The Effects of Coverings and Uses of Land in the Temperature Variation of the Holy City of Mecca and the Holy Shrines

Ebrahim Q. Darwesh

Abstract: The various coverings and uses of land influence energy exchange, for the atmosphere draws heat from the Earth's surface, which usually takes place after the absorption of solar radiation, especially from the shortwaves, by the coverings and uses of the Earth's surface, and then converting it into long heat waves. Consequently, the variation in the ability of the coverings and uses of the earth's surface to reflect and absorb solar radiation affect the variation of energy exchanges and also the elements of the local climate in the Holy City of Mecca. The results of determining the absorption and reflection of solar radiation from the Landsat's images of the Holy City of Mecca and the Holy Shrines in 2015 can be summed up in the fact that there is a spatial variation in the distribution of radiation ranges. Areas of radiation absorption appear in the places, where roads, old buildings and dark rocks are sprawled, and the areas that reflect solar radiation into space appear without leaving a significant impact on temperatures in Mina, modern buildings, sandy deposits and barren soils. The high temperature radiations in the form of islands of different size emerged to the south, east and north of the Holy City of Mecca, while temperatures are lower in the interior and surrounding areas. Consequently, the findings of the research affirm that that there is a positive correlation between the distribution of the areas of absorption and reflection of solar radiation and the distribution of radiation temperatures in the Holy City of Mecca and the Holy Shrines.

Keywords: Radiation, Radiation heat, Remote sensing, GIS, Land coverings, Land uses.

آثار غطاءات الأرض واستخداماتها في تباين درجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

إبراهيم درويش*

ملخص: تؤثر غطاءات الأرض واستخداماتها المختلفة في تبادل الطاقة؛ حيث يستمد الغلاف الجوي حرارته من سطح الأرض، ويتم ذلك في العادة بعد امتصاص غطاءات واستخدامات سطح الأرض للإشعاع الشمسي؛ ولاسيما من الموجات القصيرة، وتقوم بتحويلها إلى موجات حرارية طويلة، ومن ثم فإن التباين في قدرة غطاءات واستخدامات سطح الأرض على عكس الإشعاع الشمسي وامتصاصه يؤثر في تباين تبادلات الطاقة، ومن ثم في عناصر المناخ المحلي بمدينة مكة المكرمة. يمكن تلخيص نتائج تحديد مناطق امتصاص الأشعة الشمسية وانعكاستها من مرئيات لاندسات لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عام 2015، في أن هناك تبايناً مكانياً في توزيع نطاقات الإشعاع، وتظهر مناطق امتصاص الإشعاع؛ حيث تنتشر الطرق والمباني القديمة والصخور الداكنة، وتظهر المناطق التي تعكس الإشعاع الشمسي إلى الفضاء دون أن يترك تأثيراً كبيراً على درجات الحرارة في منى والمباني الحديثة والرواسب الرملية والترب الجرداء. وبرزت درجات الحرارة الإشعاعية العالية على شكل جزر مختلفة الحجم جنوب مدينة مكة المكرمة وشرقها وشمالها، وتقل درجات الحرارة في المنطقة الداخلية والمحيطة بها، ومن ثم أكدت نتائج البحث أن هناك علاقة ارتباط طردية بين توزيع مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه، وتوزيع درجات الحرارة الإشعاعية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

المصطلحات الأساسية: الإشعاع، الحرارة الإشعاعية، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، غطاءات الأرض، استعمالات الأرض.

(*) قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.
ibra.dr2000@gmail.com

مقدمة:

تعد الطاقة الشمسية مصدر الحياة على سطح الكرة الأرضية، وتتمثل بالطاقة الكهرومغناطيسية من حرارة وضوء، وكلاهما يمثل ما يعرف بالمجال المغناطيسي الذي يمر من خلال الفضاء الكوني والغلاف الجوي. وتسمى الطاقة الإشعاعية الشمسية لوحدة المساحة على سطح أفقي على سطح الأرض بالإشعاع الشمسي، وهي طاقة كهرومغناطيسية يراوح طولها الموجي بين (0,15 و4) مايكرون، كما أن أقصى شدة للأشعة الشمسية هي طول موجي، قدره (0,47) مايكرون، وتقع ضمن مدى الطيف المرئي. (مجيد، 2008: 19).

ويعد الإشعاع الشمسي أحد أنواع الطاقة المشعة، ويأتي من الشمس إلى الأرض. (بدوي، 2007: 34). وهو موجات كهرومغناطيسية تسير بسرعة تقدر بنحو (10,33) في الثانية، وتصنف بحسب أطوالها إلى الأشعة فوق البنفسجية 0,17–0,4 مايكرون، وتغطي نسبتها 9%، والأشعة الضوئية 0,41 – 0,75 مايكرون بنسبة 45%، والأشعة تحت الحمراء 0,76 – 4 مايكرون بنسبة 46% من الإشعاع الشمسي (Dix, 1981: 32).

وتعرف الأشعة فوق البنفسجية بأنها ذلك النوع من الأشعة التي لا ترى ولا يمكن الشعور بها على الرغم من أنها تتسبب في بعض التأثيرات الكيماوية، مثل لفحة وذبحة الشمس (Koeppe & Delong, 1985: 33).

أما الأشعة الضوئية فهي الأشعة التي نستطيع رؤيتها مباشرة على شكل ضوء الشمس، وتصل إلينا من خلال الانعكاس من الأسطح، وتعد المسؤولة عن رؤية الأشياء من حولنا، وعند سقوط هذا النوع من الأشعة على أسطح ممتصة لها فإن طاقة الامتصاص تتحول إلى حرارة، وهذا النوع من الأشعة يضر بعين الإنسان عندما يكون كثيفاً.

ويعرف النوع الثالث بالأشعة تحت الحمراء أو الأشعة الحرارية، وهي ذلك النوع من الأشعة التي لا يمكن رؤيتها، ولكن يمكن الشعور بوجودها على شكل حرارة، ويستخدم الجزء الأكبر منها في رفع درجة حرارة سطح الأرض والغلاف الجوي محدثة تغيرات مناخية، والتعرض بشكل مباشر لهذه الأشعة يضر بالإنسان؛ حيث تحدث التهابات في الجلد وزيادة المادة الملونة للجلد (اللون الأسود). وتؤلف

أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسي؛ حيث تمثل 50% من إجمالي الإشعاع. (الشيخ، 2004: 38).

وتسمى المدة التي تبقى فيها الشمس ساطعة وظاهرة للرصد خلال النهار من بداية شروقها حتى غروبها بمدة السطوع، وتقاس بعدد الساعات، وتختلف مدة السطوع من منطقة إلى أخرى بحسب موقعها الجغرافي، واختلاف فصول السنة؛ فقد تصل في المناطق الحارة الجافة إلى أكثر من 3000 ساعة/سنة، غير أن هذا المعدل وصل في مدينة الغات الليبية إلى 3467,5 ساعة/سنة. (السبيعي، 2007: 65).

تتكون الأشعة الشمسية التي تصلنا من جزأين، الأول يصل بشكل مباشر إلى سطح الأرض ويسمى بالإشعاع الشمسي المباشر، أما الثاني فيصل إلى سطح الأرض بزوايا مختلفة نتيجة تعرض مسار الإشعاع الشمسي إلى العوامل الجوية ويسمى بالإشعاع الشمسي المنتشر، ويسمى مجموع الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر بالإشعاع الشمسي الكلي (Vardavas, 2007).

ويعتبر الإشعاع الشمسي المصدر الرئيس لطاقة الغلاف الجوي من ناحية والعامل الأساسي في التغيرات المناخية من ناحية أخرى؛ وذلك لأن العمليات المناخية المؤثرة في سطح الأرض هي محصلة الانتقال في الطاقة الشمسية من الشمس نحو الأرض على مدار السنة، والطاقة المرتدة من الأرض نحو الغلاف الجوي. (أبو الليل، 2012: 77).

ويتم امتصاص جزء من الإشعاع الشمسي من قبل مواد الامتصاص الموجودة في الغلاف الجوي وسطح الأرض، ولعملية الامتصاص أهمية كبيرة في تحويل طاقة الإشعاع إلى طاقة حرارية تعمل على تسخين سطح الأرض والغلاف الجوي. (الدليمي، 1990: 35).

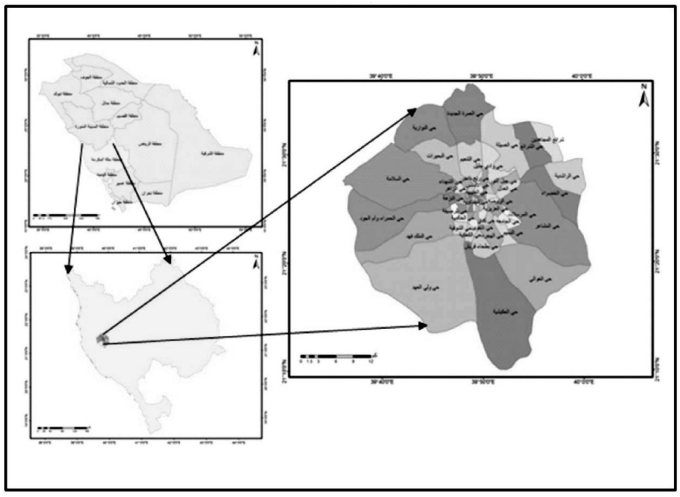
ويقصد بالانعكاس رجوع موجات الإشعاع الشمسي عن الأسطح دون أن تترك عليها أي تأثير حراري، وتحدث هذه العملية مع جميع الموجات الضوئية وغير الضوئية، وتقوم بها ذرات الغبار وغيرها في الغلاف الجوي، وتعتمد نسبة الأشعة المنعكسة على خصائص الظواهر الأرضية وطبيعة موادها من جهة، وطول موجة الأشعة من جهة أخرى. فالطرق ومواقف السيارات ذات المسطحات الإسفلتية القاتمة، التي تمتص الإشعاع الشمسي بصورة كبيرة تزيد من استفحال الظاهرة

بعكس المباني والأسقف ذات الألوان الفاتحة التي تعكس جزءاً كبيراً من الإشعاع الشمسي الساقط عليها، كما أن المسطحات والغطاء النباتي يقلل من شدة الحرارة، ويساعد على تبريد الهواء بتبخير الرطوبة. (آل سعود، 2006: 113).

ويسمى الاختلاف بين الإشعاع المكتسب والإشعاع المفقود من سطح الأرض بالموازنة الإشعاعية؛ ففي حالة التسخين يكون الميزان الإشعاعي موجباً (الواصل أكثر من المفقود)، وفي حالة الانجماد يكون الميزان في وضع السالب (الواصل أقل من المفقود). (الوائلي، 2005، دون ص).

موقع مدينة مكة المكرمة:

تقع العاصمة المقدسة – مدينة مكة المكرمة – إدارياً ضمن منطقة مكة المكرمة، وتقع فلكياً – كما يوضح شكل (1) – غرب المملكة العربية السعودية بين خطي طول 39,37 و40,00 درجة، ودائرتي عرض 21,10 و21,27 درجة، ويراوح ارتفاع مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بين 125 و951* متراً فوق مستوى سطح البحر.



شكل (1): منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخرائط الإدارية للمملكة ومدينة مكة المكرمة.

* المصدر نموذج ارتفاع رقمي دقة 30م.

مبررات اختيار الموضوع:

ترجع أسباب اختيار الموضوع إلى أن مدينة مكة المكرمة قبلة المسلمين التي تستقبل أكثر من 3 ملايين حاج سنوياً، وتشهد المدينة نهضة عمرانية كبيرة، فضلاً عن الموقع الفلكي للمدينة ضمن المنطقة المدارية الحارة التي تتلقى كمية كبيرة جداً من الإشعاع الذي يتحول إلى طاقة حرارية، وقلة السحب والغيوم التي تعكس وتمتص الإشعاع الشمسي، وتحول دون وصوله إلى سطح الأرض، بما يحد من ارتفاع درجات الحرارة فيها، وتباين قدرة أغطية الأرض على امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه الذي يعد من أهم محددات توزيع الإشعاع، وتأثيره في تباين توزيع درجات الحرارة.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في ارتباط تباين توزيع درجات الحرارة بتوزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه، التي تتأثر هي الأخرى بتباين توزيع أغطية الأرض في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وهذا يؤثر في تحويل الطاقة الشمسية في المدينة إلى طاقة حرارية، ومن ثم في تباين توزيع درجات الحرارة، كما أن تغير أغطية الأرض الطبيعية إلى أغطية صناعية كالمباني والطرق يؤثر فيتغير توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه، وتأثيره في درجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بين مدة وأخرى، وكثيراً ما يتوافق تعامد أشعة الشمس وارتفاع درجات الحرارة في المدينة مع تأدية فريضة الحج.

أهمية البحث:

يستمد الغلاف الجوي الملامس لسطح الأرض حرارته من الإشعاع الأرضي، وليس من الإشعاع الشمسي، ويحدث تغيير في طبيعة الإشعاع بعد وصوله إلى سطح الأرض؛ حيث إن مواد السطح تعكس جزءاً وتمتص جزءاً، والباقي ينفذ من خلالها، ومن ثم يتأثر الإشعاع الشمسي بعدة متغيرات على سطح الأرض، ولاسيما نوعية الغطاء الأرضي؛ فلكل منهما خصائص في عكس الأشعة وامتصاصها؛ كما أن قدرة سطح الأرض على انعكاس الإشعاع وامتصاصه، تعتمد على طول الموجة وتركزها؛ فالتكوينات الصخرية تختلف عن الأسطح المائية، والتربة تختلف عن الأغطية النباتية والعمرانية.

وتأتي أهمية البحث كذلك من كون الإشعاع الشمسي هو المصدر الرئيس للطاقة، كما يعد الإشعاع الشمسي عنصراً مهماً وأساسياً في الموازنة الحرارية للجسم البشري؛ ففي البيئات الخارجية (خارج المنزل) تتأثر موازنة الجسم الحرارية بشكل ملحوظ بامتصاص الأشعة الشمسية، والأشعة التي يتلقاها الجسم البشري، وتسهم في منحه الجزء المهم من حرارته، وهي الأشعة المباشرة وغير المباشرة، ويؤثر على إجمالي كمية الأشعة التي يتلقاها الجسم البشري وتمتصها درجة عكارة الجو. (جبريل، 2011: 129). كما أن الطاقة الشمسية هي المسؤولة عن جميع العمليات المناخية التي تحدث في الغلاف الجوي كالإضرابات والسحب والأمطار والرياح وغيرها.

فرض البحث:

يؤثر التباين في توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه بشكل مباشر في توزيع درجات الحرارة الإشعاعية المشتقة من مرئيات القمر الصناعي لاندسات في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

أهداف البحث:

– تحديد مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه من مرئية لاندسات لعام 2015 لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة (منى، ومزدلفة، وعرفات).

– تحديد مدى تأثير توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في توزيع درجات الحرارة الإشعاعية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة (منى، ومزدلفة، وعرفات).

دراسات سابقة:

لم يحصل الباحث على أي دراسات سابقة تتعلق بدراسة أثر توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع وانعكاسه على توزيع درجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من مرئيات الأقمار الصناعية،كما لم يحصل على أي دراسات سابقة للإشعاع الحراري ودرجات الحرارة الإشعاعية التي تنبعث من الأغطية الأرضية، التي تعرف بالحرارة الإشعاعية؛ الأمر الذي تم تحقيقه في هذا البحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية، وتطبيق تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مع ذلك هناك عدد من البحوث التي تطرقت إلى الإشعاع

الشمسي ودرجات الحرارة الحركية (الحقيقة)، وكلاهما يقاس بوساطة محطات الرصد المناخية، ومن ثم فإن كل ما هو موجود دراسات مناخية عامة تطرقت إلى الإشعاع الشمسي والحرارة كأحد عناصر المناخ، ولم تتطرق إلى أهمية نوع الغطاء الأرضي في امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه، وأثره على توزيع درجات الحرارة الإشعاعية.

ومن هذه الدراسات دراسة (سامي علي، 2013)، وتناول فيها خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة "دراسة في المناخ الحضري". تطرقت الدراسة إلى الإشعاع الشمسي كأحد عوامل المناخ المؤثرة في درجات الحرارة، وكشف العلاقة بينهما بالاعتماد على بيانات محطات الرصد، ولم تتطرق إلى كشف تأثير تباين توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه على توزيع درجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

ودرس كل من (معراج مرزا، وبدر الدين أحمد، 2001) أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة؛ حيث أبرزت الدراسة طبيعة الطقس والمناخ في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة والأخطار والمحاذير التي يجب اتخاذها لمجابهتها.

وهناك دراسة (أمينة الرحيلي، 2005)، وعرضت فيها لخصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية والملامح الطبيعية والسمات المناخية لمنطقة مكة المكرمة الإدارية، وتناولت هذه الدراسة الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة في المنطقة كمتغيرين مناخيين.

منهجية البحث:

تتمثل منهجية البحث باتباع منهج التحليل المكاني لمرئية القمر الصناعي الأمريكي لاندسات، وذلك من خلال بناء نموذج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحديد مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه، وأعقب ذلك تطبيق سلسلة من المعادلات التي تم من خلالها اشتقاق درجات الحرارة الإشعاعية في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ومن ثم كشف مدى تأثير تباين توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع وانعكاسه في تباين توزيع درجات الحرارة، ومن ثم تمثلت المنهجية المتبعة في البحث بالخطوات الآتية:

أولاً – جمع البيانات: وتمثلت أولى خطوات جمع البيانات في قيام الباحث بجمع البيانات المناخية لعنصري الإشعاع الشمسي والحرارة لثلاث محطات مناخية، هي:

العزيزية وعرفات والليث* لعام 2011؛ وذلك بغرض إعطاء فكرة عامة توضح مدى التباين المكاني لتوزيع المتغيرين على مستوي مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

وتمثلت الخطوة التالية بجمع بيانات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)؛ حيث تم الحصول على مرئية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات L 8 OLI-TIRS التقطت بتاريخ 2015/8/24، ثم فتح الضغط على الملف لنحصل على أحد عشر نطاقاً مفرداً، دقة كل نطاق 30 متراً عدا النطاق (البانكروماتي) رقم (8) فهو بدقة 15 متراً.

ثانياً – معالجة البيانات: تتمثل المرحلة الأولى في معالجة بيانات المتغيرات المناخية (الإشعاع الشمسي والحرارة) التي جمعت للمحطات المناخية المشار إليها سابقاً، وبما أن لدينا بيانات ورقية عن خطوط الطول والعرض لهذه المحطات بالدرجات والدقائق والثواني فقد تم تكوين ملف في برنامج Excel وتطبيق المعادلة** المبينة أدناه ثم تم استيراد ملف الأكسل باستخدام برنامج Arc Map، وحددت الإحداثيات الجغرافية والمترية للمحطات باستخدام أداة (Calculate Geometry)، وبعد تحديد مواضع المحطات ربطت ببيانات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة، واستخدمت خورزمية وزن المسافة المعكوسة (Inverse Distance Weighted) ضمن أدوات الاستكمال (Interpolate raster) للتنبؤ بتوزيع متغيري الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

أما المرحلة الثانية – وهي الأهم في موضوع البحث – فقد عولجت فيه مرئية لاندسات باستخدام برنامج Erdas imagine 14، ومر البحث في أثناء معالجة مرئية لاندسات في ثلاث خطوات، تمثلت الخطوة الأولى في جمع نطاقات كل مرئية من المرئيات، وقد جمعت نطاقات المرئية الأحد عشر باستخدام النموذج (Modeler) في البرنامج السابق نفسه، وذلك بعد تطبيق المعادلة*** أدناه في النموذج ليتم الحصول على مرئية واحدة مكونة من أحد عشر نطاقاً، بدقة مكانية تعادل 15 متراً.

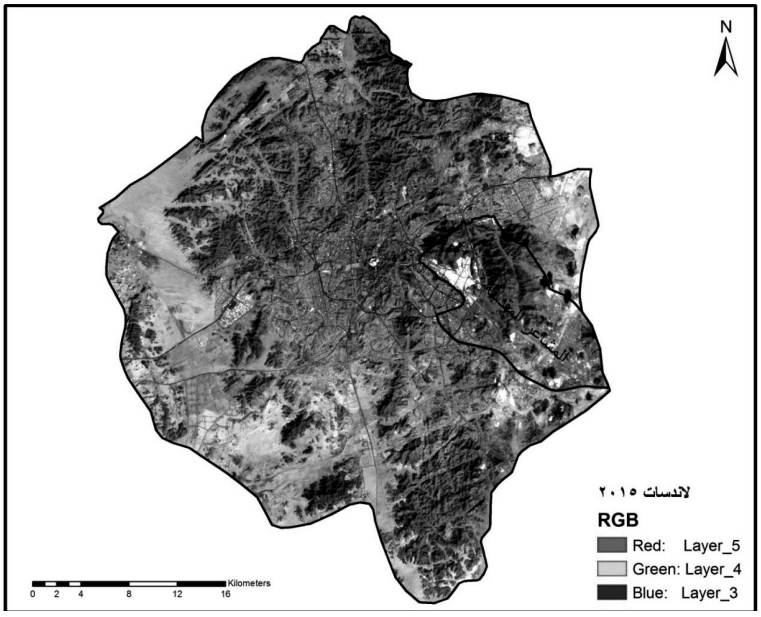
---

* تم الحصول على البيانات اليومية للإشعاع من المحطات التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، وتم الحصول على بيانات الحرارة من معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة (2013).

** Sum = القيمة بالدرجات + القيمة بالدقيقة × 60 + القيمة بالثواني × 3600

*** stacklayers($n1_PROMPT_USER, $n2_PROMPT_USER, $n3_ PROMPT_USER, $n4 _PROMPT_USER, $n5_ PROMPT_ USER, $n6_ PROMPT_USER, $n7_ PROMPT_ USER, $n8_ PROMPT_USER, $n9_ PROMPT_USER, $n10_ PROMPT_USER, $n11_ PROMPT_USER).

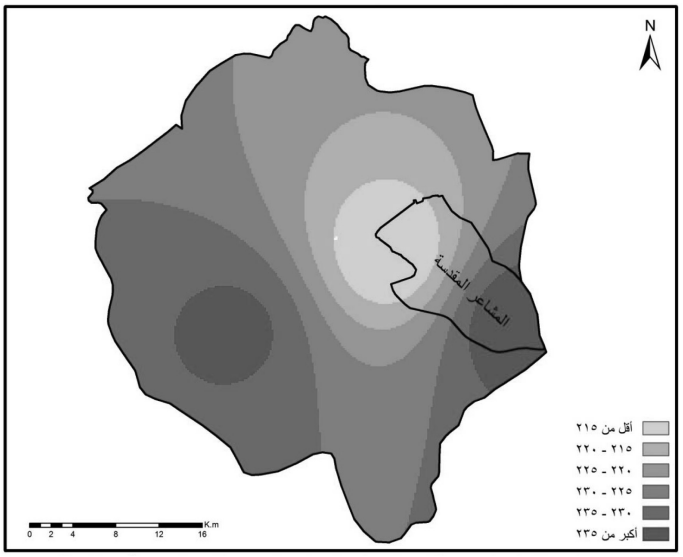
وتمثلت الخطوة الثانية في عمل موزيك للمرئية التي لم تغط اللوحة الواحدة منها منطقة الدراسة بالكامل؛ فتم الحصول على لوحتين، الأولى تغطي أكثر من 95% من مساحة المدينة، والثانية تغطي النسبة المتبقية غرب مدينة مكة المكرمة، وقد تم عمل الموزيك لكل منها باستخدام البرنامج السابق؛ حيث تم مطابقة حواف المرئيات، وتمثلت الخطوة الثالثة باقتطاع ما يمثل مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من المرئيات الفضائية على نحو ما يوضح شكل (2).



شكل (2): مرئية لاندسات (8) عام 2015 لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

المصدر: موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS).

ثالثاً – التنبؤ بالإشعاع الشمسي والحرارة الحركية: يخضع توزيع الإشعاع الشمسي في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة على نحو ما يوضح شكل (3) لعدة متغيرات، منها موقع مدينة مكة المكرمة الذي يعد من أهم محددات الإشعاع الشمسي على المدينة؛ حيث تتعامد أشعة الشمس مرتين على المدينة، ويعد الإشعاع الشمسي من أهم محددات درجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة. ومما يؤكد ذلك أن قيمة العلاقة الطردية بين الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بلغت 0,6 عند مستوى معنوية 99%. (علي، 2013: 30).



شكل (3): توزيع الإشعاع الشمسي (واط/م2) في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الإشعاع اليومي للمحطات التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة.

وتتأثر أشعة الشمس المخترقة للهواء في طريقها إلى سطح الأرض بالمحيط الهوائي الذي تمر فيه، وأهم أثر هو تقليل قوة تلك الأشعة، ويتوقف تأثير أشعة الشمس على عدة عوامل، منها: كمية السحب، وكمية الغبار الموجود في الهواء، والأشعة المخترقة للهواء يضيع جزء منها بالتبديد، وجزء آخر بالانعكاس إلى طبقات الجو العليا، وجزء ثالث بالامتصاص.

ومن بين المتغيرات المؤثرة في الإشعاع البعد بين الأرض والشمس بين فصلي الصيف والشتاء، وزاوية سقوط الإشعاع؛ فكلما كانت زاوية سقوط الإشعاع مائلة أكثر في فصل الشتاء كانت أشعة الشمس متشتتة ومبعثرة وقوتها وتأثيرها على سكان المدينة المقدسة وزوارها من الحجاج والمعتمرين أقل من تأثير أشعة الشمس العمودية، ويرجع سبب ذلك إلى أن الأشعة المائلة تقطع مسافة أطول مما هو عليه الحال بالنسبة للأشعة العمودية، ومن ثم فإنها تفقد جزءاً من قوتها فضلاً عن أن الأشعة المائلة تنتشر على نطاق أوسع فيقل تركزها مقارنة بالأشعة العمودية.

ومن ثم تظهر نتائج تحليل بيانات الإشعاع الشمسي لثلاث محطات لعام 2011 في المدينة على نحو ما يوضحه شكل (3)، باستخدام خوارزمية وزن المسافة المعكوسة (Inverse Distance Weighted) للتنبؤ بتوزيع الإشعاع الشمسي، تباين توزيع الإشعاع الشمسي؛ حيث يرتفع في محطتي عرفات والليث بينما تقل معدلات الإشعاع الشمسي في محطة العزيزية.

ومن المتغيرات الأخرى التي تعزز من كمية الإشعاع الشمسي في المدينة المقدسة ما يتعلق بطبيعة الغلاف الجوي (سمك الطبقة الغازية التي تخترقها الأشعة)، وهذا يتأثر بالتباينات البسيطة في الارتفاع، وانحدار سطح الأرض واتجاه المنحدرات أو مواجهة السفوح لأشعة الشمس.

وتعد المدة الزمنية لبقاء الشمس في السماء من أهم محددات الإشعاع الشمسي في مدينة مكة المكرمة، وتختلف باختلاف الفصول الأربعة؛ حيث إن كمية الأشعة التي تكتسبها الأرض من الإشعاع الشمسي تكون كبيرة في النهار الطويل خلال موسم الصيف الشمالي مقارنة بكمية الإشعاع الشمسي المكتسب في النهار القصير في الشتاء.

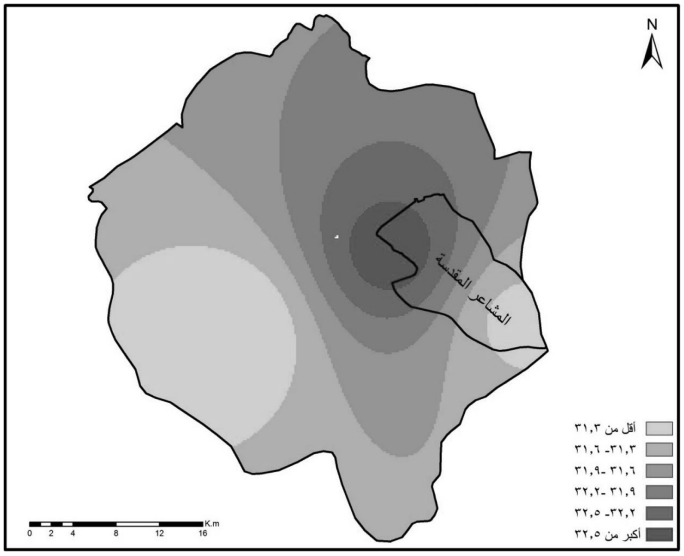
ومن المحددات الأخرى لتوزيع الإشعاع الشمسي في مدينة مكة المكرمة اختلاف الإلبيدو الأرضي من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخر، وهذا يعتمد بدرجة كبيرة على درجة صفاء الجو وكمية الغيوم ونوعية أغطية الأرض.

وفيما يتعلق بتوزيع درجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، فتتسم بارتفاع درجات الحرارة في كل مواسم السنة؛ ذلك لكونها تقع ضمن المنطقة المدارية، وضمن كتلة اليابس المترامية ووجودها إلى الداخل ووسط الجبال. (مرزا، وأحمد، 2001: 12).

ولمزيد من التفاصيل في هذا الجانب اعتمد البحث في التوزيع المساحي لدرجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة على البيانات المناخية المتاحة لثلاث محطات مناخية هي العزيزية، وتقع في منطقة متوسطة من المدينة، ومحطة عرفات الواقعة في مشعر عرفات جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، ومحطة الليث إلى الجنوب الغربي من مدينة مكة المكرمة.

وبذلك تظهر نتائج تحليل البيانات المتعلقة بدرجات الحرارة الحركية (الحقيقة)؛ أي المقيسة بوساطة محطات الرصد عام 2011 على نحو ما يوضحه شكل (4)، وذلك باستخدام خوارزمية وزن المسافة المعكوسة، تباين توزيع درجات الحرارة؛ حيث

يرتفع المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطة العزيزية، وتنخفض درجات الحرارة بشكل ملحوظ في محطتي عرفات والليث، بعكس توزيع الإشعاع الذي ترتفع معدلاته السنوية في محطتي عرفات والليث وتقل في محطة العزيزية.

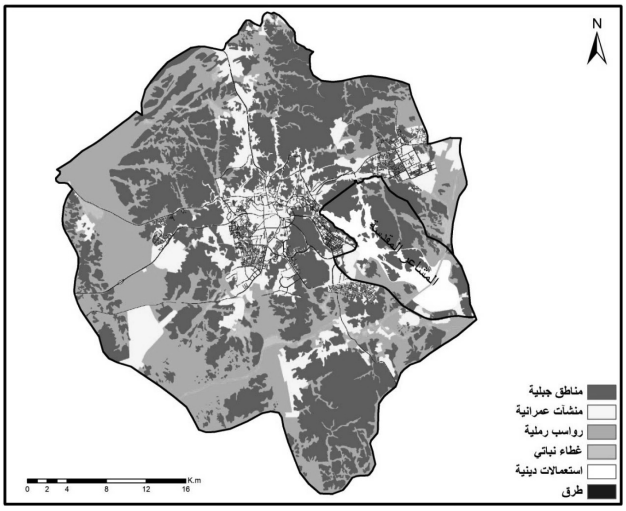


شكل (4): توزيع درجات الحرارة (م) في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، والرئاسة العامة للارصاد وحماية البيئة.

رابعاً – غطاءات واستعمالات الأرض في مدينة مكة: يوضح شكل (5) وجود ثلاثة غطاءات أرضية في مدينة مكة المكرمة، تتباين من حيث مساحة التغطية والتوزيع المكاني، ويتمثل الغطاء الأول بالمناطق الجبلية الصخرية التي تنتشر في كل مكان داخل الحدود الإدارية للمدينة؛ بمساحة بلغت 563,6 كم^2، وبنسبة 56% من إجمالي مساحة غطاءات الأرض، وبنسبة 43,3% من إجمالي مساحة المدينة، ويأتي في المرتبة الثانية من حيث المساحة غطاء الرواسب (الرمال والتربة)، وكلاهما ينتشر في بطون الأودية بالمناطق الغربية والشرقية والشمالية والجنوبية من مدينة مكة المكرمة بمساحة بلغت 406,6 كم^2 بنسبة 40,4% من إجمالي مساحة غطاءات الأرض في المدينة، وبنسبة 31,3% من إجمالي مساحة المدينة، وتأتي مناطق الغطاء النباتي (الطبيعي والزراعي) في المرتبة الثالثة مساحة بين غطاءات الأرض في

المدينة بمساحة بلغت 36,8 كم^2 بنسبة 3,9% من إجمالي مساحة غطاءات الأرض، وبنسبة 2,8% من إجمالي مساحة المدينة.



شكل (5): غطاءات واستعمالات الأرض في مدينة مكة المكرمة

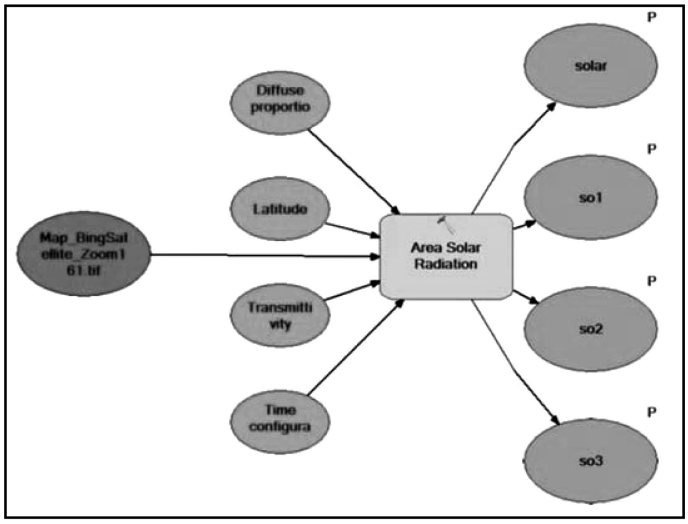
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية لاندسات (8) لعام 2015، وزهير فايز ومشاركيه، (2004).

ويوضح شكل (5) كذلك وجود ثلاثة استعمالات للأرض في مدينة مكة المكرمة، يأتي الاستعمال العمراني في المرتبة الأولى بمساحة بلغت 215,7 ونسبة 73,7% من إجمالي مساحة استعمالات الأرض، وبنسبة 16,6% من إجمالي مساحة المدينة، وتأتي الطرق في المرتبة الثانية من حيث مساحة استعمالات الأرض في المدينة بمساحة بلغت 40,4 كم^2 ونسبة 13,8% من إجمالي مساحة استعمالات الأرض في المدينة، وبنسبة 3,1% من إجمالي مساحة المدينة، وجاء الاستعمال الديني في المرتبة الثالثة بمساحة بلغت 36,4 كم^2 ونسبة 12,4% من إجمالي مساحة استعمالات الأرض، وبنسبة 2,8% من إجمالي مساحة المدينة.

خامساً – نموذج تحديد نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه*:

تمثلت هذه الخطوة ببناء نموذج رياضي لتحديد مناطق امتصاص الإشعاع وانعكاسه باستخدام المنمذج (Model) في برنامج Arc Map على نحو ما يوضحه شكل (6).

* https://www.youtube.com/watch?v=SInD82MMqkk

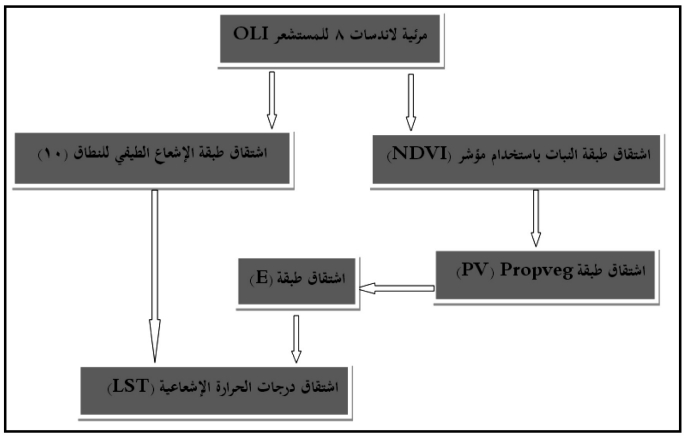


شكل (6) نموذج تحديد مناطق امتصاص الإشعاع وانعكاسه

المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج ARCMAP.

فبعد استيراد المرئية بهذا البرنامج فتحت الأيقونة الخاصة بالمنمذج، ثم تم الذهاب إلى أدوات Arc Toolbox، ومن ثم فتحت أداة Solar Radiation ضمن أيقونة Spatial Analyst Tools. ومنها إضافة أداة Area Solar Radiation إلى المنمذج، ومن خلال الضغط على هذه الأداة في المنمذج نفسه أضيفت أربع أدوات خاصة بالنموذج، هي: Time Configuration، وTransmittivity، وLatitude، وDiffuse proportion، ومن ثم فتحت Area Solar Radiation، وأعقب ذلك فتح بقية الأدوات المبينة في المعادلة داخل النموذج، وتمثلت الخطوة التالية بتفعيل المخرجات التي نريد تحليلها، وتلا ذلك حفظ النموذج ثم تشغيله لنحصل على الطبقة الناتجة من بناء هذا النموذج، وبعدها استكملت بقية الخطوات كتغير الألوان وغيرها؛ بحيث نظهر الفروق بين مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في مختلف أجزاء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

سادساً – نموذج اشتقاق درجات الحرارة الإشعاعية: اشتقت درجات الحرارة الإشعاعية من مرئيات القمر الصناعي لاندسات (8) على نحو ما يوضحه النموذج في شكل (7).



شكل (7): نموذج اشتقاق درجات الحرارة الإشعاعية باستخدام مؤشر (NDVI)

المصدر: الباحث.

طبقت سلسلة المعادلات الخاصة باحتساب درجات الحرارة بالاعتماد على مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) كما جاء في موقع القمر الصناعي لاندسات، وذلك من خلال المرور بعدد من الخطوات على النحو الآتي:

أ – استبعاد النطاق الأول من مرئية لاندسات (8) الخاص بضباب الشواطئ، ومن ثم جمعت ستة نطاقات من مرئيات لاندسات (8) بدءاً بالنطاق الثاني حتى النطاق السابع مع إعادة ترقيم النطاقات قبل جمعها من أجل حساب مؤشر الغطاء النباتي NDVI بشكل صحيح في برنامج Erdas imagine 14.

ب – احتساب مؤشر الغطاء النباتي من مرئية لاندسات 8 لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة باستخدام مؤشر NDVI، ويحسب مؤشر النبات بالمعادلة $NDVI = \frac{RIR-RR}{RIR+RR}$ (Sellers, 1989: 279)؛ حيث RIR الأشعة تحت الحمراء القريبة، RR الأشعة تحت الحمراء.

ج – اشتقاق درجات الحرارة للنطاق الحراري رقم (10) من مرئيات لاندسات (8) بالمعادلة:

$T = \frac{K_2}{Log(\frac{K_1}{LA}+1)}$ (USGS, 2015 : 62)؛ حيث T = درجات الحرارة السطوع، و LA = الإشعاع الطيفي، وK1 = قيمة ثابتة تستخلص من البيانات الوصفية للقمر الصناعي للنطاق الحراري العاشر وتساوي (774,89)، وK2 = قيمة ثابتة تستخلص

من البيانات الوصفية لمرئية القمر الصناعي لاندسات (8) للنطاق الحراري العاشر وتساوي (1321,08). وLog لوغرتم، وقبل تطبيق المعادلة السابقة كان لابد من اشتقاق طبقة الإشعاع الطيفي (LA) للنطاق رقم (10) من مرئية لاندسات (8) بتطبيق المعادلة:

$LA = ML \times QCAL + AL$ (USGS, 2015: 61) حيث LA الإشعاع الطيفي، وML قيمة ثابتة يتم استخلاصها من البيانات الوصفية، وتساوي في النطاق الحراري رقم (10) من مرئيات لاندسات (8) نحو 0,0003342

QCAL = النطاق الحراري (DN) العاشر.

AL = قيمة ثابتة يتم استخلاصها من البيانات الوصفية وتساوي بالنسبة للنطاق العاشر من مرئيات لاندسات (8) نحو 0,1.

د – احتساب درجات الحرارة من مرئية لاندسات (8) بالاعتماد على الطبقة المستخلصة بمؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، وذلك بالمعادلة الآتية:

$$T/1 + W \times (T/P) \times Ln\ (e)^{*}$$

حيث T طبقة درجات الحرارة المستخلصة في الخطوة السابقة من المرئية للنطاق الحراري رقم (10).

W= الطول الموجي للإشعاع المنبعث للنطاق الحراري رقم (10).

$$P = h \times c/s^{**}$$

حيث h = ثابت بلانك، c = ثابتبولتزمان، و s = سرعة الضوء

وعليه، فإن قيمة P الناتجة من المعادلة تساوي 14380. وLog لوغرتم (e) تحتسب بالمعادلة

$$e = 0.004 \times pv + 0.986$$

---

* https://www.youtube.com/watch?v=uDQo2a5e7dM.

** W (11.6 UM)
h= (6.626*10-34 JS)
S =(1.38 * 10-23 J/K)
C= (2.998 * 108 M/S)
P= 14380

ولاستكمال الحصول على قيمة (e) لابد أولاً من إيجاد قيمة (pv)، وتحسب قيمة Pv بالمعادلة الآتية:

$PV = (NDVI - NDVImin / NDVImax - NDVImin)^2$. (Jose et al, 2004: 436).

وتمثلت الخطوة الأخيرة من خلال تطبيق معادلة اشتقاق درجات الحرارة بهذه الطريقة، وكانت الصياغة النهائية للمعادلة المدرجة في الحاسبة الخلوية لبرنامج Arc Map.

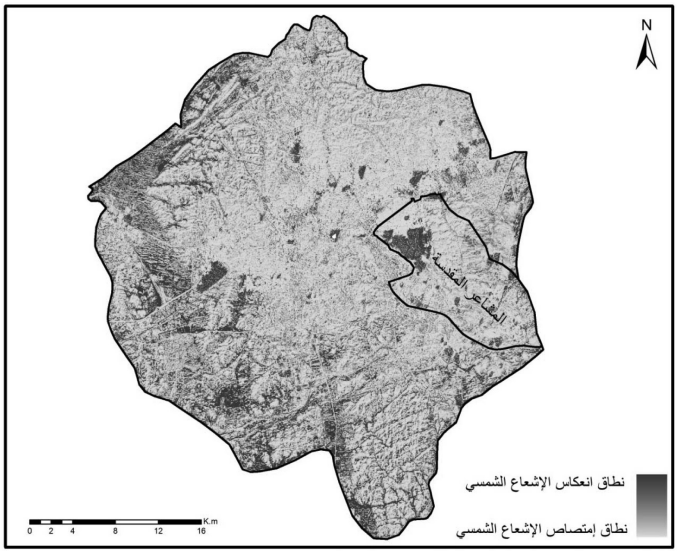
[tempertur10] / 1 + [macaaband10] x [tempertur10] / 14380) x Ln([e]

سابعاً – مناقشة النتائج: تظهر نتائج بناء نموذج تحديد نطاقات الإشعاع من مرئية لاندسات تباين توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وتظهر مناطق انعكاس الإشعاع الشمسي؛ حيث تبرز غطاءات واستعمالات الأرض ذات اللون الفاتح على نحو ما هو الحال في مدينة الحجاج بمشعر منى، والمنشآت السكنية الحديثة في منطقة الحرم والمناطق المحاذية لها.

كما تبرز مناطق انعكاس الإشعاع الشمسي في المخططات السكنية الحديثة في أحياء: الملك فهد والعوالي والراشدية وشمال الخضراء وجنوب حي الشرائع والعسيلة والبحيرات والعمرة ووادي الجليل وريع ذاخر والرصيفة، كما تظهر مناطق انعكاس الإشعاع الشمسي في المناطق ذات الأسطح المستوية التي تتسم بانتشار الترب الجافة والرمال ذات اللون الأبيض في مجاري الأودية، ويظهر ذلك بوضوح في شكل (8) في سهل الشميسي غرب مدينة مكة المكرمة.

في المقابل تظهر المناطق التي تتصف بقدرتها العالية على امتصاص الإشعاع الشمسي في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة على نحو ما يوضحه شكل (8)؛ حيث تنتشر غطاءات واستعمالات الأرض ذات اللون الداكن كالجبال التي تتسم بوجود الصخور البركانية (البازلتية) الداكنة، وفي الطرق المسفلتة.

وتؤكد نتائج حساب مساحة كل من مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه على مستوى مدينة مكة المكرمة سيطرة مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي على غالبية مساحة مدينة مكة المكرمة البالغة 1300 كم^2؛ حيث بلغت مساحة المنطقة التي تتصف بقدرتها العالية على امتصاص الإشعاع الشمسي 1072,2 كم^2 بنسبة 82,5% من إجمالي مساحة مدينة مكة المكرمة.



شكل (8): توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في مدينة مكة المكرمة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية لاندسات (8) لعام 2015.

في حين بلغت مساحة المنطقة التي تتصف بقدرتها على انعكاس الإشعاع الشمسي على مستوى المدينة نحو 227,4 كم^2 بنسبة 17,5% من إجمالي مساحة مدينة مكة المكرمة، وعليه، فإن هذه النتائج تعكس مدى قدرة غالبية غطاءات الأرض واستعمالاتها في مدينة مكة المكرمة على امتصاص الإشعاع الشمسي، ومن ثم على تحويل هذه الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية تؤثر في تباين توزيع درجات الحرارة في المدينة المقدسة.

من جانب آخر قام البحث بتحديد مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه على مستوى المشاعر المقدسة لما لها من أهمية كبيرة بالنسبة لحجاج بيت الله الحرام في مدينة مكة المكرمة، وعليه، تظهر نتائج استخلاص مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في المشاعر المقدسة على نحو ما يوضح شكل (8) تباين توزعها على مستوى المشاعر الثلاثة؛ حيث تتسم منطقة انتشار الخيام في مدينة الحجاج بمشعر منى بقدرتها على انعكاس الإشعاع الشمسي، ومن ثم التقليل من تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية باستثناء الطرق المنتشرة بين هذه الخيام كما تمتد مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي في إطار الكتلة الجبلية الممتدة إلى الشرق والشمال وجزء بسيط من شرق مشعر منى، ولكن غالبية

غطاءات الأرض في مشعري مزدلفة وعرفات على العكس من استعمالات الأرض في مشعر منى تتسم بقدرة عالية على امتصاص الإشعاع الشمسي مع وجود بعض النتوءات التي تتسم بقدرتها على انعكاس الإشعاع الشمسي.

وبذلك تؤكد نتائج احتساب مساحة غطاءات واستعمالات الأرض لامتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في المشاعر المقدسة – ارتفاع نسبة مساحة نطاق امتصاص الإشعاع الشمسي بالمقارنة مع مدينة مكة المكرمة؛ حيث بلغت مساحة غطاءات واستعمالات الأرض الممتصة للإشعاع الشمسي على مستوى المشاعر 103,8 كم^2 بنسبة 87% من إجمالي مساحة المشاعر المقدسة البالغة 119,4 كم^2، في حين بلغت هذه النسبة نحو 82,5% من إجمالي مساحة مدينة مكة المكرمة.

وبلغت المساحة القادرة على انعكاس الإشعاع الشمسي 15,5 كم^2 بنسبة 13% من إجمالي مساحة المشاعر مقارنة بـ 17,5% من إجمالي مساحة مدينة مكة المكرمة، وتتركز المنطقة القادرة على انعكاس الإشعاع الشمسي في مشعر منى، في حين تتركز غالبية المناطق ذات القدرة العالية على امتصاص الإشعاع في مشعري مزدلفة وعرفات.

وبعد تحديد مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة انتقل البحث إلى الخطوة التالية، وهي كشف مدى تأثير توزيع مناطق امتصاص الإشعاع الشمسي وانعكاسه في المدينة على توزيع درجات الحرارة المشتقة من مرئيات القمر الصناعي لاندسات.

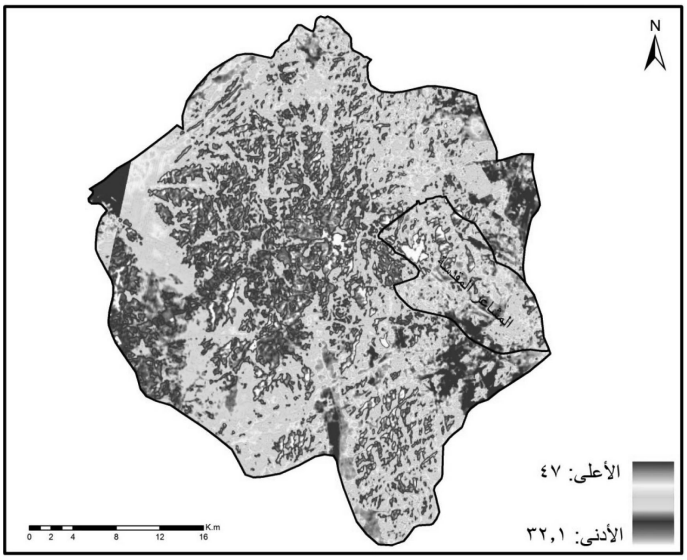
وعليه تؤكد نتائج أولى خطوات اشتقاق درجات الحرارة من مرئيات لاندسات، التي طبقت من خلالها معادلة مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) للحصول على طبقة خاصة بهذا المؤشر – افتقار مدينة مكة للغطاء النباتي باستثناء بعض المناطق المحدودة، وراوحت قيم مؤشر النبات في مدينة مكة والمشاعر المقدسة بين –0,28 وتشير إلى الخلايا الفقيرة بالغطاء النباتي، و 0,41 وتشير إلى الخلايا التي يوجد فيها غطاء نباتي، ومن ثم بلغت مساحة الغطاء النباتي في المدينة 36,8 كم^2 بنسبة 2,8% من إجمالي مساحة المدينة البالغة 1300 كم^2.

وتوصلت نتائج الخطوة الثانية، المتمثلة بتطبيق معادلة (PV) المعتمدة في الأساس على نتائج مؤشر الغطاء النباتي في الخطوة السابقة (NDVI)، التي تراوح قيمها بين 0,30 و 1,5، وتنخفض قيم PV؛ حيث ترتفع كثافة الغطاء النباتي، وتزداد في المناطق التي ينخفض فيها الغطاء النباتي.

وفي الخطوة التالية طبقت معادلة (e) بالاعتماد على نتائج معادلة (Pv)، التي تراوح بين 0,98 كأقل قيمة و 0,99 كأعلى قيمة، ومن ثم يتناسب توزيع هذه القيم تناسباً طردياً مع قيم (Pv)، وعكسياً مع توزيع قيم (NDVI) والعكس.

وبعد الحصول على نتائج المعادلات السابقة على شكل طبقات Raster طبقت في الأخير المعادلة الخاصة باشتقاق درجات الحرارة من مرئيات لاندسات (8)، وذلك من خلال الاعتماد على مؤشر الغطاء النباتي، وتظهر نتائج ذلك – على نحو ما يوضح شكل (9) – تباين توزيع درجات الحرارة على مستوى مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ومن ثم راوحت درجات الحرارة على مستوى مدينة مكة المكرمة بين 32,1 في مناطق كالحرم المكي ومخيمات الحجاج في منى، وكلتاهما من المناطق التي تتصف بقدرتها على انعكاس الإشعاع، و 47 درجة مئوية في الأطراف الشرقية والغربية والجنوبية الشرقية من مدينة مكة المكرمة، وتتصف غالبية هذه المناطق بكونها مناطق امتصاص للإشعاع.

في الوقت نفسه راوحت درجات الحرارة على مستوى المشاعر المقدسة (منى، ومزدلفة، وعرفات) بين 32,1 في مشعر منى، و 46,2 غرب مشعر المزدلفة.

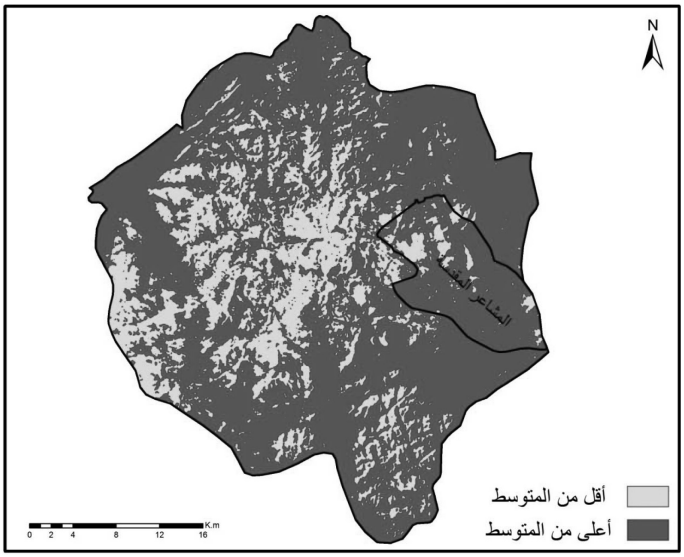


شكل (9): توزيع درجات الحرارة الإشعاعية (م) في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية لاندسات (8) لعام 2015.

ولكي يسهل قراءة ما جاء في الشكل السابق صنف إلى فئتين، الأولى تمثل المنطقة التي تتجاوز فيها درجات الحرارة المتوسط (39,5)، وتغطي هذه المنطقة نحو 987,6 كم^2 بنسبة 76% من إجمالي مساحة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وتنتشر المناطق التي تتجاوز فيها درجات الحرارة المتوسط في الأحياء التي تقع على أطراف المدينة من الشرق والشمال والجنوب الشرقي والجنوبي الغربي؛ حيث لا تزال الأغطية الطبيعية الصخرية هي السائدة.

وتغطي المنطقة التي تقل فيها درجات الحرارة عن المتوسط (39,5) نحو 312,6 كم^2 بنسبة 24% من إجمالي مساحة المدينة، وتبرز هذه المناطق– على نحو ما يوضح شكل (10) – وسط مدينة مكة المكرمة وجنوبها وغربها.



شكل (10): توزيع درجات الحرارة الإشعاعية (م) بالنسبة للمتوسط في مدينة مكة المكرمة

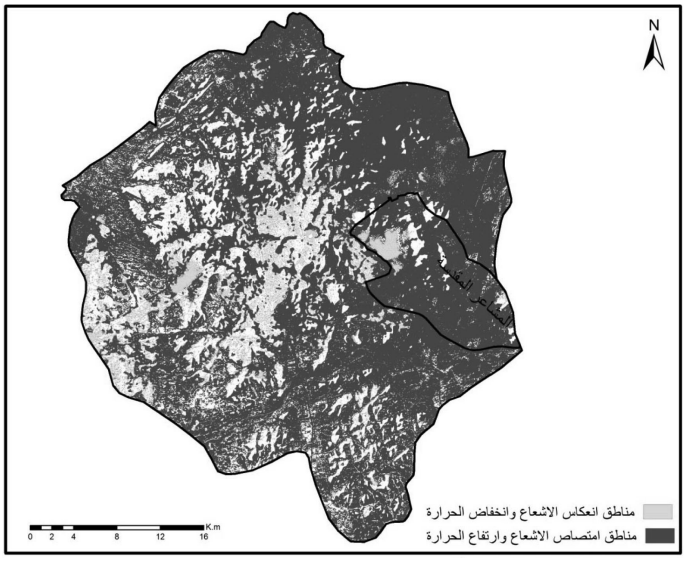
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية لاندسات (8) لعام 2015.

وعلى مستوى المشاعر المقدسة تغطي المنطقة التي تتجاوز فيها درجات الحرارة المتوسط (39,2) نحو 99,6 كم^2 بنسبة 83,5% من إجمالي مساحة المشاعر المقدسة، وتبرز المناطق التي تتجاوز فيها درجات الحرارة المتوسط – على نحو ما يوضح شكل (10) – في مشعري مزدلفة وعرفات، وكلاهما يمتاز باتساع مساحة

نطاق امتصاص الإشعاع، وتبلغ مساحة المنطقة التي تقل فيها درجات الحرارة عن المتوسط في المشاعر المقدسة 19,9كم^2 بنسبة 16,5% من إجمالي مساحة المشاعر المقدسة، وتبرز المناطق التي تقل فيها درجات الحرارة عن المتوسط في مشعر منى الذي يتسم بانعكاس الإشعاع.

وتعد درجة الحرارة نتيجة للإشعاع الشمسي وتتأثر به بصورة كبيرة؛ حيث يسخن سطح الأرض نتيجة للإشعاع الشمسي الساقط عليها؛ مما يؤدي إلى انعكاسه على شكل إشعاع أرضي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة طبقة الهواء الملامس لسطح الأرض، وذلك بالتوصيل الحراري فيما بينهما. (السبيعي، 2007: 109).

ومما يؤكد ذلك نتائج مطابقة خريطة توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع وانعكاسه من جهة مع خريطة توزيع درجات الحرارة من ناحية أخرى؛ حيث تظهر نتائج ذلك – على نحو ما في شكل (11) – أن نحو 805,36 كم^2 بنسبة 62% من إجمالي مساحة المدينة التي تتصف بأن لها قدرة عالية على امتصاص الإشعاع – ترتفع فيها درجة الحرارة عن المتوسط 39,5م؛ الأمر الذي يشير إلى وجود علاقة طردية قوية بين توزيع نطاقات امتصاص الإشعاع الشمسي وتوزيع درجات الحرارة الإشعاعية.



شكل (11): علاقة توزيع درجات الحرارة الإشعاعية (م) بنطاقات الإشعاع بمدينة مكة المكرمة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الشكلين: (5، 6).

في المقابل بلغت مساحة المنطقة التي تتقاطع فيها مناطق انعكاس الإشعاع الشمسي مع انخفاض درجات الحرارة عن المتوسط الحسابي نحو 36,639 كم^2 بنسبة 2,8% من إجمالي مساحة المدينة، وتنتشر هذه المناطق – كما يوضح شكل (11) – في المنطقة المركزية والغربية من مدينة مكة المكرمة وشمال حي المشاعر المقدسة بمنطقة (منى).

التوصيات:

بناء على ما توصل إليه في أثناء مناقشة نتائج البحث يمكن تلخيص أبرز التوصيات فيما يأتي:

1 – المحافظة على الأسطح التي تحول دون تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية.

2 – تقليص مساحة الأسطح الداكنة ولا سيما ذات اللون الأسود كالطرق والصخور، وجميعها تمتص الإشعاع الشمسي، وتوسيع مساحة الأسطح الفاتحة اللون كأسطح المباني وجدرانها.

3 – المحافظة على الأسطح الناعمة ذات القدرة على انعكاس الإشعاع الشمسي والحد من الأسطح الخشنة ذات القدرة على امتصاص الإشعاع.

4 – طلاء الطرق والمنشآت السكنية القديمة بالألوان الفاتحة التي لها قدرة على انعكاس الإشعاع الشمسي والتقليل من تعرض الأغطية المسفلتة كمواقف السيارات والطرق للإشعاع الشمسي، وذلك بزيادة التشجير، وتظليل المواقف بهدف الحد من تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية.

5 – رفع مساحة التشجير داخل المدينة عموماً والمشاعر المقدسة على وجه الخصوص بهدف تلطيف الحرارة من خلال عملية التبخر والنتح.

6 – استعمال الشمسيات في المشاعر في أثناء تأدية مناسك الحج بهدف الوقاية من ضربات الحر.

7 – التوسع في دراسة الإشعاع الحراري من المرئيات الفضائية بين كل مدة وأخرى لمعرفة تغير درجات الحرارة كما أن هذا النوع من الدراسات لمتغيري الإشعاع ودرجات الحرارة يعطي نتائج أكثر دقة على مستوى كل خلية.

المراجع:

أحمد أحمد الشيخ. (2004). **علم الأرصاد الجوية**. دون مكان.

أحمد محمد جبريل. (2011). المناخ وأثره على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة – فلسطين. "رسالة ماجستير غير منشورة"، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية – غزة.

أمينة الرحيلي. (2005). خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية، "رسالة ماجستير غير منشورة"، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

خالد آل سعود. (2006). دراسة ظاهرة الجزر الحرارية في المدن الصحراوية: حالة دراسية/مدينة الرياض. **مجلة جامعة الملك سعود**، العمارة والتخطيط (1) م 18: 109 – 141.

سامي بن صالح ثابت علي. (2013). خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة: دراسة في المناخ الحضري. "رسالة ماجستير غير منشورة"، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

سليمان يحيى سليمان السبيعي. (2007). التخطيط العمراني بمدينة غات: دراسة في المناخ التطبيقي. "رسالة ماجستير غير منشورة"، كلية الآداب مصراتة، جامعة 7 أكتوبر.

شركة زهير فايز ومشاركيه. (2004). التقرير الأول من تحديث المخطط الهيكلي لمدينة مكة المكرمة حتى عام 2028، الهيئة العامة لتطوير منطقة مكة المكرمة.

علي عبد الزهرة كاظم الوائلي. (2005). **أسس ومبادئ في علم الطقس والمناخ**. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد.

محمد زكريا أبو الليل. (2012). التحليل الجغرافي لدرجات الحرارة في الضفة الغربية دراسة تطبيقية باستخدام GIS. "رسالة ماجستير غير منشورة"، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية – غزة.

مصطفى أحمد محمد مجيد. (2008). العلاقة المتداخلة بين الإشعاع الشمسي والغيوم في مدينة الموصل. "رسالة ماجستير غير منشورة"، كلية التربية، جامعة الموصل.

معراج مرزا، وبدر الدين يوسف أحمد. (2001). أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة. **مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية**، العدد، 253: 1–135.

معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج. (2013). بيانات محطات الرصد الآلي، قسم البحوث الصحية والبيئية، بيانات غير منشورة.

مهدي الدليمي. (1990). أثر المناخ على صحة وراحة الإنسان في العراق: دراسة في المناخ التطبيقي الطبي. "رسالة ماجستير غير منشورة"، كلية الآداب، جامعة بغداد.

هشام داود صدقي بدوي. (2007). المناخ وأثره على محاصيل الفاكهة في محافظتي مطروح وأسيوط، (دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي). رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا.

C. E. Koeppe., & G. C. Delong (1985). *Weather and climate*, New York: McGraw -Hill Book Company, INC.

H. M. Dix., (1981). *Environmental pollution: Atmosphere, Land, Water and noise*. Binghamton: Ballon Press, INC.

https://www.youtube.com/watch?v=SInD82MMqkk, 28,8, 2015.

https://www.youtube.com/watch?v=uDQo2a5e7dM, 28, 8, 2015.

http://www.usgs.gov, 1,9,2015.

Jose A. Sobnino., Juan C. Jimenez-Munoz, Leonardo Paolini, (2004). Land surface temperature retrieval from Landsat TM 5.

Sellers P.J. (1989). Vegetation- canopy spectral reflectance and biophysical processes. In Theory and applications of optical remote sensing. edited by G. Asrar, Wiley, New Youk.

USGS (2015). Landsat and Data Users Handbook.

Vardavas I.M (2007). *Radiation and climate*. Taylor f.w, Oxford University.

قدم في: نوفمبر 2015

أجيز في: مارس 2016