الجمعية الجغرافية المصرية

التباين اليومى لدرجة الحرارة فى مكة المكرمة

" دراسة تحليلية "

د. مسعد سلامة مسعد مندور

أستاذ مساعد بكلية الآداب ـ جامعة المنصورة

أستاذ مشارك بكلية العلوم الاجتماعية ـ جامعة أم القرى

سلسلة بحوث جغرافية

العدد السابع والعشرون - ٢٠٠٩

فهرس المحتويات

العنوان	صفحة
الملخص.	١
المقدمة.	٢
أ) فرضيات وتساؤلات الدراسة.	٣
ب) أهداف الدراسة	٣
ج) تحديد منطقة الدراسة	٣
د) الدراسات السابقة	٤
هـ) المحطات والبيانات المستخدمة في البحث.	٧
أولاً : العوامل المؤثرة في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.	٨
أ- الموقع الفلكي.	٨
ب- التضاريس.	١٠
ج- العوامل المناخية.	١٤
د- الأنشطة البشرية.	٢٣
ثانياً : التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.	٢٥
أ- تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة.	٢٧
ب- التباين اليومى لدرجة الحرارة فى شهور السنة.	٣٠
ثالثاً : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.	٤٢
أ- توزيع أدنى وأعلى درجة حرارة يومية.	٤٣
ب- التوزيع الشهري لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.	٤٥
الخاتمة	٦٢
الملاحق	٦٦
قائمة المراجع والمصادر	٧٩

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	المحطات المستخدمة في البحث وبعدها عن الحرم.	٨
٢	قيم الارتباط بين درجة الحرارة والعناصر المناخية اليومية في محطات العزيزية والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.	١٥
٣	معدلات الرطوبة النسبية في محطة مكة للفترة من١٩٨٠-٢٠٠٧.	١٦
٤	نسب تكرار هبوب الرياح في محطة مكة خلال الفترة من١٩٨٠-٢٠٠٧.	٢١
٥	تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات خلال الفترة من ١/١ /٢٠٠٤ – ٢٠٠٥/١/٣١.	٢٨
٦	الانحرافات المعيارية للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات المختلفة عام ٢٠٠٤.	٣١
٧	المتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمحطات النورية ومني والشرائع والليث وعرفات والعزيزية والمعدل الشهري لمحطة مكة المكرمة.	٤٧

فهرس الأشكال

م	العنوان	صفحة
١	موقع منطقة الدراسة بالنسبة للملكة العربية السعودية وموقعها الفلكي.	٦
٢	محطات الأرصاد الجوية بمنطقة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة المستخدمة في الدراسة وبعدها عن الحرم المكي.	٩
٣	الخريطة الكنتورية لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.	١١
٤	العلاقة بين درجة الحرارة والإشعاع الشمسي في محطات العزيزية ومنى والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.	١٥
٥	العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية في محطات العزيزية ومنى والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.	١٧
٦	العلاقة بين درجة الحرارة واتجاه الرياح في محطات العزيزية ومنى والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.	١٩
٧	العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة الرياح في محطات العزيزية ومنى والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.	٢٠
٨	وردة الرياح المثمنة لمحطة مكة.	٢٢
٩	تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات خلال الفترة من ٢٠٠٤/١/١ – ٢٠٠٥/١/٣١.	٢٩
١٠	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر يناير ٢٠٠٤.	٣٢
١١	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر فبراير ٢٠٠٤.	٣٣
١٢	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر مارس ٢٠٠٤.	٣٤
١٣	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر ابريل ٢٠٠٤.	٣٥

١٤	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر مايو ٢٠٠٤.	٣٦
١٥	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر يونيو ٢٠٠٤.	٣٧
١٦	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر يوليو ٢٠٠٤.	٣٨
١٧	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر أغسطس ٢٠٠٤.	٣٩
١٨	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر سبتمبر ٢٠٠٤.	٤٠
١٩	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر أكتوبر ٢٠٠٤.	٤١
٢٠	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر نوفمبر ٢٠٠٤.	٤١
٢١	التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر ديسمبر ٢٠٠٤.	٤٢
٢٢	توزيع أدنى درجة حرارة يومية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عام ٢٠٠٤.	٤٣
٢٣	توزيع أعلى درجة حرارة يومية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عام ٢٠٠٤	٤٥
٢٤	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر ديسمبر ٢٠٠٤.	٤٨
٢٥	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر يناير ٢٠٠٤.	٤٩
٢٦	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر فبراير ٢٠٠٤.	٥٠

٢٧	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر مارس ٢٠٠٤.	٥٢
٢٨	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر إبريل ٢٠٠٤.	٥٣
٢٩	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر مايو ٢٠٠٤.	٥٥
٣٠	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر يونيو ٢٠٠٤.	٥٦
٣١	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر يوليو ٢٠٠٤.	٥٧
٣٢	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر أغسطس ٢٠٠٤.	٥٨
٣٣	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر سبتمبر ٢٠٠٤.	٥٩
٣٤	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر أكتوبر ٢٠٠٤.	٦٠
٣٥	توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر نوفمبر ٢٠٠٤.	٦١

فهرس الصور

م	عنوان الصورة	صفحة
١	النمو العمراني على سفوح الجبال وفي بطون الأودية بمدينة مكة المكرمة.	١٣
٢	ارتفاع كثافة الرصف في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.	٢٤
٣	استخدام التكيف بصورة كثيفة في الوحدات السكنية والفنادق بحي العزيزية بمدينة مكة المكرمة.	٢٦

فهرس الملاحق

م	عنوان الملحق	صفحة
١	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر يناير ٢٠٠٤.	٦٦
٢	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر فبراير ٢٠٠٤.	٦٧
٣	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر مارس ٢٠٠٤.	٦٨
٤	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر إبريل ٢٠٠٤.	٦٩
٥	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر مايو ٢٠٠٤.	٧٠
٦	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر يونيو ٢٠٠٤.	٧١
٧	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر يوليو ٢٠٠٤.	٧٢
٨	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر أغسطس ٢٠٠٤.	٧٣
٩	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر سبتمبر ٢٠٠٤.	٧٤
١٠	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر أكتوبر ٢٠٠٤.	٧٥
١١	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر نوفمبر ٢٠٠٤.	٧٦
١٢	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر ديسمبر ٢٠٠٤.	٧٧
١٣	المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة في شهر يناير ٢٠٠٥.	٧٨

الملخص

وردت لمكة المكرمة أسماء كثيرة ذكرها الله في القرآن الكريم، وأهمية مدينة مكة لا ترجع فقط لورودها في القرآن وإنما لتميزها عن سائر المدن العالمية فهي قبلة المسلمين وتقام بها شعائر الحج والعمرة.

وتناولت الدراسة التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة بهدف التحليل الجغرافي المقارن لدرجات الحرارة اليومية ودراسة التباينات والاختلافات المكانية والشهرية والسنوية.

ولتحقيق هدف البحث تم الاعتماد على بيانات يومية لست محطات أرصاد منها خمس محطات داخل المدينة ومحطتين خارجها، وقسم البحث إلى ثلاث نقاط، **الأولى** : تناولت العوامل المؤثرة في درجة الحرارة بمدينة مكة، **والثانية** : التباينات اليومية لدرجة الحرارة، **والثالثة** : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة.

وبدراسة العوامل المؤثرة في درجة الحرارة بالمدينة أتضح تأثير الموقع الفلكي في درجة الحرارة نتيجة تعامد الإشعاع الشمسي على دوائر العرض للمدينة مرتين، **الأولى** : يومي ٣٠ و ٣١ مايو، **والثانية** : أيام ٦ و ٧ و ٨ يوليو.

واتضح تأثير مظاهر السطح والأنشطة البشرية في درجة الحرارة بالمدينة، أما العناصر المناخية فتباين تأثيرها ونوع العلاقة بينها وبين درجة الحرارة، فالعلاقة بين درجة الحرارة والإشعاع الشمسى علاقة طردية معنوية بينما هي عكسية مع الرطوبة النسبية، في حين أن العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة واتجاه الرياح غير معنوية في معظم المحطات.

وبدراسة تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات اتضح أن نسبة عدد الأيام التي تنخفض بها درجة الحرارة عن ٢٠° لم تمثل سوى ٨%. وبلغت نسبة عدد الأيام التي تزيد بها درجة الحرارة عن ٣٠°م نحو ٥٣%، في حين أن ثلث أيام الدراسة تميزت بارتفاع درجة الحرارة عن ٣٥°م ،مما يعني ارتفاع درجة الحرارة بمدينة مكة معظم أيام السنة.

وأسفرت دراسة التوزيع المكاني لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة أن أيام شهر يناير هي أدنى أيام السنة حرارة بمعدل يتراوح بين ١٧.٩ – ٢٦.٩°م بالمحطات المختلفة، وأعلى معدلات يومية لدرجة الحرارة سجلت في شهر يوليو بمعدل يتراوح من ٣٤.٥ –٣٧°م.

وتكون بمدينة مكة المكرمة جزيرة حرارية معظم شهور العام وظهرت في شهور فبراير ومارس وأبريل ومايو ويونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر، واختلفت الجزر في شدتها ومساحتها من شهر لآخر، إلا أن أكبرها مساحة وحرارة الجزيرة الحرارية لشهور الربيع والصيف.

مقدمة :

وردت لمكة المكرمة أسماء كثيرة ذكرها الله في كتابه الكريم[1] وجاءت على لسان رسوله صلى الله عليه وسلم. وكثرة الأسماء في اللغة تدل على عظم المكانة وشرفها، ولا يعرف بلد من البلاد أكثر أسماء من مكة والمدينة لكونهما أشرف بقاع الأرض (عبد العزيز حويطان، ٢٠٠٤هـ، ص١٣) وأهمية مدينة مكة لا ترجع لورودها في القرآن الكريم فقط وإنما لتميزها عن سائر المدن العالمية فهي ذات مكانة وشخصية مختلفة تماماً عن باقي المدن العالمية، فمكة هي قبلة المسلمين في الصلاة وتقام بها شعائر الحج والعمرة، حيث يرد إلى مدينة مكة أكثر من ٢ مليون نسمة في فترة الحج . إذ بلغ عدد الحجاج عام ١٤٢٨هـ نحو ٢٤٥٤٣٢٥٠ حاجاً (معهد بحوث الحج، قسم الإحصاء، بيانات غير منشورة) وهي هجرات بشرية سنوية ضخمة لا تحدث في أي مدينة أخرى تبعاً لطبيعة وظيفة مكة الدينية.

وتقع مدينة مكة بشمال المنطقة المدارية والذي جعلها تقع ضمن المناخ الجاف. إذ أظهر تطبيق معادلات الجفاف لكل من ديمارتون وكوبن وأوستن ملر وثورنثوبت أن مكة تقع في مناخ الصحراء الحارة Bwh (أمينة عبدالله الرحيلي، ٢٠٠٥، ص ص ١٢١-١٢٧) وتتميز المدينة بتضاريس محلية ناجمة عن انتشار الجبال والتلال المقطعة بالأودية الجافة المتشابكة.

فالجبال تغطي من مساحة مكة ٥٣% تقريباً، بينما تغطي الأودية ٤٧% تقريباً (رقية حسن نعيم، ١٩٩١م، ص٦١) وهذا الموقع والتضاريس أكسبا مكة خصائص موضعية مميزة.

وتم اختيار مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة لدراسة التباينات اليومية لدرجة الحرارة وخصائصها للأسباب التالية :

- المكانة الدينية لمدينة مكة والمشاعر المقدسة.
- عدم دراسة درجة الحرارة بمدينة مكة والمشاعر المقدسة دراسة تفصيلية يومية.
- إضافة دراسة مناخية تساعد المخططين ومتخذي القرار في تعديل ملامح المناخ المحلي لمدينة مكة والمشاعر المقدسة لخدمة الحجاج والمعتمرين والسكان.

---

(١) بعض الآيات القرآنية التي ورد بها اسم مكة المكرمة هي: آل عمران (٩٦) والمائدة (٢، ٩٧) والحج (٢٩-٣٣) والأنعام (٩٢) والفتح (٢٤) والتين (٣).

(٢)

أ) فرضيات وتساؤلات الدراسة :

جاءت الدراسة للإجابة علي عدد من الأسئلة، هي :

- هل هناك تباين في درجات الحرارة اليومية خلال أيام الشهر الواحد وبين أيام السنة مع وقوع مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في المنطقة المدارية.
- هل يوجد تباين في درجات الحرارة بين أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال الشهر الواحد.
- هل يتكون في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة جزر حرارية أم لا. وما هي شهور السنة التي تتكون بها الجزر الحرارية بمدينة مكة والمشاعر المقدسة.
- ما هي العوامل المؤثرة في درجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وما تأثير كلاً منها.

ب) أهداف الدراسة :

انطلاقا من فرضيات وتساؤلات الدراسة فان البحث يهدف بصورة عامة إلي دراسة التباينات اليومية لدرجة الحرارة وخصائصها لتحقيق الأهداف التالية :

- التحليل الجغرافي المقارن للمتوسطات اليومية لدرجات الحرارة بين أيام السنة.
- دراسة التوزيع والتباين المكاني لدرجة الحرارة داخل أجزاء المدينة لإظهار الاختلافات المكانية بين شهور السنة.
- رسم خرائط توزيع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة وتحديد الجزر الحرارية بالمدينة حتى يمكن الاستفادة منها من قبل المخططين والقائمين على مشاريع التنمية بالمدينة.
- تحديد ودراسة العوامل المؤثرة في التباينات اليومية لدرجة الحرارة وأثر كلاً منها في التباين ألزماني والمكاني لدرجة الحرارة.

ج) تحديد منطقة الدراسة :

تتكون مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من العديد من المناطق والأحياء المنفصلة عن بعضها البعض بالجبال والتلال المنتشرة بالمدينة، وتنقسم الأحياء إلى

نمطين، **الأول:** هو الأحياء المحيطة بالحرم مثل الحفاير وسوق الليل وأجياد والمسفلة والهنداوية والبيبيان والملاوي.

والنمط الثاني: هو الأحياء التي تبعد عن الحرم وهي العزيزية والشهداء والنكاسة والعوالي والحسينية والشوقية والشرائع ووادي جليل. ويضاف إليهم مناطق المشاعر (عرفات – مزدلفة– منى) والتي تمتد في الجنوب الشرقي لمدينة مكة المكرمة والحرم المكي الشريف.

وتقع مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في جنوب غرب منطقة مكة الإدارية علي بعد نحو ٦٥ كم إلي الشرق من ساحل البحر الأحمر (شكل ١–أ).

وتم تحديد منطقة الدراسة (مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة) معتمداً على خطوط الطول ودوائر العرض، علي النحو التالي :

- **الحد الشمالي** دائرة عرض ٣٠/ ٢١ْ شمالاً.
- **والحد الجنوبي** دائرة عرض ١٧ / ٢١ْ شمالاً.
- **والحد الغربي** خط طول ٤٥/ ٣٩ْ شرقاً.
- **والحد الشرقي** خط طول ٤٠ْ شرقاً.

وبذلك تمتد منطقة الدراسة في ١٣ دقيقة عرضية، ١٥ دقيقة طولية (شكل ١–ب).

د) الدراسات السابقة :

يعد المناخ الحضري Urban Climate أحد المحاور الرئيسية في المناخ التفصيلي Micro Climate والتي لاقت اهتماماً كبيراً من قبل الباحثين والمخططين و شاندرال Chandler (١٩٦٢) بدء البداية الحقيقة المناخ الحضري حينما تناول مناخ مدينة لندن.

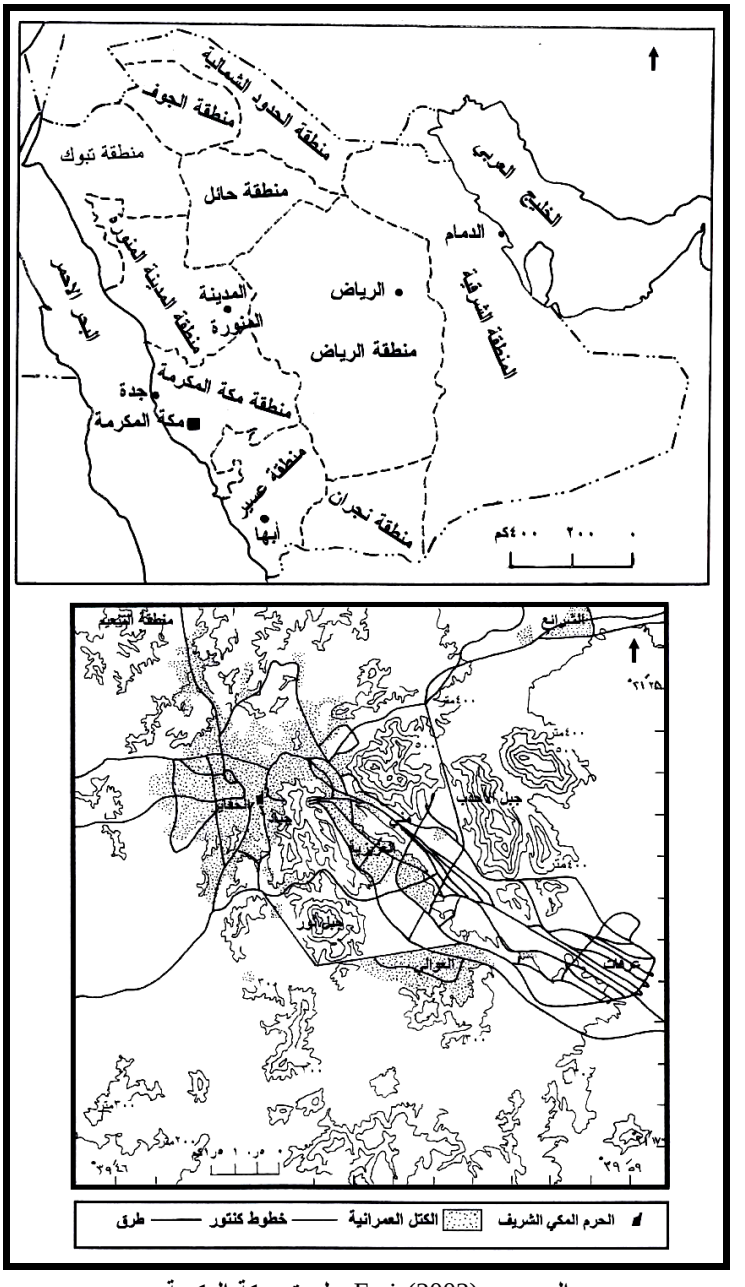
والدراسات السابقة بالبحث ستتناول دراسات المناخ الحضري بالمنطقة العربية وبعض الدراسات التي تناولت مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

* **دراسات المناخ الحضري** : يوجد العديد من الدراسات التي تناولت المناخ الحضري ومنها على سبيل المثال لا الحصر، دراسة أحمد إسماعيل (١٩٦٩) عن مناخ مدينة أسيوط، ودراسة طه محمد جاد (١٩٨٢) للأمطار في الكويت ، ودراسة يوسف عبد المجيد فايد (١٩٨٢) والمتناولة لمناخ مدينة جدة، ودراسة محمد شرف (١٩٩٦) عن

التباين الحراري بمدينة الإسكندرية وعرضت للتباين الحراري ليلاً ونهاراً، ودراسة محمد الصالح (١٩٩٧) للتوزيع ألزماني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض، ودراسة بدر الدين يوسف (١٩٩٧) عن مناخ الطائف، ودراسة عبدالعزيز عبد اللطيف (١٩٩٨) عن التذبذب الحراري الحديث في الإحساء بشرقي المملكة العربية السعودية، ودراسة عبد العزيز عبد اللطيف (١٩٩٩) عن التغير اليومي لأنماط درجة الحرارة في مدينة القاهرة الكبرى، ودراسة جهاد قربه (٢٠٠٠) لنماذج الطقس الجغرافية في الرياض، ودراسة عبدالعزيز عبداللطيف يوسف (٢٠٠٠) لمناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة، ودراسة محمد فوزي (٢٠٠١) عن التبخر والموازنة المائية في الإحساء بالمملكة العربية السعودية، ودراسة شحاتة سيد أحمد (٢٠٠٢) لمناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية.

* **دراسات عن مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :** نالت مدينة مكة المكرمة الحظ الوافر من الدراسات الجغرافية (الطبيعية – البشرية) لمكانتها وطبيعتها الوظيفية الدينية وبالرغم من ذلك لا توجد دراسات متخصصة في المناخ التفصيلي لمدينة مكة.

ومن الدراسات الطبيعية التي تناولت مدينة مكة المكرمة على سبيل المثال لا الحصر دراسة Meraj (١٩٧٩) عن العوامل الطبيعة وأثرها في النمو العمراني لمكة، ودراسة رقية حين نجم (١٩٩١) عن البيئة الطبيعية لمكة المكرمة ومنطقة الحرم الشريف، ودراسة بدر الدين يوسف (١٩٩١) والتي تناولت مناخ مكة المكرمة وعرض للخصائص المناخية في منطقة مكة الإدارية، ودراسة معراج مرزا وبدر الدين يوسف (٢٠٠١) عن أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة، ودراسة معراج مرزا (١٤٠٧) عن الأساس الجيومورفولوجي لتحديد منطقة الحرم بمكة المكرمة، ودراسة سامر شومان (١٤١٨) عن السجل التاريخي للسيول في وادي إبراهيم وأثرها على المسجد الحرام، ودراسة أمينة عبدالله الرحيلي (٢٠٠٥) عن خصائص المناخ في مكة المكرمة الإدارية، ودراسة جهاد قربة (٢٠٠٧) عن التباين اليومي للانحرافات الحرارية لمكة المكرمة عن المعدلات الحرارية اليومية بالمملكة العربية السعودية، ودراسة .Anbar,etal (٢٠٠٨) والمتناولة للتغير الموسمي للمناخ الدقيق لمنطقة الحرم المكي بمكة المكرمة وتبادل التغيرات في المناخ الدقيق على راحة السكان.



المصدر : Faris(2002) ، **لوحتى مكة المكرمة**

NF-37-SE **مقياس ١:٥٠٠٠٠٠** و NF-37-SE1-D2 **مقياس ١:٥٠٠٠٠**

شكل (١) : موقع منطقة الدراسة بالنسبة للملكة العربية السعودية وموقعها الفلكي.

هـ) المحطات المستخدمة في البحث وفترة الدراسة :

لتحقيق أهداف البحث تم استخدام سبع محطات للأرصاد الجوية، منها ست محطات تابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة (العزيزية – عرفات – الشرائع – النورية – الليث – مني)، وجميعها محطات رصد آلية.

والمحطة السابعة هي محطة مكة[1] التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية.

وبقراءة جدول رقم (١) وشكل (٢) نجد أن خمس محطات من السبع تقع داخل حدود منطقة الدراسة وهي محطات عرفات ومنى والعزيزية والشرائع ومكة، بينما تقع محطة عرفات في جنوب شرق المنطقة وتبعد عن الحرم بمسافة ١٧.٥ كم، وتقع محطة الشرائع في شمال شرق المنطقة والمسافة بينها وبين الحرم ١٢.٥ كم، ومحطة مكة تقع غرب الحرم بمسافة ٦ كم، وتقع محطتا منى والعزيزية بمنتصف المنطقة إلى الجنوب الغربي من الحرم والمسافة بينهما وبين الحرم ٤.٣ ، ٤.٤ كم على الترتيب. والمحطتان السادسة والسابعة هما الليث والنورية، ومحطة الليث تقع جنوب غرب المنطقة في نفس امتداد دوائر العرض إلا أنها تبعد عن الحد الغربي للمنطقة بنحو ٥٤ ً ١َ تقريباً (تبعد عن الحرم بمسافة ١٤.٥ كم) ومحطة النورية تقع شمال غرب المنطقة وتبعد عن الحرم بمسافة ١٥.٥ كم.

فترة الدراسة :

تبدأ من يوم ١ يناير عام ٢٠٠٤ وتستمر حتى يوم ٣١ يناير ٢٠٠٥م لتتضمن عاماً مناخياً كاملاً والسبب في اختيار هذه الفترة هو وجود موسمين للحج. **الموسم الأول** : يمتد من ٣٠ يناير وحتى ٤ فبراير عام ٢٠٠٤. **والموسم الثاني** : يمتد من ١٨-٢٣ يناير عام ٢٠٠٥.

والبيانات المستخدمة لجميع المحطات هي المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لمحطات عرفات والشرائع ومني والعزيزية والنورية والليث للفترة السابقة كما تظهر في ملاحق (١-١٣). كما أستخدم المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية واتجاه وسرعة الرياح خلال فترة الدراسة لحساب الارتباطات.

---

(١) تتبع محطة مكة الرئاسة العامة للارصاد وحماية البيئة، ورقمها الدولي ٤١٠٣٠.

وبيانات محطة مكة هي المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة للفترة من ١٩٨٠-٢٠٠٧، واستخدمت المعدلات الشهرية كبيانات معيارية للمحطات الاخري، إضافة إلي نسب تكرار هبوب الرياح ومعدلات الرطوبة النسبية.

جدول (١) : المحطات المستخدمة في البحث وبعدها عن الحرم.

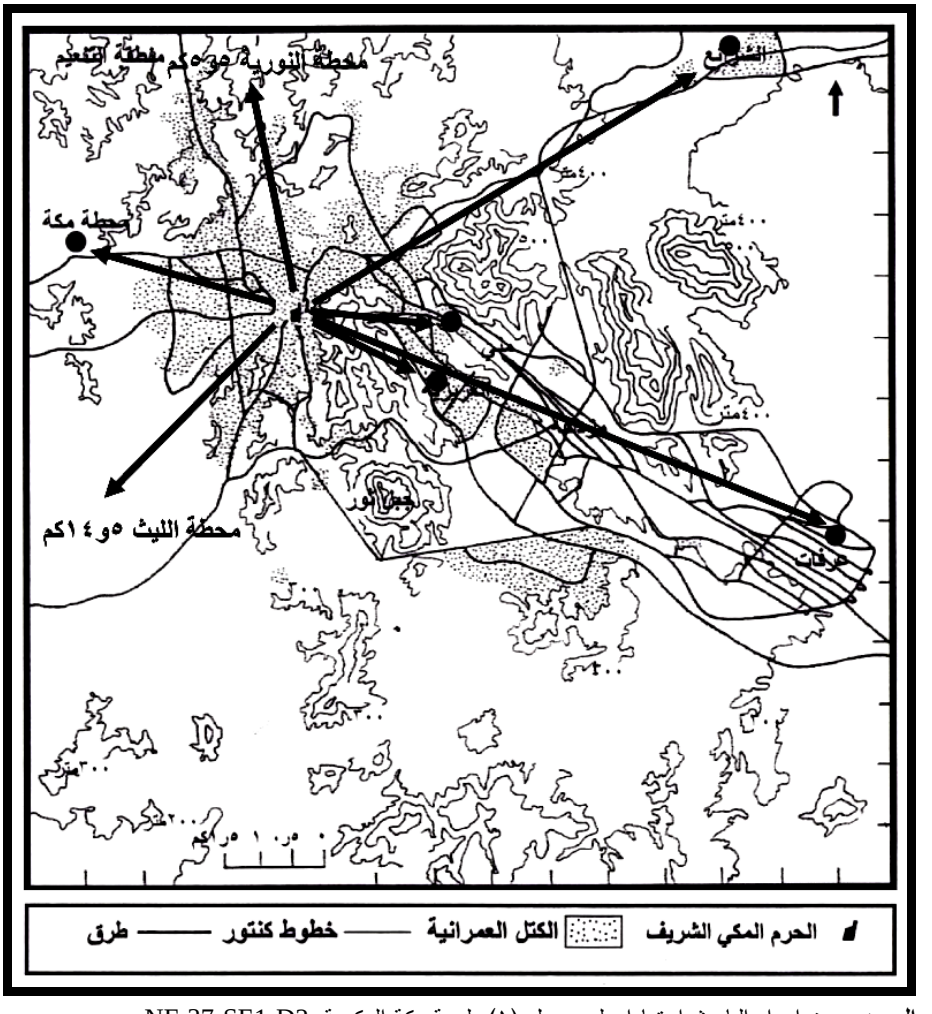
المحطة	دائرة العرض			خط الطول			البعد المستقيم عن الحرم (كم)
	ثانية	دقيقة	درجة	ثانية	دقيقة	درجة	
عرفات	٩	٢١	٢١	١	٥٩	٣٩	١٧.٥
الشرائع	–	٣٠	٢١	١	٥٥	٣٩	١٢.٥
منى	٢	٢٥	٢١	١	٥٢	٣٩	٤.٢
العزيزية	٣٠	٢٤	٢١	–	٥٢	٣٩	٤.٤
النورية	٧	٣٢	٢١	٤	٤٦	٣٩	١٥.٥
الليث	٥	٢٠	٢١	٦	٤٦	٣٩	١٤.٥
مكة	١٦	٢٦	٢١	٨	٤٦	٣٩	٦

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا علي بيانات معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، غير منشورة. وموقع الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة WWW.PME.GOV.SA/CANDPZASP

أولاً : العوامل المؤثرة في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

أ) الموقع الفلكي :

تقع مدينة مكة في الطرف الشمالي للمنطقة المدارية فيما بين دائرتي عرض ١٧ ◌َ ٢١°، ٣٠ ◌َ ٢١° شمالاً، وهذا الموقع جعل دوائر العرض عاملاً يتحكم في زوايا سقوط الأشعة الشمسية على المدينة، حيث تتعرض مكة لسقوط الأشعة الشمسية بشكل عمودي وشبه عمودي خلال أيام الصيف ومائلة ميلاً خفيفاً خلال الإعتداليين (الربيع والخريف) لتعامد الأشعة فيما بين دائرتي عرض ١٠° شمالاً وجنوباً، في حين تسقط الأشعة الشمسية مائلة خلال شهور الشتاء.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (١). لوحة مكة المكرمة NF-37-SE1-D2.

شكل (٢) : محطات الأرصاد الجوية بمنطقة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة المستخدمة في الدراسة وبعدها عن الحرم المكي.

وتتعامد الأشعة الشمسية على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في فترتين[١]، خلال شهور الصيف.

---

(١) تم حسابها اعتماداً على مسعد سلامة مندور (٢٠٠٢).

* **الفترة الأولى:** مع حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال، وتتعامد الأشعة في يومي ٣٠، ٣١ مايو، ثم تستمر حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال حتى تصل إلى مدار السرطان يوم ٢١ يونيو (بداية الانقلاب الصيفي الشمالي).
* **الفترة الثانية:** مع حركة الشمس الظاهرية نحو الجنوب من مدار السرطان إلى خط الاستواء، وتتعامد الأشعة الشمسية خلال ثلاثة أيام هي ٦، ٧، ٨ يوليو.

والعلاقة بين الأشعة الشمسية ودرجة الحرارة علاقة طردية، حيث سجل أعلى متوسطات يومية لدرجة الحرارة في النصف الثاني من مايو وشهري يونيو ويوليو، كما سجل أعلى درجات حرارة يومية في فترتي تعامد الأشعة على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة ففي يوم ٣١ مايو بلغ المتوسط اليومي في العزيزية والنورية ومنى وعرفات والليث نحو ٣٩.٨، ٣٦.٨، ٣٩.٦، ٣٩.٤، ٣٨.٤°م على الترتيب كما يظهر في ملحق رقم (٥).

وفي يوم ٨ يونيو كانت درجة الحرارة في العزيزية والنورية ومنى وعرفات والليث ٣٩.٧، ٣٨.٧، ٣٩.٢، ٣٨.١، ٣٨.١ على الترتيب (ملحق ٦). وأرتبط بتعامد الأشعة الشمسية على مدار الجدي أدنى معدلات لدرجة الحرارة خلال النصف الثاني لشهري ديسمبر ويناير.

ب) التضاريس :

وصفت تضاريس مكة بالقرآن الكريم على لسان سيدنا إبراهيم عليه السلام قائلاً {رَّبَّنَا إِنِّي أَسْكَنتُ مِن ذُرِّيَّتِي بِوَادٍ غَيْرِ ذِي زَرْعٍ عِندَ بَيْتِكَ الْمُحَرَّمِ}[١] ومن الآية الكريمة والدراسة الميدانية وشكل (٣) يتضح لنا حقيقتان:

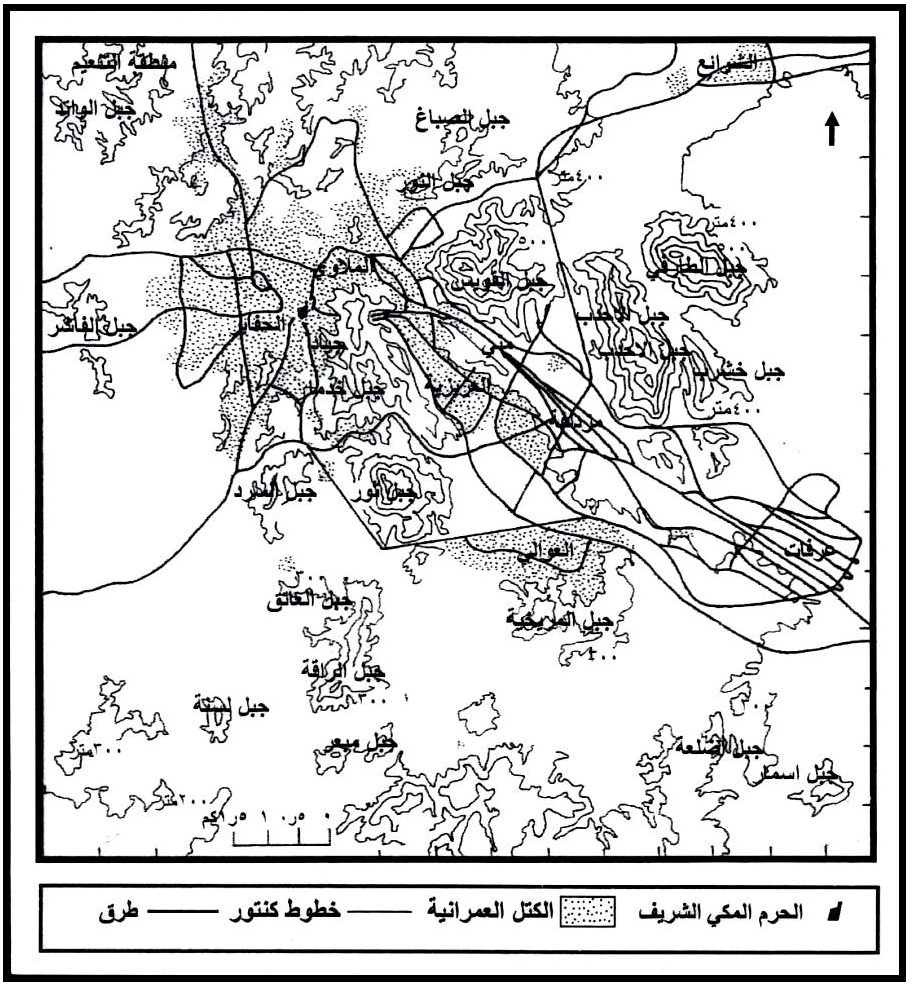
الأولى : أن المظهر التضاريس الرئيسي بمكة هو الأودية الجافة والموجودة ببطونها الحرم المكي الشريف والمشاعر المقدسة (مزدلفة – منى – عرفات) ويقطن بها السكان ويمتد بها العمران ويزحف على سفوح وجوانب تلك الأودية (صورة ١).

---

(١) سورة إبراهيم الآية : ٣٧.

وأهم أودية مكة وادي إبراهيم المتجه من شمال شرق المسجد الحرام نحو الجنوب الغربي، ووادي الزاهر ويتجه من شمال شرق المسجد الحرام نحو الغرب، ووادي العزيزية

ويتجه من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ووادي منى ويتجه بمحاذاة وادي العزيزية ووادي محسر ويتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي ويرفده وادي العزيزية ووادي منى (رقية حسن نجم، ١٩٩١، ص ١٠٣) ويتراوح منسوب بطون الأودية بالمدينة من ٣٠٠-٤٠٠ متر (شكل ٣).



المصدر : لوحة مكة المكرمة NF-37-SE1-D2 .

شكل (٣) : الخريطة الكنتورية لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

والحقيقة الثانية: انتشار عدد كبير من التلال بمدينة مكة، والتي تفصل الأحياء عن بعضها، ويطلق على هذه التلال منذ أقدم العصور مصطلح الجبال وهو مصطلح متبادل وموروث في حين أن مناسيبها تتراوح من ٤٠٠ –٩٠٠ متر.

والتلال الواقعة في شمال شرق منطقة الدراسة (شرق الحرم والمشاعر) أعلى في المنسوب من الجبال الواقعة في غرب وجنوب المنطقة، وأعلى قمة جبلية هي قمة جبل الطارفي بمنسوب ٩٠٠ متر يليها جبل الأحدب والقويس وثقبه بمنسوب ٨٠٠ متر ثم جبل ثور (٧٠٠ متر) وخشرب (٦٠٠ متر) (شكل ٣) ويليها في المنسوب جبل الشعراء والأخشبين والعزيزية بمنسوب ٥٠٠ متر، ثم جبل السرد والعمرة والمريخية بمنسوب ٤٠٠ متر، وهذه الارتفاعات لا تؤثر بشكل واضح في تباينات درجة الحرارة بالمدينة، ويرجع ذلك إلى أن الفرق بين منسوب بطون الأودية والقمم الجبلية يتراوح من ١٠٠– ٥٠٠ متر، ويقع أعلى فرق للمنسوب فى شمال شرق وشرق المنطقة خارج الكتلة السكنية والمشاعر المقدسة ، في حين يتراوح الفرق في المنسوب داخل الكتلة العمرانية والمشاعر من ١٠٠– ٢٠٠ متر.

والتأثير الحقيقي لمظاهر السطح ينجم من تداخل الأودية مع الجبال، وما تسببه من ركود للهواء في بطون الأودية فترتفع درجة الحرارة في الأودية الوسطى مثل وادي العزيزية ووادي إبراهيم عن باقي أجزاء المدينة معظم أيام العام بالإضافة إلي التركزات السكانية واستخدامات الأرض بهذه الأودية، ويتحقق ذلك من مقارنة عدد الأيام التي ترتفع بها درجة الحرارة عن ٣٥°م خلال فترة الدراسة بالمحطات المختلفة، إذ بلغت نسبة عدد الأيام بالعزيزية ٣٢.٤% (١٢٩ يوم) ما يقرب من ثلث أيام السنة، ويليها عرفات بنسبة ٢٦.٣% (٩١ يوم) ثم منى ٢٥.٩% (١٠٣ يوم) ثم النورية ٢٢.٩% (٨٥ يوم) ثم الليث ٢٠.١% (٨٠ يوم) ثم الشرائع ٩.٨% (٣٥ يوم).

صورة (١) : النمو العمراني على سفوح الجبال
وفي بطون الأودية بمدينة مكة المكرمة.

ج) العوامل المناخية :

استخدم العديد من الباحثين الأساليب الكمية لتحليل المناخ الحضري (مناخ المدن) ومنهم فوكوكا وتاكاشا (Fukukoka & Takechi, 1980) واستخدما معامل الانحدار المتعدد لقياس العلاقة بين نسب المواد العالقة ودرجة الحرارة وزاوية سقوط الاشعاع الشمسي والتساقط الشهري والمتوسط الشهري لسرعة الرياح بمدينة هيروشيما، واستخدم بالليتج (Balling, 1990) محاولة خط الانحدار لقياس العلاقة بين كل من الحرارة العظمى والصغرى ونقطة الندى والرطوبة النسبية بمدينة الكويت، واستخدم إبرسون (Epperson, 1994) معامل الانحدار المتعدد لتوقع درجات حرارة سطح الأرض بمعلومية خصائص الهواء.

وتعتمد دراسة العلاقة بين العناصر المناخية و تأثيرها في التباينات اليومية لدرجة الحرارة على استخدام خط الانحدار البسيط Regression line وحساب قيمة الارتباط Correlation coefficient في أربع محطات (العزيزية – الليث – الشرائع – منى) اعتماداً على البيانات اليومية لدرجة الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة وسرعة واتجاه الرياح، ويظهر من جدول (٣) تباين العلاقة بين درجة الحرارة والعناصر المناخية[١] بالمحطات بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وفيما يلي دراسة تأثير كل عنصر بصورة منفصلة.

١. الإشعاع الشمسي :

لا يمكن دراسة درجة الحرارة بعيداً عن الإشعاع الشمسي وتوزيعه على سطح الكرة الأرضية، والسبب في ذلك يرجع إلى أن الإشعاع الشمسي هو المصدر الأساسي الوحيد لدرجة حرارة الهواء، ويظهر بوضوح في جدول رقم (٢) وشكل (٤) أن العلاقة بين الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة علاقة طردية، إذ يبلغ متوسط الارتباط ٠.٣٩ بمحطات العزيزية ومنى والشرائع والليث، وتختلف قيمة الارتباط بين المحطات، إلا أن جميعها ارتباطات معنوية طردية، ويبلغ قيمته بمنى ٠.٦٩، وفي العزيزية ٠.١١، وفي الشرائع ٠.١٧، وفي الليث ٠.٦٢، ويعني هذا أن زيادة الإشعاع الشمسي يتبعها زيادة في درجة الحرارة وتتسم مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بوفرة الإشعاع الشمسي معظم أيام السنة.

---

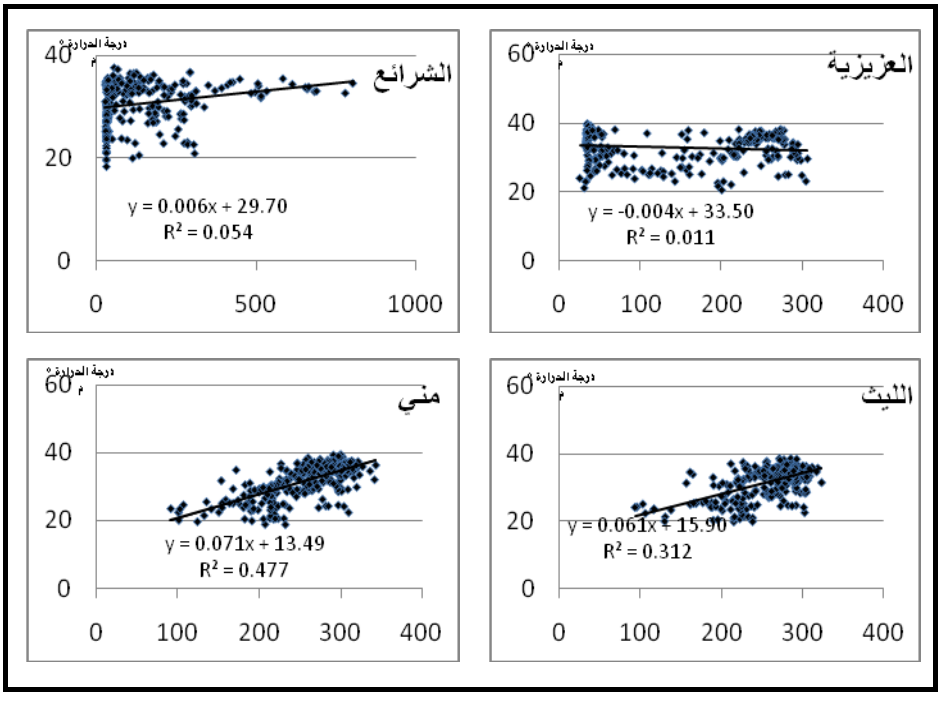
(١) تم دراسة العلاقة بين درجة الحرارة والإشعاع الشمسي وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية، ولم العلاقة بين درجة الحرارة والضغط الجوي لعدم قياس الضغط بالمحطات.

جدول (٢) : قيم الارتباط بين درجة الحرارة والعناصر المناخية اليومية
في محطات العزيزية ومني والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.

	الإشعاع الشمسي جول /م٢	سرعة الرياح م/ث	اتجاه الرياح (درجة)	الرطوبة النسبة%
العزيزية	٠.١١	(٠.١٥)	٠.١٣	-٠.٦٧
منى	٠.٦٩	*	(٠.١)	-٠.٧١
الشرائع	٠.١٧	(٠.١٤)	٠.٢٣	-٠.٦٥
الليث	٠.٦٢	٠.٢٣	(٠.١)	-٠.٦٥

جميع الارتباطات تحت مستوى معنوية ٠.٠٠٠ قيما عدا ما بين الأقواس.

* لم يستكمل لعدم توفر البيانات الخاصة بسرعة الرياح.



شكل (٤) : العلاقة بين درجة الحرارة اليومية والإشعاع الشمسي
في محطات العزيزية ومني والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.

٢. الرطوبة النسبية :

تشير الأرقام الواردة في جدول (٣) وشكل (٥) أن العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية علاقة عكسية، إذ يبلغ متوسط الإرتباط في المحطات –٠.٦٧، وتتباين قيم الارتباط بين المحطات، إذ يسجل قيم الارتباط في محطات العزيزية ومنى والشرائع والليث –٠.٦٧، – ٠.٧، –٠.٦٥، –٠.٦٥، على الترتيب وجميع الارتباطات معنوية بدرجة ثقة ٠.٩٥% ومستوى معنوية ٠.٠٠.٠٠.

جدول (٣) : معدلات الرطوبة النسبية في محطة مكة للفترة من ١٩٨٠– ٢٠٠٧.

الشهور	الرطوبة النسبية %
يناير	٥٧
فبراير	٥٢
مارس	٤٨
أبريل	٤٢
مايو	٣٨
يونيو	٣٣
يوليو	٣٢
أغسطس	٣٥
سبتمبر	٤٢
أكتوبر	٤٧
نوفمبر	٥٤
ديسمبر	٥٨
المعدل السنوي	٤٥

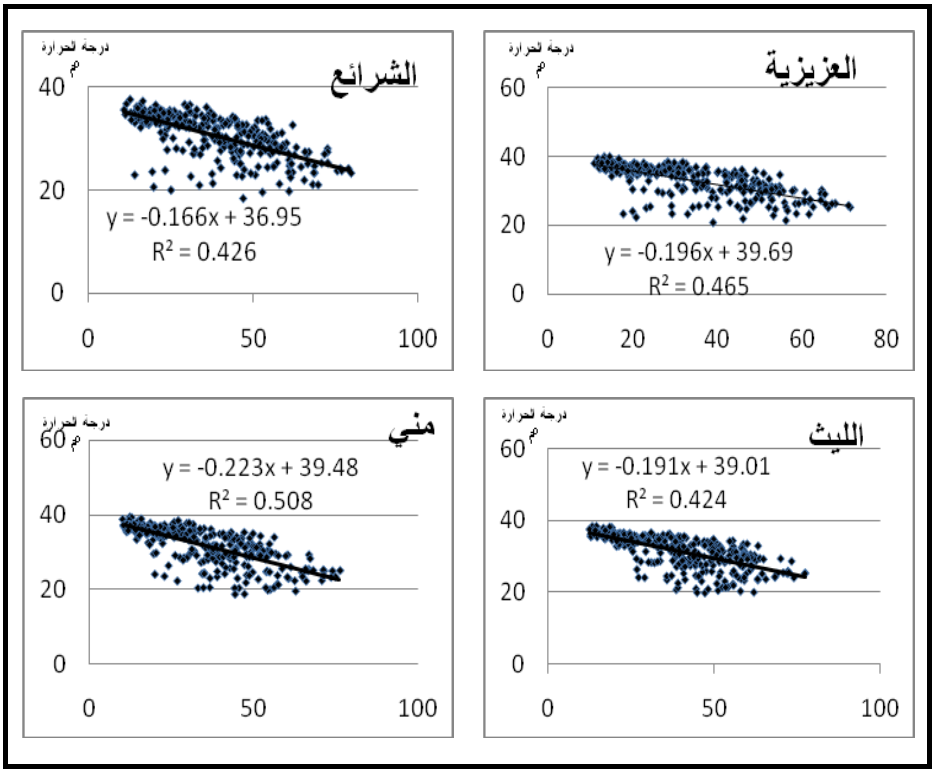
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على :

بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوية بالموقع

WWW.PME.GOV.SA/CANDPZASP

وتتضح هذه العلاقة عند مقارنة المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية جدول رقم (٣) بالمعدلات الشهرية لدرجة الحرارة في محطة مكة جدول (٧) إذ يظهر من المقارنة أن أعلى معدلات للرطوبة تتواجد في شهور الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير بمقدار ٥٨، ٥٧، ٥٢%) ويقترن بها أدنى معدلات لدرجة الحرارة بالمدينة.

وفي شهور الصيف أدنى معدلات للرطوبة النسبية إذ تبلغ في يونيو ويوليو وأغسطس ٣٣، ٣٢، ٣٥ % على الترتيب، وهذه الشهور هي أعلى شهور السنة في معدلات درجة الحرارة بالمدينة.



شكل (٥) : العلاقة بين درجة الحرارة اليومية والرطوبة النسبية في محطات العزيزية ومني والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.

٣. اتجاه وسرعة الرياح :

يعد اتجاه وسرعة الرياح انعكاساً طبيعياً لأنواع وقيم الضغط الجوي وتباينها في النطاقات العالمية والمحلية المؤثرة في المملكة العربية السعودية، وتأثير الرياح (الاتجاه – السرعة) في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يرجع إلى اتجاه الرياح الهابة ودرجة حرارتها، فالشماليات[١] رياح ملطفة لدرجة الحرارة بالمدينة، بينما الجنوبيات رياح ترفع درجة الحرارة بالأجزاء الجنوبية لمنطقة الدراسة، ويتضح ذلك عند دراسة توزيع درجة الحرارة بمنطقة الدراسة إذ تسجل محطة الشرائع ادني درجات حرارة معظم أيام العام في حين ترتفع درجة الحرارة في محطة العزيزية معظم أيام العام.

ولكن يجب أن نأخذ تأثير الرياح في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بحذر شديد جداً داخل المدينة نظراً لتأثير التضاريس المحلية ودورها في تغير اتجاه وسرعة الرياح تبعاً لموقع المحطة والتضاريس المحيطة بها واتجاه الأودية وارتفاع التلال، وانعكس هذا التأثير على قيم الارتباط بين درجة الحرارة واتجاه وسرعة الرياح بالمحطات. فالارتباطات ضعيفة وغير معنوية كما يظهر في جدول (٢) وشكلي (٦، ٧) وبذلك فالرياح ضعيفة التأثير في درجة الحرارة داخل المدينة ولكنها تؤثر في درجة الحرارة بأطراف المدينة.

ومن خلال جدول (٤) وشكل (٨) والموضحان لنسب تكرار هبوب الرياح في محطة مكة يتضح سيادة الرياح الشمالية، إذ تبلغ نسب تكرارها السنوي ٣٠.٩% من جملة اتجاهات الرياح، ثم الرياح الجنوبية بمعدل سنوي ١٢.٢% ثم الجنوبية الغربية بمعدل ١١.٧%.

---

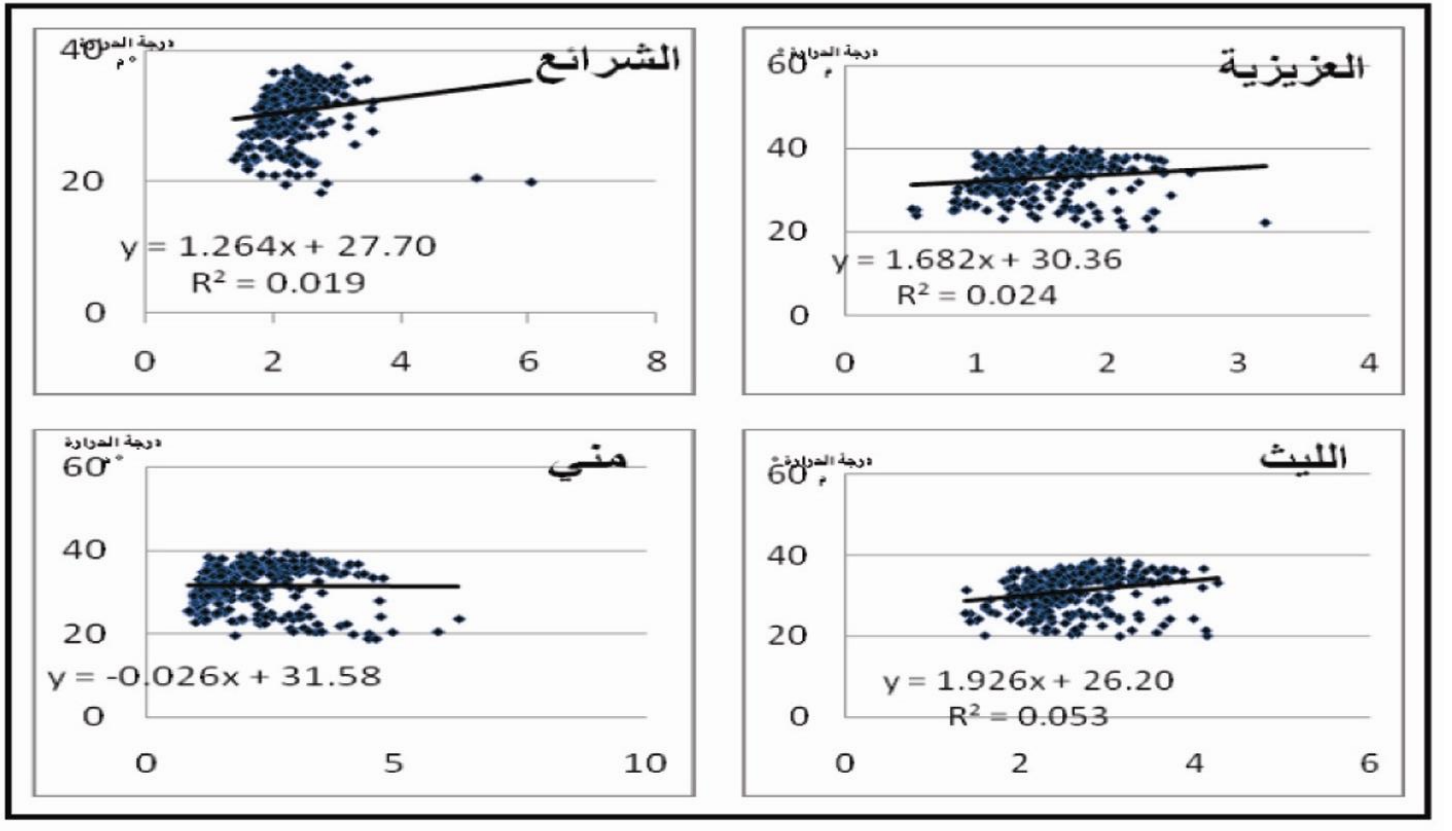
(١) المقصود بالشماليات والجنوبيات والغربيات والشرقيات هو:

الشماليات: هو مجموع تكرار الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية وشمال الشمال الشرق وشمال الشمال الغرب.

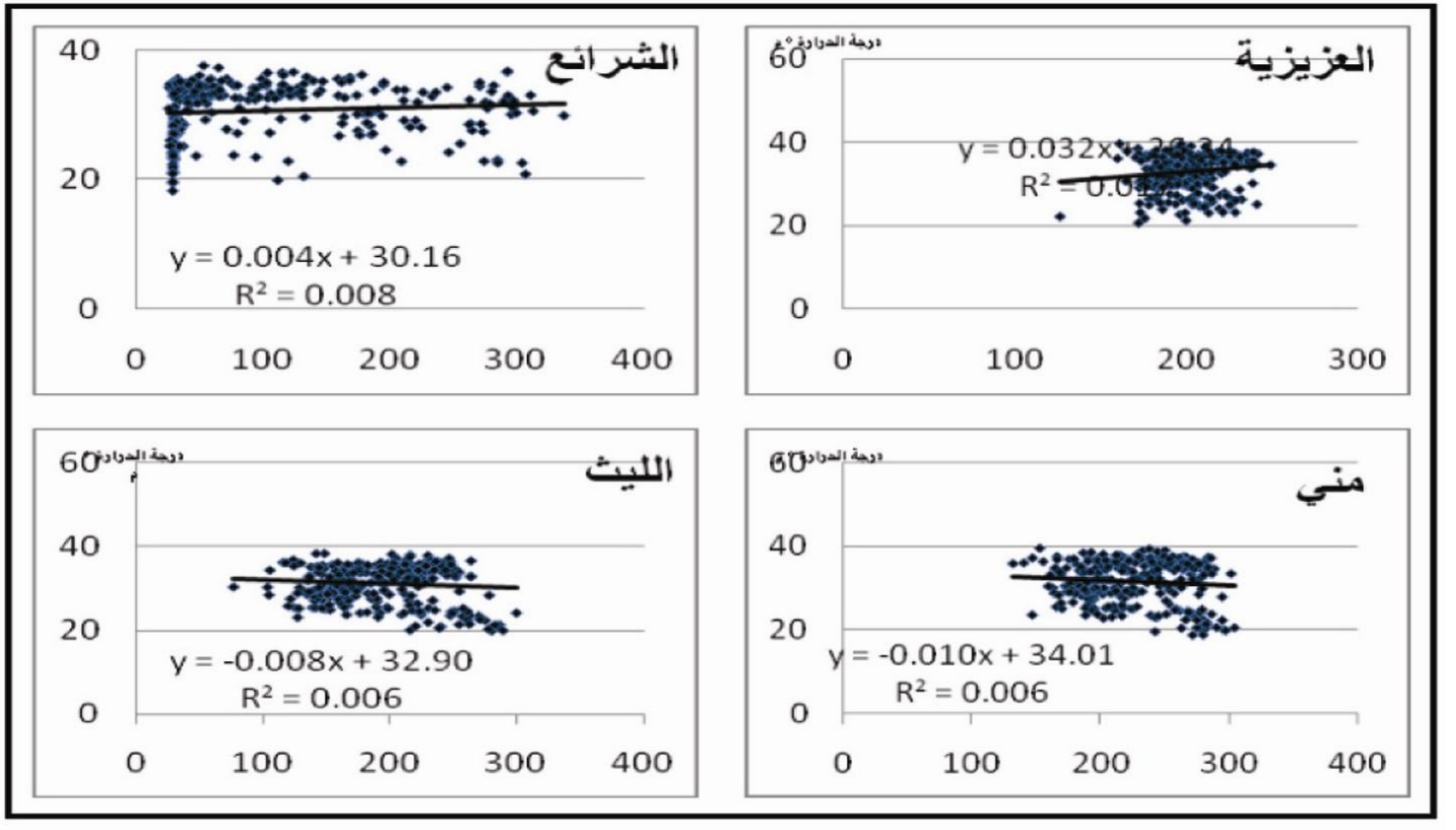
الجنوبيات: هي مجموع تكرار الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية وجنوب الجنوب الغربي، وجنوب الجنوب الشرقي.

الشرقيات: هي مجموع تكرار الرياح الشرقية وشمال الجنوب الشرقي وجنوب الشمال الشرقي.

الغربيات: هي مجموع تكرار الرياح الغربية وشمال الجنوب الغربي وجنوب الشمال الغربي.



شكل (٦) : العلاقة بين درجة الحرارة اليومية وسرعة الرياح في محطات العزيزية ومني والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.



شكل (٧) : العلاقة بين درجة الحرارة اليومية واتجاه الرياح في محطات العزيزية ومني والشرائع والليث عام ٢٠٠٤.

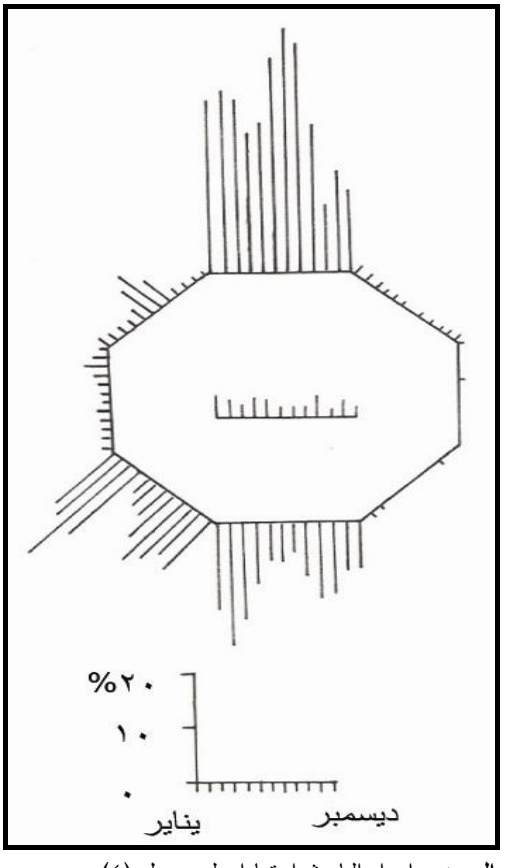
جدول (٤) : نسب تكرار هبوب الرياح في محطة مكة خلال الفترة من ١٩٨٠ – ٢٠٠٧.

الاتجاه	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
ش	٣٢,٣	٣٤,١	٣٢,٩	٢٦,٥	٢٨,٨	٤٠,٨	٤٥,٢	٤٣,٨	٢٨,٨	١٢,٥	١٩,٨	٢٥,٨	٣٠,٩
ش ش ق	١١,٣	١٢,٤	٩,٣	٦,٣	٧,٣	٧,٩	٤,٦	٣,٠	٣,٩	٢,٠	٣,١	٨,٥	٦,٦
ش ق	٠,٨	٠,٢	٠,٠	٠,٤	١,٦	٠,٨	٠,٠	٠,٤	١,٣	٠,٨	٠,٨	١,٦	٠,٧
ج ش ق	٠,٤	٠,٤	٠,٢	٠,٤	١,٢	٠,٤	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,٣
ق	٠,٤	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,١
ق ج ق	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٠
ج ق	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٠,١
ج ج ق	٠,٠	٠,٠	٠,٤	٠,٢	٠,٦	٠,٢	٠,٠	٠,٢	٠,٢	١,٠	٠,٦	٠,٦	٠,٣
ج	٩,٧	٨,٨	١٣,٣	١٤,٢	١٠,٧	٥,٦	٧,٩	٧,٢	١١,٣	١٨,٦	٢٢,٣	١٦,٧	١٢,٢
ج ج غ	١١,٧	١٠,٤	١١,٥	١٢,٥	١٠,١	٥,٢	٤,٦	٦,١	١١,٣	١٤,٩	١٥,٠	١٢,٣	١٠,٥
ج غ	١١,٣	٩,٣	١٢,٥	١٤,٦	١٠,٧	٦,٦	٥,٧	٤,٦	١٥,٠	٢٢,٥	١٤,٥	١٣,٥	١١,٧
س ج غ	٩,١	٠,٠	٥,٨	١١,٠	٩,٧	٧,٣	٤,٤	٥,٢	١٠,٠	١٥,١	١٠,٦	٧,٣	٨,٠
غ	١,٠	١,١	١,٠	٠,٨	٢,٠	١,٧	١,٤	٢,٢	٢,٥	٤,٤	٣,٣	١,٦	١,٩
ج ش غ	٠,٢	١٠,٦	٠,٨	٠,٠	٠,٤	٠,٨	٠,٨	١,٦	٠,٦	١,٢	١,٠	٠,٢	١,٥
ش غ	٢,٤	٢,٧	٢,٢	٢,١	٣,٢	٧,٣	٩,٣	٦,٠	٢,٩	١,٦	١,٧	١,٨	٣,٦
ش ش غ	٥,٢	٦,٩	٧,٥	٧,٥	٩,٧	١٢,٧	١٣,٩	١٧,١	٨,٣	٣,٦	٤,٨	٧,٥	٨,٧
مغيرة	٤,٠	٣,١	٢,٤	٣,٥	٣,٦	٢,٧	٢,٠	٢,٤	٣,٥	١,٦	٢,٥	٢,٢	٢,٨

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على :

– أمينة علي الرحيلي، ص٨٣.

– وزارة الدفاع و الطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، (١٩٧٠ –٢٠٠٠م) : النشرات المناخية



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٤).

شكل (٨) : وردة الرياح المثمنة لمحطة مكة.

وتتباين اتجاهات الرياح من شهر لآخر، إلا أن الشماليات هي الرياح السائدة معظم الشهور خاصة شهور الصيف والشتاء، فتبلغ نسبة الشماليات بشهور السنة تبعاً لترتيبها إلى ٥٢، ٥٦.٥، ٥٠.٩، ٤٢.٨، ٥٠.٦، ٦٩.٥، ٧٣، ٧٠.٣، ٤٥.٢، ٢٠.٥، ٣٠.٢، ٤٥.٢% على الترتيب، وبذلك فأدناها شهر أكتوبر وأقصاها شهر يوليو.

وهذه الرياح تعمل على خفض درجة الحرارة بالأجزاء الشمالية للمنطقة (الشرائع والتنعيم) طوال شهور السنة عن باقي أجزاء المدينة.

والجنوبيات تأتي في الترتيب الثاني بعد الشماليات بنسب تتراوح من ١٧.٦ – ١٨.٢% في شهور الصيف، ويتراوح نسب تكرارها في الشتاء من ٢٨.٥ – ٥٣%، ويتراوح نسب تكرارها في

الربيع والخريف من ٣٢.١ – ٥٧%، وهبوب الرياح الجنوب بنسب مرتفعة في شهور الشتاء يجعل درجات الحرارة في جنوب المدينة وشمالها متجانساً.

وينخفض نسب هبوب الشرقيات والغربيات فتتراوح نسبة الشرقيات من ٠.٢ – ١.٦%، في حين تتراوح نسب الغربيات من ٦.٦ – ١٩.٧% من جملة نسب هبوب الرياح.

د) الأنشطة البشرية :

تعد الأنشطة البشرية من أهم العوامل المؤثرة في التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة لما تسببه من تغير في الألبيدو الأرض وإضافة غازات للهواء فينجم عنها ارتفاع درجة الحرارة، وأهم الأنشطة البشرية التي يمارسها الإنسان وتؤثر في حرارة الهواء بالمدينة هي:

- ارتفاع نسب الطرق المرصوفة (الأسفلتية) بمدينة مكة (صورة ٢)، والطرق الإسفلتية من الأجسام المتميزة بإنخفض ألبيدوها، إذ يتراوح نسب ألبيدو الطرق[١] من ٥ – ١٠% ويعني هذا أن قدرة الطرق على عكس الإشعاع الشمسي الوارد إليها دون أن يكون لها تأثير على حرارتها منخفض جداً، إذ تمتص الطرق نحو ٩٠ – ٩٥% من جملة الإشعاع الشمسي الوارد إليها وتخزنها أثناء النهار. ويبدأ هذا التخزين منذ شروق الشمس وحتى الساعة الثانية عشر أو الثالثة عشر بعد الظهر (يوسف فايد، ١٩٩٥، ص٢٨).

  ثم تبدأ الطرق بعد ذلك في إطلاق حرارتها حتى تستنفذ في صباح اليوم التالي قبل الشروق مباشرة، والطاقة المنطلقة ترفع درجة حرارة الهواء الملاصق لها داخل المدينة، وهو ما يشعر به السكان منذ الساعة الخامسة حتى العاشرة مساءاً.
- تباين التصميمات الخارجية للمباني واستخدام الألوان الداكنة بواجهاتها الخارجية مما يعمل علي ارتفاع نسب ألبيدو المباني بالمدينة، إذ يتراوح البيدو الكتل الخراسانية (العمرانية) من ١٧ – ٢٧% ويعني هذا أن جملة ما تمتصه المباني من الإشعاع الشمسي يتراوح من ٧٣ – ٨٣% من جملة الأشعة الواصلة إلى مدينة مكة، لذلك تكتسب المباني الحرارة أثناء النهار وتفقدها ليلاً.

---

(١) لمزيد من التفصيلات يرجي الرجوع إلي :

Antes, A. (1992): Meteorology, Macmillan Publishing Company, New York.

صورة (٢) : ارتفاع كثافة الرصف في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

- استخدام المكيفات بصورة مرتفعة في الفنادق والمنازل والوحدات السكنية (صورة ٣) وبتشغيل المكيفات فإن ماكيناتها تطلق حرارة إلى الهواء المحيط بها داخل المدينة.
- ارتفاع الكثافة المرورية بمدينة مكة معظم أيام السنة خاصة في فترات الحج والعمرة. ففي عام ١٤٢٤هـ بلغ إجمالي عدد السيارات التي تم حصرها على خمس طرق[١] بمدينة مكة المكرمة متوجهة من منى إلى الحرم خلال ١٨ ساعة نحو ٧٧ ألف سيارة ، وذلك في الأيام الثلاثة التي تلت الوقوف بعرفة وفي اليوم العاشر بلغ إجمالي ما تم رصده نحو ٢٣ ألف سيارة، ثم ارتفع العدد إلى حوالي ٢٨ ألف سيارة في اليوم الحادي عشر، وفي اليوم الثاني عشر انخفض العدد نوعاً ما إلى نحو ٢٦ ألف سيارة (عبدالله الرقيبة، ٢٠٠٨م، ص١٢٣)، وتلك الأعداد الهائلة من السيارات تؤدي إلى رفع درجة الحرارة داخل المدينة بما تبعثه من عوادمها.
- استخدام مظلات من المعدن الأمر الذي يجعلها تكتسب درجة حرارة أثناء النهار (فترة سطوع الشمس) وتفقدها للهواء المحيط أثناء الليل.

ثانياً : التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

تعتمد دراسات المناخ التفصيلي والحضري والدراسات المناخية التي تتطلب التعرف على الفوارق الدقيقة للمناخ على التقسيمات المعروفة باسم الخمس (٥ أيام) أو التقسيمات العشرية[٢]، إلا أن البحث لن يعتمد على أي من تلك التقسيمات حيث ستتناول الدراسة تحليل المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لمقارنة التغيرات اليومية من يوم لآخر في الشهر الواحد ومن شهر لآخر معتمداً على البيانات الواردة في الملاحق من (١-١٣) والأشكال من (١٠-٢١) من خلال دراسة نقطتين رئيسيتين، **الأولى:** هي تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بفترة الدراسة، **والثانية:** هي التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهور السنة.

---

(١) الطرق الخمس التي تم حصر السيارات بها هي:

- طريق الملك عبد العزيز – أنفاق السد
- طريق الأمير ماجد
- طريق الملك فهد – أنفاق الفيصلية
- طريق المسجد الحرام
- طرق الملك عبدا لله – شارع المزدلفة.

(٢) التقسيمات الخمس أو العشرية هي التقسيمات التي تستخدم في دراسات المناخ الزراعي والتفصيلي والدراسات التي تتطلب التعرف علي الفوارق الدقيقة.

صورة (٣) : استخدام التكيف بصورة كثيفة في الوحدات السكنية والفنادق بحي العزيزية بمدينة مكة المكرمة.

وينبغي الإشارة إلى العديد من الخصائص العامة لدرجة الحرارة اليومية قبل تناول النقاط سالفة الذكر وأهمها:

- أن معظم أيام السنة تتسم بارتفاع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، إذ تبلغ نسبة عدد الأيام التي تزيد بها درجة الحرارة عن ٣٠°م نحو ٥٣.٢% من جملة أيام الدراسة، وتبلغ في منى ٥٣.٩%، وفي العزيزية ٥٥.٤%، وفي الشرائع ٤٧.٣%، وفي الليث ٤٩.١% وفي النورية ٦٠.٩% في حين أن عدد الأيام التي ينخفض بها درجة الحرارة عن ٢٠°م بمحطات الدراسة تتراوح من ٤ – ٦ أيام.
- تعتبر أيام شهر يناير هي أدنى أيام السنة في درجة الحرارة بجميع المحطات حيث تراوحت درجة الحرارة اليومية بالمحطات من ١٧.٩ – ٢٦.٩°م، وسجل بالشهر أدنى درجة حرارة يومية وذلك يوم ٢٠٠٤/١/١٤م، وبلغت درجة الحرارة بهذا اليوم في الشرائع ١٧.٩°م، وفي منى ١٨.٦°م، وفي الليث ١٩.٩°م وفي عرفات ١٩.٧°م، وفي العزيزية ١٩.٧°م.
- تعد أيام شهر يوليو أعلى أيام السنة في درجة الحرارة بمدينة مكة، إذ تراوحت متوسطات درجة الحرارة بالشهر في المحطات من ٣٤.٥– ٣٧°م، وبالرغم من ذلك فأعلى درجة حرارة يومية سجلت بالعام كله في شهر مايو يوم ٣١، ويرجع ذلك إلي تعامد الأشعة الشمسية علي مدينة مكة والمشاعر المقدسة في هذا اليوم .

أ) تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة :

يمكن تقسيم أيام السنة إلى خمسة فئات حرارية رئيسية كما يظهر في جدول (٥) وشكل (٩) وهي:

- الأيام التي تنخفض بها درجة الحرارة عن ٢٠°م :

يتراوح عدد الأيام التي انخفضت بها درجة الحرارة عن ٢٠°م من ٤–٦ أيام بجميع المحطات فيما عدا محطة الشرائع والتي بلغت ٢٥ يوماً، وهذا مؤشر على ارتفاع درجة الحرارة بمدينة مكة خاصة في الأجزاء الوسطى عن أطراف المدينة. وأيام هذه الفئة تتركز في شهر يناير، ففي محطة العزيزية بلغت عدد الأيام التي انخفضت درجة الحرارة بها عن ٢٠°م، نحو ٦ أيام منها ٥ أيام في يناير ٢٠٠٤ و٢٠٠٥م واليوم السادس في شهر فبراير.

وفي محطة عرفات بلغت جملة الأيام ٦ أيام منها ٤ بشهر يناير والخامس والسادس بشهري ديسمبر وفبراير. وفي محطة منى بلغت ٥ أيام منها ٤ أيام في شهر يناير ٢٠٠٤م، واليوم الخامس في فبراير، وفي محطة الليث بلغت ٥ أيام منها ٤ أيام في يناير والخامس في فبراير، وفي محطة الشرائع بلغت جملة الأيام ٢٥ يوماً منها ١٦ يوم في يناير و٥ أيام في فبراير وأربعة أيام في ديسمبر، وزيادة عدد الأيام في محطة الشرائع يرجع إلى تأثرها بالرياح الشمالية في الشتاء أكثر من المحطات الواقعة داخل الكتلة العمرانية بالمدينة.

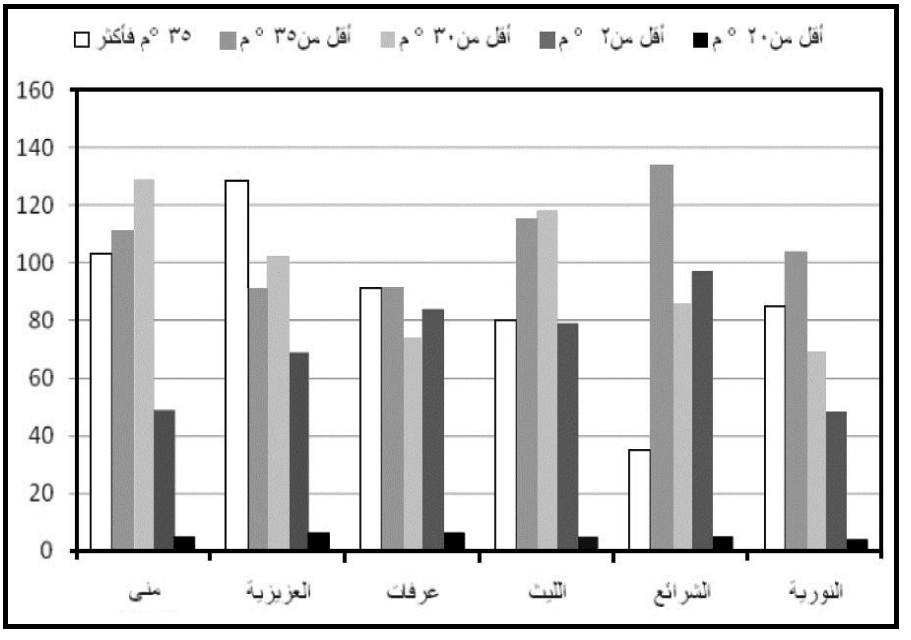
- **الأيام التي تنخفض بها درجة الحرارة عن ٢٥°م :**

تتراوح درجة الحرارة بهذه الأيام من ٢٠°م إلى أقل من ٢٥°م، ويبلغ متوسط عدد أيام هذه الفئة ٧١ يوما بالمدينة، وتتباين أجزاء المدينة في عدد الأيام ، إلا أن أطراف المدينة سجل بها أكبر عدد من الأيام فبلغ في الشرائع والليث وعرفات ٩٧ و ٧٩و ٨٤، يوماً على الترتيب بينما بلغت في منى والعزيزية ٤٩ و٦٩ يوماً على الترتيب.

جدول (٥) : تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات خلال الفترة من ٢٠٠٤/١/١ – ٢٠٠٥/١/٣١.

المحطة	أقل من ٢٠°م	أقل من ٢٥°م	أقل من ٣٠°م	أقل من ٣٥°م	من ٣٥° فأكثر
منى	٥	٤٩	١٢٩	١١١	١٠٣
العزيزية	٦	٦٩	١٠٢	٩١	١٢٩
عرفات	٦	٨٤	٧٤	٩١	٩١
الليث	٥	٧٩	١١٨	١١٥	٨٠
الشرائع	٢٥	٩٧	٨٦	١٣٤	٣٥
النورية	٤	٤٨	٦٩	١٠٤	٨٥
المتوسط	٨.٥	٧١	٩٣.٦	١٠٧.٦	٨٧.١

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على الملاحق من ١-١٤.



شكل (٩) : تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات خلال الفترة من ٢٠٠٤/١/١ – ٢٠٠٥/١/٣١.

- **الأيام التي تنخفض بها درجة الحرارة عن ٣٠°م :**

يصل متوسط عدد الأيام في مدينة مكة ٩٣.٦ يوماً وتتباين عدد الأيام بين أجزاء المدينة، إلا أن الأطراف يقل بها عدد الأيام فتصل إلى ٨٦، ٦٩، ٧٤ يوم بمحطات الشرائع والنورية وعرفات على الترتيب. بينما تزداد في وسط المدينة لتصل إلى ١٢٩، ١٠٢ يوماً في محطتي منى والعزيزية.

- **الأيام التي تنخفض بها درجة الحرارة عن ٣٥°م :**

تشكل هذه الفئة أعلى أيام درجة الحرارة المسجلة في مدينة مكة إذ يبلغ متوسط عدد الأيام ١٠٧.٦ يوماً، ويتباين عدد الأيام بين المحطات فتبلغ في منى ١١١ يوم وفي العزيزية ٩١ يوم وفي عرفات ٩١ يوماً وفي الليث ١١٥ يوم وفي الشرائع ١٣٤ يوماً وفي النورية ١٠٤ يوماً.

- **الأيام التي تزيد بها درجة الحرارة عن ٣٥°م :**

يتباين عدد الأيام التي تزيد بها درجة الحرارة عن ٣٥°م من منطقة لأخرى بالمدينة إلا أن وسط المدينة (الكتلة العمرانية) سجل بها أكبر عدد للأيام فبلغ في العزيزية ١٢٩ يوم وفي منى ١٠٣ يوم في حين بلغ في النورية ٨٥ يوم وفي الشرائع ٣٥ يوم وفي الليث ٨٠ يوم.

ب) التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهور السنة :

١- التباين اليومي لدرجة الحرارة بشهر يناير :

بالنظر إلى البيانات الواردة في ملحق رقم (١) وشكل (١٠) يتضح تباين درجات الحرارة اليومية بشهر يناير، فالأيام الأولى من الشهر تتسم بارتفاع درجة الحرارة عن منتصف ونهاية الشهر، إلا أن التباين بين درجات الحرارة اليومية محدود، ويدل على ذلك قيم الانحراف المعياري للبيانات اليومية ، فتبلغ قيمة الانحراف المعياري في محطتي الليث وعرفات ١.٩، وفي محطتي العزيزية ومنى ٢.١ وفي محطة الشرائع ٢، كما يظهر في جدول (٦).

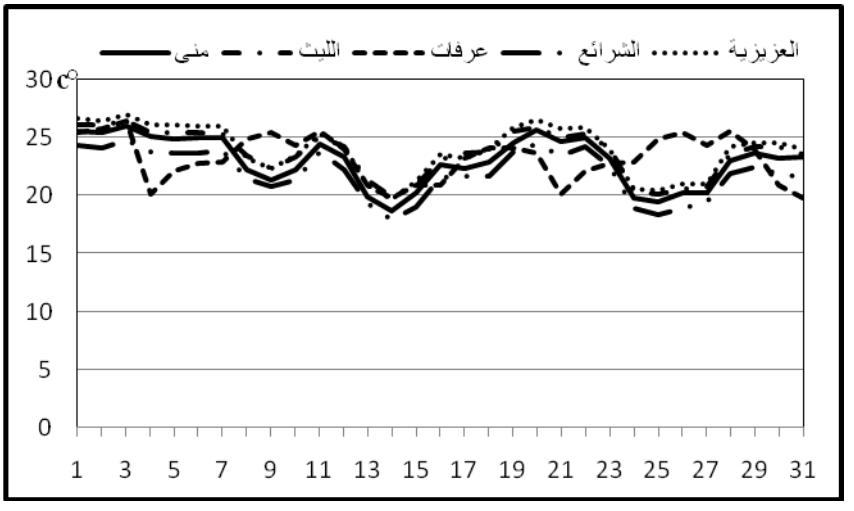
وأعلى درجات حرارة يومية سجلت يوم ٣ بجميع المحطات وبلغت ٢٥.٩°م بمنى، و٢٦.٤°م بمحطتي الليث وعرفات، ٢٤.٧°م بالشرائع، ٢٦.٩°م بالعزيزية (أعلى متوسط يومي بالشهر). وأدنى درجات حرارة يومية سجلت يوم ٤ بجميع المحطات وبلغت في منى والليث وعرفات والشرائع والعزيزية ١٨.٩ ، ١٩.٩، ١٩.٧، ١٧.٩، ١٩.٧°م على الترتيب.

وفي نهاية الشهر (يومي ٣٠-٣١) كانت بداية حج عام ١٤٢٤ يوم وقفة عرفة والعيد واتسمت درجة الحرارة خلال فترة الحج بالانخفاض حيث تراوحت من ١٩.٧ – ٢٤.٥°م.

وفي حج عام ١٤٢٥ (من يوم ٨-١٤ يناير) تميزت درجة الحرارة بالانخفاض، إذ تراوحت المتوسطات اليومية من ١٧.٨- ١٩.٧°م، وفي يوم وقفة عرفة واليوم التالي سجل بمحطة عرفة أعلى متوسط يومي لدرجة الحرارة بمقدار ٢١.٦°م، ٢٠.٦°م، فى حين سجلت العزيزية أعلى متوسطات يومية فى الأربعة أيام التالية (ملحق ١٣)، والسبب في ذلك يرجع إلي تركز الحجاج والسيارات في عرفات ثم إنتقالهم وتركزهم في الأربعة أيام التالية بالعزيزية.

جدول (٦) : الانحرافات المعيارية للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بالمحطات المختلفة عام ٢٠٠٤.

المكان	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
النورية	–	–	٢,٤	١,٨٧	٢,٢٥	١٥٥	١٠٥	٠,٧٨	١,٢٣	١,١٦	١,٧٨	٢,٠٩
منى	٢,١	٢,٦٨	٢,٣٤	١,٧٣	١,٩٣	١,٣٤	١,١٨	٠,٩٩	١,٣٣	١,٣٧	١,٧٧	١,٩٤
الليث	١,٩٩	٢,٢٤	٢,٠٣	١,٥٦	١,٨٢	١,٣٢	١,٠٨	٠,٨٣	١,١٤	١,٢٩	١,٤٤	١,٧٧
عرفات	١,٩٩	٢,٢١	١,٩٩	١,٤٩	١,٦٤	١,٠٦	٠,٨٥	٠,٨	٠,٩٨	١,٤٨	٠,٨٥	١,٨٣
الشرائع	٢,٠٤	٢,١٦	٢,٢٦	١,٦٢	١,٩٣	١,٣٢	١,١	٠,٨٧	١,١٢	١,١٣	١,٥٥	١,٦٥
العزيزية	٢,١٤	٢,٦١	٢,٢٩	١,٥٩	١,٨٤	١,٢٦	١,٠٨	٠,٩٣	١,٢١	١,٣٦	١,٦٧	١,٨٨



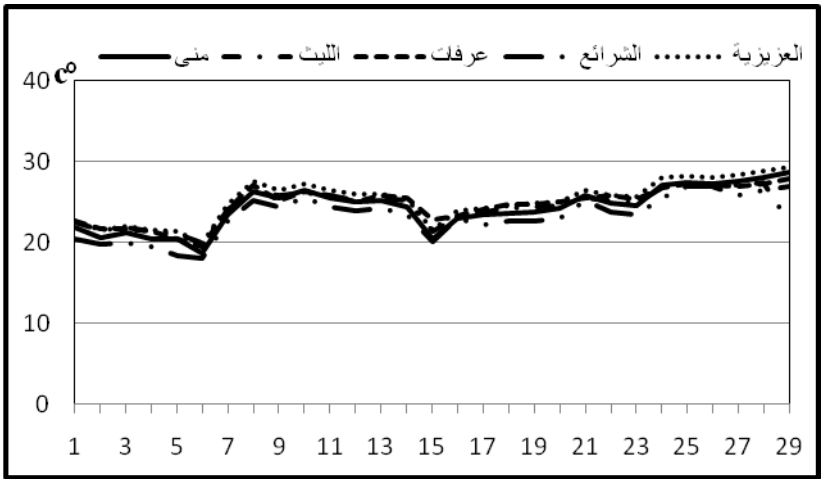
شكل (١٠) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر يناير ٢٠٠٤.

٢- التباين اليومي لدرجة الحرارة بشهر فبراير :

أستمر موسم حج عا م١٤٢٤هـ في الأربعة أيام الأولى من شهر فبراير، وبالتأمل في ملحق رقم (٢) وشكل (١١) يتضح أن السبعة أيام الأولى من الشهر هي امتداد لانخفاض درجة الحرارة بشهر يناير، وأدنى درجات حرارة يومية كانت يوم ٦ من الشهر في جميع المحطات، وبلغت درجة الحرارة اليومية بهذا اليوم بمحطات منى والليث وعرفات والشرائع والجامعة ١٨.٦°م، ١٩.٥°م، ١٩.٥°م، ١٨.١°م، ١٩.٧°م على الترتيب.

ومن خلال جدول (٦) يتضح التباين بين درجات الحرارة اليومية إذ تبلغ قيمة الانحراف المعياري في محطة منى ٢.٦، وفي الليث ٢.٢، وفي عرفات ٢.٢، وفي الشرائع ٢.٦، وفي الجامعة ٢.٦.

وبالانتقال إلى الأيام الوسطى من الشهر (١٠-٢٠) ترتفع درجة الحرارة بمعدل ٤°م، ويستمر الارتفاع في درجة الحرارة من يوم لآخر إلى أن تصل إلى أعلى متوسط يومي في نهاية الشهر (يوم ٢٩) بجميع المحطات فيما عدا محطة الليث والتى سجل بها أعلى درجة حرارة يوم ٢٨ بمقدار ٢٧.٤°م، وأعلى درجة حرارة يومية تبلغ فى منى ٢٨.٦°م، وفي عرفات ٢٧.٨°م وفي الشرائع ٢٦.٦°م، وفي الجامعة ٢٩.٣°م.



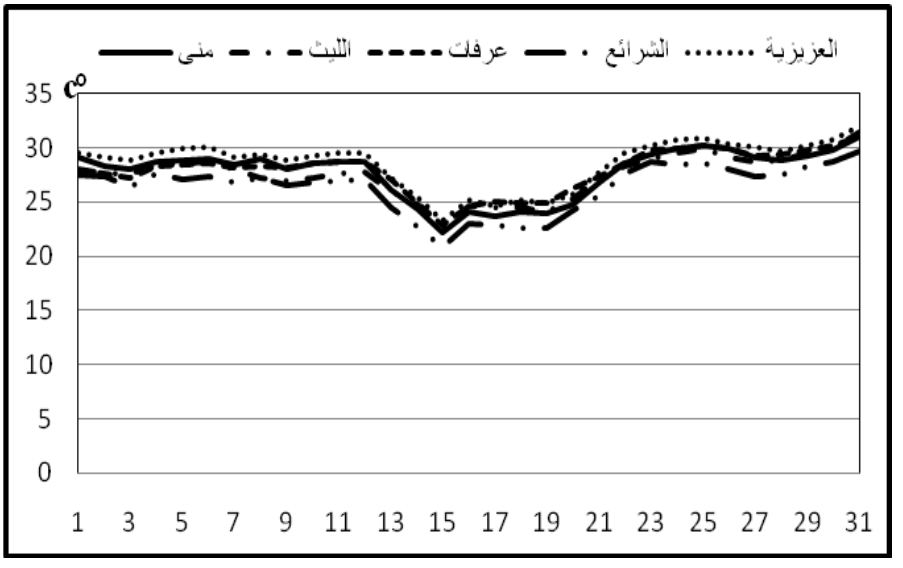
شكل (١١) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر فبراير ٢٠٠٤.

٣- التباين اليومي لدرجات الحرارة في شهر مارس :

يظهر من ملحق (٣) وشكل (١٢) أن المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة تتراوح من ٢٧-٣٠°م في الثلث الأول من الشهر (من يوم ١-١٢) ثم ينخفض المعدل في الثلث الأوسط من الشهر (من يوم ١٣-٢١) ليتراوح من ٢٠.٨ – ٢٧.٧°م، ثم ترتفع درجة الحرارة في الثلث الأخير (من يوم ٢٢-٣١) ليتراوح من ٢٧.٦ – ٣٢.٢°م.

وتوضح قيم الانحرافات المعياري للبيانات اليومية لدرجة الحرارة بشهر مارس تزايد التباين اليومي عن شهري يناير وفبراير، إذ يبلغ قيمة الانحراف في النورية ٢.٤، وفي منى ٢.٣، وفي الليث ٢، وفي عرفات ١.٩، وفي الشرائع ٢.٢، وفي الجامعة ٢.٢، وأدنى درجة حرارة يومية بالشهر بلغت ٢٠.٨ بمحطة الشرائع (يوم ١٥) في حين بلغت أعلى درجة حرارة يومية ٣٢.٢°م بالعزيزية (يوم ٣١).

ويوم ١٥ هو أدنى أيام الشهور في درجة الحرارة بجميع المحطات، إذ بلغ المتوسط اليومي في النورية ومنى والليث وعرفات والشرائع والجامعة ٢٢.٣، ٢٢.٢، ٢٢.٦، ١٢.٨، ٢٠.٨، ٢٣.٢°م على الترتيب، وفي يوم ٣١ سجل أعلى متوسطات يومية في جميع المحطات وبلغت ٣١.٦، ٣١.١، ٣١.٤، ٣٠.٩، ٢٩.٧، ٣٢°م في محطات النورية ومنى والليث وعرفات والشرائع والجامعة.



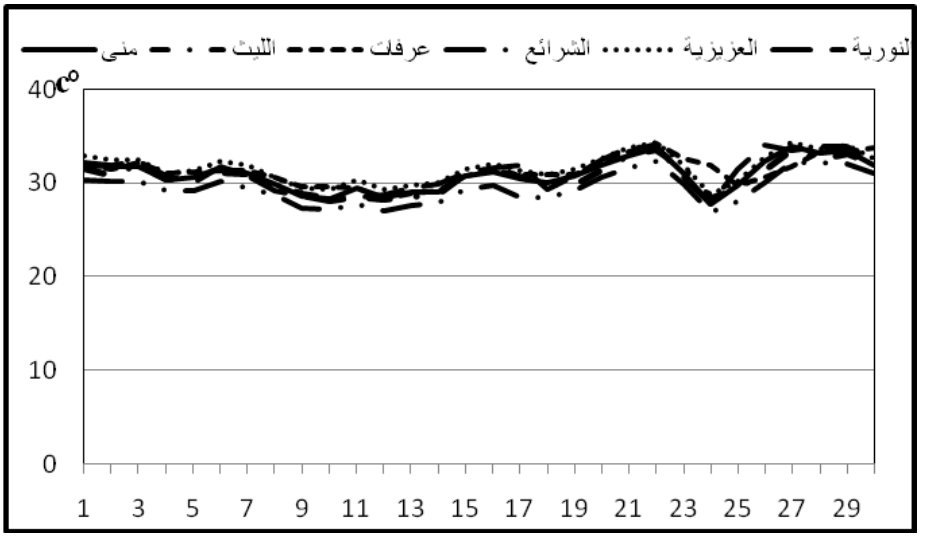
شكل (١٢) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر مارس ٢٠٠٤.

٤- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر إبريل :

انخفضت قيم الانحراف المعياري بجميع المحطات في هذا الشهر، إذ تراوح من ١.٤ -١.٨ (جدول ٦) وتفسير هذا الانخفاض هو تجانس المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بجميع المحطات، وبقراءة الأرقام الواردة في ملحق (٤) وشكل (١٣) تتضح هذه الحقيقة ، إذ تراوحت المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في النورية من ٢٨.١-٣٣.٩°م، وفي منى من ٢٧.٧-٣٣.٨°م، وفي الليث من ٢٨.٢ - ٣٣.٥°م، وفي عرفات من ٢٨.٢ - ٣٣.٧°م، وفي الشرائع من ٢٧.١ -٣٢.٣°م، وفي العزيزية من ٢٨.٧- ٣٤.٤°م، وهو أعلى متوسط بجميع المحطات.

وثمة ملاحظة أخرى يمكن قراءتها من البيانات والمنحنى الحراري بالمحطات وهي عدم الاتفاق بين أدنى وأعلى درجات حرارة يومية في يوم محدد من الشهر بين المحطات، فالمحطات الشمالية (الشرائع والنورية) سجل بهما أدنى درجة حرارة يومية يوم ١٠، وأعلى درجة حرارة يوم ٢٢.

وفي المحطات الوسطى (منى – العزيزية) سجل أدنى درجة حرارة يومية يوم ٢٤، وأعلى درجة حرارة يوم ٢٢، واختلف الحال في محطتي عرفات والليث، ففي محطة عرفات سجل أدنى درجة حرارة يوم ١٢ وأعلى درجة حرارة يوم ٣٠، وفي الليث سجل أدنى درجة حرارة يوم ١٢ وأعلى درجة حرارة يوم ٢٧.



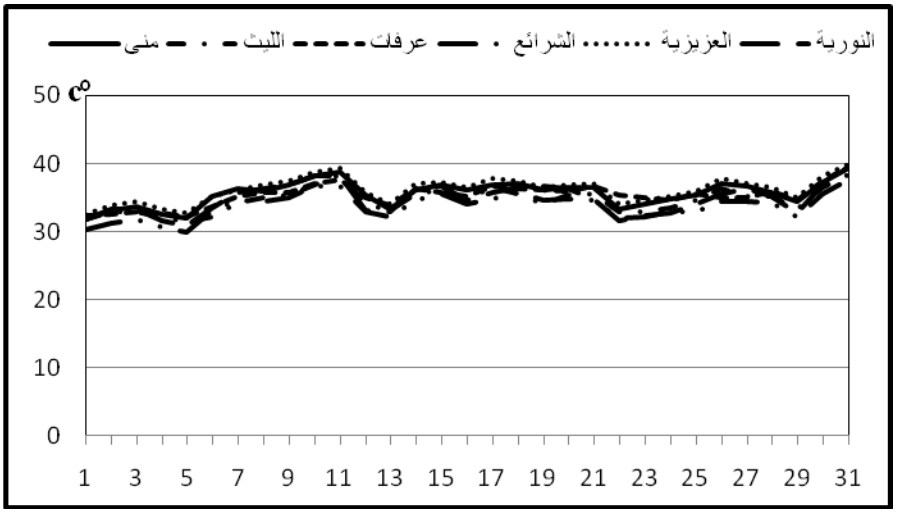
شكل (١٣) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر إبريل عام ٢٠٠٤.

٥- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر مايو :

يشهد شهر مايو تباينا واضحا في المتوسطات اليومية من بداية الشهر إلى نهايته، ملحق رقم (٥) وشكل (١٤)، ويبلغ معدل التزايد من بداية الشهر أن أخر يوم في الشهر نحو ٨°م بجميع المحطات، وتتراوح المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة من ٣٠.٨ – ٣٩.٨°م.

وفى يوم ٣١ مايو سجل أعلى متوسطات يومية لدرجة الحرارة ليس في شهر مايو فحسب وإنما في العام كله، وبلغت في النورية ٣٩.٦°م، وفي منى ٣٩.٣°م، وفي الليث ٣٨.٤°م وفي عرفات ٣٩.٤°م، وفي الشرائع ٣٧.٦°م، وفي الجامعة ٣٩.٨°م.

وفي يوم ٥ سجل أدنى متوسطات يومية لدرجة الحرارة بجميع المحطات وبلغت في النوريــة ومنــى والليـث وعرفـات والشـرائع والجامعـة نحـو ٣٠.٨، ٣١.٩، ٣١.٤، ٣٢.٢، ٢٩.٩، ٣٢.٧°م على الترتيب.

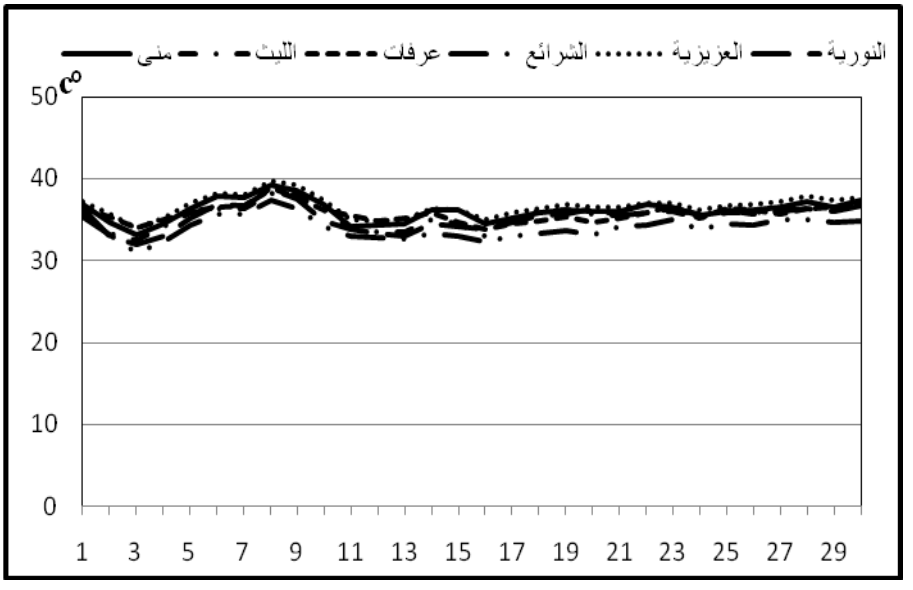


شكل (١٤) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر مايو عام ٢٠٠٤.

٦- **التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر يونيو :**

يمكن تقسيم أيام شهر يونيو إلى فترتين تبعاً لتجانس أو تشتت المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة، **الفترة الأولى:** هي الأيام العشر الأولى من الشهر (من يوم ١-١٠) والمتميزة بتباين واضح في درجات الحرارة اليومية ، إذ تتراوح درجات الحرارة اليومية بها بجيمع المحطات من ٣١.٩-٣٩.٧°م بمدى يصل إلى ٧.٨°م. والسبب في ذلك أن هذه الفترة سجل بها أدنى درجة حرارة يومية بجميع المحطات يوم ٣، وأعلى درجة حرارة يومية، بجميع المحطات يوم ٨.

الفترة الثانية: هي الأيام الباقية من الشهر (من يوم ١١- ٣٠) وتميزت هذه الفترة بتجانس المتوسطات اليومية، كما يظهر فى ملحق رقم (٦) وشكل (١٥) وتراوحت درجة الحرارة اليومية بهذه الفترة من ٣٢.٩ – ٣٧.٧°م بمدى يصل إلى ٤.٨°م.

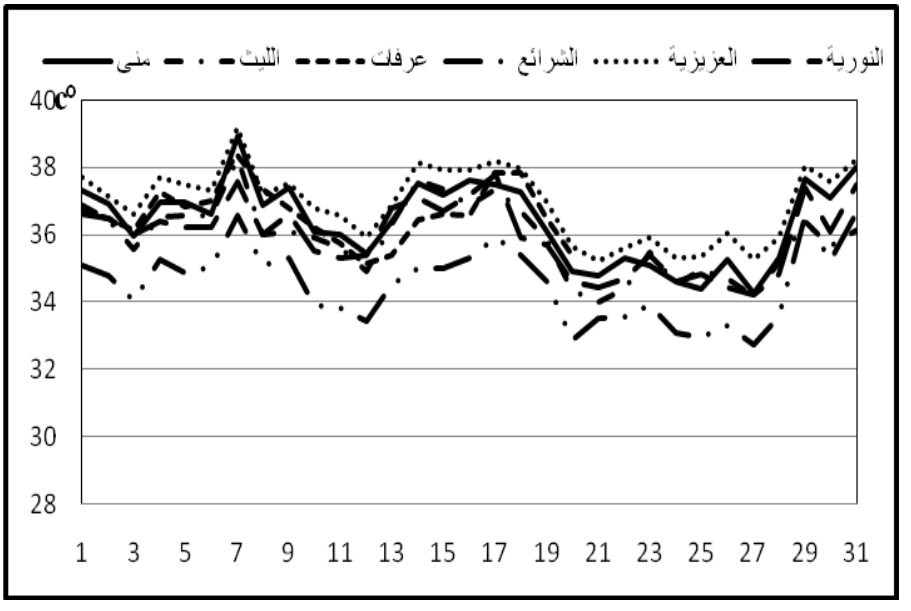


شكل (١٥) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر يونيو ٢٠٠٤.

٧- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر يوليو :

من خلال ملحق (٧) وشكل (١٦) يلاحظ أن أعلى درجات حرارة يومية سجلت يوم ٧ بجميع المحطات وبلغت في النورية ٣٧.٦°م وفي منى ٣٨.٩°م، وفي الليث ٣٨.٢°م، وفي الشرائع ٣٦.٦°م، وفي العزيزية ٣٩.١°م. في حين سجل أدنى درجات حرارة يومية بجميع المحطات يوم ٢٧، ويمكن أن نستشف من ذلك أن بداية الشهر مرتفعة في درجة الحرارة عن نهايته.

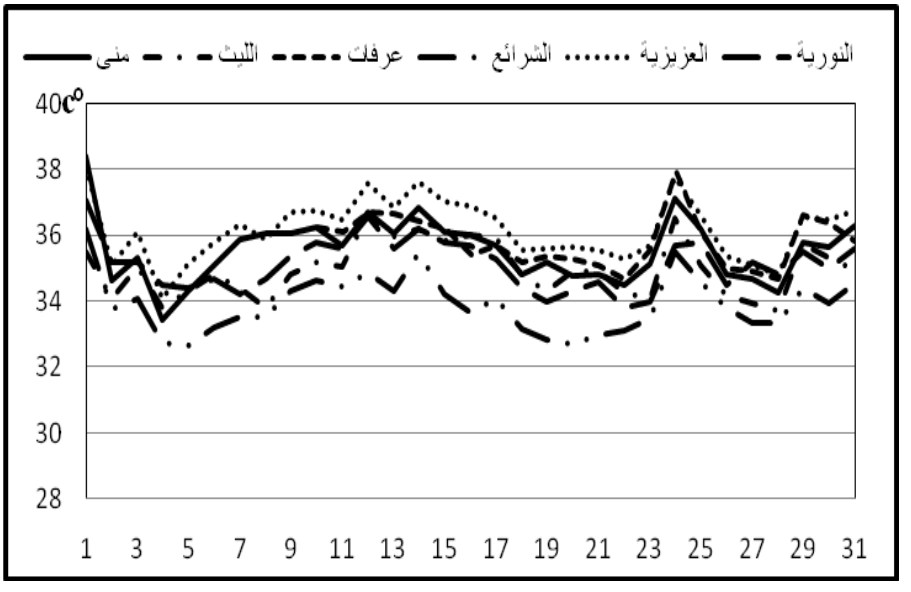
وتراوحت المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بشهر يوليو من ٣٢.٧-٣٩°م بمدى ٦.٤°م، واختلف هذا المدى من محطة لأخرى، حيث تراوحت درجة الحرارة بالنورية من ٢٤.٢ – ٣٧.٦°م، (المدى ٣.٤°م) وفي الليث تراوحت درجة الحرارة من ٣٤.١ – ٣٨.٢°م (المدى ٤.١°م) وفي الشرائع تراوحت درجة الحرارة من ٣٢.٧ – ٣٦.٦°م (المدى ٣.٩°م) وفي منى تراوحت درجة الحرارة من ٣٤.٢ – ٣٨.٢°م (المدى ٤°م) وفي العزيزية تراوحت درجة الحرارة من ٣٥.٢ – ٣٩.١°م من (المدى ٣.٩°م).



شكل (١٦) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر يوليو ٢٠٠٤.

٨- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر أغسطس :

يظهر من جدول (٦) انخفاض قيم الانحراف المعياري عن الواحد الصحيح بجميع المحطات، ويعنى هذا تقارب البيانات اليومية لدرجة الحرارة، وبتتبع الأرقام الواردة في ملحق (٨) وشكل (١٧) يمكن التدليل على ذلك مع استثناء درجة حرارة اليوم الأول من الشهر (أعلى درجة حرارة سجلت بمعظم المحطات)، حيث تراوحت درجة الحرارة اليومية بمحطة النورية من ٣٣.٨ – ٣٦.٢°م (بمدى ٢.٤°م) وفي منى تتراوح درجة الحرارة اليومية من ٣٣.٤ – ٣٦.٢°م (بمدى ٢.٨°م) وفي الليث تتراوح درجة الحرارة اليومية من ٣٣.٨ – ٣٦.٦°م (بمدى ٢.٨°م) وفي الشرائع تتراوح درجة الحرارة اليومية من ٣٢.٧ – ٣٥.٤°م (بمدى ٢.٧°م) وفي العزيزية تراوحت درجة الحرارة من ٣٤.١ – ٣٧.٧°م (بمدى ٣.٦°م).



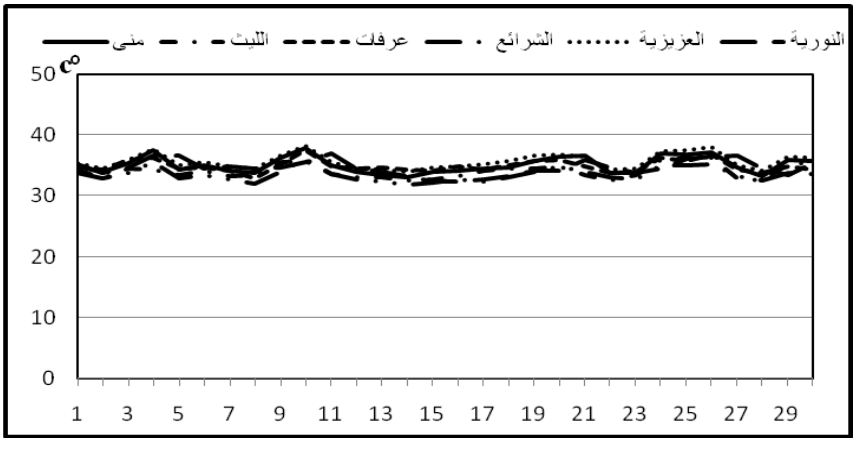
شكل (١٧) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر أغسطس ٢٠٠٤.

٩- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر سبتمبر :

من خلال شكل (١٨) يتضح أن المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة تتقارب مع بعضها البعض في جميع المحطات خلال اليوم الواحد، وتتراوح درجات الحرارة اليومية من ٣١.٧°م – ٣٨.١°م.

وسجل بيوم ١٠ أعلى متوسطات يومية لدرجة الحرارة بجميع المحطات وبلغت في النورية ومنى والليث وعرفات والشرائع والعزيزية نحو ٣٦.٩، ٣٧.٨، ٣٥.٦، ٣٧.٥، ٣٦.١، ٣٨°م على الترتيب.

واليوم الذي سجل به أدنى درجة حرارة يومية اختلف من محطة لأخرى، ففي محطات النورية ومنى والشرائع كان يوم ١٤ هو أدنى درجة حرارة وبلغت ٣٢.٤، ٣٢.٩، ٣١.٧°م بالمحطات الثلاثة على الترتيب. وفي محطة الليث يوم ٢٢ وبلغت درجة الحرارة ٣٢.٥°م، فى محطة عرفات يوم ٨ وبلغت درجة الحرارة ٣٢.٨°م، وفي محطة العزيزية يوم ٢٨ وبلغت درجة الحرارة ٣٤°م (ملحق ٩).



شكل (١٨) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر سبتمبر ٢٠٠٤.

١٠- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر أكتوبر :

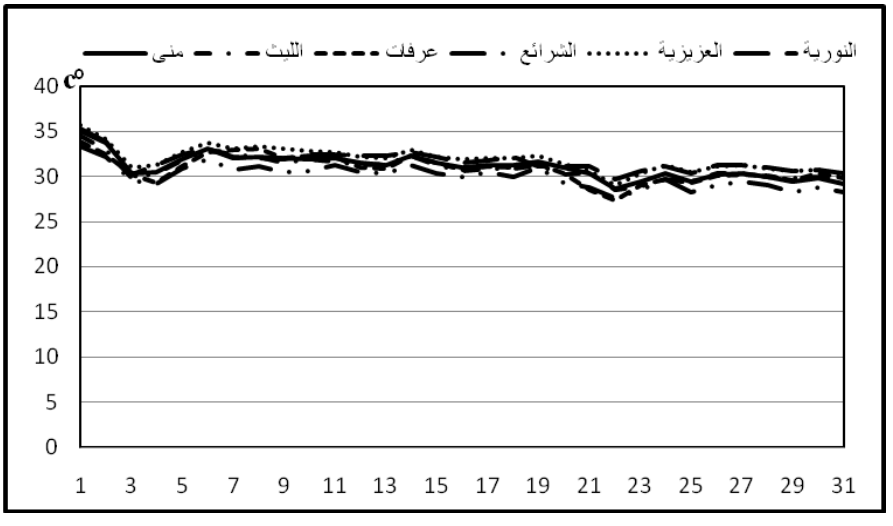
تتميز درجات الحرارة اليومية بشهر أكتوبر بالانخفاض الملحوظ بدءاً من اليوم الأول وصولاً إلى أخر يوم بالشهر، وبالرجوع إلى محلق (١٠) وشكل (١٩) يتضح أن اليوم الأول من الشهر هو أعلى أيام الشهر في درجات الحرارة بجميع المحطات، حيث بلغت في النورية ومنى والليث وعرفات والشرائع والعزيزية نحو ٣٥.٣ ، ٣٤.٩، ٣٤.٤، ٣٣.٨، ٣٣.٣، ٣٥.٦°م على الترتيب.

وسجل بيوم ٢٢ أدنى درجة حرارة يومية في جميع المحطات وبلغت في النورية ٢٩.٦°م، وفي منى ٢٨.٦°م، وفي الليث ٢٨.٥°م، وفي عرفات ٢٧.٣°م، وفي الشرائع ٢٧.٥°م، وفي العزيزية ٢٨.٩°م.

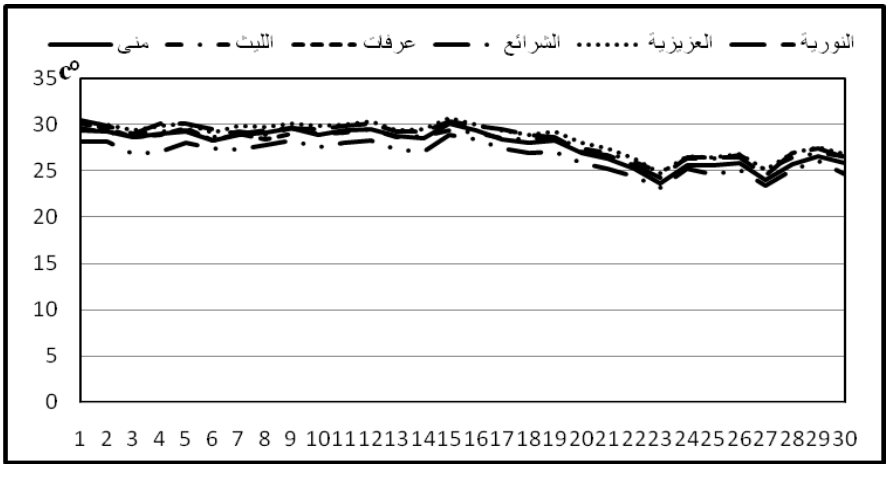
١١- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر نوفمبر :

من خلال شكل (٢٠) نلاحظ أن أيام شهر نوفمبر تتسم باستمرار الانخفاض فى درجة الحرارة اليومية حتى تصل إلى أدنى قيمة لها يوم ٢٣ بجميع المحطات، هذا وتبلغ درجة الحرارة في النورية ٢٤.٣°م، وفي منى ٢٣.٦°م وفي الليث ٢٤.٨°م وفي الشرائع ٢٣.١°م، وفي العزيزية ٢٤.٧°م. ويختلف اليوم الذي سجل به أعلى درجة حرارة من محطة لأخرى،

ففي النورية بلغت أعلى درجة حرارة ٣٠.٤°م في اليوم الأول من الشهر، وفي الليث بلغت ٢٩.٦°م في ذات اليوم. وفي محطات منى والشرائع والعزيزية سجل بيوم ١٥ أعلى درجة حرارة بمقدار ٣٠، ٢٨.٨، ٣٠.٦°م، على الترتيب.



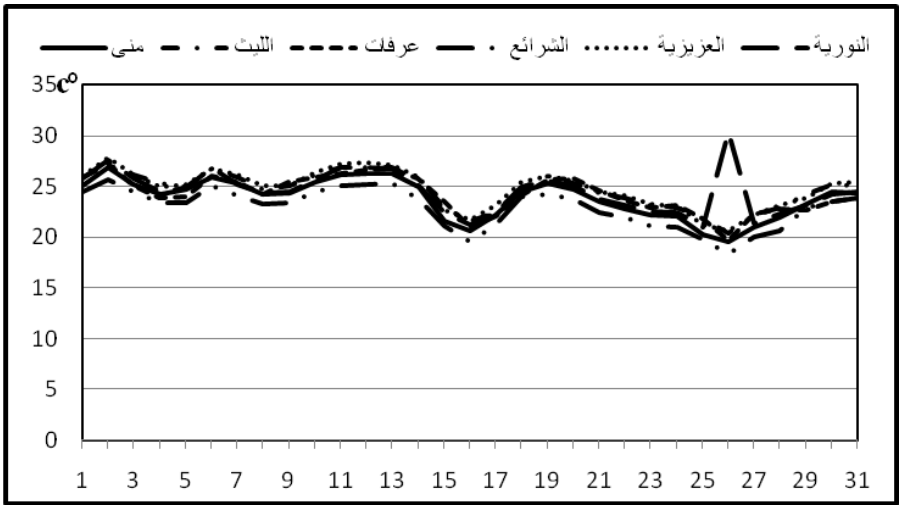
شكل (١٩) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر أكتوبر ٢٠٠٤.



شكل (٢٠) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر نوفمبر ٢٠٠٤.

١٢- التباين اليومي لدرجة الحرارة في شهر ديسمبر :

بالانتقال إلى أيام شهر ديسمبر ووصولاً إلى بداية أيام الشتاء نلاحظ الانخفاض في درجات الحرارة، حيث تسجل أدنى درجات حرارة يومية بجميع المحطات يوم ٢٥، وتبلغ في النورية ٢١°م، وفي منى ٢٠.١°م، وفي الليث ٢١.٨°م، وفي عرفات ٢١.٨°م، وفي الشرائع ١٩.٦°م، وفي العزيزية ٢١.٢°م شكل (٢١) ويسجل باليوم الثاني من الشهر أعلى درجة حرارة يومية بجميع المحطات فتبلغ في النورية ومنى والليث وعرفات والشرائع والجامعة ٢٧.٦، ٢٦.٨، ٢٧.١، ٢٧.٢، ٢٥.٦، ٢٧.٨°م على الترتيب.



شكل (٢١) : التباينات اليومية لدرجة الحرارة في محطات العزيزية والشرائع وعرفات والليث ومني خلال شهر ديسمبر ٢٠٠٤.

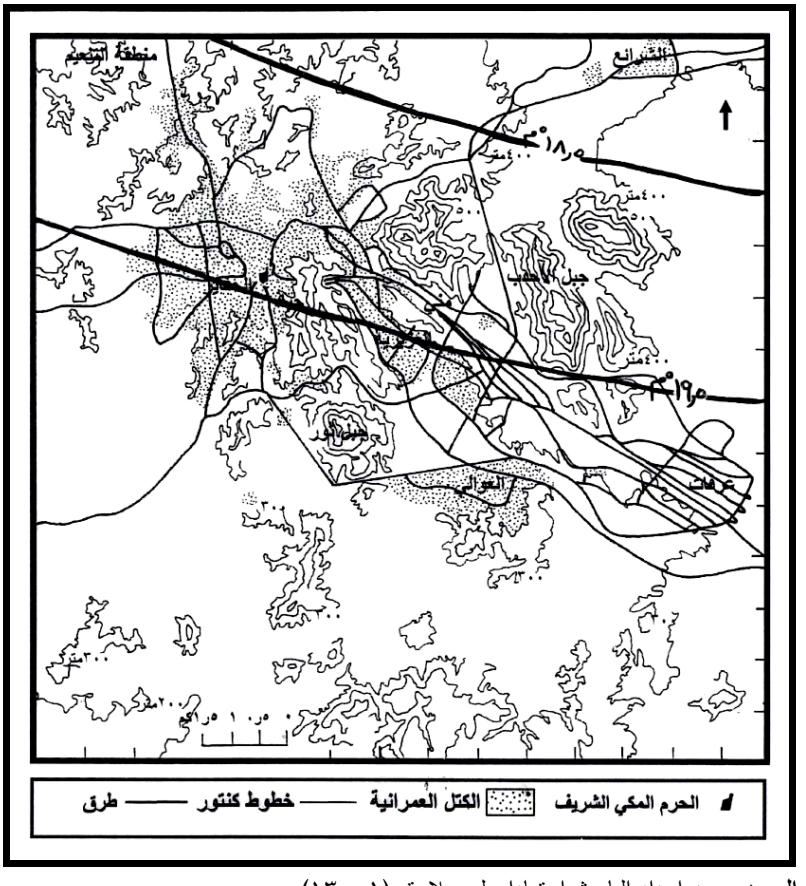
ثالثاً : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

تتباين درجة الحرارة اليومية من منطقة لأخرى بمدينة مكة خلال فترة الدراسة ، إلا أن أطراف المدينة هي أدنها حرارة طوال أيام وشهور السنة، بينما وسط المدينة هي أعلى المناطق حرارة ويظهر ذلك بقراءة الأشكال من (٢٤-٣٥) وفيما يلي دراسة توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من خلال : **توزيع أدنى وأعلى درجة حرارة يومية والتوزيع الشهري لدرجة الحرارة** بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

أ) توزيع أدنى وأعلى درجة حرارة يومية :

١- توزيع أدنى درجة حرارة يومية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

من دراسة التباين اليومي لدرجة الحرارة اتضح أن يوم ١٤ يناير هو أدنى أيام السنة في درجة الحرارة، ومن خلال شكل (٢٢) والموضح لتوزيع أدنى درجة حرارة بمدينة مكة يتضح مرور خطين تساوي للحرارة على المدينة هما ١٨.٥، ١٩.٥°م، ويمرا على الثلث الشمالي لمنطقة الدراسة من الغرب إلى الشرق مع انبعاج في المنتصف نحو الجنوب.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي ملاحق (١ – ١٣).

شكل (٢٢) : توزيع أدني درجة حرارة يومية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عام ٢٠٠٤.

ويكون الخطين ثلاثة نطاقات حرارية، **الأول:** تنخفض به درجة الحرارة عن ١٨.٥°م، ويضم شمال شرق المنطقة، (منطقة الشرائع).

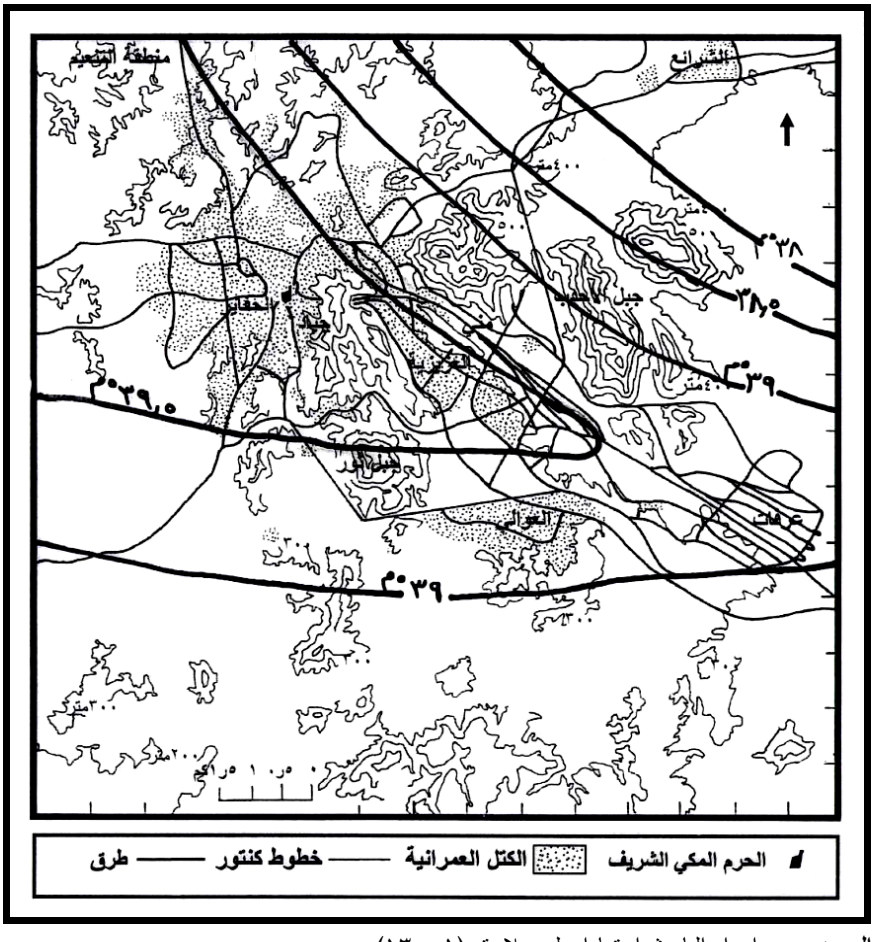
والنطاق الثاني: تنخفض به درجة الحرارة عن ١٩.٥°م ويقع جنوب النطاق الأول، ويضم النصف الشمالي للكتلة العمرانية بالمدينة (أحياء شمال الحرم) وهي الأحياء المحيطة بجبل النور والخنساء والزاهر والحجون والمعابدة ومنطقة التنعيم والششة إضافة إلى الحرم والمناطق المحيطة به ومنى وشمال مزدلفة.

النطاق الحراري الثالث: تزيد درجة الحرارة به عن ١٩.٥°م، ويضم النصف الجنوبي للمدينة (أحياء جنوب الحرم) وهي باقي العزيزية والحفايرة، والطنبطاوي والمسفلة والمريحة والعوالي والشوقية وجنوب مزدلفة وعرفات من المشاعر المقدسة.

٢- توزيع أعلى درجة حرارة يومية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

سجلت أعلى درجة حرارة يومية بالمدنية يوم ٣١ مايو، وبقراءة شكل (٢٣) والموضح لتوزيع أعلى درجة حرارة يتضح مرور أربعة خطوط تساوي للحرارة في مدينة مكة وهي ٣٨، ٣٨.٥، ٣٩، ٣٩.٥°م، وتقسم منطقة الدراسة إلى خمس نطاقات حرارية.

- **النطاق الأول** : ينخفض به درجة الحرارة عن ٣٨°م، هو أدنى النطاقات حرارة، ويضم شمال شرق المنطقة (منطقة الشرائع).
- **النطاق الثاني** : يقع جنوب النطاق الأول في شكل شريط ضيق ويمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ولا يقع به أحياء سكنية
- **النطاق الثالث** : يمتد في منطقتين الأولى تقع جنوب النطاق الثاني فى شكل شريط ويضم جبل الأحدب والصباغ والأجزاء الشمالية من منطقة المعابدة، والمنطقة الثانية تقع في جنوب المنطقة إلى الجنوب من عرفات والعوالي.
- **النطاق الرابع** : يمتد في شكل قوس ويضم مناطق العوالي وعرفات والمزدلفة ومنى والشمال الشرقي لأحياء المعابدة والخنساء.
- **النطاق الخامس** : تزيد به درجة الحرارة عن ٣٩.٥°م ويضم وسط وشمال غرب المدينة (الحرم والمناطق المحيطة به والعزيزية ومنطقة التنعيم).



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي ملاحق (١ – ١٣).

شكل (٢٣) : توزيع أعلي درجة حرارة يومية بمدينة مكة والمشاعر المقدسة عام ٢٠٠٤.

ب) التوزيع الشهري لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

إن دراسة التوزيع والتباين المكاني للمتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة تعد من الأهداف الرئيسية للبحث، ولتحقيق ذلك تم حساب متوسط درجة الحرارة بكل شهر، ثم حولت إلى خرائط موضحة للتوزيع المكاني لدرجة الحرارة بمكة المكرمة. وفيما يلي دراسة التوزيع بكل شهر من شهور السنة.

١. شهور الشتاء :

شهور الشتاء هي أدنى شهور السنة في درجة الحرارة، بل إن التوزيع المكاني لدرجة الحرارة بالمدينة يتسم بعدم وجود جزر حرارية حيث تمتد خطوط الحرارة في نفس المسارات العامة لدرجة الحرارة بالمملكة ويتضح ذلك من مقارنة خرائط توزيع درجة الحرارة بشهور ديسمبر ويناير وفبراير أشكال (٢٤، ٢٥، ٢٦) بالخرائط الصادرة بالأطلس المناخي للمملكة العربية السعودية، ويتباين توزيع درجة الحرارة في المدينة من شهر لآخر كما يظهر في العرض التالي.

- **التباين المكاني لدرجة الحرارة في شهر ديسمبر:**

شهر ديسمبر هو البداية الحقيقية لانخفاض درجة الحرارة بمدينة مكة، إذ يتراوح معدل الانخفاض بالانتقال من نوفمبر إلى ديسمبر من ١.٨ – ٤.٩°م، وسجل أعلى معدل للانخفاض بعرفات بمقدار ٤.٩°م، في حين سجل أدنى معدل بمحطة مكة المكرمة (٢.٨°م).

ويظهر من شكل رقم (٢٤) مرور أربعة خطوط تساوي للحرارة بالمدينة، أدناها خط ٢٣.٥°م ويمر في شمال شرق المنطقة ليضم بداخله منطقة الشرائع (أدنى مناطق المدينة بدرجة الحرارة) ثم خطوط ٢٤، ٢٤.٥، ٢٥°م، وأعلى مناطق المدينة في درجة الحرارة هي المنطقة الشمالية الغربية، في حين تتراوح درجة الحرارة بمنطقة الحرم والمشاعر المقدسة من ٢٣.٥ – ٢٥°م.

- **التباين المكاني لدرجة الحرارة في شهر يناير :**

شهر يناير هو أدنى شهور السنة في درجة الحرارة بالمدينة، إذ يبلغ معدل درجة الحرارة بالمدينة ٢٣.٥°م، ويدل على انخفاض درجة الحرارة اختفاء خطوط ٢٤، ٢٤.٥، ٢٥°م، وظهور خطوط ٢٢.٥، ٢٣°م بشهر يناير (شكل ٢٥). ويمر على المدينة خلال يناير ثلاثة خطوط تساوي هي ٢٢.٥، ٢٣، ٢٣.٥°م، وأعلى المناطق في درجة الحرارة هي الكتلة العمرانية للمدينة والتي تتراوح درجة الحرارة بها من ٢٣.٥ – ٢٤°م، وتنخفض درجة الحرارة بالاتجاه نحو الشمال والشمال الشرقي، وأدنى أجزاء المدينة في درجة الحرارة هي شمال شرق المدينة.

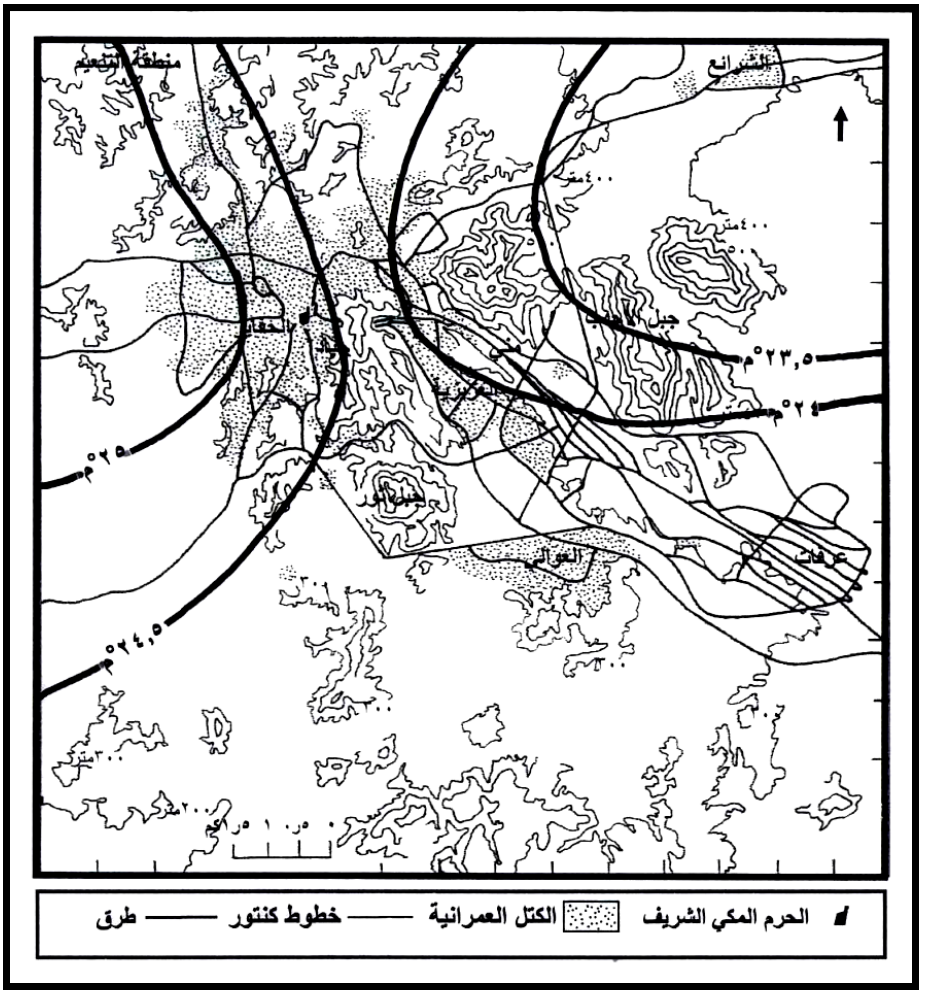
جدول (٧) : المتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمحطات النورية ومني والشرائع والليث وعرفات والعزيزية عام ٢٠٠٤ والمعدل الشهري لمحطة مكة.

الشهر	النورية	الشرائع	الليث	عرفات	منى	العزيزية	محطة مكة
يناير	–	٢٢	٢٣,٧	٢٣,٢	٢٣	٢٤	٢٣,٩
فبراير	–	٢٣,١	٢٤,٤	٢٤,٥	٢٤,١	٢٥	٢٤,٥
مارس	٢٧,٢	٢٦,٣	٢٧,٤	٢٧,٨	٢٧,٧	٢٨,٦	٢٧,٢
أبريل	٣١,١	٢٩,٤	٣٠,٧	٣١,٢	٣٠,٨	٣١,٧	٣٠,٨
مايو	٣٤,٨	٣٣,٧	٣٤,٦	٣٥,٢	٣٥,٦	٣٦,١	٣٤,٣
يونيو	٣٥,٣	٣٣,٩	٣٥,٤	٣٥,٧	٣٦,٢	٣٦,٧	٣٥,٧
يوليو	٣٥,٩	٣٤,٥	٣٥,٩	٣٦,٦	٣٦,٤	٣٧	٣٥,٨
أغسطس	٣٥,١	٣٣,٨	٣٤,٩	٣٥,٨	٣٥,٦	٣٦,٢	٣٥,٦
سبتمبر	٣٤,٥	٣٣,٤	٣٤	٣٤,٨	٣٥	٣٥,٦	٣٥
أكتوبر	٣١,٦	٢٩,٩	٣٠,٩	٣٠,٨	٣١,١	٣١,٨	٣٢,١
نوفمبر	٢٨,٣	٢٦,٦	٢٨	٢٩	٢٧,٧	٢٨,٦	٢٨,٣
ديسمبر	٢٤,٥	٢٢,٨	٢٤,٦	٢٤,١	٢٣,٨	٢٤,٢	٢٥,٥

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على ملاحق (١-١٣).

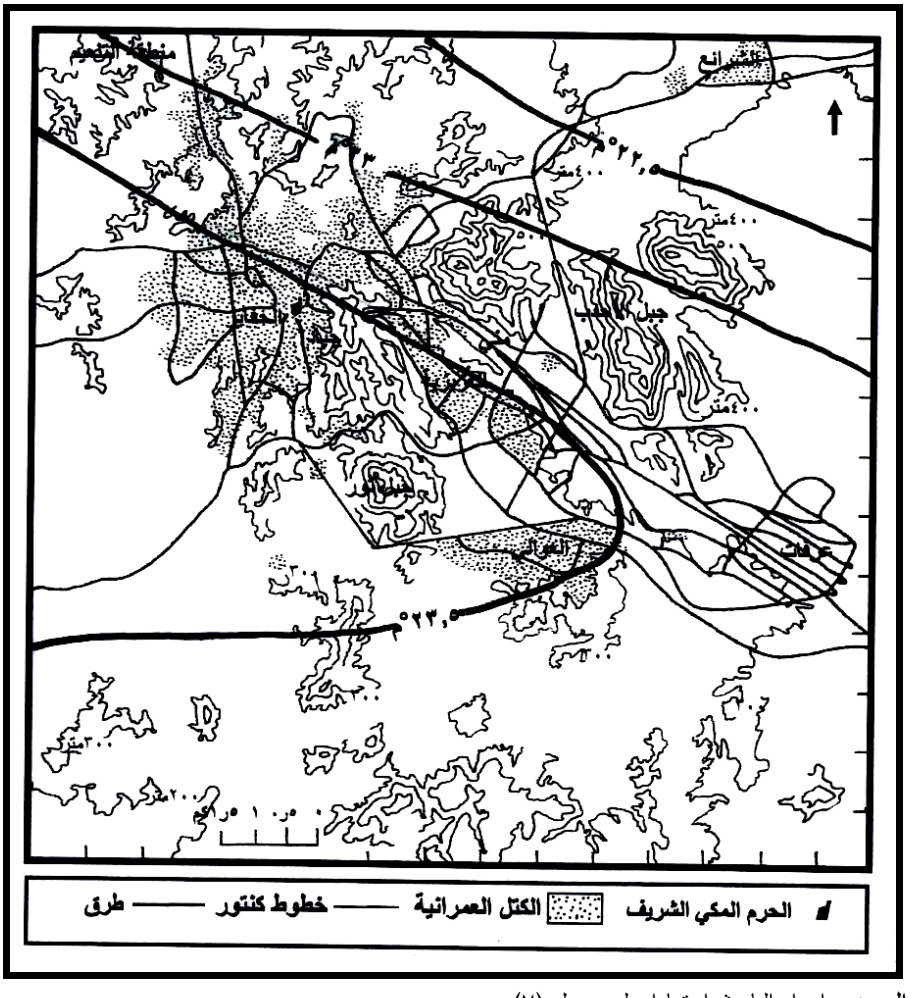
– بيانات غير متوفرة.

– معدل الحرارة بمحطة مكة للفترة من ١٩٨٠-٢٠٠٧م.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٢٤) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر ديسمبر عام ٢٠٠٤.



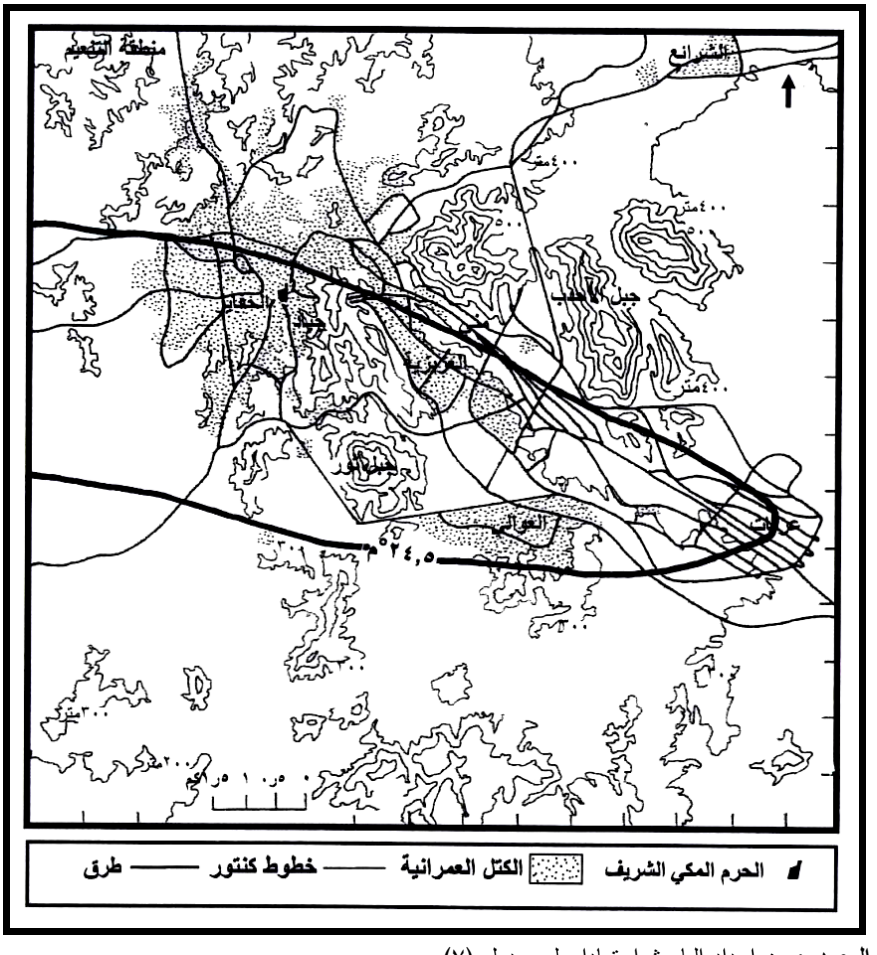
المصدر: إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٢٥) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر يناير عام ٢٠٠٤.

- **التباين المكاني لدرجة الحرارة في شهر فبراير :**

يتسم شهر فبراير بتجانس حراري بمكة المكرمة والمشاعر المقدسة، إذ لا يمر سوى خط ٢٤.٥°م، مكوناً نطاقين حراريين.

النطاق الأول : تزيد به درجة الحرارة عن ٢٤.٥°م، وهي جزيرة حرارية ضخمة مغلقة في شرق المنطقة عند عرفات ومفتوحة في غرب المنطقة وتضم الحرم المكي والمناطق العمرانية جنوب الحرم، والعزيزية ومنى ومزدلفة والعوالي (شكل ٢٦).



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٢٦) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر فبراير عام ٢٠٠٤.

والنطاق الثاني: هو باقي منطقة الدراسة شمال وجنوب الجزيرة الحرارية، وتتعادل درجة الحرارة بهذا المناطق، إلا أنها لا تنخفض عن ٢٣°م، إذ سجل بالشرائع أدنى درجة حرارة بمقدار ٢٣°م.

٢. شهور الربيع :

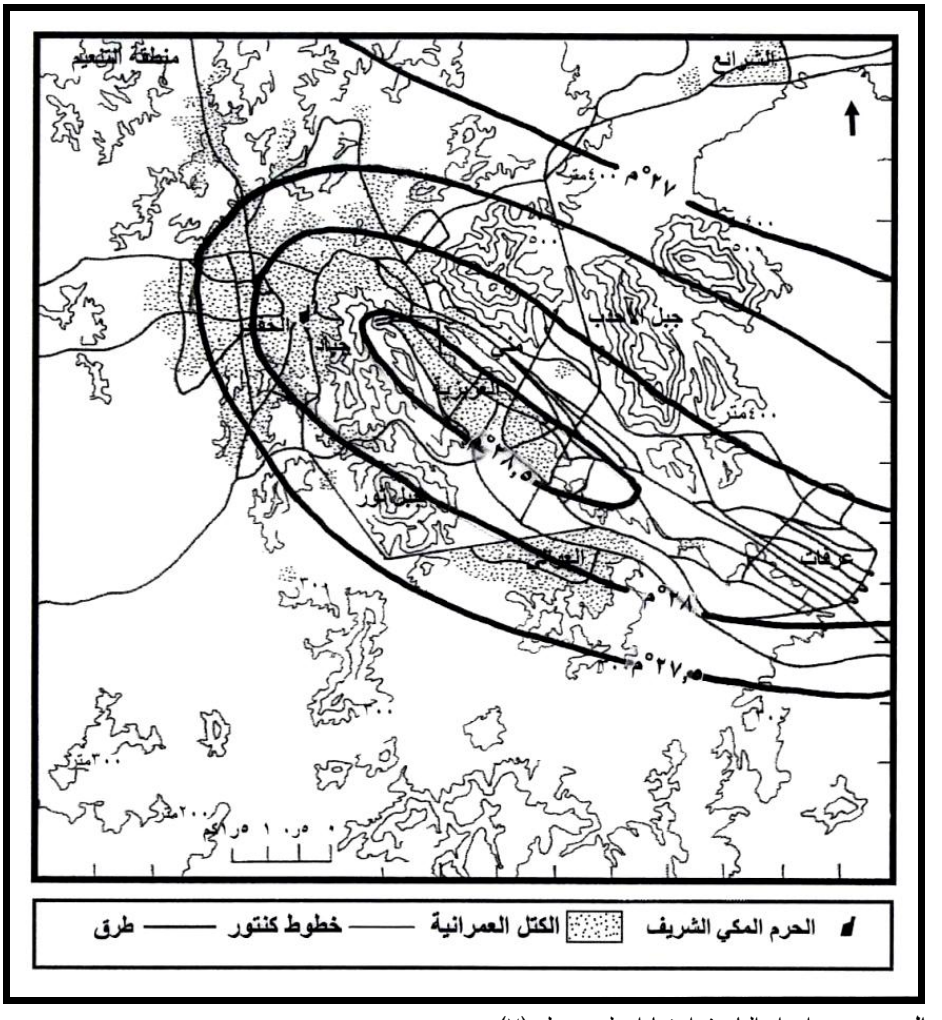
مع بداية الربيع ترتفع درجة الحرارة في جميع أجزاء المدينة، ويتضح من جدول (٧) معدل تزايد الحرارة من فبراير إلى مارس والذي يتباين من منطقة لأخرى، فيبلغ في الشرائع ٣.٢°م، وفي عرفات ٣.٣°م، وفي منى ٣.٦°م، وفي العزيزية ٣.٦°م، وفي محطة مكة ٢.٧°م، وبالوصول إلى نهاية فصل الربيع تزيد درجة الحرارة بصورة واضحة خاصة في العزيزية ومنى وعرفات.

وبقراءة أشكال (٢٧، ٢٨، ٢٩) يتضح تكون جزر حرارية فوق المدينة بصورة دائمة خلال الربيع ، وأشد الجزر عمقاً وتركزاً فوق المدينة جزيرة شهر مايو، وفيما يلي تناول توزيع درجة الحرارة بكل شهر.

- **توزيع درجة الحرارة بشهر مارس :**

بالانتقال من فبراير إلى مارس ترتفع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بمقدار ٣.٣°م، وهذا الارتفاع يتباين من منطقة لأخرى بالمدينة، وأعلى المناطق تزايداً في درجة الحرارة هي العزيزية بمقدار ٣.٨°م، وأدناها محطة مكة (٢.٧°م).

وبتتبع توزيع درجة الحرارة في المدينة كما يظهر في شكل (٢٧) يتضح أن منطقة الدراسة يمر بها أربعة خطوط حرارة مكونة جزيرة حرارية تمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي فوق الكتلة العمرانية والمشاعر المقدسة ، ويقع مركز الجزيرة في الأجزاء الجنوبية للحرم وحي العزيزية وهي مناطق التركزات السكانية ومحاور الحركة الرئيسية، وترتفع درجة الحرارة داخل الجزيرة عن ٢٧.٥°م، وتزداد درجة الحرارة مع الاتجاه إلى مركز الجزيرة لتصل إلى أكثر من ٢٨.٥°م بالداخل، وبالانتقال من مركز الجزيرة إلى أطراف المدينة تنخفض درجة الحرارة لتصل إلى أدنى المناطق حرارة بالطرف الشمالي الشرقي للمنطقة (منطقة الشرائع) وتنخفض بها درجة الحرارة عن ٢٧°م.

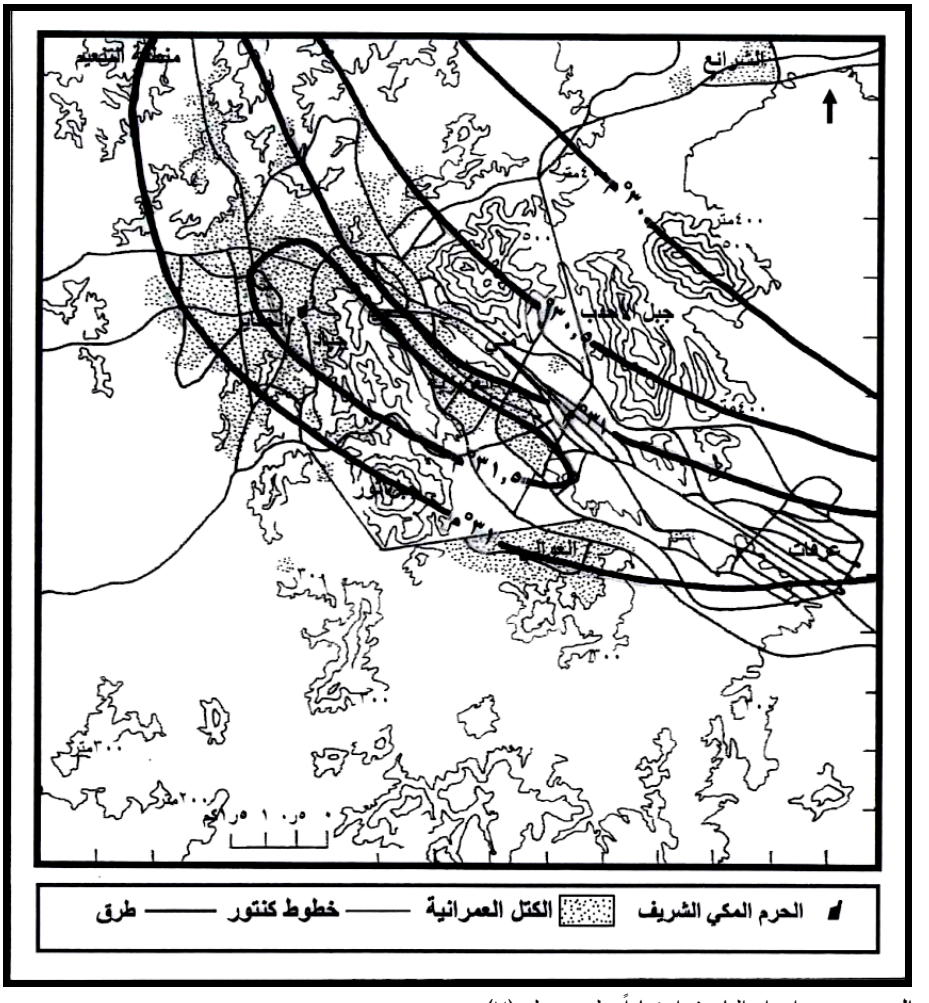


المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٢٧) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر مارس عام ٢٠٠٤.

- **توزيع درجة الحرارة بشهر إبريل :**

يوضح شكل (٢٨) الارتفاع الملحوظ في درجة الحرارة بمدينة مكة، إذا لم تمر خطوط الحرارة التي مرت على المدينة في شهر مارس، بل أن الفارق بين أعلى خط حرارة في شهر مارس وأدنى خط حرارة في أبريل يبلغ ٢.٥°م.



المصدر: من إعداد الباحث إعتماداً علي جدول (٧).

شكل (٢٨) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر ابريل عام ٢٠٠٤.

ويمر على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة أربعة خطوط حرارة هي ٣٠، ٣٠.٥، ٣١، ٣١.٥°م، والثلاثة الأولى منها تمر في شكل قوس من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، بينما يكون الخط الرابع جزيرة حرارية تمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وتضم منطقة الحرم والعزيزية وباقي المشاعر المقدسة، وتزيد درجة الحرارة بداخلها عن ٣١.٥°م، وتتراوح درجة الحرارة بالكتلة العمرانية للمدينة من ٣٠.٥ – ٣١.٥°م.

- **توزيع درجة الحرارة بشهر مايو :**

يعد شهر مايو بداية حرارية لشهور الصيف بمدينة مكة، إذ يظهر خطوط حرارة جديدة بهذا الشهر وهي خطوط ٣٤، ٣٤.٥، ٣٥، ٣٥.٥، ٣٦°م. وتكون خطوط ٣٥، ٣٥.٥، ٣٦°م، جزيرة حرارية ضخمة.

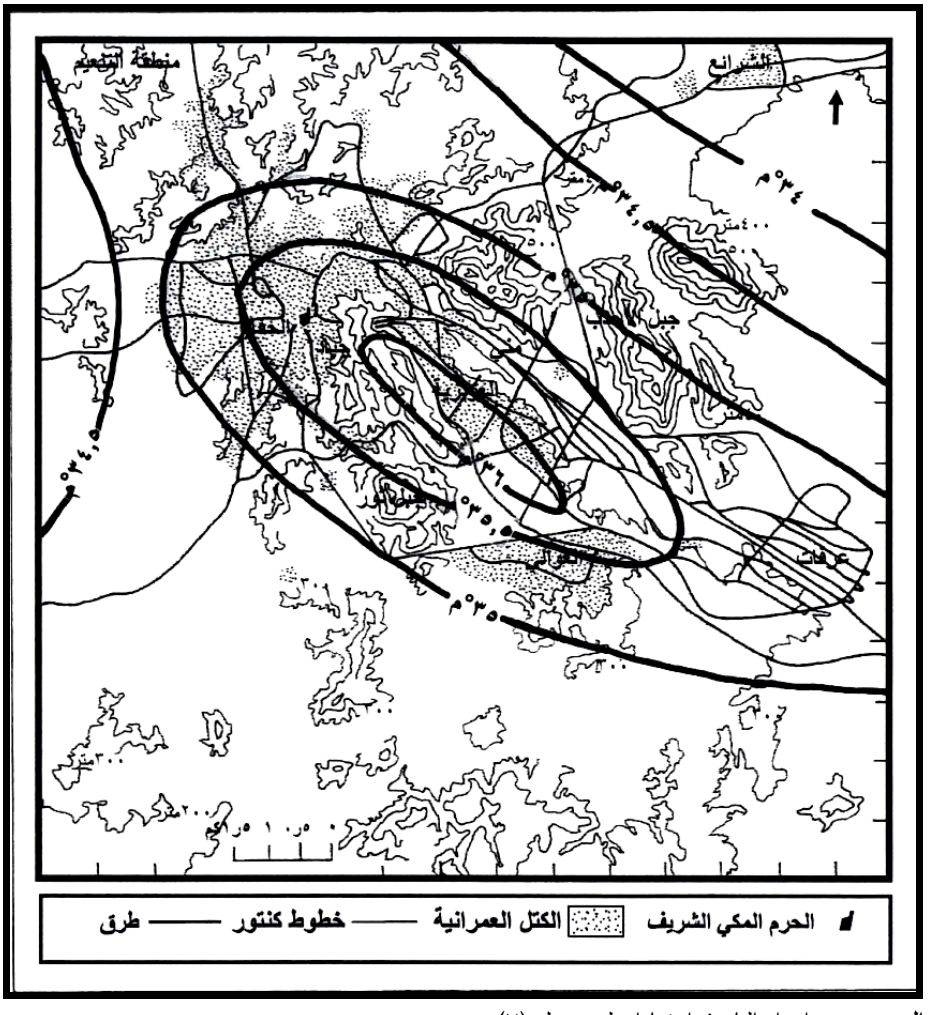
تمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، وتتسم الجزيرة بكبر مساحتها، فتقع فوق الكتلة العمرانية للمدينة ومناطق المشاعر المقدسة (شكل ٢٩)، كما تتميز الجزيرة بارتفاع حرارتها، إذ تزيد درجة حرارة مركزها عن ٣٦°م. وتقع الجزيرة فوق الحرم والأحياء المحيطة به والعزيزية، ومنى ومزدلفة والأجزاء الشمالية من حي العوالي. وبالانتقال من مركز الجزيرة إلى الاتجاهات المختلفة تنخفض درجة الحرارة ويصل أدنى انخفاض لها بالشمال الشرقي للمنطقة بحي الشرائع.

٣- توزيع درجة الحرارة بشهور الصيف :

تشهد شهور الصيف زيادة واضحة في درجة الحرارة خاصة في المنطقة الوسطى لمنطقة الدراسة، ومن خلال أشكال (٣٠، ٣١، ٣٢) يتضح أن شهور الصيف يمر بها نفس خطوط التساوي للحرارة مع تطابق في التوزيع المكاني لدرجة الحرارة على الرغم من وجود بعض التباينات البسيطة، هي :

- امتداد خطوط الحرارة المتساوية في نفس المحاور بالشهور الثلاثة وتكوينها لجزر حرارية دائمة تضم بداخلها الأحياء المحيطة بالحرم والعزيزية.
- ظهور خطي ٣٤°م، ٣٤.٥°م في شمال شرق المنطقة خلال شهري يونيو وأغسطس وعدم ظهورهما في يوليو مما يشير إلي ارتفاع درجة حرارة المنطقة خلال يوليو عن الشهرين الآخرين.

- ظهور خط ٣٦.٥°م بمنتصف المدينة والمشاعر المقدسة خلال شهري يونيو ويوليو ولا يوجد في شهر أغسطس لانخفاض درجة الحرارة في أغسطس عن يونيو ويوليو.



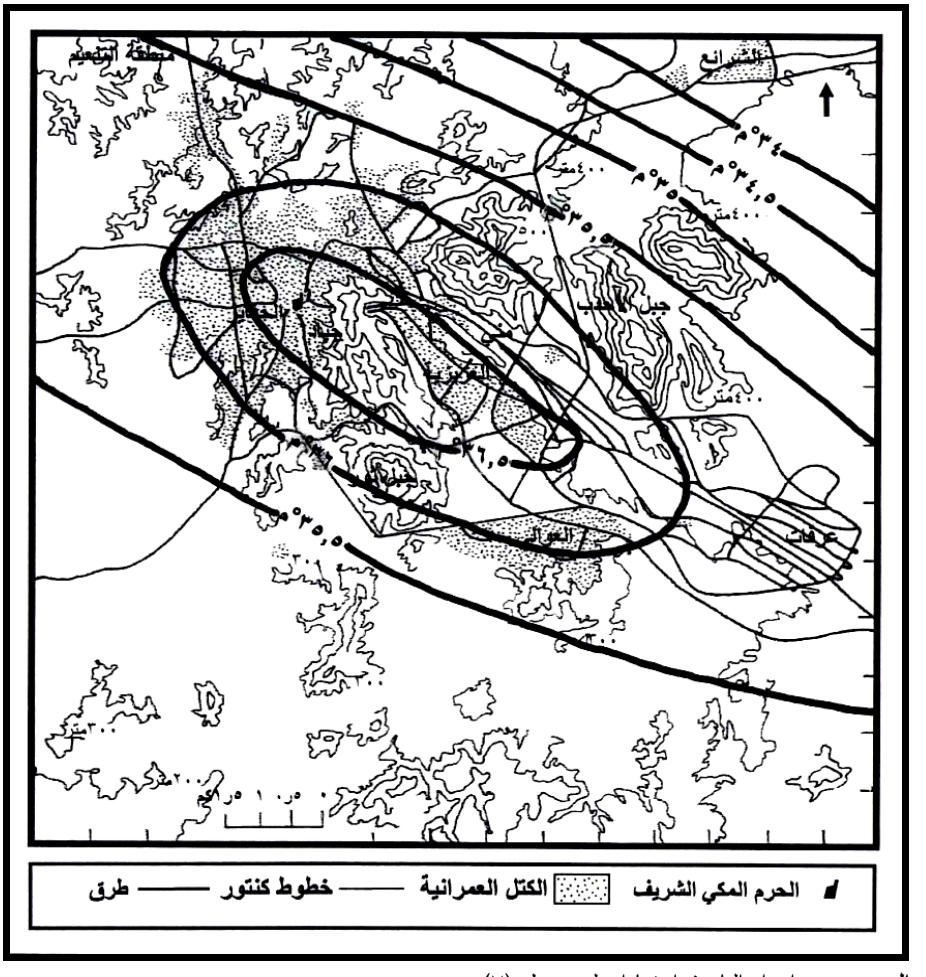
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٢٩) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر مايو ٢٠٠٤.

وفيما يلي دراسة توزيع درجة الحرارة في الشهور الثلاثة.

- **توزيع درجة الحرارة في شهر يونيو :**

يمر على مدينة مكة ست خطوط تساوي لدرجة الحرارة هي خطوط ٣٤، ٣٤.٥، ٣٥، ٣٥.٥، ٣٦، ٣٦.٥°م (شكل ٣٠)، ويكون خطي ٣٦، ٣٦.٥°م جزيرة فوق الكتلة العمرانية للمدينة ومنى ومزدلفة من المشاعر المقدسة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

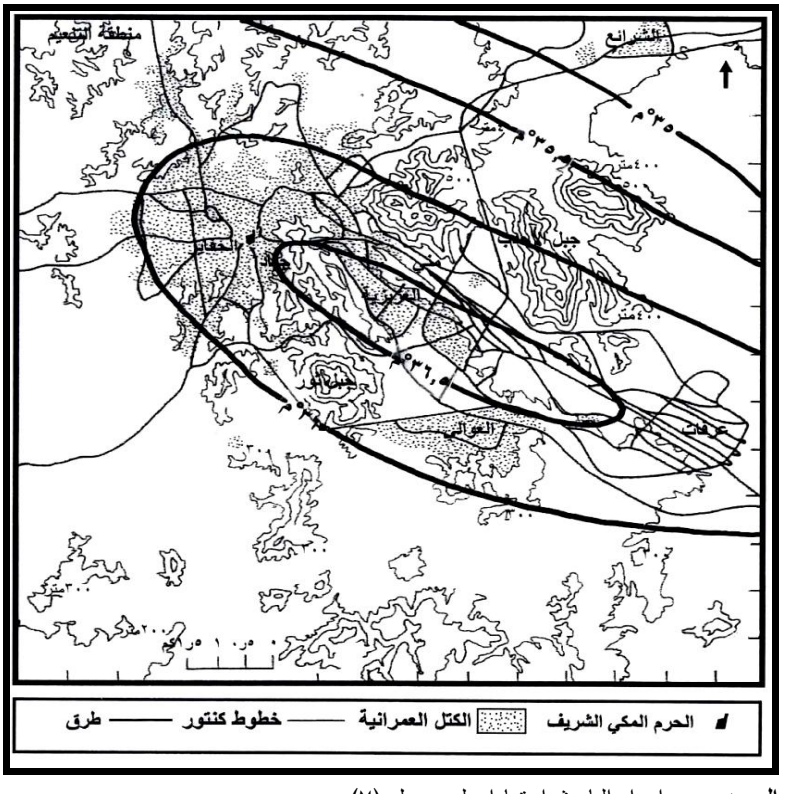
شكل (٣٠) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر يونيو عام ٢٠٠٤.

- **توزيع درجة الحرارة في شهر يوليو :**

يظهر من شكل (٣١) أن مدينة مكة يمر بها أربعة خطوط تساوي لدرجة الحرارة هي ٣٥، ٣٥.٥، ٣٦، ٣٦.٥°م.

ويكون خط ٣٦°م جزيرة حرارية ضخمة يظهر طرفها الغربي عند الأطراف الغربية للكتلة العمرانية بينما تنفتح الجزيرة عند الحد الشرقي لمنطقة الدراسة محتوية بداخلها منطقة عرفات.

والملاحظ أن الجزيرة الحرارية بشهر يوليو أكبر مساحة وأعلى في درجة الحرارة عن الجزيرة الحرارية لشهر يونيو، حيث تصل درجة الحرارة في وسط الجزيرة إلى ٣٧°م (بمحطة العزيزية).



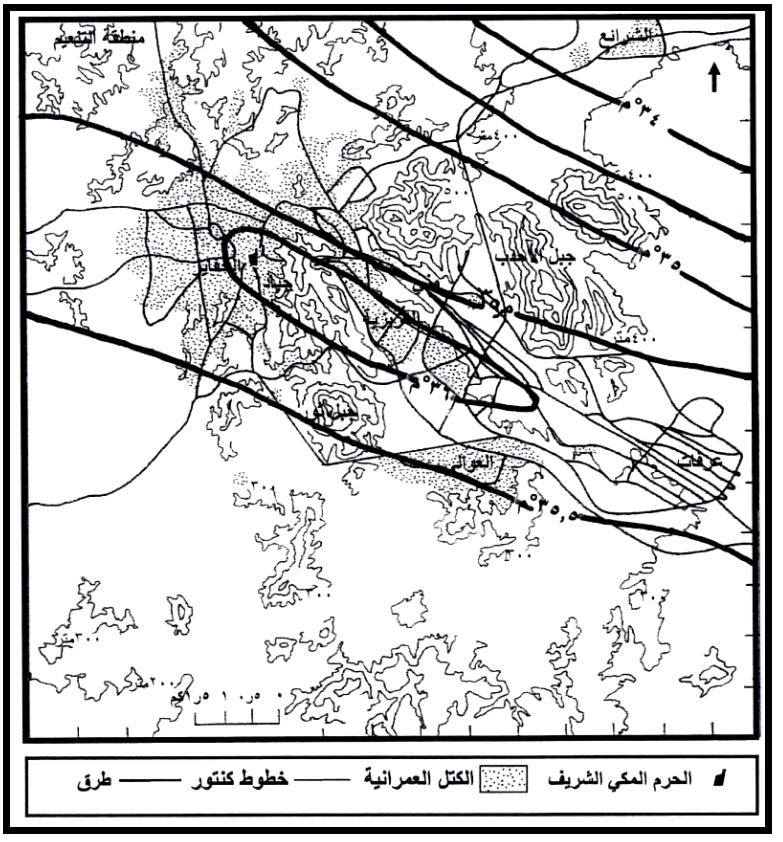
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٣١) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر يوليو عام ٢٠٠٤.

- **توزيع درجة الحرارة في شهر أغسطس :**

مـع بدايـة شـهر أغسـطس تبـدأ درجـة الحـرارة فـي الانخفـاض البطـيء، ويتـراوح معـدل الانخفاض من ٠.٥ – ٠.٨°م، ويتباين الانخفاض من منطقة لآخري بالمدينة، فيبلغ ٠.٥°م في الشرائع، و ٠.٨°م في العزيزية ومحطة مكة، ٠.٨°م في محطتي عرفات ومنى.

ويختفي خط حرارة ٣٦.٥°م من شـهر أغسطس ويظهر خطا ٣٤، ٣٤.٥°م، ويمر علـى المدينة بشهر أغسطس خمس خطوط حرارة هي: ٣٤، ٣٤.٥، ٣٥، ٣٥.٥، ٣٦°م وتأخذ الخطوط محوراً عاماً من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، ويكون خط ٣٦°م جزيرة حرارية محدودة المساحة فوق الحرم المكي والمناطق المحيطة به والعزيزية (شكل ٣٢).

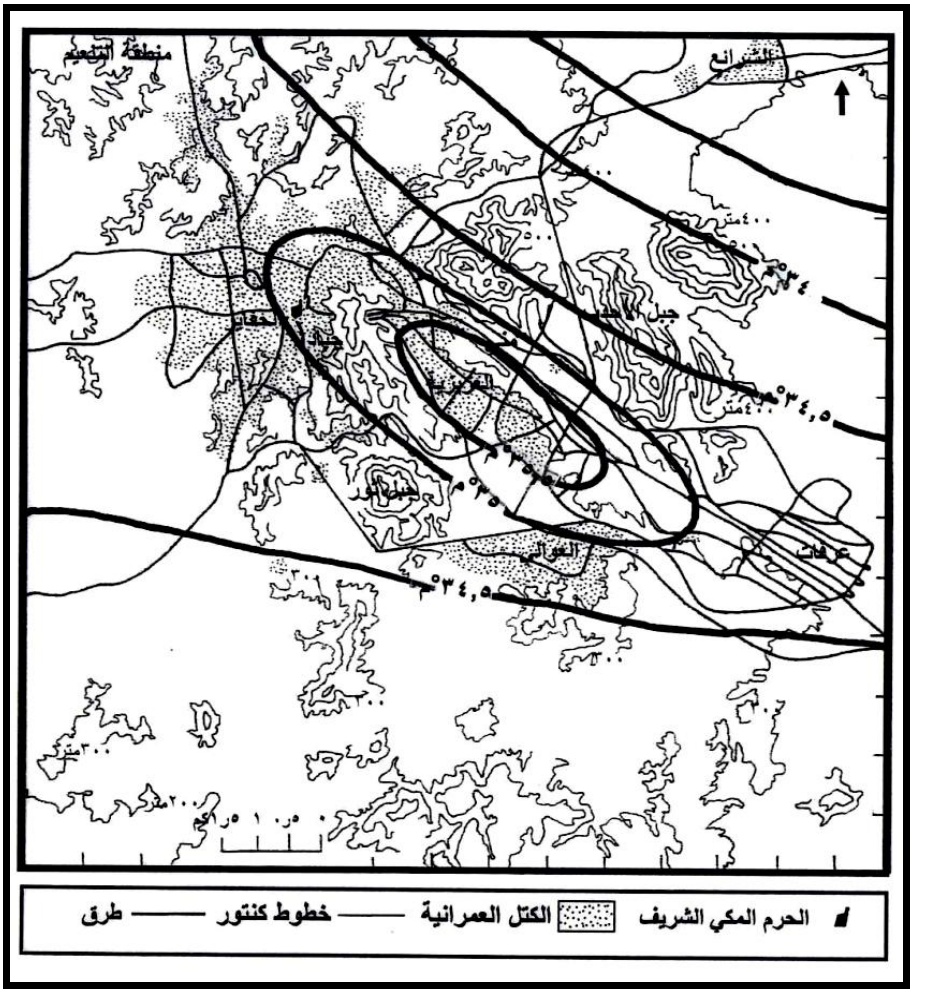


المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٣٢) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر أغسطس عام ٢٠٠٤.

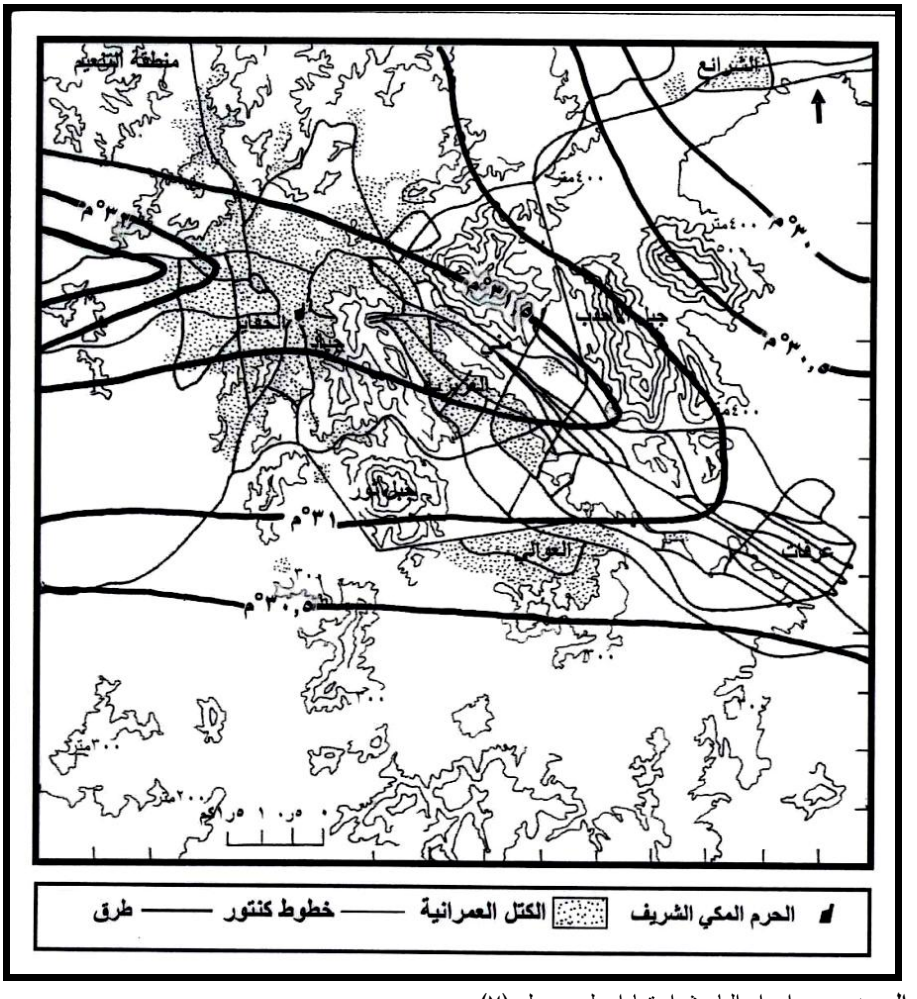
٤- توزيع درجة الحرارة في شهور الخريف :

شهور الخريف هي شهور انتقالية بين الصيف المتميز بارتفاع حرارة والشتاء المتميز بانخفاض درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ومن خلال جدول (٧) وأشكال (٣٣، ٣٤، ٣٥) تتضح الخصائص التالية لدرجة الحرارة بالمدينة.



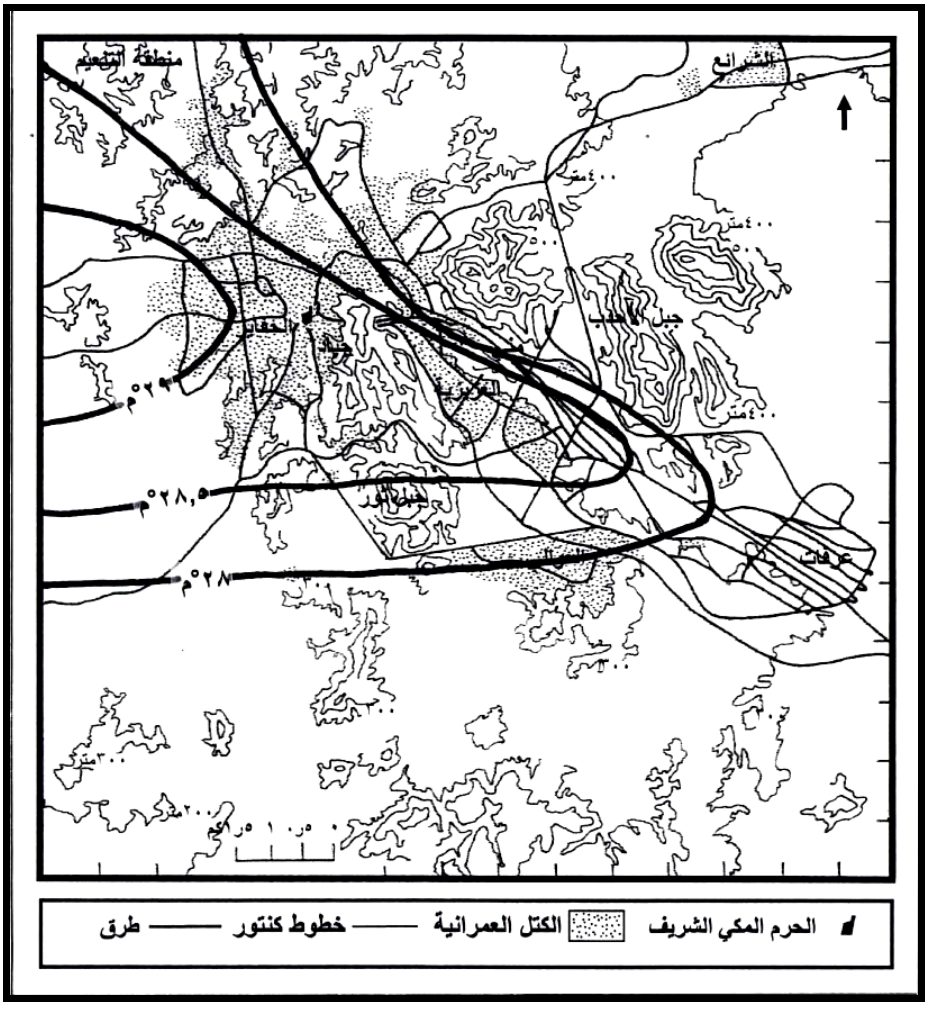
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٣٣) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر سبتمبر عام ٢٠٠٤.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٣٤) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر أكتوبر عام ٢٠٠٤.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي جدول (٧).

شكل (٣٥) : توزيع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهر نوفمبر عام ٢٠٠٤.

- يعد شهر سبتمبر امتداداً طبيعياً لشهور الصيف، حيث تراوح انخفاض درجة الحرارة في المحطات من ٠.٤ – ١°م، وظهر به جزيرة حرارية تزيد حرارتها عن ٣٥°م فوق الحرم المكي والأحياء المحيطة به والعزيزية ومنى ومزدلفة وشمال العوالي.
- مع بداية شهر أكتوبر تنخفض درجة الحرارة بشكل ملحوظ، وتختفي الجزيرة الحرارية وتتخذ خطوط الحرارة مسارات مشابه لخطوط الحرارة العامة بالأجزاء الغربية للمملكة. ويمر على المدينة ستة خطوط تساوي هي ٣٠، ٣٠.٥، ٣١، ٣١.٥، ٣٢، ٣٢.٥°م، وأعلى مناطق المدينة حرارة بهذا الشهر هي منطقة الحرم المكي والأحياء المحيطة به إضافة إلى العزيزية حيث تقع هذه المناطق داخل خط حرارة ٣١.٥°م.
- يعد شهر نوفمبر البداية الحقيقية لانخفاض درجة الحرارة بمدينة مكة، ويوجد بالمدينة ثلاثة خطوط حرارة هي ٢٨، ٢٨.٥، ٢٩°م، ومنطقة الحرم المكي والمناطق المحيطة به ومنى والعزيزية هي أعلى أجزاء المدينة حرارة حيث تقع داخل خط حرارة ٢٨.٥°م.

الخاتمة :

تناولت الدراسة التباينات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وتوصلت إلى عدد من النتائج والتوصيات والتي ينبغي ذكرها فربما تساهم في تنمية ورسم الخطط المستقبلية بحرم الله الأمن ومشاعره المقدسة بمدينة مكة لتكون أحد اللبنات لراحة الحجاج والمعتمرين والسكان.

أولاً : النتائج :

- تقع مدينة مكة في الطرف الشمالي للمنطقة المدارية على دائرة عرض ١٦َ ٢١° شمالاً وخط طول ٤٧َ ٣٩° شرقاً، وهذا الموقع أثر في درجة الحرارة اليومية بالمدينة نظراً لتعامد الإشعاع الشمسي على المدينة مرتين، الأولى يومي ٣٠، ٣١ مايو، والثانية هي أيام ٦، ٧، ٨ يوليو.
- ارتبط التباين ألزماني والمكاني لدرجة الحرارة بالتضاريس المعقدة للمدينة، وبمعدلات الإشعاع الشمسي الواردة إليها وبنسب الرطوبة، فالعلاقة بين درجة الحرارة والإشعاع الشمسي علاقة طردية بينما هي عكسية بين الرطوبة ودرجة الحرارة في المدينة، ولم يتضح تأثير سرعة واتجاه الرياح إحصائياً، فالارتباط غير معنوي في معظم المحطات.

- تعرفت الدراسة على أهم الأنشطة البشرية التي تؤثر في درجة الحرارة بالمدينة، وأهم الأنشطة هي ارتفاع نسب الطرق المرصوفة بالمدينة والكثافة المرورية المرتفعة واستخدام أعداد هائلة من المكيفات ونمط وشكل المباني.
- تميزت معظم أيام السنة بارتفاع درجة الحرارة بمدينة مكة، إذ بلغت نسبة الأيام التي تزيد درجة الحرارة بها عن ٣٥°م نحو ثلث أيام الدراسة، كما بلغت نسبة الأيام التي تزيد درجة الحرارة بها عن ٣٠°م نحو ٥٣%، في حين أن نسبة الأيام التي انخفضت درجة الحرارة بها عن ٢٠°م نحو ٨%.
- تعد أيام شهر يناير هي أدنى أيام السنة في درجات الحرارة بالمدينة، وبالانتقال من أيام الشتاء إلى أيام الربيع والصيف ترتفع درجات الحرارة لتصل إلى أعلى متوسطات يومية في شهر يوليو، وتأخذ درجات الحرارة اليومية صفة الثبات النسبي في شهري أغسطس وسبتمبر، ثم تنخفض مرة ثانية في أيام شهور الخريف، وسجل أدنى متوسط يومي يوم ١٤ يناير، وأعلى متوسط يومي يوم ٣ يونيو.
- أسفرت الدراسة عن ارتفاع درجة حرارة وسط المدينة عن أطرافها مكونة جزيرة حرارية معظم شهور العام، وظهرت الجزيرة في شهور فبراير ومارس وإبريل ومايو ويونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر، وتباينت هذه الجزيرة في شدتها ومساحتها من شهر لآخر، إلا أن أكبر الجزر الحرارية مساحة وحرارة هي الجزر الحرارية لشهور الربيع والصيف.

ثانياً : التوصيات :

تهدف الدراسات الجغرافية المناخية إلى خدمة الإنسان وراحته، ومن الثابت أن قدرة الإنسان على تحمل الإرتفاع في درجة الحرارة ترتبط ارتباطاً وثيقاً برطوبة الهواء، ففي الجو الحار يلجأ الجسم إلى مقاومة الحرارة بإفراز العرق والذي يؤدي إلى خفض درجة الحرارة التي يحس بها الجسم، ولما كانت قدرة الجسم على إفراز العرق تتناقص كلما ارتفعت الرطوبة النسبية فمن الطبيعي أن يؤدي هذا الارتفاع أيضاً إلى ارتفاع الحرارة المحسوسة والى زيادة الشعور بالضيق، وفي ضوء ذلك يمكن إتخاذ أساليب لتعديل درجة الحرارة والرطوبة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة والتخلص من الجزر الحرارية وتحويلها من جزر حرارية مرتفعة إلى جزر منخفضة الحرارة وسط نطاق صحراوي حار.

وأهم التوصيات والأساليب المقترحة لتعديل مناخ مدينة مكة، هي:

* التوسع في زراعة الأشجار على جوانب الطرق وفي الشوارع الرئيسية وفي المساحات الفضاء المستوية المحيطة بالمدينة. وأهم الطرق والشوارع المقترحة للتشجير أو تكثيف التشجير هي طريق الملك عبدالعزيز، وطريق الملك فهد، والطرق الدائرية، وطريق المدينة وطريق جدة، وطريق عرفات مزدلفة منى، وطريق الملك عبدا لله، وطريق مكة الشرائع. وشوارع العزيزية العام و عبدا لله خياط و العتيبية و عبدا لله عريف وأم القرى وألابطح وشوارع العوالي.

كما يمكن تشجير بعض المناطق المحيطة بالكتلة العمرانية مثل منطقة العابدية والمناطق المحيطة بالرصيفة والشوقية وأم الدرج والحسينية ومنطقة وادي عرنة بالمدينة.

ودور النباتات هو تعديل الألبيدو بالطرق الواقعة بينها، علاوة على تعديل درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض. إذ يساعد الغطاء النباتي على تعديل درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض، ففي المناطق الجرداء الخالية من النباتات تسقط الأشعة الشمسية مباشرة فوق سطح الأرض، ويمتص بعض هذه الأشعة في حين يرتد بعضها الآخر على شكل إشعاع أرضي يعمل على تسخين الهواء الملامس لسطح الأرض، أما النباتات الكثيفة فتنظم عملية تساقط الأشعة الشمسية فوق سطح الأرض وتعدل من درجات الحرارة حيث تمتص النباتات الطبيعة بعض الأشعة وتلطف حرارة الجو بفعل النتح (حسن سيد أبو العينين، ١٩٨٥، ص١٢٤).

* إنشاء مظلات اقتصادية في الشوارع الرئيسية الكبرى كما هو الحال في مظلة شارع الحج، مع الأخذ بعين الاعتبار تحويل المظلات إلى مظلات اقتصادية من خلال تسقيفها بشبكة خلايا فوتوفلوطية، وتحقق هذه الشبكة هدفين:
  - **الأول** : اقتصادي بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية يمكن استخدامها وإضافتها إلى شبكة الطاقة بالمدينة، أو تخزين الطاقة في بطاريات ثم إعادة استخدامها في أي وقت من أوقات اليوم.
  - **الثاني** : مناخي، إذ تعمل هذه الخلايا على خفض معدلات الإشعاع الشمسي مما يتبعه انخفاض درجة الحرارة بالمدينة.

* دهان واجهات المنازل بالمدينة بالألوان الفاتحة (الصفراء – البيضاء) ويتحقق من هذا هدفين :
  - **الأول** : هو رفع نسب البيدو العمران بالمدينة، حيث يبلغ البيدو الألوان الفاتحة من ٣٠-٦٠% مما يعني هذا فقدان تلك النسبة من الإشعاع الشمسي دون الاستفادة منها في التسخين الحراري للهواء الجوي، الأمر الذي يتبعه انخفاض معدلات درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة .
  - **الهدف الثاني** : روحاني حيث تصبغ المدينة المقدسة بالألوان الفاتحة المريحة للعين والتي تعطي إحساس بالراحة والطمأنينة النفسية.
* استخدام وسائل نقل لا تعتمد على الطاقة الحفرية مثل شبكات المترو الكهربائية لربط الأماكن المقدسة بعضها البعض.
* الاهتمام بمحطات الأرصاد الجوية والتوسع في إنشائها بالمدينة لدراسة أحوال ونماذج الطقس السطحية الساعية لخدمة السكان والحجيج والمعتمرين.
* عطفاً على التوصية السابقة يقترح إنشاء قاعدة بيانات مناخية لمدينة مكة، بحيث يتم جمع البيانات بشكل دوري وتنظيمها وتبويبها وإتاحتها للباحثين وراسمي السياسات ومتخذي القرار.

ملحق (١) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر يناير ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	25.51	26.14	25.42	24.35	26.66	*
2	25.36	26.14	25.71	24.07	26.36	*
3	25.95	26.44	26.4	24.79	26.95	*
4	25.09	25.49	20.11	23.81	26.13	*
5	24.9	25.49	22.12	23.68	26.13	*
6	25.01	25.45	22.7	23.72	25.94	*
7	24.92	25.3	22.86	23.89	26	*
8	22.16	23.48	24.8	21.45	23.19	*
9	21.3	22.39	25.39	20.76	22.31	*
10	22.25	23.36	24.34	21.31	23.41	*
11	24.45	25.13	25.49	23.75	25.3	*
12	23.35	24.27	23.91	22.22	24.27	*
13	19.89	21.39	20.88	19.4	20.93	*
14	18.69	19.9	19.75	17.92	19.74	*
15	20.28	20.93	20.91	19.02	21.23	*
16	22.66	23.12	20.86	21.58	23.57	*
17	22.3	23.72	23.23	21.72	23.27	*
18	22.89	23.78	24.03	21.72	24.04	*
19	24.52	25.6	24.05	23.79	25.9	*
20	25.64	25.94	23.68	24.46	26.56	*
21	24.67	24.97	20.11	23.5	25.7	*
22	24.95	25.32	22.12	24.28	25.85	*
23	23.21	24.13	22.7	22.52	24.03	*
24	19.74	20.35	22.86	18.89	20.66	*
25	19.48	20.08	24.8	18.33	20.54	*
26	20.26	20.56	25.39	18.89	21.08	*
27	20.27	20.78	24.34	19.45	21.02	*
28	22.94	23.53	25.49	21.94	24.17	*
29	23.62	24.19	23.91	22.5	24.6	*
30	23.21	24.18	20.88	21.9	24.5	*
31	23.31	23.6	19.75	21.56	24.04	*

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

* بيانات لم تسجل.

ملحق (٢) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر فبراير ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	21.75	22.48	22.7	20.53	22.69	*
2	20.47	21.51	21.7	19.84	21.56	*
3	21.18	21.95	21.67	19.97	22.05	*
4	20.4	21.42	21.45	19.48	21.45	*
5	20.45	21.05	20.51	18.51	21.32	*
6	18.63	19.98	19.52	18.12	19.77	*
7	23.46	24.2	24.1	22.71	24.65	*
8	26.31	26.43	27.05	25.29	27.63	*
9	25.44	25.87	25.12	24.4	26.51	*
10	26.49	26.18	26.29	25.51	27.3	*
11	25.45	25.94	25.82	24.42	26.44	*
12	25.05	25.3	24.95	23.98	25.9	*
13	25.18	25.61	25.85	24.34	26.01	*
14	24.45	25.24	25.56	23.48	25.42	*
15	20.38	21.34	22.76	20.22	21.56	*
16	22.92	23.18	23.25	23.06	23.94	*
17	23.35	23.77	24.04	22.24	24.19	*
18	23.61	24.37	24.72	22.8	24.53	*
19	23.78	24.42	24.78	22.79	24.85	*
20	24.14	24.57	25.08	23.04	25	*
21	25.8	25.63	25.57	25.19	26.38	*
22	24.86	25.33	25.81	23.76	25.8	*
23	24.59	24.86	25.26	23.44	25.72	*
24	27.15	26.78	26.71	25.65	28.01	*
25	27.37	27.44	27.21	27.01	28.25	*
26	27.21	27.38	27.12	26.96	28.08	*
27	27.51	27.18	26.95	25.89	28.29	*
28	27.99	27.49	27.15	26.47	28.77	*
29	28.68	22.48	27.85	26.98	29.32	*

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

* بيانات لم تسجل

ملحق (٣) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهرمارس٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	29.15	28	27.85	27.53	29.61	28.8
2	28.35	27.65	27.52	27.33	29.11	28.5
3	28.09	27.58	27.16	26.48	28.89	28.4
4	28.7	28.34	28.27	27.63	29.53	29.3
5	28.86	28.62	28.42	27.17	29.99	29.3
6	29.07	28.76	28.59	27.46	30.06	29.3
7	28.44	28.04	28.17	26.81	29.2	27.8
8	29.04	27.26	28.23	27.29	29.46	27.7
9	28.09	27	28.08	26.6	28.8	27.2
10	28.61	27.26	28.48	26.79	29.33	26.8
11	28.71	27.61	28.66	26.98	29.56	27.6
12	28.78	27.7	28.67	27.15	29.61	27.7
13	26.11	26.04	26.97	24.59	27.25	25.9
14	24.38	24.74	24.81	22.83	25.45	24
15	22.2	22.61	22.82	20.86	23.22	22.3
16	24.12	24.71	24.57	23.08	25.09	24.5
17	23.64	24.5	25.05	22.87	24.61	24.3
18	24.11	24.55	24.87	22.62	25.15	24.1
19	24	24.16	24.87	22.6	24.88	23.6
20	24.74	25.32	26.19	24.25	25.73	25.3
21	26.86	27.24	27.29	25.59	27.7	27
22	28.66	28.35	28.58	27.63	29.53	29.3
23	29.46	28.97	29.71	28.69	30.27	30.1
24	29.96	29.47	29.95	28.55	30.72	30.2
25	30.23	29.96	30.23	28.6	30.91	30.3
26	29.94	29.15	29.86	28.13	30.43	29.4
27	29.2	28.78	29.26	27.42	30.13	29.6
28	28.9	28.87	29.38	27.59	29.75	29.3
29	29.29	29.52	29.71	28.38	30.2	30.1
30	29.91	29.93	30.18	28.8	30.75	30.8
31	31.08	31.43	30.98	29.71	32.02	31.6

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

ملحق (٤) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر إبريل٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	31.95	31.57	31.87	30.39	32.96	32.2
2	31.74	30.79	31.44	30.24	32.45	31.9
3	31.74	31.97	32.07	30.26	32.53	32.3
4	30.35	30.39	31.02	29.17	31.11	30.7
5	30.59	30.51	31.11	29.16	31.34	30.1
6	31.6	31.14	31.27	30.12	32.43	31.8
7	31.01	30.98	31.22	29.41	31.92	30.8
8	29.93	29.81	30.56	28.68	30.57	29.2
9	28.61	28.88	29.5	27.26	29.43	28.6
10	28.38	28.37	29.48	27.19	29.34	28.1
11	29.5	28.62	29.38	27.79	30.28	28.5
12	28.5	28.28	28.26	26.99	29.25	28.8
13	29.05	28.6	28.78	27.67	29.71	29.5
14	29.07	28.87	29.19	27.93	29.96	29.9
15	30.72	31.03	30.66	29.28	31.48	31.1
16	31.15	31.49	31.32	29.77	32.05	31.6
17	30.46	30.68	30.77	28.52	31.33	31.9
18	30.06	29.86	30.88	28.52	30.92	29.3
19	30.8	29.85	30.88	29.23	31.49	30.8
20	31.95	31.38	32	30.65	32.66	32.4
21	32.98	32.97	33.31	31.67	33.79	33.7
22	33.81	33.48	34.14	32.35	34.4	33.9
23	31.07	31.56	32.56	29.9	31.88	30.6
24	27.79	28.44	31.87	26.88	28.71	27.8
25	29.73	29.38	29.66	28.06	30.2	31.4
26	32.29	31.43	30.59	30.09	32.77	34
27	33.92	33.52	31.67	32.25	34.4	33.4
28	33.22	32.52	33.32	32.16	33.65	33.9
29	33.52	33.13	33.28	32.01	34.13	33.9
30	31.97	31.91	33.72	31.05	32.67	32.3

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

ملحق (٥) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر مايو ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	31.76	31.89	32.42	30.31	32.56	31.7
2	33.16	32.85	32.55	31.2	33.84	33.2
3	33.67	32.97	32.99	31.73	34.44	33.2
4	32.49	32.14	32.77	30.62	33.25	31.5
5	31.93	31.42	32.21	29.92	32.7	30.8
6	35.12	32.16	33.77	33.08	35.15	33.5
7	36.38	34.36	35.25	34.55	36.18	35.7
8	35.98	35.1	35.76	34.46	36.76	36.4
9	36.82	35.33	35.73	35.05	37.33	36.9
10	38.31	36.96	37.15	36.65	38.67	38.3
11	38.78	38.44	37.6	36.79	39.31	38.2
12	35.3	34.06	34.97	33.01	35.77	33.1
13	33.36	33.05	33.82	32.16	34.11	32.9
14	36.22	35.64	36.26	34.69	37.09	36.3
15	36.95	36.14	35.81	35.63	37.2	36.7
16	36.07	34.91	35.11	34	36.45	34.7
17	36.97	36.5	36.61	34.85	37.8	35.8
18	37.01	35.54	36.23	35.85	37.37	36.5
19	36.23	34.13	36.14	34.6	36.46	36.7
20	36.51	35.37	35.96	34.74	36.89	36.3
21	36.62	35.57	36.63	34.58	36.95	34.9
22	33.28	32.9	35.31	32.01	33.96	31.6
23	34.1	32.86	35.06	32.26	34.63	32.4
24	34.82	33.56	34.72	32.89	35.23	32.7
25	35.42	34.56	35.58	32.89	35.85	34
26	37.15	36.42	35.08	34.38	37.72	35.5
27	36.8	35.22	35	34.41	36.98	36.4
28	35.85	35.25	35.88	34.19	36.38	35.2
29	34.47	33.31	34.67	32.23	35	32.7
30	37.31	36.5	37.4	35.59	38.17	36.9
31	39.39	38.44	39.49	37.64	39.8	39.6

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة .

ملحق (٦) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر يونيو ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	36.83	35.69	36.3	35.34	37.28	36.3
2	34.73	33.39	35.3	33.17	35.66	32.9
3	33.14	32.49	33.98	30.96	34.01	31.9
4	34.44	34.11	34.96	32.35	35.16	32.9
5	36.4	35.78	36.06	34.31	37.04	35.1
6	37.97	36.31	36.52	35.64	38.25	36.9
7	37.75	36.32	36.66	35.61	38.01	36.7
8	39.26	38.12	38.87	37.32	39.79	38.7
9	38.56	37.95	37.7	36.24	39.21	37.5
10	36.81	36.13	36.23	34.16	37.35	34.8
11	34.22	33.91	35.56	33.01	34.96	33.7
12	34.3	33.45	34.76	32.78	34.9	33.2
13	34.48	33.43	35.12	32.63	35.09	32.9
14	36.18	34.99	35.81	33.36	36.46	34.4
15	36.18	34.54	34.72	33.02	36.21	34.1
16	34.55	33.05	33.83	32.3	35.06	33.7
17	35.14	35.22	34.5	32.97	35.91	34.7
18	35.79	35.89	34.8	33.34	36.42	35.5
19	36.22	36.21	35.35	33.6	36.85	35.7
20	36.09	35.64	34.72	33.13	36.51	36.3
21	36.11	35.47	35.19	34.16	36.57	35.5
22	36.89	35.77	35.82	34.35	37.03	35.8
23	36.61	35.91	36.66	35.01	37.04	36.4
24	35.59	35.22	35.13	33.74	36.26	35.7
25	35.99	35.75	36.33	34.41	36.67	36.1
26	36.26	35.77	36.26	34.29	36.92	35.7
27	36.62	36.15	35.7	34.92	37.3	36
28	37.2	36.32	36.35	35.03	37.84	36.3
29	36.55	36.32	36.56	34.63	37.34	36
30	37.41	36.86	36.78	34.77	37.75	36.6

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

ملحق (٧) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر يوليو ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	العزيزية	النورية
1	37.29	36.88	36.69	35.07	37.7	36.6
2	36.91	36.43	36.49	34.8	37.15	36.5
3	35.94	35.56	36.14	34.04	36.63	36
4	36.94	36.53	37.26	35.25	37.72	36.4
5	36.94	36.57	36.82	34.86	37.5	36.2
6	36.62	36.57	37	35.06	37.29	36.2
7	38.91	38.27	38.4	36.55	39.19	37.6
8	36.86	35.98	37.36	35.08	37.17	36
9	37.39	36.07	36.8	35.32	37.52	36.6
10	36.09	35.92	36.23	33.9	36.77	35.5
11	36.01	35.59	35.74	33.82	36.56	35.3
12	35.43	34.91	35.12	33.43	35.92	35.4
13	36.4	36.29	35.4	34.54	36.86	36.8
14	37.53	37.62	36.42	35.01	38.12	37.1
15	37.16	37.33	36.62	35.01	37.93	36.7
16	37.62	36.89	36.55	35.32	37.91	37.2
17	37.46	37.33	37.85	35.92	38.2	37.8
18	37.26	36.71	37.85	35.37	37.97	35.9
19	36.1	35.8	36.52	34.59	36.96	35.7
20	34.93	34.31	35.4	32.88	35.65	34.6
21	34.78	33.98	*	33.54	35.21	34.4
22	35.31	34.38	*	33.55	35.59	34.7
23	35.1	35.49	*	33.9	35.91	35.4
24	34.63	34.52	*	33.08	35.31	34.6
25	34.38	34.94	*	32.95	35.36	34.8
26	35.27	34.68	*	33.32	36.04	34.4
27	34.27	34.15	*	32.74	35.26	34.2
28	35.3	35.16	*	33.57	35.93	34.8
29	37.66	36.38	*	36.58	38.04	37.4
30	37.08	35.64	*	35.22	37.56	36.1
31	37.98	36.11	*	36.65	38.24	37.5

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

*بيانات لم تسجل.

ملحق (٨) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر أغسطس٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	38.41	35.53	*	36.18	38.11	37.1
2	34.6	34.11	*	33.75	35.13	35.2
3	35.33	35.06	*	34.08	36.14	35.2
4	33.42	33.84	*	32.73	34.1	34.5
5	34.31	34.33	*	32.63	35.18	34.4
6	35.09	34.83	*	33.19	35.82	34.7
7	35.89	34.43	*	33.5	36.38	34.2
8	36.07	33.84	*	33.51	35.88	34.7
9	36.07	34.83	*	34.29	36.75	35.4
10	36.22	35.22	36.24	34.6	36.79	35.8
11	35.68	35.08	36.11	34.43	36.48	35.6
12	36.72	36.68	36.73	34.82	37.59	36.6
13	36.04	35.99	36.66	34.28	36.85	35.6
14	36.85	36.22	36.44	35.42	37.63	36.2
15	36.1	35.86	36.2	34.19	37.05	35.8
16	36.01	36.04	35.4	33.65	36.9	35.7
17	35.69	35.93	35.71	34.05	36.54	35.3
18	34.79	34.8	35.18	33.12	35.56	34.4
19	35.18	34.35	35.36	32.82	35.6	34
20	34.78	34.92	35.27	32.68	35.67	34.3
21	34.82	34.94	35.08	32.97	35.58	34.6
22	34.5	34.3	34.68	33.07	35.28	33.8
23	35.13	34.08	35.55	33.46	35.72	34
24	37.11	36.52	37.96	35.5	37.78	35.7
25	36.2	35.12	36.13	34.55	36.62	35.8
26	34.8	34.18	35.02	33.78	35.38	34.5
27	34.65	33.98	34.93	33.3	35.12	35.2
28	34.27	33.73	34.69	33.33	34.86	34.8
29	35.79	35.74	36.64	34.37	36.59	35.5
30	35.66	35.35	36.4	33.92	36.48	35
31	36.28	34.96	35.84	34.53	36.79	35.6

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

*بيانات لم تسجل

ملحق (٩) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر سبتمبر ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	العزيزية	النورية
1	34.68	34.26	34.79	33.79	35.33	35.1
2	33.9	32.86	34.32	32.89	34.39	33.8
3	35.26	34.44	35.85	33.73	35.97	34.6
4	37.42	34.28	36.35	35.65	37.73	36.5
5	34.26	33.47	34.54	32.9	34.92	36.5
6	34.92	34.1	34.66	33.35	35.53	34.5
7	34.11	33.25	34.1	32.71	34.75	34.8
8	33.73	33.47	32.85	31.88	34.39	34.4
9	36.2	35.5	35.19	33.97	36.55	34.6
10	37.81	35.68	37.52	36.13	38.18	35.5
11	34.92	33.56	34.84	33.53	35.55	36.9
12	33.95	33.01	34.53	32.63	34.53	34.5
13	33.3	33.12	34.67	32.22	34.3	33.9
14	32.98	32.6	34.26	31.74	33.94	33.2
15	33.9	32.63	34.19	32.11	34.69	32.4
16	34.03	33.24	34.84	32.6	34.85	32.4
17	34.34	34.07	34.36	32.38	35.25	32.8
18	34.66	34.51	35.07	33.01	35.71	33.3
19	35.68	34.5	35.79	33.87	36.55	34.2
20	36.42	34.84	35.87	34.76	36.77	34.2
21	36.52	33.41	34.77	33.98	36.41	35.8
22	33.75	32.53	33.66	32.94	34.35	34.7
23	33.77	33.34	33.91	32.71	34.53	33.8
24	36.87	35.87	36.18	35.08	37.25	34.4
25	36.75	36.25	35.75	35	37.45	36.1
26	37.11	36.24	36.73	35.22	37.94	36.3
27	34.65	32.86	34.25	33.18	35.06	36.6
28	33.24	32.54	33.69	32.55	34.07	34.4
29	35.91	35.16	34.82	33.79	36.47	33.4
30	35.73	35.46	34.26	33.66	36.24	35.3

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

ملحق (١٠) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر أكتوبر ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	34.98	34.46	33.88	33.32	35.64	35.3
2	33.65	32.9	32.48	32.13	34.12	33.8
3	30.39	29.86	30.25	29.58	30.94	30.1
4	30.52	30.38	29.26	29.09	31.21	31.2
5	31.94	31.69	31.09	30.86	32.58	32.4
6	33.02	32.93	32.65	31.82	33.67	33
7	31.95	32.39	32.96	30.77	32.99	32.1
8	32.15	32.13	33.08	31.1	33.27	32
9	32.04	31.43	32.04	30.39	32.97	31.8
10	31.9	31.85	32.28	30.61	32.81	32.4
11	32.05	31.64	32.12	31.29	32.7	32.4
12	31.47	31.19	31.05	30.46	32.17	32.2
13	31.2	31.39	30.87	30.35	32	32.2
14	32.21	32.22	32.24	31.29	32.9	32.7
15	31.49	31.25	31.57	30.32	32.18	32.1
16	31	30.59	30.76	29.93	31.86	31.5
17	31.26	30.81	31.14	30.46	31.99	31.7
18	31.18	30.85	30.93	29.95	32.03	32.1
19	31.63	31.29	31.33	30.99	32.21	31.1
20	30.93	30.23	30.27	29.26	31.33	31.1
21	30.33	30.43	28.49	28.75	30.5	31
22	28.66	28.51	27.31	27.58	28.99	29.6
23	29.45	28.9	29.04	28.53	30.32	30.5
24	30.35	29.7	29.63	29.64	31.18	31.1
25	29.4	29.38	29.23	28.19	30.36	30.3
26	30.15	30.38	30.09	29.01	31.05	31.2
27	30.28	30.3	30.2	29.39	31.19	31.2
28	29.94	29.95	30.05	28.97	30.85	30.9
29	29.45	29.82	29.49	28.24	30.51	30.5
30	29.82	29.92	30.28	28.7	30.75	30.6
31	29.18	29.53	29.78	28.28	30.1	30.3

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

ملحق (١١) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر نوفمبر ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية ٣٠.٤
1	29.32	29.65	30.03	28.2	30.22	30.4
2	29.21	29.15	29.62	28.19	29.98	29.8
3	28.58	28.93	28.69	26.78	29.4	29
4	28.98	29.28	28.87	27.08	29.8	30.1
5	29.24	29.44	29.6	28.03	30.11	30.1
6	28.21	28.71	28.29	27.38	29.12	29.4
7	28.9	29.29	29	27.35	29.84	29
8	29.05	28.96	28.4	27.76	29.75	29.3
9	29.6	29.64	28.94	28.31	30.11	29.6
10	28.85	29.04	*	27.51	29.86	29.5
11	29.33	29.18	*	28.07	29.98	29.8
12	29.49	29.58	*	28.28	30.33	30.1
13	28.75	28.67	*	27.27	29.4	29.2
14	28.56	28.84	*	27.11	29.41	29.2
15	30.07	29.43	*	28.87	30.67	30.3
16	29.29	29.13	*	28.37	29.93	29.8
17	28.4	28.57	*	27.41	29.33	29.4
18	28	28.39	*	26.96	28.91	28.8
19	28.28	28.65	*	27.11	29.25	28.6
20	26.89	27.43	*	25.81	28	27.1
21	26.34	26.92	*	25.28	27.37	26.7
22	25.21	26.01	*	24.37	26.35	25.6
23	23.68	24.86	*	23.18	24.77	24.3
24	25.59	26.31	*	25.19	26.56	26.5
25	25.62	26.3	*	24.67	26.45	26.5
26	25.86	26.65	*	25.09	26.83	26.4
27	24.03	25.06	*	23.42	25.13	24.5
28	25.75	26.45	*	25.07	26.89	26.9
29	26.63	26.97	*	26.12	27.58	27.4
30	25.9	26.55	*	24.65	26.79	26.5

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

*بيانات لم تسجل.

ملحق (١٢) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر ديسمبر ٢٠٠٤.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	25	25.95		24.45	26.12	25.8
2	26.82	27.13	27.2	25.64	27.87	27.6
3	25.13	26.23	25.06	24.49	26.18	25.8
4	24.18	25.28	23.81	23.3	24.98	24.5
5	24.64	24.92	23.93	23.31	25.2	24.8
6	25.89	26.75	25.99	25.02	26.79	26.9
7	25.26	25.93	25.38	24.12	26.24	25.2
8	24.23	24.77	24.2	23.26	25.1	24.3
9	24.26	25.12	25.4	23.38	25.15	24.5
10	25.44	26.13	25.89	24.47	26.47	25.7
11	26.06	26.86	26.28	25.08	27.24	26.9
12	26.27	26.84	26.58	25.21	27.35	26.9
13	26.28	26.86	26.68	25.24	27.19	26.7
14	24.93	25.77	25.73	23.68	25.97	25.1
15	21.49	22.91	23.44	21.12	22.73	22.4
16	20.64	21.62	20.91	19.5	21.78	21.2
17	22.2	22.46	21.98	21.24	23.13	22.4
18	24.43	24.85	24.12	23.91	25.41	24.9
19	25.24	26.06	25.69	24.15	26.1	25.5
20	24.67	25.32	25.79	23.72	25.59	25
21	23.45	24.37	24.61	22.37	24.5	23.8
22	22.8	23.95	23.61	21.87	24.1	23.2
23	22.16	23.23	22.86	21.02	23.26	22.6
24	22	22.95	23.1	20.94	23.07	22.4
25	20.17	21.89	21.81	19.69	21.26	21
26	19.51	20.42	19.62	18.29	20.66	30.3
27	21	22.27	22.21	19.92	22.21	21.3
28	21.9	22.92	22.76	20.52	23.18	22.3
29	23.26	24.28	22.64	22.87	23.92	23.2
30	24.48	25.21	23.52	23.49	25.3	24.2

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

ملحق (١٣) : المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في شهر يناير ٢٠٠٥.

اليوم	منى	الليث	عرفات	الشرائع	الجامعة	النورية
1	24.1	24.6	23.77	23.01	25.1	24.5
2	24.3	24.75	24.84	23.13	25.36	25.1
3	23.66	24.17	24.21	22.67	24.8	24.1
4	22.64	23.17	23.34	21.53	23.74	22.7
5	21.64	22.52	22.51	20.22	22.91	21.9
6	19.9	21.36	21.69	19.52	21.01	21
7	20.81	21.9	22.06	20.24	21.77	21.3
8	20.53	21.26	21.07	19.1	21.57	20.5
9	20.05	21.17	21.01	19	20.99	20.5
10	18.69	20.05	20.1	18.3	19.79	19.4
11	21.47	22.16	22.98	20.38	22.78	22.1
12	22.61	23.74	23.75	21.5	23.91	23.5
13	23.4	23.87	23.72	22.4	24.18	23.8
14	22.93	23.22	23.66	22.14	24.01	23.3
15	22.73	23.19	23.23	21.47	23.66	22.8
16	22.75	23.56	23.1	21.35	23.8	23.3
17	21.94	23.23	23.15	21.1	22.97	22.8
18	20.19	21.52	21.65	19.58	21.15	20.9
19	18.56	19.53	20.6	18.01	19.54	18.7
20	20.76	21.46	21.57	19.76	21.4	21.2
21	24.44	24.93	24.42	23.23	25.11	24.9
22	22.1	22.64	22.68	20.89	22.8	21.7
23	18.6	19.1	19.28	17.88	19.45	18.4
24	19.47	19.45	19.98	17.96	20.26	18.9
25	22.95	23.16	22.52	22.08	23.71	22.8
26	22.95	23.21	23.09	21.64	23.86	22.9
27	22.53	23.19	23.14	21.03	23.61	22.6
28	23.08	23.76	23.67	22.1	24.33	23.3
29	25.08	25.47	24.85	23.98	26.25	25.4
30	25.36	25.52	24.94	24.3	26.28	25.4
31	25.38	25.75	25.43	24.42	26.36	25.8

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الأرصاد والبيئة، بيانات غير منشورة.

قائمة المراجع والمصادر

أولاً : المراجع العربية :

١- أحمد على إسماعيل (١٩٦٩)، مناخ مدينة أسيوط، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الثاني، ص ص ١٠٩-١٣٥.

٢- أمينة عطاالله الرحيلي (٢٠٠٥)، خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

٣- بدر الدين يوسف أحمد (١٩٩١)، مناخ مكة المكرمة، معهد البحوث وإحياء التراث الإسلامي، مركز بحوث العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

٤- بدر الدين يوسف أحمد (١٩٩٧)، مناخ الطائف، معهد البحوث وإحياء التراث الإسلامي، مركز بحوث العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

٥- جهاد محمد قربه (١٩٩٩)، نماذج الطقس الجغرافية، دراسة تحليلية للتردد والتتابع في الرياض، الندوة الجغرافية السادسة لأقسام الجغرافيا، بجامعات المملكة العربية السعودية، مارس ١٩٩٩م.

٦- جهاد محمد قربه (٢٠٠٧م)، التباين اليومي للانحرافات الحرارية لمكة المكرمة عن المعدلات الحرارية اليومية بالمملكة العربية السعودية ، مركز دراسات الخليج سلسلة الإصدارات الخاصة، العدد ٢٤، نوفمبر ٢٠٠٧، الكويت.

٧- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٨٥)، أصول الجغرافيا المناخية، ط٣، دار النهضة العربية، بيروت.

٨- رقية حسين سعد نجم (١٩٩١)، البيئة الطبيعية لمكة المكرمة – دراسة في الجغرافيا الطبيعية لمنطقة الحرم المكي الشريف ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

٩- شحاتة سيد أحمد (٢٠٠٢)، مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية، نادي المدينة المنورة الأدبي.

١٠- طه محمد جاد (١٩٨٢م)، الأمطار في الكويت، مجلة دراسات الخليج العربي والجزيرة العربية، جامعة الكويت.

١١- عبد الرحمن صادق الشريف (١٩٧٤)، الأحوال المناخية في مدينة الرياض، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض.

١٢- عبد العزيز عبدا للطيف يوسف (١٩٩٨)، التذبذب الحراري الحديث في الإحساء بشرقي المملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣١، ج١، ص ص ٤١١-٤٣٠.
١٣- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (١٩٩٩)، التغير اليومي لأنماط درجة الحرارة في مدينة القاهرة الكبرى – دراسة في المناخ الحضري، مركز الخدمة للاستشارات البحثية – شعبة البحوث الجغرافية ، جامعة المنوفية، العدد ١٥.
١٤- عبدالعزيز عبداللطيف يوسف (٢٠٠٠)، مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة، دراسة جغرافية في المناخ الحضري، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٣٦، ج٢، ص ص ٥٩-٩٠.
١٥- عبدالعزيز محمد الحويطان (٢٠٠٤)، أحكام الحرم المكي الشريف، بدون ناشر.
١٦- عبدالعزيز طريح شرف (١٩٩٦م)، الجغرافيا المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
١٧- عبدالله صالح الرقيبة (٢٠٠٨م)، خدمة النقل العام بالحافلات في الحج عبر محاور الربط الرئيسية بين منى والمسجد الحرام (حج عام ١٤٢٤هـ) المجلة الجغرافية الخليجية، الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج، العدد ٢، يناير ٢٠٠٨م.
١٨- محمد إبراهيم شرف (١٩٩٦م)، الحرارة في مدينة الإسكندرية، دراسة في المناخ الحضري، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، المجلد ٤٤.
١٩- محمد عبدالله الصالح (١٩٩٧)، التوزيع ألزماني والمكاني للأمطار في الرياض، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، أبريل ١٩٩٧م.
٢٠- محمد فوزي أحمد عطا (٢٠٠١)، التبخر والموازنة المائية في الإحساء بالمملكة العربية السعودية ، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٣٨، ج٢، ص ص ٢٦٩-٢٩٤.
٢١- معراج نواب مرزا، بدر الدين يوسف أحمد (٢٠٠١)، أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة، سلسلة رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، يونيو ٢٠٠١.
٢٢- مسعد سلامة مندور (٢٠٠٢)، الإشعاع الشمسي في مصر – دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة المنصورة.
٢٣- مسعد سلامة مندور (٢٠٠٧)، جغرافيا المناخ والأرصاد الجوية، مكتبة ريهام، المنصورة.

٢٤- يوسف عبدالمجيد فايد (١٩٨٢)، مناخ مدينة جدة، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية المجلد الثاني، جامعة الملك عبدالعزيز، السعودية.
٢٥- يوسف عبدالمجيد فايد (١٩٩٥)، جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية.

ثانياً : المراجع الأجنبية

1- Antes, A. (1992): Meteorology, Macmillan Publishing Company, New York .
2- Anbar, O.M.; Masat, A.S.; Alamodi, A.O.; Makki, A.A. (2008): The Micrometerological seaso Changes in the Haram area of Makkah City and the feed back of change in the comfort of people, King Abdulaziz University Research Projects Sponsored by Kacest.
3- Balling, R.C. and Nasrallah, H.A. (1991): The Imapact of rapid urbanisation on summer weather stress in Kuwait City, Journalof Aird Environment, Vol. 21.
4- Epperson, D.L. (1995): Estimating The Urban Bias of surface shelter Temperatures using Upper-Air and Satellite Data, Part 2, Estimation of the Urban Bias, Journal of Applied Meteorology, Vol. 34, February 1995.
5- Fukukoa, Y. and Takechi, N. (1980): Urban Climate and Air Quality of Hiroshima City, Japanese Progress in Climatology.
6- Meraj, N.M. (1979): The Impact of selected physical factors on urban development in Makka - Saudi Arabia, MS, Geography and Geology Department, Eastern Michigan, USA

ثالثاً : مصادر البيانات الإحصائية :

- الرئاسة العامة للأرصاد الجوية (٢٠٠٦)، بيانات مناخ محطة مكة، البيانات منشورة في الموقع WWW.PME.GOV.SA/CANDPZASP
- معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة (٢٠٠٧)، تقرير عن برنامج رصد عناصر المناخ من ٢٠٠ -٢٠٠٧م.
- معهد خادم الحرمين الشريفين لبحوث الحج والعمرة، قسم الإحصاء، بيانات أعداد الحجاج والمعتمرين، بيانات غير منشورة.
- معهد خادم الحرمين لبحوث الحج والعمرة، بيانات ساعية ويومية للعناصر المناخية غير منشورة، قسم الأرصاد والبيئة.

رابعا : الخرائط :

- وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٨)، أطلس المناخ في المملكة العربية السعودية.
- وزارة البترول والثروة المعدنية إدارة المساحة الجوية لوحة مكة المكرمة (NF37 – SE) مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠ .
- وزارة الشؤون البلدية والقروية وكالة تخطيط المدن بالمملكة العربية السعودية، لوحة مكة المكرمة (NF37 – SE1-d 2) مقياس ١ : ٥٠٠٠٠.

Farsi , Z.M.A. (2002): Atlas of Saudi Cities & Regions.

* * *