperature, air temperature, and apparent temperature (Humid), for the greater Vancouver area».

وهي دراسة مقارنة استخدم فيها الباحثون ثلاث أنماط لدرجة الحرارة لدراسة الجزيرة الحرارية الحضرية لمنطقة فانكوفر الكندية، وقد توصل الباحثون إلى أهمية استخدام نمط درجة الحرارة الظاهرة Apparent Temperature في دراسة الجزر الحرارية في المدن لأنها درجة الحرارة التي يشعر بها الناس، كما اعتمدت الدراسة على مرئيات فضائية من نوع MODIS, Landsat and DEM data

Decheng Zhou et al, 2014 « Surface urban heat island in China›s

32 major cities: Spatial patterns and drivers».

وهي دراسة عنت باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في دراسة الاختلافات المكانية وأنماط الجزر الحرارية لعدد 32 مدينة صينية، وخلصت الدراسة إلى تباين قيم الاختلافات المكانية ما بين درجة حرارة المدن الصينية وضواحيها، كما تبين وضوح الاختلافات الزمانية ما بينقيم قياسات الليل والنهار إذ سجلت مدينة لانرو تباينا ما بين 1.87 - 0.01 (س)، بينما سجلت مدينة شنغهاي تباينا تراوح ما بين 1.95 - 0.35 (س).

Nina Schwarz et al, 2012 « Exploring indicators for quantifying surface urban heat islands of European cities with MODIS land surface temperatures».

وهي دراسة اهتمت بأكتشاف مؤشرات لرصد الجزر الحرارية السطحية لعدد 263 مدينة أوروبية باستخدام مرئيات مودس والاعتماد على درجة حرارة سطح الأرض، وقد قارنت الدراسة ما بين أحد عشر مؤشرا مستخدما في الدراسات السابقة لشدة الجزر الحرارية، وقد خلصت الدراسة بوجوب استخدام الكثير من المؤشرات بالتوازي لرصد شدة الجزيرة الحرارية وتطورها.

Azad Rasul et al, 2015 «Spatial variation of the daytime Surface Urban Cool Island during the dry season in Erbil, Iraqi Kurdistan, from Landsat 8».

اهتمت هذه الدراسة برصد الاختلافات المكانية للجزيرة الباردة الحضرية السطحية لمدينة أربيل خلال موسف الجفاف باستخدام مرئيات لاندسات 8، وقد خلصت الدراسة إلى وجود خلل في توازن الطاقة داخل المدينة وحول هوامشها نظرا لطبيعة السطح الجغرافية، كما أن الأنشطة البشرية ليس لها دور يذكر في التأثير على تطور الجزيرة الباردة لمدينة أربيل لاسيما وأن المدينة من الأقاليم القاحلة، كما عقدت الدراسة عدة علاقات لبيان الاختلافات المكانية بين مناطق متعددة منها مطار أربيل، ووسط البلد، والضواحي .

Philippe Martin et al, 2015 «An alternative method to characterize the surface urban heat island».

وهي دراسة مناخية تبحث في إيجاد طرق جديدة لبيان خصائص الجزيرة الحرارية السطحية في المناطق الحضرية مع التطبيق على مقاطعة كيبيك ومونتيريال في كندا، وقد تناولت الدراسة السبب في البحث عن طرق بديلة، وهو التعقيد الذي ينطوي عليه اختيار نواة المدينة فضلا عن المرجعية الحرارية لتقدير حجم الجزيرة الحرارية، ولقد اعتمدت الدراسة على سلسلة زمنية لدرجة خرارة سطح الأرض خلال الفترة (1984 - 2011) وذلك بالاعتماد على مرئيات فضائية من نوع

Landsat Thematic Mapper (TM) and Enhanced Thematic Mapper Plus(ETM+) from 1984 to 2011 Bin Zhou et al, 2015 «Assessing Seasonality in the Surface Urban Heat Island of London

وهي دراسة تبحث تأثير الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية على مدينة لندن بشكل موسمي وذلك اعتمادا على تكامل بيانات الاستشعار عن بعد والقياسات الميدانية، إذ تم الرصد أربع مرات في اليوم تمثل الفصول الأربعة، واستخدام درجة حرارة سطح الأرض، بالإضافة إلى نموذج مناخي للمدينة Urb-Clim model ، كما تبين من الدراسة أن محاكاة حساسية كثافة الجزر الحرارية للإشعاع الشمسي بالطرق الثلاثة تشير إلى أن التباطؤ من درجة حرارة سطح الأرض، ويمكن أن يعزى بشكل رئيسي إلى التفاوت الموسمي في الإشعاع الشمسي.

Klemen Zakšek et al, 2012 «Downscaling land surface temperature for urban heat island diurnal cycle analysis».

وقد هدفت الدراسة إلى الاعتماد على مرئيات فضائية ذات دقة مكانية وزمانية عالية لدراسة ظاهرة الجزر الحرارية، وقد أشارت الدراسة إلى نتائج الاعتماد على مرئيات فضائية ذات دقة زمنية 5 دقائق مثل مرئيات (SEVIRI rapid scanning) كما أشارت

الدراسة إلى أهمية المقارنة ما بين المرئيات الفضائية ذات الدقة المكانية المنخفضة وهي في ذات الوقت ذات تغطية كبيرة.

YONGMING XU et al, 2015 «Monitoring the Near-surface Urban Heat Island in Beijing, China by satellite remote sensing».

وقد هدفت هذه الدراسة إلى رصد الجزيرة الحرارية فوق بكين باستخدام مرئية فضائية واحدة تم التقاطها يوم 26/ 07/ 2011 من نوع Landsat TM وقد تم تصميم نموذج مناخي لمراقبة شدة الجزية الحرارية الحضرية، وقد أظهرت النتائج زيادة شدة الجزيرة الحرارية في الجزء الشمالي عن جنوب بكين بنحو درجتين بمعامل خطأ قدر 0.87 درجة (س).

C. H. Hardy et al, 2015 «Data and Techniques for studding the urban heat island effect in Johannesburg».

هدفت هذه الدراسة إلى رصد تأثير الجزيرة الحرارية على مدينة جوهانسبرج، فقد أشارت الدراسة أن الغابة الحضرية (10 مليون شجرة) في مدينة جوهانسبرج وحدها قد خففت من تأثير الجزيرة الحرارية داخل المدينة، وهذه النتيجة تم اعتمادها من خلال استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لأكثر من قمر صناعي أهمهم

Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ and ENVISAT AATSR .

Ehsan Sharifi et al, 2015 «Comparative Analysis of Surface Urban Heat Island Effect in Central Sydney».

قامت هذه الدراسة على التحليل المقارن للجزيرة الحرارية السطحية في مدينة سدني الاسترالية، فقد أشارت الدراسة إلى أن مدينة سيدني تشهد تزايد تأثير الجزر الحرارية بسبب مشاريع التنمية الحضرية العديدة وتأثيرات التغيرات في المناخ فقد يتراوح التفاوت الحراري ما بين سيدني وضواحيها ما بين 4 - 10 درجات (س)، كما خلصت الدراسة إلى استمرار الزيادة في درجة الحرارة تأثرا بالموجات الحارة مثلما حدث أعوام 1939، 2004، 2007، 2008، 2009 .

Khaled Abutaleb et al, 2015 «Assessment of Urban Heat Island Using Remotely Sensed Imagery over Greater Cairo, Egypt.»

هدفت هذه الدراسة إلى تقيم الجزيرة الحرارية الحضرية فوق مدينة القاهرة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد من مرئيتين أعوام 2002 و2012 وهي من نوع Landsat ETM+، وقد تبين من نتائج الدراسة أن هناك زيادة في درجات الحرارة خلال الفترة المدروسة تراوحت ما بين 0.5 - 3.5 درجة (س) ومثلت منطقة 15 مايو أقصى ارتفاع في درجة الحرارة.

Islam Abou El-Magd et al, 2016 « Spatial Variability of Urban Heat Islands in Cairo City, Egypt using Time Series of Landsat Satellite Images».

وقد هدفت تلك الدراسة إلى التباين المكاني للجزر الحرارية الحضرية فوق مدينة القاهرة باستخدام السلاسل الزمنية المنتجة من مرئيات الأقمار الصناعية باستخدام مرئيات من نوع Landsat TM/ ETM+ and Landsat8 خلال الفترة (1990 - 2004)، وقد تم تحليل العلاقة بين الجزر الحرارية و مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، ومؤشر التعديل الفرق تطبيع المياه (MNDWI)، وقد تبين أن العلاقة بين LST وNDVI وMNDWI كانت سلبية على النحو التالي 0.8 R2 و 0.57 على التوالي. ومع ذلك، كان الارتباط مع NDBI إيجابي بقوة مع 0.81.

Leiqiu Hu et al, 2013 «The impact of temporal aggregation of land surface temperature data for surface urban heat island (SUHI) monitoring».

وقد هدفت هذه الدراسة إلى أهمية استخدام درجة حرارة سطح الأرض في مراقبة ظاهرة الجزر الحرارية داخل مدينة هيوستن تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية، وذلك باستخدام مرئيات MODIS خلال الفترة (2000 - 2010) وقد تبين من الدراسة أن

هناك تبايناً حرارياً كبيراً لا يرجع بالأساس إلى الأنشطة البشرية بقدر ما هو محاولة مقارنة درجات الحرارة الليلية بدرجات حرارة النهار، لذلك أوصت الدراسة بضرورة تحري الدقة في استخدام السلاسل الزمنية من المرئيات الفضائية.

4 - مصادر البيانات :

اعتمد البحث الحالي في رصد تطور الجزر الحرارية الحضرية على قياس درجة حرارة سطح الأرض LST لمدينة حلوان باستخدام مرئيات مودس Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)، وهي مرئيات لقمرين صناعيين هما Terra (EOS AM) and Aqua (EOS PM) satellites ، وهي مرئيات فضائية ذات دقة مكانية تصلح للمساحات الكبيرة (مدينة حلوان هي أكبر مدن محافظة القاهرة من حيث المساحة والسكان)، فهي 250 متر للطيفين الأول والثاني، 500 متر للأطياف من الثالث وحتى الخامس، 1000 متر لبقية الأطياف، ولكن في نفس الوقت هي مرئيات ذات دقة طيفية كبيرة (36 طيف) Band، كما أنها ذات دقة زمنية كبيرة، فيمكننا الحصول على أربع صور يوميا من خلال القمرين أكوا (الواحدة والنصف ليلا) وتيرا (العاشرة والنصف صباحا). وقد تم استخدام المنتجات

MOD11A1/MYD11A1) and 8-day composite, (MOD11A2/) MYD11A2) MODIS LST products خلال الفترة من الخامس من مارس 2000 إلى العشرين من أغسطس 2016، وقد بلغ عدد المرئيات الفضائية حوالي 6000 مرئية خلال الفصول الأربعة، كما تم الاعتماد على استخراج قيم معامل الإنبات NDVI ، وقيم الإشعاع الأرضي Albedo ، وكذلك خريطة لاستخدام الأرض لمدينة حلوان .

ثانيا : أهمية الاستشعار عن بعد في دراسة الجزر الحرارية :

اتخذت الدراسات المناخية والبيئية منحى يهدف إلى دراسة درجة حرارة سطح الأرض لتطور تقنيات الاستشعار عن بعد بوصفها مؤشر في منتهى الأهمية على عملية الاحتباس الحراري وذلك لمساحة أكبر من المدن الحضرية مع تكاملها مع القياسات الميدانية الأرضية (Fabrizi et al, 2010).

هذا، وتعد مرئيات الاستشعار عن بعد هي المصدر الرئيس لقياس درجة حرارة سطح الأرض LST ولذلك فإن دراسة الجزر الحرارية السطحية في المناطق الحضرية (المدن) تعتمد اعتمادا كليا على البيانات المشتقة من قنوات الأشعة تحت الحمراء-Thermal In frared ، ولم يبدأ التقدم الحقيقي في دراسة الجزر الحرارية الحضرية السطحية SUHI إلا مصاحبا للتطور الكبير في تقنيات الاستشعار عن بعد، فقد حتم الاعتماد على دراسة درجة حرارة سطح الأرض LST بوصفها مؤشر قوي على تغير بعض عناصر المناخ على المدى القريب لاسيما عنصري درجة الحرارة والرطوبة ، كما أنها مؤشر قوي على جودة الهواء وصحته.... إلخ وذلك على مدى الارتباط الوثيق بتطور الدقة المكانية والزمانية للمرئيات الفضائية.

وتوفر بيانات الأقمار الصناعية بيانات في غاية الأهمية والفائدة، إذ تتميز تلك البيانات بثبات تواريخ الرصد Times of satellite platform، بالإضافة إلى تغطية مكانية أكبر، ودورية تسجيل تلك البيانات، بيد أن تلك الدورية تعتمد على الظروف الطقسية للسماء ومدى تغطيتها بالسحب، كما أن درجة الحرارة المقاسة لا تعكس درجة حرارة الهواء بشكل مباشر وإنما درجة حرارة سطح الأرض وهو مؤشر مهم لغاية في دراسة الجزر الحرارية بشكل عام.

وتعتمد دراسة الجزر الحرارية الحضرية السطحية في البحث الحالي على استخدام الأشعة تحت الحمراء Infrared Radiation، لكونها مسؤولة عن معظم التغيرات التي تحدث

في الأحوال الجوية، وهي مصدر الدفء والحرارة على سطح الأرض والغلاف الجوي، وهي أشعة غير مرئية تشغل حوالي 50 % من الطيف الشمسي، وهي تقع ضمن الطول الموجي 0.75 - 100 ميكرون.

وقد بدأ دراسة الجزر الحرارية السطحية عن طريق الماسحات الضوئية للأشعة تحت الحمراء المحمولة جوا أو الماسحات ذاتية الحركة (Roth et al., 1989). ويعد (Rao, 1972) أول من قام بالاعتماد على حزمة الأشعة تحت الحمراء لدراسة الجزر الحرارية، إذ قام باستخدام مرئيات من نوع (Improved TIROS Operational Satel-lite)، وهي ذات دقة مكانية 7.5 كم وهي ضعيفة مقارنة بالآن، غير أن هناك محاولات كثيرة بذلت لتحسين الدقتين المكانية والزمنية من خلال الاعتماد على مرئيات Landsat TM/ETM+, ASTER, and airborne Advanced Thermal and Land Applications Sensor (ATLAS) ولاسيما استخدام الحزمة الحرارية (Thermal Band). وقد استخدم كلا من (Gallo et al., 1993) ، (Roth et al., 1989) الاشعة تحت الحمراء لدراسة درجة حرارة سطح الأرض من خلال الاعتماد على بيانات AVHRR thermal data في بيان مؤشر النبات وعلاقته بتغير درجة الحرارة (nor-malized difference vegetation index NDVI) وذلك في دراستها للولايات المتحدة الأمريكية.

وبالطريقة نفسها حاول الكثير من علماء المناخ اعتماد معادلات لمعايرة الإشعاع الحراري وتحويله إلى درجة حرارة سطح الأرض LST calibrated thermal radiance to، ومنهم كلا من

Schott and Volchol, 1985; Goetz et al., 1995 ; Sobrino and Jime-nez-Munoza, 2004). وقد شهد عام 1960 توفير بيانات دقيقة نوعا ما عن الغلاف الجوي وعناصره وغازاته باستخدام مراقبة الأقمار الصناعية للأشعة تحت الحمراء التلفزيونية Television Infrared Observation Satellite TIROS-1. وقد

شهد عام 1975 اطلاق أول قمر صناعي لدراسة البيئة والغلاف الجوي الثابت بالنسبة لدوران الأرض، وقد قامت المنظمة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي Na-tional Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) بتوفير بيانات هذا القمر وخصوصا ما يرتبط بالآشعة تحت الحمراء وعلاقتها بصحة النبات على سطح الأرض وفي قيعان المحيطات.

كما شهد عام 1972 بداية اطلاق سسلة أقمار Landsat satellites مما جعل دراسة الجزر الحرارية السطحية تمر بمراحل تطورية كبرى وذلك بارتباطه الوثيق بتطور الدقة المكانية والزمنية والطيفية لهذه السلسلة من الأقمار الصناعية، فقد قدمت أقمار The Landsat Thematic Mapper (TM) and Enhanced Thematic Map-per Plus (ETM+) thermal sensors دقة مكانية قدرها (120 m for TM and 60 m for ETM+)، ودقة زمنية 16 يوم لمساحة 185 كم، كما شهد اطلاق The Landsat 8 (LDCM) عام 2013 لنوعين من البيانات المهمة للمشتغلين في الأرصاد الجوية والمناخ وذلك من خلال رصد دقيق لموازنة الاشعاع الصافي عند سطح الأرض باستخدام نوعين من البيانات هما Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)، ثم أعقب ذلك طفرة في الحاجة لطرق ووسائل جديدة لجمع البيانات الرصدية وتنظيم عمليات دراسة الأحوال الجوية من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO وذلك بتسهيل عمليات التبادل السريع للبيانات الرصدية، وتوسيع دائرة التطبيقات في مجال الأرصاد الجوية والمناخ لا سيما المتعلقة بدراسة خصائص الغلاف الجوي ومكوناته.

إن الباحث يعتمد في جمع بياناته من الرصد الأرضي يضطر لتعميم قراراته لتشمل الأماكن البعيدة التي لا يتوفر لها الرصد الالي، بينما لا يضطر مستخدمي البيانات الرقمية لهذا التعميم لأن صور الاقمار الصناعية توفر البيانات لجميع الاماكن في وقت واحد حتى البعيدة منها والنائية كما لا يستطيع الباحث الذي يعتمد في جمع بياناته من الرصد الأرضي

التحلي بالروية أثناء جمع البيانات الاشعاعية والحرارية وبنفس الدقة التي يمتاز بها القمر الصناعي في جمع البيانات لمناطق متفرقة في آن واحد وهذا شرط اساسي لدراسة المفارقات بين الجزر الحرارية وانماطها .

إن الرصد التقليدي يصعب عليه مراقبة حركة الجزر الحضرية وما يتبعها من تغير في ميزان الطاقة الاشعاعي وتغير في أحجام الجزر الحرارية تبعاً للمسببات ويسهل ذلك مراقبة بالأقمار الصناعية، كما أن القرارات البيئية المبنية على دراسة بيانات الصور الفضائية هي قرارات آنية توضع بناء على فهم الكثير من العلاقات بين اشعاع السطح الحضري وأنماط استخدام الارض وتكشف عن التغيرات البيئية الضارة وتساعد على سرعة ازالتها، ويمكن لمرئيات الاقمار الصناعية مراقبة الجزر الحرارية وتطورها واختلاف أحجامها ونطاقات تمركزها وربطها بالأثر البيئي.

ونتيجة لما سبق فقد شهد عام 1999 طفرة في دراسة الجزر الحرارية السطحية نتيجة لزيادة الدقة الطيفية وذلك بتقديم بيانات مناخية عن عناصر الطقس باستخدام Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER))، ولعل ارتباط زيادة الدقة الزمنية (صورتين يوميا)، وزيادة الدقة الطيفية (36 قناه طيفية) للقمر الصناعي Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer (MODIS) دوراً كبيراً في تقدم الدراسات المناخية ومنها دراسة الجزر الحرارية، إذ تتطلب دراسة تطور تلك الظاهرة لمرئيات ذات دقة طيفية وزمنية كبيرة وهو ما حدا بالدراسة الحالية الاعتماد على مرئيات مودس خلال الفترة (2002 - 2016) .

ثالثاً: الجزر الحرارية وما يرتبط بها من مصطلحات

يمكن القول بأن الجزر الحرارية الحضرية UHI ما هي إلا دلالة على تأثير اتساع المناطق الحضرية بأنماطها الحرارية داخل المدينة مقابل المناطق النائية المحيطة بها، وتنقسم إلى نوعين رئيسيين الأول وهو Atmosphere UHI ويتم حساب كثافة الجزيرة وشدتها من خلال بيانات الأرصاد الجوية، أو الرصد المباشر على الأرض (Chow & Roth, 2006; Fast, Torcolini, & Redman, 2005; Karl & Quayle, 1988; Peterson, 2003. أما النوع الثاني فهو Surface UHI وفيها يتم الاعتماد على الطيف الحراري من خلال تقنيات الاستشعار عن بعد (Imhoff et al., 2010; Jin, Dick-inson, et al., 2005; Peng et al., 2012; Voogt & Oke, 2003)

وقد اكتسب النوع الثاني من الجزر الحرارية الحضرية SUHI أهمية كبرى خلال السنوات الأخيرة، وزاد الاعتماد على نتائجها في وصف الجزر الحرارية وتحليلها تحليلا دقيقا، وقياس درجة الحرارة واختلافها داخل المدينة عن المناطق الريفية النائية rural hinterlands؛ نتيجة لسهولة الحصول على المرئيات الفضائية، هذا فضلا لتنوعها تبعا للدقة الزمانية أو المكانية أو الطيفية، بالإضافة إلى الطغطية الكاملة لمساحات كبيرة من مناطق الدراسة

Wall-Wall Coverage (Clinton & Gong, 2013; Imhoff et al., 2010; Jin, Dickinson, et al., 2005; Peng et al., 2012; Tran, Uchihama, & Yasuoka, 2006; Zhang, Imhoff, Wolfe, & Bounoua, 2010).

إن البحث الحالي يعتمد في دراسته للجزر الحرارية السطحية لمدينة حلوان على النوع الثاني، لذلك يجب أن يؤخذ في الاعتبار الفرق ما بين مصطلحي الجزر الحرارية الحضرية (Urban Heat Island (UHI ومصطلح الجزر الحرارية الحضرية السطحية SUHI، إذ يعتمد المصطلح الأول على دراسة درجة حرارة الهواء Air temperature بواسطة

محطات الأرصاد الجوية داخل الكتلة العمرانية أو المجمعات الحضرية وخارجها باستخدام أجهزة قياس مباشرة، وعلى الارتفاعات القياسية طبقا لمعايير المنظمة الدولية للأرصاد الجوية. أما مصطلح SUHI وهو يعتمد على قياس درجة حرارة سطح الأرض Surface Land Temperature (SLT) بوسطة الاستشعار عن بعد، على مستويات تفوق المحطات الأرضية بعشرات الأمتار.

ويستند البحث الحالي على حقيقة مفادها أن عنصر درجة الحرارة له أنماطا حرارية كما أن له مستويات أو طبقات حرارية مميزة، فنجد أن دراسة درجة الحرارة تتناول تلك الأنماط الحرارية، وكل نمط يختلف في مدلوله مثلما يختلف في طريقة قياسه، ومن الأنماط الحرارية (درجة الحرارة اليومية، الفصلية، السنوية، العظمى، الصغرى، القصوى، الدنيا، لمدى الحراري....إلخ)، وقد تكون متوافقة مع الزمن Stationary او قد لا تكون متوافقة مع الزمن Non stationary، وقد تكون درجة حرارة الهواء الملامس للأرض، أو درجة حرارة سطح الأرض على مستوى يلامس طبقة المظلة الحرارية (حسام إسماعيل، 2014، 98).

كما أن لدرجة الحرارة مستويات أو طبقات حرارية تتباين كلا منها في الارتفاع والخصائص الحرارية، ولذلك يمكن تقسيم الطبقات الحرارية إلى الطبقة السطحية Surface layer ، والمظلة الحرارية Canopy layer، وأخيرا طبقة الحدود الحضرية Urban bound-ary layer، ويتضح من استقراء (شكل، 2) أن لدرجة الحرارة ثلاث مستويات أو طبقات حرارية رئيسية، وكل طبقة حرارية لها خصائصها المميزة، إذ يمكن تعريف الطبقة السطحية أنها الطبقة الأرضية ذات الاتصال المباشر بالغلاف الجوي، وتتميز بانها أكثر الطبقات الحرارية حرارة؛ وذلك لامتصاصها كمية كبيرة من الاشعاع الشمسي.

شكل رقم 2 : المستويات (الطبقات) الحرارية القياسية

المصدر (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2008)

أما طبقة المظلة الحرارية فهي الطبقة البينية ما بين الطبقة السطحية ومستوى المجمعات الحضرية، ولا تختلف طبقة المظلة الحرارية عن الطبقة السطحية في الارتفاع فقط، ولكن أيضا بانتقال معظم الحرارة إلى خارجها لذا تعد الطبقة السطحية أكثر حرارة (Wang, 2015). وتتباين طبقة الحدود الحضرية من حيث السمك ما بين أكثر من 1كم أثناء النهار إلى بضعة مئات من الأمتار أثناء الليل، وهي طبقة تعلو الغلاف الجوي، ويتم التبادل الحراري بينها وبين طبقة المظلة الحرارية، كما أنها أكثر الطبقات استقراراً من حيث كمية الحرارة المنقولة داخلها، ويتم توزيعها بالتساوي على نطاق متوسط (Arnfield, 2003). ووفقا لما تقدم فإن الدراسة الحالية تربط ما بين مستويات درجات الحرارة وطبقاتها بأنواع الجزر الحرارية المتكونة نتيجة لارتفاع درجة الحرارة، وعلى هذا يمكن تقسيم الجزر الحرارية إلى جزر حرارية ترتبط نشأتها بالطبقة السطحية (Surface Heat Islands (SHI) ، وجزر حرارية ترتبط نشأتها بطبقة المظلة الحرارية Canopy Layer Heat Islands (CLHI))، وجزر حرارية ترتبط نشأتها بطبقة الحدود الحضرية Boundary Layer Heat Islands (BLHI).

ونتيجة لما تقدم فإن الاختصار (CLHI) يشير إنه الحيز الذي تتشكل فيه الجزر الحرارية الحضرية، أما الاختصار (SHI) فإنه يشير إلى الحيز الذي تتكون فيه الجزر الحرارية الحضرية السطحية محل الدراسة الحالية.

1 - أنماط درجة الحرارة ومؤشراتها :

يعتمد جل المشتغلين في مجالي الأرصاد الجوية والمناخ على اختزال القياسات الكثيرة لموازين الحرارة في صورة متوسطات حرارية لتكوين صورة عامة لدرجة الحرارة سواء أكانت يومية أو شهرية أو سنوية بأنماطها المختلفة (متوسط-عظمى-صغرى-قصوى- دنيا- مدى حراري....إلخ) ؛ بيد أن أحدث الدراسات المناخية تشير إلى أن الدرجات الحرارية التي تسجلها موازين الحرارة تدلنا على الحالة الحرارية وقت القياس، ولا يمكن القول أنها درجة الحرارة التي يشعر بها الناس لأنها صورة مختزلة لمتوسطات حرارية.

ولأن ظاهرة الجزر الحرارية ألقت بظلالها على المجمعات الحضرية في كل دول العالم، وأضحت مرادفا لانخفاض المساحات المنزرعة، وزيادة وتيرة التحضر، وارتفاع أعداد السكان وما يترتب بذلك من زيادة في الأنشطة البشرية؛ فإن الدراسة الحالية تبحث عن تطور الجزر الحرارية في الحضر باستخدام أحد المؤشرات (الأنماط) الحرارية المطلقة، إذ أن لدرجة الحرارة أنماطا تبعا لطريقة القياس والغرض منه.

إن البحث الحالي يعتمد في دراسة الجزر الحرارية داخل مدينة حلوان على إلقاء الضوء على الأنماط الحرارية المستخدمة في رصد شدة الجزر الحرارية وقياسها داخل المدن، ومن ثم اختيار نمط حراري يناسب قياس تطور الجزر الحرارية الحضرية لبعض المدن المصرية.

ولقد بات من الضروري البحث عن مؤشرات أكثر فاعيلية لرصد شدة الجزر الحرارية، وذلك لسهولة فهم آلية التكون وأسبابه ومن ثم فهم السلوك الحراري للجزر الحرارية وديناميكيتها.

ونتيجة لما تقدم، فقد استحدث المناخيون مؤشر درجة الحرارة الواضحة Apparent temperature وهي تعد من من أهم المؤشرات لقياس الجزر الحرارية الحضرية ؛ وذلك لأنها قيمة حرارية تقاس بالفعل، أو يمكن القول أنها درجة الحرارة الفعلية التي يشعر بها الناس داخل الجزيرة الحراية الحضرية-بوصفها مقياس للقيم المتطرفة للحرارة Extreme heat ، كما أنها ليست قيمة حرارية تعبر عن محطة أرصاد - بل أنها قيمة حرارية تم قياسها في وقت معين من اليوم وقد استمر الطقس على تلك الحالة لساعات حول تلك القيمة الحرارية، كما أنها قيمة حرارية فريدة وليست متوسط لمجموعة قراءات .

ومن ناحية أخرى يرتبط هذا المؤشر ارتباطا وثيقا لعدد الوفيات جراء الموجات الحارة المتطرفة. و لدراسة الأمراض والأوبئة في مكان ما نتيجة لارتفاع درجة الحرارة spa-tial epidemiology studies فعادة ما يتم استخدام مؤشر حراري آخر وهو Skin temperature وهو مؤشر على درجة حرارة سطح الأرض LST ومرادف له، ويمكن الحصول على تلك القيمة من خلال بيانات الأقمار الصناعية (Hung Chak Ho et al, 2016). وكان لغياب محطات الرصد الجوي عن بعض المدن، والتوزيع غير المنتظم لبعض محطات الرصد الجوي في المدن الكبرى؛ دافعا للبحث عن مؤشر دقيق لقياس شدة الجزيرة الحرارية الحضرية وحجمها مثل SUHI.

مصطلح الجزر الحرارية السطحية كما اعتمده البحث :

بشكل عام، تعد آلية التكون Mechanisms of formation أحد أهم الاختلافات ما بين الجزيرة الحرارية الحضرية، والجزيرة الحرارية الحضرية السطحية، إذ تنشأ UHI نتيجة للفرق في معدل التبريد الإشعاعي Radiative cooling rate أي انخفاض درجة حرارة الهواء ما بين المناطق الحضرية والمناطق اليفية أثناء الليل، بينما تنشأ SUHI نتيجة اختلاف درجة التسخين السطحي أثناء النهار داخل المنطقة الحضرية وخارجها (Huget et al, 2006).

ووفقا لتقرير حماية البيئة الأمريكي Environmental Protection Agency (EPA, 2008 report) فإن درجة حرارة سطح الأرض LST لها علاقة وثيقة بدرجة حرارة الهوا وتؤثر عليه، لاسيما في المناطق المحصورة ما بين سطح المنطقة الحضرية وطبقة المظلة Canopy layer. ولذلك فإن المقارنة ما بين درجة حرارة الهواء AT ودرجة حرارة سطح الأرض LST هي العامل المحدد للاختلاف ما بين UHI , SUHI، وعادة ما تتأثر درجة حرارة سطح الرض بالمواد العالقة (السطحية)، كما أن درجة حرارة الهواء لا تتغير في وتيرة واحدة (EPA, 2008). وبعيدا عن الاختلافات ما بين UHI , SUHI فإن دراسة الجزيرة الحرارية السطحية داخل المدن تعد من الأهمية بمكان لتحديد السلوكيات الحرارية في المدن، كما أن دراستها يسهم بدور كبير في دراسة مناخ المدن ووصفه وصفا دقيقا. وقد خلص باحثوا المناخ والبيئة أن الجزر الحرارية الحضرية UHI في زيادة تدريجية نتيجة لارتفاع درجة الحرارة العظمى والصغرى ومتوسط درجة الحرارة خلال فترات طويلة من الدراسة في مدن مختلفة من العالم، مع زيادة مفاجئة في شدة الجزيرة UHI Intensity أثناء الليل، وانخفاض أثناء شروق الشمس، وذلك بالمقارنة بدراسات أثناء النهار لنفس الفترات، بالإضافة إلى ارتباط حجم الجزيرة الحرارية الحضرية UHI magnitude بالزيادة السكانية والأنشطة البشرية، وتعد من أهم السمات المميزة لها عن SUHI. كما أن الجزيرة الحررية الحضرية لا تنتمي لنمط التغير الموسمي، بيد أن شدتها غير متساوية Uneven داخل المدينة، لذلك فإن التطور الحضري الكبير مصاحبا لانخفاض المساحة المنزرعة يؤثر في ارتفاع درجة حرارة الهواء.

أما بالنسبة للجزر الحرارية السطحية داخل المدن SUHI فإن نمط التغير الزمني Temporal variation pattern مختلفا تماما، ويكاد يكون عكس ما تشده الجزر الحرارية الحضرية UHI ؛ هذا لأن شدة الجزيرة الحرارية احضرية السطحية

تزداد أثناء النهار وتنخفض أثناء الليل، كما ان الأرتفاع الأقصى لدرجة حرارتها يحدث غالبا بعد بضعة ساعات من الحد الأقصى لدرجة حرارة UHI وذلك وفقا انتائج دراسة حالة مدينة مدريد (Sobrino et al, 2013).

وبالإضافة لما سبق، فإن باحثي المناخ يقومون بقياس شدة الجزيرة الحرارية السطحية SUHI اعتمادا على قياس درجة حرارة سطح الأرض LST، ولذلك فإن SUHI حساسة للعوامل التي تحدد درجة حرارة سطح الأرض مثل (الخصائص الفيزائية للسطوح الحضرية، هندسة الشوارع، الأنشطة البشرية، مؤشرات الغطاء النباتي، كثافة المرور.... إلخ). كما أن SUHI ترتبط ارتباط وثيق باتزان الطاقة Energy balance وتدفق الاشعاع السطحي Surface radiative flux ، بالإضافة إلى الحرارة السطحية المختزنة والتي يتم نقلها بواسطة التوصيل داخل المباني، والتدفق الحراري نتيجة للأنشطة البشرية (Wang, 2009).

وقد قام كثير من علماء المناخ بمقارنة نتائج دراستهم لظاهرة الجزر الحرارية داخل المدن بالاعتماد على مؤشري درجة حرارة الهواء Air Temperature ودرجة حرارة سطح الأرض Land Surface Temperature وقد عرضت نتائجهم في عشرات الابحاث العلمية مفادها أن هناك علاقة قوية بين المؤشرين تصل إلى حد التطابق أثناء النهار، وعلاقة ضعيفة أثناء الليل، وهذا يعزى في المقام الأول إلى استجابة درجة حرارة سطح الأرض السريعة للإشعاع الشمسي، هذا فضلا عن ازدياد تدفقات الطاقة الحرارية من المجمعات الحضرية أثناء الليل، ويمكن أن يتطابقا في ظل مناخ غائم(Prigent et al. 2003; Gallo et al. 2011; Bin Zhou et al, 2016).

ونتيجة لما سبق، يمكن القول أن مصطلح الجزر الحرارية الحضرية السطحية «يشير إلى مدى استجابة الطبقة السطحية للغلاف الجوي ثم تفاعلها مع

مكونات البيئة الحضرية لتشكيل نظام مناخي محلي ترتفع به درجة الحرارة والرطوبة عن المناطق المجاورة (الصحراوية والزراعية). كما أنه يعد المؤشر الأكثر فاعيلية لفهم آلية السلوك الحراري للمدن وديناميكيتها، ووصف أسباب ارتفاع درجة الحرارة سطح الأرض داخل المدن وتحليلها تحليلا دقيقا، وبيان مدى اختلافها مناخيا عن المناطق الريفية النائية، كما أنه مصطلح يتناول بالدرسة الطبقة السطحية ذات الاتصال المباشر بالغلاف الجوي وأسطح الأبنية العمرانية، وهي غالبا ترتفع عن درجة حرارة الهواء بنحو ثلاث درجات أثناء النهار، وخمس درجات أثناء الليل.

رابعا: شدة الجزر الحرارية السطحية وتطورها خلال الفترة (2000 - 2016)

لم تنتهي العقود الثلاث الأخيرة إلا بعد أن شهد العالم ما يقرب من مائة موجة حارة راح ضحيتها عشرات الوفيات ومئات المصابين وإتلاف مئات الأفدنة الزراعية ونقل الكثير من الأمراض والأوبئة (IPCC, 2007) . وقد أشارت الدراسات المناخية الحديثة إلى أن هناك عوامل عدة تؤثر في شدة الجزر الحرارية السطحية بعد تفاعلها مع العناصر المناخية لعل أهمها الأنشطة البشرية داخل المدينة، وحجم المدينة والسكان، واستخدام الأرض فضلا عن مؤشر الإنبات وكمية الألبيدو المنبعثة من الأرض إلى الغلاف الجوي .

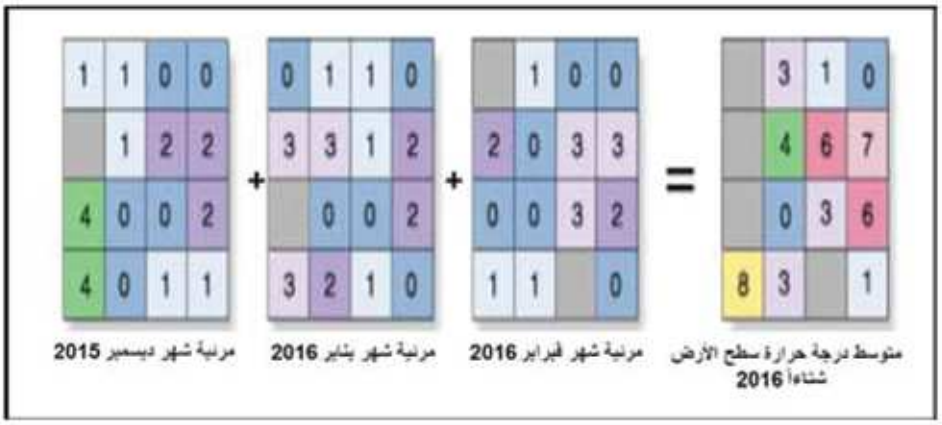
كما أن تردد الإشعاعات المنعكسة بين حوائط المبانى عدة مرات ؛ يؤدى إلى وجود تباينات حرارية كبيرة فوق الواجهات وأسطح المبانى ؛ ويزداد التأخير الزمنى فى ظهور القمة الحرارية للأسطح المختلفة ؛ مما يترتب عليه تباينات معقدة فى الظروف الحرارية فى الشارع الواحد ؛ فالمناطق المتباينة فى ارتفاعات المبانى واختلاف ألوانها تتميز بتدهور البيئة الحرارية بها، على العكس من المناطق المخططة التى تظهر أنماطها الحرارية تجانساً واضحاً – بغض النظر عن النمط الحرارى فى ارتفاعه أوانخفاضه (أحمد الفقى ، 2007 ، ص 63).

ويقصد بتطور شدة الجزر الحرارية السطحية SUHI Intensity في مدينة حلوان دراسة تطور التباين الحراري ما بين درجة حرارة سطح الأرض في مدينة حلوان (حلوان البلد- حلوان المحطة- 15 مايو-التبين- المعصرة- الطروات) ودرجة حرارة سطح الأرض في المناطق المجاورة (الظهير الصحرواي والزراعي) لمدينة حلوان (المعادي- الكريمات- الحوامدية- البدرشين- الشوبك الغربي- كفر العلو- المرازيق) خلال الفترة (2000 - 2016).

هذا، وتتنوع المناطق المتاخمة لمدينة حلوان من الاتجاهات الأربع، إذ يحيط بها بعض المناطق الصناعية شمالاً حيث مصانع أسمنت بورتولاند حلوان في طرة الأسمنت، ومصانع الطوب والحديد والصلب في التبين جنوباً، أما المناطق الصحراوية فتحيطها من جهة الشرق حيث الهضبة السفلية للمقطم ومناطق استخراج الرخام الخام وانتاج الطوب الحراري، أما المناطق الزراعية ونهر النيل فتحيط مدينة حلوان من جهة الغرب، مما يؤكد تباين الغطاء الأرضي وما يتبعه من تباين في المناخ المحلي في مدينة حلوان.

وقد تم الاعتماد على استخدام أداة Cell Statistical ضمن قائمة أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools في برنامج ArcGIS 10.2 وذلك وفقا للنموذج الموضح في (شكل، 3)، فقد تم حساب متوسط قيمة ما تحمله الخلايا في مرئيات مودس احصائيا للوصول مرئية تمثل فصل مناخي، بعد حساب متوسط 90 مرئية لكل فصل على حده، إذ ان مرئيات مودس تتيح الحصول على مرئيتين يوميا، ومن خلال تلك الأداة أمكن الحصول على (متوسط Mean- أعلى Maximum- أقل Minimum- أغلبية Majority- أقلية Minority- متوسط حسابي STD...إلخ) لقيم درجات حرارة سطح الأرض لكل سنوات الدراسة وذلك لرصد تطور الجزر الحرارية السطحية لمدينة حلوان نهارا وليلا.

شكل رقم 1 : النموذج الرياضي لرصد تطور الجزر الحرارية السطحية لمدينة حلوان نهارا وليلا



المصدر: ArcGis Maneual 10.2

وفي التالي عرض موجز للسمات العامة لتطور الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان بالنسبة للمناطق الصناعية في الشمال والجنوب، وبالنسبة أيضا للمناطق الزراعية غرب نهر النيل، تعقبها دراسة تفصيلية للتباين الفصلي لشدة الجزر الحرارية نهاراً وليلاً:-

• تبين عدم وجود نمط فصلي واضح لتطور شدة الجزر الحرارية السطحية وتباينها في عمران مدينة حلوان بالنسبة للمناطق المجاورة لها.

• مثل انعكاس الإشعاع الشمسى دوراً هاماً فى التوازن الإشعاعى والحرارى داخل مدينة حلوان ، إذ تعتمد قيمته على شدة التعرض المباشر لأشعة الشمس وعلى قابلية الانعكاس للأسطح، ومع تباين أشكال السطح فى مدينة حلوان ما بين هامش زراعى داخل الكتلة الحضرية فى الأطراف الغربية من المدينة، وأسطح صحراوية مفتوحه على حدود المدينة الشرقية وجنوبها، علاوة على تباين أنماط الكتلة العمرانية نفسها من حيث التخطيط والارتفاعات ومواد البناء ، يؤدى كل ذلك إلى اختلاف التأثير على الميزانية الإشعاعية ويعتبر ذلك هو العامل المسئول عن الاختلافات الحرارية داخل المدينة وذلك اتفاقا مع دراسة (محمد هاني، 2011، 77).

• تبين ازدياد شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالاتجاه نحو وسط مدينة حلوان وذلك في أغلب فصول السنة ليلا ونهارا، كما تبين انخفاض شدة الجزيرة السطحية بالاتجاه نحو الغرب نتيجة لتكون نطاق من الجزر الحرارية المعتدلة حرارياً على طول نهر النيل والمناطق الزراعية المجاورة له على الضفة الأخري (الحوامدية والبدرشين والمرازيق)، فقد ساعد نهر النيل على خفض درجة الحرارة العظمى خلال فصلي الصيف والربيع، كما ساعد على رفع درجة الحرارة الصغرى هلال فصلي الشتاء والخريف.

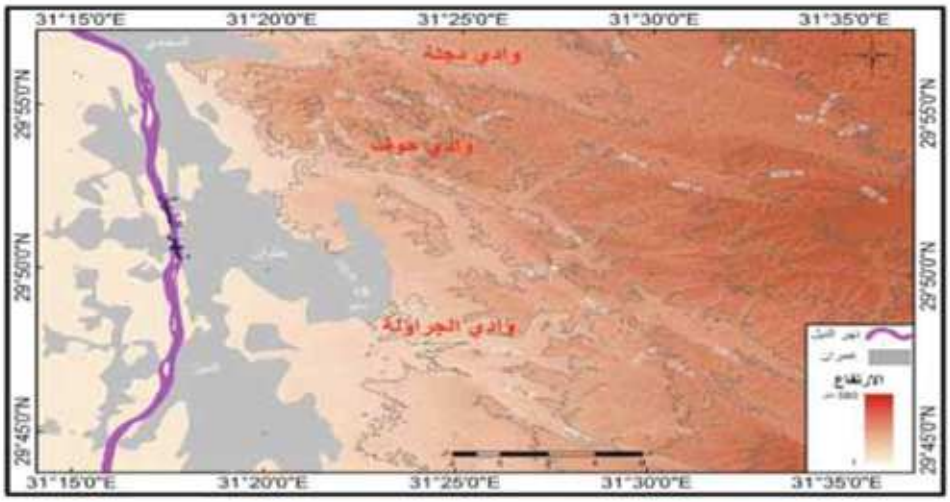
• مثل عمران مدينة حلوان جزيرة حرارية دائمة بالنسبة للظهير الزراعي من جهة الغرب في كل فصول السنة نهاراً، وفي فصلي الصيف والربيع ليلاً، وقد تراوحت قمم شدة الجزيرة الحرارية ما بين (0.9 - 8.5) درجة (س) خلال فترة الدراسة.

• أما بالنسبة للظهير الصحراوي فقد مثل عمران مدينة حلوان جزيرة حرارية خلال فصلي الشتاء والخريف بقمة حرارة مقدارها 5.40 درجة (س)، اما خلال فصلي الصيف والربيع فقد مثل العمران مدينة حلوان جزيرة حرارية سالبة بقيمة حرارية بلغت 4.30 درجة (س).

• تبين أن انخفاض شدة الجزيرة الحرارية على الظهير الصحراوي يرجع إلى زيادة نسبة الألبيدو 65 % نتيجة لاستواء السطح، وشفافية لون الحبيبات، ولطبيعة التكوينات الجيولوجية الجيرية الأيوسينية، وذلك على الرغم من تقطعها بعدد قليل من الأودية الجافة مثل وادي الجراولة ووادي حوف، غير أن السمات الحرارية للتكوينات الجيرية الايوسينية تزيد نسبة المنعكس من أشعة الشمس.

• اسهم الارتفاع النسبي لسطح الأرض في الظهير الصحراوي شرق منطقة الدراسة عن الظهير الزراعي في الغرب بنحو 350 متر (شكل 4). ويدل هذا الفارق في الارتفاع ما بين الظهير الصحراوي في الشرق الزراعي في الغرب على أن الاشعاع الشمسي االساقط على شرق حلوان يقطع مسافة أقل من الساقط على الظهير الزراعي، ومن ثم هو يقطع عمود أقصر من الغلاف الجوي، مما يجعله أقل عرضة للتأثر بالغلاف الجوي ومكوناته انعكاساً أو تشتتاً أو امتصاصاً، وذلك اتفاقاً مع دراسة (وليد عباس، 2014، 58).

شكل رقم 4 : نموذج الارتفاعات الرقمية لمدينة حلوان



1) التباين الفصلي لشدة الجزر الحرارية السطحية نهارا خلال الفترة (2000 - 2016) :

تبين من استقراء بيانات (جدول 1) و(شكلي، 5 6) الكثير من البيانات المهمة يمكن إيجازها في الآتي :-

تبين وصول ذروة الجزيرة الحرارية نهارا بالنسبة للمناطق الصناعية الواقعة شمال مدينة حلوان وجنوبها خلال فصلي الصيف والربيع بشدة بلغت 6.3 ، 6.8 درجة (س) على الترتيب. أما بالنسبة للمناطق الزراعية المتاخمة لغرب مدينة حلوان، فإنها تبلغ ذروتها أيضا خلال فصلي الصيف والربيع ولكن بقيم حرارية أكبر فهي 9.6 ، 8.8 درجة (س) على الترتيب. تبين ارتفاع درجة حرارة سطح عمران مدينة حلوان عن الهامش الزراعي الغربي في كل فصول السنة خلال فترة الدراسة نهارا، وهذا يعني تشكيل جزر حرارية سطحية دائمة تراوحت شدتها ما بين 1.3 درجة (س) خلال شتاء عام 2010، وما بين 7 درجة (س) في ربيع عام 2013، مما يعني أن الفارق الحراري ما بين عمران مدينة حلوان والهامش الزراعي الغربي هو الأقوى على الاطلاق خلال فترة الدراسة وفي كل الفصول.

جدول رقم 1 : تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة حلوان بالنسبة للمناطق الصناعية والزراعية المتاخمة لها نهاراً خلال الفترة (2016 - 2000)

فترة الدراسة	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		فصل الخريف	
	الصناعية	الزراعية	الصناعية	الزراعية	الصناعية	الزراعية	الصناعية	الزراعية
2000	-3.4	2.3	-1.5	5.12	-1.3	5.7	-2.4	4.4
2001	-2.8	2.95	-1.2	2.45	-2.4	3.5	-2.2	6.2
2002	-2.5	3.9	1.3	6.3	1.2	6.3	-1	4
2003	-1.4	2.5	2.4	3.6	1.4	3.9	-1	6.6
2004	-4.2	1.9	2.3	4	1.15	5.8	2.3	5.4
2005	-3.3	3.4	4.3	2.88	-1.2	4.5	4.5	5
2006	-2.8	3.2	4.5	3.6	1.5	6.2	4.6	4.6
2007	2	3.3	5.3	4	4.3	4.2	7.2	3.9
2008	3.75	2.2	2.9	3.66	6.2	4.3	4.6	6.6
2009	4.2	1.9	2.6	5	4.5	4	6.3	2.9
2010	2.95	1.3	4.3	4.2	6	5.5	4.8	6.2
2011	3.2	2.6	3	3.95	0.4	5	6.2	4.9
2012	3.6	1.95	4.2	6.44	5.5	4.9	5.95	3.2
2013	3.75	2.75	2.9	7	4.3	5.4	6.6	3.9
2014	2	4.4	3.8	5.5	5.8	3.9	4.9	4.5
2015	3.8	3.4	5	6.85	3.9	2.9	5.95	3.6
2016	4	4.5	3.75	6.2	4.5	3.4	4.4	4
متوسط	**0.76**	**2.85**	**2.93**	**4.75**	**2.69**	**4.67**	**3.63**	**4.70**

شكل رقم 5 : تطور شدة الجزر الحرارية السطحية نهاراً في مدينة حلوان خلال الفترة (2000 - 2016) فصليا

ويمكن تفسير تكون الجزيرة الحرارية الدائمة لعمران مدينة حلوان نهارا بالنسبة للظهير الزراعي في الغرب من خلال عدة أسباب : يأتي في المقدمة توفر الرطوبة في التربة و الغطاء الأخضر الموجود حول منطقة الدراسة، وهو ما جعل جزء من الإشعاع الشمسي الممتص بواسطة هذه الأسطح الخضراء يستهلك في عملية التبخرنتح، أو ما يطلق عليه تدفق الحرارة الكامنة، دون أن يكون له تأثير حراري. أما في عمران مجمع القاهرة الحضري فإن الإشعاع الشمسي الممتص يوجه بكامله لرفع درجة الحرارة نتيجة تدفقه بالكامل في شكل إشعاع أرضي أو محسوس بسبب انعدام الرطوبة السطحية (وليد عباس، 2013، 71).

هذا بالإضافة إلى عوامل أخرى غير طبيعية تسهم في رفع درجة الحرارة في عمران مدينة حلوان يقتصر توزيعها على مدينة حلوان دون الظهير الزراعي، وهذه العوامل هي : الانبعاثات الحرارية من المصادر البشرية، مثل وسائل النقل، محطات إنتاج الكهرباء، المنشآت الصناعية، إضافة إلى استهلاك الطاقة في المساكن والمناطق التجارية الرئيسية، خاصةً القلب التجاري أو منطقة الأعمال المركزية.

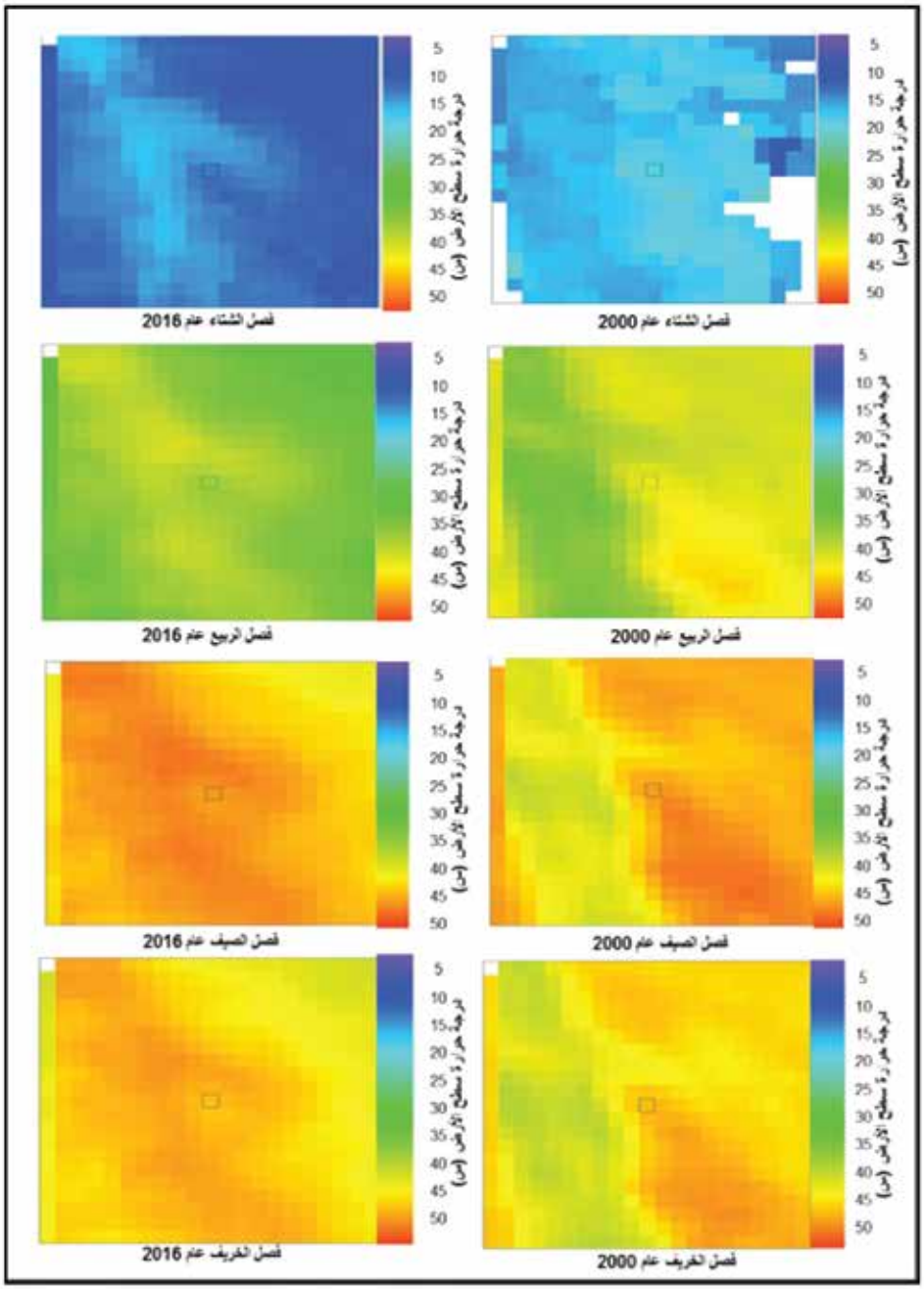
تشير نتائج تطور شدة الجزر الحرارية السطحية لمدينة حلوان إلى انخفاض حراري طفيف لعمران مدينة حلوان بالنسبة للمناطق الصناعية في الشمال والجنوب خلال الفترة (2000 - 2006)، ومن ثم ترتب على ذلك تشكيل جزر حرارية سطحية سالبة على عمران مدينة حلوان، وقد تراوحت شدة الجزر الحرارية السالبة ما بين (-1.4 - 4) درجة (س).

كما تبين ارتفاع درجة حرارة عمران مدينة حلوان عن المناطق الصناعية في الشمال والجنوب في كل فصول السنة بعد عام 2007، ولعل قرار إيقاف 13 خطا لإنتاج الاسمنت الرطب شديد التلوث بعد انتهاء عمرها الافتراضى، ووضع فلاتر لباقى الخطوط التى ما زالت تعمل، وهى مطورة بحيث لا تلوث البيئة إلا فى الحدود المسموح بها، فضلا عن إنشاء حدائق شجرية داخل هذه المصانع لتحسين البيئة بها ومقاومة التلوث في نهاية عام 2006 ؛ كان لها نتيجة إيجابية في تخفيض حجم الانبعاثات وبالتالي انخفضت درجة حرارة سطح الأرض في المناطق الصناعية .

بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية في فصل الشتاء حوالي 0.8 درجة (س) بالنسبة للمناطق الصناعية الجنوبية، وهي قيمة تعبر عن جزيرة حرارية غير مؤثرة Near Absent UHI وذلك لارتفاع متوسط درجة حرارة سطح الأرض في المناطق الصناعية إلى 14.5 س، بينما بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية للهامش الزراعي الغربي حوالي 3 درجة (س) خلال شتاء فترة الدراسة، وهذا يعني أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض في المناطق الزراعية قد بلغ 12.3 درجة (س).

كما تباينت شدة الجزر الحرارية السطحية بالنسبة للمناطق الصناعية خلال شتاء فترة الدراسة ما بين (-4.20 - 4.2) درجة (س)، وذلك خلال عامي 2004 ، 2009 على الترتيب. بينما تباينت شدة الجزر الحرارية السطحية بالنسبة للمناطق الزراعية ما بين (1.3 - 4.5) درجة (س)، وذلك خلال عامي (2010 - 2016) على الترتيب.

شكل رقم 6 : التباين الفصلي لدرجة حرارة سطح عمران مدينة حلوان نهاراً بين عامي (2000، 2016)



أما في فصل الربيع فقد بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية حوالي (2.93) درجة (س) بالنسبة للمناطق الصناعية الجنوبية، أما بالنسبة للمناطق الزراعية غربا فقد بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية حوالي (4.75) درجة (س). وقد تبين أن تباين شدة الجزر الحرارية بالنسبة للمناطق الصناعية في فصل الربيع تراوح ما بين (- 1.5 - 5.3) درجة (س)، وقد سجلا في عامي (2000، 2007) على الترتيب.

أما بالنسبة للظهير الزراعي فقد تراوحت شدة الجزر الحرارية ما بين (2.45 - 7) درجة (س)، وقد سجلا في ربيع عامي (2001 ، 2013) على الترتيب، وهذا يعني سيادة ظاهرة الجزر الحرارية السطحية في عمران مدينة حلوان بالنسبة للمناطق الصناعية وكذلك بالنسبة للهامش الزراعي وقد بلغت ذروتها عام 2013 بجزيرة حرارية شدتها 7 درجة (س).

وشهد فصل الصيف ارتفاع درجة حرارة سطح منطقة الدراسة تبعا لحركة الشمس الظاهرية نحو الشمال، إذ تتعامد الشمس على مدار السرطان (جنوب منطقة الدراسة 800 كم)، فيزداد متوسط درجة الحرارة ليصل إلى 36 درجة (س)، ومن ثم تتشكل جزر حرارية سطحية موجبة طوال فترة الدراسة خلال فصل الصيف بالنسبة للمناطق الزراعية، أما بالنسبة للمناطق الصناعية المتاخمة لعمران مدينة حلوان فقد شهدت بعض الجزر الحرارية السطحية السالبة خلال أعوام (2000، 2001، 2005) نتيجة لارتفاع متوسط درجة حرارة المناطق الصناعية صيفا بمتوسط حراري بلغ (2.3) درجة (س) .

ولعل الانتشار المكثف للصناعة وشدة التداخل بينها وبين الاستخدامات السكنية بمدينة حلوان، وراء ارتفاع درجة الحرارة وإخفاق قدرة الأنظمة البيئية في استمرار خاصية التنقية الذاتية، نتيجة تزايد أحمال التلوث الصناعي، فضلا عن ضعف نصيب المنطقة من الإشعاع الشمسي، نتيجة تركز ملوثات المصانع قرب سطح الأرض وفي العمود الرأسي الصاعد إلى الطبقات العليا بالغلاف الجوي، إذ يساعد سكون الرياح على زيادة زمن بقاء الملوثات العالقة بالهواء، فتمنع وصول كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي. وبذلك تزداد أوقات بقاء الضباب الدخاني فوق المنطقة في أوقات كثيرة من السنة (حمدي هاشم، 2012).

أما فصل الخريف فقد شهد سيادة جزر حرارية موجبة لارتفاع درجة حرارة عمران مدينة حلوان عن المناطق الزراعية بحوالي 5 س خلال فترة الدراسة (2000 - 2016)، وقد تراوحت شدة الجزر الحرارية ما بين (2.9 - 6.6) درجة (س) سجلت أعوام 2009 ، 2003 على الترتيب. وعلى الجانب الآخر، فقد بلغ متوسط شدة الجزر الحرارية السطحية بالنسبة للمناطق الصناعية حوالي (4) درجة (س)، وقد تراوحت شدة الجزيرة ما بين (-2.4 - 6.6) سجلت أعوام 2000 ، 2012 على الترتيب، كما شهد فصل الخريف تشكيل بعض الجزر الحرارية السالبة خلال الأعوام (2000، 2001، 2002، 2003) بمقدار بلغ متوسطه حوالي درجتان.

2) التباين الفصلي لشدة الجزر الحرارية السطحية ليلا خلال الفترة (2000 - 2016)

تبين من استقراء بيانات (جدول، 2) و(شكلي، 7، 8) الكثير من البيانات المهمة يمكن إيجازها في الآتي :-

تصل ذروة الجزيرة الحرارية ليلا بالنسبة للمناطق الصناعية الواقعة شمال مدينة حلوان وجنوبها خلال فصلي الصيف والخريف، بشدة بلغت 7.9 ، 9.6 درجة (س) على الترتيب. أما المناطق الزراعية المتاخمة لغرب مدينة حلوان، فقد بلغت قيمها الحرارية 8.4 ، 8.7 درجة (س) على الترتيب.

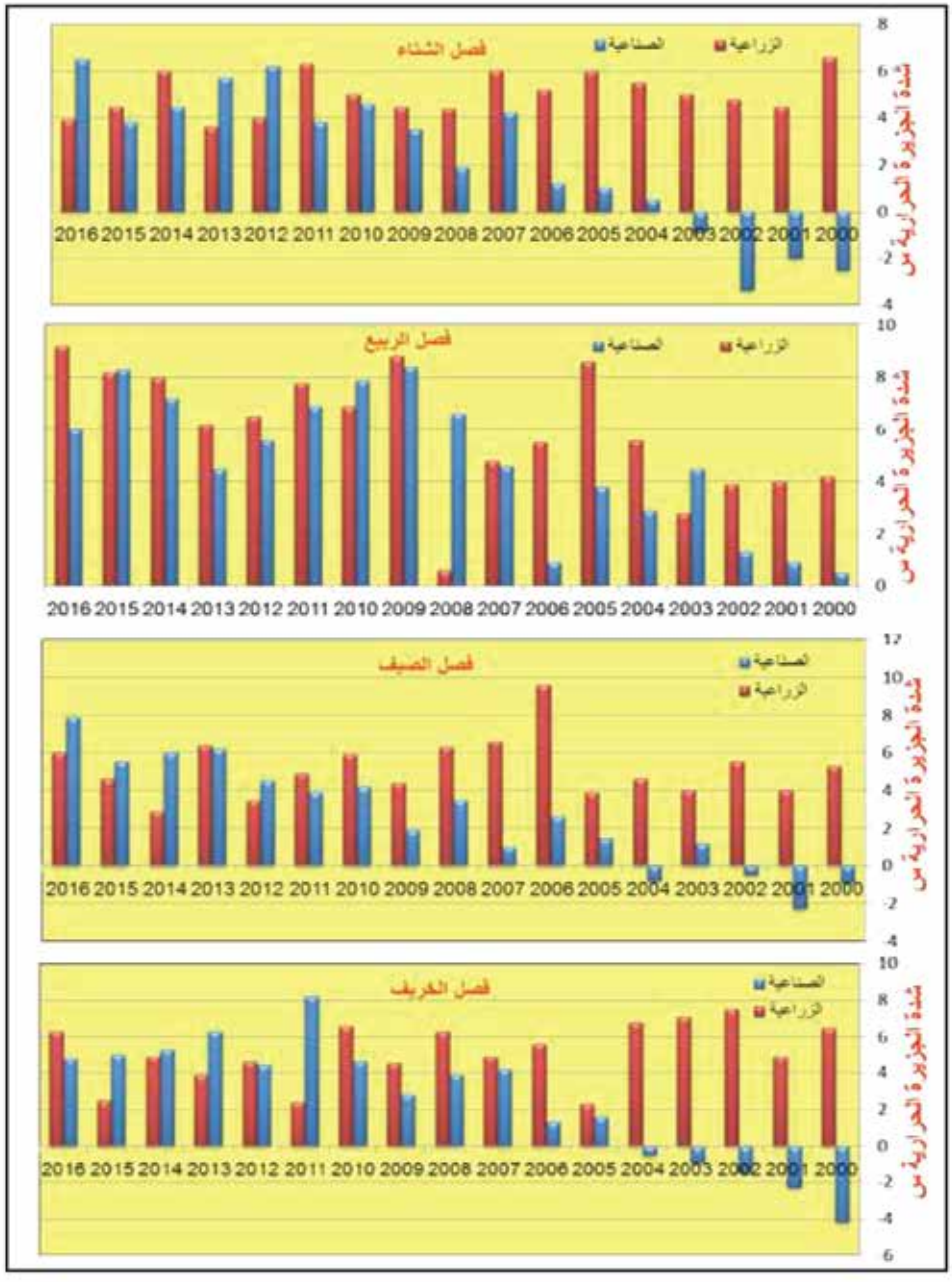
بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية في فصل الشتاء حوالي (2.27) درجة (س) بالنسبة للمناطق الصناعية الجنوبية، وهي قيمة تعبر عن جزيرة حرارية متوسطة القوة، لارتفاع متوسط درجة حرارة سطح الأرض في المناطق الصناعية إلى 13.3 درجة (س)، بينما بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية للهامش الزراعي الغربي حوالي (5) درجة (س) خلال شتاء فترة الدراسة، وهذا يعني أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض في المناطق الزراعية قد بلغ 14.3 درجة (س). وقد تباينت شدة الجزر الحرارية السطحية

بالنسبة للمناطق الصناعية خلال شتاء فترة الدراسة ما بين (-3.40 - 6.5) س وذلك خلال عامي 2002، 2016 على الترتيب. بينما تباينت شدة الجزر الحرارية السطحية بالنسبة للمناطق الزراعية ما بين (3.6 - 6.6) درجة (س) وذلك خلال عامي (2013 - 2000) على الترتيب.

جدول رقم 2 : تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة حلوان بالنسبة للمناطق الصناعية والزراعية المتاخمة لها ليلا خلال الفترة (2000 - 2016)

فترة الدراسة	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		فصل الخريف	
	الصناعية	الزراعية	الصناعية	الزراعية	الصناعية	الزراعية	الصناعية	الزراعية
2000	2.5-	6.6	0.5	4.2	0.9-	5.3	4.2-	6.5
2001	2-	4.5	0.9	4	2.3-	4	2.3-	4.9
2002	3.4-	4.8	1.3	3.9	0.5-	5.5	1.5-	7.5
2003	0.9-	5	4.5	2.8	1.2	4	0.9-	7.1
2004	0.5	5.5	2.9	5.6	0.8-	4.6	0.5-	6.8
2005	1	6	3.8	8.6	1.5	3.9	1.6	2.3
2006	1.2	5.2	0.9	5.5	2.6	9.6	1.3	5.6
2007	4.2	6	4.6	4.8	1	6.6	4.2	4.9
2008	1.9	4.4	6.6	0.6	3.5	6.3	3.9	6.3
2009	3.5	4.5	8.4	8.8	1.9	4.4	2.8	4.5
2010	4.6	5	7.9	6.9	4.2	5.9	4.6	6.6
2011	3.8	6.3	6.9	7.8	3.9	4.9	8.2	2.4
2012	6.2	4	5.6	6.5	4.5	3.5	4.4	4.6
2013	5.7	3.6	4.5	6.2	6.2	6.4	6.3	3.9
2014	4.5	6	7.2	8	6	2.9	5.3	4.9
2015	3.8	4.5	8.3	8.2	5.5	4.6	5	2.5
2016	6.5	3.9	6	9.2	7.9	6	4.8	6.3
متوسط	**2.27**	**5.05**	**4.75**	**6.33**	**2.67**	**5.20**	**2.53**	**5.15**

شكل رقم 7 : تطور شدة الجزر الحرارية السطحية ليلاً في مدينة حلوان خلال الفترة (2000 - 2016) فصلياً



أما في فصل الربيع فقد بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية حوالي (4.75) درجة (س) بالنسبة للمناطق الصناعية، أما بالنسبة للمناطق الزراعية غربا فقد بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية حوالي (6.33) درجة (س). وقد تبين أن تباين شدة الجزر الحرارية بالنسبة للمناطق الصناعية في فصل الربيع تراوح ما بين (0.5 - 8.4) درجة (س)، وقد سجلا في عامي (2000 ، 2009) على الترتيب. أما بالنسبة للظهير الزراعي فقد تراوحت شدة الجزر الحرارية ما بين (2.8 - 9.2) درجة (س) وقد سجلا في ربيع عامي (2003 ،2016) على الترتيب، وهذا يعني سيادة ظاهرة الجزر الحرارية السطحية في عمران مدينة حلوان بالنسبة للمناطق الصناعية وكذلك بالنسبة للهامش الزراعي وقد بلغت ذروتها عام 2016 بجزيرة حرارية شدتها 9.2 درجة (س).

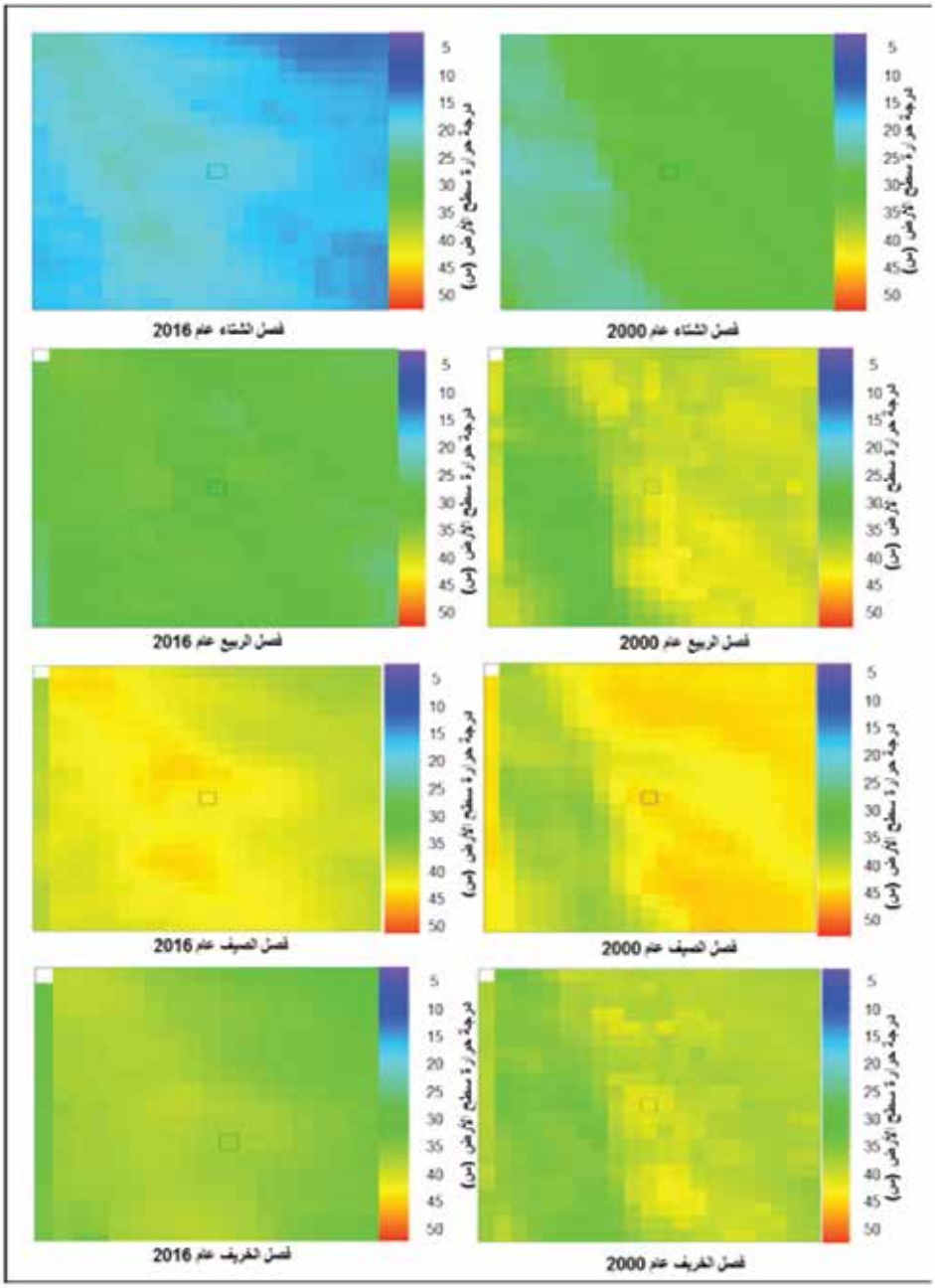
بلغ متوسط شدة الجزيرة الحرارية السطحية في فصل الصيف حوالي (2.67) س بالنسبة للمناطق الصناعية ، أما بالنسبة للمناطق الزراعية فقد ارتفع متوسط شدة الجزيرة الحرارية إلى (5.20) درجة (س). وقد تباينت شدة الجزر الحرارية السطحية بالنسبة للمناطق الصناعية خلال صيف فترة الدراسة ما بين (-2.30 - 6.9) س وذلك خلال عامي 2003، 2016 على الترتيب. بينما تباينت شدة الجزر الحرارية السطحية بالنسبة للمناطق الزراعية ما بين (2.9 - 9.6) درجة (س) وذلك خلال عامي (2006 - 2014) على الترتيب.

أما في فصل الخريف فقد بلغ متوسط شدة الجزر الحرارية (2.53 - 5.15) س بالنسبة للمناطق الصناعية والزراعية على الترتيب، وقد تراوحت شدة الجزر الحرارية بالنسبة للمناطق الصناعية ما بين (- 4.20 - 8.2) درجة (س) سجلت أعوام 2000، 2011 على الترتيب. وعلى الجانب الآخر، فقد تراوحت شدة الجزيرة ما بين (2.4 - 7.5) سجلت أعوام 2011، 2002 على الترتيب، كما شهد فصل الخريف تشكيل بعض الجزر الحرارية السالبة خلال الأعوام (2000، 2001، 2002، 2003، 2004) بمقدار بلغ متوسطه حوالي ثلاث درجات بالنسبة للمناطق الصناعية.

ويتضح من التحليل السابق تمثل مصطلح الجزر الحرارية الحضرية في مدينة حلوان أيما

تمثيل، إذ تبين أن درجة حرارة عمران مدينة حلوان دائما ما تكون أعلى من المناطق الزراعية في الغرب نهارا وليلا وفي كل فصول السنة خلال الفترة (2000 - 2016)، وينطبق الأمر على علاقة عمران مدينة حلوان بالمناطق الصناعية في الشمال والجنوب، بيد أن الفترة (2000 - 2006) قد شهدت تشكيل جزر حرارية سالبة نتيجة لارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بهذه المناطق الصناعية، فقد أدى تركز ملوثات المصانع قرب سطح الأرض وفي العمود الرأسي الصاعد إلى الطبقات العليا بالغلاف الجوي لمدينة حلوان، كما ساعد سكون الرياح على زيادة زمن بقاء الملوثات العالقة بالهواء، الأمر الذي يمنع وصول كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، وبذلك تزداد أوقات بقاء الضباب الدخاني فوق مدينة حلوان، فضلا عن انخفاض نسب سقوط الامطار مما يؤدي في النهاية إلى تشكيل جزر حرارية حضرية داخل مدينة حلوان، يتبعها حدوث التحولات الكيميائية شديدة الضرر بالبيئة الحيوية والحضرية ولاسيما في شرق مدينة حلوان وجنوبها.

شكل رقم 8 : تطور شدة الجزر الحرارية السطحية ليلاً في مدينة حلوان بين عامي (2000، 2016) خلال الفصول الأربعة



خامسا: العوامل المؤثرة في الجزر الحرارية السطحية.

يؤثر فى مناخ المدينة مجموعة من العوامل التى تساعد فى تحديد ملامحه وتجعل من مناخها متميزاً عن غيره من مناخ بعض المدن، كما يعد مناخ المدن هو محصلة للنمو الحضرى الذى قد يتسم بالتميز النسبى عن المركب المناخى الإقليمي، لأنه يعد محصلة خصائص موقعها وموضعها ومظاهر السطح وتوزيع استخدامات الأرض بها ، وتباين أنماط النشاط البشرى بين نطاقاتها.

وقد ازداد اهتمام علماء المناخ في السنوات الأخيرة بدراسة تأثير الحرارة وتلوث الهواء على مناخ المدن الناتج عن مجموعة من العوامل أهمها تغير استخدام الأرض الذي أدى إلى زيادة امتصاص الأشعة الشمسية وبالتالي زيادة التخزين للحرارة فضلا الحرارة المضافة من داخل المباني نتيجة التدفئة بالإضافة إلى انخفاض معدلات التبخر وزيادة تلوث الهواء، مما انعكس على مناخ المدن بارتفاع درجة حرارتها بالنسبة للمناطق المجاورة لها سواء الأحياء الهامشية فيها أو الريف المجاور، ولعل أهم ما يلفت الانتباه هو تأثير الجزر الحرارية على عناصر المناخ المختلفة مثل الإشعاع والحرارة والأمطار والرياح، ومما يلاحظ في هذه الدراسة إن تأثيرها على هذه العناصر يتفاوت ما بين الزيادة والنقص.

هذا، ويتم دائما تطوير المناطق الحضرية ، وتحدث تغييرات في البيئة الطبيعية لتحل غيرها المباني و الطرق، وغيرها من الهياكل الأساسية التي تحل محل لأراضي المفتوحة والغطاء النباتي، والأسطح التي كانت نفاذية وتتبادل الحرارة مع الهواء اصبحت جافة وغير منفذة للماء ، وبالتالي تسبب هذه تغييرات في المناطق الحضرية لتصبح أكثر دفئا من الريف و المناطق المحيطة بها ليتم تشكيل «الجزيرة الحرارية (EPA, 2008).

كما تعتمد الجزيرة الحرارية التي تولدها المدينة بصورة مباشرة على المساحة الكلية المغطاة بالمواد ذات القابلية الكبيرة على امتصاص الحرارة وخزنها مثل الاسفلت ، والحجر ، فمعظم هذه المواد لا تتميز بقابلية انعكاسية جيدة ، أي ان نسبة ما تعكسه من الاشعة الحرارية قليل نسبيا، بالاضافة الى ضغط التربة تحت الطرق والساحات لزيادة قوة تحملها يؤدي الى

زيادة سعتها التخزينية للحرارة بدرجة كبيرة (خضير الخفاف، 1990، 83).
وبناء على ما سبق، فإنه يمكن تقسيم العوامل المؤثرة في الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان إلى عاملين رئيسيين هما العوامل طبيعية المنشأ (الخارجية) والعوامل بشرية المنشأ (داخل المدينة)، ويندرج تحت كل منهما الكثير من العوامل التي تحدد ملامح المناخ المحلي لمدينة حلوان نتيجة للتأثير المتبادل بينهم.

1 - العوامل طبيعية المنشأ :

وهى مجموعة العوامل تسهم في تحديد ملامح المناخ المحلى مدينة حلوان وتتمثل فى الموقع الجغرافي والفلكي، مظاهر السطح وعناصر المناخ
(الاشعاع الشمسي، درجة الحرارة، الرياح، المطر، السحب).

أ- موقع مدينة حلوان :

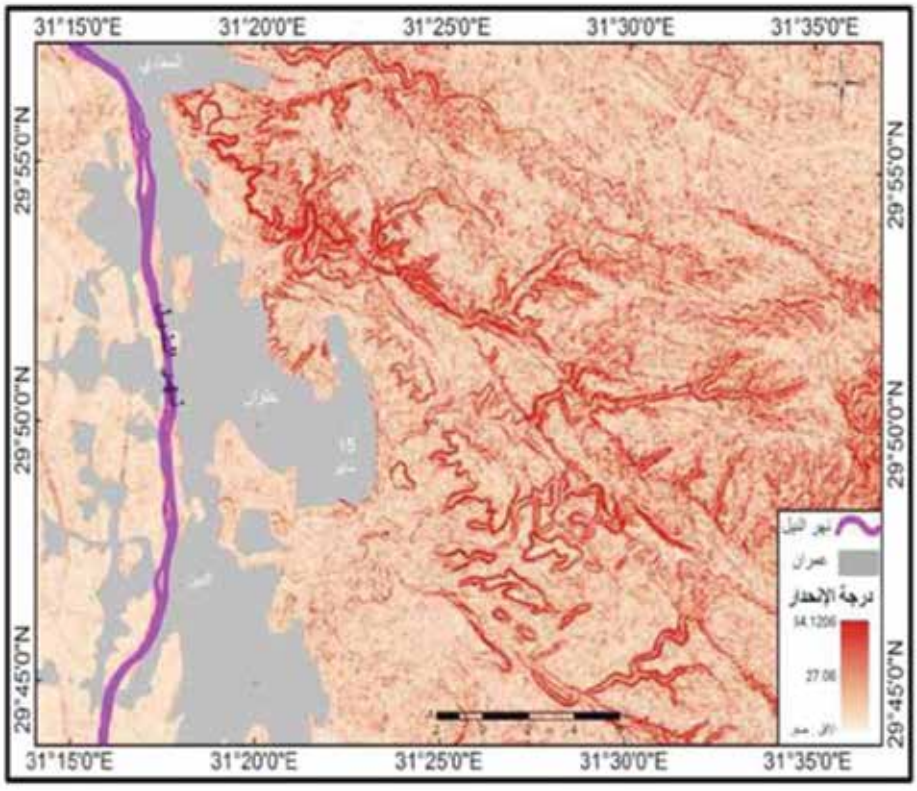
تقع مدينة حلوان ما بين دائرتي عرض 55َ °29 - 45َ °29 شمالاً وبين خطي طول 35َ °31 - 15َ °31 شرقا ، ولذلك فهي من الوجهة المناخية تقع ضمن اقليم المناخ الصحراوي ويرمز له طبقا لتصنيف كوبن بالرمز BWh ، ومن سماته ارتفاع درجة حرارة الصيف والربيع واعتدال درجة حرارة الشتاء والخريف، مع اتساع المدى الحراري اليومي، وزيادة نسبة الرطوبة لمحازاه نهر النيل لمدينة حلوان من الغرب، وانخفاض التساقط المطري، وهبوب الرياح المحملة بالغبار الدخاني من مداخل المصانع والرمال من الصحراء الغربية.
ومن الوجهة الجغرافية- تقع مدينة حلوان جنوب محافظة القاهرة، على الطرف الشرقي لنهر النيل، تحدها هضبة المقطم من جهة الشرق، ونهر النيل من جهة الغرب، ومدينة الكريمات وهي تابعة لمحافظة بني سويف في الجنوب، ويصل أقصى امتداد لمدينة حلوان لنحو 42 كم، ويتراوح اتساعها ما بين 4 - 8 كم، وعلى ذلك تبلغ مساحة مدينة حلوان زهاء 100.000 كم2، أما المساحة المأهولة بالفعل فلا تتجاوز 25.000 كم2 أي ما يعادل 25 % من

مساحتها الإجمالية، وقد بلغ عدد سكانها طبقا لتعداد 2006 حوالي 650.000 نسمة.
وبحكم جوار نهر النيل لمدينة حلوان فإنه يعد عاملا ملطفا لدرجة الحرارة ليلا ونهارا، حيث تنقل الرياح الشمالية السائدة هذا التأثير إلى مدينة حلوان، يعمل على زيادة نسبة الرطوبة وخاصة فى المناطق التى تجاوره ، كما أنه يعتبر من مناطق الاعتدال المناخى داخل المدينة لتكون جزر حرارية معتدلة على سطحه ولاسيما وهو يتسع إلى نحو 1300 متر غرب مدينة حلوان.

ب - مظاهر السطح :

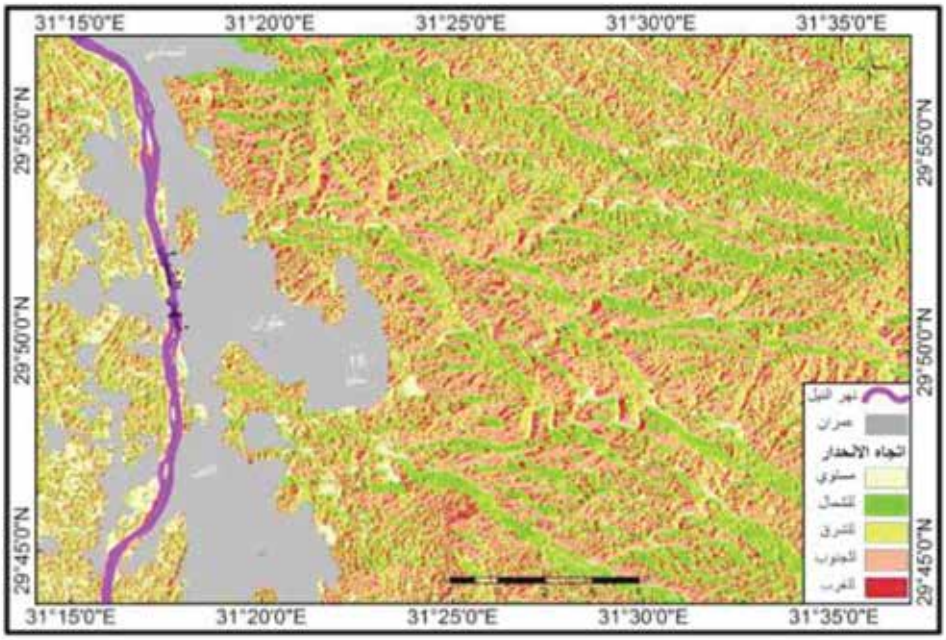
تقع منطقة الدراسة على الجانب الشرقي من نهر النيل، حيث يعد نهر النيل الحد الغربي لها، ويحدها من الشرق هضبة المقطم الأيوسينية، تقطعها بعض الأودية من الشمال إلى الجنوب (وادي دجلة، وادي حوف، وادي الجراولة)، تتسم مدينة حلوان بالاستواء بوجه عام، حيث يمتد أكثر من 60 % من مدينة حلوان على منسوب 25 متر أو أقل فوق منسوب سطح البحر، يزداد الارتفاع في المنطقة الصحراوية الشرقية، إذ تضم المنطقة ارتفاعات متباينة تتراوح بين 25 و 300 متر فوق مستوى سطح البحر.
ويتبين من دراسة نموذج الارتفاعات الرقمية لمدينة حلوان أنها تتميز بالاستواء الشديد، إذ تقع معظم أحياء مدينة حلوان 75.5 % ما بين (صفر - 8) درجة انحدار، باستثناء مدينة 15 مايو التي تقع على انحدارات تتراوح ما بين (10 - 25) درجة انحدار (شكل 9).

شكل رقم 9 : درجات انحدار مدينة حلوان والمناطق المجاورة
(الصحراوية والزراعية)



أما بالنسبة لاتجاهات الانحدار فقد تبين أن اتجاه الشمال استحوذ على نحو (42 %) من اتجاهات الانحدار بالمنطقة، في حين بلغت الانحدارات في اتجاه الغرب والجنوب والشرق نحو (18، 15، 35) على الترتيب (شكل 10).

شكل رقم 10 : اتجاهات انحدار مدينة حلوان والمناطق المجاورة (الصحراوية والزراعية)



تبلغ مساحة المناطق المستوية في مدينة حلوان نحو 9650 كم2 ، وتمثل 75.5 ٪ من المساحة المأهولة، إذ تشغل معظم الأراضي الممتدة من نهر النيل وحتى نطاق أقدام هضبة المقطم، وتتركز هذه المناطق بشكل واضح في معظم أراضى السهل الفيضي التي تتوزع في نطاق شريطي يمتد من الغرب إلى الشرق وتشغله المناطق العمرانية القائمة.

ويسهم استواء سطح المدينة يسمح بتوغل الرياح المحملة بالرمال والغبار من جهة الغرب والشمال الغربى والشمال باعتبارها أهم الاتجاهات التى تهب منها الرياح طوال العام،كما تتباين أهمية نهر النيل في تلطيف درجة الحرارة على المستوى اليومي والسنوي ، لأن انخفاض درجة حرارة المسطح المائي لنهر النيل عن بقية الاستخدامات الأرضية تكون أوضح خلال النهار عن الليل.

ويشير (إسماعيل، 1969) إلى أن درجة حرارة مياه نهر النيل تكون عادة أدفأ من درجة حرارة المدن المطلة عليه فى الشتاء وأقل حرارة فى الصيف ، بما يسمح بحدوث نسيم لطيف فى الصيف يخفف من درجة حرارة الشريط الضيق الذى يحاذى النهر ويطل عليه فى المدينة (إسماعيل ، 1969 ، 112) كما أن لنهر النيل دور مهم فى التأثير فى درجات الحرارة من خلال انخفاض درجات الحرارة العظمى خلال الصيف، فى حين ترتفع درجات الحرارة الصغرى خلال الشتاء بالقرب من النهر عنها فى المناطق الصحراوية (محمد هاني، 2012، 35) نقلا عن (سالم، 2000، 47).

ج - عناصر المناخ :

تعد عناصر المناخ من العوامل الرئيسية المحددة لشدة الجزيرة الحرارية، ومدى تجانس أو تباين تركيبها الحراري الداخلي لاسيما في المجمعات الحضرية ذات المساحة الكبيرة، إذ تسجل المدن الكبرى قيم كبيرة لشدة الجزر الحرارية خلال فصل الصيف والربيع كما هو الحال في مدينة حلوان تأثرا بحركة الشمس الظاهرية ابتداء، بيد أن تأثير عناصر المناخ يضعف داخل المدن الصغيرة، لتأثرها بالمناخ المحلي الذي صنعته الأنشطة البشرية ممثلة في الانبعاثات الحرارية.

ويؤكد (وليد عباس، 2013) أن تأثير الإشعاع الشمسي في التركيب الحراري لعمران مدينة القاهرة أكثر تباينا في الصيف عن الشتاء، حيث يصل الانحراف المعياري للتدفق الإشعاعي الحراري في الصيف إلى 0.35 وات / متر2 ، ويقل في الشتاء إلى 0.26 وات/متر2. أي أن تباين التركيب الحراري في عمران جنوب القاهرة (حلوان) يزيد في الصيف عن الشتاء بنحو الثلث تقريبا (34.6 ٪)، ويتفق ذلك مع زيادة الإشعاع الكلي من الشتاء إلى الصيف، وإن كانت الزيادة هنا بنسبة أكبر، تتعدى المرة و النصف (170 ٪).

كذلك تزيد قوة الجزيرة الحرارية لعمران القاهرة بالنسبة لظهيره الزراعي من 0.19 وات /متر2 في الشتاء إلى 0.45 وات /متر2 في الصيف، بزيادة تقدر بنحو مرة وثلث، وهي زيادة أكثر اتساقا مع الزيادة في الإشعاع الكلي من الشتاء إلى الصيف (وليد عباس، 2013، 172).

أما عن تأثير درجة الحرارة فقد تبين من استقراء بيانات جدولي (2،1) أن الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة حلوان تصل لذروة قوتها خلال فصلي الربيع والصيف نهارا وليلا لارتفاع درجة الحرارة، وتقل قوتها خلال فصلي الخريف والشتاء، ويعزى هذا إلى ان مدينة حلوان تتعرض خلال شهور الشتاء (ديسمبر-يناير-فبراير) انخفاض في درجة الحرارة وموجات من البرد الشديد والتي تتأثر بسيطرة الكتل الهوائية الباردة، بالإضافة إلى مرور الانخفاضات الجوية الشتوية، والتي تدفع الرياح في أعقابها ويتأثر به عمران مدينة حلوان.

لذلك يمكن القول أن شدة الجزيرة الحرارية السطحية ترتبط طرديا مع قوة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة، بينما ترتبط شدة الجزيرة الحرارية السطحية بعلاقة عكسية مع كل من سرعة الرياح وغطاء السحب، مع إمكانية تلاشي تأثير الجزيرة الحرارية على درجة الحرارة ومظاهر الحياه في مدينة حلوان بزيادة التبريد مع امتلاء سماء مدينة حلوان بالسحب أو التعرض لرياح قوية .

وتسهم الرطوبة النسبية بدور كبير زيادة شدة الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان، ويتمثل مصدر بخار الماء في منطقة الدراسة في نهر النيل، فقد أسهم نهر النيل في نشأة الجزر الحرارية المعتدلة وبالتالي التخفيف من ارتفاع درجة حرارة عمران مدينة حلوان نتيجة لارتفاع درجة حرارة الصيف والربيع وكذلك نتيجة لزيادة الأنشطة البشرية والمتمثلة في الانبعاثات الحرارية.

وبالطريقة نفسها، فقد تضعف الجزيرة الحرارية السطحية نتيجة للمطر بسبب دوره في زيادة الرطوبة السطحية، وهو ما يجعل جزء كبير من الإشعاع الشمسي الممتص بواسطة المدينة

يستهلك في عملية التبخر، وكذلك عادة ما يصاحب سقوط المطر تكون للسحب وزيادة في سرعة الرياح وهو ما يقلل من شدة الجزيرة الحرارية السطحية. كما يؤدي سقوط المطر إلى ضعف التباين الحراري الأفقي نتيجة لنشاط عملية اختلاط الهواء، مما ينعكس على ضعف الجزيرة الحرارية (وليد عباس، 2013، 186).

2 - العوامل بشرية المنشأ :

تتباين المدن في خصائص مناخاتها تبعا لاختلاف مواقعها وأحجام سكانها ووظيفة ل منها، في تتباين خصاص المدية الواحدة تبعا لتباين تريبها الوظيفي وتوزيع استخدامات الأرض بها، والتي تحددها ثافة سكانها ومبانيها، بالإضافة إلى تباين درجة النشاط البشري بها بين نطاقاتها (محمد شرف، 2006، 231).

وقد تبين من استقراء البيانات المناخية لعناصر المناخ والقياسات الميدانية ثبات العناصر المناخية من حيث كمية الاشعاع الشمسي أو درجة الحرارة أو كمية المطر، واتجاه الرياح وسرعتها وأن الاختلاف يرجع إلى عوامل بشرية المنشأ لعل أهمها التصميم المعماري للكتل العمرانية وامتدادها المخطط أو العشوائي داخل مدينة حلوان، فقد ينعكس أكثر من 60 % من الاشعاع الشمسي الباشر تبعا لمساحة أسطح المباني وألوانها وارتفعاتها.

هذا بالإضافة إلى ما ينعكس ويشع من المباني والطرق الأسفلتية في مدينة حلوان من حرارة، وما ينبعث من وسائل النقل ومحطات توليد الطاقة والمصانع من حرارة وغازات، لذلك تتغير الظروف المناخية داخل مدينة حلوان في انعكاس واضح لتغير استخدام الأرض بها استجابة للتوسع العمراني وزيادة عدد السكان إلى ارتفاع درجة الحرارة، فيزداد استهلاك الطاقة للحفاظ على درجة الحرارة المثلى وتديل الهواء داخل الكتلة العمرانية بالمدينة في ظل تراكم حراري كبير (إيمان عبد العظيم، 2013، 34).

يظهر تأثير الكتلة العمرانية فى مناخ مدينة حلوان من حيث تباين الإشعاع الشمسى

الساقط على أسطح المبانى، وبالتالى تباين التسخين والتراكم الحرارى على تلك الأسطح فى أجزاء المدينة، ويساعد على ذلك تباين شبكة الشوارع وقدرتها على تصريف التراكم الحرارى الموجود فى مدينة حلوان لاسيما المناطق البعيدة عن تأثير رطوبة نهر النيل، الأمر الذي يؤدي إلى توقف عمليات البخر نتح نتيجة لجفاف تلك الأسطح فترتفع درجة الحرارة (أحمد الفقى،2007، 19).

تعد كثافة السكان من أهم العوامل البشرية المؤثرة في درجة حرارة مدينة حلوان ، فكونها نتاجاً للعلاقة بين المساحة وعدد السكان فارتفاع الكثافة السكانية يعني ارتفاع كثافة النشاط البشري داخل المساحة المأهولة بالسكان التي تبلغ نحو 20.000 كم2، فلذلك ازداد استهلاك الطاقة وأعداد السيارات والمخابز والمحلات التجارية وورش الخدمات وغيرها من صور النشاط البشري، وباختلاف توزيع الكثافة السكانية علي امتداد مدينة حلوان وهوامشها المخططة والعشوائية تتباين درجة الحرارة من مكان لآخر داخلها(محمد شرف، 1996، 79).

وقد بلغ عدد سكان مدينة حلوان نحو 650.000 نسمه تبعا لتعداد 2006، يعيشون في نطاق عمراني بلغت مساحته نحو 20.000 كم2 ، وبكثافة بلغت 35.000 نسمة /كم2.

ويرتبط ارتفاع درجة الحرارة في مدينة حلوان طرديا مع زيادة كثافة الكتلة العمرانية الحضرية، وتزداد هذه العلاقة ليلا نتيجة للقصور الحراري للمباني الأسمنتية، كما تزداد مع انخفاض مساحة الرقعة الخضراء نتيجة لاستهلاك النبات جزء كبير من الاشعاع الشمسي في عمليات التبخر نتح، كما ترتفع درجة الحرارة ايضا مع انخفاض مساحة المسطحات المائية باستثناء الأحياء المطلة على نهر النيل.

واتفاقا مع دراسة (محمد هاني، 2011، 46) فقد أثر التخطيط العمرانى لمدينة حلوان (المخطط والعشوائي) على اتجاه نمو الكتل العمرانية والشوارع نتيجة لارتفاع الكثافة السكانية، فقد سيطر النسيج الشبكي المتعامد المنتظم، علي معظم مناطق شمال ووسط المدينة والمتمثل في مساكن الضباط ووادي حوف و15 مايو، ومنطقة وسط المدينة شارعي خسرو ورايل

فقد ادى استقامة معظم الشوارع الرئيسية والشوارع الفرعية أدى إلى تعرض واجهات المباني والشواع إلي أشعة الشمس، مما أدي إلي زيادة الطاقة الحرارية الداخلة إلي المنازل ولاسيما في أيام التركز العالي للإشعاع الشمسي.

كما أدى كثافة استخدامات الأرض بمدينة حلوان (سكني-تجاري-صناعي) إلي وجود مراكز للحركة والازدحام الدائم سواء بالنسبة للمركبات أو المشاة أو نتيجة لزيادة الانبعاثات الحرارية مما كان له أثر كبير في تباين درجات الحرارة وزيادة الجزر الحرارية بالمدينة.

وقد أكدت دراسة حالة البيئة بالمنطقة أن كثافة الاستخدام الصناعي في مدينة حلوان أدى إلى تفاقم ظاهرة التلوث الجوى وزيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون، ولقد ساعد ضيق الوادي عند مدخل مدينة حلوان على تحفيز سرعة الرياح فتزيد من التشتت النسبي لحمل التلوث الجوى بالمنطقة وذلك حسب الحالة المناخية السائدة، وكان الانتشار المكثف للاستخدام الصناعي شمال مدينة حلوان وجنوبها وشدة التداخل بينها وبين الاستخدامات السكنية بمنطقة حلوان، وراء إخفاق قدرة الأنظمة البيئية في استمرار خاصية التنقية الذاتية، نتيجة تزايد أحمال التلوث الصناعي (حمدي هاشم، 2014، موقع الجغرافيون العرب).

وفضلا عما سبق، فقد ساعد طبيعة الاستقرار الجوي لمدينة حلوان في أكثر أوقات السنة، الأمر الذي يساعد على تراكم الملوثات قرب سطح الأرض بالمنطقة، هذا بالإضافة إلى ضعف نصيب مدينة حلوان من الإشعاع الشمسي نتيجة تركز ملوثات المصانع قرب سطح الأرض وفي العمود الرأسي الصاعد إلى الطبقات العليا بالغلاف الجوي، إذ يساعد سكون الرياح على زيادة زمن بقاء الملوثات العالقة بالهواء، فتمنع وصول كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، وبذلك تزداد أوقات بقاء الضباب الدخاني فوق المنطقة، في أوقات كثيرة من السنة لاسيما وأن مدينة حلوان تتسم بموسمية شديدة في الأمطار، كما أن مدينة حلوان بحكم موقعها الصحراوي والمداري تعاني من ارتفاع درجة الحرارة كأحد نتائج ظروف مناخها العام دون النظر إلى تأثير جزيرته الحرارية .

هذا، وتمثل الانبعاثات الحرارية أحد أهم الأسباب الرئيسية لارتفاع درجة الحرارة في مدينة حلوان، وتلوث الهواء من خلال كثافة التوطن الصناعي لمصانع الأسمنت والحديد والصلب والمصانع الحربية، ومن أهم مصادر تلك الانبعاثات الحرارية في مدينة حلوان نواتج مصانع الطوب والأسمنت والأسفلت والمخابز ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ومستودعات البوتاجاز وكثافة استهلاكها.

وجدير بالذكر أن جهاز شئون البيئة قد صنف المشروعات الاقتصادية بين ثلاث قوائم، البيضاء والرمادية والسوداء من حيث درجة خطورتها وأثرها البيئي في المحيط الحيوي، وبالتطبيق على مصانع مدينة حلوان حسب تركزها المكاني جاءت النسب على النحو التالي: 39.7 %، 34.9 %، 25.4 %، بالقطاع الأوسط والجنوبي والشمالي على الترتيب. ولقد توطنت المصانع بالقطاع الأوسط (المساكن الاقتصادية، حلوان البحرية والبلد والشرقية والغربية والقبلية، الشياخة الأولى من 15 مايو) من القائمة السوداء والرمادية والبيضاء بنسبة 44.8 %، 36.7 %، 25 % على التوالي.

أما مصانع القطاع الجنوبي (كفر العلو، التبين البحرية والقبلية، حكر التبين، مدينة الصلب، مساكن التبين الشعبية، الشياخة الثانية والثالثة من 15 مايو) فتوطنت بنسبة 37.9 % ، 26.6 % ، 75 % من القائمة السوداء والرمادية والبيضاء على الترتيب، بينما بلغت نسبة القطاع الشمالي (طره الحجارة والبلد والحيط والأسمنت، منشية المصري، الزهراء، المعصرة البلد والمحطة، منشأة ناصر) 36.7 % ،

17.2 %، من مصانع القائمتين الرمادية والسوداء على الترتيب (المرجع السابق، 2014).

وبذلك تندرج مصانع القطاع الأوسط تحت القائمة السوداء، والرمادية في القطاع الشمالي، وبين الرمادية والسوداء بالقطاع الجنوبي، أي أن القطاع الأوسط بمنطقة حلوان يظل الأكثر تلوثاً بحكم أن أغلب مصانعه من أنشطة القائمة السوداء.

يتضح مما سبق أن هواء المدينة شابه التلوث وهذا من شأنه أن يغير من نسب امتصاص وانعكاس الإشعاع الشمسى والأرضى الأمر الذي أدى إلى نشاة ظاهرة الجزر الحرارية في مدينة حلوان.

نتائج البحث :

• اعتمد البحث مصطلح يعرف الجزر الحرارية الحضرية السطحية «يشير إلى مدى استجابة الطبقة السطحية للغلاف الجوي ثم تفاعلها مع مكونات البيئة الحضرية لتشكيل نظام مناخي محلي ترتفع به درجة الحرارة والرطوبة عن المناطق المجاورة (الصحراوية والزراعية) ويتناول بالدرسة الطبقة السطحية ذات الاتصال المباشر بالغلاف الجوي وأسطح الأبنية العمرانية، وهي غالبا ترتفع عن درجة حرارة الهواء بنحو ثلاث درجات أثناء النهار، وخمس درجات أثناء الليل.

• تمثل دراسة الجزر الحرارية وتطورها الأداة الأكثر فاعيلية لفهم آلية السلوك الحراري للمدن وديناميكيتها، ووصف أسباب ارتفاع درجة الحرارة سطح الأرض داخل المدن وتحليلها تحليلا دقيقا، وبيان مدى اختلافها مناخيا عن المناطق الريفية النائية.

• مثل انعكاس الإشعاع الشمسى دوراً هاماً فى التوازن الإشعاعى والحرارى داخل مدينة حلوان ، إذ تعتمد قيمته على شدة التعرض المباشر لأشعة الشمس وعلى قابلية الانعكاس للأسطح، وتباين أنماط الكتلة العمرانية نفسها من حيث التخطيط والارتفاعات ومواد البناء ، يؤدى كل ذلك إلى اختلاف التأثير على الميزانية الإشعاعية ويعتبر ذلك هو العامل المسئول عن الاختلافات الحرارية داخل مدينة حلوان.

• تبين عدم وجود نمط فصلي واضح لتطور شدة الجزر الحرارية السطحية وتباينها في عمران مدينة حلوان بالنسبة للمناطق المجاورة لها.

• تبين ازدياد شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالاتجاه نحو وسط مدينة حلوان وذلك

في أغلب فصول السنة ليلا ونهارا، كما تبين انخفاض شدة الجزيرة السطحية بالاتجاه نحو الغرب نتيجة لتكون نطاق من الجزر الحرارية المعتدلة حرارياً على طول نهر النيل والمناطق الزراعية المجاورة له على الضفة الأخري (الحوامدية والبدرشين والمرازيق).

• تبين أن انخفاض شدة الجزيرة الحرارية على الظهير الصحراوي يرجع إلى زيادة نسبة الألبيدو 65 % نتيجة لاستواء السطح، وشفافية لون الحبيبات، ولطبيعة التكوينات الجيولوجية الجيرية الأيوسينية، وذلك على الرغم من تقطعها بعدد قليل من الأودية الجافة مثل وادي الجراولة ووادي حوف، غير أن السمات الحرارية للتكوينات الجيرية الايوسينية تزيد نسبة المنعكس من أشعة الشمس.

• تبين وصول ذروة الجزيرة الحرارية نهارا بالنسبة للمناطق الصناعية الواقعة شمال مدينة حلوان وجنوبها خلال فصلي الصيف والربيع بشدة بلغت 6.3 س، 6.8 س على الترتيب. أما بالنسبة للمناطق الزراعية المتاخمة لغرب مدينة حلوان، فإنها تبلغ ذروتها أيضا خلال فصلي الصيف والربيع ولكن بقيم حرارية أكبر فهي 9.6 س، 8.8 س على الترتيب.

• تبين ارتفاع درجة حرارة سطح عمران مدينة حلوان عن الهامش الزراعي الغربي في كل فصول السنة خلال فترة الدراسة نهارا، وهذا يعني تشكيل جزر حرارية سطحية دائمة تراوحت شدتها ما بين (1.3 س) خلال شتاء عام 2010، وما بين (7 س) في ربيع عام 2013، مما يعني أن الفارق الحراري ما بين عمران مدينة حلوان والهامش الزراعي الغربي هو الأقوى على الاطلاق خلال فترة الدراسة وفي كل الفصول.

• كما تبين ارتفاع درجة حرارة عمران مدينة حلوان عن المناطق الصناعية في الشمال والجنوب في كل فصول السنة بعد عام 2007، بعد قرار إيقاف 13 خطا لإنتاج الاسمنت الرطب شديد التلوث بعد انتهاء عمرها الافتراضى، ووضع فلاتر لباقى الخطوط التى ما زالت تعمل.

• تصل ذروة الجزيرة الحرارية ليلا بالنسبة للمناطق الصناعية الواقعة شمال مدينة حلوان

وجنوبها خلال فصلي الصيف والخريف، بشدة بلغت 7.9 س، 9.6 س على الترتيب. أما المناطق الزراعية المتاخمة لغرب مدينة حلوان، فقد بلغت قيمها الحرارية 8.4 س، 8.7 س على الترتيب.

• تبين أن درجة حرارة عمران مدينة حلوان دائما ما تكون أعلى من المناطق الزراعية في الغرب نهارا وليلا وفي كل فصول السنة خلال الفترة (2000 - 2016)، وينطبق الأمر على علاقة عمران مدينة حلوان بالمناطق الصناعية في الشمال والجنوب، بيد أن الفترة (2000 - 2006) قد شهدت تشكيل جزر حرارية سالبة نتيجة لارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بهذه المناطق الصناعية.

• أمكن تقسيم العوامل المؤثرة في الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان إلى عاملين رئيسيين هما العوامل طبيعية المنشأ (الخارجية) وتتمثل فى الموقع الجغرافي والفلكي، مظاهر السطح وعناصر المناخ (الاشعاع الشمسي، درجة الحرارة، الرياح، المطر، السحب).

• مثلت الانبعاثات الحرارية أحد أهم الأسباب الرئيسية لارتفاع درجة الحرارة في مدينة حلوان، وتلوث الهواء من خلال كثافة التوطن الصناعي لمصانع الأسمنت والحديد والصلب والمصانع الحربية، ومن أهم مصادر تلك الانبعاثات الحرارية في مدينة حلوان نواتج مصانع الطوب والأسمنت والأسفلت والمخابز ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ومستودعات البوتاجاز وكثافة استهلاكها.

المراجع العربية:

• أحمد عبد الحميد الفقي (2007) مناخ القاهرة الكبرى، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، 382 ص.

• بدرية بنت محمد عمر (2007) الجزيرة الحرارية لمدينة الدما م: دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر القومي الثاني لنظم المعلومات الجغرافية ، المملكة العربية السعودية، 84 ص.

• شحاتة سيد أحمد طلبة (1990) المطر في مصر: دراسة في الجغرافية المناخية، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، 337 ص.

• شيماء السيد عبد النبي (2010) الجزر الحرارية في الإسكندرية : دراسة في المناخ الحضري، ماجستير غير منشورة، كلية آداب الإسكندرية، 322 ص.

• عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (1982) الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين؛ دراسة في الجغرافية المناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية آداب عين شمس، القاهرة، 396 ص.

• عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (1999) التغير اليومي لأنماط درجة الحرارة في مدينة القاهرة الكبرى : دراسة في المناخ الحضري، المجلة الجغرافية العربية، العدد 35 ، الجمعية الجغرافية المصرية.

• محمد إبراهيم محمد شرف (1996) الحرارة في مدينة الإسكندرية : دراسة . في المناخ الحضري، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، العدد 44.

• محمد هاني سعيد (2011) مناخ مدينة أسيوط : دراسة جغرافية في المناخ الحضري، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة أسيوط، 324 ص.

• وليد عباس عبد الراضي (2013) الحرارة في مجمع القاهرة الكبرى: دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس، 362 ص.

• إيمان عبد العظيم (2013) المناخ والمسن الحضري، دراسة في مناخ الحضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، 200 ص.

• خضير الخفاف (1999) المناخ والانسان . عمان : دار المسيرة للنشروالتوزيع .الطبعة الاولى، 207 ص.

المراجع غير العربية

• Abutaleb, K., Ngie, A., Darwish, A., Ahmed, M., Arafat, S. and Ahmed, F. (2015) Assessment of Urban Heat Island Using Remotely Sensed Imagery over Greater Cairo, Egypt. Advances in Remote Sensing, 4, 35-47. http://dx.doi.org/10.4236/ars.2015.41004

• Amaral, S., Câmara, G., Monteiro, A.M. V., Quintanilha, J. A., & Elvidge, C. D. (2005). Estimating population and energy consumption in Brazilian Amazonia using DMSP night-time satellite data. Computers, Environment and Urban Systems, 29, 179–195.

• Arnfield, A. J. (2013). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology, 23, 1–26.

• Cai, G., Du, M., & Xue, Y. (2011). Monitoring of urban heat island effect in Beijing combining ASTER and TM data. International Journal of Remote Sensing, 32(5), 1213–1232.

• Emmanuel, R. and Krüger, E. (2014). Urban Heat Island and Its Impact on Climate Change Resilience in a Shrinking City: The Case of Glasgow, UK. Building and Environment. 53; 137-149.

• Giannaros, T.M. and Melas, D.(2012). Study of the Urban Heat Island in a Coastal Mediterranean City: The Case Study of Thessaloniki, Greece. Atmospheric Research. 2012. 118; 103-120.

• Hung, T., Uchihama, D., Ochi, S. and Yasuoka, Y.(2006). Assessment with Satellite Data of the Urban Heat Island Effects in Asian Mega Cities. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2006. 8; 34-48.

• IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007). Climate Change 2007 Synthesis Report. New York: Cambridge University Press.
• Kalnay, E. and Cai, M., (2003): Impact of urbanization and land-use change on climate. Nature 423, 528–531.
• Kawashima, S., Ishida, T., Minomura, M. and Miwa, T., (2000): Relations between surface temperature and air temperature on a local scale during winter nights. Journal of Applied Meteorology 39, 1570–1579.
• Liu, L. and Zhang, Y. (2011). Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong. Journal of Remote Sensing. 1535-1552.
• Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X. and Wu, J.(2011) Impacts of Landscape Structure on Surface Urban Heat Islands: A Case Study of Shanghai, China. Remote Sensing of Environment. 2011. 115; 3249-3263.
• Li, Y., Zhang, H. and Kainz, W.(2012). Monitoring Patterns of Urban Heat Islands of the Fast-Growing Shanghai Metropolis, China: Using Time-series of Landsat TM/ETM+ Data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2012. 19; 127-138.
• Lu, Y., Feng, P., Shen, C. and Sun, J., (2009): Urban Heat Island in summer of Nanjing Based on TM Data. In Proceedings of 2009 Joint Urban Remote Sensing Event, Shanghai, China, 20-22 May. 1-5.
• Mu, Q., Heinsch, F. A., Zhao, M., & Running, S. W. (2007). Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS

and global meteorology data. Remote Sensing of Environment, 111(4), 519–536.

• Miao, S., Chen, F., LeMone, M.A., Tewari, M., Li, Q. and Wang, Y.(2009) An Observational and Modeling Study of Characteristics of Urban Heat Island and Boundary Layer Structures in Beijing. Journal of Applied Meteorology and Climatology. 2009. 48; 484-501.

• Norman, J. M., Divakarla, M., & Goel, N. S. (1995). Algorithms for extracting information from remote thermal-IR observations of the earths surface. Remote Sensing of Environment, 51(1), 157–168.

• Oke, T. R. (1973). City size and urban heat island. Atmospheric Environment, 7(8), 769–779.

• ORNL DAAC. 2008. MODIS Collection 5 Land Products Global Subsetting and Visualization Tool. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. Accessed September 24, 2016. Subset obtained for MOD11A2 product at 29.8225N,31.3435E, time period: 2000-03-05 to 2016-09-05, and subset size: 21 x 21 km. http://dx.doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1241

• Xu, H., & Chen, B. (2004). Remote sensing of the urban heat island and its changes in Xiamen City of SE China. Journal of Environmental Sciences, 16, 276–281.

• Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. Nature, 438(7066), 310–317.

• Rajasekar, U., & Weng, Q. H. (2009). Urban heat island monitoring and analysis using a non-parametric model: A case study of Indianapolis. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(1), 86–96.

• Rigo, G., Parlow, E., & Oesch, D. (2006). Validation of satellite observed thermal emission with in-situ measurements over an urban surface. Remote Sensing of Environment, 104(2), 201–210.
• Stathopoulou, M. and Cartalis, C. (2007). Daytime Urban Heat Islands from Landsat ETM+ and Corine Land Cover Data: An Application to Major Cities in Greece. Solar Energy. 2007. 81; 358-368.
• Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. Bulletin of the American Meteorological Society, 93(12), 1879–1900.
• Voogt, J.A. and Oke, T.R.(2003) Thermal Remote Sensing of Urban Climates. Remote Sensing of Environment. 2003. 86 (3) 370-384.
• Weng, Q., Lu, D. and Schubring, J.(2004) Estimation of Land Surface Temperature, Vegetation Abundance Relationship for Urban Heat Island Studies. Remote Sensing of Environment. 89 (4) 467-483.
• Weng, Q., Lu, D. and Liang, B.(2006) Urban Surface Biophysical Descriptors and Land Surface Temperature Variations. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 72 (11) 1275-1286.
• Wan, Z. (2009). MODIS land surface temperature products users› guide. Tech. rep., University of California, Santa Barbara.
• Wan, Z. M. (2008). New refinements and validation of the MODIS land-surface temperature/emissivity products. Remote Sensing of Environment, 112(1), 59–74.
• Xiao, R., Weng, Q., Ouyang, Z., Li, W., Schienke, E.W. and Zhang, W. (2008) Land Surface Temperature Variation and Major Factors in Beijing, China. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.74 (4) 451-461.

• Zhang, P., Imhoff, M. L., Wolfe, R. E., & Bounoua, L. (2010). Characterizing urban heat islands of global settlements using MODIS and nighttime lights products. Canadian Journal of Remote Sensing, 36(3), 185–196.
• Zhou, J., Chen, Y. H., Wang, J. F., & Zhan, W. F. (2011). Maximum nighttime urban heat island (UHI) intensity simulation by integrating remotely sensed data and meteorological observations. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 4(1), 138–146.
• Zhang, P., Imhoff, M. L., Wolfe, R. E., & Bounoua, L. (2010). Characterizing urban heat islands of global settlements using MODIS and nighttime lights products. Canadian ournal of Remote Sensing, 36, 185–196.
• Zhou, D. C., Zhao, S. Q., & Zhu, C. (2012). The Grain for Green Project induced land cover change in the Loess Plateau: A case study with Ansai County, Shanxi Province, China. Ecological Indicators, 23, 88–94.

تطور الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان
خلال الفترة (2000 - 2016)
دراسة في مناخ الحضر بإستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد

الملخص

تتوزع على مستوى المدينة أنماط حرارية في كل حي من أحياءها، بل أن الحي الواحد تتداخل به أنماط حرارية متباينة يتحكم في وجودها عدد من العوامل المتداخلة، فدرجة الحرارة المرصودة في ظل مبنى تختلف عن درجة الحرارة المرصودة عند المبنى نفسه في الجهة المواجهة للشمس. ويعد امتداد نطاق ظاهرة الجزر الحرارية ليشمل معظم دول العالم دليلا دامغاً على بشرية نشأتها، إذ تمكن الإنسان من التأثير على المناخ المحلي والبيئة في آن، فقد صنع الإنسان مناخات محلية تناسب درجة الحرارة المثلى بالنسبة له، وكان للتحضر والتصنيع Urbanaization and Industrialisation أثاراً سلبية على المناخ والبيئة نتيجة زيادة اضطراب تدفق الحرارة الكامنة من المجمعات العمراني أثناء الليل. هذا، ويتسبب اتساع الجزر الحرارية الحضرية السطحية وزيادة كثافتها في زيادة وتيرة الموجات الحارة المتطرفة، وقد تتحول إلى تهديد حقيقي للنظم الطبيعية والبشرية في مصر والعالم. وقد شهد عام 2003 ارتفاع في درجة الحرارة لبعض المدن الفرنسة مما إلى وفاة 15000 مواطن فرنسي، وقد بلغ مجموع الوفيات في أروبا وحدها إلى نحو 70000 مواطن (Fouillet et al, 2006).

يستند البحث الحالي على حقيقة مفادها أن عنصر درجة الحرارة له أنماطاً حرارية كما

أن له مستويات أو طبقات حرارية مميزة، وكل نمط يختلف في مدلوله مثلما يختلف في طريقة قياسه، ومن الأنماط الحرارية (درجة الحرارة اليومية، الفصلية ، السنوية، العظمى، الصغرى، القصوى، الدنيا، المدى الحراري....إلخ)، وقد تكون متوافقة مع الزمن Station-ary او قد لا تكون متوافقة مع الزمن Non stationary، وقد تكون درجة حرارة الهواء الملامس للأرض، أو درجة حرارة سطح الأرض على مستوى يلامس طبقة المظلة الحرارية. يهدف هذا البحث إلى دراسة تطور الجزر الحرارية السطحية في مدينة حلوان خلال الفترة (2000 - 2016)، وهي الجزر الحرارية التي تعتمد على قياس درجة حرارة سطح الأرض (Land Surface Temperature LST) ، ويتم الرصد من خلال المرئيات الفضائية، أي على مستويات قياس غير المعتمدة دولياً في قياس درجة حرارة الهواء (Air Temperature (AT، وبمعنى آخر تعد الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية عبارة عن وصف دقيق لدرجة حرارة سطح الأرض LST في المناطق الحضرية اعتماداً على تقنيات الاستشعار عن بعد. ولتحقيق هذا الهدف اعتمد البحث الحالي على استخدام مرئيات Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer MODIS،في قياس شدة الجزيرة الحرارية السطحية وتركيبها الحراري، وأخيرا بيان العوامل المؤثرة في الجزر الحرارية السطحية على مدينة حلوان. وقد أشارت نتائج البحث إلى عدم وجود نمط فصلي واضح لتطور شدة الجزر الحرارية السطحية وتباينها في عمران مدينة حلوان بالنسبة للمناطق المجاورة لها، كما تبين ارتفاع درجة حرارة عمران مدينة حلوان عن المناطق الصناعية في الشمال والجنوب في كل فصول السنة بعد عام 2007، بعد قرار إيقاف 13 خطا لإنتاج الاسمنت الرطب شديد التلوث بعد انتهاء عمرها الافتراضى، ووضع فلاتر لباقى الخطوط التى ما زالت تعمل.

الكلمات الدالة : الجزر الحرارية الحضرية، مودس، التركيب الحراري وتباينه

Evolution of the surface urban heat islands in the city of Helwan during the period (2000-2016)

A studying in urban climate, using remote sensing

Abstract

The Urban Heat Island (UHI) results in significant and sometimes dramatic increases in air temperature differences between the urban environment and its surrounding areas. The heat island structure may extend from the ground to the top of roofs and canopy levels above ground. For the past decades, there have been increasing concerns about urban environmental degradation, especially under the circumstance of urbanization. This research deals with surface temperature, development of spatial distribution and surface urban heat islands intensity, in the Helwan city, South of Cairo. The trends in annual and seasonal surface temperature were investigated in the Helwan city from 2000 to 2016 using MODIS satellite images. There are two terms are frequently introduced in previous journal articles when studying urban environmental phenomenon. The first one is urban heat island (UHI) which compares the air temperature (AT) data from weather stations inside and outside urban area. The other one is surface urban heat island (SUHI) which exams the difference of land surface temperature (LST) derived from remote-sensing data. In this research, the main focus is put on the SUHI. So, Surface urban heat island phenomenon refers to the relative warmth of urban surfaces compared with surrounding rural areas. For the purpose of this study, Many Factors contribute to SUHI, such as: building material thermal properties, urban design geometry (urban canyon), anthropogenic factors and altered land cover. Building material reflectance is generally low so they reflect less and absorb more energy which leads to increasing temperatures at surface level.

Helwan city is the largest urban area in Cairo, Egypt. The region is situated between 29°45'N and 29°55'N latitudes, and between 31°15' and 31°35'E longitudes with an area of 10.000 Km2. The topography of the region is almost flat, bounded by hills to the east and agriculture in the west. It is located in the subtropical climatic region with a dry climate. In winter (December to February), the general climate of the region is cold, moist and rainy with minimum mean temperature of 13°C, while during summer (June to August), it is hot and dry with maximum mean temperature of 28°C. In spring (March to May) and autumn (September to November) dust and sandstorms frequently blow. The total population of the study area is approximately 0.8 million. Results show that the annual mean SUHI varied markedly from0.01 to 2.37 °C in the day and 0.45 to 3.95 °C at night, with a great deal of spatial heterogeneities. Higher SUHIs for the day and night were observed in the southeastern and northern area, respectively. Moreover, the SUHI differed greatly by season, characterized by a higher intensity in summer than in winter during the day, and the opposite during the night.

Key words, Surface urban heat island, MODIS, land surface temperature,

السيرة الذاتية

البيانات الشخصية

الاسم: حسام محمد أحمد إسماعيل
تاريخ الميلاد: 21 / 4 / 1979م ،
المعادي، محافظة القاهرة .
الديانة: مسلم
الجنسية: مصري
الحالة الإجتماعية: متزوج
الموقف من التجنيد : معافى نهائي من الخدمة العسكرية (لم يصبه الدور)
الوظيفة الحالية: عضو هيئة تدريس (مدرس) بجامعة أسيوط
جهة العمل: قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية بكلية الآداب فرع الوادي الجديد .
التخصص العام: الجغرافيا الطبيعية
التخصص الدقيق: المناخ التطبيقي والاستشعار عن بعد Applied Climate and Remote Sensing
العنوان البريدي: جمهورية مصر العربية - محافظة القاهرة – حدائق حلوان - 7 شارع كمال نصر
البريد الإلكتروني:
HYPERLINK mailto : hossam_geography@yahoo.com
hossam_geography@yahoo.com
HYPERLINK mailto : h_ismael@newv.adu.au.edu.eg
h_ismael@newv.adu.au.edu.eg
رقم الهاتف / المنزل: 0229728561+
موبيل: 021144250241+

المؤهلات العلمية

---

1 - ليسانس الآداب من قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية (التقدير العام: جيد جدا) شعبة المساحة والخرائط يونيو 2000– كلية الآداب- جامعة حلوان ، الترتيب : الثاني على الدفعة .
2 - دبلوم نظم المعلومات الجغرافية بتقدير عام: جيد جدا وبمشروع تخرج : ممتاز عام 2002 م – كلية

الآداب – جامعة عين شمس Higher Diploma of Geographical Information Systems and Remote Sensing, Ain-Shames University, Cairo-Egypt

3 - ماجستير في الجغرافيا الطبيعية عام 2007 م بتقدير ممتاز ، تحت عنوان « السبخات في السهل الساحلي الشمالي الغربي لمصر « دراسة في الجغرافية الطبيعية، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب – جامعة حلوان .Sabkhas in North Western coastal plain of Egypt, study in physical geography" .

4 - دكتوراه في الآداب من قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية- جامعة حلوان بعنوان « التغيرات المناخية وأثرها على النظم الطبيعية في الساحل الشمالي لشبه جزيرة سيناء « ، دراسة في المناخ التطبيقي، بتاريخ 29/2/2012 بمرتبة الشرف الأولى . Doctoral Degree from Helwan University, Faculty of Arts, Geography Department titled by "Climate Change and its Impacts on Natural Systems in Northeastern Coast of Sinai Peninsula, Egypt.