

التباين الحراري داخل مدينة بنغازي (الجزر الحرارية)

دراسة تحليلية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

الدرجة العلمية: محاضر

د. سيف الدين محمد صالح الاوجلي



[Email- saifaldeen_sm@yahoo.com](mailto:Email-saifaldeen_sm@yahoo.com)

ملخص الدراسة

يعرف التباين الحراري داخل المدينة بالجزر الحرارية والذي يعرف بأنه ارتفاع درجة الحرارة في المدن الكبيرة والصناعية مقارنة بالمناطق الريفية المحيطة بها .

تعتبر دراسة الجزر الحرارية من الدراسات المناخية الحديثة والهامة لأنها توضح اثر هذه الظاهرة على الموازنات المالية للمدن ، والتي قد يرتبط بها انتشار ملوثات الهواء والماء وتغير المناخ وتدهور الصحة العامة للسكان . كما تعتبر هذه الدراسة من الدراسات ذات الأثر النفعي في مجال التنمية والتخطيط المحلي والإقليمي ، إذ إن استخدام التقنية في كشف التغيرات البيئية ورصدها أمر غاية في الأهمية كونه يسرع في اتخاذ الحلول للمشاكل التي تعترض بيئة الإنسان كما يساعد فهم الجزر الحرارية وسلوكها في المدينة على اتخاذ التدابير التي من شأنها أن تقلل من حجم المال المهدور بسبب الاستهلاك المتزايد للطاقة الناتج من تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية كما يمكن من خلالها تحديد أساليب الاستخدام الأمثل لموارد البيئة والنطاقات المثلى للسكن والترفيه في المدن في ظل خصائصها الحرارية .

اعتمد المشروع البحثي على الدراسة الميدانية والمكتبية لتتبع التباين الحراري داخل مدينة بنغازي ، فبالنسبة للعمل الميداني فقد قام الباحث بزيارة محطة الأرصاد الجوية للتعرف على درجة حرارة المدينة في نفس يوم التقاط الصورة الفضائية ، أما العمل المكتبي فيشمل جمع الكتب والمقالات والتقارير والبحوث التي تتحدث على ظاهرة الجزر الحرارية وكيفية استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراستها ، كما شملت الدراسة المكتبية الحصول على صورة القمر الصناعي (LANDSAT(TM) الملتقطة بتاريخ 16-8-1984 و LANDSAT ETM الملتقطة بتاريخ 16 - 8 - 2012 من موقع وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (USGS) ، والتي يعتمد عليها في عملية التحليل وإنشاء الخريطة الحرارية لمدينة بنغازي ، كما قام الباحث بعملية التصحيح الهندسي Geometric Correction ، لصورة القمر الصناعي عن طريق الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية للمنطقة بإحداثيات مصححة واستخدام برنامج ERDAS IMAGIN 9.2 ، والذي يحتوي على خاصية تمكنه من القيام بهذه العملية .

بعد الخطوتين السابقتين يقوم الباحث باستخراج النطاق الحراري THERMAL BAND 6 بواسطة عملية LAYER STACK ، من خلال نفس البرنامج السابق (ERDAS IMAGIN 9.2) ثم يذهب إلى برنامج ENVI 5.0 وعن طريق خاصية BASIC TOOLS ، يختار BAND MATH ، ومنها يستطيع أن يستخدم المعادلات التي تحول قيم الصورة الرقمية إلى إشعاع طيفي (DN) CONVERSION OF THE DIGITAL NUMBER TO SPECTRAL RADIANCE ، ثم إلى درجة حرارة كالفن CONVERSION OF THE DIGITAL NUMBER (DN) TO TEMPERATURE .

بعد توفر البيانات والمتمثلة في الخرائط الحرارية وخرائط استخدامات الأرض والجداول التي تبين المساحات المختلفة لاستخدامات الأرض والبعد عن البحر والارتفاع عن سطح البحر بدأ الباحث في عملية تحليل البيانات وتفسيرها ، وتوصل إلى تأثير هذه المتغيرات على التباين في توزيع وأحجام الجزر الحرارية بمدينة بنغازي والذي يتضح عند مقارنة هذا التوزيع في المكان في سنة معينة .

أولاً:- الإطار النظري للدراسة .

مقدمة .

تمثل درجة حرارة سطح الأرض المحصلة النهائية لتأثير وتأثر المناخ بعدد لا متناهي من العوامل الطبيعية والبشرية " حيث أن درجة حرارة أي بقعة على الأرض ما هي إلا درجة حياتية لإقليم مناخي اصغر له خصائصه المميزة من حيث مدخلاته ومخرجاته الخاصة من الطاقة الرطوبة "1، فعلى مستوى المدينة تتوزع مجموعة من الأنماط الحرارية في كل حي من أحيائها بل إن داخل الحي الواحد تتداخل مجموعة من الأنماط الحرارية المتباينة والتي تتحكم فيها مجموعة من العوامل المتداخلة والمتفاعلة مع بعضها ، فدرجة الحرارة في ظل مبنى تختلف عن درجة الحرارة عند المبنى نفسه في الجهة المواجهة للشمس يتبعه اختلاف في مستوى الرطوبة ومعدل سرعة الرياح وعدد ساعات السطوع .

يعرف التباين الحراري داخل المدينة بالجزر الحرارية والذي يعرف بأنه ارتفاع درجة الحرارة في المدن الكبيرة والصناعية مقارنة بالمناطق الريفية المحيطة بها ، وتنقسم الجزر الحرارية إلى ثلاثة أقسام هي "طبقة المظلة CLHI وهي القمة العليا للجزر الحرارية ، وطبقة الحدود BLHI وهي تأتي تحت الطبقة السابقة ويبلغ ارتفاعها واحد كيلو متر في النهار وبضعة مئات من الأمتار بالليل ، ثم طبقة السطح SLHI الملامسة للأرض والتي تكون أكثر دفئاً"².

حيث تعتبر دراسة الجزر الحرارية للمدن من الدراسات المناخية الحديثة والهامة لأنها توضح اثر هذه الظاهرة على الموازنات المالية للمدن الكبيرة والصناعية والتي قد يرتبط بها انتشار ملوثات الهواء والماء وتغير المناخ وتدهور الصحة العامة للسكان " ، "ففي الولايات المتحدة الأمريكية يموت أكثر من 1000 شخص سنويا بسبب الحرارة الشديدة داخل المدن "3، كما تسبب التعرض للحرارة الشديدة إلى "وفاة أكثر من 8000 شخص في الفترة من 1973-2003 ، حيث تجاوز هذا الرقم العدد الذي مات من الأعاصير والزلازل والفيضانات"⁴ وبالتالي فان لظاهرة الجزر الحرارية قدر كبير من التأثير على صحة ورفاهية سكان الحضر .

أهمية الدراسة .

تعتبر هذه الدراسة من الدراسات ذات الأثر النفعي في مجال التنمية والتخطيط المحلي والإقليمي إذ إن استخدام التقنية في كشف التغيرات البيئية ورصدها أمر غاية في الأهمية كونه يسرع في اتخاذ الحلول للمشاكل التي تعترض بيئة الإنسان ، كما يساعد فهم الجزر الحرارية وسلوكها في المدينة على اتخاذ التدابير التي من شأنها أن تقلل من حجم المال المهدور بسبب الاستهلاك المتزايد للطاقة الناتج من تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية ، كما يمكن من خلالها تحديد أساليب الاستخدام الأمثل لموارد البيئة والنطاقات المثلى للسكن والترفيه في المدن في ظل خصائصها الحرارية .

أهداف الدراسة .

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الآتي :-

- 1- التعرف على التوزيع المكاني لدرجات الحرارة بمدينة بنغازي .
- 2- إبراز العلاقة بين الجزر الحرارية وأنماط استخدام الأرض بالمدينة .
- 3- التعرف على أحجامها داخل المدينة و العوامل الطبيعية المؤثرة بالظاهرة .

تساؤلات الدراسة .

- 1- كيف تتوزع درجات الحرارة داخل مدينة بنغازي ؟
- 2- ما هي العلاقة بين التوزيع المكاني لدرجات الحرارة واستخدامات الأرض بالمدينة ؟
- 3- ما هو تأثير العامل الطبيعي على توزيع درجات الحرارة بالمدينة ؟

طريقة الدراسة .

اعتمد المشروع البحثي على الدراسة الميدانية والمكتبية لتتبع التباين الحراري داخل مدينة بنغازي فبالنسبة للعمل الميداني فقد قام الباحث بزيارة محطة الأرصاد الجوية للتعرف على درجة حرارة المدينة في نفس يوم التقاط الصورة الفضائية ، أما العمل المكتبي فيشمل جمع الكتب والمقالات والتقارير والبحوث التي تتحدث على ظاهرة الجزر الحرارية وكيفية استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراستها ، كما شملت الدراسة المكتبية الحصول على صورة القمر الصناعي (LANDSAT(TM) لسنة 1984 من موقع وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (USGS) ، والتي يعتمد عليها في عملية التحليل وإنشاء الخريطة الحرارية لمدينة بنغازي .

منهج وأسلوب الدراسة .

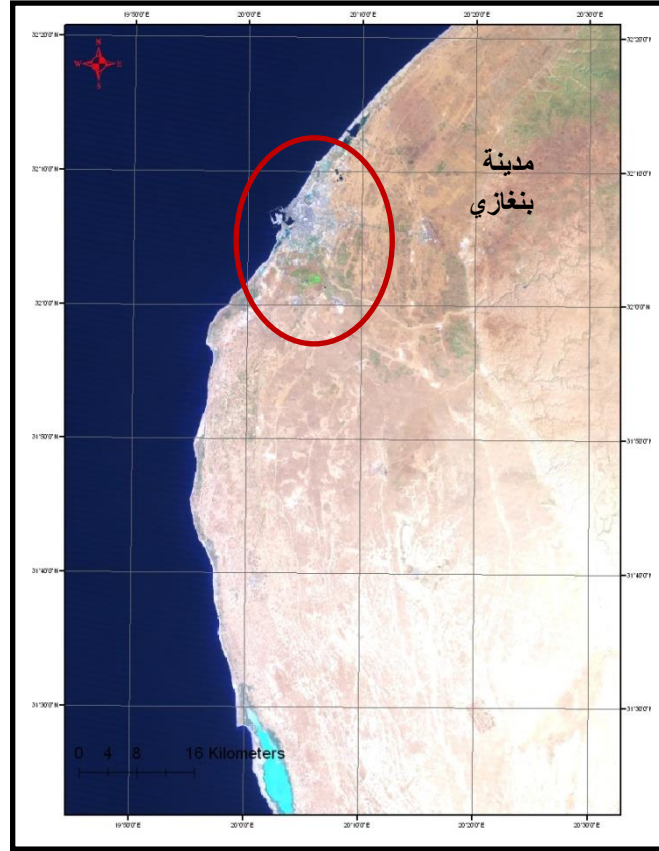
استخدم في هذه الدراسة أكثر من منهج يمكن توضيحها في الآتي :-

- 1- المنهج المقارن :- استخدم لإبراز تباين الظاهرة عن طريق المقارنة فيما بينها من مكان لآخر من حيث توزيعها و حجمها .
 - 2- المنهج الوصفي :- إن من بين تعريفات علم الجغرافيا انه علم وصف الأرض ، لذلك يستخدم الجغرافي هذا المنهج لإبراز شكل الظاهرة وخصائصها وتوزيعها على الأرض.
- أما بالنسبة لأسلوب الدراسة فقد اعتمد على التحليل الكمي باستخدام بعض الأساليب الإحصائية والتحليل المكاني بالاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية ARC GIS 9.3 وبرنامج ERDASIMAGINE 9.2 وبرنامج ENVI 5.0 ، حيث ساعدت هذه البرامج في عرض الظاهرة في صورة خرائط وإجراء التحليلات المكانية التي سوف يتم توضيحها لاحقاً.

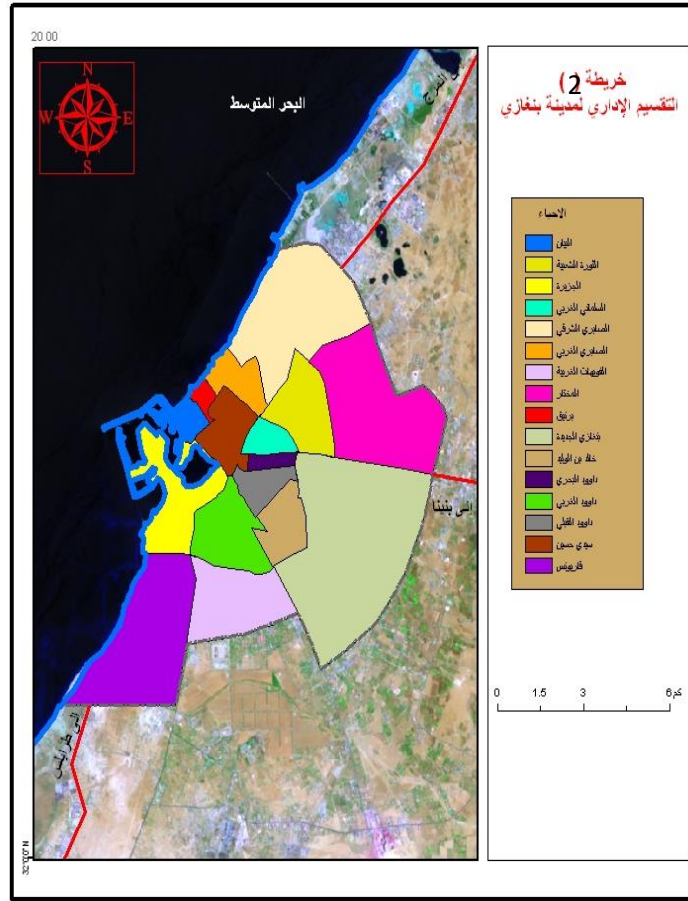
موقع المدينة .

تقع مدينة بنغازي في شمال شرق ليبيا في السهل الساحلي الذي يعرف باسم سهل بنغازي وتعتبر المدينة الثانية بعد مدينة طرابلس ومركزا إداريا مهما يقدم خدماته لشرق وجنوب شرق ووسط البلاد .
تمتد المدينة شمالا من الطريق الدائري الخامس متقاطعا مع طريق العروبة وجنوبا إلى الطريق الدائري الرابع والطريق المحاذي لوادي القطارة وشرقا الطريق الدائري الخامس متقاطعا مع طريق الجماهيرية أما من الغرب والشمال الغربي فيحدها البحر المتوسط موازيا لشارع احمد رفيق المهدي ، وتندرج المدينة فلكيا بين دائرتي عرض 32.03° - 32.10° شمالا ، وخطي طول 20.01° - 20.09° شرقا ، كما تقسم إداريا إلى 16 حي هي البيان - الثورة الشعبية - الجزيرة - السلماي الغربي - الصابري الشرقي الصابري الغربي - الفويهات الغربية - المختار - برنيق - بنغازي الجديدة - خالد بن الوليد داوود البحري - داوود القبلي - داوود الغربي - سيدي حسين - قاريونس (انظر الخريطة 2) أعطى هذا الموقع للمدينة تميزا وزاد من أهميتها فارتبطت بها طرق المواصلات البرية والبحرية والجوية ، حيث يمر بها الطريق الساحلي الذي يربط ليبيا بدولتي مصر وتونس ، كما يوجد بها ميناء بحري ومطار دولي يساهم في تسهيل اتصال المدينة سواء على المستوى المحلي أو الدولي .

خريطة (1) موقع مدينة بنغازي .



المصدر :- <http://earthexplorer.usgs.gov.Landsat ETM .2012>



المصدر :-

1-<http://earthexplorer.usgs.gov.Landsat ETM> .2012

1- أمانة اللجنة الشعبية للإسكان والمرافق ، بنغازي ، 2009 .

الدراسات السابقة .

تعتبر دراسة الجزر الحرارية هي الدراسة الأولى في مدينة بنغازي ولكنها ليست الأولى على المستوى العربي والعالمي ، حيث تبين هذه الدراسات الاتجاه الحديث في الجغرافيا المناخية وهو دراسة المناخ التفصيلي للمدينة ومدى تأثيره بالاندسكيب بها ، وما نتج عن العلاقة بينهما من ظهور مساحات يمكن أن تطلق عليها مناطق الحرارة المثلى داخل المدينة ومن هذه الدراسات التي تركز على هذا الاتجاه على سبيل المثال لا الحصر الآتي :-

1- يوسف عبد اللطيف 2000 ، مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة : دراسة في جغرافية المناخ الحضري ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد السادس والثلاثون ، الجزء الثاني .

2- أمل عبد العظيم معتوق 2006 ، العلاقة بين المناخ والعمران في غرب الدلتا - دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي على مدينة دمنهور ، مجلة الأرصاد الجوية ، العدد 84 .

3-yang Henqun (2004) ,A satellite Remote Sensing ,Based Assessment of Urban Neat Island in Lanzhou City North West China , Key Laboratory of Western Chinas .

محتويات الدراسة .

قسمت الدراسة إلى ثلاث محاور وخاتمة كانت كالتالي :-

- وضحت المقدمة الخطوات العلمية التي اتبعتها الباحثة في مناقشته لموضوع الدراسة .
- المحور الثاني :- ركز على الكيفية التي يتم بموجبها تجهيز الخريطة الحرارية لمدينة بنغازي .
- المحور الثالث :- اهتم بمناقشة التباين الحراري في مدينة بنغازي سنة 1984 .

ثانيا . تجهيز الخريطة الحرارية لمدينة بنغازي سنة 1984.

تعتمد الدراسات الحديثة في رصد ظاهرة الجزر الحرارية على صورة الأقمار الصناعية والتي تتميز على طرق الرصد الأرضي التقليدية بعدة مميزات يمكن إجمالها في الآتي :-

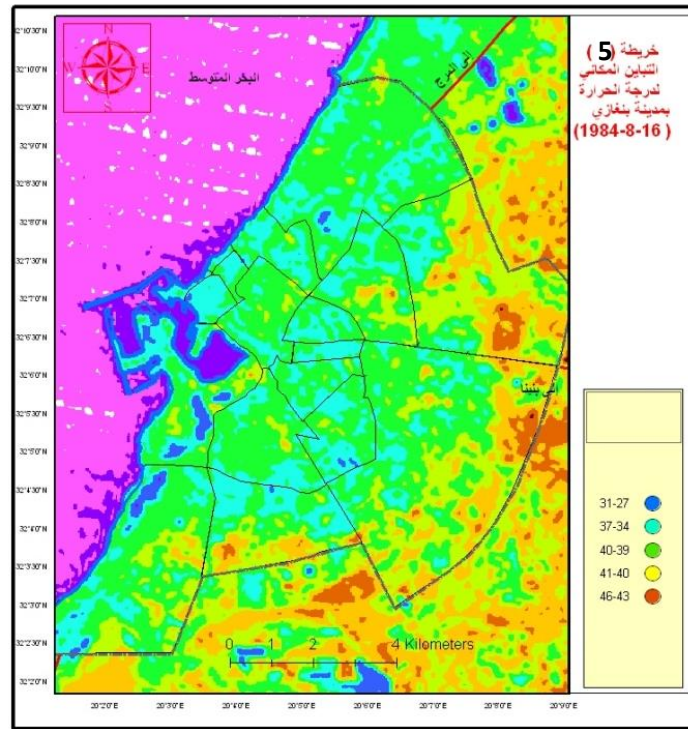
- 1- يضطر الباحث الذي يعتمد على الرصد الأرضي في جمع بياناته لتعميم بعض قراءته لتشمل الأماكن البعيدة عن محطات الرصد الأرضي ، بينما لا يضطر مستخدمي البيانات الرقمية لهذا التعميم ، إذ توفر الصورة الرقمية بيانات لكل الأماكن وفي وقت واحد .
 - 2- لا يستطيع الباحث الذي يعتمد في جمع بياناته على الرصد الأرضي التحلي بالأنية في جمع بياناته الإشعاعية والحرارية وبنفس الدقة التي يمتاز بها القمر الصناعي في جمع البيانات لمناطق متفرقة وفي أن واحد وهو شرط أساسي لدراسة التباينات بين الجزر الحرارية وأنماطها .
 - 3- تساعد على فهم الكثير من العلاقات بين إشعاع السطح الحضري وأنماط استخدام الأرض وتكشف عن التغيرات البيئية بشكل واضح وسريع .
 - 4- يمكن من خلال صورة الأقمار الصناعية مراقبة الجزر الحرارية من حيث تطورها وحركتها واختلاف أحجامها وموسميته ونطاقات تركزها .
- يحتاج الباحث في طريقه لإنتاج خريطة توضح التباين الحراري إلي مجموعة من الخطوات الضرورية والمهمة والتي يمكن تلخيصها في الآتي :-

- 1- الحصول على صورة قمر صناعي للمكان المراد دراسته في موسمين مختلفين في سنة واحدة أو في موسم واحد لسنتين مختلفتين ، وفي دراسة التباين الحراري لمدينة بنغازي تم العمل على صورة القمر الصناعي Land sat TM الملتقطة بتاريخ 16-8-1984 ، بنظام إسقاط المجسم الكروي (WGS) للإحداثيات .
- 2- يقوم الباحث بعملية التصحيح الهندسي Geometric Correction ، لصورة القمر الصناعي عن طريق الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية للمنطقة بإحداثيات مصححة واستخدام برنامج ERDAS IMAGIN 9.2 والذي يحتوي على خاصية تمكنه من القيام بهذه العملية .
- 3- بعد الخطوات السابقتين يقوم الباحث باستخراج النطاق الحراري رقم 6 THERMAL BAND ، بواسطة عملية LAYER STACK ، من خلال نفس البرنامج السابق (ERDAS IMAGIN 9.2) ، ثم يذهب إلى برنامج ENVI 5.0 وعن طريق خاصية BASIC TOOLS ، يختار BAND MATH ، ومنها

يستخدم المعادلات التي تحول قيم الصورة الرقمية إلى إشعاع طيفي
CONVERSION OF THE DIGITAL NUMBER (DN) TO SPECTRAL RADIANCE
ثم إلى درجة حرارة
THE DIGITAL NUMBER (DN) TO TEMPERATURE
. كالفن

ثالثا :- التباين الحراري بمدينة بنغازي سنة 1984 .

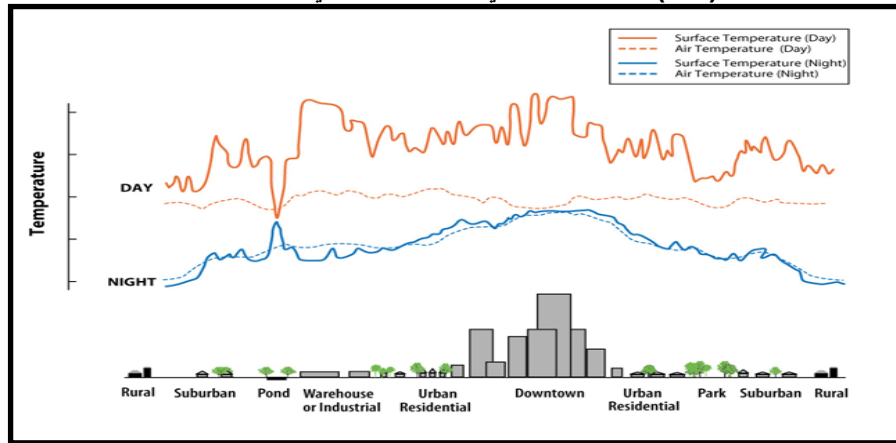
يلاحظ من خلال تحليل الخريطة (5) التي توضح التباين الحراري بمدينة بنغازي يوم 16-8-1984 أن أقل درجة حرارة بلغت 27° م ، وأن أعلى درجة حرارة بلغت 46° م ، وبذلك بلغ متوسط درجة الحرارة 37.5° م ونتيجة للتباين الكبير بين أقل وأعلى درجة حرارة فقد بلغ المدى الحراري 19° م ، حيث يعكس هذا التباين التنوع في خصائص المحيط الذي توجد فيه مدينة بنغازي سواء هذه الخصائص طبيعية أم بشرية ، فبين موقع وموضع ظهر التنوع في البيئة الطبيعية للمدينة وبرزت الأهمية الاقتصادية والتي ساعدت في خلق قطب ينمو ويتركز فيه السكان وينشئون عمراناً حضرياً اثر بدوره على توزيع درجات الحرارة فيها .



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج ENVI 5.0 .

إن الناظر لخريطة بنغازي الحرارية يستطيع أن يتبين تأثير ما تطل عليه المدينة وما يشمله إطارها الداخلي من مكونات على التوزيع المكاني واتجاه ومساحة درجات الحرارة بها ، حيث تختلف درجة الحرارة وفق موقع المكان ، ونوعيته (هل هو حضر أم ريف ؟) ، وكذلك الحال وفق التركيب الداخلي للمكان ، وهذا ما يؤكد الشكل (1) والذي يوضح انخفاض درجات الحرارة في المناطق الريفية التي تتصف بضيق شوارعها وكثرة الخضرة فيها ، بينما نجدها ترتفع وبالأخص في النهار في المناطق الصناعية بسبب حرق الوقود الذي يولد الطاقة اللازمة لتحريك الآلات وتنخفض أثناء الليل في حالة توقف المصانع عن العمل ، ثم ترتفع في وسط المدينة نظرا للكثافة السكانية والتي تؤدي إلى كثرة استخدام الطاقة واستخدام وسائل النقل المختلفة والتي تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء ، ثم نجدها تنخفض من جديد في المناطق التي تشغلها الحدائق ذات الأشجار والبحيرات .

شكل (1) التركيب الداخلي للمكان وأثره في اختلاف درجات الحرارة .



المصدر :- www.EPAEnergy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation .P19.

وبالعودة لمدينة بنغازي نجد أن موقعها على ساحل البحر المتوسط بامتداد يصل إلى 15.793.119 كم ساعد في ظهور منطقة تتصف بانخفاض درجة حرارتها بالمقارنة مع باقي مناطق المدينة ، حيث تتراوح درجة حرارة المنطقة الساحلية بين 27°م - 31°م ، ويعود سبب ذلك إلى التيارات البحرية التي تتأثر بفارق الضغط الجوي بين مياه البحر واليابس المحاذي له ، فنجد هذه التيارات تتحرك من المنطقة الأكثر ضغطا (البحر) إلى المنطقة الأقل ضغطا (اليابس) وهذا ما يسمى بنسيم البحر والذي عمل على تلطيف درجة الحرارة على طول ساحل مدينة بنغازي ، وعند محاولة قياس تأثير عامل المسافة على دور التيارات البحرية في انخفاض درجات الحرارة بمدينة بنغازي يجب أن نعمل اختبار يعتمد أساسا على محاولة تحييد مجموعة العوامل التي تؤثر في درجات الحرارة بقدر الإمكان ، ونقصد بذلك الارتفاع - التربة - الغطاء النباتي - البحيرات - المنطقة العمرانية ، ولذلك تم اختيار منطقة في جنوب غرب بنغازي وبالتحديد في حي قاريونس ، حيث يمكن القول بأنها منطقة متجانسة إلى حد بعيد فهي منطقة مفتوحة (ارض فضاء) ، ارتفاعها بين (0 - 15 م) أغلبها تغطيها التربة الطينية الحمراء حيث تم اخذ 5 عينات ابتداء بمسافة 500 متر عن ساحل البحر وتم قياس درجة حرارتها

وكانت 27°م ، وانتهاء بمسافة تبعد 4 كيلومتر عن ساحل البحر والتي بلغت درجة حرارتها 45°م (انظر الجدول 2) ، و عند استخدام معامل Pearson لتحليل الارتباط وجد أن قيمته بلغت +0.939 ، وهذا

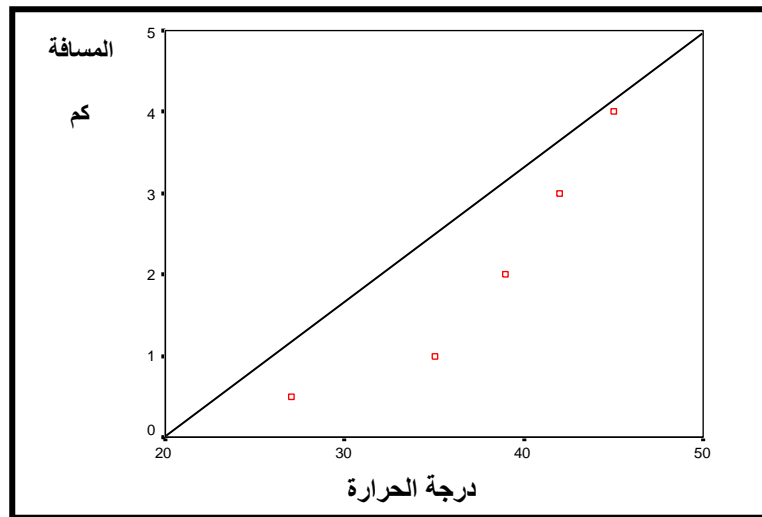
جدول (2) تأثير المسافة على درجة الحرارة بمدينة بنغازي سنة 1984 .

العينات	البعد/كم	درجة الحرارة / مئوية
1	500	27
2	1	35
3	2	39
4	3	42
5	4	45

المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM

يعني أن هناك علاقة طردية قوية في الاتجاه الموجب ، فمن خلال الشكل (2) يلاحظ إن نقاط التوزيع تقترب من الخط المستقيم وهذا يعني انه كلما ابتعدنا من ساحل البحر ما ارتفعت درجة الحرارة بسبب ضعف تأثير التيارات البحرية والعكس صحيح .

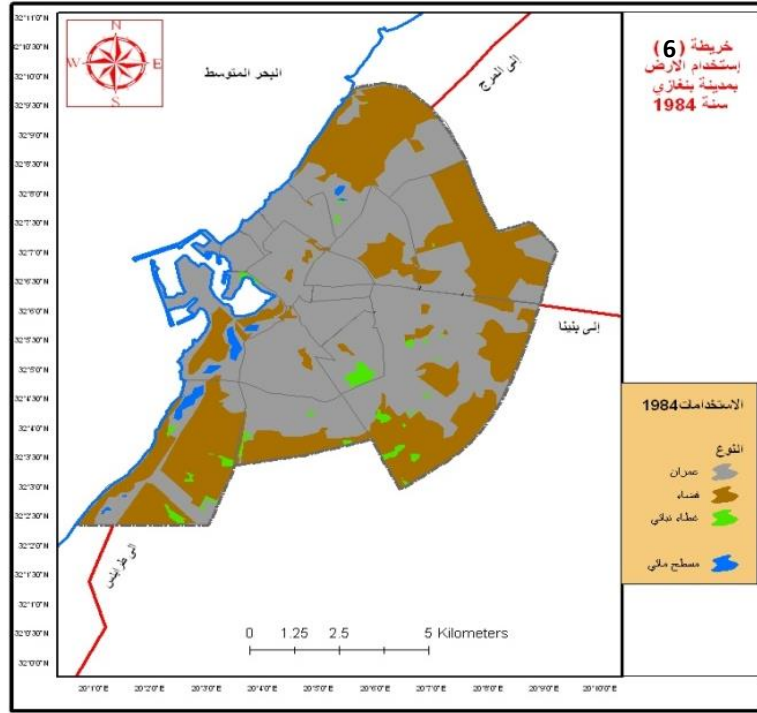
شكل (2) العلاقة بين المسافة من ساحل البحر ودرجة الحرارة بمدينة بنغازي .



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM

أما بالنسبة للتركيب الداخلي لمدينة بنغازي فيمكن أن نجمله في أربع أنماط رئيسية كما هو موضح بالخريطة (6) ، وهي مناطق عمرانية و مناطق تغطيتها النباتات ومناطق فضاء ومساحات مائية ، فبالنسبة للمساحة العمرانية " فقد تطورت وفقا للمخطط الشامل وايتج 1966 حيث عمرت مجموعة من المحلات الجديدة كالمحيشي والفويهات وداوودالغربي ، وابتدى بإنشاء المنطقة الصناعية على امتداد طريق

بنيته ، كما افتتحت العديد من الطرق الشريانية داخل المدينة على امتداد الواجهة البحرية ، هذا بالإضافة إلي المباني الحديثة التي بنيت في المنطقة الجديدة "5" وبذلك فقد بلغت مساحة المنطقة العمرانية بالمدينة 3912 هكتار



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على صورة القمر الصناعي Land Sat TM ، 1984 .

- تم تطبيق خاسية CLASSIFIER في برنامج ERDASIMAGIN9.2 للحصول على خريطة استخدامات الأرض لمدينة بنغازي.

وشكلت نسبة 41.2% من إجمالي مخطط مدينة بنغازي ، كما شغل الاستعمال السكني المساحة الأكبر وجاء في المرتبة الأولى بين استعمالات المدينة المختلفة حيث خصص له 1972 هكتار بنسبة 20.8% من إجمالي الاستعمالات ، (انظر الجدول 3)

أما بالنسبة للنمط الثاني المكون لمدينة بنغازي فهو عبارة عن مناطق تغطيها النباتات ويمكن أن نقسمها إلى قسمين ، الأولى مناطق زراعية وتتركز أغلبها في جنوب وجنوب غرب المدينة وأما القسم الثاني فهو عبارة عن حدائق ومنتزهات ومساحات خضراء تتركز في وسط المدينة وحول بحيرة 23 يوليو .

أما بالنسبة للنمط الثالث فهو عبارة عن مناطق فضاء تغطيها التربة أو الصخور وتشغل مساحة 5539 هكتار وتشكل نسبة 58.7% من إجمالي مساحة المدينة ، وهي على شكل حزام يبدء من شمال المدينة ويتجه نحو الشرق فالجنوب الشرقي مرورا بالجنوب الغرب لينتهي في المنطقة الغربية للمدينة عند حي قاريونس .

أما بالنسبة للنمط الرابع فهو عبارة عن مساحات مائية في شكل بحيرات كبحيرة 23 يوليو أو سبخات كما هو الحال في حي الصابري الشرقي وجليانة وقاريونس .

جدول (3) التغيرات في استعمالات الأرض بمدينة بنغازي سنتي 1978 – 2008 .

نسبة التغير* %	فرق المساحة	النسبة %	2008	النسبة %	1978	الاستعمالات
			المساحة بالهكتار		المساحة بالهكتار	
257+	3112.3+	53.8	5084.3	20.8	1972	سكني
131.5+	611.7+	27	2551.7	20.5	1940	خدمات
32.7_	3724 _	19.2	1815	58.7	5539	فضاء**
—	—	%100	9451	%100	9451	إجمالي المساحة***

*- نسبة التغير = المساحة في السنة اللاحقة / المساحة في السنة السابقة × 100 .

**- الأراضي الفضاء تشمل الأراضي الشاغرة والمعسكرات والأراضي الزراعية والمساحات الخضراء .

***- هذه المساحة تشمل مخطط مدينة بنغازي داخل الطريق الدائر الخامس وحي الإسكان الصناعي .

المصدر :-

1-Baladiyah of Benghazi , Master plan and layout plan area , Doxiadis Associates Consultants on Development , report no .5 ,vol.12 ,1979 ,p.c- 75 .

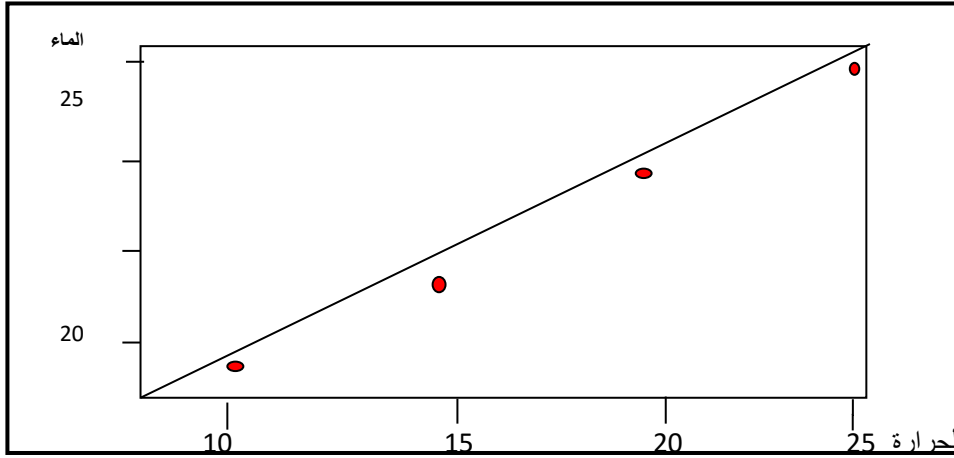
2- مصلحة التخطيط العمراني ، تقرير عن استعمالات الأرض لمدينة بنغازي ، 2010 ، بنغازي ، ص 6 .

بالرجوع إلى الخريطة (5) والتي توضح التباين الحراري بالمدينة ومقارنتها بالخريطة (6) والتي توضح استعمالات الأرض ، سوف نلاحظ مدى تأثير درجات الحرارة بالمدينة بتركيبها الداخلي ويمكن إجمال ذلك في النقاط التالية :-

1-يلاحظ إن أقل مساحة تشغلها درجة الحرارة بالمدينة هي التي تتراوح بين 27م-31م°م والبالغة 52.504 هكتار بنسبة 0.5% من إجمالي مساحة المدينة ، قد ارتبطت تواجدها بمكان تواجد المسطحات المائية ، سواء كانت بحيرات أو سبخات ، فمن المعلوم أن لاختلاف الخصائص بين اليابس والماء أثره في خلق تباين حراري في المكان ، حيث إن الماء يكتسب الحرارة ببطء ويفقدها ببطء واليابس يكتسب الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة ، لذلك نجد أن حرارة اليابس في النهار أعلى من درجة حرارة الماء ، وبسبب ذلك سجلت بحيرة 23 يوليو والسبخات في حي جليانة وقاريونس والصابري الشرقي أقل درجة حرارة بالمدينة ، وعند المقارنة بين المساحة التي تشغلها أقل درجة حرارة بمدينة بنغازي بمساحة البحيرات والسبخات بها نجد تطابق تام بين المساحتين والتي بلغت 57.249 هكتار ، وهذا يؤكد إن الاثنين يرتبطان بعلاقة تأثير وتأثر فمن خلال الشكل (3) الذي

شكل (3) العلاقة بين مساحة درجة الحرارة والمساحات المائية بمدينة بنغازي

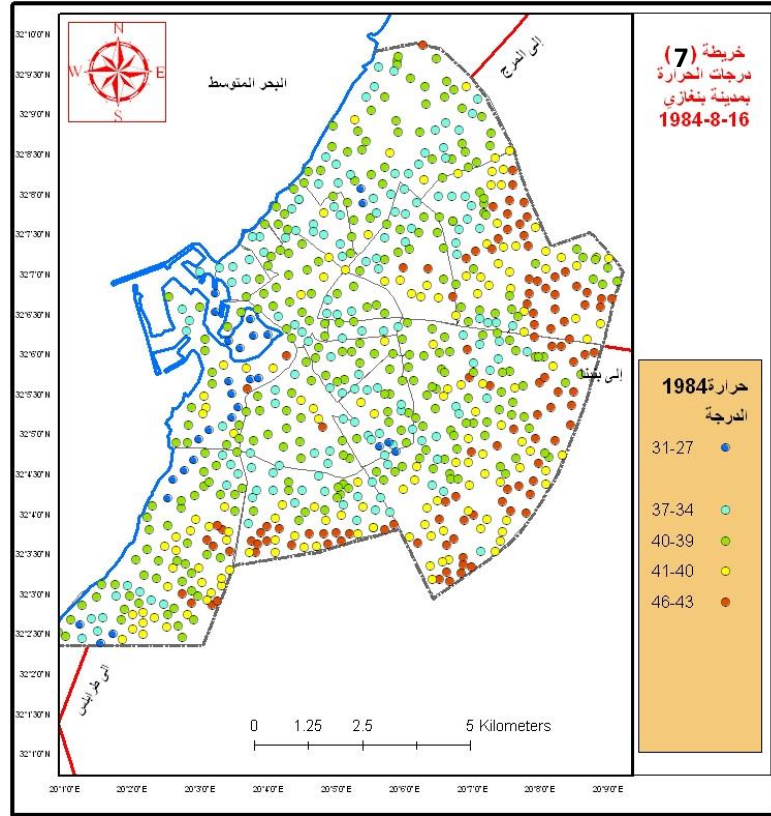
سنة 1984



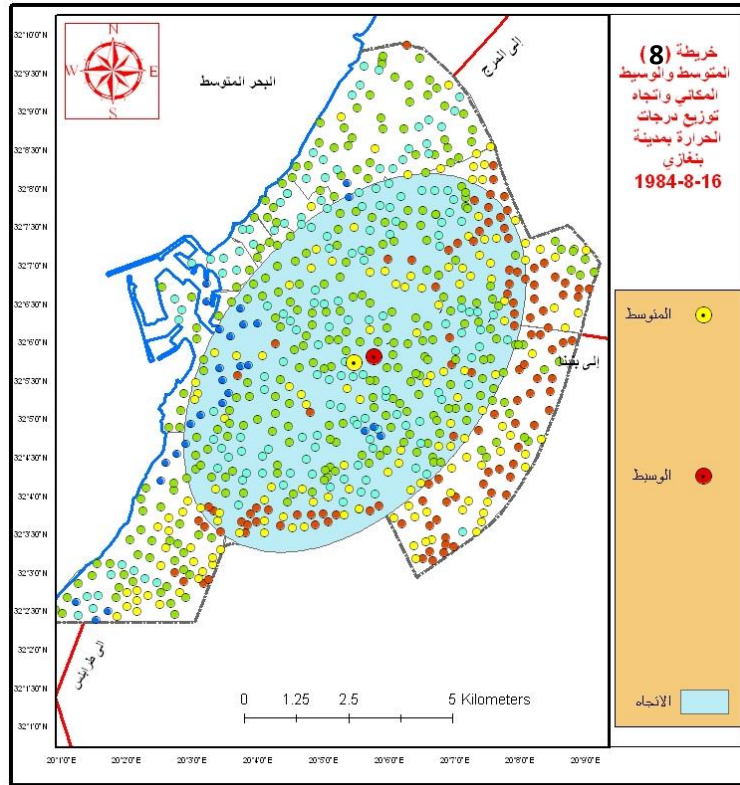
المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM

يوضح العلاقة بين المساحة التي تشغلها درجة الحرارة والمساحة التي تشغلها المسطحات المائية نلاحظ ارتباط قوي بين المتغيرين في الاتجاه الموجب بلغت قيمته 0.977 وهو يعني انه كلما انخفضت مساحة المسطحات المائية ، كلما انخفضت المساحة التي تشغلها اقل درجة حرارة وهو الذي يفسر صغر حجم المساحة التي تشغلها درجة الحرارة بين 27' م- 31' م والذي ارتبط حجمها بأقل الأنماط المكونة للتركيب الداخلي لمدينة بنغازي مساحةً وهذه العلاقة تتفق مع الدراسة التي قام بها قسم جودة الهواء بجامعة واقتنغن بهولندا على المسطحات المائية بمدينة روتردام ، فقد بينت الدراسة أن "هناك ارتباط قوي يصل إلى 0.969 بين توزيع المسطحات المائية وتوزيع درجات الحرارة بالمدينة حيث تعمل المسطحات المائية على تبريد الهواء الملاصق لها وعند هبوب الرياح عليها تنقل معها الهواء الأبرد إلى المناطق المجاورة فتعمل على خفض درجة حرارتها"⁶ .

إن التعرف على بعض خصائص التوزيع المكاني لدرجات الحرارة دفع الباحث إلى تحويل الخريطة الحرارية بالمدينة من خريطة تغطيها مساحات ملونة إلى خريطة تغطيها نقاط ملونة بحيث يدل كل لون على درجة حرارة معينة كما هو موضح بالخريطة (7) وحتى يسهل إجراء عمليات التحليل المكاني للظاهرة



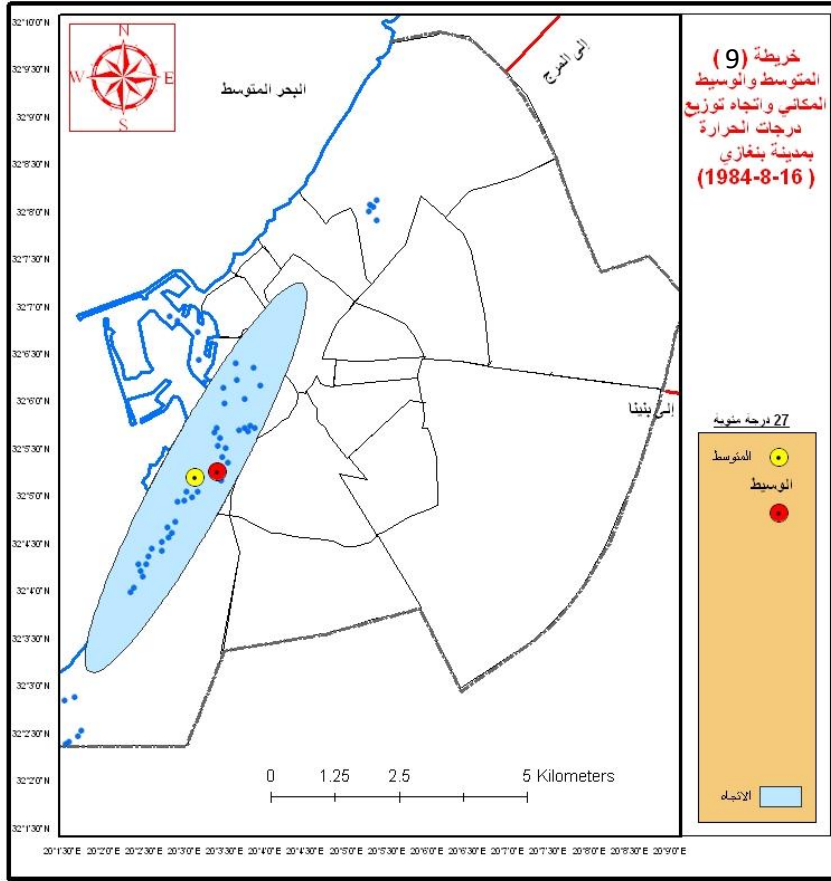
المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج arc GIS 9.3 . باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والمتمثلة في برنامج arc map 9.3 ، والذي تتوفر فيه أدوات التحليل المكاني Spatial Statistics Tools ، والتي تمكنا من استخراج بعض المقاييس التي تساعد في فهم طبيعة توزيع الظاهرة على سطح الأرض ، وهذه المقاييس هي المتوسط المكاني Mean Center والوسيط المكاني Central Feature ، واتجاه التوزيع Directional Distribution فمن خلال الخريطة (8) يتضح اقتراب المتوسط المكاني من وسط مدينة بنغازي وهذا أمر طبيعي لان النقاط التي تمثل درجات الحرارة تتوزع في كل أنحاء المدينة ، ومن هنا نخرج بقاعدة نستطيع من خلالها الحكم على مدى تركيز أو انتشار التوزيع ، فكلما اقترب المتوسط المكاني لدرجة حرارة معينة من المتوسط المكاني لمجمل درجات الحرارة لمدينة بنغازي ، كلما دل ذلك على انتشار توزيع درجة الحرارة بشكل اكبر على الرقعة الجغرافية الممثلة للمدينة ، بعكس ابتعاد المتوسط المكاني لدرجة حرارة معينة عن المتوسط المكاني لمجمل درجات الحرارة بالمدينة الذي يعبر عن انحسار الظاهرة وتركز توزيعها في مكان معين .



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج arc GIS 9.3 .

إن تطبيق هذه القاعدة على التوزيع المكاني لدرجات الحرارة بين 27م- 31م بمدينة بنغازي سوف يقودنا للخريطة (9) والتي يتضح من خلالها تركيز المتوسط المكاني لدرجة الحرارة بين 27م- 31م في حي جليانة وابتعاده عن المتوسط المكاني لمجمل درجات الحرارة بمسافة تبلغ 2.5كم باتجاه الجنوب الغربي ، وهذا يعود إلى عدم تأثر باقي أجزاء المدينة بنفس الظروف التي تركزت فيها درجة الحرارة السابق ذكرها والمقصود هنا القرب من التأثير البحري وانتشار بعض البحيرات والسبخات في شمال شرق وغرب وجنوب غرب المدينة .

إن استخدام الوسيط المكاني والذي يعبر عن العنصر الأكثر مركزية من بين مجموع عناصر الظاهرة يقودنا إلى تحليل أكثر تفصيلا ، فالمنطقة التي تمتد فيها درجة الحرارة بين 27م- 31م هي منطقة توازي خط الساحل من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي بشكل غير متصل وبالتالي فإن السؤال المطروح هو هل تتوزع درجة الحرارة السابقة بشكل متساوي في هذه المنطقة ؟ قبل الإجابة على هذا السؤال يجب أن نضع القاعدة الثانية التي تساهم في بناء تفسير منطقي يعتمد على القياس العلمي ، والتي تتلخص في انه كلما ابتعد الوسيط المكاني عن المتوسط المكاني ، كلما دل ذلك



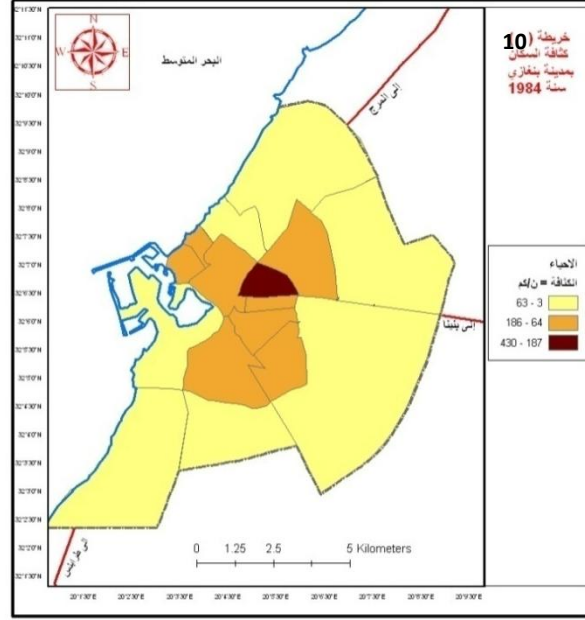
المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج arc GIS 9.3 .

على عدم التساوي في توزيع الظاهرة في المكان والعكس صحيح وبالرجوع للخريطة (9) نلاحظ ابتعاد الوسيط عن المتوسط أي أن المسافة التي تمتد فيها درجة الحرارة السابقة في جنوب غرب بنغازي اكبر من المسافة التي تمتد فيها في شمال شرق بنغازي وبذلك يمكن القول إن المنطقة الأكثر تركزا لدرجة الحرارة السابقة هي المنطقة الجنوبية الغربية لمدينة بنغازي .

بعد التعرف على شكل الانتشار والأماكن الأكثر تركزا للظاهرة يجب أن نتعرف على اتجاه توزيعها حيث تفيد مقارنة اتجاه توزيع ظاهرة مع اتجاه توزيع وموقع ومساحة ظاهرة أخرى في إيجاد ارتباط وعلاقة سببية بينهما ، هذا ما تؤكدته الخريطة (9) والتي يلاحظ من خلالها امتداد الشكل البيضاوي محاذياً لشاطئ البحر باتجاه شمالي شرقي – جنوبي غربي وهو نفس اتجاه البحيرات والسبخات التي تنتشر في مدينة بنغازي ، كما يجب التنويه إلى أن الشكل البيضاوي يعبر عن تركز الظاهرة في مساحة طولية بعكس الشكل الدائري والذي يعبر عن انتشار الظاهرة بشكل أعمق في الداخل .

2- يلاحظ من خلال الخريطة (5) أن درجة الحرارة بين 34 م° - 38 م° ، تنتشر في مساحة تبلغ 1495 هكتار بنسبة 15.9 % من إجمالي مساحة المدينة ، كما تنتشر في مناطق متفرقة من المدينة ابتداء من شمالها الشرقي وغربها وفي وسطها ، وبذلك نجدها بشكل اكبر في أحياء السلماي الغربي وداوود البحري وبرنيق والبيان وأجزاء من الصابري الغربي ، ويعود سبب ذلك إلى الكثافة السكانية العالية والمتوسطة التي تتميز بها

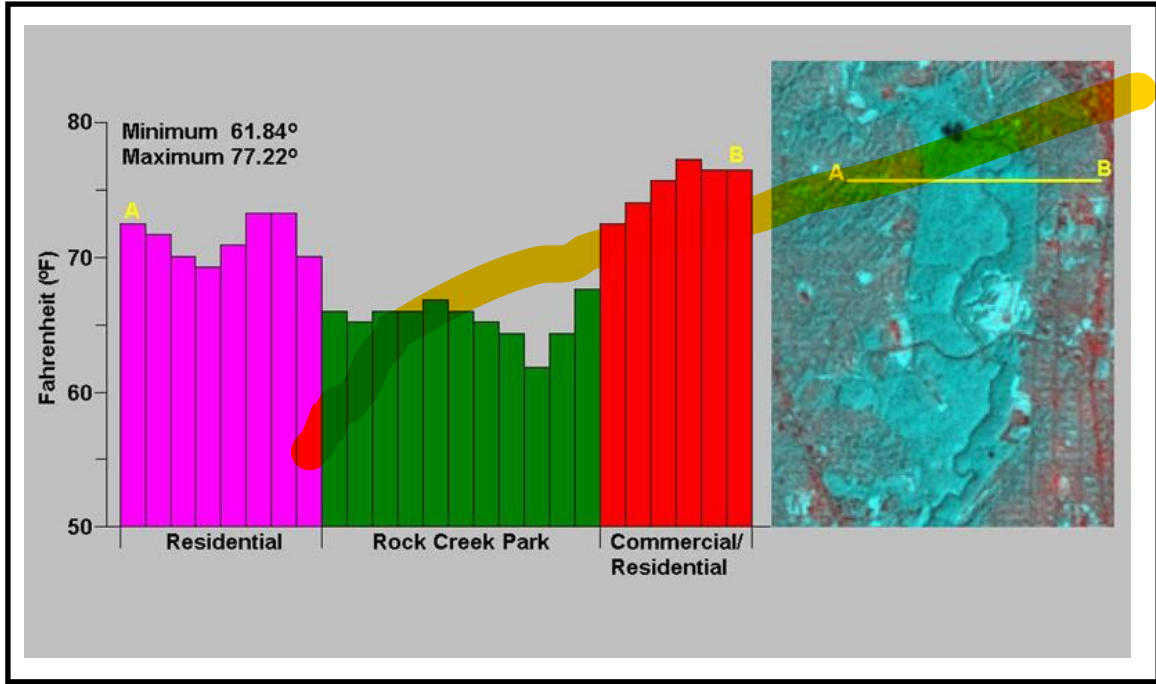
هذه الأحياء ، فمن خلال الخريطة (10) نجد أن أكثر الأحياء كثافة هو حي السلماني الغربي بمعدل تراوح بين 187 – 430 نسمة /كم² ثم أحياء البيان و برنيق و داوود البحري والثورة الشعبية و داوود القبلي و داوود الغربي وسيدي حسين بمعدل تراوح بين 64 – 186 نسمة / كم² ، وهنا يجب الإشارة إلى أن صغر مساحة



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على التعداد العام للسكان سنة 1984.

أحياء السلماني و برنيق و البيان و داوود البحري بالمقارنة مع باقي أحياء بنغازي مع ارتفاع أعداد السكان بهذه الأحياء أدى إلى زيادة في كثافة المساكن بها وتقاربها مما خلق شوارع ضيقة يصل عرضها في كثير من الأحيان إلى 10م ، الأمر الذي أدى إلى زيادة نسبة مساحات الظل والتقليل من فرص توغل الإشعاع الشمسي وبالتالي تقل نسبة المكتسب منه وقدرته على تسخين السطح ، كما نلاحظ تركيز درجة الحرارة بين 34 م° - 38 م° على المساحات المزروعة والمشجرة في حي الفويهات الغربية و في حي خالد بن الوليد وحي قاريونس وفي بعض الحدائق كحديقة 23 يوليو ، حيث تعمل هذه المساحات على توزيع الأوكسجين والتقليل من نسبة ثاني أكسيد الكربون كما تساعد في زيادة نسبة الظل مما ساعد على التقليل من شدة درجة الحرارة وخاصة إذا ما تم مقارنتها مع درجات الحرارة بالمناطق الفضاء ، حيث يتفق هذا التفسير مع دراسة البر فسور Paul R (2009) من جامعة نيويورك ، والتي جاءت تحت عنوان ، Un Urban Heat Island : Washington , D.C ، والتي بينت تأثير المساحات الخضراء على درجات الحرارة بالمدينة ، فمن خلال الشكل (3) نلاحظ اختلاف درجات الحرارة بين حديقة الغابات في مدينة واشنطن والمنطقة التجارية والسكنية بها ، إذ تنخفض درجة حرارة الحدائق بمقدار 13 درجة فهرنهايت عن المناطق التجارية و10 درجات عن المناطق السكنية .

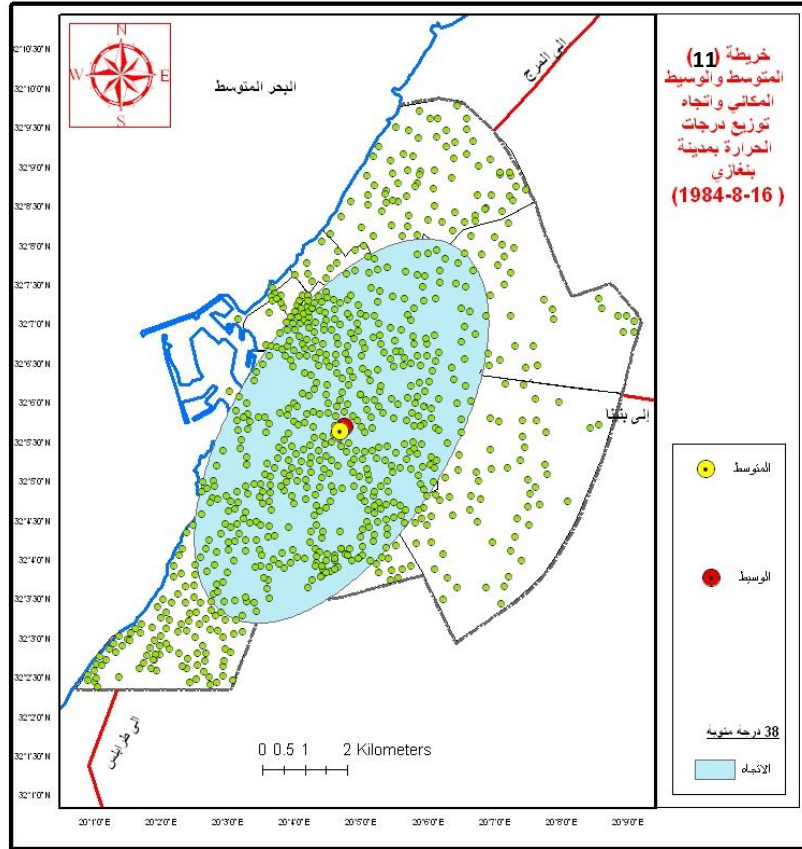
شكل (3) اختلاف درجات الحرارة باختلاف نوعية استخدام الأرض .



http://www.oneonta.edu/faculty/baumanpr/geosat2/Urban_Heat_Island_2/Urban_Heat_Island_Part_II.htm

إن انتشار درجات الحرارة بين 34° - 38° م في أجزاء متفرقة من المدينة جعل المتوسط المكاني لدرجات الحرارة كما هو موضح في الخريطة (11) يقترب من مركز المدينة ، وإذ ما قارنا بين هذه الخريطة والخريطة (9) التي توضح المتوسط المكاني لدرجة الحرارة بين 27° م - 31° م ، سوف نلاحظ الفرق بينهما في شكل توزيع الظاهرة على الأرض كما يؤكد ذلك المقارنة بين الخريبتين السابقتين من حيث المسافة بين المتوسط المكاني ومحيط الشكل البيضاوي والتي بلغت 900م بالنسبة لدرجة الحرارة بين 27° م 31° م ، و 2.5 كم بالنسبة لدرجة الحرارة بين 34° م - 38° م والتي تنتشر بشكل أعمق في داخل مدينة بنغازي .

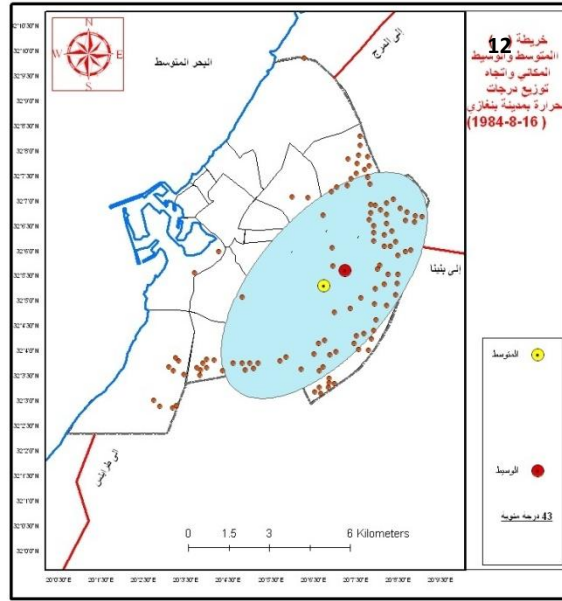
يشير ترحح الوسيط المكاني نحو النصف الغربي للمدينة إلى امتداد درجة الحرارة بين 34° م - 38° م في مساحات أكبر من النصف الشرقي منها ، فالنهاية بين الوسيط ونهاية حي الصابري الشرقي تبلغ 8.2 كم بينما بلغت المسافة بين الوسيط ونهاية حي قاريونس في الغرب 7.5 كم ، ومن بين ثمانية أحياء يمكن وصفها بأحياء الكثافة السكنية والسكانية المرتفعة والمتوسطة نجد أن هناك ستة أحياء تقع في نصف المدينة الشرقي .



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج arcGIS 9.3 .

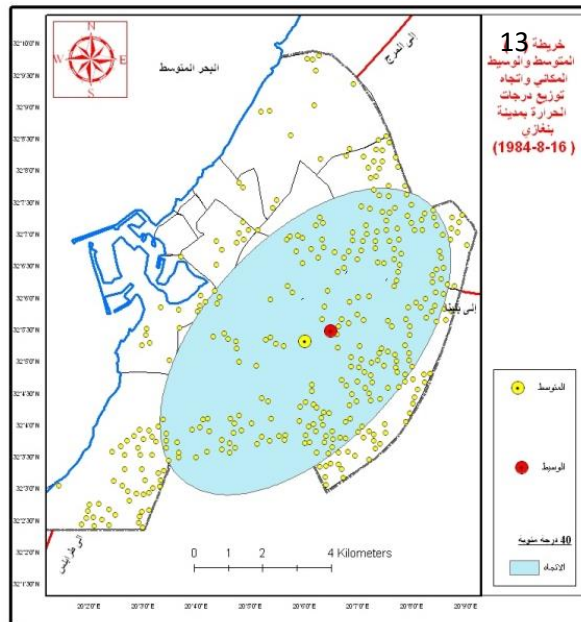
4- تنتشر درجة الحرارة بين 39م - 40م في مساحات أوسع بمدينة بنغازي ، حيث تبلغ 3648 هكتار بنسبة 38.5% من إجمالي مساحة المدينة ، وهي بذلك تأتي في المرتبة الأولى من حيث المساحة .

ارتبط تركيز درجة الحرارة السابقة بالمناطق التي تتصف بالتخلخل السكني أي لا يوجد بها كثافة سكنية كما هو الحال في أحياء جليانة و قاريونس و الصابري الشرقي و داوود الغربي فقلة المساكن المرتفعة والشوارع الضيقة قلل من نسبة الظل وزاد من فرصة توغل الإشعاع الشمسي وبالتالي زادت نسبة المكتسب منه وزادت قدرته على تسخين الأرض كما يمكن من خلال الخريطة (12) ملاحظة انحسار المساحات التي تغطيها درجة الحرارة بين 39م - 40م في الأجزاء من حي المختار وحي بنغازي الجديدة وهذا راجع إلى وجود أكبر مساحة غير مستغلة (فضاء) فيهما والتي تتأثر أكثر من غيرها بأشعة الشمس ، أيضا يلاحظ أن المتوسط المكاني لا يبعد سوى 1 كم عن مركز المدينة وهذا مؤشر يدل على انتشار الظاهرة وعدم تركيزها في مكان معين ، كما إن تركزها باتجاه الغرب أدى إلى تركز الوسيط المكاني في نفس الاتجاه وهذا يدل على أن الظاهرة تنتشر في شرق وشمال شرق بنغازي أكثر من الغرب وجنوب غرب المدينة .



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج arc GIS 9.3 .

4-تتركز درجة الحرارة بين 41م – 46م في الأحياء الشرقية والجنوبية الشرقية والجنوبية و الجنوبية الغربية للمدينة وتغطي مساحة 1696 هكتار ، بنسبة 17.9% من إجمالي مساحة المدينة حيث أن انتشار المساحات الفضاء في هذه الأحياء كحي المختار وبنغازي الجديدة وأجزاء من حي الفويهات و قاريونس ، أعطى فرصة أكبر لوصول الإشعاع الشمسي بكميات أكبر إلى سطح الأرض والذي ساهم في ارتفاع درجة حرارتها عن باقي أجزاء المدينة .



المصدر :- من عمل الباحث اعتمادا على صورة القمر الصناعي ، Land Sat TM ، وتطبيق برنامج arcGIS 9.3 .

إن هذا التركيز في توزيع درجة الحرارة يوضحه المتوسط المكاني المبين من خلال الخريطة (13) حيث يلاحظ بعده عن مركز المدينة بمسافة تبلغ 3كم ، كما بين الوسيط المكاني أن هناك تركيز لدرجة الحرارة بين 41م – 46م في شرق و جنوب شرق مدينة بنغازي .

الخاتمة

توصلت الدراسة للعديد من النتائج والتوصيات نوردتها كالتالي :-

أولاً:- النتائج .

أ- بالنسبة لسنة 1984 .

- 1- شغلت اقل درجة حرارة (27°م – 31°م) ،أقل مساحة بالمدينة والتي بلغت 52.504 هكتار بنسبة 0.5 % من إجمالي مساحة المدينة .
- 2- ارتبطت تواجد اقل درجة حرارة بأماكن تواجد المسطحات المائية سواء كانت بحيرات أو سبخات .
- 3- توجد علاقة ارتباط قوية في الاتجاه الموجب بين المساحة التي تشغلها اقل درجة حرارة بمدينة بنغازي والمساحة التي تشغلها المسطحات المائية بلغت +0.997 ، وهذا يعني انه كلما زادت مساحة المسطحات المائية ، كلما زادت المساحة التي تشغلها اقل درجة حرارة بالمدينة .
- 4- توجد علاقة ارتباط قوية في الاتجاه الموجب بلغت +0.939 ، بين المسافة من البحر ودرجات الحرارة ، أي انه كلما ابتعدنا عن البحر كلما ارتفعت درجة الحرارة .
- 5- يميل توزيع اقل درجة حرارة (27°م – 31°م) ، حيث يبعد المتوسط المكاني عن وسط المدينة بمسافة تبلغ 2.5 كلم باتجاه الجنوب الغربي ، وهذا يعود إلى عدم تأثر باقي أجزاء المدينة بنفس الظروف التي تركزت فيها درجة الحرارة السابق ذكرها .
- 6- يلاحظ ابتعاد الوسيط المكاني عن المتوسط المكاني لتوزيع درجة الحرارة بين 27°م-31°م ، وهذا يشير إلى انه لا يوجد تساوي في توزيع الظاهرة في المكان الذي تنتشر فيه ، فالمسافة التي تمتد فيها الظاهرة في الجنوب الغربي اكبر من المسافة التي تمتد فيها في الشمال الشرقي .
- 7- تنتشر درجة الحرارة بين 34°م-38°م في مساحة تبلغ 1495 هكتار ، بنسبة 15.9% من إجمالي مساحة المدينة .
- 8- تنتشر درجة الحرارة السابقة في مناطق متفرقة بالمدينة ابتداء من شمالها الشرقي مرورا بغربها ووسطها .
- 9- ارتبطت تواجد درجة الحرارة السابقة بمناطق الكثافة السكانية العالية والتي تتراوح بين 187-430 نسمة كم² ، والمناطق المتوسطة والتي تراوحت بين 64-186 نسمة كم² .
- 10- من خلال المقارنة بين المتوسط المكاني لدرجتي الحرارة بين (27°م – 31°م) و(34°م-38°م) نلاحظ اقتراب المتوسط المكاني لدرجة الحرارة بين (27°م-31°م) من محيط الشكل البيضاوي بمسافة تبلغ 900م ، فيما نجد أن المسافة تبتعد بالنسبة لدرجة الحرارة بين (34°م-38°م) ، لتبلغ 2.5 كم وهذا يشير إلى أن انتشارها أكثر من انتشار درجة الحرارة السابقة لها .
- 11- يتزحزح الوسيط المكاني لدرجة الحرارة بين (34°م-38°م) ، نحو النصف الغربي للمدينة وهذا يشير إلى أن المساحة التي تشغلها درجة الحرارة السابقة اكبر في النصف الغربي من النصف الشرقي .

12 - تحتل درجة الحرارة بين (39م-40م) ، المرتبة الأولى من حيث مساحة الانتشار في مدينة بنغازي والتي بلغت 3648 هكتار ، بنسبة 38.5% من إجمالي مساحة المدينة .

13- ارتبط توزيع درجة الحرارة بين (39م-40م) ، بمناطق التخلخل السكني ، كما إن المتوسط المكاني لا يبعد سوى 1كلم عن مركز المدينة ، وهذا مؤشر يدل على انتشار الظاهرة وعدم تركزاها ، كما إن ترحح الوسيط المكاني باتجاه الجنوب يدل على انتشار الظاهرة في جنوب المدينة أكثر من شمالها .

14- تنتشر درجة الحرارة بين (41م-46م) ، على شكل قوس يبدأ من شرق المدينة مارا بجنوبها حتى يصل إلى غربها ، وبذلك بلغت المساحة 1696 هكتار ، بنسبة 19.7% من إجمالي مساحة المدينة .

15- ارتبط توزيع درجة الحرارة السابقة بتوزيع الأراضي الفضاء داخل المدينة .

16- ابتعاد المتوسط المكاني من مركز المدينة بمسافة 3كلم يدل على تركيز توزيع الظاهرة وعدم انتشارها كما إن ترحح الوسيط المكاني نحو الجنوب الشرقي للمدينة يدل على انتشارها في شرق وجنوب شرق المدينة أكثر من غربها .

ثانيا:- التوصيات .

1- الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية في رصد ظاهرة الجزر الحرارية وتحديد أنماطها وأحجامها

وتوزيعها .

2- عمل بنك للمعلومات يحتوي على بيانات عن كل العوامل الطبيعية والبشرية التي من شأنها أن تؤثر في

ظاهرة الجزر الحرارية .

3- التركيز على دراسة النماذج التي تقدمها برامج نظم المعلومات الجغرافية ، والتي تعتمد صحة نتائجها

على كمية المعلومات ودقتها ، ومدى ارتباطها وتأثيرها على ظاهرة الجزر الحرارية ، والتي نستطيع

من خلالها تحديد العوامل التي تؤدي إلى ارتفاع أو انخفاض الحرارة ، ومن تم نستطيع أن نضع

إستراتيجية فعالة تزيد من مساحة الأراضي الملائمة من الناحية المناخية لعيش السكان .

4- زيادة المساحات الخضراء والمنزهات التي على الأشجار والمسطحات المائية والتي تساعد في تخفيض

درجة الحرارة المرتفعة .

5- تخصيص مناطق في أطراف المدينة للورش والمصانع التي تساهم في ارتفاع درجات الحرارة وعدم

السماح بتواجدها داخل المدينة .

قائمة المراجع .

1- بدرية بنت محمد ، الجزر الحرارية لمدينة الزمام – دراسة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، كلية الآداب للنبات ، الزمام دراسة غير منشورة ، 2007 ، ص 4.

2-Voogt, J.A (2004.) Urban Heat Islands: Hotter cities
[.www.actionbioscience.org/environment/voogt/html](http://www.actionbioscience.org/environment/voogt/html)

3-Changnon , S.A JR,K . Ekunkel and B.C Reinke (1996) ."impairs and responses to the 1995 heat wave .A call to action" . Bulletin of the American meteorological Society 77.1497-1506.p.3.

4-Ezenwanyi Onwuchekwa (2007) "A Look into the Urban Heat Island henomenon of Austin, Texas". Department of Earth and Environmental Science University of Texas at San Antonio .p.3

5- اللجنة الشعبية للمرافق والأشغال العامة ببلدية بنغازي ، مشروع المناطق المخالفة – التقرير النهائي ، المكتب الاستشاري الهندسي للمرافق ، غير مؤرخ ، ص 10 .

6-International Conference on Urban Climates .(2012). " litigation of the urban heat island effect using vegetation and water bodies" , Wageningen University, Wageningen , The Netherlands, August,P.3.