دور مشاريع التشجير في الحد من ظاهرة الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة: دراسة تحليلية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د. زين مطلق الجميعي

قسم الجغرافيا- كلية العلوم الاجتماعية

جامعة أم القرى

دور مشاريع التشجير في الحد من ظاهرة الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة دراسة تحليلية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د. زين مطلق الجميعي
قسم الجغرافيا– كلية العلوم الاجتماعية
جامعة أم القرى

ملخص الدراسة:

تعد مشاريع التشجير أحد أهم عناصر استخدامات الأراضي في المدينة لدورها الفعال في معالجة وتقليل عدد من السلبيات التي ترتبط بالنمو الحضري، ولعل من أهمها ظاهرة تكون الجزر الحرارية، ومدينة مكة المكرمة إحدى هذه المدن التي أصبحت تعاني من هذه الظاهرة، وهنا يطرح سؤال حول دور مشاريع التشجير في مدينة مكة المكرمة في تخفيف ظاهرة الجزر الحرارية؟ وللإجابة على هذا التساؤل تم صياغة عدة أهداف تتمثل في تصنيف استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة، وتحديد الجزر الحرارية صيفاً وشتاء، وحساب المساحات الخضراء في فصلي الشتاء والصيف ودراسة دورها في تخفيف الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة، وقد تم توظيف تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الوصول إلى نتائج هذه الدراسة ، وقد تلخصت نتائج الدراسة في الأتي :شكلت الأراضي المعمورة أكثر نسبة في استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة تلتها الأراضي الفضاء ثم المناطق الجبلية والصخرية ثم استخدامات المساحات الخضراء بنسبة منخفضة (٨,٥١%)، سيطرت على مدينة مكة المكرمة مجموعة من الجزر الحرارية شملت جزر حرارية باردة،جزر حرارية معتدلة، جزر حرارية معتدلة نسبيا، جزر حرارية دافئة، جزر حرارية حارة، جزر حرارية حارة جدا، جزر حرارية شديدة الحرارة ، تقوم مشاريع التشجير في مدينة مكة بدور محدود جداً في تخفيف الجزر الحرارية صيفا وشتاء بالرغم من أنه في بعض المواقع أثبت النبات فعاليته ، و هناك مناطق لابد لها من تشجيرها وقد صنفت منطقة الدراسة بناء على سيطرة الجزر الحرارية إلى مناطق خطرة بنسبة ٣٠%، ومناطق متوسطة الخطورة بنسبة ٢٠%، مناطق شديدة الخطورة بنسبة ٢٢%.

كلمات مفتاحية: مدينة مكة المكرمة، استخدامات الأراضي، مشاريع التشجير، الجزر الحرارية، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية .

المقدمة:

تؤدي النباتات بأشكالها المختلفة والمستخدمة في مشاريع التشجير[1] وظيفة هامة، تتمثل في التأثير على المناخ المحلي للمدينة وتكوين ما يسمى بالنطاقات المناخية المصغرة والتي تتوقف خصائصها على طبيعة الأرض، واتساع الشوارع، وشكل المجمعات السكنية، وطبيعة استخدامات الأرض، والمجمعات الصناعية وغيرها، إضافة إلى نوع النباتات المزروعة وكثافتها وارتفاعها ومساحتها (حديد،١٩٨٢م،ص٢٠٣)، وتبرز أهمية عملية تشجير المدن من خلال توفير الظل، والتقليل من درجة الحرارة من خلال ما يسمى بالتبخر التبريدي ، وزيادة معدلات الرطوبة في الهواء، والتقليل من تأثير الرياح السلبي لاسيما إذا كانت حارة وجافة، وبذلك أصبحت مشاريع التشجير المقامة في المدن تمثل عنصر هام من عناصر تكوين المدينة، فإلى جانب وظيفتها في تخطيط وتنسيق وتجميل الفضاءات الخارجية للمدن، وتوفير المكان الأفضل للأطفال والشباب وكبار السن لممارسة هواياتهم المفضلة والتنزه، فهي تقوم بالقضاء على العديد من السلبيات التي تنتج من النمو الحضري، مما ينعكس بشكل إيجابي على صحة وراحة الإنسان، فمثلاً وجود الأشجار على جوانب الطرق يقلل من شدة الضوضاء بما تطلقه أفرع النباتات من رنين يحدث اهتزازات أو ذبذبات تعمل على امتصاص الضوضاء وعكسها على حوائط المباني.

إن النمو العمراني المضطرد للمدن وتطور أعداد السكان أدى إلى تغير كبير في استخدامات الأرض بما تتضمنه من مباني سكنية مسلحة وشوارع مسفلتة وأرصفة ومواقف للسيارات، إضافة للاستخدامات الصناعية والتجارية على حساب المساحات المخصصة لإقامة مشاريع التشجير لاسيما داخل هذه المدن، مما عجل بظهور العديد

---

(١) لدراسة دور مشاريع التشجير في الحد من الجزر الحرارية المتكونة فوق مدينة مكة المكرمة سوف يأخذ في الاعتبار النبات الطبيعي ،لذلك سوف يتوارد استخدام مصطلح المساحات الخضراء ليعبر عن نباتات الزينة المستخدمة في مشاريع التشجير والنباتات الطبيعية .

من السلبيات البيئية لعل أبرزها اتصافها بالدفء مقارنة بالمناطق الريفية المجاورة، هذا الدفء النسبي هو الذي يشار إليه بالجزر الحرارية الحضرية، والتي تتكون نتيجة زيادة معدلات امتصاص الطاقة الشمسية بسبب طبيعة مكونات استخدامات الأرض مع قلة الغطاء النباتي، مما يعمل على زيادة استهلاك الطاقة من قبل السكان، وانتشار ملوثات الهواء والماء، والتأثير على صحة ساكني هذه المدن.

أن أهمية التوسع في مشاريع التشجير في المدن وزيادة مساحات الأحزمة الخضراء حولها تكمن في تحسين بيئة المدينة من خلال تخفيض درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض وذلك بامتصاص الحرارة المرسلة إلى سطح الأرض بواسطة الإشعاع الشمسي وتعديلها من خلال عملية النتح، وبالتالي تخفيض الجزر الحرارية الحضرية، ولتوضيح قوة العلاقة بين انتشار النباتات وبين خفض درجات الحرارة، فلابد من إلقاء الضوء على دور النباتات والتي تعمل على التبريد من خلال التظليل وزيادة نسبة الرطوبة في الهواء بمقدار ١٥–٢٠% (المؤمن،١٩٨٦،ص٥٥)، فشجرة ذات جذع بقطر ٧سم تتساوى في التبريد مع قدرة جهاز تكييف الهواء والذي يستهلك كهرباء بحوالي ٥ دولارات يومياً (لاند،١٩٨٦،ص١٩)،كما تعمل الأشجار على تنقية الهواء من الأتربة والدخان والمواد العالقة في الجو في المناطق السكنية، إضافة إلى عملها في التهوية الجيدة داخل الشوارع بعمل الدوامات الهوائية التي تؤدي إلى تغير مسار الرياح.

لقد أصبحت غازات الاحتباس الحراري ومنها ثاني أكسيد الكربون (Co_2) تولد مشكلة عالمية يعتقد أنها لها دوراً كبيراً في زيادة معدلات درجات الحرارة في الغلاف الجوي، مما يكون له آثار بيئية كبيرة، ولقد حاولت العديد من الدول ولاسيما الصناعية إلى زيادة رقعة التشجير الذي سوف يساهم في خفض نسبة (Co_2) إلى درجة مقبولة (الحازمي،١٩٩٩م)، إن ارتفاع درجة حرارة الجو خلال العقد الماضي أدى إلى حدوث خلل في التوازن البيئي على سطح الكرة الأرضية، وذلك بسبب ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون من جراء قطع الغابات والنشاط الصناعي، لذلك لجأت معظم الدول إلى حماية

الغابات من القطع والرعي وتنفيذ مشاريع التشجير لتعويض ما قطع من الغابات وما تحول منها إلى أراضي بور أو مهجورة (الزغت، ١٩٩٩م)، ويعمل التشجير على جوانب الطرق على تقليل فرص التصحر وتلطيف المناخ المحلي وتخفيف شدة الرياح إضافة إلى لمسات الجمال التي يضيفها على هذه الطرق(الحربي وآخرون، ١٩٩٩م)، ولقد أصبحت المناطق الخضراء في العديد من مدن العالم من المناطق المهمة والمراقبة من قبل الإدارات المحلية للمدن التي أصبحت تسعى إلى زيادتها بشتى الأشكال والطرق، فقد تخطت الدول زراعة أرض المدن إلى وضع اشتراطات لزراعة أسطح المباني، لدورها الفعال في خفض الطاقة المستخدمة في عمليات التبريد أو التدفئة وما تضيفه من لمسة جمالية على المدن (الصاحب، ٢٠١٠م)، إن التوسع في مشاريع التشجير يعتبر من أهم الحلول التي يوصى بها للتخفيف من ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، لاسيما في المناطق التي تحيط بالطرق والمناطق الصناعية(آل سعود، ٢٠٠٦م)، (حبيب، ٢٠٠٧م)، (عبد الوهاب وحسان، ٢٠٠٩م)، ومن المعروف أن المناخ في المناطق الحضرية يختلف عن المناخ في المناطق الريفية والاختلافات في عناصر المناخ تكون كبيرة وواضحة سواء في متوسطات الإشعاع الشمسي أو تكون السحب وحتى في تساقط الأمطار وتكون العواصف الرعدية، وعادة ما تكون الملوثات الحضرية أعلى تركيزاً بنحو ١٠مرات وهذا غير من المشهد الحضري وزاد في التباين الحراري بين المدن والمناطق الريفية (Taha,١٩٩٧)، وتعتبر الجزيرة الحرارية ذات تأثير واضح في زيادة درجات الحرارة في المناطق الحضرية مقارنة بالمناطق الريفية المحيطة (William,٢٠٠٤) .

موضوع الدراسة وأهدافها وأهميتها:

تتميز مدينة مكة المكرمة بمكانة مختلفة عن بقية مدن العالم، حيث يفد إليها ملايين البشر في أوقات الحج والعمرة، ولقد توسعت المدينة في السنوات الأخيرة بشكل لم يسبق له مثيل، فتحولت من تجمع بشري حول الحرم المكي الشريف ومنطقة المشاعر المقدسة إلى مدينة مترامية الأطراف ومتعددة الوظائف والأنشطة،

مما أدى إلى تغير في أنماط استخدامات الأراضي، ولقد ترتب على ذلك عدد من السلبيات في نظامها البيئي، لعل أبرزها تكون ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، وما ينتج عن ذلك من زيادة في انتشار ملوثات الهواء والماء بسبب زيادة استهلاك الطاقة في عمليات التبريد خلال أشهر الصيف، إضافة إلى تغير نطاقات راحة الإنسان، وارتفاع الموازنات المالية المخصصة لذلك، وقد طرح على المستوى العالمي خيار التوسع في مشاريع التشجير لأهميتها البالغة في التخفيف من ظاهرة تكون الجزر الحرارية، وهنا يطرح سؤال ما هو دور مشاريع التشجير بصفة عامة في مدينة مكة المكرمة في تخفيف ظاهرة الجزر الحرارية؟ وللإجابة على هذا التساؤل تم صياغة عدة أهداف تتمثل في تصنيف استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة، تحديد ودراسة الجزر الحرارية صيفاً وشتاءً، وحساب المساحات الخضراء في فصلي الشتاء والصيف ودراسة دورها في تخفيف الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة، وقد تم توظيف تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحقيق أهداف الدراسة، وبهذا فإن هذه الدراسة تعتبر أول دراسة تطبيقية على حسب البحث عن الموضوع محليا، تتناول موضوع التشجير في مدينة مكة المكرمة ودوره في تخفيض تشكل ظاهرة الجزر الحرارية، فكل الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الجزر الحرارية لم توجد بينها دراسة واحدة ركزت على دور التشجير في خفض الجزر الحرارية سواء على مستوى مدينة مكة المكرمة أو على مستوى المملكة العربية السعودية، وتطرقت معظم الدراسات إلى موضوع التشجير كحل من الحلول المقترحة في مجال التوصيات .

منطقة الدراسة:

تقع مدينة مكة المكرمة في الجزء الغربي من المملكة العربية السعودية عند دائرة العرض ً١٩ َ٢٥ ٰ٢١ وخط الطول ً٣٦ َ٤٩ ٰ٣٩، وذلك عند أقدام جبال الطائف على ارتفاع يقدر بنحو ٢٧٧م فوق مستوى سطح البحر، ضمن منطقة الدرع العربي وتتكون صخورها من صخور أركية قديمة مع وجود بعض الإرسابات التي يعود تاريخها إلى

الزمنيين الثاني والثالث والصخور المتحولة التي تنكشف في الجزء الجنوبي الشرقي منها، وتتغطى صخور القاعدة بالإرسابات الحصوية والرملية، وتتكون تضاريسها من ثلاث وحدات تضاريسية منفصلة تشمل:الكتلة الجرانيتية المحيطة بمنطقة الحرم والمناطق الجبلية الأخرى التي تضم(جبل خندمة- جبل عمر- جبل النور- جبل ثور- جبل ابي قبيس) ويزيد ارتفاعها عن ٨٠٠م فوق سطح البحر، يقل هذا الارتفاع في المنطقة الوسطى ليصل ما بين ٢٠٠-٢٥٠م فوق سطح البحر، الأودية والشعاب وتمثلها (وادي إبراهيم- وادي الزاهر- وادي طوى- وادي محسر- شعب عامر-شعب جياد- شعب الخانسة- شعب المصافي- شعب الغسالة- شعب ذاخر)، السهول وتظهر في المناطق البعيدة عن الحرم الشريف وتضم (سهل العزيزية- سهل التنعيم- سهل الشرائع- سهل الرصيفة- سهل عرفات)، وتقع مدينة مكة المكرمة مناخياً ضمن المنطقة المدارية الجافة حيث تلتقي الكتلة الآسيوية الأفريقية، وقد سبب بعدها عن المؤثرات البحرية في وجود فروقات حرارية طوال أشهر السنة، حيث يبلغ معدل درجة الحرارة القصوى ٣٧مْ، ومعدل درجة الحرارة الصغرى ٢١مْ، ويبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة ٣١,٣مْ، ويبلغ معدل درجة الصيف ٣٦,١مْ، ومعدل درجة حرارة الشتاء ٢٥,٦مْ، وتعتبر مدينة مكة المكرمة مدينة صحراوية حيث لا يزيد المعدل السنوي لهطول الأمطار عن(٣٠,٣ملم) تتركز في شهر يناير(١٣,٤ملم) (مصلحة الأرصاد وحماية البيئة،سلسلة بيانات مناخية ،محطة مكة المكرمة، ١٩٨٥-٢٠١٣) ،(جدول رقم-١).

جدول رقم(١) الخصائص المناخية لمدينة مكة المكرمة(عنصري الحرارة–التساقط) من عام ١٩٨٥–٢٠١٣م

الأشهر	معدل درجة الحرارة	المعدلات الفصلية	معدل التساقط
يناير	٢٤,٥	٢٥,٦	١٣,٤
فبراير	٢٥,٣		٠,١
مارس	٢٧,٩	٣١,٤	٣,٩
ابريل	٣١,٥		١,٩
مايو	٣٤,٨		٠,٨
يونيو	٣٦,١	٣٦,١	٠,٥
يوليو	٣٦		٠,٢
أغسطس	٣٦,٢		٠,١
سبتمبر	٣٥,٨	٣٢,٣	٠,٩
اكتوبر	٣٢,٩		١,٥
نوفمبر	٢٨,٩		٤,٤
ديسمبر	٢٦,١		٢,٦
المعدل	٣١,٣		٣٠,٣

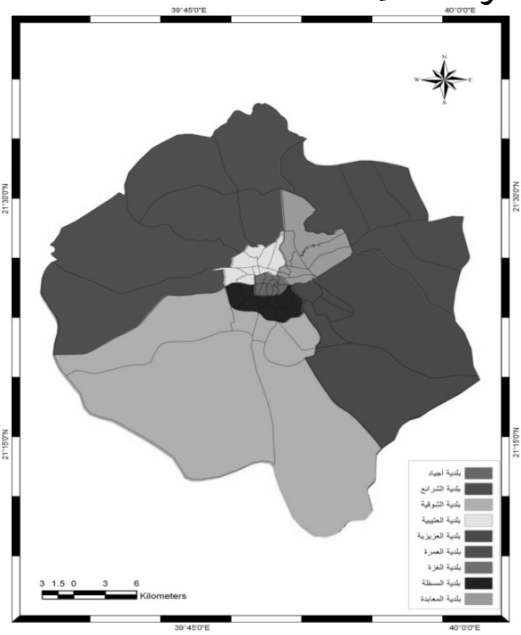
المصدر:مصلحة الأرصاد وحماية البيئة،محطة مكة المكرمة،١٩٨٥–٢٠١٣م.

ويوضح(جدول رقم–٢)و(شكل رقم–١) حدود منطقة الدراسة التي تبلغ مساحتها نحو (١٢٩٦,١٩كم٢)، وتشمل عدة بلديات هي:(المسفلة–العتيبية–الغزة–آجياد–العمرة–المعابدة–الشرائع–الشوقية–العزيزية)(أمانة العاصمة المقدسة، خريطة الأحياء والبلديات،٢٠١٣م).

جدول رقم(٢) البلديات الرئيسية التي تتكون منها مدينة مكة المكرمة

اسم البلدية	مساحة كيلومتر مربع	النسبة المئوية
المسفلة	٢٠,٣٦	١,٥٧
العتيبية	١٨,٩٩	١,٤٦
الغزة	٢,٩٥	٠,٢٣
أجياد	٣,٦٨	٠,٢٨
العمرة	٣٦٨,٠٣	٢٨,٣٩
المعابدة	٤١,٤٦	٣,٢٠
الشرائع	١٥٥,٥٧	١٢,٠٠
الشوقية	٤٥٢,٩٩	٣٤,٩٥
العزيزية	٢٣٢,١٦	١٧,٩١
إجمالي مساحة منطقة الدراسة	١٢٩٦,١٩	١٠٠,٠٠

المصدر: إعداد الباحثة المعتمدة على :أمانة العاصمة المقدسة ، الأحياء والبلديات في مدينة مكة المكرمة،٢٠١٣م .



شكل رقم(١) منطقة الدراسة مدينة مكة المكرمة

المصدر: إعداد الباحثة المعتمدة على :أمانة العاصمة المقدسة ، الأحياء والبلديات في مدينة مكة المكرمة،٢٠١٣م .

منهج الدراسة واجراءتها:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي السببي المقارن، حيث وظفت تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحقيق أهداف الدراسة ومن ثم تم التركيز على تحليل الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة والكشف عن دور مشاريع التشجير في التخفيف منها، حيث انتهجت عدد من الطرق الآلية لمعالجة البيانات الأصلية للأقمار الصناعية، وذلك باستخدام برامج ERDAS IMAGINE ٩,٣,ARCGIS ١٠، وقد تركزت محاور الدراسة في موضوعين أساسيين:تحديد الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة صيفا وشتاء وتحديد خصائصها الحرارية وتوزيعها الجغرافي وذلك ضمن البيانات التي تم الحصول عليها، وتحديد التوزيع الجغرافي لمشاريع التشجير والمساحات الخضراء في مدينة مكة المكرمة وتحديد دورها في تخفيض درجات الحرارة في الجزر الحرارية صيفا وشتاء من خلال المقارنة بين المساحات المغطاة بالنباتات والخالية من أي غطاء نباتي في عدد من المواقع.

١-مصادر البيانات: لقد تبلورت بيانات الدراسة في عدة مصادر يمكن تحديدها في التالي :المرئيات الفضائية LANDSAT-٨ لعام ٢٠١٣م النطاق الحراري العاشر :الأولى التقطت الساعة ١٢مساءً بتاريخ ٢٠١٣/٢/١٥م لحساب الجزر الحرارية في فصل الشتاء ، والثانية التقطت الساعة ١١ مساءً بتاريخ ٢٠١٣/٧/١٣م لحساب الجزر الحرارية في فصل الصيف، كما استخدمت المرئية الفضائية ٢٠١٣-٥-SPOT ملونة لحساب المساحات الخضراء وتصنيف استعمالات الأراضي وذلك بتاريخ ٢٠١٣/٢/٢٠م و٢٠١٣/٧/١٥م، كما تم الاعتماد على خريطة مدينة مكة المكرمة والتي تمثل الأحياء والبلديات والتي تم الحصول عليها من أمانة العاصمة المقدسة لعام ٢٠١٣م، إضافة إلى الاعتماد على سلسلة البيانات المناخية لمحطة مكة المكرمة من عام ١٩٨٥-٢٠١٣م.

٢-تصنيف الصور الفضائية :لقد تم الإرجاع الجغرافي للصور الفضائية واقتطاع حدود مدينة مكة المكرمة، وتم استيراد النطاق الحراري في الصور الفضائية LANDSAT-٨

ببرنامج ERDAS IMAGINE ٩.٣، وفتح النطاق الحراري في برنامج ARC GIS ١٠ وتحليل قيم البيانات في هذا النطاق ، كما تم تصنيف الصور الفضائية SPOT-٥ ببرنامج ARC GIS ١٠ بدقة التصنيف ٠.٧٥ (الحسن،٢٠٠٧م،ص١٣٢).

٣- تحويل الصور الرقمية إلى درجة حرارة سطح الأرض:لقد تم تحويل قيم الصور الرقمية إلى درجات حرارة بخطوتين :

الأولى – تحويل قيم الصور الرقمية إلى إشعاع طيفي عند فتحة القمر الصناعي دون عمل تصحيح لتأثير الغلاف الجوي خلال المعادلة التالية:

RADIANCE=GAIN*DN+OFFSET

وتستخرج قيمة GAIN وقيمة OFFSET من البيانات الخام للنطاق من خلال الملف المرفق مع الصورة الفضائية (Taha,١٩٩٧,p٢٠).

والثانية- تحويل قيم الإشعاع الطيفي إلى درجات حرارة مئوية من المعادلة التالية:

$$T(°C) = \left[\frac{K1}{\ln\left(\frac{K2}{\frac{R_{TM6}}{b}} + 1\right)} \right]$$

وتساوي $k١=mWcm^{-٢}sr^{-١}\mu m^{-١}٦٦٦.٠٩$

$١٢٨٢.٧١mWcm^{-٢}sr^{-١}\mu m^{-١}=K٢$

-التوزيع الجغرافي لدرجات الحرارة خلال فصل الشتاء.

-التوزيع الجغرافي لاستخدامات الأرض وفقا للتصنيف المراقب في فصل الشتاء.

-أنماط وأحجام الجزر الحرارية في فصل الشتاء.

-التوزيع الجغرافي لدرجات الحرارة خلال فصل الصيف.

-التوزيع الجغرافي لاستخدامات الأرض وفقا للتصنيف المراقب في فصل الصيف.

–انماط وأحجام الجزر الحرارية في فصل الصيف

وقد تم تطبيق مؤشر NDVI ببرنامج ١٠ ARC GIS لتحديد التوزيع الجغرافي ومساحات النباتات من خلال المعادلة التالية:

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + \rho_{RED})}$$

–و قد تم تصنيف استخدامات الأرض من خلال التصنيف المراقب ببرنامج ARC GIS ١٠ إلى الفئات التالية:

–المنطقة المعمورة وتشمل المباني والطرق والمناطق الإسفلتية

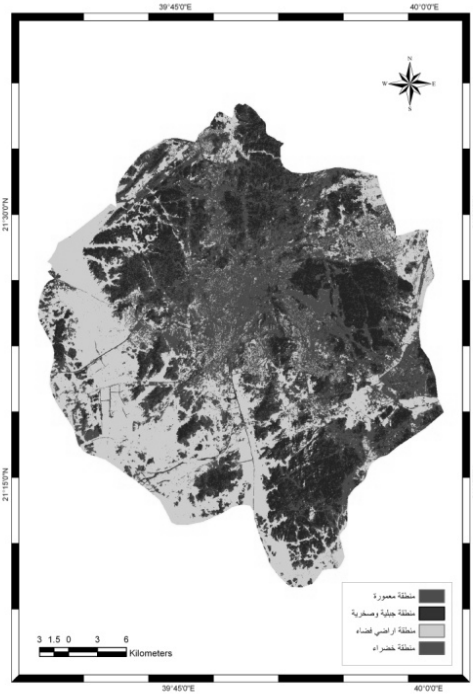
–المنطقة الجبلية والصخرية وتشمل مناطق الجبال والصخور الصلبة والتي تشكل عائق تنموي.

–المنطقة الخضراء وهي مناطق التشجير والحدائق والجزر النباتية والنباتات الطبيعية.

–المنطقة الفضاء وهي الأراضي الخالية من أي استخدام

النتائج والمناقشة

لقد أوضحت الدراسة أن استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة متفاوتة، حيث بلغت استخدامات الأراضي المعمورة أعلى نسبة قدرت بنحو (٣٥,٤%)، والتي تشمل الكتلة العمرانية إضافة إلى المساحات المخصصة للطرق ومواقف السيارات ومحطات الوقود ومرافق الخدمات والمنشآت الصناعية، كما شكلت الأراضي الفضاء نسبة (٣٣,٢٩%)، ويتركز وجودها بشكل واسع في الأطراف الغربية لمدينة مكة المكرمة وذلك ضمن بلديتي الشوقية والعمرة، حيث أحياء ولي العهد والملك فهد والحمرة وأم الجود والسلامة، وفي الأطراف الجنوبية للمدينة في العكيشية وضمن الفراغات الموجودة داخل أحياء المدينة الواقعة داخل نطاق الخط الدائري الثالث، ثم تأتي المناطق الجبلية والصخرية لتشكل نحو (٢٢,٨%)، في حين تأتي استخدامات الأراضي لمشاريع التشجير والمساحات الخضراء في نهاية القائمة وذلك بأدنى نسبة تقدر بنحو (٨,٥١%) (شكل رقم –٢) و (جدول رقم–٣) و (شكل رقم–٣).



شكل رقم (٢)تصنيف استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة

المصدر:من عمل الباحثة بواسطة التصنيف المراقب Supervised Classification **للصورة الفضائية** Spot-٥ **لعام ٢٠١٣م.**

جدول رقم(٣)استخدامات الاراضي في مدينة مكة المكرمة

استخدامات الأراضي	النسبة المئوية
١-المنطقة المعمورة	٣٥,٤
٢-الأراضي الفضاء	٣٣,٢٩
٣-المنطقة الجبلية والصخرية	٢٢,٨
المساحات الخضراء	٨,٥١
المجموع	%١٠٠

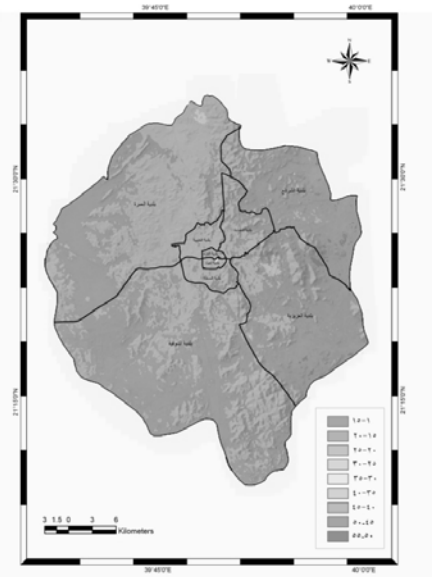
المصدر:تم حساب استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة من قبل الباحثة اعتمادا على الصورة الفضائية Spot-٥-٢٠١٣ .

شكل رقم (٣) استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة

المصدر:إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات الجدول رقم (٣)

لقد ساهمت طبيعة استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة والتي أتت ضمنها مشاريع التشجير المقامة والمساحات الخضراء المنتشرة في أجزاء المدينة بنسبة متدنية في حدوث تغيرات جذرية على البيئة الطبيعية لنطاق المدينة، ولعل أهمها التغيرات الحاصلة في خصائص المناخ المحلي، ولقد أوضح تحليل النطاق الحراري للمرئيات الفضائية LANDSAT-٨ لمنطقة الدراسة تكون عدد من الجزر الحرارية الحضرية ذات الأحجام والأنماط المختلفة، ففي فصل الصيف تظهر في مدينة مكة المكرمة عدة جزر حرارية تتباين درجات الحرارة بها، حيث تشير درجات الحرارة التي تم الحصول عليها من الصورة الفضائية LANDSAT-٨ يوم ١٣-٧-٢٠١٣م إلى أن هناك تفاوت في درجات الحرارة لهذه الجزر الحرارية المسيطرة على أحياء منطقة الدراسة وذلك بمدى حراري يقدر بنحو (٥مْ)، ففي منطقة الحرم المكي الشريف وفي أقصى شمال بلدية العمرة تتكون جزر حرارية تتراوح درجة حرارتها مابين (٣٠-٣٥مْ)،

أما في بلديات المنطقة المركزية والتي تتضمن الغزة–بلدية آجياد –بلدية المسفلة–بلدية العتيبية فتظهر جزر حرارية تتراوح درجات الحرارة فيها مابين (٣٥–٤٠مْ)، وذلك في أحياء آجياد–الهنداوية– العتيبية–الطنداوي–القرارة والنقا–شعب عامر وشعب علي وغيرها من أحياء المنطقة المركزية، كذلك في الأحياء المحيطة بالمنطقة المركزية مثل أحياء العزيزية– المرسلات– الجامعة –جبل النور– العدل– ريع ذاخر، كما تسود هذه الجزيرة الحرارية في الأجزاء الشمالية من بلدية الشوقية والعزيزية وأجزاء كبيرة من بلدية العمرة، بينما يظهر على أطراف المدينة جزر حرارية تتراوح درجات الحرارة بها بين (٤٠–٤٥مْ) وذلك بشكل خاص في بلدية العزيزية في أحياء العوالي والنسيم، وبلدية الشرائع كما هو الحال في أحياء الراشدية والخضراء، كما تظهر هذه الجزر الحرارية كبقع متناثرة صغيرة في بلدية المعابدة وذلك في أحياء الخانسة والعدل والروضة، وبلدية الشوقية والعمرة في أحياء العكيشية – ولي العهد– النوارية– العمرة الجديدة، وتظهر الجزر الحرارية التي تتراوح درجات الحرارة بها بين (٤٥–٥٠مْ) كبقع متناثرة في الأحياء الواقعة ضمن الأجزاء الشرقية من مدينة مكة وذلك في بلديتي العزيزية حيث أحياء المشاعر والعوالي، والشرائع مثل ماهو الحال في الراشدية– الخضراء. ويلاحظ من دراسة التوزيع الجغرافي للجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة صيفا أن الجزر الحرارية ذات درجات الحرارة المرتفعة (٤٠–٤٥مْ)و(٤٥–٥٠مْ) ارتبطت بتوزيع وانتشار الأراضي الفضاء في أحياء البلديات الواقعة على أطراف المدينة كما هو الحال في – العوالي– العكيشية– ولي العهد– النوارية– العمرة الجديدة، بينما أقل درجات الحرارة (٣٠–٣٥مْ) و(٣٥–٤٠مْ) سجلت في المنطقة المركزية منطقة الحرم وفي أحياء المنطقة المركزية حيث تنعدم الأراضي الفضاء وتزداد كثافة المباني التي توفر الظل مثل ما هو الحال في أحياء المعابده– والروضة – الجميزة – آجياد، إضافة إلى أن هذه الدرجات الحرارية سجلت في مواقع توزع المساحات الخضراء (شكل رقم–٤).

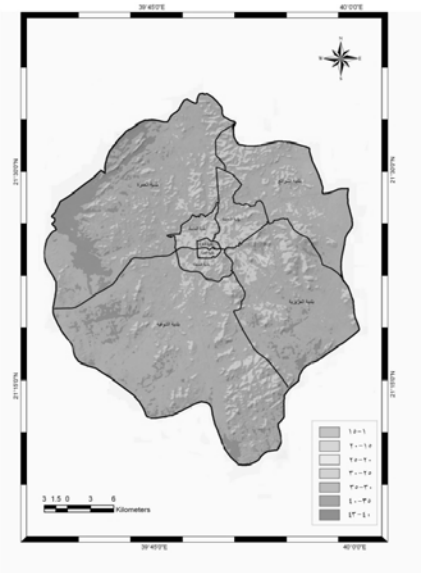


شكل رقم (٤)التوزيع الجغرافي لأنواع الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة في فصل الصيف.

المصدر:حسابات الباحثة المعتمدة على تحليل النطاق الحراري العاشر للصورة الفضائية Landsat-٨ بتاريخ ٢٠١٣/٧/١٣م .

وفي فصل الشتاء يتكون على مدينة مكة المكرمة عدد من الجزر الحرارية، فقد أوضحت درجات الحرارة التي تم الحصول عليها من الصورة الفضائية LANDSAT-٨ يوم ١٥-٢-٢٠١٣ م بأنه تتكون جزر حرارية ذات درجات حرارة منخفضة تتراوح بين (١-١٥مْ)و(١٥-٢٠مْ) تظهر كبقع متناثرة في المنطقة المركزية ، وذلك في بلدية أجياد في أحياءأجياد-الشبيكة-الطندباوي، كما تظهر هذه الجزر الحرارية كبقع بسيطة في بلدية المعابدة وذلك في حي العدل -الخانسة، وأيضاً في بلدية الشرائع وذلك في أحياء الراشدية -الخضراء، وبلدية العزيزية في أحياء النسيم-العزيزية-المرسلات، وتظهر كبقع متناثرة في شمال بلدية الشوقية وذلك في بطحاء قريش ، وتسود الجزر الحرارية والتي تتراوح بها درجات الحرارة بين(٢٠-٢٥مْ) جميع أجزاء مدينة مكة المكرمة بدون استثناء، لكن بتركز شديد في البلديات المحيطة بالمنطقة المركزية وذلك في بلدية المعابدة في أحياء العدل-الروضة-المعابدة-الخنساء-السليمانية-الجميزة-جبل النور، وفي بلدية العتيبية في أحياء الزهراء- الضيافة-النزهة-الزاهر-البيبان-الحجون-العتيبية-الأندلس، وبلدية الغزة وتشمل أحياء القرارة-النقا-حارة

الباب–التيسير–جرول، وبلدية آجياد وتمثلها الأحياء الطندباوي–الهجلة–الشبيكة، وبلدية المسفلة في الهنداوية–الرصيفة–الخالدية–المسفلة–كدي–التقوى، وتتوزع الجزر الحرارية التي تتراوح درجات الحرارة فيها بين (٣٠–٣٥مْ) جميع أجزاء مدينة مكة المكرمة بدون استثناء لتشارك في التوزيع الجزر الحرارية الأخرى ، أما الجزر الحرارية التي تتراوح درجات الحرارة فيها بين (٣٥–٤٠مْ) فتظهر كبقع متناثرة في أقصى جنوب بلدية الشوقية وذلك في حي العكيشية وفي أطرافها الغربية في حي ولي العهد، لكنها تظهر كبقع متصلة في بلدية العمرة وبالذات في أطرافها الغربية في السلامة–الحمراء–ام الجود ، وتظهر هذه الجزر الحرارية أيضاً في بلدية العزيزية العوالي–المشاعر، وتظهر نفس الجزر الحرارية في بلدية المعابدة كبقع صغيرة وبالذات في حي ريع ذاخر ووادي جليل. ومن الملاحظ أن أحياء المنطقة المركزية ارتبطت في فصل الشتاء بالجزر الحرارية ذات درجات الحرارة المنخفضة مثل أشهر الصيف، بينما ارتبطت أحياء أطراف المدينة بالجزر الحرارية ذات درجات الحرارة المرتفعة كما هو الحال في أشهر الصيف حيث تتناثر بها بقع جزر حرارية تمثل درجات الحرارة فيها أعلى من (٤٠مْ) (شكل رقم ٥–).



شكل رقم (٥)التوزيع الجغرافي لأنواع الجزر الحرارية (مْ) في مدينة مكة المكرمة في فصل الشتاء

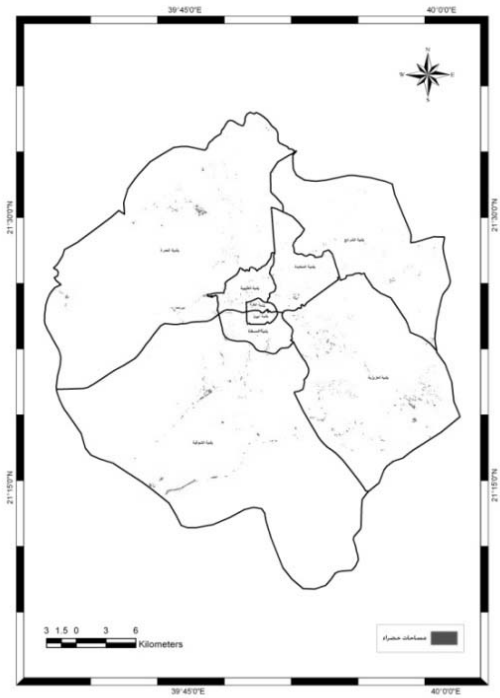
المصدر:حسابات الباحثة المعتمدة على تحليل النطاق الحراري العاشر للصورة الفضائيةِ Landsat–٨ بتاريخ ٢٠١٣/٢/١٥م .

ويتضح من نمط توزيع الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة خلال فصلي الصيف والشتاء وجود عدة أنماط تتباين من حيث أحجامها وخصائصها على النحو التالي: الجزر الحرارية الباردة(١-١٥م°)، الجزر الحرارية المعتدلة(١٥-٢٠م°)، الجزر الحرارية المعتدلة نسبياً(٢٠-٢٥م°)، الجزر الحرارية الدافئة (٢٥-٣٠م°)، الجزر الحرارية الحارة(٣٥-٤٠م°)، الجزر الحرارية الحارة جدا (٤٠-٤٥م°)، الجزر الحرارية شديدة الحرارة(أكبر من ٤٥م°)، كما يلاحظ أن نمط استخدام الأرض حدد نوعية الجزر الحرارية السائدة في منطقة الدراسة ، فمناطق أطراف المدينة والتي ترتفع بها الأراضي الفضاء والطرق المسفلتة الواسعة والمباني المتباعدة ارتبطت في الفصلين بالجزر الحرارية الحارة، بينما أحياء المنطقة المركزية ارتبطت خلال الفصلين بالجزر الحرارية الباردة إلى الدافئة.

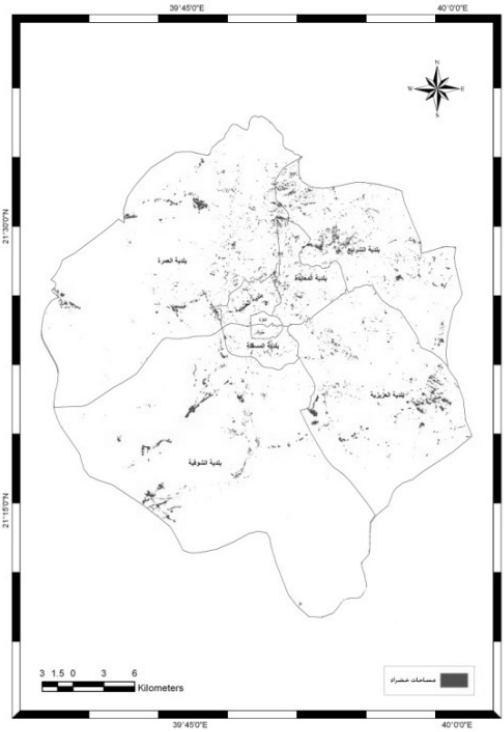
دور مشاريع التشجير في التخفيف من تكون الجزر الحرارية في مدينة مكة المكرمة:

لقد أوضحت دراسة استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة أن نسبة المساحات الخضراء بمختلف أشكالها منخفضة جداً مقارنة بالاستخدامات الأخرى، حيث لا تتجاوز النسبة (٨,٥١%) من جملة مساحة منطقة الدراسة والتي تبلغ نحو (١٢٩٦,١٩كم٢)، ومما لاشك فيه إن انخفاض هذه النسبة يقلل من كفاءتها ودورها في تحسين بيئة المدينة وتلطيف درجة حرارتها والقضاء على التباينات الحرارية بين أجزاء المدينة، ويوضح (الشكل رقم- ٨ ، ٩) توزع وانتشار المساحات الخضراء في مدينة مكة المكرمة خلال فصلي الشتاء والصيف، حيث يلاحظ تبعثرها وتشتتها في منطقة الدراسة بشكل عام مقارنة بالاستخدامات الأخرى ،كما يلاحظ التباين في التوزيع الجغرافي والمساحات خلال فصلي الشتاء والصيف، فمن خلال النتائج والتي يشير إليها (الجدول رقم- ٦) تبلغ المساحات الخضراء في فصل الشتاء (٣١,٤٦كم٢)، تنخفض عن هذا في فصل الصيف لتبلغ نحو (٢٠,٤٣كم٢)، وذلك بفقد نباتي خلال هذا الفصل يقدر بنحو (١١كم٢) (حسابات الباحثة المعتمدة على تحليل الصورة الفضائية ٥-SPOT)، وأسباب هذا الفقد النباتي في فصل الصيف تتركز في ارتفاع درجة الحرارة، وقلة المياه المتاحة لعمليات الري، وعدم الاعتماد على نباتات البيئة المحلية في مشاريع التشجير

والتركيز على نباتات الزينة التي تتطلب كميات كبيرة من المياه للري ولا تتحمل الحرارة العالية والملوحة المرتفعة، وهبوب الرياح الحارة الجافة التي تعمل على زيادة عمليات النتح مما يؤدي إلى جفافها وموتها، وهذا ما يعزز محدودية دورها على مستوى المدينة في تخفيض سيطرة الجزر الحرارية الحارة والحارة جدا وشديدة الحرارة في فصل الصيف بشكل خاص، كما يتضح من دراسة التوزيع الجغرافي للمساحات الخضراء في مدينة مكة المكرمة بأنه غير متكافئ مع مساحات البلديات التي تتكون منها منطقة الدراسة، وهذا مما يقلل من فعالية هذه المشاريع في تخفيض الجزر الحرارية لاسيما في البلديات ذات المساحات الكبيرة، وهذا ما نلاحظه في بلدية الشوقية–العزيزية–الشرائع حيث تتقارب المساحات المستخدمة في التشجير مع اختلاف واضح في مساحة كل منهم.(الجدول رقم–٦) و(الشكل رقم –١٠)



شكل رقم (٨)توزع وانتشار المساحات الخضراء في مدينة مكة المكرمة شتاءً .
المصدر:حسابات الباحثة المعتمدة على المرئية الفضائية ٥–Spot (٢٠١٣/٢/٢٠م)

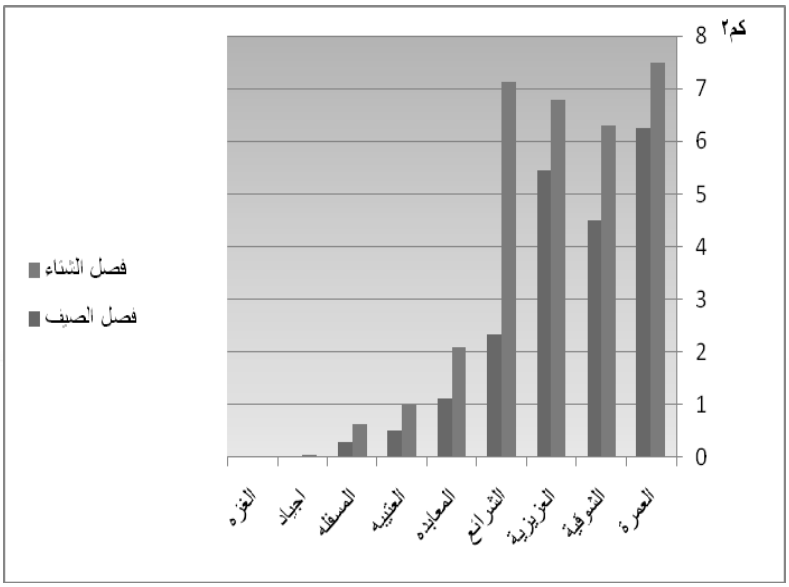


شكل رقم(٩) توزع وانتشار المساحات الخضراء في مدينة مكة المكرمة صيفا
المصدر:حسابات الباحثة المعتمدة على المرئية الفضائية Spot-٥ (٢٠١٣/٧/١٥م)

جدول رقم(٦)مساحات مشاريع التشجير في مدينة مكة المكرمة

البلديات	مساحة/كم٢	المساحات الخضراء(شتاء) كم٢	المساحات الخضراء(صيف)كم٢
١-العمرة	٣٦٨,٠٣	٧,٥٠	٦,٢٤
٢-الشوقية	٤٥٢,٩٩	٦,٢٩	٤,٥٠
٣-العزيزية	٢٣٢,١٦	٦,٧٩	٥,٤٤
٤-الشرائع	١٥٥,٥٧	٧,١٢	٢,٣٢
٤-المعابدة	٤١,٤٦	٢,٠٩	١,١١
٦-العتيبية	١٨,٩٩	٠,٩٩	٠,٥١
٧-المسفلة	٢٠,٣٦	٠,٦٢	٠,٢٨
٨-آجياد	٣,٦٨	٠,٠٥	٠,٠٢
٩-الغزة	٢,٩٥	٠,٠١	٠,٠١
المجموع	١٢٩٦,١٩	٣١,٤٦	٢٠,٤٣

المصدر:حسابات المعتمدة على استخراج المساحات الخضراء من الصورة الفضائية Spot-٥ بتاريخ ٢٠١٣/٢/٢٠م و٢٠١٣/٧/١٥م.



شكل رقم(١٠)مساحات مشاريع التشجير في مدينة مكة المكرمة

المصدر:حسابات المعتمدة على الجدول رقم (٦)

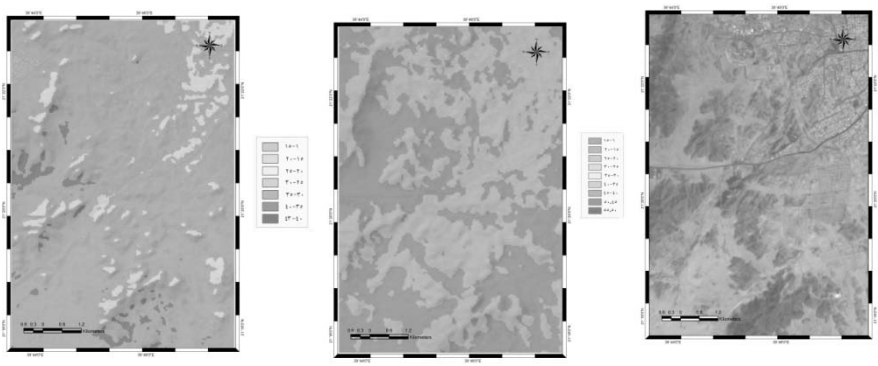
لقد أوضحت الدراسة أن دور المساحات الخضراء في التخفيف من سيطرة الجزر الحرارية على مدينة مكة المكرمة محدود وليس ذا أثر واضح لانخفاض المساحات التي تشغلها المساحات الخضراء فمدينة مكة المكرمة تسيطر عليها جزر حرارية متعددة صيفا وشتاءً، وفي حالة التوسع والاهتمام بزيادة المساحات الخضراء في المدينة سوف يتم الحد من ظهور هذه الظاهرة لأنه من خلال دراسة دور النبات في مناطق محددة من مدينة مكة المكرمة ظهر الدور الايجابي لوجود المساحات الخضراء في تركز الجزر الحرارية ذات درجات الحرارة المنخفضة بشكل غير متوقع مقارنة بما حولها :

١-الموقع الأول:ً٠ ١٨١٢ٌ٠ ٢٤ ٢١ شمالاً،ً ٤٨ ٣٩ٌ٠ ٤٤ ٣٩ٌ شرقاً،ويقع ضمن بلدية الشوقية إلى الغرب من طريق إبراهيم الخليل وطريق الليث شمال مخطط ولي العهد، حيث تظهر النباتات كبقع ذات كثافة مرتفعة، وهي عبارة عن نباتات قائمة على مياه

الصرف الصحي، وبدارسة الجزر الحرارية المتكونة في الموقع في فصل الشتاء ومن ملاحظة (الشكل رقم–١١) يظهر وجود نمطين مختلفين من الجزر الحرارية الأولى : جزيرة حرارية تقع ضمن الأراضي التي يشغلها الغطاء النباتي وتتراوح درجة الحرارة فيها بين ٢٠–٢٥مْ، جزيرتين حراريتين في الأجزاء الخالية من النباتات وتتراوح درجة حرارتهما بين٢٥–٣٠مْ و٣٠–٣٥مْ على التوالي، وفي فصل الصيف تظهر في الموقع جزيرة حرارية مسيطرة تتراوح درجة الحرارة فيها مابين ٤٠–٤٥مْ، تشاركها جزيرة حرارية أخرى تنخفض درجات الحرارة فيها لتتراوح مابين٣٥ –٤٠مْ،وهذا بلا شك يظهر دور النباتات في خفض درجة حرارة المواضع التي تحتلها ومن ثم يحدث انخفاض لدرجة حرارة الجزر الحرارية عما هو سائد في الأراضي المجاورة.

شكل رقم (١١) أثر النبات في خفض درجة حرارة الجزيرة الحرارية السائدة في الموقع (١) بلدية الشوقية صيفا وشتاء ،لاحظ النبات يظهر باللون الأحمر في المرئية وفق التركيب اللوني الزائف(RGB=432).

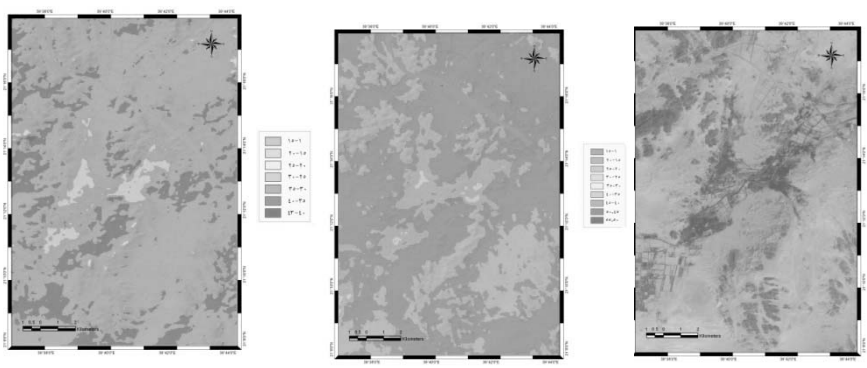
الغطاء النباتي (الموقع١الشوقية) الجزيرة الحرارية صيفاالجزيرة الحرارية شتاء



٢–الموقع الثاني: ٢١° ٨′ ٠″ ١٨′ ٠″شمالا – ٣٩° ٣٨′ ٠″ ، ٣٩° ٤٤′ ٠″ شرقاً ويقع في بلدية الشوقية في أقصى جنوب غرب مخطط ولي العهد، حيث تظهر بقع نباتية متصلة وشديدة الكثافة تؤثر في خفض درجات حرارة الجزر الحرارية المتكونة في الموقع صيفا وشتاء، ففي فصل الصيف تظهر ثلاث جزر حرارية الأولى ذات مساحة صغيرة وتحتل مكان وجود النبات وتتراوح فيها درجة الحرارة مابين ٣٠–٣٥مْ، والثانية وهي المسيطرة على الموقع وتتراوح درجة حرارتها مابين ٣٥–٤٠مْ، والثالثة وهي عبارة عن بقع متناثرة في الموقع ودرجة حرارتها تتراوح مابين ٤٠–٤٥مْ (شكل رقم–١٢).

شكل رقم (١٢) أثر النبات في الموقع (٢) بلدية الشوقية في خفض درجة حرارة الجزيرة الحرارية المسيطرة على الموقع،لاحظ النبات يظهر باللون الأحمر في المرئية وفق التركيب اللوني الزائف(RGB=432).

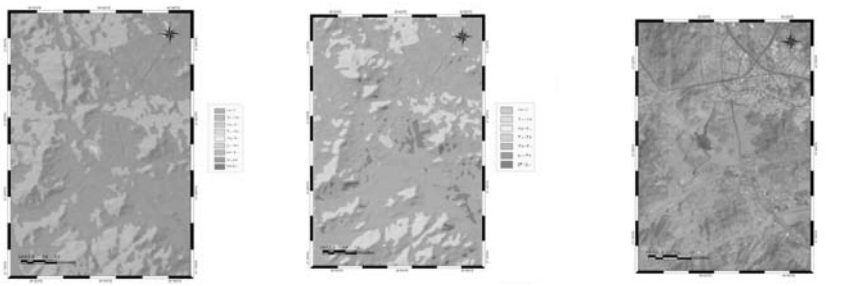
الغطاء النباتي(الموقع٢الشوقية) الجزيرة الحرارية صيفاالجزيرة الحرارية شتاء



٣-الموقع الثالث ٥٠ ْ ٣٩ ً- ٥٤ َ ٣٩ ْ شرقاً، ١٨ َ ٢١ ْ ً- ٢٢ َ ٢١ ْ شمالاًويقع في بلدية العزيزية إلى الجنوب من حي النسيم، حيث تنتشر النباتات في بقع متصلة وهي عبارة عن مزارع منطقة الحسينية، ويظهر التأثير الواضح للنبات في خفض درجة حرارة الجزر الحرارية المتكونة في المنطقة صيفا وشتاء وذلك في المواضع التي يحتلها ففي فصل الصيف تتكون ثلاث جزر حرارية منفصلة تتراوح درجة حرارتها مابين ٣٠-٣٥مْ تحيط بها جزيرة حرارية تتراوح بها درجة الحرارة مابين ٣٠-٤٠مْ وجزيرة حرارية كبيرة تتراوح درجة حرارتها مابين ٤٠-٤٥مْ، أما في فصل الشتاء ففي نفس الأجزاء التي يغطيها النبات تتشكل جزيرة حرارية تتراوح درجة الحرارة مابين ٢٠-٢٥مْ تحيط بها جزيرتين حراريتين تتراوح فيهما درجة الحرارة مابين ٢٥-٣٠مْ و٣٠-٣٥مْ.

شكل رقم (١٣)أثر النبات في الموقع (٣)بلدية العزيزية في خفض درجة حرارة الجزيرة الحرارية المسيطرة على الموقع ،لاحظ النبات يظهر باللون الأحمر في المرئية وفق التركيب اللوني الزائف(RGB=432).

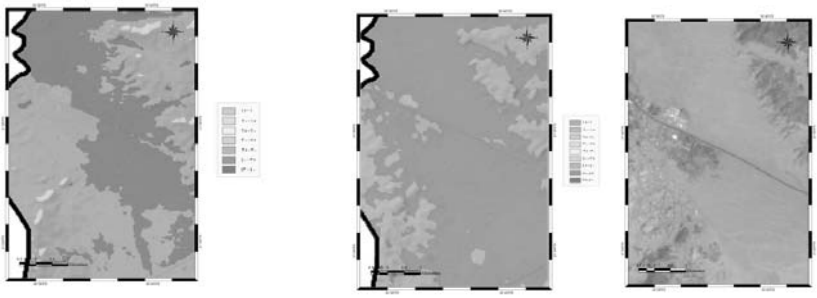
الغطاء النباتي (الموقع٣العزيزية) الجزيرة الحرارية صيفا الجزيرة الحرارية شتاء



الموقع الرابع:٠ً ٣٨َ ٠ْ ٣٩ً–٠ً ٤٠َ ٠ً،٠ْ ٣٩شرقاً َ٢٤ ٠ْ ٢١ً–٠ً ٢٨َ ٠ْ ٢١ شمالاً ويقع في بلدية العمرة وذلك في جنوب حي السلامة وشمال مخطط الحمرة وأم الجود على طريق مكة جدة القديم وتنتشر النباتات وهي عبارة عن مزارع صغير وبعض النباتات الطبيعية، وفي هذا الموقع تتشكل الجزر الحرارية في فصل الصيف من عدة أنماط الجزر الحرارية التي تنخفض فيها درجات الحرارة لتتراوح مابين ٣٥–٤٠مْ وتتركز مكان انتشار النباتات، والجزر الحرارية التي ترتفع فيها درجات الحرارة وذلك مابين ٤٠–٤٥مْ وهي السائدة في الموقع، في فصل الشتاء فتظهر عدة جزر حرارية الأولى ٢٠–٢٥مْ و٢٥–٣٠مْ وتنتشر في الأجزاء التي يغطيها النبات، والجزيرة الحرارية التي تتراوح درجة الحرارة فيها مابين ٣٥–٤٠مْ وهي السائدة في الموقع، وهنا يتضح دور النبات في تخفيض درجات الحرارة صيفا وشتاء(شكل رقم–١٤).

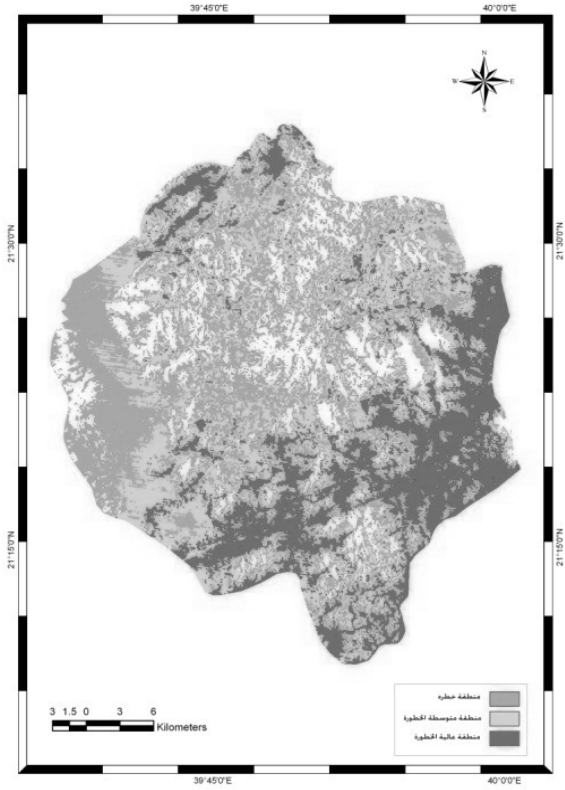
شكل رقم(١٤)تأثير الغطاء النباتي في الموقع (٤)بلدية العمرة في خفض درجة حرارة الجزيرة الحرارية المسيطرة على الموقع،لاحظ النبات يظهر باللون الأحمر في المرئية وفق التركيب اللوني الزائف(RGB=432).

الغطاء النباتي في الموقع(٤)العمرةالجزيرة الحرارية صيفا الجزيرة الحرارية شتاء



لقد تبين من خلال دراسة توزيع المساحات الخضراء في مدينة مكة المكرمة خلال فصلي الصيف والشتاء ودورها في خفض درجة حرارة الجزر الحرارية، أن هناك حاجة شديدة لزيادة مشاريع التشجير في معظم أرجاء منطقة الدراسة، لاسيما الأحياء السكنية التي تقع خارج نطاق المنطقة المركزية والتي ارتبطت بتشكل الجزر الحرارية الحارة والحارة جداً، حيث لم يظهر أثر برامج التشجير في الحد من سيطرة هذه الجزر الحرارية، ويوضح (الشكل رقم – ١٥) أن مدينة مكة المكرمة بحاجة شديدة لتطوير مشاريع التشجير من حيث زيادة مساحاتها، وملائمة مواقعها، والأنواع النباتية المستخدمة إضافة لزيادة توزيعها الجغرافي، فالمدينة كما يظهر تضم أراضي متفاوتة من حيث وضعها المناخي المحلي ومن حيث حاجتها الشديدة لتعديل أوضاعها البيئية من خلال مشاريع التشجير المقامة، وهذه المناطق تتدرج في فئات متعددة :مناطق شديدة الخطورة تعاني من أوضاع مناخية غير مناسبة صيفاً وشتاءً وتمثل نحو (٢٢%) من مساحة منطقة الدراسة وتتركز في المناطق المكشوفة والجرداء وذلك في الأطراف الشرقية والجنوبية الشرقية والجنوبية من مدينة مكة المكرمة، وتضم أحياء الراشدية– الخضراء– العوالي– ولي العهد– النوارية – العمرة الجديدة، ومناطق خطرة وتمثل (٣٠%) من مساحة منطقة الدراسة وتشمل معظم الأجزاء الوسطى والأجزاء الغربية والأجزاء الجنوبية لتشمل معظم أحياء مدينة مكة مثل العزيزية– الروضة– المعابدة –بطحاء قريش –الرصيفة، ومناطق متوسطة الخطورة وتمثل بقع متناثرة في جميع أجزاء المدينة وتصل نسبتها (٢٠%) من منطقة الدراسة، وتمثلها الشرائع – الملك فهد.

شـكل رقـم(١٥)تـصنيف أجـزاء مدينـة مكـة المكرمـة مـن حيـث خطـورة توزيـع وانتـشار الجـزر الحراريـة الحـارة وشـديدة الحـرارة ،ومـدى حاجتهـا لإقامـة مـشاريع التشجير.



المـصدر:إعـداد الباحثـة اعتمـادا علـى الـصورة الفـضائية ٥-Spotلعـام ٢٠١٣م و ٨-LANDSATلعام ٢٠١٣م .

* * *

الخاتمة:

تشكل الأراضي المعمورة أعلى نسبة في استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة (٣٥,٤%) بينما استخدامات الأراضي لمشاريع التشجير لا تتجاوز (٨,٥١%)، حيث تصل المساحة المخصصة للتشجير في فصل الشتاء إلى (٣١كم٢) بينما في فصل الصيف تنخفض المساحة لتصل إلى (٢٠كم٢)، وتتكون فوق مدينة مكة المكرمة عدة جزر حرارية تتفاوت في خصائصها وأحجامها، . وقد شكلت الجزر الحرارية في فصل الشتاء نمط بارد–معتدل نوعا ما–دافئ، وتشكل الجزر المعتدلة والمعتدلة نوعا ما النمط الأكثر سيطرة، بينما في فصل الصيف تشكل الجزر الحرارية نمط دافئ –حار– حار جدا–شديد الحرارة ، والجزر الحارة هي المسيطرة، وتتقلص وظيفة مشاريع التشجير في منطقة الدراسة في التخفيف من حدة الجزر الحرارية الحارة وشديدة الحرارة بسبب محدودية مساحتها مقارنة بالاستخدامات الأخرى، ومع ذلك اثبت توزيع النبات في بقع معينة من مدينة مكة المكرمة وعلى نطاق محدود فعاليته في تخفيض درجة حرارة المنطقة، وهذا ما يؤكد أن منطقة الدراسة في حاجة شديدة إلى تشجير الأراضي الفضاء، وتختلف حاجة هذه الأراضي إلى إقامة مشاريع التشجير حسب درجة خطورتها من حيث شدة تأثير الجزر الحرارية : أراضي شديدة الخطورة ونسبتها ٢٢%،أراضي خطرة ونسبتها٣٠%،وأراضي متوسطة الخطورة ونسبتها ٢٠%. وهذا ما يستدعي التخطيط لإقامة هذه المشاريع التي سوف تخفض من الجزر الحرارية فوق مدينة مكة المكرمة، ومراعاة الشروط اللازمة لزيادة فعاليتها والتي يأتي في مقدمتها التوافق بين المساحات المخصصة للتشجير وبين مساحات الأحياء والبلديات، واختيار المواقع المثلى لإنشاء هذه المشاريع، واستخدام الأنواع النباتية الملائمة بيئياً لظروف مدينة مكة المكرمة مما يعمل على تأدية وظائفها الجمالية والتنسيقية والترفيهية والبيئية بشكل ملائم.

* * *

المراجع العربية:

- أحمد،بدر الدين يوسف محمد،(١٩٩٢م)**مناخ مكة**،معهد البحوث العلمية وإحياء التراث الإسلامي
- جامعة أم القرى،مكة المكرمة.
- الأنباري،محمد علي،(٢٠١١م)،**التحول نحو المدينة الخضراء**،جامعة بابل،العراق.
- آل سعود،خالد عبدالله،(٢٠٠٦م)،دراسة **ظاهرة الجزر الحرارية في المدن الصحراوية؛حالة دراسية /مدينة الرياض**،مجلة جامعة الملك سعود،م١٨،العمارة والتخطيط(١)،الرياض.
- أمانة العاصمة المقدسة، **خريطة الأحياء والبلديات**،٢٠١٣م
- الأمم المتحدة،**تخطيط المدن المستدامة توجهات السياسات العامة**،التقرير العالمي للمستوطنات
- البشرية،٢٠٠٩م.
- الأمم المتحدة،**المدن وظاهرة تغير المناخ؛توجهات السياسات العامة**،التقرير العالمي للمستوطنات البشرية،٢٠١١م.
- حديد،أحمد سعيد،(١٩٨٢م)**المناخ المحلي**،جامعة الموصل،العراق.
- الحازمي،أحمد،ومحمد الراجحي،(١٩٩٩م)**التشجير وأثره الإيجابي في البيئة**،مركز الأمير سلطانلأبحاث البيئة والمياه والصحراء،جامعة الملك سعود،الرياض.
- الحربي،عبد الغني وإبراهيم عارف وتركي التركي ومحمد شلبي ،(١٩٩٩م)**دراسة المكونات الأساسية لمشروع تشجير طريق القصيم المدينة ينبع رابغ السريع بالمملكة العربية السعودية**،مركز الأمير سلطان لأبحاث البيئة والمياه والصحراء،جامعة الملك سعود،الرياض.
- حبيب،بدرية محمد عمر،(٢٠٠٤م)،**أقاليم الراحة الفسيولوجية في المملكة العربية السعودية(تطبيق**
- **نموذج تيرجنج المعدل)**سلسلة دراسات جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية،جامعة الملك سعود المملكة العربية السعودية،الرياض.
- حبيب،بدرية عمر،(٢٠٠٥م)،**المناخ والحاجة إلى تكيف الهواء في وسط وجنوب غرب المملكة**
- **العربية السعودية**(دراسة مقارنة)،الجمعية الجغرافية الكويتية،الكويت.
- حبيب،بدرية عمر،(٢٠٠٦م)**درجة حرارة أيام التدفئة والتبريد عند عتبات حرارية متباينة في**
- **المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية وعلاقتها باستهلاك الطاقة**(دراسة في المناخ
- التطبيقي)بحوث جغرافية ،الجمعية الجغرافية السعودية.
- حبيب،بدرية،(٢٠٠٧م)،**الجزيرة الحرارية لمدينة الدمام –دراسة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**،بحث مقدم للملتقى الوطني الأول لنظم المعلومات الجغرافية.

- الحسن،عصمت،(٢٠٠٧م)،**معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد** ،كلية الهندسة،جامعة الملك سعود.
- الزعت،معين فهد،(١٩٩٩م)،**الأحزمة الخضراء لمقاومة التصحر واستصلاح الأراضي من أجل بيئة أفضل في شبه الجزيرة العربية**،ندوة التصحر واستصلاح الأراضي في دول مجلس التعاون الخليجي،م٣ .
- الزبيدي،مصطفى جليل إبراهيم،(٢٠٠٠م)،**أثر المسطحات الخضراء في زيادة الكفاءة البيئية الوظيفية للمدن(دراسة تجربة مدينة بغداد)**،المعهد العالي للتخطيط الحضري والإقليمي،جامعة بغداد،العراق.
- الشمراني،صالح عبد الرحمن،(١٩٨٨م)**استخدامات الأرض في المشاعر المقدسة خلال حج**
- **١٤٠٨هـ**،سلسلة دراسات مركز أبحاث الحج، جامعة أم القرى ،مكة المكرمة.
- عبد اللطيف،يوسف،(٢٠٠٠م)،**مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة:دراسة في جغرافية المناخ**
- **الحضري** المجلة الجغرافية العربية،ع٣٦،ج٢.
- العكام،أكرم جاسم وإيناس وليد العاني،(٢٠٠٩م)،**أثر الأنطقة الايكولوجية في التخطيط والتصميم الحضري لمدن العراق**،مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية،م٢٥،ع١.
- عبد الوهاب،سامح ومحمود حسان،(٢٠٠٩م)،**مصداقية استخدام المرئيات الفضائية في بناء نماذج كارتوجرافية للجزر الحرارية بالمناطق الحضرية–دراسة حالة القاهرة الكبرى**،رسائل جغرافية٣٥٠، الجمعية الجغرافية الكويتية،جامعة الكويت.
- الغامدي،سعد،(٢٠٠١م)،**اكتشاف التغير باستخدام البيانات الرقمية للأقمار الصناعية :دراسة تطبيقية على مدينة مكة وما حولها**، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية ، مكة المكرمة.
- الغامدي،سعد أبو راس،(٢٠٠٦م)،**تصنيف استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة عن طريق معالجة بيانات أقمار صناعية مدمجة**،المجلة الجغرافية العربية،الجمعية الجغرافية المصرية، ع٤٧،ج١.
- الصاحب،بسام،(٢٠١٠م)**التغيرات المورفولوجية للمساحات الخضراء في مدينة الديوانية للفترة مابين٢٠٠٢–٢٠٠٩م**،مجلة أوروك للأبحاث الإنسانية،م٣/ع٣.
- فايز،زهير ومشاركوه،(١٤٢٥هـ)التقرير الأول من تحديث المخطط الهيكلي لمدينة مكة المكرمة حتى عام ١٤٥٠هـ،الهيئة العليا لتطوير منطقة مكة المكرمة.

- مناصرة،محمود،(١٩٨٥م)**الجزيرة الحرارية لمدينة عمان**،رسالة ماجستير غير منشورة،قسم الجغرافيا،الجامعة الأردنية،عمان.
- المؤمن،ضياء،(١٩٨٦م)،التشجير وسيلة مهمة لنظافة المدن،أمانة العاصمة،بغداد،بحث مقدم إلى الندوة العلمية الثانية،النظافة في إطار حماية البيئة،القاهرة.
- مسعد،سلامة مسعد،(٢٠٠٩م)،**التباين اليومي لدرجة الحرارة في مكة المكرمة"دراسة تحليلية"**،سلسلة بحوث جغرافية،الجمعية الجغرافية المصرية،ع٢٧.
- **مصلحة الأرصاد وحماية البيئة**،سلسلة بيانات مناخية –محطة مكة المكرمة،١٩٨٥–٢٠١٢م لاند،بيتر، (١٩٨٦م) **المدينة الأفقية–اتجاه جديد في العالم**،مجلة عالم البناء،ع ٦٧.

المراجع الأجنبية:

١-Luvall, J. C., and H. R. Holbo. (١٩٨٩). "Measurements of Short-term Thermal Responses of Coniferous Forest Canopies Using Thermal Scanner Data." Remote Sensing of Environment ٢٧: ١–١٠.

٢-Quattrochi, D.A. and M.K. Ridd.(١٩٩٤). "Measurement and Analysis of Thermal Energy Responses fromDiscrete Urban Surfaces Using Remote Sensing Data." International Journal of Remote Sensing١٥(١٠): ١٩٩١–٢٠٢٢

٣-Rosenfeld, A.H., J.J. Romm, H. Akbari, M. Pomerantz and H. Taha. ١٩٩٦. "Policies to Reduce HeatIslands: Magnitudes of Benefits and Incentives to Achieve Them." Proceedings of the ١٩٩٦ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, August ١٩٩٦, Pacific Grove, CA ٩:١٧٧

٤-Taha, H. ١٩٩٦. "Modeling the Impacts of Increased Urban Vegetation on the Ozone Air Quality in theSouth Coast Air Basin." Atmospheric Environment ٣٠: ٣٤٢٣–٣٤٣٠.

٥-Taha, H. ١٩٩٧. "Urban Climates and Heat Islands: Albedo, Evapotranspiration, and Anthropogenic Heat." Energy & Buildings - Special Issue on Urban Heat Islands ٢٥: ٩٩–١٠٣.

٦-Voogt, J.A. and T.R Oke. ١٩٨٩. "Complete Urban Surface Temperatures." Journal of AppliedMeteorology ٣٦: ١١١٩–١١٣٢.

٧-William D. Solecki, (٢٠٠٤), Urban Heat IslandandClimateChange:AnAssessmentof Interacting and Possible Adaptations in the Camden,NewJersey RegionEnvironmental Assessment and Risk Analysis ElementResearch Project Summary.

Second Scientific Symposium , cleanliness in the context of environmental protection , Cairo .

- Massad, Salama Massad, (2009) , The daily variation of temperature in Makah " An Analytical study , " A series of geographic research , the Egyptian Geographic Society , p 27 .
- Meteorology and Environmental Protection , climate data series –Makah Station from .1985 to 2012 .
- Land, Peter , (1986) Horizontal city - a new trend in the world, the world of construction magazine , p 67 .

* * *

Arabic , NO 36 , 2 c .

Aekam , Akram Jassim, Ines Walid al-Ani , (2009) , The impact of ecological planning And urban design for the cities of Iraq , Damascus University Journal of Engineering Science , NO, 25 , p 1 .

- Abdul Wahab , Sameh Mahmoud Hassan , (2009) , The credibility of the use of visual space in the building. Cartography models of urban heat islands - A Case Study of Greater Cairo , , Geographical Society of Kuwait , Kuwait University .
- Al-Ghamdi , Saad , (2001) , The discovery of the change by using the digital data form satellites : An Empirical Study on the holy city of Makah and its surroundings . Umm Al-Qura University Journal of Educational and Social And humanitarian Studies, Makah .
- Al-Ghamdi , Saad Abu Rass , (2006) , Land use classification in the city of Makah Using data processing satellites . Geographic Magazine, Egyptian Geographic Society no . 47 , P 1 .
- - Sideek , Bassam , (2010) Morphological changes of green spaces in the city of Diwaniya, for the period between 2002-2009 . Journal of Uruk Research, no . 3, vol. 3 .

Fayez , Zuhair & Associates , (1425) The first report of the updated master plan for the city of Makah until 1450 AH , the High Authority for the development of Makah region .

- Advocacy , Mahmoud , (1985 m) heat island to the city of Amman , Unpublished MA Thesis , Department of Geography , University of Jordan , Amman.

Insured , Zia , (1986) , Afforestation and an important way to cleaner cities , the capital , Baghdad . Research presented at the

of geographic studies , Saudi Geographical Society , King Saud University, Saudi Arabia , Riyadh .

- - Habib , Badria Omar , (2005) ,The climate and the need to adjust the air in the center and south west of Saudi Arabia. Saudi Arabia (comparative study) , Geographical Society of Kuwait , Kuwait .
- - Habib , Badria Omar , (2006), The temperature of the hot and cold days when thermal thresholds mixed. Eastern Province of Saudi Arabia and its relation to energy consumption (in the study of climate Research geography) , Saudi Geographical Society .
- Habib , Badria , (2007) , The heat island in the city of Dammam - study using sensing technology. Using geographic information systems , research presented to the First National Forum for Information Systems Geography.
- Azaat , Fahd , (1999) , Green belts to combat desertification and land reclamation for a better environment in the Arabian Peninsula .A symposium on desertification and land reclamation in the Gulf Cooperation Council (GCC) , .
- Al-Zubaidi , Mustafa Jalil Ibrahim , (2000) , The effect of green spaces to increase the environmental efficiency. Functional cities (The study of the experience of the city of Baghdad) , The Higher Institute of Urban and Regional Planning , University of Baghdad , Iraq .

Shamrani , Saleh Abdul Rahman , (1988) Uses of land in the holy sites during the Hajj season of 1408 AH . , A series of studies of the Hajj Research Center , Umm Al Qura University , Makah .

- Abdul Latif , Yusuf , (2000) , The optimal temperature zones in the city of Cairo : a study in geographical climate. Urban Geographic Magazine

Arabic References

- Ahmad, Badr al-Din Yusuf Mohamed , (1992) The climate of Makah . The Institute of Scientific Research and Revival of Islamic Heritage Umm Al Qura University , Makah .
- Anbari , Muhammad Ali , (2011) , The shift towards green city . The University of Babylon , Iraq .
- Al-Saud , Khalid Abdullah , (2006) , The study of heat island phenomenon in desert cities : A Case Study of Riyadh , King Saud University Journal , 18 m , Architecture and Planning (1) , Riyadh .
- Secretariat of the Holy City , map neighborhoods and municipalities 0.2013
- United Nations , Sustainable Urban Planning policy orientations. The Global report Settlements , Human 0.2009
- United Nations , Cities and climate change : policy orientations , the global report Settlements Human 0.2011 .
- Hadeed , Ahmed Saeed , (1982) The local climate , the University of Mosul , Iraq .
- Al-Hazmi , Ahmed, and Mohammed Al-Rajhi , (1999) A Forestation and its positive impact on the environment , Prince Sultan Center for Research on Environment , Water and Desert , King Saud University , Riyadh .
- Harbi , Abdul Ghani , Ibrahim Aref and Turki Mohammed Shalabi , (1999 A Study of the basic components of the afforestation project by Qassim city of Yanbu , Saudi Arabia , Prince Sultan Center for Research on Environment , Water and Desert , King Saud University , Riyadh .

Habib , Badria Mohammed Omar, (2004) , Physiological comfort regions in the Kingdom of Saudi Arabia (application Model Trzinj average) series

The Role of Reforestation Projects in Reducing Heat Island Phenomenon in the City of Makkah An analytical study Using Remote Sensing Technique and Geographic Information Systems

Dr. Zain Mutlaq Aljomiei
Department of Geography - Umm Al Qura University

Abstract:

The reforestation projects are among the main elements of land use in the city of Makkah for their effective role in addressing and reducing the number of problems associated with urban growth. The heat island phenomenon is one of these problems . The city of Makkah suffers most from this phenomenon, and here the question arises about the role of the projects of reforestation in the city of Makkah in reducing heat island phenomenon. Answering this question requires formulation of several objectives and the classification of land uses in the city of Makkah. It also requires calculation of the expense of green space in the winter and summer, and to identify patterns and sizes of heat island in the two seasons. In order to examine the role of reforestation projects in alleviating the heat island in the city of Makkah, the study has used remote sensing and geographic information systems. The results are summarized in the following points: the greater part of land is mainly used for housing in the city of Makkah, followed by empty spaces and then rocky mountainous areas. Green spaces form about (58.51) of the total area of the city .It is found that heat islands in the city of Makkah have formed different patterns including cool thermal Islands , moderate thermal Islands, relatively moderate thermal islands , warm thermal Islands, hot thermal Islands, very warm thermal Islands, intense heat thermal Islands, and the moderate heat thermal islands. The temperate types were found to be the most common throughout the city of Makkah in winter, and that the warm thermal island is the type that dominates most parts of the holy city of Makkah in the summer,. It is revealed that the reforestation projects role is very limited in alleviating the heat island in summer and winter. It is also found that there are areas in the Holy City that have been ranked in terms of risk to danger at the level of 30%,others are classified as medium-risk areas at the level of 20%,and high-risk areas at the level of 22%.Ideed, all these areas need plantation…