

Temporal and Spatial Urban Heat Island in Damascus City

Hussein Almohamad; and Bader Aldakhiel

Department of Geography, Faculty of Arts & Social Sciences
Halab University, Halab, Syria

ABSTRACT

ID # (2634)
Received: 10/02/2012
In-revised: 13/12/2013
Corresponding Author;
Hussein Almohamad
E-mail:
husseinalmohamad@yahoo.de

Surface urban heat island (SUHI) phenomenon is caused by the increase in local atmospheric and surface temperatures in urban areas compared to the surrounding rural areas. This mainly results from the concentration of human activities and land uses such as dense transportation network, buildings. This study aims to analyze the spatial patterns of land surface temperature to quantify and understand the effects of SUHI over urban, sub-urban and rural area of Damascus. MODIS/Terra Temperature product (MYD11A2, 8 days, 1 km spatial resolution) used to study the UHI phenomenon for Damascus and surrounding areas. Therefore, a series of data were obtained on 2010 covering 8 days of months from winter and summer seasons at day and night time. The results showed that SUHI were typically presented in winter (day and night) and in summer (only night). However, it tended to be strongest during the night. This is mainly because of the buildings and commercial business establishments in Damascus are made of concrete, asphalt, and steel, which are excellent absorbers and conductors of thermal energy. Since these buildings produce higher radiate thermal heat at night time, higher temperatures were recorded.

KEYWORDS

Urban climate, Urban heat island, MODIS/Terra, daytime, nighttime, Damascus.

التغيرات الزمانية والمكانية للجزيرة الحرارية في مدينة دمشق

حسين المحمد ، و بدر الدين منلا الدخيل

قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة حلب

المستخلص

تتشكل الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية نتيجة للزيادة المحلية لدرجات حرارة السطح والهواء في المناطق الحضرية مقارنة مع المناطق الريفية المحيطة بها. وسبب هذه الزيادة بشكل رئيس تركز النشاطات البشرية واستعمالات الأرض كشبكة النقل الكثيفة والأبنية في المناطق الحضرية. هدف هذا البحث إلى تحليل الأنماط المكانية لدرجة الحرارة السطحية ليلاً ونهاراً ولتحديد وفهم الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية في مدينة دمشق، واستخدم لذلك بيانات المستشعر MODIS/Terra لمنهج درجات الحرارة السطحية (8 أيام متتالية، وبقدرة تفسير مكانية 1 كم) صيفاً وشتاءً لعام 2010 لفترة النهار (11:59ص) والليل (23:59م) وذلك لدراسة ظاهرة الجزيرة الحرارية. أظهرت نتائج الدراسة أن الجزيرة الحرارية السطحية تشكل نموذجاً موجوداً في الشتاء (ليلاً ونهاراً)، وفي الصيف (ليلاً فقط) وخصوصاً في وسط وشرق مدينة دمشق. هذه الحقيقة ناجمة عن أن مدينة دمشق تمتاز بكثافة الأبنية والمناطق التجارية والصناعية، حيث تتميز هذه الأبنية بامتصاصية عالية للطاقة الحرارية وهذا يقود إلى أن درجات الحرارة تكون خلال الليل أعلى بسبب استمرارية الإشعاع الحراري، بينما تنعكس الحالة نهاراً في فصل الصيف وتصبح المدينة جزيرة باردة، لكن تبقى المناطق الخضراء الواقعة إلى الجنوب الشرقي من مدينة دمشق (الغوطة الشرقية) أبرد من المناطق الحضرية. ولقد تبين أن بيانات MODIS أداة فعالة لتحليل الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية زمنياً ومكانياً، لذا المناطق الواقعة في شرق مدينة دمشق تحتاج إلى إقامة أحزمة خضراء للتخفيف من ارتفاع درجات الحرارة فيها.

رقم المسودة: (2634)

استلام المسودة: 2012/02/10

ستلام المعدلة: 2013/12/13

الباحث المراسل:

حسين المحمد

بريد الكتروني:

husseinalmohamad@yahoo.de

الكلمات الدالة

مناخ المدن، الجزيرة الحرارية السطحية،
MODIS/Terra، الليل، النهار، دمشق

المقدمة

زيادة درجات الحرارة في المدينة. يهدف هذا البحث إلى تحليل الأنماط المكانية للحرارة السطحية في مدينة دمشق لقياس وفهم الجزيرة الحرارية السطحية في المناطق الحضرية والظهير الجغرافي المتمثل بالضواحي والريف المحيط صيفاً وشتاءً (ليلاً ونهاراً) وعلاقتها باستخدام الأرض، إضافة إلى كشف مناطق الحرارة المثلى في المدينة بغرض التخطيط الحضري في كيفية الاستفادة من بعض خصائص المدينة.

تعتبر هذه الدراسة الأولى من نوعها في سوريا التي تستخدم صور الأقمار الصناعية لدراسة الجزيرة الحرارية، بينما نُشرَ عالمياً عدد من الدراسات التي تتناول الجزيرة الحرارية باستخدام صور الأقمار الصناعية. اهتمت تلك الدراسات المنشورة بعمل نماذج لاستخراج درجات الحرارة الأرضية في المناطق الحضرية باستخدام بيانات أقمار الاستشعار عن بعد ويأتي في مقدمة تلك البيانات مرئيات لاندسات (LandSat) ومرئيات المجس (AVHRR) والمثبت على القمر الصناعي (NOAA)، وكذلك المجس (TERRA) أو (AQUA) المثبت على القمر الصناعي (MODIS). من أوائل الدراسات التي قد اهتمت بهذا الموضوع حول استخدام صور الأقمار الصناعية دراستي، Roth, et al., (1989) و (Gallo, et al., 1993) واللذان قد استعملتا تقنيات الاستشعار عن بعد لمقارنة الجزيرة الحرارية الحضرية. ومن الدراسات التي تناولت الجزر الحرارية في الوطن العربي على سبيل المثال وليس الحصر، : (حبيب، 2007) في كتابه (الجزيرة الحرارية لمدينة الدمام باستخدام صور Landsat5) والسيارة الجواله. على العموم يمكن تصنيف معظم الأبحاث المتعلقة بدراسة درجة الحرارة السطحية اعتماداً على مرئيات الأقمار الصناعية إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي: دراسة التركيب المكاني لأنماط التوزيع الحراري في المناطق الحضرية وعلاقتها بخصائص سطح الأرض، و دراسة تذبذب درجة الحرارة السطحية من خلال مقارنتها مع نماذج مناخية لمناطق مختلفة، ودراسة العلاقة بين حرارة الغلاف الجوي والسطح من خلال المقارنة بين الملاحظات الميدانية والمرئيات الفضائية.

تشمل منطقة الدراسة مدينة دمشق والمناطق المحيطة بها وهي مدينة دمشق مركز دوما، وحرسنا، وعربين، وكفر بطنا، وجرمانا، ومليحة، وبييلا، والحجر، الأسود، ومركز داريا، وصحناية، وصيدنايا، ومركز النل، وقديسيا، والمعضمية، والتي تقع جميعها ما بين درجتي عرض (16.81° : 22° : 33°N) و (06.44° : 44° : 33°N) شمال خط الاستواء وما بين خطي طول (116.28° : 1° : 36°E) و (35.56° : 35° : 36°E) شرق خط غرينتش (الشكل1).

تبلغ مساحة منطقة الدراسة 1,530 كم² تشكل مدينة دمشق منها 105 كم²، وتقع على الطرف الغربي من حوض واسع يقع إلى الشمال من هضبة حوران يعرف بحوض دمشق متوسط ارتفاعه 400م، تحيط به سلاسل جبال القلمون من الشمال والغرب يتراوح ارتفاعها ما بين 1000م - 1500م في جبل قاسيون والقلمون وجبل الشرقي وظهر السلسلة وجبل عنتر، ويحد الحوض من الجنوب والشرق الطفوح البركانية (عبدالسلام وآخرون، 2003). تعتبر مدينة دمشق من أكثر المناطق نمواً في العالم إذ بلغ عدد سكانها

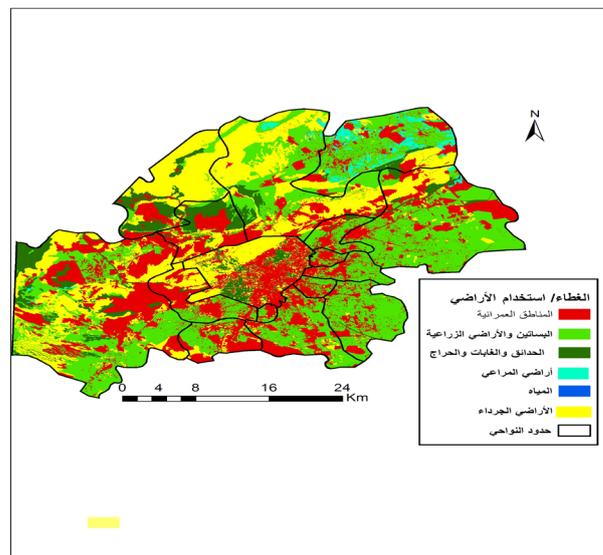
يُعدُّ تجمع أعداد هائلة من السكان وانتشار المساكن والمصانع ووسائل المواصلات من أهم العوامل المساهمة في تغير المناخ الأصغري (Yang and Liu, 2004)، وبخاصة عنصر درجة الحرارة لأنها تسبب تغيرات في الخصائص الفيزيائية للسطح (ألبيدو، السعة الحرارية، ناقلية الحرارة، الرطوبة) مما يؤدي إلى تغيرات في التدفقات الإشعاعية على السطح وإلى الهواء القريب الملامس لهذا السطح. لقد أدت عمليات إزالة الغطاء الأرضي الطبيعي وإدخال المواد الحضرية (الإسمنت، الإسفلت، المعدن)، وكذلك تلوث هواء المدن إلى إبدال موازنة الطاقة السطحية، وساعدت في زيادة درجة حرارة سطح الأرض، وزيادة في تدفق الحرارة المحسوسة على حساب تدفق الحرارة الكامنة مما أدى إلى رفع درجة حرارة الهواء (Ifatimehin, 2007). وأدت هذه الأنشطة البشرية إلى إيجاد نظم بيئية حضرية نجم عنها مشاكل مناخية عديدة، إحدى هذه المشاكل؛ الجزيرة الحرارية الحضرية السطحية (Surface urban heat island) (Landsberg, 1981) ، (Kalney and Cai, 2003) ، حيث تكون درجة حرارة المواقع الحضرية المركزية أعلى بكثير من درجة حرارة المناطق الريفية الخضراء القريبة منها وذلك بسبب التحضر (Voogt and Oke, 2003). أما حجم الجزيرة الحرارية الحضرية فإنه كثيراً ما يرتبط بجملة من العوامل المحلية المرتبطة بالموقع والمناخ وحجم المدينة وشكلها ومورفولوجيتها وسعتها الامتدادية، ومحاور نموها وتوسعها وكثافة البناء فيها (موسى، 1991) ، (مقرن آل سعود 2006) ، (حبيب، 2007) ، (محمد شرف، 2008). فضلاً عن نوعية مواد بنائها وارتفاع مبانيها ولونها وسعة شوارعها واتجاهاتها. إضافة إلى كثافة النشاطات البشرية فيها ونوعيتها، فكل هذه العوامل تسهم في تغيير واقع ميزان الطاقة لصالح المدينة. عادة؛ تتشكل عدة نماذج من الجزر الحرارية، فقد تم تقسيم الجزر الحرارية وفقاً لارتفاعها إلى ثلاثة أنواع، الأولى: الجزيرة الحرارية السطحية التي تقيس حرارة السطوح (موضوع البحث) ويمكن الحصول عليها عبر صور الأقمار الصناعية. الثانية: الجزيرة الحرارية الغطائية (canopy layer heat island) التي تمتد من قرب سطح الأرض إلى قمم الأشجار وسقوف الأبنية. الثالثة: الجزيرة الحرارية الحدودية (boundary layer heat island) والتي تمتد من قمم الأشجار وسطوح الأبنية حتى ارتفاع 1.5-1 كم أي حتى انعدام تأثير المدينة (Zhang, et al., 2008). هذا وتتم دراسة الجزيرة الحرارية في المدن من خلال قياس حرارة السطح وقياس حرارة الهواء القريبة من سطح الأرض وذلك باستخدام بيانات المحطات المناخية وبيانات السيارة الجواله لقياس حرارة الهواء، أو باستخدام الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية التي تقيس حرارة السطح (Streutker, 2002)، (Weng & Schubring, 2004).

تحسب مدينة دمشق من المدن الكبرى في سوريا، بلغ عدد سكانها مع ضواحيها ما يعادل 4,5 مليون نسمة تقريباً عام 2003 (عبدالسلام، 2003)، وامتد العمران فيها باتجاه غوطة دمشق ليقضي على معظمها تقريباً (الربدواي، 1995)، ونتج عن ذلك التضخم العمراني تغير مناخها إلى مناخ حضري وخاصة بسبب

الجدول 1: استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة بالكامل ومدينة دمشق لوحدها لعام 2010

شامل مناطق حزام الدراسة		مدينة دمشق		استخدام/ الغطاء الأراضي
النسبة %	المساحة كلم ²	النسبة %	المساحة كلم ²	نوع الإستخدام
28.2	432.3	40.0	042.1	العمران
36.6	559.5	00.0	000	البيساتين
07.6	116.1	18.7	019.7	الحدائق والغابات
01.8	027.9	00.0	000	المراعي
00.0	000.6	01.0	0001	المياه
25.7	394.0	40.3	42.4	الجرداء

يبيّن أن الحرارة السطحية لمدينة دمشق أخفض من المناطق المحيطة بها (Kelvin 317-314 ، أي 41°- 44° درجة مئوية) باستثناء الغوطة الشرقية إذ تبلغ (Kelvin 314-311). ويعود ذلك إلى أن المناطق الريفية ترتفع درجة حرارتها بسرعة أكبر من المدينة بسبب تعرضها المباشر لأشعة الشمس، كما وأن زيادة نسبة الظل الناتج عن درجة تقارب المباني في المدينة يقلل من فرص توغل الإشعاع الشمسي للأبنية التي تتميز بسعتها الحرارية العالية، حيث يحتاج تسخينها إلى وقت أطول من المناطق الريفية الجرداء. أما أدنى درجات حرارة (Kelvin 313-311) فقد سُجّلت في منطقتين: الأولى منطقة الغوطة الشرقية والثانية في ناحية التل وصيدنايا إلى الشمال من مدينة دمشق. ويعود السبب في انخفاض درجة حرارتهما؛ في المنطقة الأولى إلى امتصاص الأشعة في مناطق قمم الأشجار حيث يسخن سطح الأرض بدرجة أقل نهاراً لاسيما وتتميز مناطق الأشجار الخضراء بارتفاع رطوبتها بسبب ضعف التبادل بينها وبين طبقات الهواء الواقعة في أعلى الطبقة العلوية التاجية و يعمل التبريد التخيري على خفض درجة الحرارة السطحية (موسى، 1991). أما المنطقة الثانية فيرجع سبب انخفاض حرارتها إلى ارتفاعها عن مستوى سطح البحر. بالمقابل فقد سجلت أعلى درجة حرارة خلال النهار وهي بحدود (330-323 Kelvin) في المناطق الصناعية في شرق دوما وفي جنوب ناحية المليحة وبيلا وصحنايا وفي المناطق الجرداء مركز قطنا. ويصل الفرق بين أعلى وأدنى درجة حرارة في منطقة الدراسة إلى 12 درجة Kelvin، بينما يصل الفارق بين مدينة دمشق والضواحي القريبة إلى 4 درجات Kelvin فقط. يُستنتج من الشكل (3.ب) بأن أعلى درجة حرارة في فصل الصيف ليلاً سجلت بين (296-380 Kelvin) في مناطق جرمانا وبيلا والحجر الأسود وكفر بطنا ، وعلى طريقي دمشق إلى بروت و طريق دمشق إلى حلب، حيث تتميز هذه المناطق بالازدحام السكاني الشديد وكثافة وسائط النقل ووجود بعض المناطق الصناعية. وخلال الليل تفقد المدينة حرارتها على شكل أشعة طويلة الموجة بشكل أبطأ من المناطق الريفية الخضراء، وذلك بسبب أن الأبنية ذات سعة حرارية عالية وتلوث الغلاف الجوي بغازات الدفينة، مما يجعل المدينة تفقد حرارتها التي خزنتها نهاراً ببطء ليلاً. أما أدنى درجة حرارة (285-290 Kelvin) فتنشر في شمال منطقة الدراسة، وذلك في ناحية مركز التل وصحنايا بسبب ارتفاعها عن سطح البحر ووجود تكشفات صخرية كلسية، حيث يكون الفارق بين درجة حرارة المركز والأطراف في حدود 10 درجات Kelvin.

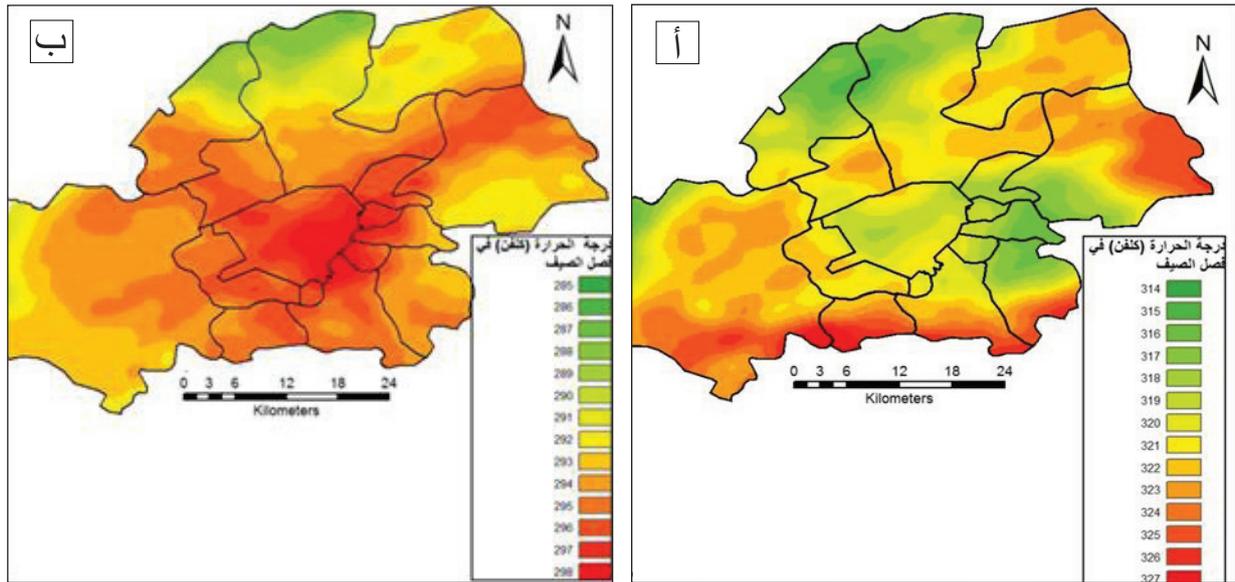
**الشكل 2: خريطة استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة**

تشكل المناطق العمرانية ما نسبته 28 % و 40 % في منطقة الدراسة بالكامل ومدينة دمشق لوحدها (جزء من منطقة البحث) على التوالي، بينما تشكل المناطق الجرداء 25 % و 40 % على التوالي. في حين تحتل المناطق الخضراء (بالغابات والحدائق والبيساتين) 44 % في منطقة الدراسة و 19.7 % في مدينة دمشق.

(2) أنماط الجزيرة الحرارية الحضرية المكانية واختلافها الزمانية
تتباين شدة الجزيرة الحرارية باختلاف الدورة اليومية والفصلية وتتعدل باختلاف الظروف الجوية كالغطاء الغيمي وسرعة الرياح (Hung et al., 2006)، ومقدار وارد الطاقة من المصادر الصناعية والمنزلية ووسائل النقل (محمد شرف، 2008).

(1.2) أنماط الجزيرة الحرارية الحضرية المكانية واختلافاتها في فصل الصيف

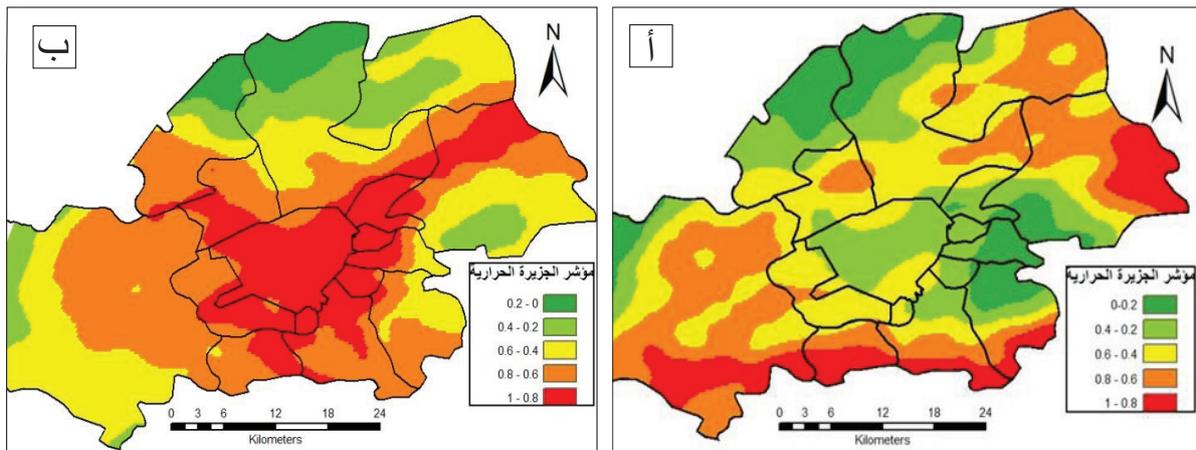
تزداد عدد ساعات السطوع الشمسي وتزداد قوة الإشعاع الشمسي خلال فصل الصيف في دمشق، وذلك نتيجة لعمودية الأشعة، فتصفو السماء، ونتيجة لذلك ترتفع درجة الحرارة صيفاً. ويوضح الشكل (3. أ/ ب) توزيع درجة الحرارة السطحية في مدينة دمشق والمناطق المحيطة بها نهاراً (12 ظهراً) خلال ثمانية أيام لكل شهر من أشهر الصيف (حزيران، تموز، وآب / يونيو، يوليو، وأغسطس).



الشكل 3. أ / ب: توزيع درجات الحرارة في منطقة الدراسة في فصل الصيف نهائياً (3.أ) (12 ظهراً) وليلاً (3.ب) خلال ثمانية أيام لكل شهر من أشهر الصيف (حزيران، تموز، وأب / يونيو، يوليو، وأغسطس)، في العام 2010.

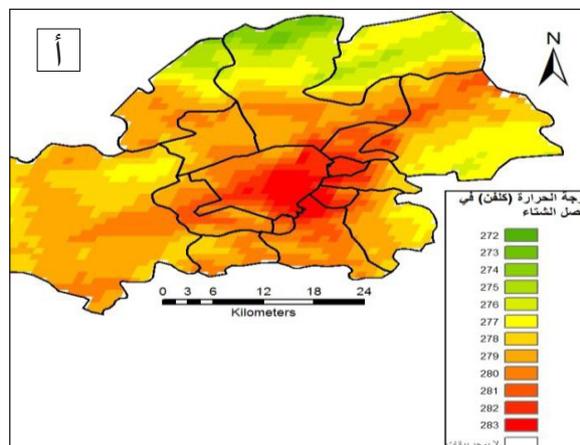
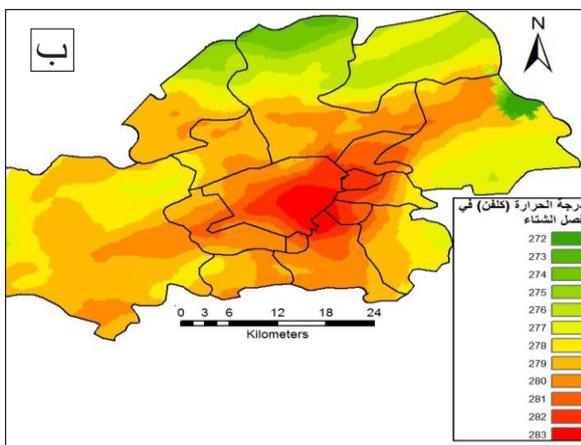
طويلة الموجة، بينما تشتت المدنية حرارتها المخزونة في المباني والطرق والساحات ببطء وبمعدل أكثر انتظاماً. وبعد شروق الشمس تتسخ بسرعة أكبر، الأمر الذي يسبب في تقليص انحدار الفارق الحراري الليلي، لتصبح درجات الحرارة في الريف المجاور أعلى من مركز المدينة. تتميز المناطق الخضراء باعتدال درجات الحرارة فيها، فدرجات الحرارة فيها أخفض من المناطق العمرانية كما هو الحال في حديقة تشرين والغطوة الشرقية نهائياً وليلاً الشكل (4 ب) وبما أن وجود المناطق الخضراء يسهم بخفض درجات الحرارة فإن المدينة بحاجة لوجود المساحات الخضراء وخصوصاً في جنوب شرق مدينة دمشق بما يتناسب ومساحة المدينة وموقعها ضمن حوض دمشق.

يمثل الشكل (4 أ / 4 ب) مؤشر الجزيرة الحرارية نهائياً (4 أ) وليلاً (4 ب) في أشهر الصيف (حزيران، تموز، وأب / يونيو، يوليو، وأغسطس) في العام 2010، ويُلاحظ أنه لا وجود لجزيرة حرارية نهائياً في مدينة دمشق بل تشكلت في مدينة دمشق بؤرة باردة وخصوصاً غرب دمشق (حديقة تشرين). وبالمقابل يكون تركيز الجزر الحرارية الشديدة ليلاً في معظم مدينة دمشق، وخصوصاً جنوب شرق دمشق وفي ناحية حرسنا وبيلا في ناحية الحجر الأسود وناحية مركز داريا. يُستنتج مما سبق أن الجزيرة الحرارية لا تظهر في ساعات النهار في فصل الصيف، أي لا تظهر فيها فوارق حرارية واضحة بينها وبين الريف المجاور، غير أن الفارق الحراري يظهر في ساعات الليل، فبعد غروب الشمس تنفق المناطق الريفية مخزون طاقتها بسرعة بشكل أشعة



الشكل 4. أ / ب: توزيع الجزر الحرارية في منطقة الدراسة فصل الصيف نهائياً (4.أ) وليلاً (3.ب) خلال ثمانية أيام لكل شهر من أشهر الصيف (حزيران، تموز، وأب / يونيو، يوليو، وأغسطس)، في العام 2010.

من دمشق إلى حلب. ويرجع السبب في ذلك إلى الحرارة الداخلية التي يتم إضافتها إلى المحيط الخاص بالمدينة نتيجة الاستعمال المتزايد للطاقة داخل المدينة، حيث يؤدي الاحتراق الناجم عن التدفئة في المباني والحرارة المنبعثة من وسائل النقل والإنتاج الصناعي إلى زيادة تركيز الملوثات فيها من أكاسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وهباب الفحم والعوالق الهوائية، ليتشكل الضباب الدخاني (الضبخان)، الذي يخيم فوق مدينة دمشق (المسلماني، 2006) والذي يتعاطم في فصل الشتاء أضعاف مما هو عليه في الصيف، وذلك بسبب استهلاك الوقود وزيادة حالات الاستقرار الجوي (موسى، 1991)، مما يسهم في تكوين بؤر حرارية. أما أدنى درجة حرارة فتكون بحدود (Kelvin 275-273) في شمال ناحية مركز التل وعين الفيحة.

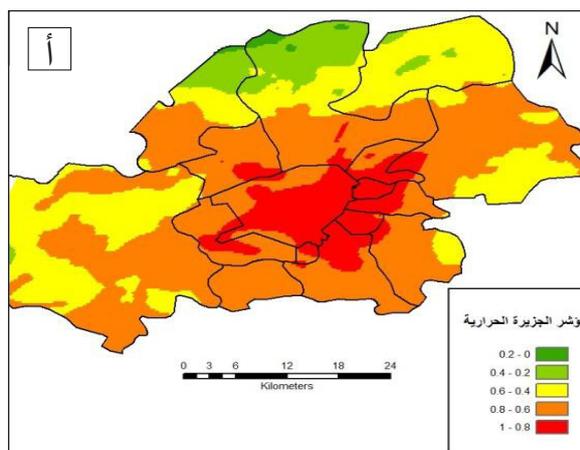
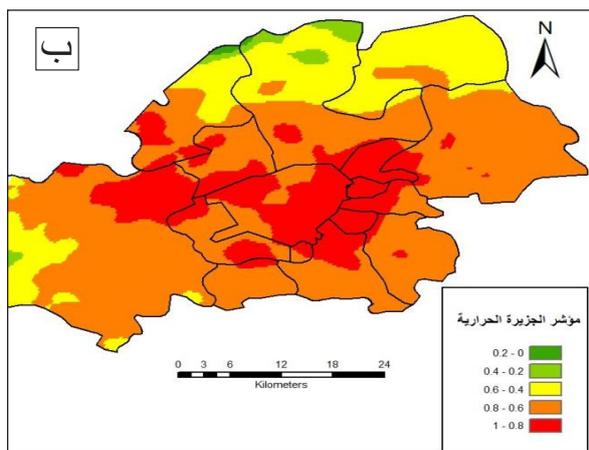


الشكل 5. أ/ ب: توزيع درجات الحرارة في منطقة الدراسة فصل الشتاء نهراً (أ.5) و ليلاً (ب.5)

خلال ثمانية أيام لكل شهر من أشهر الشتاء (كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط / ديسمبر، ويناير، وفبراير)، في العام 2010.

وعربين وحرستا. أما الجزر الباردة فتنشر في المليحة وصيدنايا وفي شمال ناحية التل وعين الفيحة وجنوب شرق دوما حيث الأراضي الزراعية والمناطق الجرداء. أي أن الجزيرة الحرارية تتركز في وسط وشرق مدينة دمشق.

أما من ناحية أنماط الجزر الحرارية فيتبين من خلال الشكل (6 أ/ ب) نهراً (6 أ) و ليلاً (6 ب)، أن أنماط الجزيرة الحرارية تتشابه في توزيعها ليلاً ونهاراً إلى حد كبير، لكن الجزيرة الحرارية أوسع انتشاراً ليلاً. وتتركز الجزيرة الحرارية في وسط مدينة دمشق وشرقها وشمال ناحية ببيلا الحجر الأسود



الشكل 6. أ/ ب: توزيع الجزر الحرارية في منطقة الدراسة فصل الشتاء نهراً (أ.6) و ليلاً (ب.6)

خلال ثمانية أيام لكل شهر من أشهر الشتاء (كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط / ديسمبر، ويناير، وفبراير)، في العام 2010.

المراجع باللغة العربية

- الربداوي، قاسم (1995) النمو السكاني والسكني العشوائي في مدينة دمشق بين 1960-1995 بين الواقع والتخطيط. في: مداولات الندوة الجغرافية الأولى: الجغرافيا والمشاكل البيئية والاجتماعية المعاصرة 4-7 تشرين الأول (أكتوبر) 1995، جامعة دمشق، دمشق، سوريا، ص ص 109-141.
- الغوال، أسماء (2005) استخدام تقانات الاستشعار عن بُعد في دراسة تغيرات استعمالات الأراضي في ناحية صيدنايا. رسالة ماجستير، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق، دمشق، سوريا. (رسالة ماجستير غير منشورة).
- المسلماني، محمد (2006) واقع نوعية الهواء في سورية (-1999 2006). تقرير هيئة الطاقة الذرية بقسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا.
- المكتب المركزي للإحصاء (2010) المجموعة الإحصائية لعام 2010. المكتب المركزي للإحصاء، دمشق، سوريا.
- حبيب، بدرية (2007) الجزيرة الحرارية لمدينة الدمام: دراسة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. كلية الآداب بالدمام، جامعة الدمام، الدمام، المملكة العربية السعودية.
- عبد السلام، عادل، الشيخ محمد إسماعيل، وحليمة عبد الكريم (2003) جغرافية سورية الإقليمية، منشورات جامعة دمشق، دمشق، سوريا.
- محمد شرف، محمد إبراهيم (2008) جغرافية المناخ التطبيقي. الطبعة الأولى، دار المعرفة الجامعية بالإسكندرية، مصر.
- مقرن آل سعود، خالد (2006) دراسة ظاهرة الجزر الحرارية في المدن الصحراوية: حالة دراسية، مدينة الرياض. مجلة جامعة الملك سعود، 12 (1): 109-141.
- موسى، علي (1991) المناخ الأصغري. الطبعة الأولى، دار دمشق، دمشق، سورية.

المراجع باللغة الإنجليزية

- 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*, 8 (1): 34-48.
Available at: http://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/pubs/abstract.php?id=02786
- Ifatimehin OO (2007) *An Assessment of Urban Heat Island of Lokoja Town and Surroundings using Landsat ETM Data*. Department of Geography and Planning, Kogi State University, Anyigb.
- Gallo, KP; Mc.Nab AL; Karl TR; Brown JF; Hood JJ; and Tarpley JD (1993) The use of NOAA AVHRR Data for Assessment of the Urban Heat Island Effect. *Journal of Applied Meteorology*, 32 (5): 899-908.
Available at: <http://www.ciesin.org/docs/005-392/005-392.html>

(3) الاستنتاجات والأبحاث المستقبلية

- تم تحليل تباين درجات الحرارة السطحية خلال فصلي الصيف والشتاء ليلاً ونهاراً في مدينة دمشق والمناطق المحيطة من خلال بيانات المستشعر (MODIS)، حيث أخذت بيانات ثمانية أيام لدرجة الحرارة السطحية لأشهر الصيف والشتاء لعام 2010، وبقدرة تفسير مكانية 1كم (2A11MYD). وقد أظهرت الدراسة الاستنتاجات الآتية:
- (1.3) تنخفض درجات الحرارة نهاراً في مدينة دمشق عن المناطق المحيطة بها صيفاً، إلا أن درجة حرارة المدينة أعلى بقليل من منطقة الغوطة الشرقية، وبالتالي لا تتشكل جزيرة حرارية فيها في هذا الفصل نهاراً.
- (2.3) تظهر الجزيرة الحرارية في مدينة دمشق خلال فصل الشتاء نهاراً على عكس الصيف ويتراوح الفارق بين مركز المدينة والضواحي القريبة (3-4 درجات Kelvin) من جهة، وما بين مركز المدينة والريف البعيد من جهة ثانية ما بين (9-12 درجة Kelvin)، ويرجع هذا إلى استخدام وسائل التدفئة.
- (3.3) تعتبر مدينة دمشق وخاصة الجزء الشرقي منها بؤرة حرارية مرتفعة ليلاً في كافة فصول السنة، وذلك بسبب قدرة المباني والشوارع على الخزن الحراري العالي، وما تحفل به من كثافة سكانية ومصادر طاقة ووسائل نقل، لذلك من الضروري إقامة أحزمة خضراء فيها للتقليل من ارتفاع درجات الحرارة.
- (4.3) إن وجود المناطق الخضراء كحديقة تشرين في شمال غرب دمشق قد ساهم في الحد من ارتفاع وتراكم درجات الحرارة، حيث تقل درجة الحرارة في هذه المنطقة إلى ما بين (2-5 درجات Kelvin) مقارنة بمركز وشرق مدينة دمشق، وبالتالي لها دور تبريدي تنظيمي في النظام البيئي.
- (5.3) أثبتت الدراسة أن شرق مدينة دمشق ومناطق السكن العشوائي ذات الاكتظاظ السكاني الكبير كما في جنوب وشرق دمشق هي المناطق الأكثر ارتفاعاً في درجة الحرارة.
- (6.3) تعتبر درجة حرارة المناطق الجرداء المحيطة بمدينة دمشق أعلى من حرارة وسط المدينة في النهار وأبرد منها في الليل، وبالتالي فإن المدن المخططة المقامة في المناطق الجافة الجرداء تُخفف من درجات الحرارة المرتفعة صيفاً وتُقلل من شدة البرد شتاءً.
- تعتبر هذه الدراسة اللبنة الأولى في دراسات الجزيرة الحرارية في المدن السورية وقد تبين من خلال هذه البحث أن هناك جزيرة حرارية تتشكل في أشهر الصيف ليلاً، بينما تتشكل في أشهر الشتاء ليلاً ونهاراً على المناطق العمرانية والصناعية، لذلك من الضروري إدخال البعد البيئي في جميع مراحل العملية العمرانية، ودراسة الجوانب التي لم يتم التطرق لها في هذه الدراسة كتنشؤ الجزيرة الحرارية خلال السنوات السابقة وعلاقتها بالتوسع العمراني على حساب الغوطة الشرقية والغربية. كما أنه من الضروري أيضاً إيجاد علاقة ما بين حرارة السطح والارتفاع حتى يمكن فهم تطور وسلوك الجزيرة الحرارية بشكل أفضل.

الخلاصة

- Zhang Z; Ji M; Shu J; Deng Z; and Wu Y** (2008) Surface Urban Heat Island in Shanghai, China, Examining the Relationship between Land Surface Temperature and Impervious Surface Fractions Derived from Landsat ETM+ Imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* **37** (B8): 601-606
Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/messages/downloadsexceeded.html>
- Kalney E; and Cai M** (2003) Impact of Urbanization and Land-use Change on Climate. *Nature*, **423** (6953): 528-531.
Available at: <http://www.nature.com/nature/journal/v425/n6953/full/nature01952.html>
- Landsberg HE** (1981) The Urban Climate. *International Geophysics Series*, vol 28, Academic Press, New York, USA. PP 1-275.
Available at: <http://www.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qj.49710845719/abstract>
- Roth M; Oke, TR; and Emery WJ** (1989) Satellite Derived Urban Heat Islands from three Coastal Cities and the Utilization of such Data in Urban Climatology. *International Journal of Remote Sensing*, **10** (11):1699–1720.
Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431168908904002>
- Streutker DR** (2002) A Remote Sensing Study of The Urban Heat Island of Houston, Texas. *International Journal of Remote Sensing*, **23** (13): 2595-2608.
Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431160110115023>
- Voogt JA; and Oke TR** (2003) Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote sensing of Environment*, **86** (3): 370-384.
Available at: http://www.gisknowledge.net/topic/eo_by_remote_sensing/voogt_oke_rse_03.pdf
- Wan Z** (2009) *MODIS Land Surface Temperature Products. Users' Guide*. ICES, University of California, Santa Barbara, USA, pp1-35.
Available at: <http://www.google.com/bh/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=>
Available at: http://landsat.datamirror.csdb.cn/modis/resource/doc/MOD11_UserGuide.pdf
- 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.
Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425703003432>
- Yang H; and Liu Y** (2004) A Satellite Remote Sensing Based Assessment of Urban Heat Island in Lanzhou City North West China. *Key Laboratory of Western China s Environmental System MOE*, Lanzhou University, Lanzhou, China, pp 1-6.
Available at: http://www.isprs.org/proceedings/xxxvi/8-w27/yang_lui..pdf