

## دراسة تأثير موقع المساحات الخضراء الحضرية على الجزيرة الحرارية الحضرية في المدن باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد "دراسة حالة مدينة السادس من أكتوبر"

### Studying the Effect of Urban Green Spaces Location on Urban Heat Island in Cities Using Remote Sensing Techniques, 6th October City as a Case Study

م/ زينب عبد الله السني

طالبة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة أسوان، engzeinababdallah@gmail.com

أ.د/ عبد المنطاب محمد علي احمد

استاذ العمارة والتحكم البيئي، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، monteleb@ust.edu.eg

د/ عمر حمدي محمد الحنفي

مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة أسوان، omar.hamdy@aswu.edu.eg

#### كلمات دالة Keywords:

الجزيرة الحرارية الحضرية  
Urban Heat Island  
الاستشعار عن بعد  
Remote Sensing  
المساحات الخضراء الحضرية  
Urban Green Spaces  
مدينة السادس من أكتوبر.  
6th of October City

#### ملخص البحث Abstract:

يشير مصطلح الجزيرة الحرارية الحضرية إلى ارتفاع درجة حرارة المناطق الحضرية عن درجة حرارة المناطق غير الحضرية المحيطة. ويرجع هذا الفرق في درجات الحرارة إلى تأثير الغلاف الجوي بمكونات البيئة الحضرية للمدينة بدرجة تختلف عن تأثيره بالبيئة الريفية المحيطة بها. واعتبرت هذه الظاهرة من أهم الجوانب الرئيسية التي تؤثر على المناخ الحضري. تعتمد دراسة الجزيرة الحرارية الحضرية على درجات حرارة سطح الأرض التي يرتفعها تزايد ظاهرة الجزيرة الحرارية الحضرية. يهدف البحث بشكل أساسي إلى تحليل تأثير المساحات الخضراء الحضرية على الجزيرة الحرارية الحضرية كاستراتيجية شائعة للتخفيف الحراري، من خلال دراسة العلاقة بين درجات حرارة سطح الأرض للمناطق العمرانية وبعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية لمدينة السادس من أكتوبر كدراسة حالة. وتم استخلاص درجات حرارة سطح الأرض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد بالاستعانة بالقمرة الصناعي لاند سات 8 في الحصول على مرئية فضائية في منتصف الصيف بتاريخ 12-7-2020، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحليل البيانات، وتسهيل عملية تحليل النتائج تم تقسيم المسافات حول المساحات الخضراء الحضرية كل 100م. بالإضافة إلى توزيع درجات حرارة سطح الأرض على تصنيف الغطاء الأرضي، ودراسة العلاقة بين درجات حرارة المنطقة العمرانية وعلاقتها بعدد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية، وتم التوصل إلى أن درجات الحرارة ترتفع في المناطق العمرانية كلما بعدت المسافة بينها وبين المساحات الخضراء الحضرية، مما يعني وجود علاقة عكسية بين الجزيرة الحرارية الحضرية وبعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية. كما توصلت إلى أهمية المؤشر النباتي فكلما ارتفع قلت درجات الحرارة مما يعني انخفاض الجزيرة الحرارية الحضرية. لذلك أوصت الدراسة بزيادة المساحات الخضراء الحضرية داخل المدن وتخللها داخل المناطق العمرانية بشكل مكثف لتقلل من آثار الجزر الحرارية الحضرية وتحسن الراحة الحرارية.

Paper received 17<sup>th</sup> November 2021, Accepted 7<sup>th</sup> January 2022, Published 1<sup>st</sup> of March 2022

بالإضافة إلى دراسة التغيرات الطارئة عليها أصبح أمر بالغ الأهمية لتفادي الوقوع في مشكلات تكون الجزر الحرارية الحضرية، حيث تعمل درجات حرارة سطح الأرض المرتفعة على تدهور ظروف الراحة الحرارية بالإضافة إلى تكثيف مشاكل الطاقة في المدن (Santamouris, 2014).

تم اقتراح العديد من الاستراتيجيات للتخفيف من الحرارة الزائدة من بينهم استخدام المساحات الخضراء الحضرية كأحد الحلول القائمة على الطبيعة (Wu et al., 2021)، حيث تمتص المناطق المبنية كميات كبيرة من الطاقة الحرارية وتشتتها بينما تعمل المساحات الخضراء كمشتتات حرارية لأنها مسامية وتستوعب الحرارة الزائدة (Mushore et al., 2017)، وهو إجراء التخفيف الأكثر تطبيقاً والذي يمكن أن يحقق وفورات هائلة في الطاقة (Memon et al., 2008). والمساحات الخضراء الحضرية هي تلك المساحات الخضراء المفتوحة العامة أو الخاصة في المناطق الحضرية والتي يغطيها بشكل أساسي الغطاء النباتي سواء استخدمت لأغراض الترفيه أو غيره (Haq, 2011)، وهو مجرد مصطلح نسبي للتعبير عن طبيعة المساحات الخضراء الموجودة في

#### مقدمة Introduction

تأثرت راحة الإنسان الحرارية بشكل كبير بالجزيرة الحرارية الحضرية لكونها مؤثرة بالسلب على المدن وخاصة الكبيرة منها، واعتبار هذه الظاهرة من أهم الجوانب الرئيسية التي تؤثر على المناخ الحضري (Bahi et al., 2020). ويشير مصطلح الجزيرة الحرارية الحضرية إلى ارتفاع درجة حرارة المناطق الحضرية عن درجة حرارة المناطق غير الحضرية المحيطة (Yin et al., 2019). ويرجع هذا الفرق في درجات الحرارة إلى تأثير الغلاف الجوي بمكونات البيئة الحضرية للمدينة بدرجة تختلف عن تأثيره بالبيئة الريفية المحيطة بها (Mansour, 2016). وذلك بسبب المساحات الكبيرة من الأسطح الممتصة للحرارة في المدن، مع زيادة استهلاك الطاقة (Haq, 2011). تعتمد دراسة الجزيرة الحرارية الحضرية بشكل أساسي على درجات حرارة سطح الأرض (Land Surface Temperature) LST، والتي تعتبر انعكاساً للنشاطات المتنوعة داخل المدينة (Samer Hadi Kazem Al-Jashami, 2018). وقياس درجة حرارة سطح الأرض

الحصول عليها من بيانات الاستشعار عن بعد (Stehman, 1996). ويعد معامل كبا أسلوب متميز لفحص وتقييم الدقة ومستخدم على نطاق واسع لقياس الدقة لتصنيفات الغطاء الأرضي (عبد الفتاح السيد عبد الفتاح, 2017). تتمثل الاستراتيجية النموذجية لتقييم الدقة في استخدام مجموعة عينات من البكسل في منطقة الدراسة ومن ثم إنشاء مصفوفة خطأ (Stehman, 1996)، واختبار دقة الفئات المصنفة بمقارنتها بالبيانات المرجعية (عبد الفتاح السيد عبد الفتاح, 2017). يفضل بأن تكون هذه العينات بين 50: 100 عينة لكل فئة تصنيف لتؤدي إلى قيم دقة مقبولة (Nkomeje, 2015). ويتراوح معامل كبا من 0: 1، وكلما اقتربت قيمته من 1، زادت دقة التصنيف. كما أظهرت بعض الدراسات أن قيمة كبا بين 0.75: 1 تشير إلى دقة جيدة جداً وممتازة، بينما تشير القيمة بين 0.40: 0.75 إلى دقة جيدة، وتشير القيمة الأقل من 0.40 إلى نتائج دقة ضعيفة (Kalkhan et al., 1997).

تعد الجزيرة الحرارية الحضرية أحد المظاهر الشائعة للتحضر، حيث أن الزيادة في مساحة الأسطح الخرسانية والإسفلتية وانخفاض المساحة الخضراء تؤدي إلى زيادة درجة حرارة سطح الأرض (Yin et al., 2019). لذلك، يمكن أن تساعد زراعة الغابات الشجرية، والنباتات الملثمة حول المنازل الحضرية في التخفيف من حدة الوضع (Haq, 2011). وأوضحت دراسات تأثير المساحات الخضراء الحضرية على الجزيرة الحرارية الحضرية أن الغالبية العظمى من المساحات الخضراء الحضرية لها تأثير تبريد على محيطها (Wu et al., 2021). ويرجع ذلك إلى عمل النباتات على تحسين دوران الهواء، وتوفير الظل وتبخير النتح ويوفر هذا تأثير التبريد ويساعد على خفض درجات الحرارة (Haq, 2011). وعلى الرغم من أن زيادة المساحات الخضراء الحضرية هي استراتيجية مهمة للتخفيف من تأثيرات الجزيرة الحرارية الحضرية، إلا أن المناطق الحضرية عادة ما تفتقر إلى المساحات العامة الكافية لإنشاء جميع المساحات الخضراء الحضرية التي يحتاجون إليها (Yang et al., 2017). ساعد تكامل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في توفير بيانات درجات حرارة سطح الأرض، وإمكانية دراسة وتحليل العلاقة بينها وبين المساحات الخضراء الحضرية مع دقة عالية على مساحات حضرية واسعة.

### هدف البحث Objective

يهدف البحث إلى تحليل تأثير المساحات الخضراء الحضرية على الجزيرة الحرارية الحضرية كاستراتيجية شائعة للتخفيف الحراري، وذلك بدراسة العلاقة بين درجات حرارة سطح الأرض للمناطق العمرانية وبعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية، ولتحقيق هدف البحث سيتم دراسة مدينة السادس من أكتوبر كدراسة حالة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

### التعريف بمنطقة الدراسة:

تعتبر مدينة السادس من أكتوبر أحد أهم مدن الجيل الأول من المدن الجديدة بمصر، وهي تابعة لمحافظة الجيزة (شكل 1)، والتي تم إنشائها بالقرار الجمهوري رقم ٥٠٤ لعام ١٩٧٩م. تمتعت المدينة بموقعها المتميز حيث أنها تقع شرق القاهرة شمال منطقة الأهرامات، وتتمثل مداخل المدينة في محور الضبعة شمالاً، وطريق الواحات، والطريق الدائري الأوسط شرقاً، وطريق الفيوم جنوباً، والطريق الدائري الإقليمي غرباً (شكل 2). تبلغ المساحة الإجمالية للمدينة 55 ألف فدان بينما يبلغ عدد السكان الحالي بالمدينة 1.5 مليون نسمة (The electronic portal the 6th of October City Development Authority” n.d.)، وتوضح إحصائيات تعداد السكان لعام 2006م في شكل 3 أن مدينة 6 أكتوبر هي المدينة الأكثر جذباً للسكان في مدن الجيل الأول (المدن الجديدة في مصر بين المستهدف والواقع حالة مدينة السادس من أكتوبر، 2012).

المناطق المحيطة، بدون تقييد المساحات الخضراء في أي مصطلحات أخرى. تعتبر المساحات الخضراء الحضرية أهم جزء من المنطقة الحضرية في المدينة (Verma & Garg, 2020)، حيث ثبت أنها تشكل جزءاً بارداً وتقلل من درجة حرارة سطح الأرض بشكل ملحوظ وتحسن الراحة الحرارية مما له دور في تقليل الاجهاد البيئي الناتج عن الجزيرة الحرارية الحضرية (Yang et al., 2017).

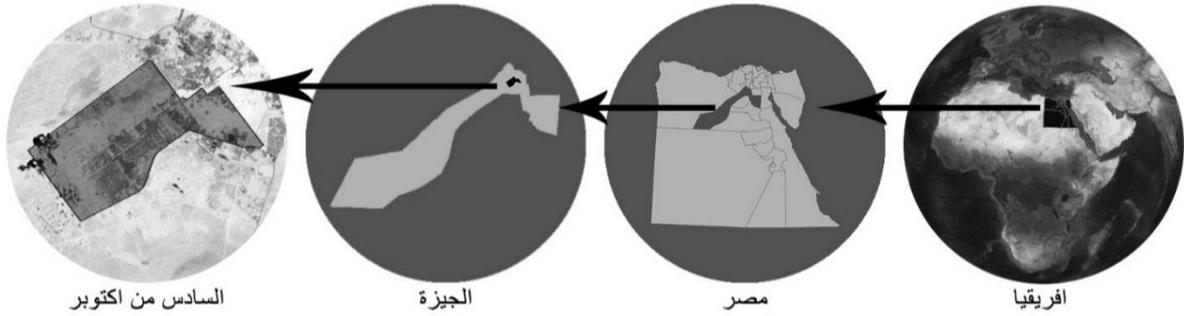
يكمن التأثير الكبير للمساحات الخضراء الحضرية في تبريد المناخ من خلال عمليتين رئيسيتين: وهما التظليل وتوفير تبخر نتج أعلى (Yang et al., 2017). كما تؤثر ثلاثة عوامل رئيسية على تأثير التبريد لهذه المساحات الخضراء الحضرية: وهي الخصائص المكانية للمساحة الخضراء، وتكوين الغطاء النباتي، والعوامل الخارجية (Yin et al., 2019)، حيث توجد علاقة عكسية بين درجات حرارة سطح الأرض ومؤشر الغطاء النباتي وحجم ومساحة المساحة الخضراء، وكانت العلاقة السلبية بين درجات حرارة سطح الأرض ومؤشر الغطاء النباتي أقوى بكثير من علاقة درجات حرارة سطح الأرض ومساحة المساحات الخضراء الحضرية، فتعد زيادة مؤشر الغطاء النباتي دليلاً من زيادة مساحة المساحة الخضراء الحضرية نهج أفضل وأكثر عملية في التخطيط لخفض درجات حرارة سطح الأرض. لكون القيم العالية لمؤشر الغطاء النباتي مرتبطة عادةً بحالة النمو الجيد للنباتات أو زيادة كثافة المساحات الخضراء الحضرية. وهو مؤشر واضح على أن حالة الغطاء النباتي تلعب دوراً حيوياً في تبريد البيئة الحرارية الحضرية (Yang et al., 2017). أظهرت دراسة في شيكاغو أن زيادة الغطاء النباتي في المدينة بنسبة 10% قد يقلل الطاقة الإجمالية للتدفئة والتبريد بنسبة 5 إلى 10%، كما وضعت بعض البلدان معايير لتوفير المساحات الخضراء التي يمكن الوصول إليها مثل تلك المعايير التي في بريطانيا التي تنص على حتمية وجود مساحة خضراء طبيعية يمكن الوصول إليها على بعد أقل من 300 متر من المنازل (Haq, 2011).

ركزت العديد من الدراسات خلال السنين القليلة الماضية على فهم تأثيرات المساحات الخضراء الحضرية على الجزيرة الحرارية الحضرية (Yang et al., 2017). ونظراً لتعقيد أخذ قياسات درجة حرارة سطح الأرض فإنه لا يمكن للقياسات الأرضية توفير قيم على مناطق واسعة، وبتطور أنظمة الاستشعار عن بعد من الفضاء وفرت الأقمار الصناعية الإمكانية لقياس درجات حرارة سطح الأرض في جميع أنحاء العالم مع دقة مكانية وزمانية عالية بما فيه الكفاية وقيم مكانية كاملة بدلاً من القيم النقطية (Li et al., 2013)؛ ولهذا السبب اعتمدت هذه الدراسة على بيانات الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية في استخلاص الجزيرة الحرارية الحضرية لمدينة 6 أكتوبر. كما يتم تحليل بيانات الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية بنظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information Systems) وهي أنظمة قائمة على الكمبيوتر يتم من خلالها إدارة البيانات الجغرافية وتحليلها ومعالجتها عادة لإنتاج تصورات ثنائية، أو ثلاثية الأبعاد بما في ذلك الخرائط (Werner et al., 2019). يتم تحديد تصنيف الغطاء الأرضي لصور الأقمار الصناعية باستخدام طريقة الاحتمالية القصوى وهي واحدة من أهم طرق التصنيف المراقب والتي تم استخدامها على نطاق واسع في رسم خرائط الغطاء الأرضي (Sheriza Mohd Razali, 2012).

يتم التصنيف على عدة مراحل رئيسية تبدأ بأخذ عينات تدريبية بسيطة لفئات الغطاء الأرضي، ثم التصنيف الذي تتم فيه مقارنة الخصائص الطيفية لكل بكسل في الصورة بخصائص عينات التدريب، وتسمى وحدات البكسل بنوع الفئة (عبد الفتاح السيد عبد الفتاح, 2017)، وتنتهي عمليات التصنيف بعملية تقييم دقة التصنيف، وهي مرحلة ضرورية لتقييم جودة الخرائط التي تم

والصناعية، والسياحية، والترفيهية. ويوضح شكل 4 نسب هذه الاستخدامات للمدينة (محمد محمود عبدالله يوسف, 2013).

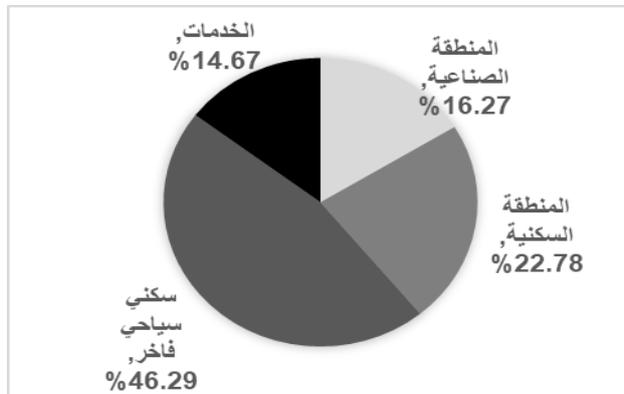
تعتبر مدينة 6 أكتوبر بمثابة نموذج لكفاءة استخدام الأراضي، حيث استوفت مبادئ الاستخدام الأمثل وتنوع الاستخدام، وكذلك تنوع الاستخدام بين المناطق السكنية على اختلاف أنواعها، والخدمية،



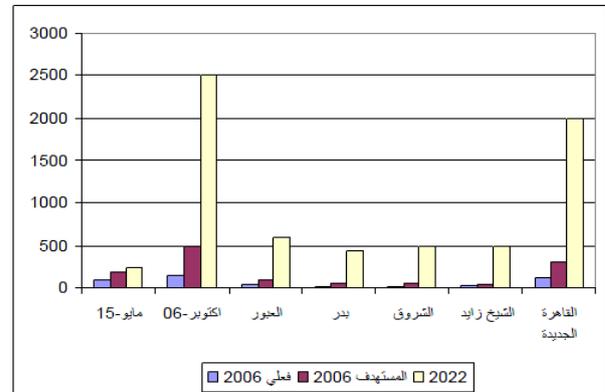
شكل 1: موقع مدينة السادس من أكتوبر



شكل 2: حدود ومداخل مدينة السادس من أكتوبر، المصدر: ("The electronic portal the 6th of October City Development Authority" n.d.)



شكل 4: نسب استخدامات الأراضي لمدينة السادس من أكتوبر، المصدر: ("The electronic portal the 6th of October City Development Authority" n.d.)

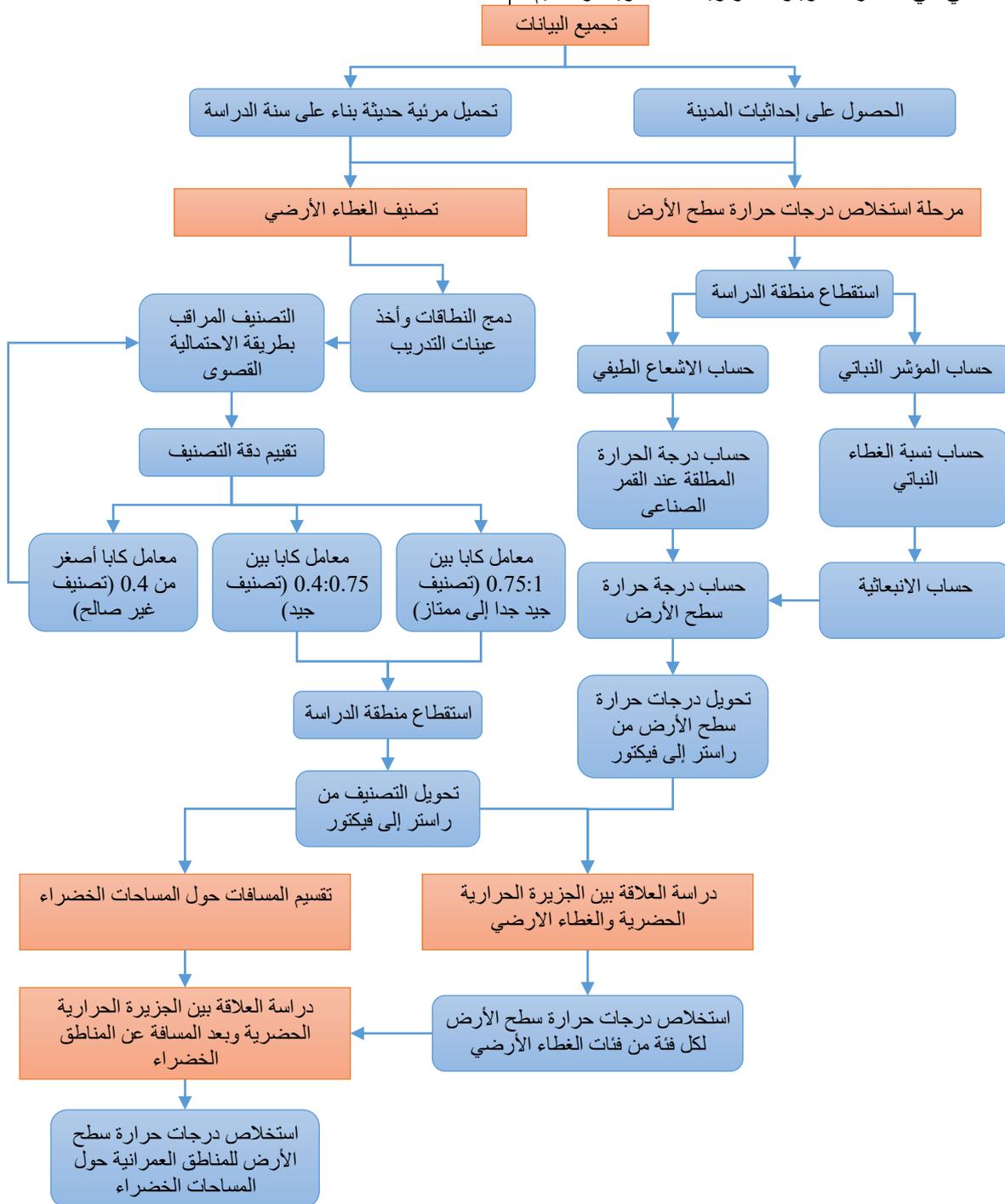


شكل 3: مقارنة تعداد السكان الفعلية لعام 2006 بالمستهدف عامي 2006، 2022 للمدن الجديدة حول مدينة القاهرة الكبرى، المصدر: (المدن الجديدة في مصر بين المستهدف والواقع حالة مدينة السادس من أكتوبر، 2012)

درجات الحرارة الناتجة إلى فئات وكذلك استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تصنيف الغطاء الأرضي المدينة وتحديد درجات حرارة كل فئة في تصنيف الغطاء الأرضي، بالإضافة إلى تحديد درجات حرارة العمران مع بعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية خلال فصل الصيف، وأخيراً تم استخدام المنهج التحليلي لتحليل واستنتاج مدى تأثير بعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية على الجزيرة الحرارية الحضرية كما هو موضح في المخطط التوضيحي للمنهجية البحثية في شكل 5.

### منهج البحث Research Methodology:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي في تجميع البيانات حول المدينة والحصول على الخرائط والإحداثيات اللازمة وكذلك اختيار القمر الصناعي المناسب للالتقاط أحدث الصور المرئية المستخدمة في الدراسة، ومن ثم تم الاعتماد على المنهج التطبيقي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتطبيق معادلات استخلاص درجة حرارة سطح الأرض المؤثرة بشكل أساسي في ظاهرة الجزيرة الحرارية الحضرية، وتقسيم



شكل 5: مخطط يوضح إطار منهجية البحث

المرئية المستخدمة في الدراسة والذي كان في منتصف صيف 2020 بتاريخ 2020/7/12، ويرجع اختيار ذلك الموعد؛ لارتفاع الحرارة في هذه الفترة مما يضمن عدم وجود سحب. يقع هذا التاريخ ضمن فترة عمل القمر لاند سات 8 الذي تم اختياره للالتقاط المرئية؛

مراحل استخلاص الجزيرة الحرارية الحضرية لمنطقة الدراسة: 1-1-1-مرحلة تجميع البيانات وتجهيز المرئية: تعتبر هذه المرحلة مرحلة مهمة وأساسية بحيث يتم فيها تجميع البيانات حول المدينة والحصول على الحدود الخارجية للمدينة، وأيضاً تحديد موعد التقاط

(7)  $\varepsilon = 0.004P_V + 0.986$   
 - حساب درجة حرارة سطح الأرض LST: يتم حساب درجة حرارة سطح الأرض LST بالاعتماد على المؤشر النباتي ودرجة حرارة الجسم الأسود عند القمر الصناعي وكذلك الانبعاثية (الذي تم حسابهم سابقاً) عن طريق المعادلة رقم (8):

$$(8) \quad T = \frac{T(^{\circ}C)}{1 + \left(\frac{L\lambda * T(^{\circ}C)}{\rho}\right) * \ln(\varepsilon)}$$

حيث أن:  $\rho$  = قيمة ثابتة وهي كالتالي:

$$(9) \quad \rho = h * \frac{c}{\sigma} = (1.438 * 10^{-2} m * K)$$

## 2-1- مراحل تصنيف استخدامات المدينة:

تمر مرحلة تصنيف المرئية لاستخدامات المدينة بمرحلتين أساسيتين وهما:

1-2-1- مرحلة دمج النطاقات واخذ العينات: هذه المرحلة يتم فيها الدمج لجميع النطاقات مع استبعاد النطاقين 10 و 11؛ لكونهم يقومون بقياس الطاقة الإشعاعية المنبعثة للأشعة تحت الحمراء لسطح الأرض، وكذلك تم استبعاد النطاق 8 Panchromatic؛ لاختلاف الدقة، من ثم تم استقطاع منطقة الدراسة من الصورة الناتجة، وإعادة ترتيب النطاقات إلى (3,5,7)؛ لإظهار الصورة بألوان طبيعية مع إزالة الغلاف الجوي ثم يتم أخذ العينات لفئات التصنيف وإنشاء ملف البصمات الطيفية.

2-2-1- مرحلة التصنيف المراقب: في هذه المرحلة يتم عمل التصنيف المراقب بطريقة الاحتمالية القصوى ( maximum likelihood classification) باستخدام ملف البصمات الناتج عن أخذ العينات لكل تصنيف من المرئية، والذي يبلغ عددهم ما يقرب من 1230 عينة موزعة على مساحة المدينة، وتحويل الصورة المصنفة إلى فيكتور.

1-2-3- مرحلة تقييم دقة التصنيف: تعتبر هذه المرحلة ضرورية للتأكد من مدى صحة تصنيف الغطاء الأرضي، لذا تم أخذ مجموعة عينات بسيطة وهي 250 عينة موزعة على فئات تصنيف الغطاء الأرضي للمدينة وفقاً لنسب مساحاتهم بحيث لا تقل عينات أصغر تصنيف عن 50 عينة وأكبر تصنيف لا يتجاوز 100 عينة وفقاً لنتائج دراسة سابقة تم الإشارة لها في المقدمة، ومطابقتها بتصنيفات الغطاء الأرضي الفعلي للمدينة على جوجل إرث، ومنها تم إعداد مصفوفات الخطأ لتقييم دقة تصنيف الغطاء الأرضي للمدينة عن طريق حساب الدقة الكلية ومعامل كابا، والذي يعتبر من المتغيرات المستخدمة بشكل شائع في تحليلات مصفوفة الخطأ وتقييم الدقة.

## 1-3- مرحلة دراسة العلاقة بين الجزيرة الحرارية الحضرية والمساحات الخضراء الحضرية

تم في هذه المرحلة توزيع درجات حرارة سطح الأرض في منطقة الدراسة على تصنيفات الغطاء الأرضي في طبقة نقطية واحدة، بالإضافة إلى تقسيم المسافات حول المساحات الخضراء الحضرية كل 100م، واستخلاص متوسط درجات حرارة المناطق العمرانية بناء على المسافات حول المناطق الخضراء.

## النتائج والمناقشة:

### 1-4- تصنيف الغطاء الأرضي للمدينة

صنف الغطاء الأرضي لمدينة السادس من أكتوبر في شكل 6 إلى أربع تصنيفات أساسية وهي: المناطق الفضاء، والمناطق العمرانية، والمساحات الخضراء والمناطق المائية. تبلغ مساحة التصنيفات 27.3، 19.7، 6.3، 0.025 ألف فدان على التوالي وهذا ما يعادل نسبة 51.2%، 36.7%، 12.1%، 0.05% على التوالي (شكل 8)، ونجد ارتفاعاً في مساحة المناطق الفضاء عن باقي التصنيفات وبقلبه انخفاضاً في المناطق المائية، حيث أن مساحتها لا تتعدى 0.05% من مساحة المدينة.

### 1-5- تقييم دقة تصنيف الغطاء الأرضي:

لكونه أحدث قمر صناعي تم إطلاقه في هذه الفترة وتم الحصول على المرئية الفضائية عن طريق الموقع الأمريكي الآتي: (EarthExplorer, <https://earthexplorer.usgs.gov/>, n.d.)، بالإضافة إلى تجهيز المرئية واستقطاع منطقة الدراسة من الباندر الحراري للمرئية (وهو الباندر 10 و 11 للاند سات 8) باستخدام برنامج ArcMap 10.5؛ استعداداً لتطبيق معادلات استخلاص درجة حرارة سطح الأرض للمدينة.

1-1-2- مرحلة استخلاص الجزيرة الحرارية الحضرية UHI: تعتمد هذه المرحلة على تطبيق عدة معادلات مهمة تعتمد على بعضها البعض لحساب درجة حرارة سطح الأرض وهي كالتالي: - حساب الإشعاع الطيفي: يبدأ تسلسل معادلات استخلاص درجة حرارة سطح الأرض بتحويل قيم الصورة الرقمية إلى قيم إشعاع طيفي للقمر الصناعي لاند سات 8 عن طريق المعادلة رقم (1):

$$(1) \quad L\lambda = ML * QCAL + AL$$

حيث أن:  $L\lambda$  = الإشعاع الطيفي،  $ML$  = معامل الضرب للحمزة الطيفية (ويستخرج من ملف metadata المرفق مع المرئيات الفضائية)،  $AL$  = معامل الاضافة للحمزة الطيفية (ويستخرج من ملف metadata المرفق مع المرئيات الفضائية)،  $QCAL$  = قيمة الانبعاث على الصورة الرقمية.

- حساب درجة الحرارة المطلقة عند القمر الصناعي: بعد الحصول على قيم الإشعاع الطيفي يتم حساب درجة الحرارة المطلقة، أو ما يسمى بدرجة حرارة الجسم الأسود عند القمر الصناعي بالكلفن عن طريق المعادلة رقم (2):

$$(2) \quad T_{(K)} = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)}$$

حيث أن:  $K1$  و  $K2$  هما قيم ثابتة تختلف باختلاف القمر الصناعي وقيمتها للقمر الصناعي لاند سات 8 موضحة في Error! Reference source not found.

### جدول 1: قيم الثابت k للقمر الصناعي لاند سات 8

نوع القمر الصناعي	K1	K2
لاندر باندر 10	774.8853	1321.0789
لاندر باندر 11	480.8883	1201.1442

ويتم تحويل درجة الحرارة بالكلفن إلى درجة حرارة مئوية عن طريق المعادلة رقم (3):

$$(3) \quad T(^{\circ}C) = T_{(K)} - 273.15$$

- حساب المؤشر النباتي NDVI: اعتمدت هذه الطريقة في استخلاص درجة حرارة سطح الأرض على حساب المؤشر النباتي NDVI (Normalized Differential Vegetative Index): وهو مؤشر رسومي أو رقمي بسيط يعبر عن كثافة الاخضرار، ويمكن استخدامه لتحليل نطاقات الأشعة تحت الحمراء المرئية والقريبة من الطيف الكهرومغناطيسي، ويتم اعتماده لتحليل قياسات الاستشعار عن بعد، ويمكن حسابه عن طريق المعادلة رقم (4):

$$(4) \quad NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

حيث أن:  $NIR$  = الانعكاسية في حمزة الأشعة قرب الحمراء،  $RED$  = الانعكاسية في حمزة الأشعة الحمراء المرئية، وعليه تكون المعادلة (4) للقمر الصناعي لاند سات 8 على صورة المعادلة رقم (5):

$$NDVI = (Band5 - Band4) / (Band5 + Band4)$$

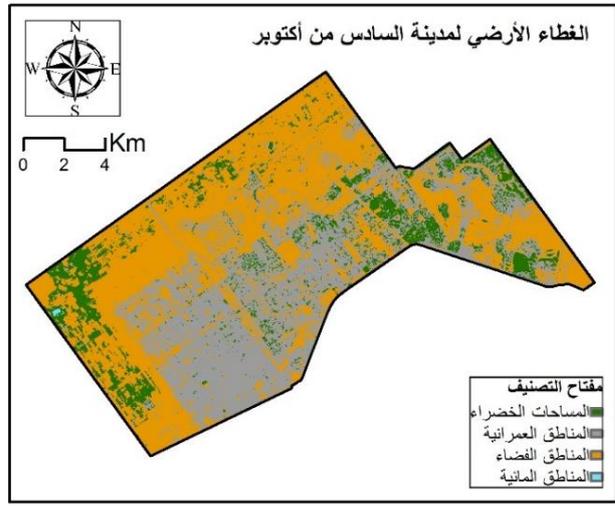
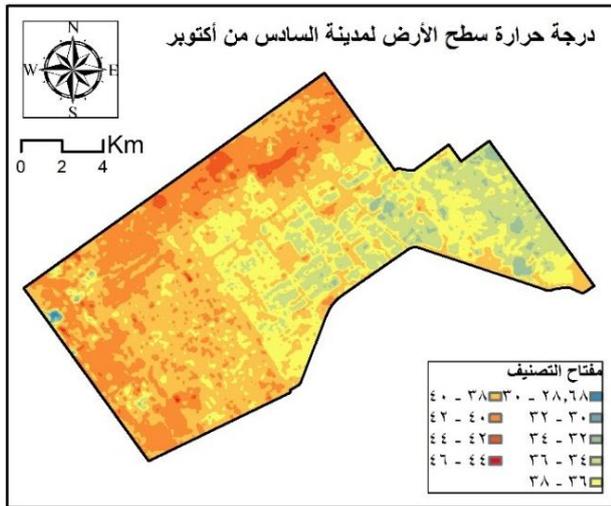
- حساب نسبة الغطاء النباتي: يتم حساب نسبة هذا الغطاء النباتي عن طريق المعادلة رقم (6):

$$(6) \quad P_V = \left(\frac{NDVI - NDVI_{MIN}}{NDVI_{MAX} - NDVI_{MIN}}\right)^2$$

- حساب الانبعاثية: يتم حسابها بمعلومية نسبة الغطاء النباتي عن طريق المعادلة رقم (7):

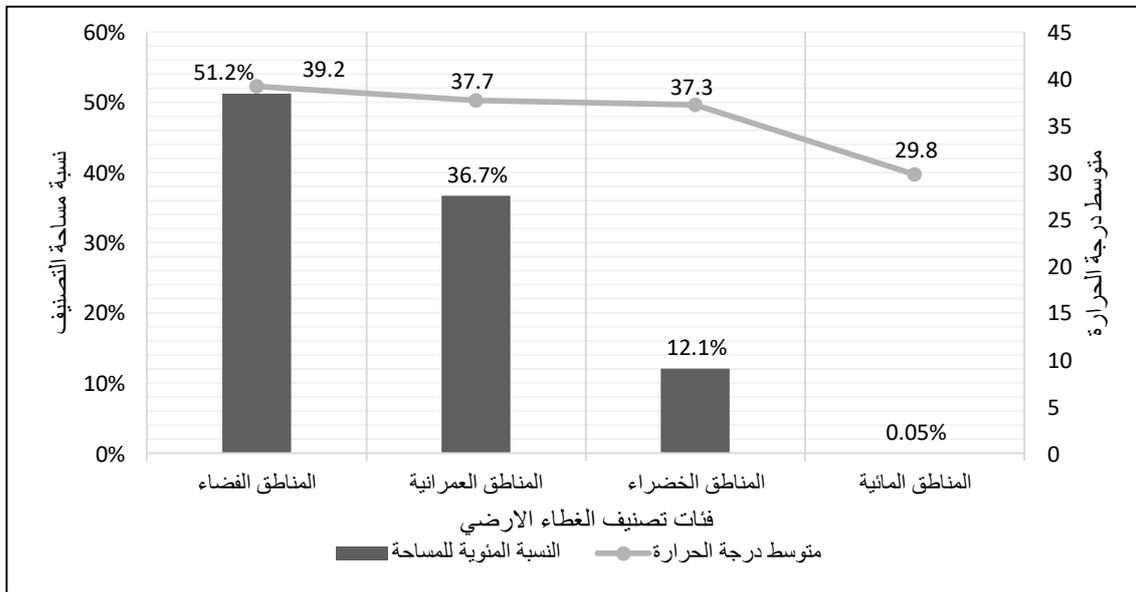
مرتفعة مما يعني أن دقة التصنيف دقة عالية يمكن استخدامها في الدراسة ويرجع هذا لارتفاع الدقة المكانية لمراقبة القمر الصناعي لاند سات 8 وكذلك وضوح عناصر الغطاء الأرضي للمدينة على برنامج جوجل إرث في مطابقة العينات.

تم مقارنة تصنيف بعض العينات بخرائط جوجل إرث وإنشاء مصفوفة الخطأ ومن ثم تحليل هذه المصفوفة بحساب كلاً من دقة المستخدم والناتج والتي وصلت لبعض التصنيفات إلى 100% والدقة الكلية وكانت تعادل 98% وحساب معامل كابتا والذي بلغ 0.98 وطبقاً للقيم الموضحة سابقاً في المقدمة تعتبر هذه القيمة



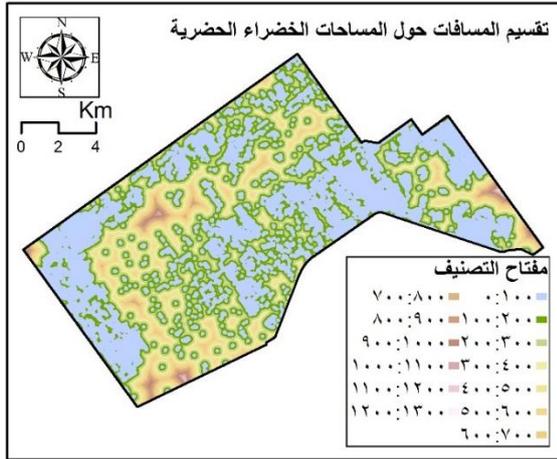
شكل 7: الجزيرة الحرارية الحضرية لمدينة السادس من أكتوبر الذي أظهر ارتفاعاً في متوسط درجات الحرارة للمناطق الفضاء وانخفاضها في المناطق الخضراء وتأثيرها بالانخفاض على درجات حرارة المناطق العمرانية؛ ويرجع ذلك لكثرة التظليل وكذلك التخلص المستمر من الحرارة من خلال التبخر بالنسبة للمساحات الخضراء الحضرية بداخلها، بالإضافة إلى انخفاض ملحوظ في متوسط درجة حرارة المنطقة المائية.

شكل 6: الغطاء الأرضي لمدينة السادس من أكتوبر  
**6-1- الجزيرة الحرارية الحضرية**  
تراوحت درجة حرارة سطح الأرض لمدينة السادس من أكتوبر لمنتصف صيف 2020 بين 28.6° إلى ما يقرب من 38° كما هو موضح في شكل 7، وبمراجعة درجات حرارة سطح الأرض مع شكل 6 نجد أن متوسط درجة الحرارة لكل تصنيف بلغ 39.2°، 37.7°، 37.3°، 29.8°، 37.3°، 37.7° على التوالي، وتم التعبير عنها بيانياً في

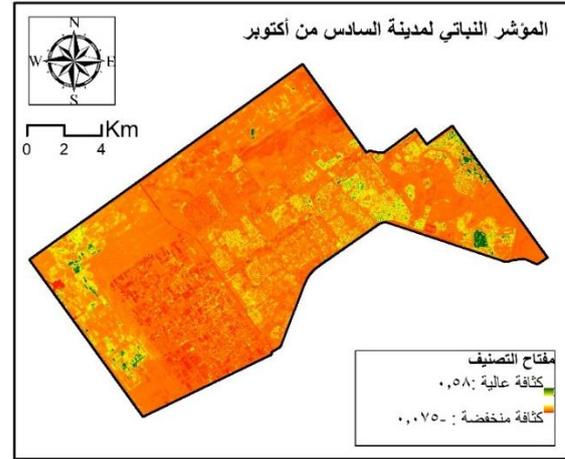


شكل 8: تمثيل بياني لنسب تصنيف الغطاء الأرضي ومتوسطات درجة حرارتهم سلوكاً معاكساً لدرجات الحرارة في انخفاض وارتفاع القيم. فبدأت قيم متوسط المؤشر النباتي للمنطقة العمرانية من 0.098 وظلت تنخفض تدريجياً حتى وصلت إلى 0.034 ثم ارتفعت القيمة مباشرة بشكل كبير إلى 0.068. بينما كانت متوسطات درجة الحرارة على النقيض تماماً فبدأت منخفضة 36.89° ثم ارتفعت تدريجياً إلى 40.95° ثم انخفضت مرة أخرى.

**7-1- علاقة درجات حرارة العمران بمؤشر الغطاء النباتي**  
يعرض شكل 9 المؤشر النباتي لمدينة السادس من أكتوبر وبمقارنته بدرجات الحرارة في شكل 7 نجد أن المنطقة الشمالية بها كثافة أخضرار منخفضة ومرتفعة في درجة الحرارة، بينما المنطقة الشرقية بها كثافة أخضرار عالية ومنخفضة في درجة حرارتها. ويتضح وجود العلاقة العكسية بين الجزيرة الحرارية الحضرية والمؤشر النباتي في شكل 14 حيث أن قيم المؤشر النباتي تسلك

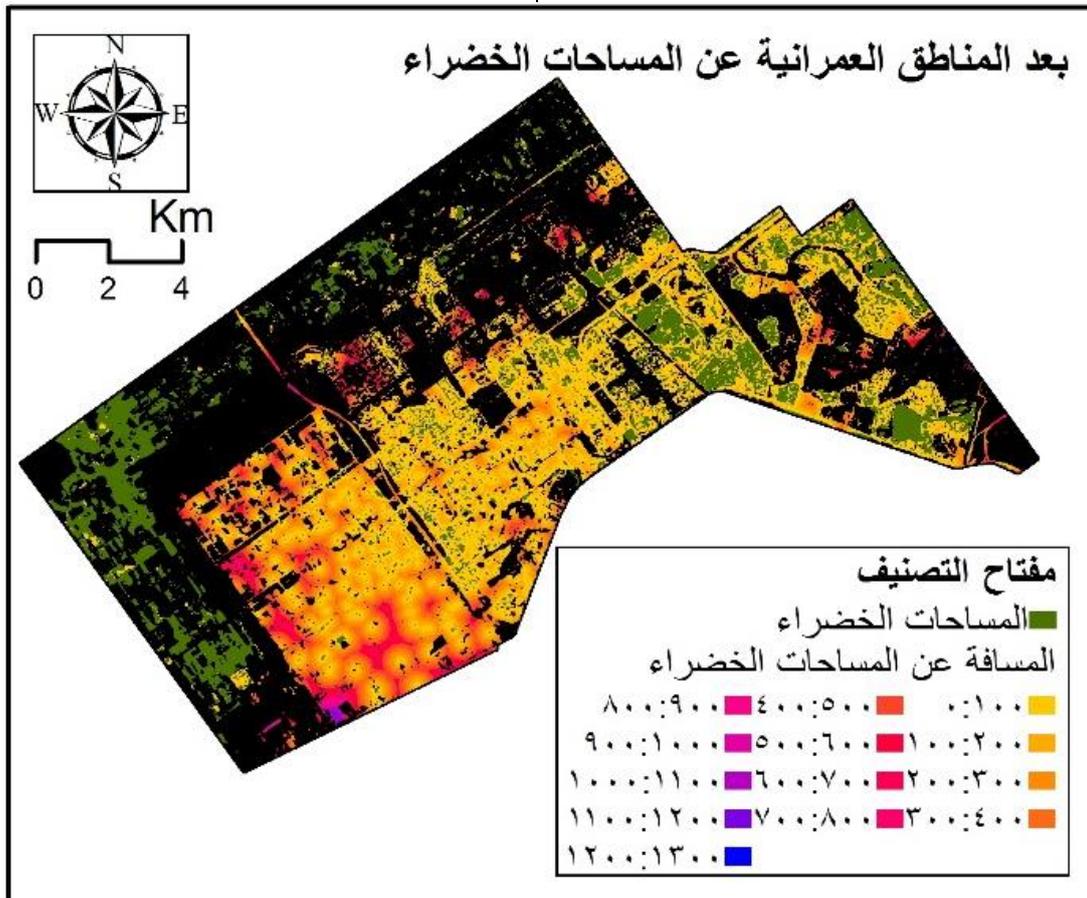


شكل 10: تقسيم المسافات حول المساحات الخضراء الحضرية  
نلاحظ بمتتبع متوسط درجات الحرارة للمناطق العمرانية في شكل 12 أن متوسط الحرارة لم يتعدى  $37.9^{\circ}$  للعرمان الذي لا يبعد عن 200م، وبناءً عليه كان إجمالي متوسط درجة حرارة العرمان للمدينة لا يتعدى  $37.7^{\circ}$ ، كما نلاحظ ارتفاعاً تدريجياً في درجات الحرارة كلما بعدت المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية حتى وصلت إلى  $40.95^{\circ}$  على بعد يصل إلى 1150م من المناطق الخضراء، ونستنتج من ذلك أن اقتراب المساحات الخضراء من المناطق العمرانية يعزز من تقليل درجات الحرارة، وهذا ما يؤكد على أهمية وجود المساحات الخضراء حول المناطق العمرانية، حيث أن المساحات الخضراء الحضرية وتداخلها في المناطق العمرانية تساعد على خفض الجزيرة الحرارية الحضرية بشكل كبير (شكل 13).

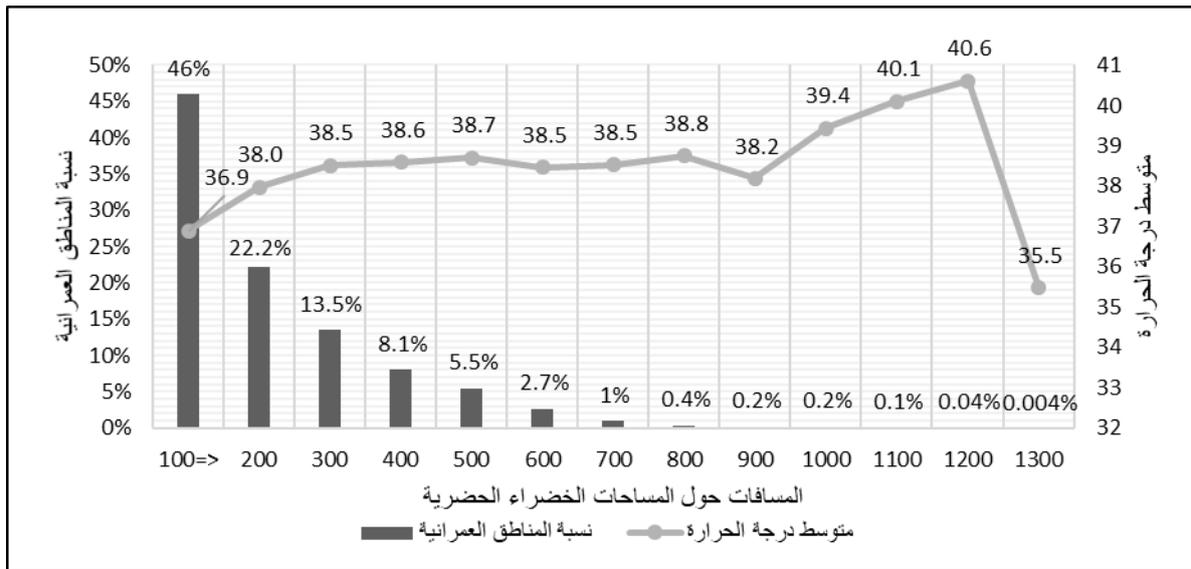


شكل 9: المؤشر النباتي لمدينة السادس من أكتوبر  
8-1- علاقة درجات حرارة العرمان وبعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية

قسمت المسافات حول المساحات الخضراء الحضرية كل 100م. فوقعت أغلب المساحات الخضراء الحضرية على مسافات لا تزيد عن 600م عما حولها كما هو موضح في شكل 10. تم دراسة توزيع المناطق العمرانية على تلك المسافات، كانت المناطق العمرانية لا تبعد كثيراً عن المساحات الخضراء بل كانت مختلطة ومتداخلة معاً حيث 46% من العرمان يقع على بعد لا يزيد عن 100م، و22.2% منه يقع على بعد ما بين 100 إلى 200م وباقي نسب العرمان تقع على مسافات متفرقة تصل حتى مسافة 1300م وهذا ما يمثله شكل 11، مما يعني أن النسبة الأكبر المؤثرة على متوسط درجة الحرارة للعرمان هي لا تبعد عن 200م من المساحات الخضراء الحضرية.

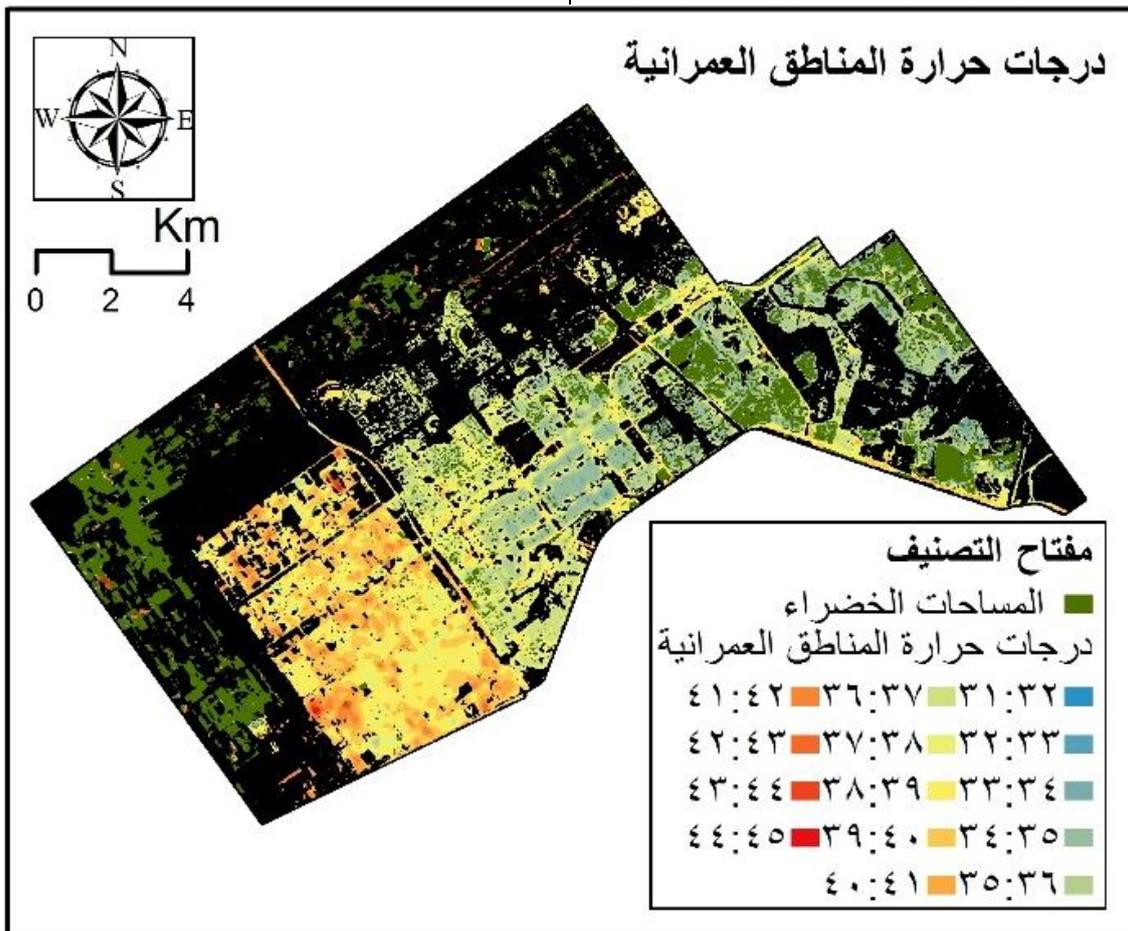


شكل 11: بعد المناطق العمرانية عن المساحات الخضراء

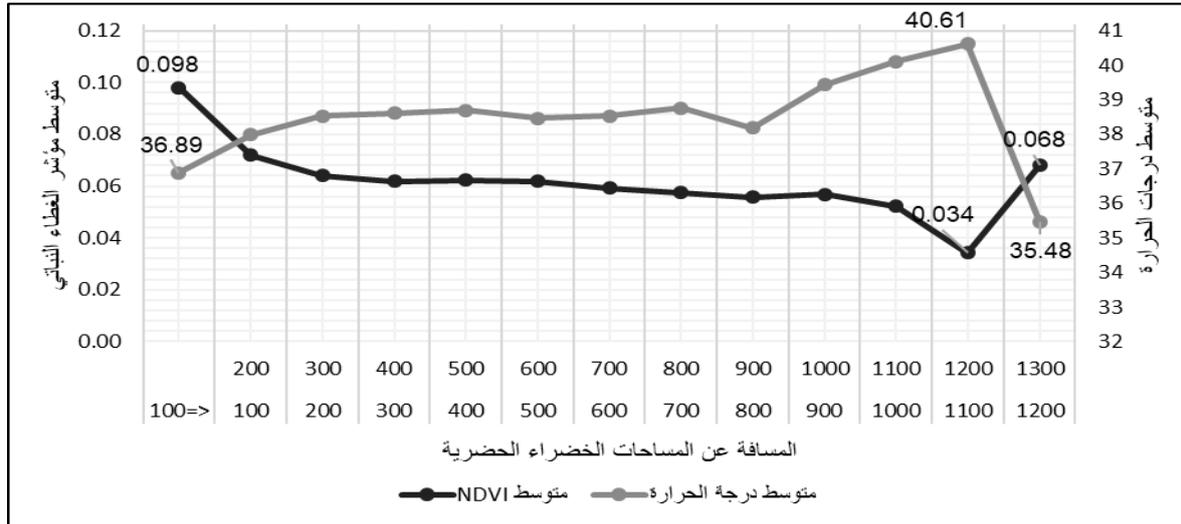


شكل 12: العلاقة بين متوسط درجات حرارة المناطق العمرانية وبعد المسافة عن المساحات الخضراء الحضرية تتعدى 0.004% من إجمالي المناطق العمرانية. ومن المرجح انتمائها للمساحات الخضراء الحضرية لارتفاع نسبة المؤشر النباتي بها كما هو موضح في شكل 14.

نلاحظ أيضا حدوث انخفاض مفاجئ في متوسط درجات الحرارة إلى ما يقرب من 35° على الرغم من بعد المسافة عن المساحات الخضراء الذي وصل إلى 1300م، وتم تفسير ذلك بالرجوع لخرائط جوجل إرث وتحديد موقع هذه المنطقة من العمران وجد أنها غير عمرانية، وصنفت كعمران بالخطأ ونسبتها لا



شكل 13: توزيع درجات حرارة المناطق العمرانية



شكل 14: علاقة متوسط درجات حرارة سطح الأرض بمؤشر الغطاء النباتي

(2012)

- 2- عبد الفتاح السيد عبد الفتاح. (2017). تقييم طرق تصنيف المرئيات الفضائية لدراسة التغير العمراني بمحافظة البحيرة.
- 3- محمد محمود عبدالله يوسف. (2013). التوظيف الأمثل للأراضي والتنمية المستدامة بالتطبيق على مدينة السادس من أكتوبر بمصر. منظمة العواصم والمدن الإسلامية.
- 4- Bahi, H., Mastouri, H., & Radoine, H. (2020). Review of methods for retrieving urban heat islands. *Materials Today: Proceedings*, 27, 3004–3009. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.272>
- 1- Haq, S. M. A. (2011). Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment. *Journal of Environmental Protection*, 02(05), 601–608. <https://doi.org/10.4236/jep.2011.25069>
- 2- Kalkhan, M. A., Reich, R. M., & Czaplewski, R. L. (1997). Variance Estimates and Confidence Intervals for the Kappa Measure of Classification Accuracy. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 23(3), 210–216. <https://doi.org/10.1080/07038992.1997.10855203>
- 3- Li, Z.-L., Tang, B.-H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., Trigo, I. F., & Sobrino, J. A. (2013). Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 131, 14–37. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.12.008>
- 4- Mansour, K. F. G. (2016). Studying the relationship between urban changes and the emergence of heat islands in the city of Tanta using remote sensing and geographic information systems. *Journal of Scientific Research in Arts*, 3(4), 1–18. <https://doi.org/10.21608/jssa.2016.11381>
- 5- Memon, R. A., Leung, D. Y. C., & Chunho, L. I. U. (2008). Review of Generation, Determination, Mitigation UHI. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 120–128.
- 5- Mushore, T. D., Odindi, J., Dube, T., &

## الخلاصة Conclusion

تأثرت راحة الإنسان الحرارية بشكل كبير بالجزيرة الحرارية الحضرية المتكونة فوق المدن والتي تتسبب في رفع درجة حرارة المدينة عما حولها، واعتبرت هذه الظاهرة من أهم الجوانب الرئيسية التي تؤثر على المناخ الحضري، والمعتمدة بشكل أساسي على درجات حرارة سطح الأرض، حيث تعمل درجات حرارة سطح الأرض المرتفعة على تدهور ظروف الراحة الحرارية. وفرت تقنيات الاستشعار عن بعد معلومات حول درجات حرارة سطح الأرض ذات دقة مكانية وزمانية عالية. اثبتت المساحات الخضراء الحضرية قدرتها على خفض درجة حرارة سطح الأرض كأسلوب أكثر فاعلية للتخفيف من الجزيرة الحرارية الحضرية. وبدراسة درجة حرارة سطح الأرض لمدينة السادس من أكتوبر وعلاقتها بتصنيف الغطاء الأرضي وبعدها عن المساحات الخضراء الحضرية، خلصت الدراسة لعدة نتائج يمكن تلخيصها في النقاط الآتية:

- ارتباط الجزيرة الحرارية الحضرية بالغطاء الأرضي للمدينة.
- انخفاض درجات الحرارة في المناطق الخضراء والمائية، وتأثيرهم على درجات حرارة المناطق المحيطة بهم.
- هناك علاقة عكسية بين مؤشر الغطاء النباتي وبين درجات حرارة سطح الأرض، حيث نجد أنه كلما زادت الكثافة النباتية كلما قلت درجات الحرارة.
- هناك علاقة طردية بين درجة حرارة سطح الأرض للمناطق العمرانية وبعدها عن المساحات الخضراء، فتنقل درجات الحرارة كلما اقتربت المنطقة العمرانية عن المناطق الخضراء، وتزيد درجات الحرارة كلما بعدت المسافة.
- وفيما يلي بعض المقترحات لزيادة المساحات الخضراء الحضرية وتداخلها مع المناطق العمرانية، فمن الممكن زيادة المساحات الخضراء على مستوى المبنى من خلال زراعة أسطح المباني، واستخدام النباتات والنباتات المتنقلة أمام النوافذ، وزراعة النباتات المتسلقة على الواجهات، كما يمكن زراعة الأرصفة، والجزر الوسطى، وعلى حافتي الشوارع، بينما يمكن استغلال وزراعة المناطق الفضاء الغير مستغلة، وجمعها اقتراحات توفر مساحات خضراء على مسافات أقرب ما يكون من المناطق العمرانية للتخفيف من آثار الجزر الحرارية الحضرية المتكونة في المدن.

## المراجع References

- 1- المدن الجديدة في مصر بين المستهدف والواقع حالة مدينة السادس من أكتوبر، قسم الهندسة المعمارية والتخطيط 204

- Lucknow Urban Green Space and Land Surface Temperature in Lucknow Ravi Verma , Pradeep Kumar Garg. December. <https://doi.org/10.1002/essoar.10506196.1>
- 12- Werner, T. T., Bebbington, A., & Gregory, G. (2019). Assessing impacts of mining: Recent contributions from GIS and remote sensing. *The Extractive Industries and Society*, 6(3), 993–1012. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.06.011>
- 13- Wu, C., Li, J., Wang, C., Song, C., Haase, D., Breuste, J., & Finka, M. (2021). Estimating the Cooling Effect of Pocket Green Space in High Density Urban Areas in Shanghai, China. *Frontiers in Environmental Science*, 9(May), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.657969>
- 14- Yang, C., He, X., Wang, R., Yan, F., Yu, L., Bu, K., Yang, J., Chang, L., & Zhang, S. (2017). The effect of urban green spaces on the urban thermal environment and its seasonal variations. *Forests*, 8(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/f8050153>
- 15- Yin, J., Wu, X., Shen, M., Zhang, X., Zhu, C., Xiang, H., Shi, C., Guo, Z., & Li, C. (2019). Impact of urban greenspace spatial pattern on land surface temperature: a case study in Beijing metropolitan area, China. *Landscape Ecology*, 34(12), 2949–2961. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00932-6>
- 16- The electronic portal the 6th of October City Development Authority. (n.d.). Retrieved August 25, 2021, from <http://www.6october.gov.eg/default.aspx>
- 17- *EarthExplorer*. (n.d.). Retrieved August 25, 2021, from <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Mutanga, O. (2017). Understanding the relationship between urban outdoor temperatures and indoor air-conditioning energy demand in Zimbabwe. *Sustainable Cities and Society*, 34(April), 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.06.007>
- 6- Nkomeje, F. (2015). Comparative Performance of Multi-Source Reference Data to Assess the Accuracy of Classified Remotely Sensed Imagery: Example of Landsat 8 OLI Across Kigali City-Rwanda. *International Journal of Engineering Works Kambohwel Publisher Enterprises*, 4(1), 10–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/ZENODO.268398>
- 7- Samer Hadi Kazem Al-Jashami. (2018). Spatial analysis of heat islands in the city of Najaf using geographical techniques. *Journal of Geographical Research*, 27(1), 327. <https://doi.org/10.36328/0833-000-027-012>
- 8- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682–703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- 9- Sheriza Mohd Razali. (2012). A method of mapping forest fuel types in peat swamp forest. *African Journal of Agricultural Research*, 7(12). <https://doi.org/10.5897/ajar11.1456>
- 10- Stehman, S. V. (1996). Estimating the kappa coefficient and its variance under stratified random sampling. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62(4), 401–407.
- 11- Verma, R., & Garg, P. K. (2020). Urban Green Space and Land Surface Temperature in