



جامعة القاهرة
كلية الآداب
قسم الجغرافيا

المناخ الحضري لمدينة الجيزة

باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

The Urban Climate of Giza City

By Using Remote Sensing and Geographic Information Systems

رسالة مقدمة لاستكمال درجة الماجستير في الآداب من قسم الجغرافيا

إعداد الطالب

منصور حسين سالم صالح

إشراف

أ.د/ سامح إبراهيم عبد الوهاب

أستاذ الجغرافيا البشرية
كلية الآداب – جامعة القاهرة

أ.د / شحاتة سيد أحمد طلبة

أستاذ الجغرافيا الطبيعية
رئيس قسم الجغرافيا
كلية الآداب – جامعة القاهرة

القاهرة

٢٠١٥م – ١٤٣٦هـ

الإجازة

أسم الطالب : منصور حسين سالم صالح

عنوان الرسالة : المناخ الحضري لمدينة الجيزة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

أجازت لجنة المناقشة هذه الرسالة للحصول على درجة الماجستير في الآداب قسم الجغرافيا

بتاريخ ٢٠١٥/٥/٩

بتقدير / ممتاز (A-) بعد استيفاء جميع المتطلبات

اللجنة

الاسم	الدرجة العلمية	التوقيع
(١) عبد العزيز يوسف	دكتور	عبد العزيز يوسف
(٢) محمد فوزي أحمد علي	أستاذ	محمد فوزي أحمد علي
(٣) سامع دوان	أستاذ	سامع دوان
(٤) محمد سعيد محمد	أستاذ مساعد	محمد سعيد محمد

بواقع مجلس القسم
٩.٥.٢٠١٥

٢٠١٥/٥/٩

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

" اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ الْحَيُّ الْقَيُّومُ لَا تَأْخُذُهُ سِنَّةٌ وَلَا نَوْمٌ
لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ مَنْ ذَا الَّذِي يَشْفَعُ
عِنْدَهُ إِلَّا بِإِذْنِهِ يَعْلَمُ مَا بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَمَا خَلْفَهُمْ وَلَا
يُحِيطُونَ بِشَيْءٍ مِّنْ عِلْمِهِ إِلَّا بِمَا شَاءَ وَسِعَ كُرْسِيُّهُ
السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَلَا يَئُودُهُ حِفْظُهُمَا وَهُوَ الْعَلِيُّ
الْعَظِيمُ " (٢٥٥)

صدق الله العظيم

الآية ٢٥٥ سورة البقرة

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على معلم البشرية وهادي الإنسانية وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين.

يجدر بي أن أتقدم ببالغ الامتنان، وجزيل العرفان إلى كل من وجهني، وعلمني، وأخذ بيدي في سبيل إنجاز هذا البحث. فالحمد لله على تفضله عليّ بوالدين كريمين شقّا لي طريق العلم، وكانا خير سند لي طيلة حياتي الدراسية من تشجيع ودعاء وصبر وعطاء.. وأخص بذلك السادة المشرفين، السيد الفاضل أ.د/ شحاتة سيد أحمد طلبة؛ أستاذ الجغرافيا الطبيعية ورئيس قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة القاهرة، والسيد الفاضل أ.د/ سامح إبراهيم عبد الوهاب؛ أستاذ الجغرافيا البشرية - كلية الآداب - جامعة القاهرة . جعل الله ما قاما به في ميزان حسناتهما وأمدّ في عمرهما على عمل صالح .

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى أساتذتي أعضاء لجنة المناقشة الموقرين السيد الفاضل أ.د/ عبد العزيز عبد اللطيف يوسف؛ أستاذ الجغرافيا الطبيعية - كلية الآداب - جامعة عين شمس، والسيد الفاضل أ.د/ محمد فوزي أحمد عطا؛ أستاذ الجغرافيا الطبيعية رئيس قسم الجغرافيا ووكيل كلية الآداب - جامعة بني سويف. على ما تكبدوه من عناء في قراءة رسالتي المتواضعة وإغنائها بمقترحاتهم القيمة، أمد الله في عمركما وجعلكما نبراثاً يضيء طريق كل الباحثين، وجعل الله كل ما قدمتموه في ميزان حسناتكم.

وفي النهاية يسرني أن أتقدم بجزيل الشكر إلى كل من مد لي يد العون في مسيرتي العلمية.

منصور صالح

المحتويات

اولاً: قائمة الموضوعات

ثانياً: قائمة الجداول

ثالثاً: قائمة الأشكال

رابعاً: قائمة الصور الفوتوغرافية

أولاً: قائمة الموضوعات

الصفحة	الموضوع	رقم
ز- ت	المقدمة	
ز- ي	موضوع الدراسة	١
س- ص	منطقة الدراسة	٢
ض	أسباب اختيار الموضوع	٣
ض- ط	أهداف الدراسة	٤
ط- ف	الدراسات السابقة	٥
ق	مشكلات الدراسة	٦
ق- ي	مناهج وأساليب الدراسة	٧
أأ	الصعوبات التي واجهت الطالب وكيفية التغلب عليها	٨
ب- ب- ت	محتويات الدراسة	٩
٤٦- ١	الفصل الأول: خصائص مُناخ مدينة الجيزة	١
٢	تمهيد	١- ١
١٥- ٢	الإشعاع الشمسي	٢- ١
١١- ٣	(١- ٢- ١) معدلات عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية ونسبتها من عدد ساعات السطوع الممكن.	
١٥- ١١	(١- ٢- ٢) معدلات كمية الإشعاع الشمسي الكلي.	
٣٢- ١٦	درجة الحرارة	٣- ١
٢٠- ١٦	(١- ٣- ١) المعدلات السنوية.	
٢٥- ٢١	(٢- ٣- ١) المعدلات الفصلية.	
٣٠- ٢٦	(٣- ٣- ١) المعدلات الشهرية.	
٣٢- ٣١	(٤- ٣- ١) المدي الحراري.	
٣٨- ٣٣	الرطوبة النسبية	٤- ١
٣٤- ٣٣	(١- ٤- ١) المعدلات السنوية.	
٣٨- ٣٤	(٢- ٤- ١) المعدلات الفصلية.	
٤٥- ٣٩	الرياح	٥- ١
٤٢- ٤٠	(١- ٥- ١) سرعة الرياح.	
٤٥- ٤٣	(٢- ٥- ١) إتجاه الرياح.	
٨٥- ٤٧	الفصل الثاني: التطور التاريخي لنشأة الجزر الحرارية السطحية لمدينة الجيزة خلال الفترة ١٩٨٤ إلى ٢٠١٤	٢
٤٨	تمهيد	١- ٢
٦١- ٤٨	تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة الجيزة	٢- ٢
٥٥- ٥٢	(١- ٢- ٢) تطور شدة الجزر الحرارية للمدينة بالنسبة للنطاق	

٥٧ - ٥٦	الزراعي. (٢-٢-٢) تطور شدة الجزر الحرارية للمدينة بالنسبة للنطاق الصحراوي.	
٦١ - ٥٨	(٣-٢-٢) تطور شدة الجزر الحرارية للمدينة بالنسبة لمدينة القاهرة.	
٧٢ - ٦١	تطور الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة وعلاقتها بتطور الجزر الحرارية	٣ - ٢
٦٦ - ٦٢	(١-٣-٢) تطور الكتلة العمرانية المتصلة بالنسبة للمدينة.	
٦٩ - ٦٦	(٢-٣-٢) تطور الكتلة العمرانية المنفصلة خارج المدينة.	
٧٢ - ٦٩	(٣-٣-٢) العلاقة بين تطور الغطاءات الارضية (العرمان والزراعة) على الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي.	
٨١ - ٧٢	تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة والظهير الزراعي	٤ - ٢
٧٦ - ٧٥	(١-٤-٢) تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة والظهير الزراعي.	
٨١ - ٧٦	(٢-٤-٢) مؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) وعلاقتها بتطور درجة الحرارة السطحية على الظهير الزراعي.	
٨٤ - ٨٢	تطور الجزيرة الحرارية في المستقبل بالنسبة للظهير الزراعي.	٥ - ٢
٨٦ - ١٢٠	الفصل الثالث: شدة الجزر الحرارية لمدينة الجيزة خلال عام ٢٠١٤	٣
٨٧	تمهيد	١ - ٣
١٠٩ - ٨٧	شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة	٢ - ٣
٩٤ - ٨٨	(١-٢-٣) شدة الجزيرة الحرارية لسطح الأرض.	
١٠٩ - ٩٥	(٢-٢-٣) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية.	
١١٩ - ١١٠	تركيب الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة	٣ - ٣
١١٤ - ١١٠	(١-٣-٣) النمط العام لتركيب الجزيرة الحرارية.	
١١٨ - ١١٤	(٢-٣-٣) الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة داخل مدينة الجيزة.	
١١٩ - ١١٨	(٣-٣-٣) التباين الحراري لأقسام مدينة الجيزة.	
١٦٣ - ١٢١	الفصل الرابع: بعض الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية وسبل التقليل منها	٤
١٢٢	تمهيد	١ - ٤
١٣٥ - ١٢٢	المناخ وراحة الإنسان في مدينة الجيزة	٢ - ٤
١٢٨ - ١٢٣	(١-٢-٤) التوازن الحراري لجسم الإنسان بمدينة الجيزة.	
١٣٥ - ١٢٨	(٢-٢-٤) الراحة الحرارية لجسم الإنسان بمدينة الجيزة.	
١٤٣ - ١٣٦	زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية	٣ - ٤

١٥٤ - ١٣٤	بعض الأساليب لتقليل من الآثار السلبية للجزر الحرارية بمدينة الجيزة.	٤ - ٤
١٤٦ - ١٤٥ ١٥٣ - ١٤٧ ١٥٤ - ١٥٣	(١-٤-٤) زيادة معدلات الألبينو من المنشآت الحضرية. (٢-٤-٤) زيادة المسطحات الخضراء. (٣-٤-٤) الإعتماد على خلايا الطاقة الشمسية.	
١٦٣ - ١٥٥	كيفية الاستفادة من هذه الدراسة في تخطيط المناطق الحضرية المزمع أقامتها في المستقبل.	٥ - ٤
١٥٨ - ١٥٦ ١٦٢ - ١٥٨ ١٦٣ - ١٦٢	(١-٥-٤) تخطيط المناطق المفتوحة. (٢-٥-٤) تخطيط المباني. (٣-٥-٤) الإعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.	
١٧٠ - ١٦٤	خاتمة الدراسة	٥
١٦٨ - ١٦٥	النتائج	١ - ٥
١٧٠ - ١٦٩	التوصيات	٢ - ٥
١٧٦ - ١٧١	الملاحق	٦
١٨٤ - ١٧٧	المصادر والمراجع	٧
١٧٨	المصادر	١ - ٧
١٧٨ ١٧٨	(١ - ١ - ٧) الخرائط والمرئيات الفضائية. (٢ - ١ - ٧) البيانات.	
١٨٤ - ١٧٩	المراجع	٢ - ٧
١٨١ - ١٧٩ ١٨٤ - ١٨٢	(١ - ٢ - ٧) المراجع العربية. (٢ - ٢ - ٧) المراجع باللغة الإنجليزية.	
١٩١ - ١٨٥	الملخصات	٨
١٨٨ - ١٨٦	أولاً: ملخص باللغة العربية	
١٩١ - ١٨٩	ثانياً: ملخص باللغة الإنجليزية	

ثانياً: قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم
ش	محطات الأرصاد الجوية الواقعة داخل مدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها.	١
٤	المعدلات الفصلية والسنوية لسطوع الشمس الفعلي ونسبته من السطوع الممكن في محطات ممثلة لمنطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	١ - ١
١٠	المعدلات الشهرية لسطوع الشمس الفعلي ونسبته من السطوع الممكن في محطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٢ - ١
١٢	معدلات الإشعاع الشمسي الكلي (ميجا جول/متر ^٢ /يوم) في محطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٣ - ١
١٨	المعدلات الفصلية والسنوية لدرجات حرارة الهواء في محطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٤ - ١
٢٨ - ٢٩	المعدلات الشهرية والفصلية لدرجات حرارة الهواء (س) في محطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣ .	٥ - ١
٣١	أنواع المدي الحراري (س) في محطات منطقة الدراسة.	٦ - ١
٣٤	المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها.	٧ - ١
٤١	المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات مختارة لمنطقة الدراسة.	٨ - ١
٤٣	المعدلات السنوية لإتجاهات هبوب الرياح وسرعتها (عقدة/ساعة) بمنطقة الدراسة والمناطق المحيطة خلال الفتره (٢٠٠٠ - ٢٠١٣) .	٩ - ١
٤٩	المرئيات الفضائية المستخدمة في دراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية.	١ - ٢
٥٠	شدة الجزيرة الحرارية السطحية الكلية والقصوي لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق الزراعية والصحراوية وعمران مدينة القاهرة إنشاء النهار من خلال أربعة مرئيات في فصل الصيف ممثلة لعدة سنوات على فترات مختلفة.	٢ - ٢
٦٣	تطور الكتلة العمرانية المتصلة لمدينة الجيزة خلال فترات الدراسة المختلفة.	٣ - ٢
٦٧	تطور الكتلة العمرانية المنفصلة في الفترات الزمنية المدروسة مسبقاً.	٤ - ٢
٧٤	درجة الحرارة السطحية بالمدينة والنطاق الزراعي "نقاط بطريقة عشوائية".	٥ - ٢
٧٨	العلاقة بين درجة الحرارة السطحية ومؤشر التباين النباتي لفترات الدراسة.	٦ - ٢

الصفحة	عنوان الجدول	رقم
٨٣	سيناريوهات النمو العمراني على الظهير الزراعي.	٧ - ٢
٨٨	المرئيات الفضائية التي تم الإعتماد عليها في دراسة شدة الجزيرة الحرارية بمدينة الجيزة عام ٢٠١٤.	١ - ٣
٨٩	شدة الجزيرة الحرارية السطحية الكلية والقصوي لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق الزراعية والصحراوية وعمران مدينة القاهرة إنشاء النهار من خلال اربعة مرئيات land sat8 ممثلة لفصول السنة الأربعة لعام ٢٠١٤.	٢ - ٣
٩٧	شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية لمدينة الجيزة من خلال قياس درجات الحرارة اثناء الدراسة الميدانية لجزء من المنطقة الحضرية والنطاق الزراعي للمدينة.	٣ - ٣
١٠٤	شدة الجزيرة الحرارية السطحية والحضرية الكلية والقصوي لمنطقة الدراسة الميدانية بمدينة الجيزة بالنسبة للمنطقة الزراعية إنشاء النهار اعتمادًا على مرئية 8 Landsat بتاريخ ٢٢/٨/٢٠١٤ وبناء نموذج كارتوجرافي لاستخراج درجات حرارة الهواء بناء على القياسات الميدانية.	٤ - ٣
١٠٥	شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية والسطحية الكلية والقصوي لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق الزراعية والصحراوية وعمران مدينة القاهرة إنشاء النهار.	٥ - ٣
١١٥	سمات الجزر الحارة والمعتدلة بمدينة الجيزة في مرئية فصل الصيف من حيث المساحة والغطاءات الأرضية السائدة.	٦ - ٣
١١٩	متوسط شدة الجزيرة الحرارية لكل قسم بمدينة الجيزة والمراكز التابعة للكتلة العمرانية لها في مرئية فصل الصيف.	٧ - ٣
١٢٥	معدلات الكسب والفقد الحراري لجسم الإنسان بمدينة الجيزة نهارًا وليلاً (بالكيلو ساعة/ساعة) خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣).	١ - ٤
١٣٠	الحدود التصنيفية لقرينة توم لتحديد راحة الإنسان.	٢ - ٤
١٣١	القيم الشهرية والفصلية لمؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم Thom بمحطات الأرصاد الجوية بمدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها على المستوى اليومي خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣.	٣ - ٤
١٣٨	التباين الشهري لكل من درجة الحرارة اليومية في مدينة الجيزة واستهلاك الطاقة الكهربائية (م.ك.و.س) خلال عام ٢٠٠٨.	٤ - ٤
١٤١	مقارنة بين درجات أيام التبريد ودرجات أيام التدفئة (س) داخل مدينة الجيزة (محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية) وخارجها (محطة بهتيم الزراعية) خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٣.	٥ - ٤

ثالثاً: قائمة الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم
ص	موقع مدينة الجيزة، ومحطات الأرصاد الجوية الموجودة بداخلها والمناطق المجاورة لها.	١
٥	المعدلات الفصلية والسنوية لسطوع الشمس الفعلي في محطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	١ - ١
٨	المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية من الممكنه % في محطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٢ - ١
١١	المعدلات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية في محطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٣ - ١
١٥	المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للاشعاع الشمسي الكلي (ميجا جول/متر ^٢ /يوم) في محطات منطقة الدراسة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٤ - ١
١٩	توزيع المعدلات السنوية لمتوسط درجة حرارة الهواء بمنطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٥ - ١
٢٠	توزيع المعدلات السنوية لدرجة الحرارة العظمي والصغري بمحطات منطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٦ - ١
٢٣	المعدلات الفصلية لدرجة حرارة الهواء في محطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها خلال الفتره (٢٠٠٠ - ٢٠١٣) .	٧ - ١
٣٠	المعدلات الشهرية لدرجات حرارة الهواء بمحطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	٨ - ١
٣٢	توزيعات المعدلات السنوية والشهرية للمدى الحراري بمنطقة الدراسة خلال الفتره (٢٠٠٠ - ٢٠١٣) .	٩ - ١
٣٥	توزيع المعدلات السنوية للرطوبة النسبية (%) بمنطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	١٠ - ١
٣٨	توزيع معدلات الرطوبة النسبة في الفصول المناخية بمنطقة الدراسة خلال الفتره من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣.	١١ - ١
٤٢	المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات مختارة لمنطقة الدراسة.	١٢ - ١
٤٥	المعدلات السنوية لإتجاهات هبوب الرياح وسرعتها (عقدة/ساعة) بمنطقة الدراسة والمناطق المحيطة .	١٣ - ١
٥١	درجة حرارة سطح الأرض (س) في مدينة الجيزة والمناطق المحيطة، اعتماداً على مرئيات (Landsat7 TM, landsat8) الممثلة لنهار فصل	١ - ٢

	الصيف في فترات مختلفة.	
٥٣	شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة للظهير الزراعي خلال فترة الدراسة.	٢ - ٢
٥٥	الاتجاه العام لتطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية في فصل الصيف .	٣ - ٢
٥٦	شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة للظهير الصحراوي خلال فترة الدراسة.	٤ - ٢
٥٨	شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة لمدينة القاهرة خلال فترة الدراسة.	٥ - ٢
٦٥	تطور حد الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة خلال الفترات المدروسة.	٦ - ٢
٦٧	تطور الكتلة العمرانية المنفصلة لمدينة الجيزة والاتجاه العام للعمران خلال الفترات المدروسة.	٧ - ٢
٧٠	الاتجاه العام لتطور نسبة الكتلة العمرانية ونسبة الزراعة وتطور الجزيرة الحرارية الكلية بالنسبة للظهير الزراعي.	٨ - ٢
٧١	علاقة الانحدار بين مساحة العمران على الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية.	٩ - ٢
٧٣	مواقع النقاط العشوائية التي تم الإعتماد عليها في دراسة تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة وظهيرها الزراعي.	١٠ - ٢
٧٥	الاتجاه العام لمتوسط درجة الحرارة في المدينة والظهير الزراعي خلال فترة الدراسة .	١١ - ٢
٧٧	الاتجاه العام لمتوسط درجة الحرارة بالظهير الزراعي وعلاقتة بالاتجاه العام لمؤشر التباين النباتي النسبي.	١٢ - ٢
٧٩	العلاقة بين درجة الحرارة السطحية ومؤشر التباين النباتي لفترات الدراسة.	١٣ - ٢
٨١	تطور مؤشر التباين النباتي النسبي لفصل الصيف في فترات الدراسة المختلفة.	١٤ - ٢
٩٠	درجة حرارة سطح الأرض (س) في مدينة الجيزة والمناطق المحيطة، اعتماداً على مرئيات (landsat8) الممثلة للفصول الاربعة عام ٢٠١٤.	١ - ٣
٩٢	شدة الجزيرة الحرارية الكلية لعمران مدينة الجيزة بالنسبة للظهير الزراعي خلال فصول السنة الأربعة لعام ٢٠١٤.	٢ - ٣
٩٣	شدة الجزيرة الحرارية الكلية لعمران مدينة الجيزة بالنسبة للظهير الصحراوي خلال فصول السنة الأربعة.	٣ - ٣
٩٤	شدة الجزيرة الحرارية الكلية لعمران مدينة الجيزة بالنسبة لمدينة القاهرة خلال فصول السنة الأربعة.	٤ - ٣
٩٨	مواقع رصد درجات الحرارة اثناء الدراسة الميدانية يوم ٢٢-٨-٢٠١٤	٥ - ٣

	الساعة ١٥:١٠ بمدينة الجيزة وظهيرها الزراعي.	
٦-٣	منحني الإنتشار ومعادلة خط الانحدار توضح العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض وحرارة الهواء ليوم ٢٢/٨/٢٠١٤.	١٠٣
٧-٣	مقارنة بين درجات حرارة الهواء "IDW" ودرجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض.	١٠٦
٨-٣	درجة حرارة الهواء اعتماداً على بناء نموذج كارتوجرافي ودرجة حرارة سطح الأرض لمرئية فصل الصيف عام ٢٠١٤.	١٠٧
٩-٣	العلاقة بين درجات حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء في الغطاءات الأرضية المختلفة.	١٠٩
١٠-٣	الاتجاه العام لدرجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء.	١٠٩
١١-٣	التباين المكاني لدرجات الحرارة السطحية ودرجة حرارة الهواء لمنطقة الدراسة بمرئية فصل الصيف ٢٠١٤.	١١١
١٢-٣	التباين المكاني لشدة الجزيرة الحرارية داخل مدينة الجيزة، وتوزيع شدة الجزيرة الحرارية الحرارة على طول قطاعين لدرجة الحرارة بمرئية فصل الصيف ٢٠١٤.	١١٢
١٣-٣	توزيع الجزر الحرارية وفقاً لنوعها (حارة و معتدلة) وشدتها لعمران مدينة الجيزة بالنسبة للظهير الزراعي في مرئية فصل الصيف.	١١٦
١-٤	الكسب والفقد الحراري بمحطات مدينة الجيزة والمناطق المجاورة لها نهائياً وليلاً خلال الفترة (٢٠٠٠-٢٠١٣).	١٢٦
٢-٤	القيم الشهرية لمؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم Thom بمحطات الأرصاد الجوية بمدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها على المستوي اليومي خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣.	١٣١
٣-٤	التباين المكاني لمؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم Thom في محطات الأرصاد الجوية بمدينة الجيزة للفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠١٣.	١٣٤
٤-٤	التباين الشهري لكل من درجة الحرارة اليومية في مدينة الجيزة واستهلاك الطاقة الكهربائية (م.ك.و.س) خلال عام ٢٠٠٨.	١٣٩
٥-٤	يوضح معدل الارتباط من خلال معادلة خط الانحدار بين درجة الحرارة واستهلاك الكهرباء خلال شهور عام ٢٠٠٨.	١٣٩
٦-٤	درجات أيام التبريد ودرجات أيام التدفئة (س) على المستوي الفصلي داخل مدينة الجيزة (محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية) وخارجها (محطة بهتيم الزراعية) خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٣.	١٤٢
٧-٤	توضيح للخلايا الفوتوفولتية، وامكانيات إستخدامها في المنازل.	١٥٤

رابعاً: قائمة الصور الفوتوغرافية

الصفحة	عنوان الصورة	رقم
٦١	من جوجل إيرث توضح الزحف العمراني على الاراضي الزراعية غرب المدينة.	١
٩٩	توضح اتساع الشوارع بالمنطقة المجاورة لميدان الجيزة ، الساعة الرابعة مساءً، اتجاه الجنوب.	٢
٩٩	توضح ميدان الجيزة من اعلى الكبري اتجاه الشمال.	٣
٩٩	توضح بعض المخازن بمنطقة الاسكان المنتظم بجوار ميدان الجيزة، اتجاه الشرق.	٤
١٠٠	توضح ضيق الشوارع بالمنطقة العشوائية بالقرب من ميدان الجيزة في اتجاه الشمال.	٥
١٠١	توضح عدم وجود تكس مروري بالمنطقة العشوائية، اتجاه الشمال.	٦
١٠١	توضح رش المياه من بعض البائعة امام نفق المشاه بميدان الجيزة، اتجاه الشرق.	٧
١٠١	توضح بعض المخلفات على اسطح مباني المنطقة العشوائية.	٨
١٣٦	توضح انتشار اجهزة التكيف على وجهة بعض المباني الادارية بمنطقة الاسكان المنتظم، اتجاه الشرق.	٩
١٤٨	توضح مواقع رصد درجات الحرارة في الظل والشمس اتجاه الشرق.	١٠
١٤٩	الحقول التجريبية بمركز البحوث الزراعية بالجيزة ، اتجاه الغرب.	١١
١٥١	توضح النباتات المتسلقة على الواجهة الشمالية لبعض المنازل بمنطقة الاسكان المنتظم، اتجاه الجنوب.	١٢
١٥٧	توضح الجزر الوسطي بالشوارع وطرق تشجيرها، ميدان مصطفى محمود، اتجاه الشرق.	١٣
١٥٩	توضح الواجهة الامامية والجنوبية لمبني مركز معلومات تغير المناخ والطاقة المتجددة، اتجاه الغرب.	١٤
١٦٠	توضح انتشار وجهات المباني الزجاجية بشارع البطل احمد عبد العزيز ، اتجاه الجنوب الغربي.	١٥ ، ١٦
١٦٢	توضح فتحات التهوية ببعض المباني بشارع البطل احمد عبد العزيز، اتجاه الشمال.	١٧

مقدمة الرسالة

- (١) موضوع الدراسة .
- (٢) منطقة الدراسة وأسباب اختيارها .
- (٣) أسباب اختيار الموضوع .
- (٤) أهداف الدراسة وأهميتها .
- (٥) الدراسات السابقة .
- (٦) مشكلات الدراسة .
- (٧) مناهج وأساليب الدراسة .
- (٨) الصعوبات التي واجهت الطالب وكيفية التغلب عليها .
- (٩) محتويات الدراسة

(١) موضوع الدراسة

يعد مناخ المدن أو المناخ الحضري Urban Climate أحد أهم محاور الدراسة في المناخ التطبيقي والذي زاد الاهتمام به في الآونة الأخيرة على كل المستويات سواء الباحثين أو المخططين. دراسة المناخ التفصيلي زاد الاهتمام بها مع تطور أدوات الرصد حيث لم تعد قاصرة على محطات الأرصاد الجوية فقط، بل ظهرت الأجهزة الآلية التي تمكن الباحث من رصد عناصر المناخ بشكل فردي وعلى حسب طبيعة دراسته، كما حدثت طفرة أخرى في دراسة المناخ التفصيلي متمثلة في الأقمار الصناعية وما أتى من مرئيات فضائية تمكننا من دراسة المتغيرات المناخية بشكل تفصيلي.

صاحب عمليتا التصنيع والتحضر في مدن العالم "ومنها مدينة الجيزة" حدوث تغيرات بيئية كبيرة أدت إلى ظهور مشكلات في تلك المدن الحضرية، من أهم هذه المشكلات أثر البيئة الحضرية ومفرداتها على تعديل الظروف المناخية داخل المدن والتي من أهمها درجة الحرارة والرطوبة النسبية، مما أدى إلى تكون ما يطلق عليه "الجزيرة الحرارية الحضرية Urban Heat Island" والتي يهتم بدراستها في المقام الأول "المناخ الحضري Urban Climate" أحد أهم الاتجاهات العلمية في المناخ التطبيقي. فالمناخ الحضري اتجاه علمي واضح المحتوي يتناول شدة الجزيرة الحرارية وتكوينها والعوامل التي أثرت في نشأتها وتكوينها والمشاكل البيئية الناتجة عنها، فمناخ المدينة هو محصلة النمو الحضري ويرتبط بملامح البيئة الحضرية حيث يتأثر بأشكال الأسطح الحضرية وخصائصها، والامتداد العمراني والكثافة التوزيعية له، وتوزيع استخدام الأرض بالمدينة وما يشع من المباني والأسطح الأسفلتية من حرارة وما ينبعث من وسائل النقل والمصانع من حرارة وغازات، وما ينتج من الأنشطة البشرية من غبار وأتربة وأدخنة وجسيمات عالقة في هواء المدينة، ينتج عنها تباين في الميزانية الحرارية والمائية للمدينة ويظهر ذلك تبعا لأنماط استخدام الأرض داخل مدينة الجيزة مما يؤدي إلى وجود نوع من المناخ التفصيلي Microclimate للمدينة يختلف عن نمط المناخ السائد في الأقليم الذي تقع بداخله منطقة الدراسة.

في ظل تغير المناخ داخل المدينة الناتج عن عملية التحضر وما ينتج عنه من مشكلات بيئية التي من أهمها تكون الجزيرة الحرارية، يتأثر الإنسان وأنشطته البشرية ويزداد الإنفاق على استهلاك الطاقة من أجل تعديل وتكييف الهواء داخل المباني حتي يستطيع التكيف مع البيئة، ومع ازدياد الانبعاثات الغازية والجسيمات العالقة يزداد التلوث داخل المدينة مما يترتب عليه انتشار الضباب الدخاني المعروف

بالضبخان " Smog Fog " أو ظاهرة السحابة السوداء فهي من أخطر الظواهر المناخية على الإنسان وصحته وبيئته.

يُمكن تناول الجزيرة الحرارية كمشكلة بيئية ناتجة عن التغير في بعض عناصر المناخ التي من أهمها درجة الحرارة في ثلاثة مستويات داخل المدن، المستوى الأول وهو ما يعرف بالطبقة الحدية Boundary Layer والتي تمتد من الجزء السفلي من طبقة التروبوسفير حتي السطح العلوي للمنشآت الحضرية، الثاني هو الجزيرة الحرارية للقبة الحضرية Canopy وهي الطبقة الممتدة من السطح العلوي للمنشآت الحضرية حتي سطح الأرض، ويطلق على النوعين السابقين اسم الجزر الحرارية للغلاف الجوي (وليد عباس، ٢٠١٣، خ) والتي يمكن دراستها من خلال القياسات الميدانية لدرجة الحرارة كما يمكن الاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية الموجودة داخل المدينة، أما المستوى الثالث فهو متمثل في الجزيرة الحرارية لسطح الأرض ويمكن دراسته من خلال الاستشعار عن بعد وتحليل المرئيات الفضائية.

ويمكن توضيح الفارق الحراري بين منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها ومعرفة شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة خلال فصول السنة الأربعة بالنسبة لكل النطاقات المحيطة بها والتي تتمثل في، النطاق الأول ويمثلة الظهير الزراعي في الشمال والشمال الغربي الذي يقع إدارياً تبع مركز الوراق ومركز كرداسة، والنطاق الزراعي الآخر الذي يقع في الجنوب والممثل في مركز الجيزة وما يقع جنوبه من مناطق زراعية، والنطاق الثاني والذي يمثل الصحراء "صحراء الأهرام"، والنطاق الثالث المتمثل في مدينة القاهرة. اعتمدت الدراسة بشكل رئيسي على الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة وتحليل الجزيرة الحرارية والتعرف على المناخ العام للمدينة، وتنقسم الدراسة إلى أربعة فصول، تناول الفصل الأول المناخ العام للمدينة، وناقش الفصل الثاني التطور التاريخي لنشأة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة خلال الفترة ١٩٨٤ حتى ٢٠١٤، ويحلل الفصل الثالث شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة، ويعرض الفصل الرابع والأخير بعض الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية للمدينة وسبل التقليل منها وكيفية تجنب تلك الآثار السلبية في المناطق الحضرية المزمع إقامتها في المستقبل .

(٢) منطقة الدراسة وأسباب اختيارها .

مدينة الجيزة من المدن المليونية المصرية وتعتبر من أكبر المدن وأعلاها كثافة، وتتمتع المدينة بموقع متميز داخل إقليم القاهرة الكبرى كجزء من النطاق الحضري لها، علاوة على أنها المنطقة الحضرية الممثلة لمحافظة الجيزة، يحدها من الشرق نهر النيل وغرباً مركز كرداسة ومن الشمال قسم

الوراق وجنوباً مركز الجيزة ومدينة أبو النمرس، حيث تضم سبعة أحياء سكنية (حي شمال الجيزة، حي جنوب الجيزة، حي الهرم، حي العجوزة، حي الدقي، حي بولاق الدكرور، حي العمرانية)؛ وسبعة أقسام شرطيه و ٣٩ شياخة، وبلغت المساحة الكلية لها حوالي (٧٥,٤٢٩ كم^٢) (حسب التقسيم الإداري، الهيئة العامة للتخطيط العمراني "shape file"، ٢٠١٠) شكل (أ- ١)، وبلغ تعداد سكانها ٣,٧٥٤,٨٧٤ نسمة عام ٢٠١٤ (حسب تقدير حجم السكان اعتماداً علي تعداد ٢٠٠٦، وبيانات السكان للفترات ١٩٨٦، ١٩٩٦ عن بهاء فؤاد، ٢٠٠٩، ص ٨٩). تقع مدينة الجيزة مناخياً حسب تصنيف كبن ضمن الاقليم الصحراوي الحار وشبه المداري، وتضم مدينة الجيزة ثلاث محطات للأرصاد الجوية والمتمثلة في (محطة الجيزة الزراعية، محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية، محطة مطار إمبابة) بجانب خمس محطات أخرى بالمناطق المجاورة للمدينة بهدف المقارنة كما يوضحها جدول (١)

جدول (١) محطات الأرصاد الجوية الواقعة داخل مدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها

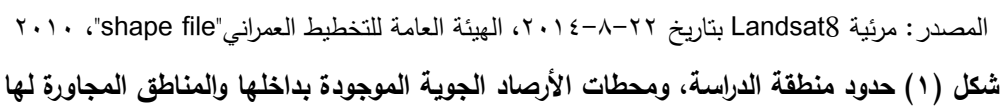
اسم المحطة	الرقم الدولي	نوع المحطة	خط الطول (شرقاً)		دائرة العرض (شمالاً)		الإرتفاع عن سطح البحر (م)	البعد عن البحر (كم)	الفترة الزمنية للبيانات
			دقيقة	درجة	دقيقة	درجة			
الجيزة الزراعية	٣٧٥	زراعية	٢١	٣١	٠٥	٣٠	١٨,٥	١١٧,٧	٢٠١٣-٢٠٠٠
الجيزة (مركز البحوث الزراعية)*	---	زراعية	١٣	٣١	٠٢	٣٠	١٨,٦	١١٩,٥	٢٠١٣-٢٠٠٠
مطار إمبابة **	٣٧٣	سينوبتيكية ملحقة بالمطار	١١	٣١	٠٤	٣٠	١٧	١٢٢,٣	٢٠١٠-٢٠٠٠
بهتيم الزراعية	٣٦٩	زراعية	١٥	٣١	٠٨	٣٠	١٧	١١٨	٢٠١٣-٢٠٠٠
مركز التحليل الرئيسي (العباسية)	٣٧١	مركز رئيسي	١٧	٣١	٠٥	٣٠	٣٤	١١٣,١	٢٠١٣-٢٠٠٠
مطار القاهرة	٣٦٦	سينوبتيكية ملحقة بالمطار	٢٤	٣١	٠٨	٣٠	٦٤,١	١٠٥,٨	٢٠١٠-٢٠٠٠
مطار المازة	٣٧٢	عسكرية ملحقة بالمطار	٢١	٣١	٠٦	٣٠	٧٤	١٠٦,٩	٢٠١٠-٢٠٠٠
حلوان	٣٧٨	سينوبتيكية	٢٠	٣١	٥٢	٢٩	١٠٤,٢	١٠١,٨	٢٠١٠-٢٠٠٠

* وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياه والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة .

** متوقفة منذ ٣٠-٦-٢٠٠٢، البيانات عن/ إيمان عبد العظيم، ٢٠١٣

المصدر: Egyptian Meteo . Auth . (1979) Climatological Normals of Egypt Up To 1975

٢- موقع الهيئة العامة للأرصاد "مصر" www.ema.gov.eg/productview?menu=&lang=eg



(٣) أسباب اختيار الموضوع

١. إن مُناخ الحضر من المجالات البحثية الحديثة والتي تتيح تطبيق الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بشكل واسع كتقنيات حديثة في البحث الجغرافي تسمح بتقديم تحليل وتفسير كمي أكثر دقة، وتبرز الدور التطبيقي للجغرافيا في حل مشكلات المجتمع.
٢. قلة الدراسات العربية التي تناولت مُناخ المدن - مقارنة بالدراسات الأجنبية - خاصة العلاقة بين مُناخ المدن والمشكلات البيئية المعاصرة مثل الاحتباس الحراري وتلوث الهواء وانخفاض الراحة الحرارية للإنسان وزيادة الطلب على الطاقة.
٣. توفر الخرائط والمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة على مدار فترات متفاوتة، ووجود مجموعة من محطات الأرصاد الجوية التي تغطي منطقة الدراسة.
٤. سهولة الوصول إلى أي جزء داخل المدينة للقيام بالقياسات الميدانية وذلك نتيجة للارتباط المكاني للطالب بمنطقة الدراسة.
٥. إن منطقة الدراسة لم تدرس من قبل بهذه المنهجية والأساليب والتقنيات الحديثة المستخدمة والتي من أهمها الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وبعض الأساليب الكمية المتخصصة والرصد والقياسات المناخية في الميدان لبعض عناصر المُناخ المؤثرة في تكوين الجزيرة الحرارية فوق الكتلة الحضرية للمنطقة.

(٤) أهداف الدراسة

١. دراسة المُناخ العام لمدينة الجيزة من خلال الدراسة التفصيلية لبعض العناصر المناخية.
٢. دراسة التطور التاريخي لنشأة الجزيرة الحرارية وتوقع الوضع الحراري للمدينة في المستقبل.
٣. التعرف على دور الأسطح الحضرية والزحف العمراني على المناطق الزراعية في حدوث تغيرات محلية في المُناخ داخل المدينة.
٤. دراسة شدة الجزيرة الحرارية السطحية، وشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية داخل المدينة.
٥. تحديد التوزيع المكاني للجزر الحرارية لمدينة الجيزة والتركيب الحراري لها خلال فصل الصيف.
٦. التعرف على بعض الآثار التي تتجم عن الجزيرة الحرارية ومدى تأثيرها على الإنسان ومعيشتة.

٧. دراسة الراحة الحرارية للإنسان وتحديد أفضل الأماكن داخل المدينة لراحة الإنسان خلال الفصول الأربعة.

٨. وضع حلول للتقليل من الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية في الوقت الراهن بمدينة الجيزة.

٩. إبراز أهمية الاعتبارات المناخية في تخطيط وتصميم المدن الحضرية في المستقبل.

(٥) الدراسات السابقة

أولاً : دراسات باللغة العربية

❖ **دراسة عبد العزيز عبداللطيف يوسف (١٩٨٨) :** أهم ملامح المناخ في مدينة القاهرة، بحث منشور في مركز بحوث الشرق الأوسط.

تناول البحث عناصر مناخ المدينة من حرارة ورطوبة والعلاقة بينهم؛ وانعكاس ذلك على إحساس الإنسان بالحرارة، كما تناولت الدراسة أثر الأمطار على شوارع مدينة القاهرة، وكذلك خصائص الرياح وأثرها على درجة الحرارة، وانتهت الدراسة إلى تقسيم المدينة إلى مناطق ذات مستويات مختلفة من الطاقة الحرارية والأسباب التي اعتمد عليها في بناء هذا التقسيم.

❖ **دراسة محمد إبراهيم محمد حسن شرف (١٩٩٦) :** الحرارة في مدينة الإسكندرية، بحث منشور في مجلة كلية الآداب، جامعه الإسكندرية.

تناولت الدراسة عنصر الحرارة باعتباره أهم عناصر المناخ المؤثرة على مناخ المدن، واعتمدت دراسته على عدد كبير من الرصدات لمدة يومين متتالين نهائياً ومساءً، كما فسر توزيعات الحرارة من خلال التركيب الوظيفي للمدينة وكثافة المنشآت الصناعية، كما أولى اهتماماً بتوزيع وكثافة المخازن كأحد المصادر الحرارية داخل المدينة، وانتهت دراسته بتحديد أربع جزر حرارية داخل مدينة الإسكندرية.

❖ **دراسة عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (١٩٩٩) :** التغير اليومي لأنماط درجة الحرارة في القاهرة الكبرى دراسته في المناخ الحضري، بحث منشور، مجلة الجمعية الجغرافية العربية، العدد ٣٩.

تناولت الدراسة الأنماط التوزيعية لدرجة الحرارة في أربعة أوقات ممثلة لأنماط درجة حرارة الليل والنهار على مستوى القاهرة الكبرى، مع الربط بين توزيع هذه الأنماط لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية

وسرعة الرياح ومدي تغطية السماء بالسحب وذلك خلال فصول السنة المختلفة، وانتهت الدراسة إلى تعدد الأنماط الحرارية اليومية ووجود مراكز حرارية في القاهرة الكبرى خاصة في الفصول الانتقالية.

❖ **دراسة عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (٢٠٠٠) :** مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة دراسة جغرافية في المناخ الحضري، بحث منشور، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٤٠.

تناول البحث عدداً من العوامل المسؤولة عن تخفيض درجة الحرارة داخل المدينة وأهمها أثر المسطحات الخضراء في المدينة وأثرها على تخفيض درجة الحرارة حولها، كذلك أثر نهر النيل وارتفاع سطح الأرض في تخفيض درجة الحرارة، وانتهى البحث بأن المسطحات الخضراء لها دور كبير في تلطيف درجة الحرارة خاصة في قلب المدينة، وأن أثر نهر النيل يقل مع الوقت بفعل ازدياد الإشغالات على جانبيه.

❖ **دراسة شحاتة سيد أحمد طلبية (٢٠٠٤) :** عن أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة "دراسة في المناخ التطبيقي"، بحث منشور، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٤٤ .

تناول دراسة أثر العوامل المناخية على راحة الإنسان بالمدينة المنورة، واعتمد على بعض النماذج الحديثة في دراسة العلاقة بين المناخ ومدي شعور الإنسان بالراحة أو بالانزعاج، كما تناول الموازنة الحرارية والمائية لجسم الإنسان وعلاقتها بالحرارة، وأوضح مناطق الراحة الحرارية وفصولها في المدينة المنورة . من نتائج هذه الدراسة أن الخصائص الفسيولوجية لتكوين جسم الإنسان هي التي تتحكم في تثبيت درجة حرارة الجسم رغم الفارق الكبير بينها وبين الحرارة الخارجية، ومن نتائجها أيضاً أن فصل الصيف يمثل فصل الانزعاج وعدم الراحة المناخي. لهذا أوصت الدراسة بضرورة مراعاة توجيه المباني ناحية الشمال والجنوب والشرق عند تصميمها لكونها أقل تأثراً بأشعة الشمس.

❖ **دراسة احمد عبد الحميد الفقي (٢٠٠٧) :** مناخ القاهرة الكبرى، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس .

تناولت الدراسة العوامل المؤثرة على مناخ القاهرة الكبرى من عوامل طبيعية مثل العوامل الجغرافية، والمناخية والبشرية مثل استخدام الأرض ووسائل النقل والمواصلات وحجم السكان ومصادر الانبعاثات الحرارية، ثم تناول بالتفصيل دراسة الإشعاع الشمسي والحرارة خلال الفصول الأربعة في القاهرة الكبرى، ثم الضغط والرياح والتبخر والرطوبة والمطر والتكاثف، ثم تلوث الهواء في القاهرة الكبرى، وانتهت الدراسة

بأثر المناخ على راحة الإنسان داخل إقليم الدراسة؛ فدرس التوازن الحراري في القاهرة الكبرى نهارًا وليلاً وأثر تبريد الحرارة على راحة الإنسان ؛ والراحة الحرارية لجسم الإنسان.

❖ **دراسة بدرية بنت محمد عمر (٢٠٠٧) :** الجزيرة الحرارية لمدينة الدمام باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية "دراسة جغرافية". بحث منشور "نسخة الكترونية" (كلية الآداب للبنات بالدمام)

اعتمدت الدراسة على مرئيات Landsat7 (TM) لدراسة الجزيرة الحرارية للدمام؛ فتناولت دراسة أنماط استخدام الأرض بالمدينة، ثم تحليل لتوزيع درجات الحرارة والجزر الحرارية في مرئيتين ممثلتين لفصلي الصيف والخريف، وعلاقة ذلك باستخدامات الأرض، ولم تتناول الدراسة بعض عمليات تصحيح المرئيات، لكنها من الدراسات العربية القليلة التي تناولت الجزر الحرارية اعتمادًا على المرئيات الفضائية .

❖ **دراسة سامح عبد الوهاب، محمود عادل حسان (٢٠٠٩) :** مصداقية استخدام المرائيات الفضائية في بناء نماذج كارتوجرافية للجزر الحرارية بالمناطق الحضرية دراسة حالة القاهرة الكبرى، رسائل جغرافية، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، العدد ٣٥٠.

أوضحت هذه الدراسة كيفية استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في بناء نماذج كارتوجرافية للجزر الحرارية في القاهرة الكبرى، كما أوضح كيفية اشتقاق درجة حرارة سطح الأرض باستخدام الاستشعار عن بعد، وكيفية حساب درجة حرارة الهواء اعتمادًا على درجات حرارة سطح الأرض واستخدم في ذلك معادلة خط الانحدار بالتكامل مع برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. من أهم نتائج هذه الدراسة أن السكان والكثافة السكانية لا تؤثر على تكوين الجزر الحرارية، وأن طبيعة الأراضي الرملية والصخرية تساعد على تكون الجزر الحرارية بشكل أكبر من التربة الطينية كذلك الطرق الأسفلتية الواسعة.

❖ **دراسة وليد عباس عبد الراضي (٢٠١٣) :** الحرارة في مجمع القاهرة الحضري دراسته باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رساله دكتوراة منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

تناولت الدراسة عنصر الحرارة في إقليم القاهرة الكبرى فقام بعرض للأدوات والأساليب المستخدمة في الدراسة وأهمها عرض لكيفية استخدام الاستشعار عن بعد في دراسة الجزر الحرارية، ثم دراسة الجزيرة

الحرارية لمجمع القاهرة الكبرى وتركيبها الحراري، وعوامل نشأة الجزيرة الحرارية لمنطقة الدراسة، والعوامل المؤثرة في الجزيرة الحرارية، ثم درس تغير درجة الحرارة وعلاقتها بالجزيرة الحرارية، وأخيرا تناول بعض المشكلات الناجمة عن الجزيرة الحرارية وعرض لبعض أساليب مواجهتها.

ثانياً : دراسات باللغة الأجنبية

- ❖ **Reba's .M. (1998):** "Impact of urbanization on Meteorology and Human comfort in Greater Cairo, Egypt", Ph.D. Thesis, Faculty of Science, Cairo University.

تناولت الدراسة تحليل العناصر المناخية في ثماني محطات مناخية داخل إقليم القاهرة الكبرى في الفترة من (١٩٨٩ : ١٩٩٥)، واعتمدت على تصنيف تلك المحطات إلى أربع فئات هي مناطق ريفية، وتحت مدنية (ضواحي)، مناطق مدنية (ومن ضمنها محطة أرصاد الجيزة)، ومناطق صناعية، وقامت بعمل مقارنة للفترات المناخية القديمة لبعض المحطات بمعدلات فترة الدراسة وذلك لتحديد وإظهار أثر النمو العمراني على العناصر المناخية في القاهرة الكبرى، وانتهت الدراسة بتوضيح أثر المناخ على راحة الإنسان في عدة محطات في إقليم القاهرة الكبرى

- ❖ **Robaa, S .M ., (2003):** "Urban– Suburban/ Rural Differences over Greater Cairo, Egypt", Atmosfera, vol 16 no3 (pp 157:171) .

تناولت الدراسة الاختلاف بين المناطق الحضرية وضواحيها وبين المناطق الريفية في القاهرة الكبرى، وقد قسم القاهرة إلى ثلاث مناطق هي منطقة الضواحي، والمنطقة الحضرية وتقع بها "منطقة مدينة الجيزة"، والمنطقة الريفية، وانتهت الدراسة بأن الرطوبة النسبية تقل عما حولها طوال العام ما عدا فترة بعد الظهر، في حين ترتفع درجة الحرارة في المناطق الحضرية طوال السنة ما عدا شهر نوفمبر.

- ❖ **Joachim Fallmann, Stefan Emeis and Peter Suppan , (2014):** "Mitigation of urban heat stress a modelling case study for the area of Stuttgart", Journal of the Geographical Society of Berlin, vol 144

اعتمد في دراسته على النمذجة من خلال تطبيقات (WRF MODEL) حيث قاما بعمل سيناريوهات لاستراتيجيات التخطيط الحضري التي تؤثر على قوة الجزيرة الحرارية لمنطقة شتوتغارت، ثم قام بعمل سيناريو يعتمد على زيادة معدلات الألبيدو عن طريق استخدام مواد عاكسة للإشعاع الشمسي،

والسيناريو الآخر يعتمد على استبدال الأسطح غير المنفذة للحرارة بمسطحات خضراء، وذلك لمعرفة أيهما أفضل في التخفيف من حدة الجزيرة الحرارية، ومن نتائج هذه الدراسة أن استخدام مواد عاكسة للإشعاع الشمسي في الأسطح الحضرية سيخفف من حدة الجزيرة الحرارية بمقدار ٢°س، بينما استبدال الأسطح غير المنفذة بالمسطحات الخضراء سيخفف من حدة الجزيرة بمقدار ١°س. قام بعرض لطريقة استخدام (WRF MODEL) في هذه الدراسة.

في ضوء ما سبق يمكن توضيح أوجه الاختلاف بين هذه الدراسة والدراسات السابقة، حيث تتفق في عدة أوجه وتختلف في أخرى كما يلي:

- اختلفت الدراسة في تناول المناخ العام للمدينة خلال الفترة من ٢٠١٠ حتى ٢٠١٣، فتمت دراسة بعض العناصر المناخية بمحطات الأرصاد الجوية والتي تؤثر بشكل مباشر على الجزيرة الحرارية، خاصة بيانات محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية.
- تختلف مع كل الدراسات في استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد الجزيرة الحرارية السطحية للمدن من خلال مرئيات القمر الصناعي Landsat8، فعلى حد علم الباحث لم يتم دراسة الجزيرة الحرارية السطحية بتلك المرئيات، بينما تعددت الدراسات التي اعتمدت على مرئيات Landsat7(TM, ETM) والتي من أهمها دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣).
- اختلفت الدراسة في أسلوب دراسة التطور التاريخي لنشأة الجزيرة الحرارية وعلاقة ذلك بالتطور العمراني على الأراضي الزراعية.
- اختلفت الدراسة في أسلوب الرصد الميداني لدرجات الحرارة داخل المدينة، والمقارنة بين الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية بالمدينة والظهير الزراعي بناءً على الرصد الميداني لدرجة الحرارة.
- اختلفت الدراسة في تناول الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية بثلاث طرق منها طريقتان تقليديتان (الرصد الميداني، والمحطات المرجعية للأرصاد الجوية)، وأخرى حديثة نسبياً عن طريق بناء نموذج كارتوجرافي يقوم باستنتاج درجات حرارة الهواء بناءً على درجات حرارة سطح الأرض والرصد الميداني لدرجات الحرارة.

(٦) مشكلات الدراسة

جاءت هذه الدراسة من أجل تحقيق الأهداف السابقة ، والتي تحمل بين طياتها عدة تساؤلات يحاول الطالب من خلال الدراسة الإجابة عنها، ونظراً لأهمية مدينة الجيزة كأحدى المدن الكبرى في مصر التي ازداد بها معدلات التحضر وما تبعه من تغيرات في الغطاء الأرضي خاصة التحول من الأراضي الزراعية إلى العمران، وتعدد الأنشطة البشرية داخل هذه الكتلة العمرانية، مما ترتب عليه عدة تغيرات في مكونات البيئة الطبيعية خاصة المناخ، ويمكن تلخيص تساؤلات الدراسة فيما يلي:

١. هل للعمران دور في تغير المناخ داخل المدينة ؟
٢. ما أنماط الجزيرة الحرارية التي تتكون فوق المدينة ؟
٣. ما حجم الجزيرة الحرارية داخل المدينة ؟
٤. هل توجد مشاكل بيئية ناتجة عن الجزيرة الحرارية ؟
٥. ما السبل التي يمكننا اتباعها للحد من أثر الجزيرة الحرارية ؟
٦. ما أماكن الحرارة المثلى داخل المدينة ؟

(٧) مناهج وأساليب الدراسة

(٧ - ١) مناهج الدراسة

❖ المنهج التاريخي The Historical Approach

يهتم بدراسة التطور التاريخي للجزر الحرارية وتتبع التغيرات والتحولات التي حدثت لها في منطقة الدراسة. ثم تتبع النمو العمراني للمدينة خاصة الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، ومعرفة مدى التطور الذي مرت به إدارياً وتاريخياً وعلاقة ذلك بنشأة وتطور الجزر الحرارية.

❖ المنهج الإقليمي The Regional Approach

فقد تم دراسة منطقة محددة المعالم الجغرافية؛ تتمثل في مدينة الجيزة إحدى المدن المليونية المصرية تقع ضمن المناطق الحضرية لإقليم القاهرة الكبرى، محاولاً إبراز شخصيتها من خلال دراسة الخصائص المناخية لها ودراسة مشكلة الجزر الحرارية وأثرها على البيئة .

❖ المنهج الموضوعي The Thematic Approach

يهتم بدراسة المناخ الحضري لمدينة الجيزة؛ محاولاً إظهار طبيعة المناخ العام للمدينة؛ ودراسة أحدي أهم المشكلات المناخية الناتجة عن المدن وهي الجزر الحرارية ودراسة بعض الآثار الناجمة عنها وكيفية تقليلها في الوقت الراهن وتجنبها في المستقبل .

❖ المنهج الأصولي The fundamenta Approach

أهتم بدراسة العلاقة بين العوامل الطبيعية والبشرية وأثر كل منهما على الآخر في مدينة الجيزة، فعملية نمو المدينة نتيجة الزيادة السكانية أثر بالسلب على البيئة الطبيعية من خلال تحول بعض الغطاءات الأرضية الطبيعية إلى غطاءات حضرية لتلبية احتياجات السكان من المسكن وغيرها؛ ادي ذلك إلى ظهور الجزر الحرارية. واثرت الجزر الحرارية علي السكان فظهرت بعض المشكلات مثل انخفاض الراحة الحرارية للسكان وغيرها من المشكلات البيئية والاقتصادية الأخرى.

❖ المنهج البيئي The Environmental Approach

أهتم بمجمل التفاعلات التي حدثت بين الإنسان والبيئة الطبيعية والتي نتج عنها مشكلة الجزر الحرارية، وأثر الجزر الحرارية على الإنسان والبيئة المحيطة به، ودراسة النمو العمراني للمدينة خاصة مشكلة الزحف العمراني علي الأراضي الزراعية وعلاقة ذلك بتكون وتطور الجزر الحرارية للمدينة .

❖ المنهج التطبيقي The Applied Approach

وهو لُبُّ الدراسة، فقد تم دراسة المناخ الحضري لمدينة الجيزة وبعض المشكلات الناجمة عنه وأثر ذلك على الإنسان، وعرض لأهم الأساليب المستخدمة في التخفيف من حدة الجزر الحرارية في الوقت الراهن؛ وتجنب وقوع تلك المشاكل المناخية في المستقبل.

(٧ - ٢) الأساليب المتبعة في الدراسة

هناك سبعة أساليب لدراسة المناخ التطبيقي للمدن وتفاوتت نسبة الاعتماد عليها في التحليل من

أسلوب إلى آخر (محمد إبراهيم محمد شرف، ٢٠٠٣، ص٢٦) كما يلي:

- تحليل متوسطات شهرية وسلاسل زمنية.
- رصد ميداني وتحليل ميداني.
- تحليل أساليب كمية.
- تحليل النماذج.

- تحليل الصور الجوية.
- استخدام نظم المعلومات الجغرافية.
- تحليل الصور الفضائية (الاستشعار عن بعد).

وفي هذه الدراسة سوف يتم الاعتماد على عدد من هذه الأساليب وهي كما يلي:

١. أسلوب الرصد الميداني (الدراسة الميدانية)

يعد من الطرق المستخدمة للحصول على قياسات تستخدم في معرفة الصورة العامة للمناخ داخل المدينة، ويحتاج هذا الأسلوب إلى مجموعة من الضوابط تتعلق بمنطقة الرصد وتوقيته والأجهزة المستخدمة.

وظهرت الحاجة للدراسة الميدانية لإجراء بعض القياسات لدرجة حرارة الهواء حقلياً، وذلك لتحقيق مجموعة من الأهداف والتي من أهمها :

- دراسة شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية بمدينة الجيزة من خلال المقارنة بين قياس الحرارة ميدانياً داخل قطاع من المدينة وآخر على الظهير الزراعي لها . ومقارنة ذلك بدراسة بيانات محطات الأرصاد الجوية، وإنتاج نموذج كارتوجرافي من خلال بيانات الرصد الميداني للحرارة ودرجة الحرارة لسطح الأرض من المرئيات الفضائية في نفس مواقع رصد درجات حرارة الهواء ميدانياً.
- دراسة أثر نهر النيل على الحرارة داخل المدينة، من خلال قياس درجات الحرارة للهواء وسط النهر وعلى جانبه الغربي والمناطق العمرانية المواجهة للنهر.
- دراسة أثر التخطيط العمراني على شدة الجزيرة الحرارية (الإسكان المنتظم، الإسكان العشوائي، المسطحات الخضراء، اتساع الشوارع واتجاه محاورها)، وأهمية الأخذ بالمعايير المناخية أثناء تخطيط المناطق الحضرية.
- التعرف على الفرق بين درجات الحرارة في المناطق التي تقع في الظل والأخري المعرضة للشمس، الفرق بين درجات حرارة الأسفلت الأسود واللون والرصيف فاتح اللون من خلال قياس درجات حرارة سطح الأرض.

من أجل تحقيق تلك الأهداف تم تقسيم الدراسة الميدانية لأربعة مراحل كما يلي:

المرحلة الأولى: وفيها تم تحديد نطاق يكون ممثلاً به كل الغطاءات الأرضية داخل المدينة من (إسكان منتظم، إسكان عشوائي، مسطحات خضراء، مواقف سيارات، وميدان عام، بالقرب من نهر النيل وبمتد داخل المدينة)، تم التحديد بعد القيام بالدراسة المبدئية للمدينة من خلال الخرائط والمرئيات الفضائية

وبرنامج Google Earth ، والقيام برحلة داخل المدينة للتعرف على منطقة الدراسة، وبالتالي تم تحديد المنطقة من حديقة الحيوان شمالاً حتي شارع المحطة جنوباً، ومن نهر النيل شرقاً حتي شارع الجامعة وشارع صلاح سالم غرباً، كما تم تحديد منطقة الدراسة بالنطاق الزراعي في الشمال الغربي للمدينة.

المرحلة الثانية : بعد ما تم تحديد نطاق الدراسة الميدانية تم تكوين فريق عمل من ٨ أفراد لقياس درجات الحرارة داخل وخارج المدينة في توقيت لا يتعدى ١٠ دقائق بداية من الساعة ١٠:٢٠ ص حتي ١٠:٣٠ ص بتاريخ يوم ٢٢/٨/٢٠١٤م وهو نفس توقيت مرئية فصل الصيف، وذلك بتدريب فريق العمل على أجهزة تحديد المواقع GPS (من نوعية Garmin 920 بدقة مكانية ٦م) وأجهزة رصد درجات الحرارة (الثرمومترات Thermometer بدقة + ٠,٠٢ س) وسوف نتناول هذه المرحلة بالتفصيل في الفصل الثالث .

المرحلة الثالثة : قام بها الباحث بمعاونة اثنين من فريق العمل فقط بتاريخ ٢٣/٨/٢٠١٤م في نفس توقيت الرصد السابق خلال اليوم، وذلك لإظهار بعض الخصائص الحرارية مثل الفرق بين درجات الحرارة في الظل والشمس، والفرق بين درجات حرارة سطح الأرض على الأسفلت الأسود اللون والرصيف فاتح اللون، وتم ذلك من خلال الاعتماد على بعض الأجهزة المستخدمة في المرحلة الأولى بالإضافة إلى جهاز (مقياس الحرارة الرقمي بالأشعة تحت الحمراء Scope and Laser Sighting) لقياس درجات حرارة سطح الأرض.

المرحلة الرابعة : تم التقاط مجموعة من الصور الفوتوغرافية لبعض الظواهر المراد توضيحها من خلال الدراسة الميدانية مثل أنماط العمران وغيرها، وقام بها الباحث على عده أيام خلال فتره دراسته.

وفيما يلي عرض للخطوات التي تم اتباعها اثناء التسجيل الميداني

■ تم اختيار توقيت الدراسة الميدانية بحيث يكون متوافقاً لتوقيت القمر الصناعي landsat8 في التقاط المرئية الفضائية بتاريخ ٢٢/٨/٢٠١٤ الساعة ١٠:٢٤ ص، فكانت الدراسة الميدانية في نفس اليوم بداية من الساعة ١٠:٢٠ ص حتي ١٠:٣٠ ص، أي أنه تم رصد درجات الحرارة في خلال عشر دقائق .

■ تم تحديد منطقة الدراسة الميدانية بحيث تكون ممثلة لكل الغطاءات الأرضية داخل المدينة (شكل ٣-٥) من إسكان منتظم وآخر عشوائي وحدائق عامة ومواقف للسيارات وتكون بالقرب من نهر النيل وبذلك تم اختيار المنطقة من حديقة الحيوان شمالاً حتي شارع المحطة بالجنوب ومن الغرب

- شارع الجامعة وشارع صلاح سالم حتي نهر النيل بالشرق، كما تم اختيار المنطقة الممثلة للظهير الزراعي بالقرب من المدينة في الشمال الغربي .
- تم الاعتماد على فريق عمل مكون من ٨ أشخاص مدربين على أجهزة رصد درجات الحرارة وأجهزة تحديد المواقع GPS، وذلك لرصد درجات الحرارة داخل وخارج المدينة خلال ١٠ دقائق بواقع ١٢ رصدة لكل فرد تقريباً؛ وفي نفس التوقيت .
 - تم توزيع فريق العمل على أن يكون فردان في الظهير الزراعي وفردان لنهر النيل وفردان للإسكان المنتظم وفرد للإسكان العشوائي وآخر لحديقة الحيوان.
 - تم رصد درجات الحرارة في الظل على ارتفاع ٢م تقريباً من سطح الأرض.
 - تم التأكد من معايرة أجهزة رصد درجات الحرارة في رصدها قبل بدء توزيع فريق العمل.
 - تم رصد درجات الحرارة في ٦٨ نقطة منها ١٩ نقطة بالظهير الزراعي و ٤٩ نقطة داخل المدينة (تم رصد ١٢ نقطة بالإسكان العشوائي جنوب المنطقة المحددة للدراسة الميدانية و ٥ نقاط وسط نهر النيل و ٧ على الجانب الغربي من النهر و ٢٢ نقطة داخل الإسكان المنتظم وميدان الجيزة و ١٣ نقطة داخل حديقة الحيوان) .
 - تم تحديد نقاط الرصد على حسب التجانس الحراري في كل غطاء أرضي داخل المدينة، فعلي سبيل المثال تم رصد الحرارة علي سطح نهر النيل في خمس نقاط فقط نظراً لعدم وجود فروق حرارية على طول قطاع الدراسة الميدانية، وكذلك بالنسبة لمنطقة الإسكان العشوائي .
 - تم تفريغ بيانات أجهزة تحديد المواقع وكذلك تفريغ الاستمارات الخاصة بتسجيل البيانات لدرجة الحرارة أثناء الرصد الميداني وعمل جداول منها وإدخالها في قاعدة بيانات خاصة بالدراسة .

٢. الأساليب الكمية

- تتعدد أشكال الأساليب الكمية مع تعدد شكل التغيرات المراد الكشف عنها في العناصر المناخية، ومن أهم الأساليب الكمية معاملات الارتباط، والتي تم الاعتماد عليها في بناء نموذج كارتوجرافي بناء على العلاقة بين درجات سطح الأرض ودرجات حرارة الهواء المقاسة ميدانياً، كما تم الاعتماد عليه في إيجاد العلاقة بين المتغيرات، ومن أهم البرامج التي استخدمها الباحث:
- برنامج Minitab15 وهو برنامج إحصائي له قدره عالية على عمل التقديرات وإنتاج الأشكال البيانية وغيره من التقارير الخ

- برنامج Microsoft Office Excel وهو أيضا من البرامج الإحصائية المهمة في عمل المعادلات الرياضية والحسابية وإخراج الرسوم البيانية .
- وفيما يلي عرض لكيفية استخدام معادلة خط الانحدار في بناء نموذج كارتوجرافي لاستنتاج درجة حرارة الهواء اعتمادًا على درجة حرارة سطح الأرض وهي فكرة مستمدة من دراسة (سامح عبد الوهاب ومحمود عادل حسان، ٢٠٠٩، ص ص ٢٧، ٢٨) حيث قاما باستخدام معادلة خط الانحدار كما يلي:

$$Y = b X + a$$

حيث

$$\begin{aligned} Y &= \text{درجة حرارة الهواء} \\ X &= \text{درجة حرارة سطح الأرض} \\ a &= \text{ثابت الانحدار} \\ b &= \text{معدل ميل الانحدار} \end{aligned}$$

فقد قام الباحث بما يلي:

- عمل الدراسة الميدانية في نفس توقيت التقاط مرئية فصل الصيف كما هو موضح من قبل.
- تحويل القيم الرقمية لمرئية فصل الصيف إلى قيم حرارية اعتمادًا على برامج الاستشعار عن بعد ومن خلال المعادلات سالفة الذكر.
- إيجاد القيم الحرارية السطحية من المرئية الفضائية للمواقع التي تم رصد درجات حرارة الهواء بها "حيث تم تحديد المواقع باستخدام اجهزة GPS أثناء العمل الميداني".
- إيجاد العلاقة بين درجات حرارة الهواء وحرارة سطح الأرض في نفس المواقع لكل رصد .
- تحديد متغيرات المعادلة من خلال العلاقة السابقة وهي ثابت الانحدار ومعدل ميل الانحدار.
- التعويض في المعادلة السابقة بحيث تكون (X) هي درجة حرارة سطح الأرض لمرئية فصل الصيف

٣. تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

- تم خلال السنوات الأخيرة من القرن العشرين إدخال تحسينات تكنولوجية عديدة على أجهزة القياس الراديومترية مما ساعد في ازدياد القدرة على إجراء التحليلات المتعددة الأطياف وعلى تفسير الظواهر الجوية من خلال معالجة المرئيات الفضائية ومن أهم هذه المرئيات التي تستخدم في التحليل:
- المرئيات الفضائية من نوع Landsat7 (TM) كمصدر للبيانات الحرارية لدراسة الجزيرة الحرارية السطحية قبل عام ٢٠١٣ .
- مرئيات Landsat8 لدراسة الجزيرة الحرارية السطحية خلال عامي ٢٠١٣، ٢٠١٤.

ومن خلال التحليل لتلك المرئيات يمكننا إنتاج العديد من الخرائط والأشكال والتي نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- إنتاج خرائط إستخدامات الأرض الرئيسية (الغطاءات الأرضية) من خلال التصنيف المراقب . Supervised Classification .
 - حساب تدفق الإشعاع الأرضي من المرئيات الفضائية .
 - دراسة التركيب الحراري للمدينة .
 - عمل قطاعات حرارية لبيان توزيع الحرارة والجزر الحرارية وشدها داخل المدينة .
 - إنتاج خرائط توضح التوزيعات الحرارية لعناصر المناخ المختلفة .
- ويتم استخدام تقنية الاستشعار من البعد من خلال برنامجي ERDAS IMAGINE9.2 and (ENVI8.6 ونظم المعلومات الجغرافية بإستخدام برنامج (ARC GIS 10.1).
- وسنعرض أهم التقنيات المستخدمة في تحليلات مرئيات landsat8 حسب U.S. Geological Survey (http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php) وذلك لتجنب التكرار حيث أشار "وليد عباس، ٢٠١٣" للأساليب المستخدمة في دراسة المناخ الحضري بالنسبة لمرئيات landsat7 بجانب بعض الأساليب الإحصائية الأخرى.

(٣ - ٢ - ١ - أ) حساب درجة حرارة سطح الأرض

- تمر عملية استخراج درجات حرارة سطح الأرض من مرئيات Landsat8 بثلاثة خطوات كما يلي:
- تحويل القيم الرقمية للمرئية DN إلى إشعاع Radiance عن طريق هذه المعادلة

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

حيث

L_{λ} الإشعاعية الطيفية عند فتحة المحس

ML قيمة يتم الحصول عليها من ملف metadata للمرئية

AL قيمة يتم الحصول عليها من ملف metadata للمرئية

Q_{cal} القيم الرقمية لخلايا المرئية

وبالتعويض في المعادلة تصبح على الشكل التالي

$$0.1 + (b10) * 0.00033420$$

■ تحويل الإشعاع لدرجة حرارة بالكلفن

ويتم عن طريق المعادلة التالية

$$T = K_2 / (\ln (K_1 / L_\lambda + 1))$$

حيث

T درجة الحرارة عند المحس (بالكلفن)

L_λ الإشعاعية الطيفية عند فتحة المحس

K_1 قيمة ثابتة تبلغ 774.89 كلفن "للنطاق ١٠ في مرئيات landsat8"

K_2 قيمة ثابتة تبلغ 1321.08 كلفن "للنطاق ١٠ في مرئيات landsat8"

وبالتعويض في المعادلة تصبح

$$1321.08 / \ln((774.89 / L_\lambda) + 1)$$

■ تحويل الكلفن إلى سليزيوس

وذلك بطرح ٢٧٣. ١٥٠ من ناتج العملية السابقة

$$T - 273.15$$

(٣- ٢- ١- ب) حساب مؤشر التباين النباتي NDVI

يستخدم مؤشر التباين النباتي لتقدير الكثافة النباتية ونضرتها (أي مدي اخضرارها) ويحسب من

المعادلة

$$NDVI = \frac{RNIR - Rred}{RNIR + Rred}$$

حيث

RNIR الانعكاس الطيفي في القناة دون الحمراء القريبة (٠,٨٥ - ٠,٨٨ ميكرون) وتمثلها القناة

الخامسة (Band 5).

Rred الانعكاس الطيفي في القناة الحمراء (٠,٦٤ - ٠,٦٧ ميكرون) وتمثلها القناة الرابعة (Band 4).

(٨) الصعوبات التي واجهت الطالب وكيفية التغلب عليها .

١. يمثل الحصول على البيانات المناخية أحد أهم الصعوبات التي واجهت الطالب، خاصة بيانات المحطات الزراعية، فيوجد العديد من المحطات التابعة لوزارة الزراعة والتي لم يتم تناولها في الدراسات المناخية الأكاديمية نظراً لصعوبة الحصول على بياناتها، وتم التغلب على هذه المشكلة من خلال التكامل مع بعض الدراسات السابقة.

٢. عدم وجود منهجية علمية ثابتة للدراسة الميدانية في المناخ الحضري ودراسة الجزيرة الحرارية، وتم التغلب على هذه المشكلة من خلال تحديد نطاق واحد داخل المدينة يجمع بين كل الأنشطة البشرية والأسطح الحضرية ويكون بالقرب من نهر النيل، وتم توزيع نقاط الرصد على حسب درجة التجانس الحراري بين أقسام تلك النطاق، فالمناطق المتباينة حرارياً تم تكثيف نقاط الرصد بها وعلى العكس بالمنطقة المتجانسة حرارياً.

٣. صعوبة الحصول على دورات تدريبية في الأدوات والأساليب الحديثة خاصة كيفية استخراج درجات حرارة سطح الأرض من مرئيات Landsat8، وتم التغلب عليها من خلال المعادلات التي قدمتها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، والتي توضح طريقة استخراج درجات الحرارة السطحية من خلال برنامج 2. ERDAS IMAGIN بالتكامل مع برامج نظم المعلومات الجغرافية. 1. ARC GIS 10.

٤. تدريب فريق العمل على الرصد الميداني لدرجات الحرارة وتحديد نقاط الرصد بأجهزة GPS ، كان من أهم الصعوبات التي واجهت الطالب خاصة الحصول على أجهزة الرصد.

(٩) محتويات الدراسة

تحتوي الدراسة على أربعة فصول بالإضافة إلى المقدمة والخاتمة، وقائمة المراجع والمصادر والملخص باللغة العربية والإنجليزية.

تتناول **الفصل الأول** المناخ العام لمدينة الجيزة خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣، حيث تمت دراسة الإشعاع الشمسي من حيث معدلات السطوع الفعلي والممكن ومعدلات كميات الإشعاع الشمسي الكلي على المستوى السنوي والفصلي والشهري، ودراسة درجات الحرارة الصغرى والعظمى والمتوسط اليومي على المستوى الشهري والفصلي والسنوي، وتوضيح المدي الحراري الشهري والسنوي بمحطات منطقة الدراسة والمناطق المجاورة، ودراسة الرطوبة النسبية والمعدلات السنوية والفصلية لها، كذلك تمت دراسة الرياح من حيث سرعتها واتجاهاتها على المستوى الشهري والفصلي والسنوي.

أما **الفصل الثاني** فاهتم بالتطور التاريخي لنشأة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة الجيزة خلال الفترة ١٩٨٤ - ٢٠١٤، فتمت دراسة تطور الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الزراعي والصحراوي ومدينة القاهرة، وكذلك دراسة التطور العمراني للكتلة العمرانية المتصلة والمنفصلة وعلاقتها بتطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة، واختتم الفصل بدراسة تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة والظهير الزراعي وعلاقتها بتطور الكتلة العمرانية على الظهير الزراعي، وأخيراً علاقة مؤشر التباين النباتي النسبي NDVI وعلاقته بتطور درجة الحرارة على الظهير الزراعي.

وركز **الفصل الثالث** على شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة خلال عام ٢٠١٤، فتم دراسة شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للناطق الزراعي والصحراوي ومدينة القاهرة، ودراسة شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية عن طريق المحطات المرجعية للأرصاد الجوية، الاعتماد على الدراسة

الميدانية، وبناء نموذج كارتوجرافي، واختتم الفصل بدراسة التركيب الحراري للجزيرة الحرارية من حيث النمط العام للتركيب الحراري، وتوزيع الجزر الحارة والمعتدلة داخل المدينة، والتباين الحراري لأقسام المدينة .

وجاء **الفصل الرابع** والأخير ليتناول بعض الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية بمدينة الجيزة وسبل الحد منها، فتمت دراسة المناخ وأثره على راحة الإنسان من خلال عرض التوازن الحراري لجسم الإنسان بالمدينة، والراحة الحرارية له، كما تمت دراسة زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية كأحد أهم المشاكل الناجمة عن الجزيرة الحرارية بالمدينة، وتمت دراسة بعض أساليب مواجهة الجزر الحرارية بمدينة الجيزة، واختتم الفصل بتوضيح كيفية الاستفادة من هذه الدراسة في تخطيط المناطق الحضرية المزمع إقامتها في المستقبل، والتي من أهمها تخطيط المناطق المفتوحة وتصميم المباني والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

الفصل الأول

خصائص مُناخ مدينة الجيزة

(١ - ١) تمهيد

(٢ - ١) الإشعاع الشمسي

(١ - ٢ - ١) معدلات عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية

ونسبتها من عدد ساعات السطوع الممكن

(١ - ٢ - ٢) معدلات كمية الإشعاع الشمسي الكلي

(٣ - ١) درجة الحرارة

(١ - ٣ - ١) المعدلات السنوية

(١ - ٣ - ٢) المعدلات الفصلية

(١ - ٣ - ٣) المعدلات الشهرية

(١ - ٣ - ٤) المدي الحراري

(٤ - ١) الرطوبة النسبية

(١ - ٤ - ١) المعدلات السنوية

(١ - ٤ - ٢) المعدلات الفصلية

(٥ - ١) الرياح

(١ - ٥ - ١) سرعة الرياح

(١ - ٥ - ٢) اتجاه الرياح

(١ - ١) تمهيد

يتناول هذا الفصل دراسة للمناخ العام لمدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها وذلك للتعرف على الخصائص المناخية المؤثرة على المدينة وما تحتويه من عناصر بشرية وطبيعية. وستتم دراسة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح كأهم العناصر المناخية المؤثرة على راحة الإنسان كما إنها هي أهم محددات المناخ الداخلي للمدينة وطبيعته. وتعتبر الفترة الزمنية التي سوف يتم دراسة العناصر المناخية سألقة الذكر بها هي عشر سنوات لكي يمكننا أظهار الخصائص العامة حيث أن الفترات الطويلة تخفي العديد من الخصائص والتأثيرات ذات الأهمية عند دراسة المناخ الحضري للمدن.

(١ - ٢) الإشعاع الشمسي

الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة والحياة على سطح الأرض، وهذه الطاقة هي المسؤولة عن جميع الظواهر المناخية في الغلاف الجوي. والإشعاع الشمسي بمعناه العام هو الطاقة الإشعاعية التي تطلقها الشمس في كل الاتجاهات وتستمد منها كل توابع المجموعة الشمسية طاقتها، فهي طاقة ضخمة جداً يقدر نصيب كوكب الأرض منها بجزء من ألفى مليون جزء من مقدار هذه الطاقة؛ هذا الجزء هو المسئول عن كل الطاقة الحرارية لسطح الأرض وغلافها الجوي وهو ما يطلق عليه مصطلح Insolation وهو يتكون من عدة أنواع من الأشعة المختلفة في ألوانها وأطوال موجاتها وخصائصها وعلاقتها بجو الأرض وسطحها وما يحدث عليه من عمليات وبما يعيش عليه من كائنات حية بمختلف الأشكال والأنواع (عبد العزيز طريح شرف، ٢٠٠٠، ص ٤٣)، وتختلف كمية الإشعاع الشمسي الواصلة لسطح الأرض تبعاً لعدة عوامل تتمثل في الموقع الفلكي وبعض الظروف المناخية التي تؤثر على وصول الأشعة إلى سطح الأرض مثل السحب وغيرها، فمن الطبيعي أن تتال كل الأماكن التي تقع على نفس دائرة العرض كمية واحدة من الإشعاع الشمسي إذا تساوت الظروف الأخرى مثل خلو الجو من الأتربة والسحب والعواصف الترابية والرملية والضباب وغيرها من الظواهر الجوية التي تعمل على حجب الإشعاع الشمسي الواصل لسطح الأرض، وتتحكم مدة سطوع الشمس Sunshine Duration في كمية الأشعة الواصلة لسطح الأرض بمدينة الجيزة، فسطوع الشمس ينقسم إلى:

■ **سطوع فعلي Actual Sunshine:** وهو عبارة عن الوقت الذي يظهر فيه قرص الشمس باذغاً

في السماء دون أن يحجبه أي عائق.

■ **سطوع ممكن Possible Sunshine:** وهو عبارة عن طول النهار أو الفترة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها.

ومدة سطوع الشمس الفعلية هي التي تتحكم في مقدار الإشعاع الشمسي الكلي الواصل إلى سطح الأرض وكما أوضح (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ٨٥) بأنه توجد علاقة طردية قوية بين مدة سطوع الشمس الفعلية ومقدار الإشعاع الشمسي الكلي الواصل لسطح الأرض فعلي حسب دراسته بلغت درجة الارتباط بين محطتي بهتيم والعباسية (٠,٩٤) بدرجة ثقة ٩٥% وهذا يعني أنه كلما زاد عدد ساعات السطوع الفعلي للشمس زادت كمية الإشعاع الكلي الواصل لسطح الأرض.

(١ - ٢ - ١) **معدلات عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية ونسبتها من عدد ساعات السطوع الممكن.**

(١ - ٢ - ١ أ) **المعدلات الفصلية والسنية**

تتباين مدة سطوع الشمس الفعلي لعدة أسباب كما ذكرنا من قبل أهمها الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة بحيث تتناقص المعدلات من الجنوب إلى الشمال في نصف الكرة الأرضية الشمالي التي تقع به منطقة الدراسة. فعند النظر لمدينة الجيزة والمحطات التي تمثلها في دراسة الإشعاع الشمسي نجد انها تقع في حدود درجة عرضية واحدة مما انعكس على طبيعة الإشعاع الشمسي بها بحيث لا يوجد اختلاف كبير في معدلات السطوع الفعلي للشمس، كما أدى تشابه الظروف المناخية وصغر مساحة المدينة أيضاً لنفس النتيجة.

جدول (١ - ١) المعدلات الفصلية والسنوية لسطوع الشمس الفعلي ونسبته من السطوع الممكن في محطات ممثلة لمنطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

المحطة الفصل	السطوع الممكن (ساعة/يوم)	مركز التحليل الرئيسي (العباسية)		بهتيم الزراعية		الجيزة الزراعية	
		السطوع الفعلي (ساعة/يوم)	نسبة الفعلي من الممكن (%)	السطوع الفعلي (ساعة/يوم)	نسبة الفعلي من الممكن (%)	السطوع الفعلي (ساعة/يوم)	نسبة الفعلي من الممكن (%)
الشتاء	١٠,٧٣	١٠,٤	٩٦,٩	١٠,٣١	٩٦,١	١٠,٣٦	٩٦,٦
الربيع	١٢,٧٢	١٢,٧	٩٩,٨	١٢,٤٦	٩٨	١٢,٧٢	١٠٠
الصيف	١٣,٧١	١٣,٦	٩٩,٢	١٣,٦١	٩٩,٣	١٣,٥٩	٩٩,١
الخريف	١١,٤٨	١١,٤	٩٩,٣	١١,٤٤	٩٩,٧	١١,٣٨	٩٩,١
المعدل السنوي	١٢,١٦	١٢	٩٨,٧	١١,٩٦	٩٨,٤	١٢,٠١	٩٨,٨٨

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

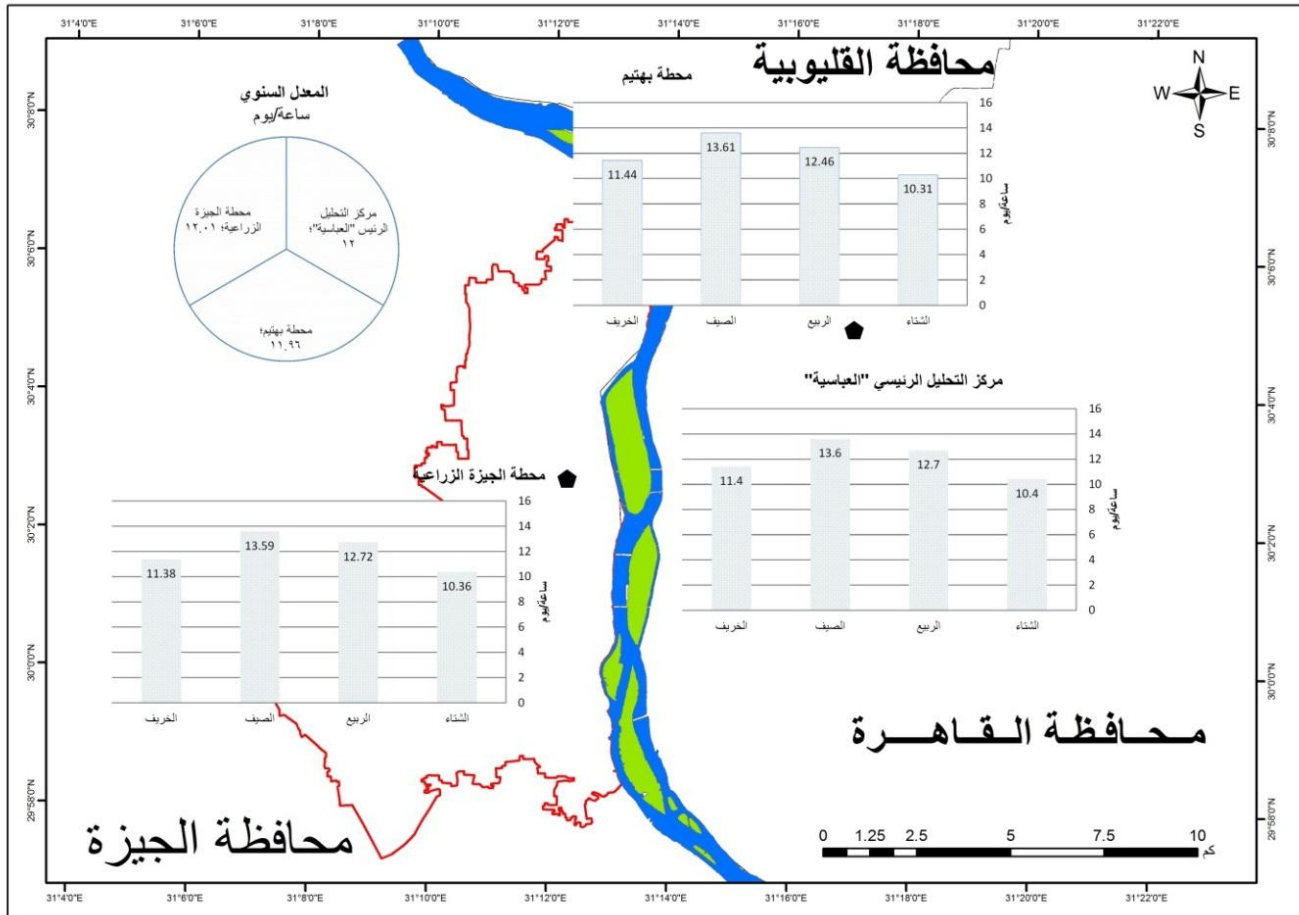
١. بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣)
٢. بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياة والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣)
٣. بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ادارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٠)

يتضح من القراءة التحليلية لجدول (١ - ١) وملاحظة الشكلين (١ - ١)، (٢ - ١) أن :

❖ **المعدل السنوي** لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلي في محطة الجيزة الزراعية بلغ نحو (١٢,٠١ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٨,٨% من عدد الساعات الممكنة تتناقص هذا المعدل بنسبة ٠,٨% لمحطة العباسية حيث بلغت عدد ساعات السطوع الفعلية بها نحو (١٢ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٨,٧% من الساعات الممكنة، وفي محطة بهتيم بلغ عدد ساعات السطوع الفعلي (١١,٩٦ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٨,٤% من الساعات الممكنة فنجد أنه تتناقص بنسبة ٠,٣% عن محطة العباسية و ٠,٤٨% عن محطة الجيزة الزراعية .

❖ **المعدلات الفصلية** تتباين المعدلات الفصلية لمدة سطوع الشمس الفعلية من فصل إلى آخر تبعاً لاختلاف زاوية سقوط الشمس على منطقة الدراسة وهذا بدوره يؤثر على طول النهار ففي فصل الشتاء تكون الشمس متعامدة على مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي فتكون شدة أشعتها

أضعف وطول النهار اقصر مقارنة بفصل الصيف، بينما تقتارب المعدلات بين الاعتدالين "الخريف، الربيع" مع وجود اختلافات طفيفة بينهم نظراً لعدم تساوي الظروف المناخية الأخرى تماماً .



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١ - ١)

شكل (١ - ١) المعدلات الفصلية والسنوية لسطوع الشمس الفعلي في محطات منطقة الدراسة

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

يتضح لنا من دراسة المعدلات الفصلية أن :

- فصل الشتاء: يعد من أدنى فصول السنة تسجيلاً لمعدلات سطوع الشمس الفعلي بالمحطات الممثلة لمنطقة الدراسة، بحيث سجلت محطة الجيزة الزراعية (١٠,٣٦ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٦,٦% من السطوع الممكن، وسجلت محطة العباسية (١٠,٤ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٦,٩% من السطوع الممكن، وسجلت محطة بهتيم الزراعية (١٠,٣١ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٦,١% من السطوع الممكن .

ويرجع ذلك الانخفاض في معدلات السطوع الفعلي للشمس إلى مرور المنخفضات الجوية في هذا الفصل من الغرب إلى الشرق مما يزيد من معدلات التغييم وكثافة السحب فضلاً عن الاختلافات الفصلية لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي.

ونجد اختلافاً في القاعدة بحيث نجد معدل السطوع الفعلي في محطة العباسية أعلى من محطة الجيزة الزراعية على الرغم من وقوع الأولى إلى الشمال من الثانية، وذلك يرجع إلى ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية في محطة الجيزة الزراعية نسبياً نظراً لوقوعها داخل منطقة زراعية ووقوع محطة العباسية بداخل الكتلة العمرانية.

- **فصل الخريف:** يأتي في المرتبة الثانية بعد الشتاء متقدماً عن الربيع في تسجيل معدلات السطوع الفعلية للإشعاع الشمسي بحيث سجلت محطة الجيزة الزراعية (١١,٣٨ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,١% من السطوع الممكن، وسجلت محطة العباسية (١١,٤ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,٣% من السطوع الممكن، وسجلت محطة بهتيم الزراعية (١١,٤٤ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,٧% من السطوع الممكن. فالخريف يعد مقدمة فصل الشتاء وبداية لمرور المنخفضات الجوية كما يؤدي سكون الرياح نسبياً في هذا الفصل إلى زياده تراكم الملوثات الهوائية الناتجة عن الاستخدامات البشرية مثل عمليات التصنيع وتساعد بعض الأدخنة التي تعوق وصول أشعة الشمس. وبسبب ذلك أيضاً نجد أنه لا توجد اختلافات واضحة بين المحطات المدروسة في المعدلات الفعلية لسطوع الشمس حيث بلغ الفارق بين محطة الجيزة الزراعية والعباسية (٠,٠٢ ساعة/يوم) وبين محطة العباسية وبهتيم الزراعية (٠,٠٤ ساعة/يوم) وبين محطة الجيزة الزراعية وبهتيم الزراعية وصل إلى (٠,٠٦ ساعة/يوم) فهي كلها اختلافات طفيفة جداً بل يمكن القول إنه لا يوجد اختلاف حقيقي بينهم.

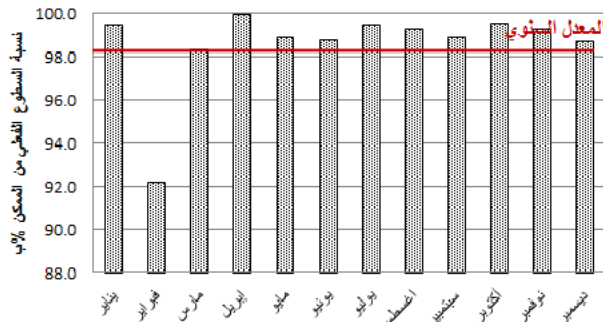
- **فصل الربيع:** يأتي في المرتبة الثالثة بعد الخريف وقبل الصيف في معدلات السطوع الفعلي للشمس بحيث بلغ المعدل في محطة الجيزة الزراعية (١٢,٧٢ ساعة/يوم) بما يمثل ١٠٠% من السطوع الممكن، وبلغ بمحطة العباسية (١٢,٧ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,٨% من السطوع الممكن، وبلغ بمحطة بهتيم الزراعية (١٢,٤٦ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٨% من السطوع الممكن. نجد أن المعدلات متقاربة بين فصلي الربيع والخريف بحيث لا يتعدى الفارق بينهم (١ ساعة/يوم تقريباً)، كما أدى استمرار مرور المنخفضات الجوية في بداية هذا الفصل إلى التأثير على

معدلات السطوع الفعلية خاصة هبوب رياح الخماسين المحملة بالأتربة كما أدى صفاء الجو ونقائه في معظم الأيام إلى ارتفاع معدلاته عن فصل الخريف وتحقيق أعلى نسبة سطوع فعلي من السطوع الممكن .

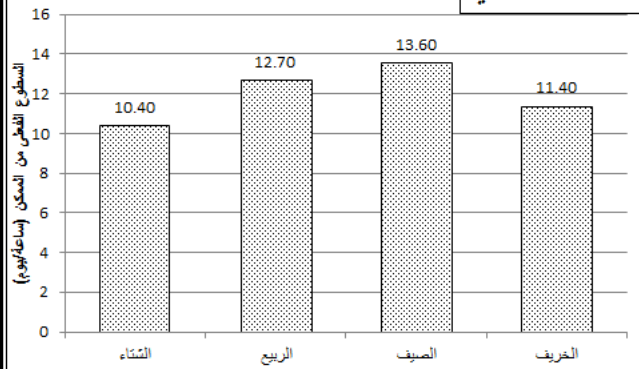
- **فصل الصيف:** يأتي بعد الربيع بحيث يسجل به أعلى معدلات للسطوع الفعلي للشمس فقد بلغت في محطة الجيزة الزراعية (١٣,٥٩ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,١% من السطوع الممكن، وبلغ بمحطة العباسية (١٣,٦ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,٢% من السطوع الممكن، وبلغ بمحطة بهتيم الزراعية (١٣,٦١ ساعة/يوم) بما يمثل ٩٩,٣% من السطوع الممكن.
- يُلاحظ وجود ارتفاع في معدلات السطوع الفعلي في كل المحطات نظراً لزيادة نسبة الإشعاع الشمسي وارتفاع زاوية سقوط أشعة الشمس وزيادة طول النهار فضلاً عن استقرار الأحوال الجوية في هذا الفصل. ولذلك لا نجد فارقاً واضحاً بين المعدلات في كل المحطات حيث لا يتعدى (٠,٠٢ ساعة/يوم) بين محطة الجيزة الزراعية وبهتيم الزراعية و (٠,٠١ ساعة/يوم) بين محطة العباسية وكل من محطتي الجيزة الزراعية وبهتيم الزراعية .

مركز التحليل الرئيسي "العباسية"

المعدلات الشهرية

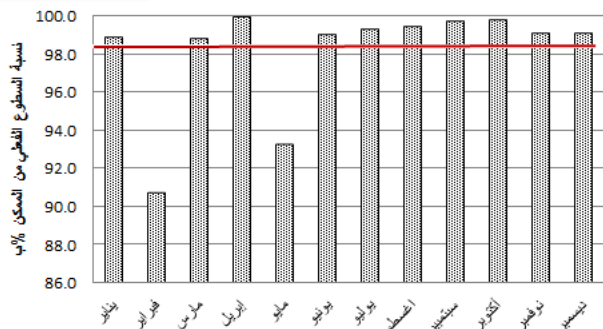


المعدلات الفصلية

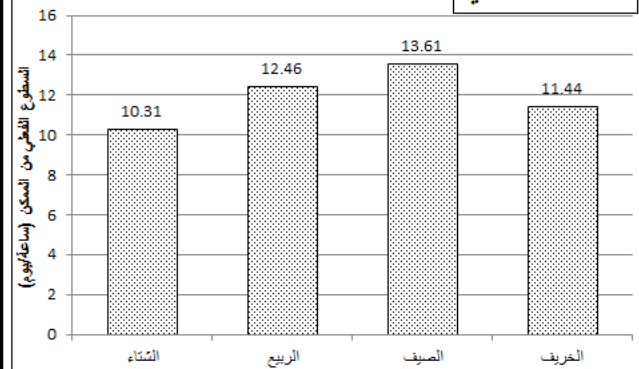


محطة بهتيم

المعدلات الشهرية

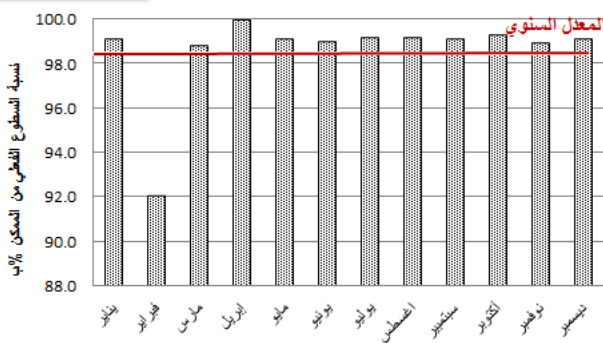


المعدلات الفصلية

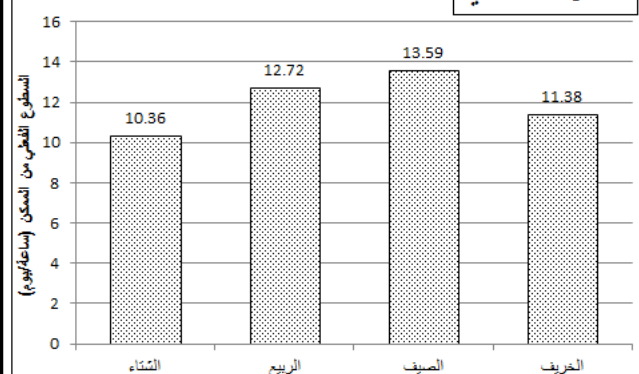


محطة الجيزة الزراعية

المعدلات الشهرية



المعدلات الفصلية



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١-٢)

شكل (١-٢) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية من الممكنه % في محطات

منطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

(١ - ٢ - ١) ب المعدلات الشهرية

تتباين فترات سطوع الشمس الفعلية والممكنة خلال شهور السنة نظراً لاختلاف زاوية ميل أشعة الشمس وبعض الظواهر المناخية الأخرى كما ذكرنا من قبل. فنجد السطوع الممكن يبدأ بأدنى معدلاته في شهر "ديسمبر" ثم يتابع ارتفاعه حتي يصل إلى أعلى معدلاته في شهر "يونيو" ويبدأ في الانخفاض مرة أخرى إلى أن يصل لشهر "نوفمبر"، هذا بدوره انعكس على معدلات السطوع الفعلية. فمن القراءة التحليلية لأرقام جدول (١ - ٢) وملاحظة الشكلين (١ - ٢)، (١ - ٣) يمكننا إستنتاج ما يلي:

■ معدلات السطوع الفعلي

- نجد أن شهر "ديسمبر" هو أقل شهور السنة على الإطلاق في جميع المحطات الممثلة لمنطقة الدراسة بحيث بلغت معدلاته في محطة الجيزة الزراعية ومحطة بهتيم الزراعية (١٤, ١٠ ساعة/يوم)، وبلغت في محطة العباسية (١, ١٠ ساعة/يوم) بما يمثل أقل معدل سطوع خلال العام بكل المحطات المدروسة.
- أعلى شهور السنة هو شهر "يونيو" في جميع المحطات الممثلة لمنطقة الدراسة بحيث بلغت في محطة الجيزة الزراعية (٩٣, ١٣ ساعة/يوم)، ارتفع بمحطة بهتيم الزراعية إلى (٩٤, ١٣ ساعة/يوم) بما يمثل أعلى معدل خلال شهور السنة بين المحطات المدروسة، وبلغ في العباسية (٩, ١٣ ساعة/يوم).
- يأخذ توزيع المعدلات الشهرية للسطوع الفعلي شكل المنحني الطبيعي تمثل بدايته ونهايته شهري "ديسمبر، نوفمبر" على الترتيب ويمثل شهرا "يونيو، يوليو" قمة المنحي وتتناقص القيم تدريجياً حتي الوصول إلى أدنى معدلات على طرفي المنحني.

■ نسبة السطوع الفعلي من الممكن

- يُعد شهر "فبراير" أقل شهور السنة لنسبة السطوع الفعلي من الممكن نظراً لمرور المنخفضات الجوية وتكون السحب ووجود الأتربة والأدخنة العالقة في الغلاف الجوي مما يحجب جزءاً كبيراً من أشعة الشمس فبلغت النسبة ٨, ٩٠% بمحطة بهتيم الزراعية وهي تعتبر أقل نسبة على الإطلاق بمحطات منطقة الدراسة كما تقل أيضاً في شهر "مايو" إلى ٣, ٩٣% نظراً لتكاثر الأدخنة بسبب

النشاط البشري بالمنطقة المحيطة بمحطة بهتيم، وبلغت ٩٢,١% في محطة الجيزة الزراعية و٩٢,٢% بمحطة العباسية.

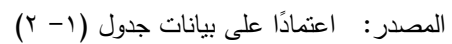
- يُعد شهر "أبريل" من اعلي النسب للسطوع الفعلي من الممكن في كل محطات الدراسة حيث بلغ ١٠٠% في كل المحطات نظراً لصفاء الجو ونقائه في هذا الشهر الذي يعتبر منتصف فصل الربيع
- تتراوح بقية الشهور بين ٩٨,٧%، ٩٩,٨% للسطوع الفعلي من الممكن فالفاوق بينهم صغير جداً حيث يبلغ ١,١% .

جدول (١ - ٢) المعدلات الشهرية لسطوع الشمس الفعلي ونسبته من السطوع الممكن في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

المحطة	السطوع الممكن (ساعة/يوم)	مركز التحليل الرئيسي (العباسية)		بهتيم الزراعية		الجيزة الزراعية	
		السطوع الفعلي (ساعة/يوم)	نسبة الفعلي من الممكن	السطوع الفعلي (ساعة/يوم)	نسبة الفعلي من الممكن	السطوع الفعلي (ساعة/يوم)	نسبة الفعلي من الممكن
ديسمبر	١٠,٢٣	١٠,١٠	٩٨,٧٣	١٠,١٤	٩٩,١٢	١٠,١٤	٩٩,١٢
يناير	١٠,٤٥	١٠,٤	٩٩,٥٢	١٠,٣٤	٩٨,٩٥	١٠,٣٦	٩٩,١٤
فبراير	١١,٥	١٠,٦	٩٢,١٧	١٠,٤٤	٩٠,٧٨	١٠,٥٩	٩٢,٠٩
مارس	١٢	١١,٨	٩٨,٣٣	١١,٨٦	٩٨,٨٣	١١,٨٦	٩٨,٨٣
إبريل	١٢,٥	١٢,٣	٩٨,٤٠	١٢,٧٩	١٠٢,٣٢	١٢,٧٦	١٠٢,٠٨
مايو	١٣,٦٥	١٣,٥	٩٨,٩٠	١٢,٧٤	٩٣,٣٣	١٣,٥٣	٩٩,١٢
يونيو	١٤,٠٧	١٣,٩	٩٨,٧٩	١٣,٩٤	٩٩,٠٨	١٣,٩٣	٩٩,٠٠
يوليو	١٣,٨٧	١٣,٨	٩٩,٥٠	١٣,٧٨	٩٩,٣٥	١٣,٧٦	٩٩,٢١
أغسطس	١٣,١٩	١٣,١	٩٩,٣٢	١٣,١٢	٩٩,٤٧	١٣,٠٨	٩٩,١٧
سبتمبر	١٢,٣٣	١١,٢	٩٨,٩٥	١٢,٣	٩٩,٧٦	١٢,٢٢	٩٩,١١
أكتوبر	١١,٤٥	١١,٤	٩٩,٥٦	١١,٤٣	٩٩,٨٣	١١,٣٧	٩٩,٣٠
نوفمبر	١٠,٦٧	١٠,٦	٩٩,٣٤	١٠,٥٨	٩٩,١٦	١٠,٥٦	٩٨,٩٧
المعدل السنوي	١٢,١٦	١٢,٠٠	٩٨,٦٨	١١,٩٦	٩٨,٣٦	١٢,٠١	٩٨,٧٧

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

١. بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣: ٢٠٠٠)
٢. بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياة والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣)
٣. بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ادارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠١٠: ٢٠٠٠)



خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

يعبر عن كمية الإشعاع بأنها عدد الوحدات الضوئية التي تسقط على سطح معين في مدة زمنية معينة، ويتم قياس كمية الإشعاع الشمسي بوحدات قياسية مختلفة منها "ميغا جول/ م ٢ / يوم " (محمد عمار، ١٩٨٩، ص ٣٨) يخترق الإشعاع الشمسي الغلاف الجوي متجهاً نحو سطح الأرض، ولكن لا يصل بنفس قوته ومقداره بل ينعكس جزء منه في الفضاء بفعل مكونات الهواء الجوي والمواد العالقة في الجو من سحب وغبار وغيرها، ويطلق على هذا الجزء (الإشعاع الجوي أو المنتشر) وإجمالي الأشعة المباشرة والمنتشرة يطلق عليها الإشعاع الكلي (هشام داود بدوي، ٢٠٠٧، ص ٤١) .

جدول (١- ٣) معدلات الإشعاع الشمسي الكلي (ميغا جول/متر^٢/يوم) في محطات منطقة الدراسة

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

المعدل السنوي	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			الشهر-الفصل المحطة
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
١٩,٢	١٠,٣٢	١٠,٢	١٤,٢٢	١٨,٤٦	٢٢,٥٧	٢٥,٣٧	٢٧,١٤	٢٦,٢٩	٢٤,٢	٢١,٠٩	١٦,٨٤	١٢,٤٧	مركز التحليل الرئيس (العباسية) (٢٠١٣-٢٠٠٣)
	١١,٩٢			٢٢,١٣			٢٥,٩٤			١٦,٨			المعدل الفصلي
١٩,٩٣	١٠,٧٩	١١,٥٦	١٤,٥٩	١٩,٢١	٢٢,٢٥	٢٦,٠٧	٢٨	٢٧,٤١	٢٥,٢٢	٢١,٩٧	١٧,٢٩	١٣,١٤	بهيتيم الزراعية (٢٠١٣-٢٠٠٣)
	١٢,٤٦			٢٢,٨٧			٢٦,٨٨			١٧,٥			المعدل الفصلي
١٩,٢٦	١٠,٨	١١,٦	١٤,١	١٨,٤	٢٢,٦	٢٥,٢	٢٧,٧	٢٦,٤	٢٤,٧	٢١,١	١٦,١	١٢,٤	الجيزة الزراعية (٢٠١٣-٢٠٠٣)
	١٢,١٦			٢٢,٠٦			٢٦,٢٦			١٦,٥٣			المعدل الفصلي

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

١. بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣: ٢٠٠٠)
٢. بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياه والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣)

يتضح من خلال قراءة أرقام جدول (١- ٣)، واستقراء الشكل رقم (١- ٤) الحقائق التالية

- كمية الإشعاع الشمسي الكلي التي تصل لسطح منطقة الدراسة تختلف زمنياً على حسب الفصول المناخية وطول النهار بها واختلاف زاوية ميل الإشعاع الشمسي.
- الاختلاف المكاني لكمية الإشعاع الشمسي الكلي غير واضح حيث لا يتعدى (١ ميغا جول/متر^٢/يوم) في أغلب الأحوال بين المحطات الممتدة لمنطقة الدراسة ويرجع ذلك لوقوعها في حدود درجة عرضية واحدة كما ذكرنا سابقاً.
- على الرغم من أن القاعدة العامة هي تناقص كمية الإشعاع الشمسي كلما اتجهنا شمالاً، إلا أنه يوجد شذوذ في المحطات المدروسة حيث يحدث العكس تقريباً في كل الفصول ويرجع ذلك لطبيعة الكتلة العمرانية وكثافة النشاط البشري المحيط بمعظم المحطات الممتدة لمنطقة الدراسة.

(١ - ٢ - ٢ - أ) المعدل السنوي لكمية الإشعاع الشمسي الكلي

نجد أنه بلغ نحو (١٩,٢، ١٩,٢٦، ١٩,٩٣ ميجا جول/متر^٢/يوم) بمحطات "العباسية، الجيزة الزراعية، وبهتيم الزراعية" على الترتيب وبملاحظة تلك المعدلات نجد أن أكبر فارق بينهم بلغ (٠,٧٣ ميجا جول/متر^٢/يوم) وهو فارق بسيط جداً، كما نجد أن محطة العباسية تمثل أدنى معدل ومحطة بهتيم الزراعية تمثل أعلى معدل نظراً لتأثير النشاط البشري بالأولي .

(١ - ٢ - ٢ - ب) المعدلات الفصلية لكمية الإشعاع الشمسي الكلي

- **فصل الشتاء** هو أدنى الفصول من حيث معدلات كمية الإشعاع الكلي فقد بلغت معدلاته (١١,٩٢، ١٢,١٦، ١٢,٤٦ ميجا جول/متر^٢/يوم) بمحطات "العباسية، الجيزة الزراعية، وبهتيم الزراعية" على الترتيب، ويرجع ذلك لقصر طول النهار وبالتالي انخفاض عدد ساعات السطوع الفعلي كما ذكرنا من قبل، كما تؤثر مرور المنخفضات الجوية وما يصاحبها من تغيرات في زيادة كمية السحب؛ والمواد العالقة من ذرات الرمال والأتربة؛ اثر على حجب كمية كبيرة من الإشعاع الكلي دون الوصول لسطح الأرض بمنطقة الدراسة، فالسحب وحدها يمكنها حجب (٤/١) كمية الإشعاع الكلي الواصل لسطح الأرض حيث توجد علاقة عكسية بينها وبين كمية الإشعاع الكلي (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ٩٩).

- **فصل الخريف** يأتي ترتيبه بعد الشتاء حيث يسجل معدلات مرتفعة نسبياً، فيعتبر مرحلة انتقالية وبداية لفصل الشتاء وبداية لمرور المنخفضات الجوية كما أوضحنا سابقاً، وبلغت معدلاته (٨,١٦، ١٦,٥٣، ١٧,٥ ميجا جول/متر^٢/يوم) بمحطات "العباسية، الجيزة الزراعية، وبهتيم الزراعية" على الترتيب .

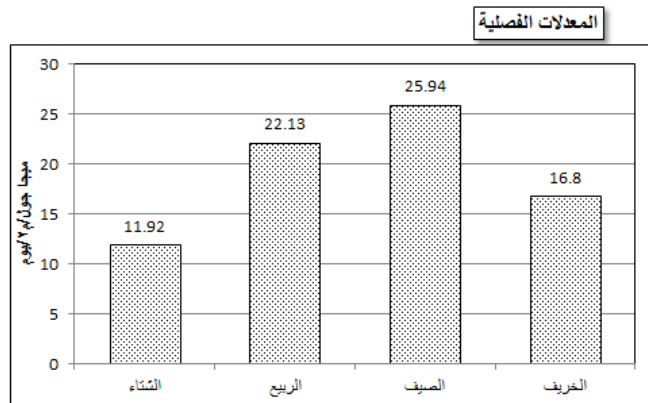
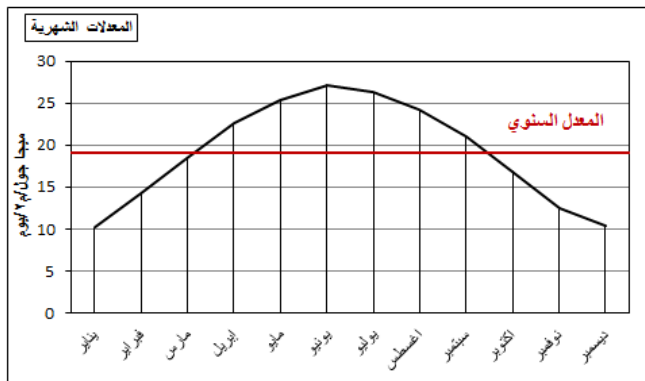
- **فصل الربيع** يأتي في المرتبة الثالثة حيث صفاء السماء نسبياً من السحب وارتفاع زاوية ميل الشمس في الأفق فهو يعتبر مقدمة لفصل الصيف، ولذلك نجد ارتفاعاً في معدلاته فقد بلغت (١٣,٢٢، ٢٢,٠٦، ٢٢,٨٧ ميجا جول/متر^٢/يوم) بمحطات "العباسية، الجيزة الزراعية، وبهتيم الزراعية" على الترتيب، بفارق الضعف تقريباً بينه وبين فصل الشتاء.

- **فصل الصيف** يُعد من أعلى فصول السنة نظراً لتعامد الشمس في هذا الفصل على منطقة الدراسة؛ وخلو السماء من السحب فقد بلغت معدلاته (٩٤,٢٥، ٢٦,٢٦، ٢٦,٨٨ ميجا جول/متر^٢/يوم) بمحطات "العباسية، الجيزة الزراعية، وبهتيم الزراعية" على الترتيب .

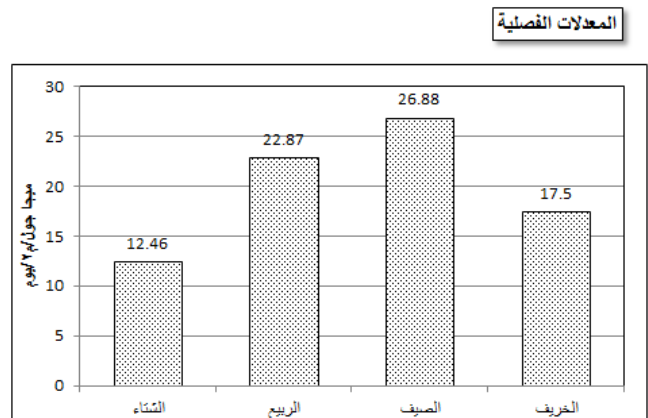
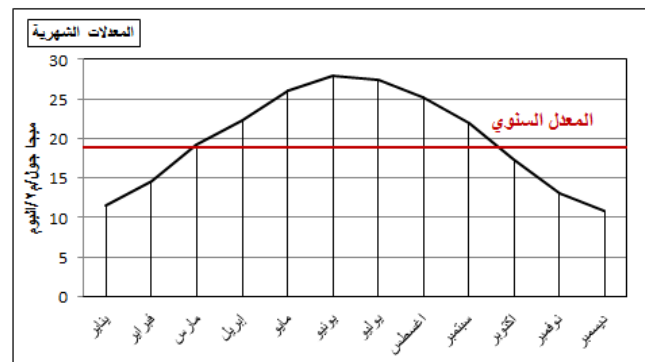
(١-٢-٢ ج) المعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي الكلي

- يُعتبر شهر يونيو هو أعلى شهور السنة على الإطلاق حيث بلغ (٢٨ ميغا جول/متر^٢/يوم) كأعلى معدل لكمية الإشعاع الشمسي بمحطة بهتيم الزراعية يتبعه شهر " يوليو " ثم " مايو " حيث يمثل الثلاثة شهور معاً قمة المنحني كما هو موضح بالشكل (١-٤).
- يُعتبر شهرا " يناير، ديسمبر " من أدنى الشهور استقبالاً للإشعاع الكلي للشمس فهما على طرفي المنحني فقد بلغ أدنى معدل لهما بمحطة العباسية (١٠,٢ ، ١٠,٣٢ ميغا جول/متر^٢/يوم) على الترتيب .
- تبدأ الزيادة في كمية الإشعاع الشمسي من شهر " يناير " تدريجياً إلى أن تصل شهر " يونيو " ثم تبدأ في الانخفاض تدريجياً حتي أن تصل لشهر " ديسمبر ".

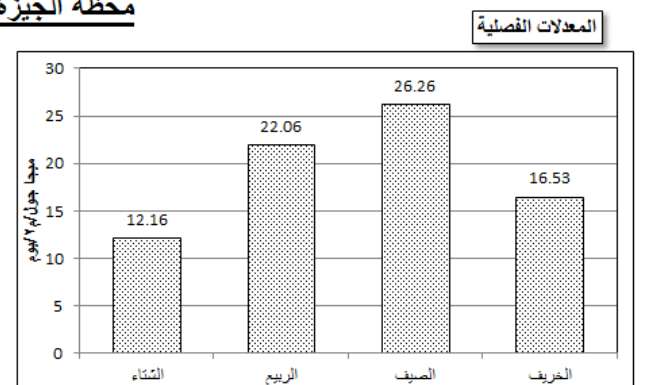
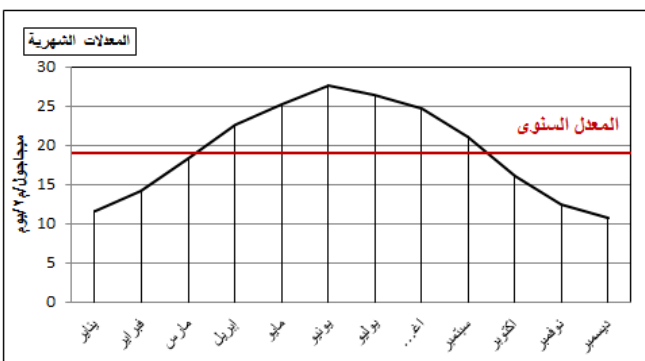
مركز التحليل الرئيسي "العباسية"



محطة بهتيم



محطة الجيزة الزراعية



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١-٣)

شكل (١-٤) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للإشعاع الشمسي الكلي (ميجا جول/م²/يوم) في محطات منطقة

الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

(١ - ٣) درجة الحرارة

تتباين معدلات درجة الحرارة تبعاً لعدة عوامل من أهمها الموقع الفلكي الذي يحدد موقع منطقة الدراسة من النطاقات الحرارية المختلفة وإلى أي إقليم مناخي تُنتسب، كما تعد كمية الإشعاع الشمسي الكلي من العوامل الرئيسية المسؤولة عن ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة. هذا بالإضافة إلى عدة عوامل أخرى من بينها توزيع الياض والماء وبعد منطقة الدراسة عن المسطحات المائية أو قربها خاصة " البحر المتوسط " والتنوع في الغطاء النباتي ونوعية التربة وغيرها من العوامل التي تتحكم في معدلات درجة الحرارة وفيما يلي دراسة تحليلية لمعدلات درجة حرارة الهواء والمدي الحراري لمحطات منطقة الدراسة ومقارنتها بالمناطق المحيطة بها.

(١ - ٣ - ١) المعدلات السنوية

من القراءة التحليلية لبيانات جدول (١ - ٤) الذي يبين المعدلات الفصلية والسنوية لدرجة حرارة الهواء، واستقراء الشكلين (١ - ٥، ١ - ٦) حيث يوضحان توزيع المعدلات السنوية لمتوسط درجة حرارة الهواء وتوزيع النهايات العظمي والصغري بمنطقة الدراسة يلاحظ أن:

❖ المعدل السنوي لمتوسط درجة حرارة الهواء بمدينة الجيزة بلغ (٣، ٢١ س)، ويتراوح بين (٥، ٢٠ س) لمحطة مطار إمبابة شمال منطقة الدراسة و(٧، ٢٢ س) لمحطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" جنوب منطقة الدراسة، وبذلك تقع منطقة الدراسة ضمن الأقاليم الدافئة حسب معظم التصنيفات المناخية عدا تصنيف كين الذي يضعها ضمن المناخ الجاف الصحراوي الحار "الأقاليم الحارة" (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ٤٦).

❖ الفارق بين المعدلات السنوية كبير جداً داخل مدينة الجيزة فقد بلغ (٢، ٢ س) بين محطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومحطة مطار إمبابة . وقد تصل إلى (٥، ٣ س) عند المقارنة مع المناطق المجاورة مثل محطة العباسية وهو يعتبر أكبر فارق موجود بالمحطات الممثلة لمنطقة الدراسة والمحيط بها على الرغم من وقوعها في دائرة عرضية واحدة، نظراً إلى كثافة الأنشطة البشرية والكتلة العمرانية الضخمة الممثلة في إقليم القاهرة الكبرى مقارنة بالمحطات التي تقع على طرفي الكتلة العمرانية سواء في الشرق أو الغرب وتقع في نفس دائرة العرض تقريباً مثل محطة

مطار إمبابة التي يغلب عليها المؤثرات الزراعية مما يخفف من حدة درجة الحرارة بها بحكم موقعها.

❖ عند النظر لتوزيع المعدلات السنوية لمتوسط درجة الحرارة نجد أنها تتناقص كلما اتجهنا إلى الغرب وتزيد كلما اتجهنا شرقاً أو في الشمال الشرقي نظراً لوجود كتلة مدينة القاهرة في الشرق ومدينة شبرا في الشمال الشرقي لمنطقة الدراسة وتأثيرهما البالغ على ارتفاع معدلات درجة الحرارة نظراً لوجود منطقة صناعية ضخمة في مدينة شبرا فضلاً عن النشاط البشري الواضح في كليهما. كما تتخذ متوسطات درجة الحرارة العظمي والصغري نفس التوزيع أيضاً فتتناقص المعدلات لكلتا النهايتين كلما اتجهنا إلى الغرب وترتفع كلما اتجهنا ناحية مدينة القاهرة وشبرا نظراً لوجود اختلافات في الأنشطة البشرية بين تلك المدن الثلاث، مما ترتب عليه تغيرات في متوسطات الحرارة.

❖ ونتيجة لبعد مدينة الجيزة عن المؤثرات البحرية فلم يظهر لها تأثير واضح على الظروف المناخية، كما ذكر (محمد توفيق، ٢٠٠٤، ص ٢٢) أن المدي الحراري بين المحطات الساحلية أقل من المحطات الداخلية والتي تقع في نفس دائرة العرض فقد بلغ المدي السنوي بمحطة السويس (١٠ س) بينما بلغ في محطة الجيزة الزراعية (١٤,٧ س) بما يوضح انعدام وصول المؤثرات البحرية للمدينة .

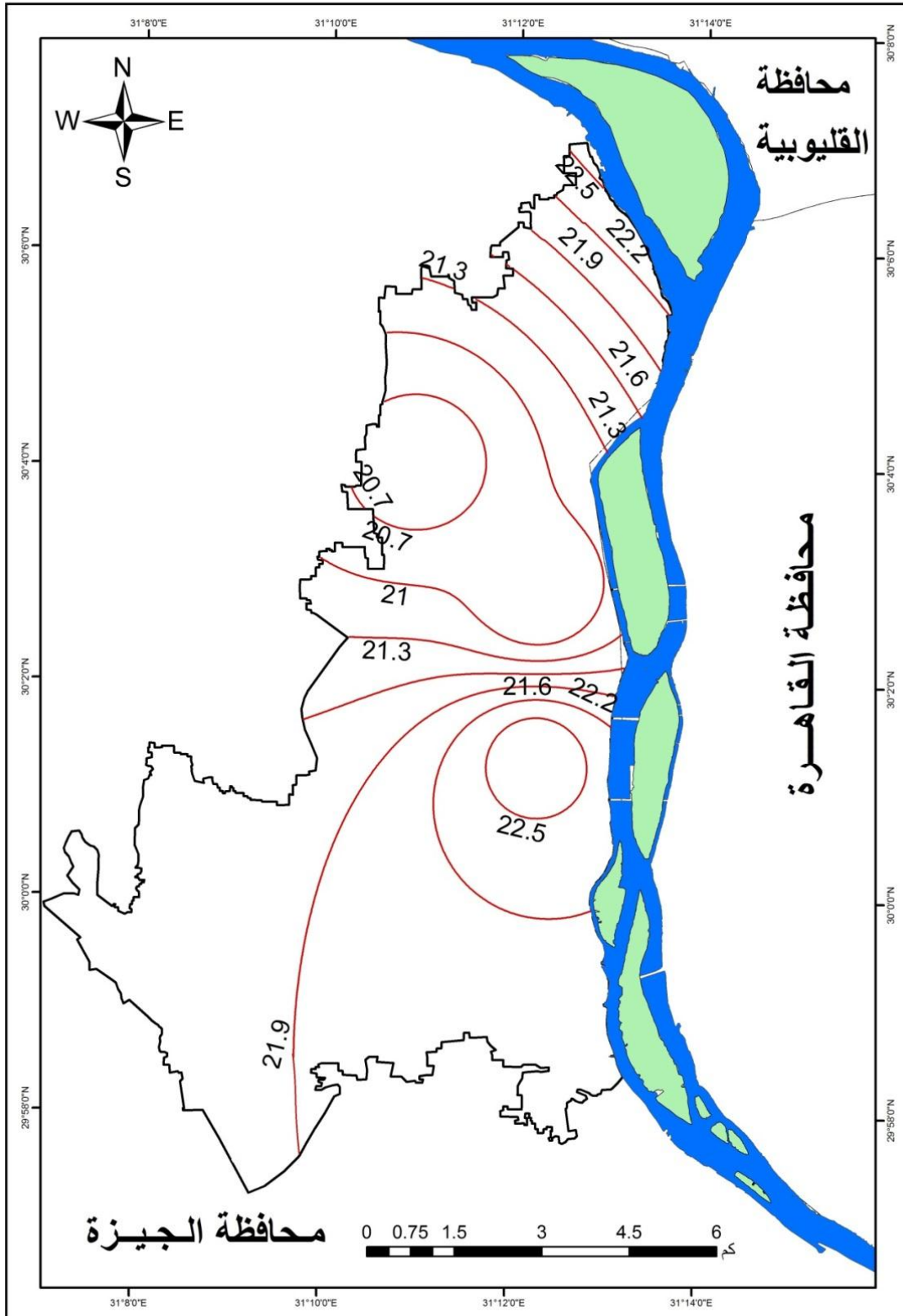
جدول (١ - ٤) المعدلات الفصلية والسنوية لدرجات حرارة الهواء في محطات منطقة الدراسة

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

المعدل السنوي	الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر)	الصيف (يونيو - يوليو - أغسطس)	الربيع (مارس - أبريل - مايو)	الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير)	الفصل الشهر	المحطة
٢٢,٨	٢٠,٩	٢٨,٦	٢٢,٢	١٥	متوسط	بهتيم الزراعية (٢٠١٣-٢٠٠٣)
٣١,١	٢٩,٢	٣٧,٥	٣٤,٣	٢٣,٥	عظمي	
١٢,٢	١٢,٦	١٩,٦	١٠,١	٦,٤	صغري	
٢٤,٠	٢٥,٣	٣٠,٤	٢٢,٩	١٧,٤	متوسط	مركز التحليل الرئيسي (العباسية) (٢٠١٣-٢٠٠٣)
٢٩,٥	٣٢,١	٣٦,٢	٢٨,٥	٢١,٣	عظمي	
١٨,٣	١٨,٥	٢٤,٦	١٧,٣	١٢,٦	صغري	
٢٠,٥	٢١,٣	٢٦	١٩,٥	١٥,٢	متوسط	مطار إمبابة (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢٦,١	٢٧	٣٢	٢٥,٣	٢٠	عظمي	
١٤,٨	١٥,٤	٢٠	١٣,٦	١٠,٣	صغري	
٢٠,٧	٢١,٦	٢٧	٢٠,٦	١٦	متوسط	الجيزة الزراعية (٢٠١٣-٢٠٠٣)
٢٧,٨	٢٨,٧	٣٣,٤	٢٨,١	٢١	عظمي	
١٣,٧	١٤,٤	٢٠,٦	١٣,١	١١	صغري	
٢٢,٧	٢٤,١	٢٩,٦	٢٢,١	١٥,٢	متوسط	الجيزة (مركز البحوث الزراعية) (٢٠١٣-٢٠٠٠)
٢٩,٥	٣٠,٥	٣٦,٣	٢٩,١	٢٢,١	عظمي	
١٦	١٧,٧	٢٢,٨	١٥	٨,٤	صغري	
٢١,٠	٢٣	٢٤,٤	٢٠,٧	١٥,٨	متوسط	مطار القاهرة (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢٨,١	٢٩	٣٣,٦	٢٨,٦	٢١	عظمي	
١٣,٩	١٧,١	١٥,١	١٢,٨	١٠,٦	صغري	
٢٢,٣	٢٢,٣	٢٦,٩	٢٣,١	١٦,٨	متوسط	مطار المازة (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢٩,١	٢٩,١	٣٤	٣٠,٣	٢٣	عظمي	
١٥,٤	١٥,٥	١٩,٨	١٥,٦	١٠,٦	صغري	
٢١,٠	٢١,٣	٢٦,٦	٢٠,٥	١٥,٨	متوسط	حلوان (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢٧,١	٢٧,٦	٣٤,٢	٢٥,٩	٢٠,٥	عظمي	
١٥,٠	١٤,٩	١٩	١٥	١١	صغري	

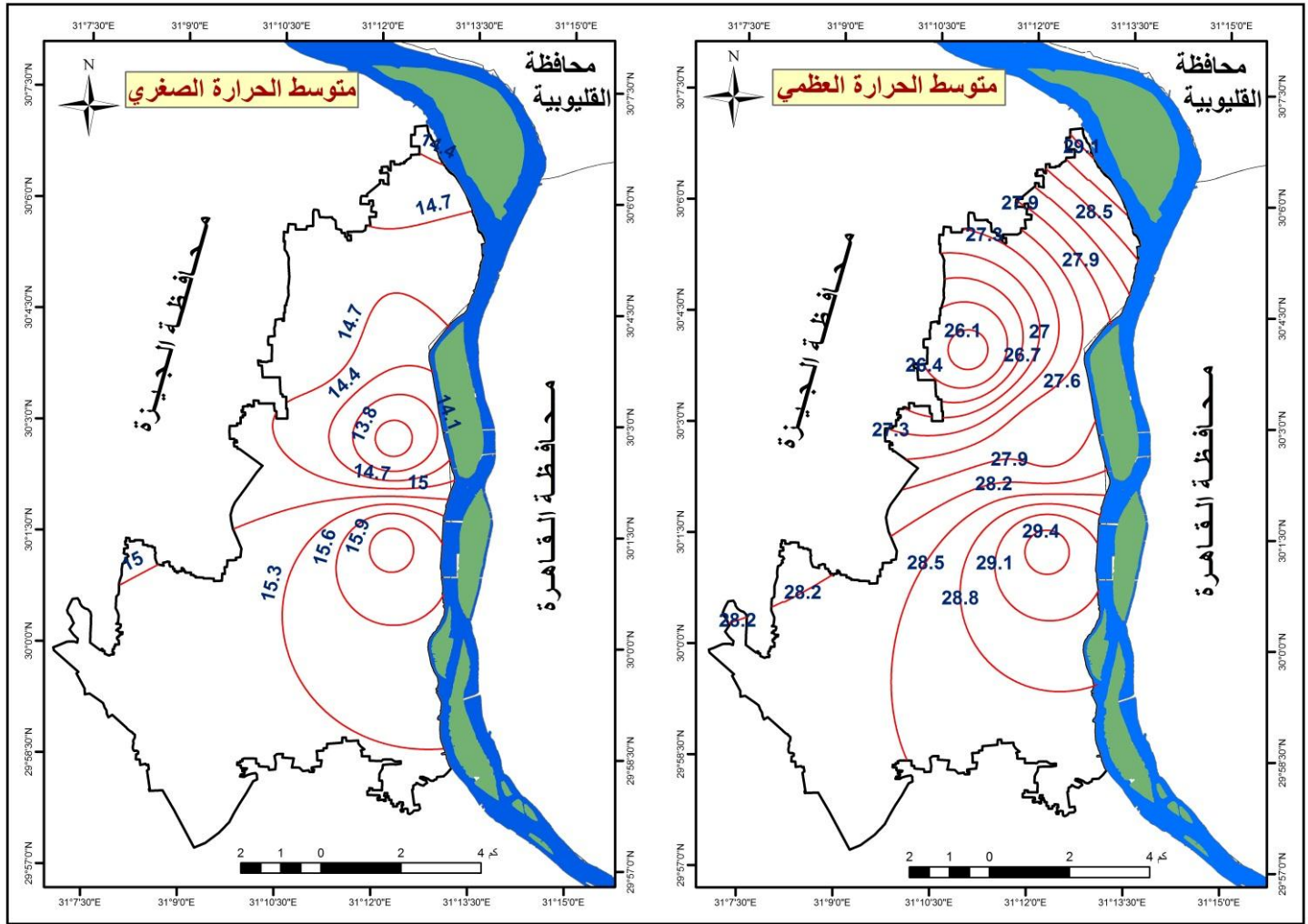
المصدر: تم عمل الجدول اعتماداً على

- بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣ : ٢٠٠٠)
- بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياه والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠١٣ : ٢٠٠٠)
- بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠١٠ : ٢٠٠٠)
- إيمان عبد العظيم، ٢٠١٣، ص ص ٦٦، ٦٧ (*)



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١-٤)

شكل (١-٥) توزيع المعدلات السنوية لمتوسط درجة حرارة الهواء بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٤ - ١)

شكل (٦ - ١) توزيع المعدلات السنوية لدرجة الحرارة العظمى والصغرى بمحطات منطقة الدراسة

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

(١ - ٣ - ٢) المعدلات الفصلية

يمكننا من دراسة جدول (١ - ٤) وشكل (١ - ٧) معرفة الخصائص الحرارية لمدينة الجيزة ومقارنتها بالمناطق المجاورة لها خلال فصول السنة الأربعة كما يلي:-

❖ فصل الشتاء

يعتبر الشتاء هو فصل البرودة الأساسي بمنطقة الدراسة حيث سُجلت به أدنى معدلات لدرجة حرارة الهواء، فقد بلغ المعدل الشتوي لمتوسط درجة الحرارة (١٥,٥ س) في مدينة الجيزة؛ ويتراوح بين (١٦,٠ س) في كل من محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومحطة مطار إمبابة بفارق لا يتعدى (٠,٨ س) داخل مدينة الجيزة، يزداد هذا الفارق عن المقارنة مع محطة العباسية ليصل إلى (٢,٢ س) كأعلى فارق بين المحطات المدروسة على الإطلاق نتيجة ارتفاع متوسط درجة الحرارة بها إلى (١٧,٤ س).

ويرجع ذلك لانخفاض كمية الإشعاع الشمسي الكلي الواصل لسطح منطقة الدراسة في نفس الفصل فضلاً عن مرور المنخفضات الجوية وما يصاحبها من سحب وأمطار، ففي كثير من الأحيان تجلب المنخفضات الغربية كتلاً هوائية شديدة البرودة (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١١٥) والتي تهب على منطقة الدراسة في الشتاء .

يوضح شكل (١ - ٧) تماثل في توزيع متوسط درجة الحرارة خلال الشتاء مع شذوذ محطة العباسية نتيجة لوقوعها داخل كتلة عمرانية ضخمة مما يقلل من وصول تلك المؤثرات إليها، وكذلك الحال في المعدلات الفصلية للنهايات الصغرى والعظمى بفصل الشتاء من حيث انخفاض معدلاتهما فقد بلغت (١١,٠ س، ٨,٤ س) لكل من محطة الجيزة الزراعية ومحطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" على الترتيب بفارق (٢,٦ س) بالنسبة للنهاية الصغرى، كما بلغت (٢١,٠ س، ٢٢,١ س) لنفس المحطتين على الترتيب بالنسبة لدرجة الحرارة للنهاية العظمى بفارق (١,١ س) مما يزيد من الدفء خلال ساعات النهار خاصة عند خلو السماء من السحب، والفارق بين المحطتين كبير على الرغم من قرب المسافة بينهم سواء في النهاية الصغرى أو العظمى.

وزيادة الفارق بين النهاية العظمى والصغرى في محطة بهتيم ربما يرجع إلى شدة الملوثات الهوائية التي تحجب انعكاس أشعة الشمس بالنهار وهبوب الرياح الشمالية التي تؤدي إلى خفض درجة الحرارة

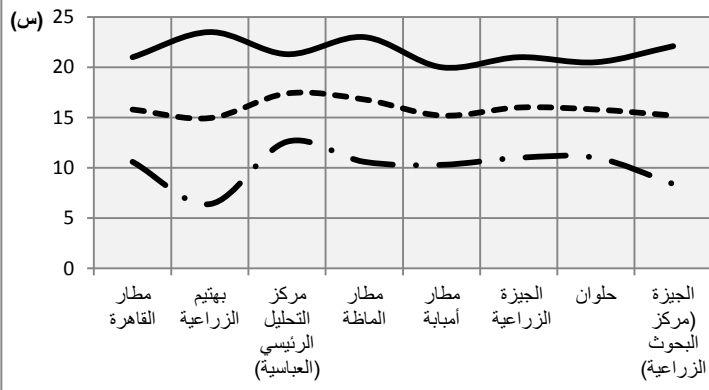
أثناء الليل، والأرجح أنها بسبب مرور المنخفضات الجوية وما يصاحبها من كتل هوائية باردة وسحب وأمطار من تغيرات بجانب ما سبق ذكره.

❖ فصل الربيع

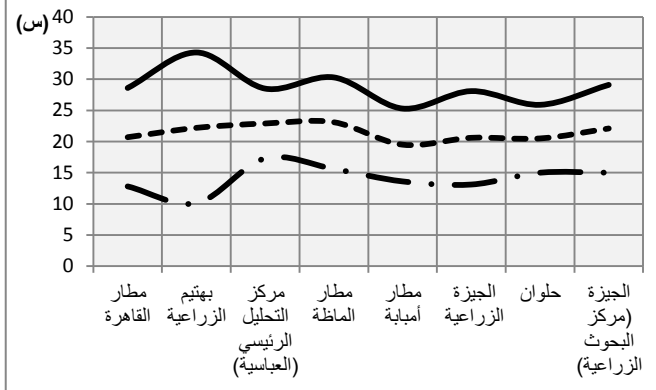
يأتي فصل الربيع في المرحلة الثانية من ارتفاع معدلات درجة الحرارة بعد فصل الشتاء فقد بلغ المعدل الربيعي لمتوسط درجة الحرارة داخل مدينة الجيزة (٢٠,٧ س) ويتراوح بين (٢٢,١ س، ١٩,٥ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة على الترتيب بفارق (٢,٦ س). وبلغ الفارق بين فصلي الربيع والشتاء (٥,٢ س) ويرجع ذلك الارتفاع في فصل الربيع إلى زيادة كميات الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح منطقة الدراسة في فصل الربيع إذ بلغت ضعف الكمية في فصل الشتاء بفارق (١٢,٢ ميجاجول/متر^٢/يوم)، مع استمرار مرور بعض المنخفضات الجوية في بدايات فصل الربيع فضلاً عن هبوب رياح الخماسين ويوضح شكل (١ - ٧) تماثل منحي النهاية الصغرى مع منحنى متوسط درجة الحرارة مع وجود ارتفاع نسبي لمحطتي العباسية ومطار ألماتة وشذوذ في محطة بهتيم لأسباب سبق ذكرها، إما منحنى النهاية العظمى فيهذبذبات ربما انعكاس للحالة الحرارية أثناء النهار وما يشوبها من تغيرات نتيجة نشاط المنخفضات الجوية وهبوب الرياح خاصة رياح الخماسين، كما انعكس هذا التذبذب على ارتفاع قيم معدلات النهاية العظمى أعلى من (٢٠ س) في معظم محطات منطقة الدراسة.

ويرتفع المعدل الربيعي لدرجة الحرارة العظمى في مدينة الجيزة إلى (٢٧,٥ س) ويتراوح بين (٢٩,١ س، ٢٥,٣ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة على الترتيب بفارق (٣,٨ س). بينما بلغ المعدل الربيعي لدرجة الحرارة الصغرى بمدينة الجيزة (١٣,٩ س) ويتراوح بين (١٣,١ س، ١٥ س) لمحطتي الجيزة الزراعية والجيزة "مركز البحوث الزراعية" على الترتيب بفارق (١,٩ س).

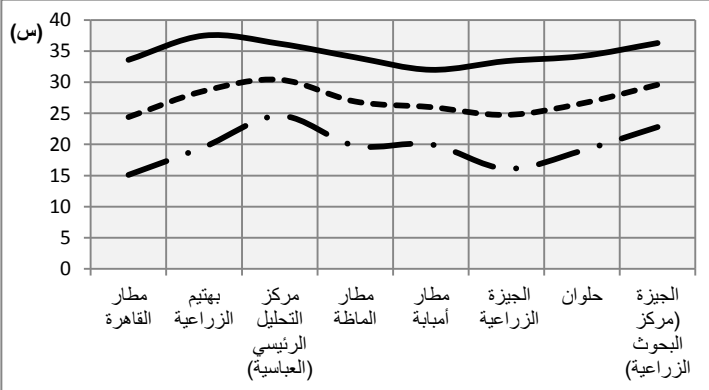
فصل الشتاء



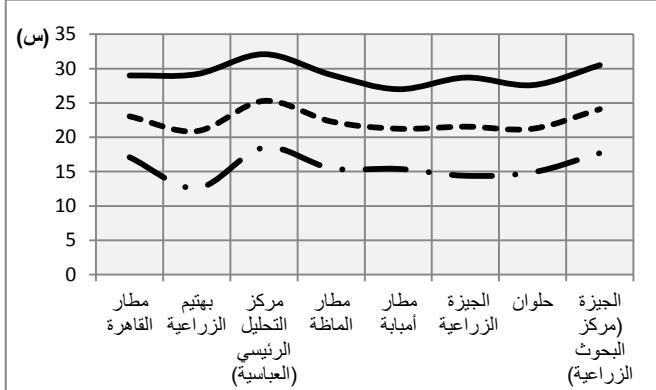
فصل الربيع



فصل الصيف



فصل الخريف



شكل (١ - ٧) المعدلات الفصلية لدرجة حرارة الهواء في محطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها

المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١ - ٤)

المعدل الفصلي لدرجة الحرارة العظمي
المعدل الفصلي لمتوسط درجة الحرارة
المعدل الفصلي لدرجة الحرارة الصغري



❖ فصل الصيف

يعد الصيف هو فصل الاستقرار بحيث ينعدم فيه مرور المنخفضات الجوية تقريباً مع ارتفاع معدلات درجة الحرارة إلى أقصى حد لها. فقد بلغ المعدل الصيفي لمتوسط درجة الحرارة في مدينة الجيزة (٢٧,٥ س) ويتراوح بين (٢٩,٢، ٢٧ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" والجيزة الزراعية على الترتيب بفارق (٢,٢ س). وترتفع المعدلات الصيفية لمتوسطات درجة الحرارة اليومية بفارق (١٢,١ س) عن فصل الشتاء وهو فارق يقارب إلى الضعف وهذا نظراً لزيادة كمية الإشعاع الشمسي الكلي في فصل الصيف عن نظيره في الشتاء بمقدار (١٤,٢ ميجاجول/متر^٢/يوم) أي بما يزيد عن ضعف الكمية خلال

فصل الشتاء، هذا فضلاً عن تعامد الشمس على مدار السرطان وطول النهار وبلوغ عدد ساعات السطوع الفعلي للشمس إلى ذروتها، بالإضافة إلى صفاء السماء وخلوها من السحب والغيوم . فكل هذه العوامل مجتمعة أدت إلى رفع معدلات درجة الحرارة بصورة كبيرة .

وعند النظر إلى شكل (١ - ٧) نجد تناسق واضح للمنحنيات الممثلة لمتوسط درجة الحرارة والنهايات العظمي والصغري مع ارتفاع المعدلات في محطتي العباسية وبهتيم ومحطة الجيزة الزراعية والجيزة "مركز البحوث الزراعية " نظراً لطبيعة الكتلة العمرانية وكثافة النشاط البشري المحيط بهم، كما يلاحظ عدم وجود الشذوذ بين النهاية العظمي والصغري في محطة بهتيم كما في فصلي الشتاء والربيع مما يرجح أن المنخفضات الجوية هي سبب ذلك الشذوذ وذلك لأننا نرى تناسق أعلى في نفس المحطة في فصل الخريف.

يرتفع المعدل الصيفي لمتوسط درجة الحرارة العظمي داخل مدينة الجيزة فقد بلغ (٣٣,٩ س) ويتراوح بين (٣٦,٣ °، ٣٢ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة على الترتيب بفارق (٤,٣ س). في حين بلغ المعدل الصيفي لمتوسط درجة الحرارة الصغري بمدينة الجيزة (٢١,١ س) ويتراوح بين (٢٢,٨ °، ٢٠,٦ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" والجيزة الزراعية على الترتيب بفارق (٢,٢ س). ويلاحظ في فصل الصيف زيادة الفارق الحراري سواء في متوسطات درجة الحرارة أو في النهايات العظمي والصغري وربما يرجع ذلك لطبيعة انعكاس الإشعاع الشمسي على حسب طبيعة سطح الأرض داخل منطقة الدراسة.

❖ فصل الخريف

يعتبر الخريف هو همزة الوصل بين الأحوال المستقرة في فصل الصيف والشتاء المتقلب وأهم ما يميز الخريف هو عدم وجود تغيرات كبيرة في درجة الحرارة، فالمعدلات الحرارية ترتفع قليلاً عن فصل الربيع فقد بلغ المعدل الخريفي لمتوسط درجة الحرارة بمدينة الجيزة (٢٢,٣ س) ويتراوح بين (٢٤,١ °، ٢١,٣ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة على الترتيب بفارق (٢,٨ س) . وعلى الرغم من ارتفاع معدلات درجة الحرارة في الخريف عن فصل الربيع بفارق (١,٦ س) إلا أنه يحدث العكس بالنسبة لكمية الإشعاع الشمس الكلي الواصل لسطح منطقة الدراسة فترتفع معدلات الربيع بفارق (٥,٥ ميجاجول/متر^٢/يوم) أي بما يمثل أربعة أضعاف الفارق الحراري تقريباً، ويعود ذلك إلى طبيعة ترتيب الفصول، ففصل الربيع يأتي بعد الشتاء الذي يمثل أدنى معدلات بالنسبة لدرجة الحرارة

والإشعاع الشمسي الكلي فكمية الأشعة في الربيع تعوض الناقص الحراري الكبير الذي حدث لسطح الأرض في الشتاء، بينما يأتي الخريف بعد فصل الصيف الذي يمثل أعلى معدلات بالنسبة لدرجة الحرارة والإشعاع الشمسي الكلي فيكتسب الخريف كميات حرارية كبيرة تعوض النقص في الإشعاع الشمسي الكلي به وهذا يسبب ارتفاع درجة حرارة الخريف عن الربيع.

وعند النظر إلى شكل (١-٧) نجد تناسقاً واضحاً بين الثلاثة منحنيات الممثلة لمتوسط درجة الحرارة والنهايات العظمى والصغرى مما يدل على اعتدال المناخ في الخريف مقارنة بباقي الفصول، فقد بلغ معدل النهاية العظمى بمدينة الجيزة (٢٨,٧ س) وبتراوح بين (٣٠,٥ ° ، ٢٧ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة على الترتيب بفارق (٣,٥ س). وبلغ معدل النهاية الصغرى بمدينة الجيزة (١٥,٨ س) وبتراوح بين (١٧,٧ ، ١٤,٤ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" والجيزة الزراعية على الترتيب بفارق (٢,٣ س) .

(١-٣-٣) المعدلات الشهرية

من الدراسة التحليلية لجدول (١-٥) واستقراء الشكل (١-٨) يمكننا تتبع المعدلات الشهرية لمتوسط درجة حرارة الهواء والنهايات العظمى والصغرى كما يلي:

■ يعتبر شهر "يناير" أبرد شهور السنة على الإطلاق في كل المحطات المدروسة، فيأخذ رتبة "١٢" بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة بين نظائره من شهور السنة .

وجدير بالذكر أن أدنى معدل شهري لكمية الإشعاع الشمسي الكلي على سطح منطقة الدراسة كانت في شهر "ديسمبر" (١-٣) ورغم ذلك نجد أبرد شهور السنة في يناير نظراً لفقد سطح الأرض كمية كبيرة من الحرارة في شهر "ديسمبر" نتيجة لانخفاض معدلات الإشعاع الشمسي الكلي فيأتي شهر "يناير" والأرض باردة تماماً فضلاً عن مرور وتعمق المنخفضات الجوية في "يناير" مع انخفاض كميات الإشعاع الكلي للشمس وقصر طول النهار. ويبلغ المعدل الحراري لمتوسط درجة حرارة شهر "يناير" في مدينة الجيزة (١٤,٦ س) بفارق (٠,٤ س) أقل من محطة العباسية ومحطة حلوان و أعلى بمقدار (٠,٣ س) من محطة بهتيم، وينخفض كذلك معدل النهاية العظمى فقد بلغ (٢٠,٤ س) والصغرى (٨,٨ س) ولكن نجد أن النهاية الصغرى في شهر "ديسمبر" تقل بمقدار (٠,٢ س) عن "يناير" .

- تبدأ درجة حرارة الهواء بالارتفاع تدريجياً مع حلول شهر "فبراير" فيأخذ رتبة "١١" بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة بين نظائره من شهور السنة. ويبلغ المعدل الحراري لمتوسط درجة حرارة الهواء في مدينة الجيزة (١٦,٤ س) بفارق (١,٨ س) عن شهر "يناير" يزيد هذا الفارق عند المقارنة بمحطة العباسية إلى (٢ س) بينما يقل في محطة بهتيم الزراعية إلى (٠,٧ س) .
- يواصل منحنى الحرارة في الارتفاع مع حلول شهر "مارس" فقد ارتفع المعدل الحراري لمتوسط درجة الحرارة إلى (١٨ س) بفارق (١,٦ س) عن شهر "فبراير" وارتفعت أيضاً النهاية العظمي فبلغت (٢٤,١ س) وبلغت الصغرى (١١,٨ س) .
- ومع قدوم شهري "إبريل، مايو" يرتفع المعدل الحراري لمتوسط درجة الحرارة للمدينة خلالهما حيث بلغ (٢٤,٣ س) على الترتيب بفارق (٢,٣، ٤ س) عن شهر "مارس" على الترتيب . ويرجع ذلك الارتفاع لكثرة مرور المنخفضات الخماسينية في هذه الفترة وما يصاحبها من رياح حارة .
- ومع بداية فصل الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس) تصل معدلات متوسط درجة الحرارة إلى ذروتها بمدينة الجيزة حيث بلغت (٢٧,١° ، ٢٩,٧° ، ٢٧,٥ س) على الترتيب بفارق (٣,١° ، ٥,٧° ، ٣,٥ س) عن شهر "مايو" على الترتيب . ويلاحظ أن "يوليو" هو أعلى شهور السنة حرارة على مستوي مدينة الجيزة بينما يختلف داخل المدينة على حسب المحطات ففي محطة إمبابة يمثل شهر "أغسطس" أعلى الشهور حرارة بفارق (٢ س) عن شهري "يوليو". يمثل شهر "سبتمبر" المرتبة الرابعة في ترتيب الشهور حرارياً بفارق بسيط عن معدلات فصل الصيف، ولذلك يمكننا أن نضم شهر "سبتمبر" إلى شهور الصيف فقد بلغ المعدل الحراري لمتوسط درجة حرارة بمدينة الجيزة (٢٦,٦ س) أي أقل من شهر يونيو بفارق (٠,٥ س) فهو مماثل تماماً لشهري "يوليو، أغسطس" بمحطة مطار إمبابة، ويرتفع بمقدار (٠,٤ س) عن شهر "يونيو" بمحطة الجيزة الزراعية .
- وبحلول شهر "أكتوبر" تبدأ المعدلات الحرارية لمتوسط درجة الحرارة بالانخفاض مرة أخرى تدريجياً فقد بلغت معدلات الشهر لمتوسط درجة الحرارة (٢٤ س) بفارق (٢,٦ س) أقل من شهر "سبتمبر" .

وتواصل المعدلات في الانخفاض في "توفمبر" حيث بلغ المعدل الحراري لمتوسط درجة الحرارة (١٩,٣ س) بفارق (٤,٧ س) وهو يعتبر أكبر فارق حراري بين شهور السنة ويرجع ذلك إلى استنزاف المخزون الحراري لسطح الأرض الباقي من فصل الصيف مع انخفاض معدلات كميات الإشعاع الشمسي الكلي، كما ينخفض المعدل الحراري بقيمة كبيرة مرة أخرى بحلول شهر "ديسمبر" حيث بلغ المعدل الحراري لمتوسط درجة حرارة الهواء (١٥,٣ س) بفارق (٤ س) أقل من معدل "توفمبر" حيث تبدأ موجات البرد الشتوية ومرور المنخفضات وقصر طول النهار وانخفاض معدلات كميات الإشعاع الشمسي الكلي إلى أدنى معدلاتها .

■ بالنسبة للخصائص الحرارية للمعدلات الشهرية للنهائيات العظمي والصغري في مدينة الجيزة فأقل النهايات - النهاية الصغري - سجلت في شهر "يناير" وبلغت (٨,٨ س) وتتراوح بين (٧,٣ °، ١٠,٢ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" والجيزة الزراعية على الترتيب، وبلغ أدنى متوسط للنهاية العظمي في شهر "ديسمبر" فقد بلغ (٢٠,٢ س) بفارق (٠,٢ س) عن يناير وتراوح بين (١٨ °، ٢١ س) لمحطتي مطار إمبابة والجيزة الزراعية على الترتيب. وأعلى متوسط للنهائيات - النهاية الصغري - سجلت في شهر "سبتمبر" فقد بلغت (٢٠,٦ س) وتراوح بين (٢١,٧ °، ١٩ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" والجيزة الزراعية، وبلغ اعلى متوسط للنهاية العظمي في شهر "أغسطس" فقد بلغت (٣٤,٤ س) وتتراوح بين (٣٦,٢ °، ٣٣ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة .

■ يلاحظ ارتفاع معدلات النهاية العظمي في كل المحطات المدروسة خاصة محطات مدينة الجيزة عن (٢٠ س) وترتفع معدلات الشهور من شهر "مايو" حتي شهر "سبتمبر" متضمنة شهور فصل الصيف عن (٣٠ س) .

وتقل معدلات النهايات الصغري في مدينة الجيزة عن (٢٣,٦ س) بينما يرتفع إلى (٢٦ س) في محطة العباسية كأعلى نهاية صغري على مستوي المحطات المدروسة، بينما تقل فصول الشتاء عن (١٢ س) .

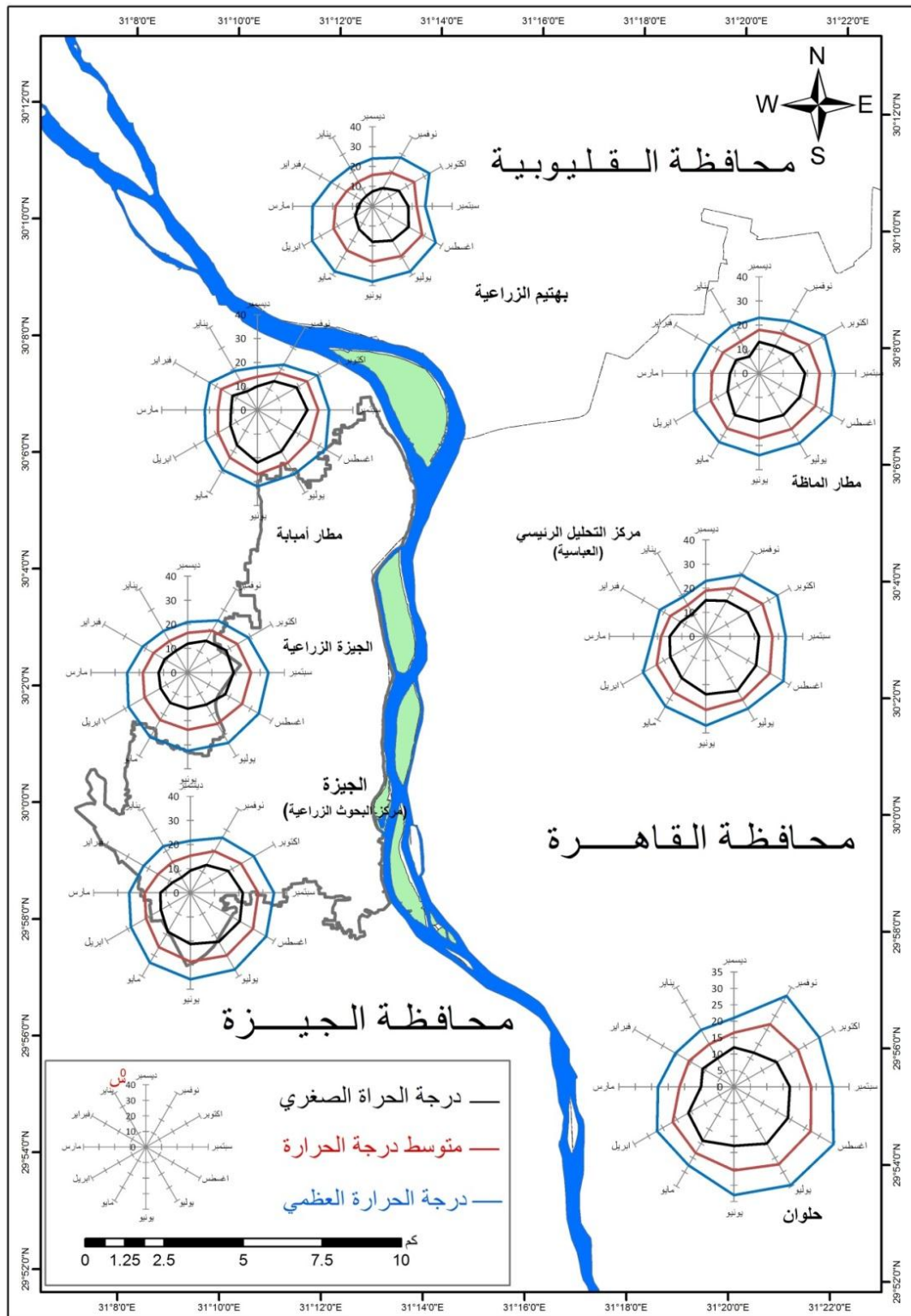
جدول (١ - ٥) المعدلات الشهرية والفصلية لدرجات حرارة الهواء (س) في محطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

الفصل												
الشهر												
الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			المتوسط
ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
١٦,٨	١٥	١٥,٨	١٨,٢	٢١,٢	٢٢,٨	٢٣,٥	٢٤,٢	٢٥,٥	٢٠,٩	٢٣,٦	٢٠,٣	مطار القاهرة (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢١,٥	٢٠	٢١,٥	٢٥	٢٩,٣	٣١,٥	٣٣	٣٤	٣٤	٢٣,٤	٢٩,٢	٢٥,٦	
١٢	١٠	١٠	١١,٤	١٣	١٤	١٤	١٤,٣	١٧	١٨,٤	١٨	١٥	
٩,٥	١٠	١١,٥	١٣,٦	١٦,٣	١٧,٥	١٩	١٩,٧	١٧	٥	١١,٢	١٠,٦	
١٠	١٢	١١	٩	٦	٥	٤	٢	١	٧	٣	٨	
١٥,٧	١٤,٣	١٥	١٨,٥	٢٢,٥	٢٥,٧	٢٨	٢٩	٢٨,٩	٢٢,٣	٢٤,٢	١٩,٤	مطار الزراعة (٢٠١٣-٢٠٠٣)
٢٤	٢٢,٥	٢٤	٣٠	٣٥	٣٨	٣٨	٣٨	٣٦,٧	٢٦,٥	٣٣	٢٨,٣	
٧,٤	٦	٦	٧	١٠	١٣,٤	١٨	٢٠	٢١	١٨	١٥,٤	١٠,٥	
١٦,٦	١٦,٥	١٨	٢٣	٢٥	٢٤,٦	٢٠	١٨	١٥,٧	٨,٥	١٧,٦	١٧,٨	
١٠	١٢	١١	٩	٦	٤	٣	١	٢	٧	٥	٨	
١٩	١٥	١٧	١٨,٥	٢٣,٥	٢٦,٨	٣٠,٥	٣٠,٣	٣٠,٥	٢٧,٥	٢٧	٢٣,٢	مركز التحليل الرئيسي (العباسية) (٢٠١٣-٢٠٠٣)
٢٣	١٩	٢٢	٢٢	٣٠	٣٣,٥	٣٧	٣٧	٣٤,٦	٣٣	٣٤,١	٢٩,٤	
١٥	١١	١٢	١٥	١٧	٢٠	٢٤	٢٦	٢٤	٢٢	٢٠	١٧	
٨	٨	١٠	٧	١٣	١٣,٥	١٣	٨,٦	١٣	١١	١٤,١	١٢,٤	
٩	١٢	١١	١٠	٧	٦	١	٣	٢	٤	٥	٨	
١٨	١٥,٣	١٧,٣	١٩,٥	٢٣	٢٦,٥	٢٧	٢٦,٨	٢٧	٢٥,١	٢٣,٧	١٩	مطار أمانة (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢٣	٢٢,٦	٢٣,٥	٢٧	٣١	٣٣	٣٤	٣٣,٥	٣٤,٥	٣١,٢	٣١,٣	٢٥	
١٣	٨	١١	١٢	١٥	٢٠	٢٠	٢٠	١٩,٥	١٩	١٦	١٣	
١٠	١٤,٦	١٢,٥	١٥	١٦	١٣	١٤	١٣,٥	١٥	١٢,٢	١٥,٣	١٢	
١٠	١٢	١١	٨	٧	٤	١	٣	٢	٥	٦	٩	
١٤	١٤	١٧,٥	١٦,٥	١٩	٢٣	٢٧	٢٥,٥	٢٥,٥	٢٥,٥	٢٤	١٨	مطار إسماعيلية (٢٠١٠-٢٠٠٠)*
١٨	١٩	٢٣	٢٢	٢٥	٢٩	٣٢	٣١	٣٣	٣٠	٢٩	٢٢	
١٠	٩	١٢	١١	١٣	١٧	٢٢	٢٠	١٨	٢١	١٩	١٤	
٨	١٠	١١	١١	١٢	١٢	١٠	١١	١٥	٩	١٠	٨	
١١	١٢	٩	١٠	٧	٦	٢	٣	١	٤	٥	٨	
١٦,٥	١٥,١	١٦,٣	١٨,٥	٢٠,٧	٢٢,٨	٢٥,٨	٢٨,١	٢٧,٢	٢٦,٢	٢٣,٧	٢٠,١	الجيزة الزراعية (٢٠١٣-٢٠٠٣)
٢١	٢٠	٢١,٥	٢٥	٢٨,٣	٣١	٣٢,٥	٣٣,٧	٣٤	٣٣,٤	٢٩	٢٥	
١٢	١٠,٢	١١	١٢	١٣	١٤,٥	١٩,١	٢٢,٤	٢٠,٣	١٩	١٨,٤	١٥,٢	
٩	٩,٨	١٠,٥	١٣	١٥,٣	١٦,٥	١٣,٥	١١,٣	١٣,٧	١٤,٤	١٠,٦	٩,٨	
١٠	١٢	١١	٩	٧	٦	٣	١	٢	٤	٥	٨	
١٦,٥	١٥	١٥,٨	١٦,٦	٢١,٥	٢٣,٣	٢٥,٥	٢٧,٣	٢٧	٢٣,٥	٢٢,٥	٢٢	حلاون (٢٠١٠-٢٠٠٠)
٢١	٢٠	٢٠,٥	٢٣,١	٢٧	٢٧,٦	٣٣	٣٤,٦	٣٥	٣٠	٣٠	٣٢	
١٢	١٠	١١	١٠	١٦	١٩	١٨	٢٠	١٩	١٧	١٥	١٢	
٩	٩,٥	١٣,١	١١	٨,٦	١٥	١٤,٦	١٦	١٣	١٣	١٥	٢٠	
١٠	١٢	١١	٩	٨	٥	٣	١	٢	٤	٦	٧	

الفصل		الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف		
الشهر		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
مركز البحوث الزراعية (٢٠١٣-٢٠١٠) الجيزة	متوسط	١٥,٤	١٤,٨	١٥,٤	١٨,٩	٢١,٢	٢٦,١	٢٨,٦	٣٠,١	٢٩,٩	٢٨,١	٢٤,٢	١٩,٩
	عظمي	٢١,٦	٢٢,٣	٢٢,٣	٢٥,٣	٢٨,٤	٣٣,٥	٣٥,٩	٣٦,٨	٣٦,٢	٣٤,٦	٣٠,٣	٢٦,٤
	صغري	٩,٢	٧,٣	٨,٥	١٢,٤	١٤,١	١٨,٧	٢١,٣	٢٣,٥	٢٣,٦	٢١,٧	١٨,١	١٣,٣
	مدي	١٢,٤	١٥	١٣,٨	١٢,٩	١٤,٣	١٤,٨	١٤,٦	١٣,٣	١٢,٦	١٢,٩	١٢,٢	١٣,١
	رتبة	١٠	١٢	١١	٩	٧	٥	٣	١	٢	٤	٦	٨

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

١. بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣:٢٠٠٠)
٢. بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياه والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠:٢٠١٣)
٣. بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠١٠:٢٠٠٠)
٤. (*) إيمان عبد العظيم، ٢٠١٣، ص ٦٦، ٦٧



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١-٥)

شكل (١-٨) المعدلات الشهرية لدرجات حرارة الهواء بمحطات منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

(١- ٣- ٤) متوسط المدي الحراري

الغرض من دراسة المدي الحراري هو التعرف على مدي قارية المناخ أو بحريته، إذ يتصف المناخ القاري بتطرفاته الحرارية وعلى النقيض تمام يكون المناخ البحري .

جدول (١- ٦) متوسط المدي الحراري (س) في محطات منطقة الدراسة

المحطة نوع المدي	مطار القاهرة	بهتيم الزراعية	مركز التحليل الرئيسي (العباسية)	مطار المازة	مطار إمبابة*	الجيزة الزراعية	حلوان	الجيزة (مركز البحوث الزراعية)
المدي السنوي	١٠,٥	١٤,٨	١٥,٥	١١,٧	١٣	١١,١	١٢,٣	١٥,٣
المدي الشهري	١٣,٤	١٨,٥	١١	١٣,٦	١٠,٦	١٣,٤	٨,٤	١٣,٥

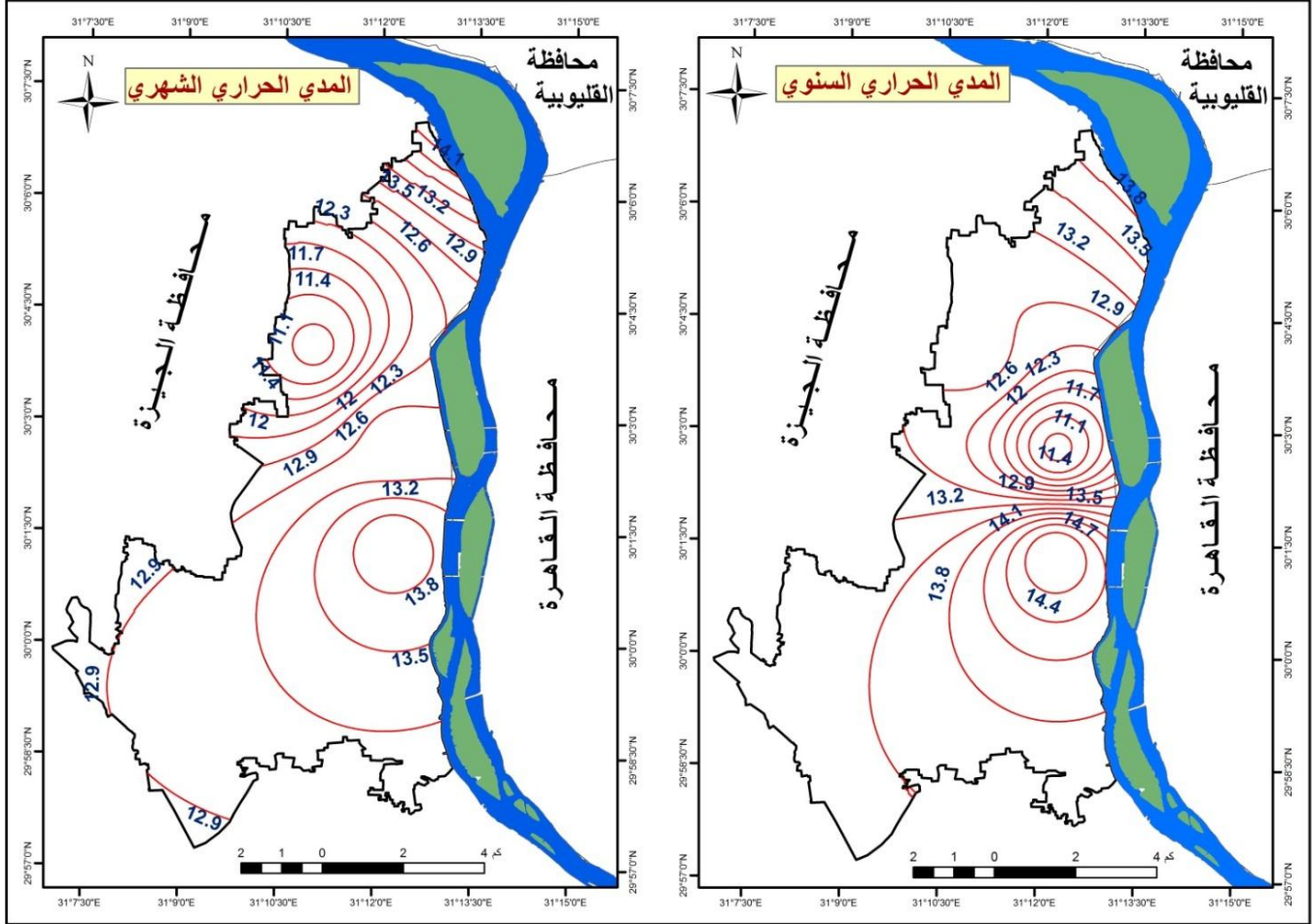
المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

- بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣: ٢٠٠٠)
- بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياه والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣)
- بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠١٠: ٢٠٠٠)
- (*) إيمان عبد العظيم، ٢٠١٣، ص ٦٦، ٦٧

يتضح من دراسة جدول (١- ٦)، واستقراء شكل (١- ٩) أن المدي الحراري يزداد عموماً في المحطات الموجودة داخل الكتلة السكانية نظراً لطبيعة العمران والكثافة السكانية والملوثات الهوائية وغيرها من المؤثرات التي تزيد من المدي الحراري. ومن ثم يتراوح المدي السنوي في مدينة الجيزة بين (١٥,٣، ١١,١ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" والجيزة الزراعية. ويزيد المدي السنوي عند المقارنة بمحطتي العباسية وبهتيم الزراعية إلى (١٥,٥، ١٤,٨ س) نظراً لزيادة المؤثرات البشرية فيهما. وعموماً لا يقل المدي السنوي في كل المحطات المدروسة عن (١٠,٥ س) في محطة مطار القاهرة.

إما المدي الشهري فيوجد به اختلاف كبير عن المدي السنوي ففي حين أنه يتراوح داخل مدينة الجيزة بين (١٣,٥، ١٠,٦ س) لمحطتي الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ومطار إمبابة إلا أنه يرتفع ليصل إلى (١٨,٥ س) في محطة بهتيم الزراعية وبذلك يحقق أعلى ارتفاع له في كل المحطات المدروسة بينما ينخفض في محطة العباسية إلى (١١ س) وربما يرجع ذلك لطبيعة النهايات الصغرى

خاصة في فصل الشتاء ومدي الانخفاض في معدلاتها. ويعتبر أقل مدي حراري سجل في محطة حلوان (٨,٤ س) على الرغم من مخالفة القاعدة العامة بتزايد المدي الحراري كلما اتجهنا جنوبا وربما يرجع ذلك لمدي كثافة الأنشطة البشرية.



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (١ - ٦)

شكل (١ - ٩) توزيعات المعدلات السنوية والشهرية للمدي الحراري بمنطقة الدراسة خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣

(١ - ٤) الرطوبة النسبية

تعد الرطوبة النسبية عنصراً فعالاً ومؤثراً في كثير من العمليات الطبيعية والجوية، حيث تؤثر فسيولوجيا على مختلف الكائنات الحية وخاصة الإنسان، من خلال التأثير في عمليات تبخر العرق من الجلد، ودرجة إحساسه بدرجة حرارة الهواء؛ وتعتبر من العوامل المساعدة على الاحتفاظ بالحرارة الكامنة، حيث إن كثرة وجودها يعرقل فاعلية الإشعاع الأرضي في تبريد سطح الأرض، في حين يكون الهواء الجاف عُرضه لفقد حرارته بسرعة ومن ثم تأثيرها الفعال على راحة الإنسان حيث أنه لا يشعر بدرجة حرارة الهواء كما يسجلها الترمومتر الجاف وإنما يشعر بها مقترنة بالرطوبة النسبية، كما أن الرطوبة النسبية عنصر أساسي لتكوين مختلف الظواهر المائية في الغلاف الجوي، وتتنخفض قدرة الإنسان على تحمل درجة حرارة الهواء حين يقترن ارتفاعها بارتفاع الرطوبة النسبية والعكس صحيح في الهواء الجاف (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١٥٨) وفيما يلي دراسة تحليلية للمعدلات السنوية والفصلية والشهرية للرطوبة السنوية من خلال تتبع أرقام جدول (١ - ٨)، واستقراء الاشكال (١ - ١٠)، (١ - ١١).

(١ - ٤ - ١) المعدلات السنوية

تتناقص المعدلات السنوية للرطوبة النسبية كلما اتجهنا جنوباً، فقد بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في محطة بهتيم الزراعية (٥٧,١%) ينخفض في محطتي العباسية والجيزة الزراعية ليصل إلى (٥٦,٧%) لكل منهما بفارق (٠,٤%) عن محطة بهتيم الزراعية، وينخفض في محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" إلى (٥٢%) بفارق (٤,٧%) عن محطة الجيزة الزراعية.

كما يلاحظ من خلال شكل (١ - ١٠) ازدياد معدلات الرطوبة النسبية كلما اتجهنا إلى المناطق الزراعية في الشمال والغرب والجنوب نظراً لزيادة معدلات التبخر من المناطق الزراعية بها. وبلغ متوسط الرطوبة النسبية في مدينة الجيزة (٥٤,٤%) ويمكن تفسير نقص الرطوبة النسبية لبعدها عن المسطحات المائية الكبيرة وعدم وجود غطاء نباتي كبير يزود الهواء بالرطوبة، ورغم ذلك فإن نهر النيل والمسطحات الخضراء يمارسان دوراً محلياً في تزويد الجو ببعض الرطوبة خاصة المسطحات الخضراء في الشمال الغربي والغرب والجنوب الغربي حيث المناطق الزراعية.

جدول (١ - ٧) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة والمناطق

المحيطة بها خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٣

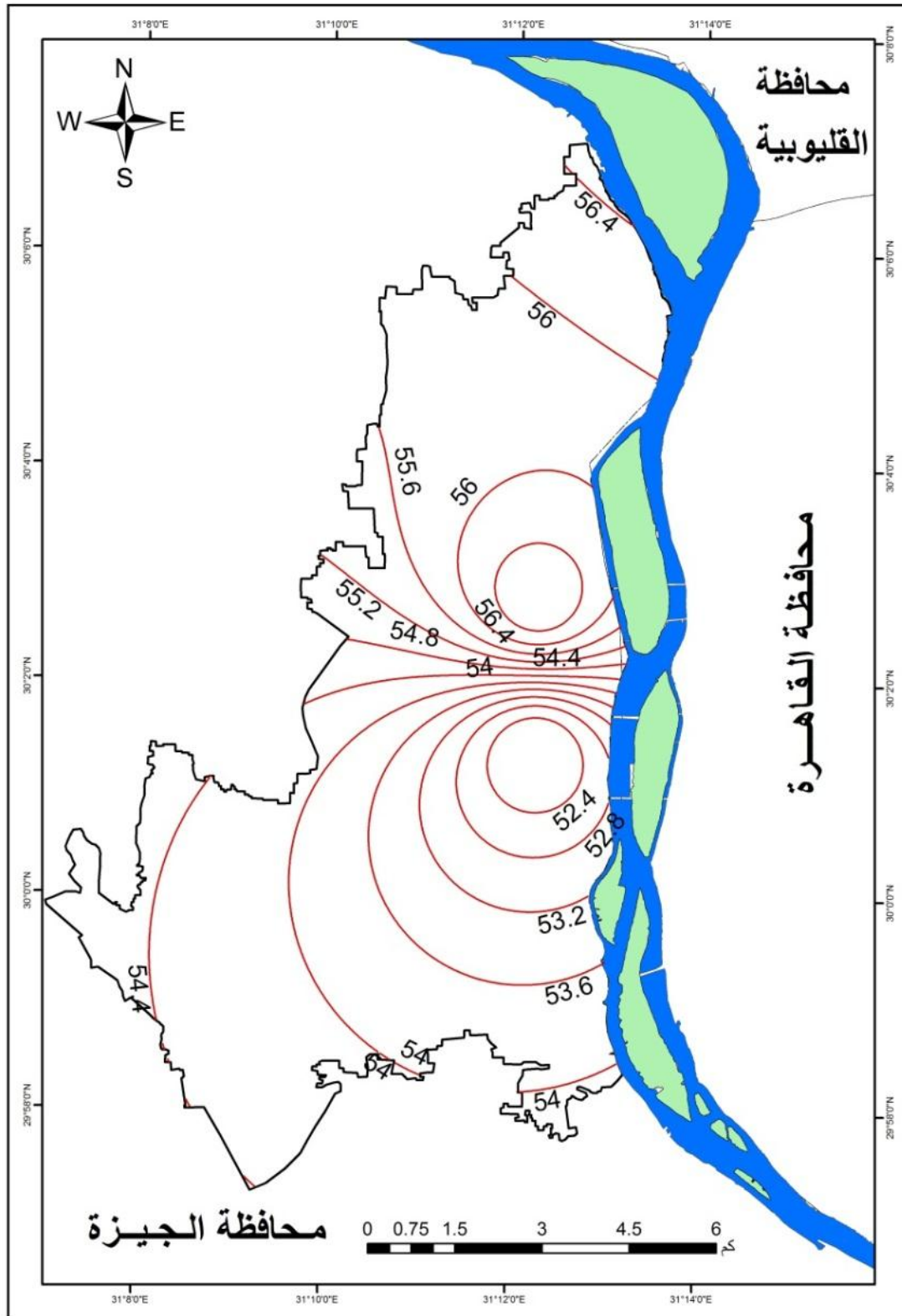
المعدل السنوي	الخريف			الصيف			الربيع			الشتاء			الفصل	
	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	ابريل	مارس	فبراير	يناير	ديسمبر	الشهر المحطة	
٥٧,١	٥٦,٥	٥٨,٨	٥٩,٤	٦٠	٦٠	٥٨,٦	٥٤,٨	٥٤,٦	٥٥,١	٥٤,٩	٥٦,٣	٥٦,٧	الرطوبة النسبية	بهيتم الزراعية ٢٠١٣ - ٢٠٠٠
	٥٨,٢			٥٩,٥			٥٤,٨			٥٦			المعدل الفصلي	
٥٦,٧	٥٦,٢	٥٨,٤	٥٨,٧	٥٩	٥٩	٥٧,٩	٥٤,٦	٥٤,٤	٥٥,١	٥٤,٨	٥٦,٢	٥٦,٥	الرطوبة النسبية	مركز التحليل الرئيس (العباسية) ٢٠١٣ - ٢٠٠٠
	٥٧,٨			٥٨,٦			٥٤,٧			٥٥,٨			المعدل الفصلي	
٥٦,٧	٥٦,٤	٥٨,٥	٥٨,٥	٥٨,٨	٥٨,٥	٥٧,٩	٥٤,٦	٥٤,٥	٥٤,٨	٥٤,٦	٥٦,٢	٥٦,٥	الرطوبة النسبية	الجيزة الزراعية ٢٠١٣ - ٢٠٠٠
	٥٧,٨			٥٨,٤			٥٤,٦			٥٥,٨			المعدل الفصلي	
٥٢	٥٥,١	٥٢,١	٥٣	٥٤,١	٥٢,٤	٤٨,١	٤٦,٧	٤٨,٦	٤٩,٩	٥٣,١	٥٦,٣	٥٤,٧	الرطوبة النسبية	الجيزة (مركز البحوث الزراعية) ٢٠١٣ - ٢٠٠٠
	٥٣,٤			٥١,٦			٤٨,٤			٥٤,٧			المعدل الفصلي	

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

- بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣ : ٢٠٠٠)
- بيانات وحدة الأرصاد الجوية بمعهد المياه والأراضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠ : ٢٠١٣)

(١ - ٤ - ٢) المعدلات الفصلية

يتضح من خلال القراءة التحليلية لجدول (١ - ٧) والشكل (١ - ١١) أن معظم الفصول المناخية متقاربة في معدلات الرطوبة النسبية خاصة فصول (الخريف والشتاء والصيف)؛ حيث بلغت معدلات الرطوبة النسبية بمدينة الجيزة (٥٥,٦%، ٥٥,٣%، ٥٥%) على الترتيب بفارق لا يتعدى (٠,٦%) للفصول سالفة الذكر، بينما يمثل فصل الربيع أدنى المعدلات فقد بلغ (٥١,٥%) بفارق (٤,١%، ٣,٨%، ٣,٥%) عن فصول (الخريف، الشتاء، الصيف) على الترتيب، إذ أكبر فارق يعتبر (٤,١%) وهو ضعيف جداً عند المقارنة بين فصول السنة المناخية وبذلك نستطيع أن نقول أن معدلات الرطوبة النسبية ثابتة في فصول الخريف والشتاء والصيف وتقل قليلاً في فصل الربيع نظراً لطبيعة الأسطح الحضرية .



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١-٧)

شكل (١-١٠) توزيع المعدلات السنوية للرطوبة النسبية (%) بمنطقة الدراسة

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

كما نجد توافق بين المحطات الشمالية (بهتيم الزراعية، الجيزة الزراعية، العباسية) في توزيع الرطوبة النسبية؛ على أن فصل الصيف هو اعلي الفصول لمعدلات الرطوبة النسبية يليه فصل الخريف ثم فصل الشتاء وأخيراً فصل الربيع، بينما تختلف محطة الجيزة " مركز البحوث الزراعية "على أن الشتاء هو أعلي فصول السنة في معدلات الرطوبة النسبية ويتفق مع المحطات المدروسة في أن الخريف يقع في المرتبة الثانية والربيع أقل الفصول، بينما يأتي فصل الصيف قبل الربيع مع أنه يمثل أعلي الفصول رطوبة في المحطات الشمالية.

❖ فصل الشتاء

يُعتبر الشتاء هو أعلي فصول السنة لمعدلات الرطوبة النسبية في محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" بينما يعتبر ثالث الفصول بالنسبة لبقية المحطات ولكن بفارق (١,٨%، ١,٨%، ٢%) لمحطات (الجيزة الزراعية، العباسية، بهتيم الزراعية) على الترتيب، أي أن أعلي فارق بين المحطات المدروسة هو (٢%) فهو ضعيف جداً . ولكن مع ارتفاع معدلات الرطوبة في باقية الفصول خاصة في المحطات الشمالية جعلت فصل الشتاء بها في المرتبة الثالثة .

❖ فصل الربيع

تُعتبر معدلات فصل الربيع أقل المعدلات للرطوبة النسبية في كل المحطات التي تمت دراستها، وذلك بسبب تأثير الرياح الخماسينية والتي تعمل على خفض الرطوبة النسبية؛ نظراً لطبيعتها الصحراوية؛ وارتفاع درجة حرارة الهواء بها (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١٩٣)، ففي المحطات الشمالية بلغت معدلات الرطوبة بها (٥٤,٨%، ٥٤,٧%، ٥٤,٦%) لكل من (بهتيم الزراعية، العباسية، الجيزة الزراعية) على الترتيب بفارق (٠,١%) بين كل محطة من الشمال إلى الجنوب، بينما سجلت محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" قيمةً منخفضة بفارق (٦,٢%، ٦,٤%) عن محطات (الجيزة الزراعية، وبهتيم الزراعية) على الترتيب.

❖ فصل الصيف

يبدأ الجو في الاستقرار مع بداية الصيف، وتكاد تتعدم المنخفضات، ومع ارتفاع درجات الحرارة حيث تصل لأعلي معدلاتها في هذا الفصل ترتفع معها قدرة الهواء على حمل بخار الماء، ومع توفر مصادر بخار الماء سواء داخل المدينة أو خارجها خاصة في النطاق الزراعي الذي يحيط بمدينة الجيزة من الشمال والغرب والجنوب ونظام الري بالغمر الذي يستخدم في أغلبية النطاق الزراعي تزداد فرصة

التبخّر؛ ولذلك حقق فصل الصيف اعلي معدلات للرطوبة النسبية في المحطات الشمالية (الجيزة الزراعية، والعباسية، وبهتيم الزراعية) فقد بلغت معدلات الرطوبة النسبية بها (٥٨,٤%، ٥٨,٦%، ٥٩,٥%) على الترتيب بفارق (٠,٩%) كأعلي فارق بينهم، يزداد هذا الفارق في محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" ليصل إلى (٧,٩%) أقل من بهتيم الزراعية وربما يرجع ذلك لطبيعة المنطقة المحيطة بالمحطة وارتفاع متوسطات درجة الحرارة بها خلال فصل الصيف عن المحطات الشمالية .

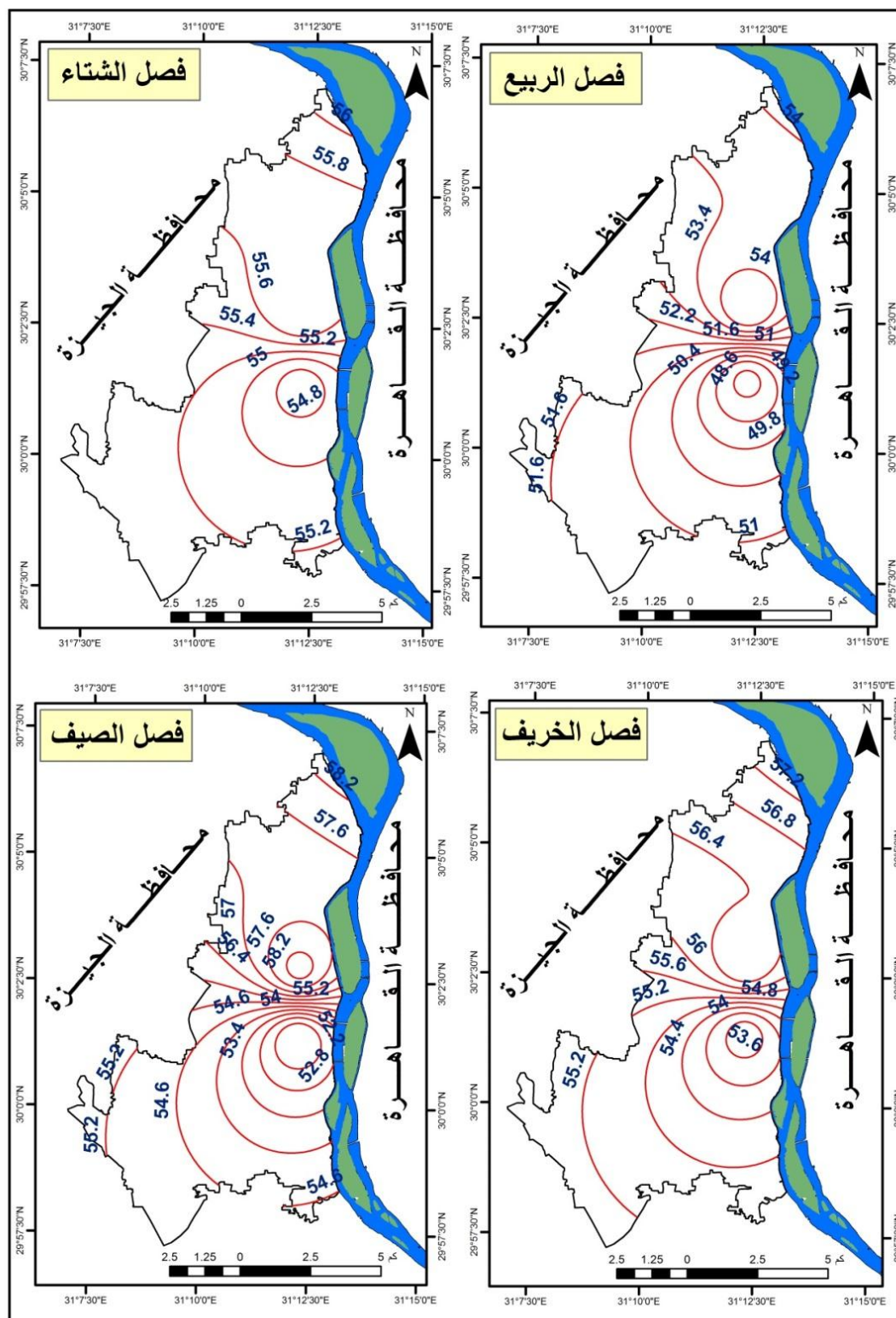
❖ فصل الخريف

يستمر ارتفاع الرطوبة النسبية في بداية فصل الخريف باعتباره امتداداً لفصل الصيف حيث الحرارة العالية مع ارتفاع نسبة التبخر خاصة في المحطات الشمالية، وتبدأ المنخفضات الجوية في الظهور، فيأتي فصل الخريف في المرتبة الثانية في كل المحطات المدروسة من حيث ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية، ويقل الفارق بين المحطات الشمالية بل ينعدم في محطتي العباسية والجيزة الزراعية وبلغ (٠,٤%) عند المقارنة بمحطة بهتيم في أقصى الشمال (٤,٤%) لمحطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" في أقصى الجنوب .

وبشكل عام فإن أعلي فارق بين المحطات الشمالية خلال الفصول الأربعة بلغ (٤,٩%) بين محطة بهتيم الزراعية في فصل الصيف وبين محطة الجيزة الزراعية في فصل الربيع، يرتفع عند المقارنة بين محطة بهتيم الزراعية في فصل الصيف ومحطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" في فصل الربيع ليصل إلى (١١,١%) ليمثل أعلي فارق عبر فصول السنة بين كل المحطات المدروسة .

وبذلك يمكننا القول إنه تتشابه معدلات الرطوبة النسبية عبر فصول السنة فهي شبة مستقرة في معظم المحطات كما إنها شبة مستقرة في معظم الشهور فتمثل شهور الصيف أعلي قيم لمعدلات الرطوبة النسبية في المحطات الشمالية وتمثل فصول الشتاء اعلي قيم في محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" بفارق لا يتعدى أعلي فارق بين الفصول السابق ذكره.

فأحوال الرطوبة النسبية مستقرة مقارنة بمعدلات درجة الحرارة وربما يرجع ذلك إلى طبيعة الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة أو القاهرة في الشرق وشبرا في الشمال وطبيعة النشاط البشري بها واستخدامات المياه وغيرها من العوامل التي يقوم بها السكان لتعديل المناخ داخل المدينة مما يؤثر على معدلات الرطوبة النسبية ويجعلها شبة مستقرة .



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١-٧)

شكل (١-١١) توزيع معدلات الرطوبة النسبة في الفصول المناخية بمنطقة الدراسة

خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣

(١ - ٥) الرياح wind

نظراً لاختلافات توزيعات الضغط الجوي من مكان إلى آخر ووجود مناطق مرتفعة الضغط وأخرى منخفضة، فتتحرك الرياح من المناطق مرتفعة الضغط إلى المنخفضة في ضغطها في محاولة من الطبيعة لإيجاد حالة من التوازن الحراري، إذ تنقل الرياح فائض الطاقة "الحرارة" من المناطق الحارة إلى المناطق الأقل حرارة خلال العام.

وبالتالي تعتبر الرياح هي الوسيط المرن والفعال في نقل المؤثرات المناخية من أماكن الفائض إلى أماكن النقص مما يكون له أثر واضح على أسلوب الحياة خاصة في التجمعات السكنية كمنطقة الدراسة، وعلى ذلك يمكن إيجاز أهم العوامل المؤثرة في الرياح في ثلاث نقاط:

❖ انحدار الضغط الجوي Pressure Gradient

حيث تتبع الرياح انحدار الضغط الجوي والذي يقصد به معدل تناقص الضغط الجوي بين مركز الضغط المرتفع ومركز الضغط المنخفض؛ وكلما كان معدل التناقص سريعاً كان الانحدار شديداً وقويت الرياح، فانهيار الضغط الجوي يعتبر المتحكم الرئيسي في سرعة الرياح (نعمان شحادة، ١٩٨٨، ص ١٨٣).

❖ القوة الكوريولية Coriolis Force

كل الأجسام المتحركة حركة حرة على سطح الأرض تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، هذه القوة ناتجة عن الاختلاف في سرعة دوران الأرض حول محورها؛ وهي قوة رئيسية كبرى تؤثر على اتجاه الرياح (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١٤٦).

❖ الاحتكاك بسطح الأرض Friction

تؤثر خشونة السطح في حركة الرياح تأثيراً كبيراً، إذ إن الاحتكاك بـسطح الأرض الخشن يقلل من سرعة الرياح؛ ولهذا فإن الطبقة السفلى من الغلاف الجوي والملاصقة لسطح الأرض مباشرة التي لا يزيد سمكها على بضعة مليمترات تكون راکدة تماماً (أحمد عبد الحميد الفقي، ٢٠٠٧، ص ١٤٤)، وبالتالي تزداد سرعة الرياح بالارتفاع عن سطح الأرض نظراً لتناقص خشونة السطح وتستمر في الزيادة حتى ارتفاع ٤ كم تقريباً حيث يتلاشي أي تأثير للاحتكاك (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١٤٧)، ويختلف تأثير الاحتكاك تبعاً لاختلاف خشونة السطح بما عليه من نباتات ومناطق مبنية وغيرها من الأسطح الطبيعية والبشرية.

❖ مورفولوجية المدينة .

تأتي مورفولوجية المدينة لتلعب الدور الأساسي في التأثير في الرياح، خاصة غير القوية منها، حيث تتحرر الرياح القوية من تأثير المدينة إلى حد كبير، وتتبع الأنماط الإقليمية للرياح . وتعتبر الاختلافات الحرارية هي العنصر الأساسي في التأثير في حركة الرياح داخل المدينة (أحمد عبد الحميد الفقي، ٢٠٠٧، ص ١٤٥)، في حين يظهر اختلاف التصميم الحضري ليلعب دوراً في التأثير في الرياح داخل المدينة من حيث كلاً من:

- تباين الكثافة العمرانية.
 - توزيع المناطق المكشوفة والأحزمة الخضراء حول المدينة وداخلها.
 - حجم المباني وارتفاعها حيث تعمل المباني على إعاقة حركة الرياح وتؤدي إلى تكون أنماط معقدة من الحركة واختلاف السرعة داخل الكتلة العمرانية، فتؤثر الأبراج المرتفعة على رفع سرعة الرياح إلى نحو ١٥٠% من سرعتها الأصلية في طبقات الجو العليا.
 - اتجاهات الشوارع واتساعها وزوايا التقائها ببعضها.
- وأشار "وليد عباس" إلى أن أثر الرياح على الجزيرة الحرارية يكمن في متغيرين هما سرعة الرياح واتجاهها، كما أوضح العلاقة بين سرعة الرياح و شدة الجزيرة الحرارية على إنها علاقة عكسية بمعنى أنه كلما زادت سرعة الرياح قلت شدة الجزيرة الحرارية والعكس صحيح (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ١٧٣). وفيما يلي دراسة لسرعة الرياح واتجاهها داخل مدينة الجيزة وفي المناطق المحيطة بها .

(١ - ٥ - ١) سرعة الرياح

يتضح من القراءة التحليلية لجدول رقم (١ - ٨)، وشكل (١ - ١٢) أن:

(١ - ٥ - ١ أ) المعدلات السنوية

- يتساوي المعدل السنوي لسرعة الرياح بين كل من (محطة العباسية، محطة مطار القاهرة) فقد بلغ (٧ كم/ساعة)، بينما يزيد الفارق في محطة الجزيرة الزراعية بفارق (١ كم/ساعة) لكل منهم، وينخفض في محطة بهتيم بفارق (١,٧، ٠,٧ كم/ساعة) لكل من محطتي (الجزيرة الزراعية، العباسية) على الترتيب .

- تقل سرعة الرياح كلما إتجهنا شمالاً وشرقاً في المحطات المدروسة وذلك ربما يرجع إلى زيادة الكثافة العمرانية وخاصة المباني المرتفعة التي تعيق سرعة الرياح في نفس الاتجاه تقريباً.

جدول (١ - ٨) المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات مختارة خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣

٢٠١٣

المعدل السنوي	الخريف			الصيف			الربيع			الشتاء			الفصل	
	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	ديسمبر	الشهر	المحطة
٦,٣	٥	٦	٧	٥,٣	٥	٦	٧	٧	٨	٦	٦	٧	سرعة الرياح	بهتيم الزراعية
	٦			٥,٤			٧,٣			٦,٣			المعدل الفصلي	٢٠١٣ - ٢٠٠٠
٧	٦,٦	٦,٨	٧,١	٦,٦	٦,٧	٧,٤	٧,٦	٧,٩	٧,٥	٦,٨	٦,٤	٦,٣	سرعة الرياح	مركز التحليل الرئيس (العباسية)
	٦,٨			٦,٩			٧,٧			٦,٥			المعدل الفصلي	٢٠١٣ - ٢٠٠٠
٧	٦,٥	٦,٦	٧	٦,٢	٦,٤	٧,٣	٨,٥	٨	٨	٧	٦,٩	٦	سرعة الرياح	مطار القاهرة
	٦,٧			٦,٦			٨,٢			٦,٦			المعدل الفصلي	٢٠١٠ - ٢٠٠٠
٨	٧,٢	٧,٥	٨	٧,٤	٨	٨,٥	٩	٩	٩	٨	٦,٧	٧	سرعة الرياح	الجيزة الزراعية
	٧,٦			٨			٩			٧,٢			المعدل الفصلي	٢٠١٣ - ٢٠٠٠
	٦,٨			٦,٥			٨			٦,٧			المعدل الفصلي لكل المحطات	

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

- بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، ووزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣: ٢٠٠٠)

- بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ادارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠١٠: ٢٠٠٠)

(١ - ٥ - ١) المعدلات الفصلية لسرعة الرياح.

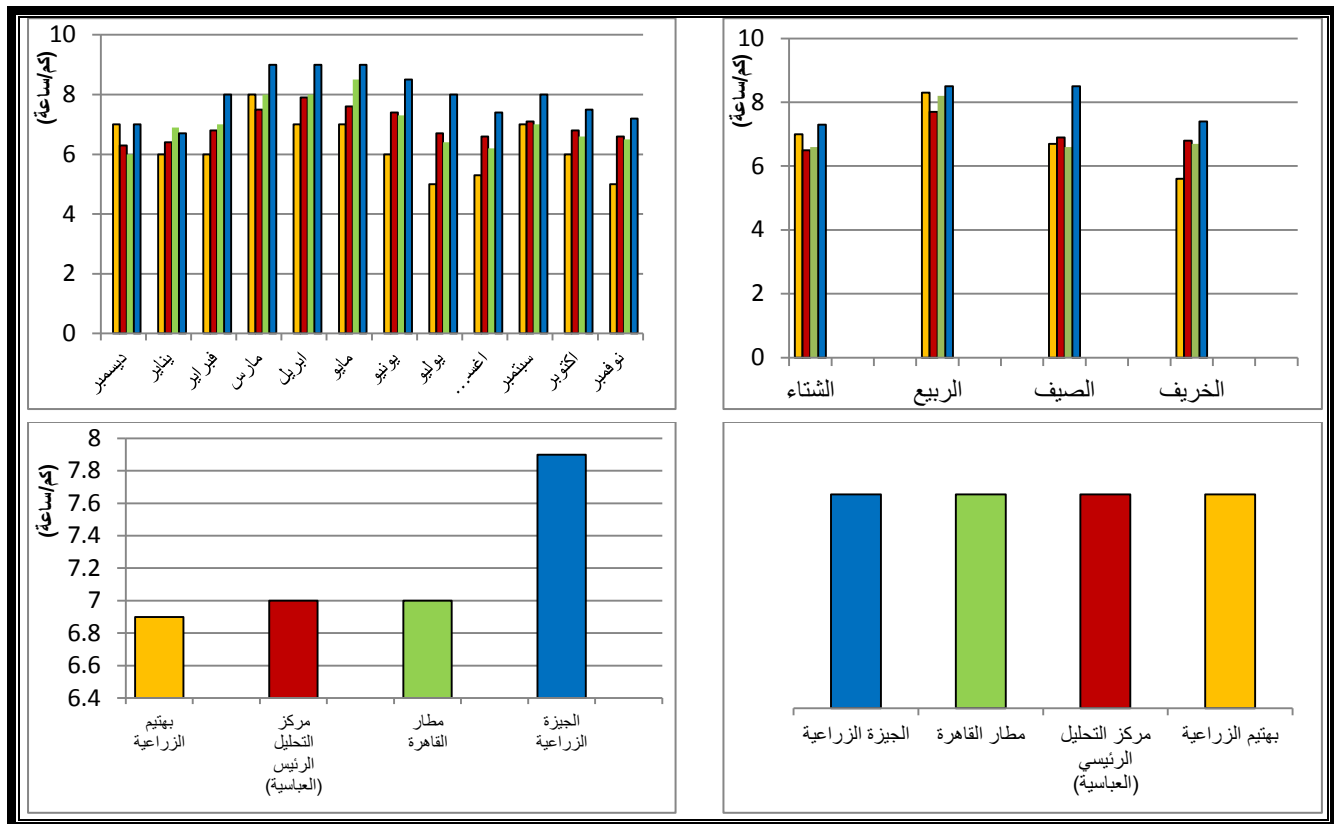
- يأتي فصل الربيع في مقدمة الفصول بالنسبة لارتفاع معدلات سرعة الرياح حيث بلغ المعدل الفصلي لكل المحطات (٨ كم/ساعة) نظراً لنشاط المنخفضات الجوية وما يصاحبها من زيادة في سرعة الرياح، خاصة مرور "رياح الخماسين Khmasin".
- يأتي فصل الخريف في المرتبة الثانية بعد الربيع حيث بلغ المتوسط الفصلي لسرعة الرياح به (٦,٨ كم/ساعة) بفارق (١,٢ كم/ساعة) عن الربيع نظراً لقلة مرور المنخفضات الجوية .
- تواصل سرعة الرياح في الانخفاض عند حلول فصل الشتاء؛ فقد بلغ المعدل الفصلي (٦,٧ كم/ساعة) بفارق (١,٣ ، ٠,١ كم/ساعة) عن فصلي (الخريف، الربيع) على الترتيب، نظراً لاستقرار التوزيعات الضغطية في الشتاء نتيجة مرور سلسلة متعاقبة من المنخفضات الجوية

العرضية والتي غالباً ما تفصل بينها مرتفعات جوية والتي تعمل على تهئية الظروف لإيجاد نوع من الاستقرار النسبي في حالة الطقس (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١٥٢) .

- ويأتي فصل الصيف كأدنى الفصول سرعة للرياح خلال العام؛ فقد بلغ المعدل الفصلي به (٦,٥ كم/ساعة) بفارق لا يتعدى (٠,٢ كم/ساعة) عن فصل الشتاء، وذلك بسبب استقرار الأحوال الجوية وانعدام مرور المنخفضات الجوية به .

(١ - ٥ - ١ ج) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح.

- تتبع المعدلات الشهرية نفس طبيعة التوزيع في الفصول حيث تأتي شهور فصل الربيع على قمة التوزيع تليها شهور فصل الخريف ثم الشتاء ثم الصيف.
- يلاحظ ارتفاع معدلات سرعة الرياح في محطة الجيزة في كل الشهور عن بقية المحطات، وانخفاض سرعة الرياح في محطة بهتيم في كل الشهور ماعدا شهر ديسمبر إذ يتساوي معدل سرعة الرياح مع محطة الجيزة الزراعية كأعلى محطتين سرعة في هذا الشهر، وربما يعود ذلك لطبيعة المنطقة المحيطة بمحطة الجيزة الزراعية مقارنة بمواقع المحطات الأخرى.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١ - ٨)

شكل (١ - ١٢) المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات مختارة من منطقة الدراسة

(١ - ٥ - ٢) إتجاه الرياح

يعرف اتجاه الرياح باسم الجهة التي تهب منها ويتم التعبير عنه بقياس درجة انحرافه عن اتجاه الشمال الذي يمثل صفر التدريج، وتتميز الرياح بأنها تهب من جميع الاتجاهات طوال العام ولا توجد محطة واحدة تدل على اتجاه واحد أو اثنين فقط لهبوب الرياح، بل إنها تغير اتجاهها وسرعتها من ساعة إلى أخرى أثناء اليوم (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ١٤٧) .

جدول (١ - ٩) متوسطات سرعة الرياح (عقدة/ساعة) في الإتجاهات المختلفة بمنطقة الدراسة والمناطق المحيطة خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣)

الإتجاه	ش	ش/ق	ق	ج/ق	ج	غ/ج	غ	ش/غ
مطار القاهرة	٦,٥	٦,٥	٦,٤	٦,٣	٣,٦	٥,٩	٨,٢	٤,٥
مطار ألماتة	٥,٩	٦,٣	٥,٨	٥,٢	٥,٦	٥,٢	٦,٢	٥,٩
بهتيم الزراعية	٤,٧	٥,٤	٥,٣	٣,١	٥,٢	٥,٧	٣,٥	٥,٦
الجيزة الزراعية	٥,٩	٥,٧	٤,٩	٣,٨	٣,٢	٥,٣	٤,٩	٦,٢
مركز التحليل الرئيسي (العباسية)	٥,٩	٦,٣	٧,٥	٣,٥	٥,٩	٤,٩	٥,٢	٧,٩
مطار إمبابة *	٥,٧	٥,٥	٥,٤	٥,٣	٤,٣	٤,٨	٦,٢	٤,٧
حلوان	٥,٦	٦,٢	٥,٨	٦,٦	٦,٨	٦,٧	٤,٨	٥,٩
المتوسط العام	٥,٧	٦	٤,٨	٤,٨	٤,٩	٥,٥	٥,٦	٥,٨

المصدر: من إعداد الطالب وحسابة اعتماداً على

- بيانات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، بيانات غير منشورة (٢٠١٣ : ٢٠٠٠)
- بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠١٠ : ٢٠٠٠)
- إيمان عبد العظيم، ٢٠١٣، ص ٣٥ (*)

وسيتم دراسة سرعة الرياح فقط في كل اتجاه وذلك لأهميتها في تحديد مدى تأثير الرياح على الحرارة الناتجة عن التحضر (الجزر الحرارية)، فكلما كانت سرعة الرياح معتدلة إلى نشطة أي فيما بين (٥ - ١٠,٥ م/ث) أدت إلى التخفيف من حدة الحرارة (أحمد الفقي، ٢٠٠٧، ص ١٥٨) خاصة إذا كانت هذه الرياح تهب من جهات رطبة - مثل المناطق الزراعية - والتي تقع بشمال وغرب وجنوب منطقة الدراسة، ولم يتم التطرق لدراسة نسبة الهبوب في كل محطة نظراً لتناول العديد من الدراسات في فترات مماثلة لفترة

الدراسة وفترات سابقة لها؛ وفي المحطات الممثلة لمنطقة الدراسة أو جزء منها، ومن هذه الدراسات (وليد عباس ٢٠١٣، إيمان عبد العظيم ٢٠١٣، محمود عبد الفتاح ٢٠١٠، أحمد الفقي ٢٠٠٧) والتي أوضحت نسب الهبوب في كل الفصول والمعدل السنوي لها .

ويتضح من القراءة التحليلية للجدول رقم (١-٩) واستقراء شكل (١-١٣) أن:

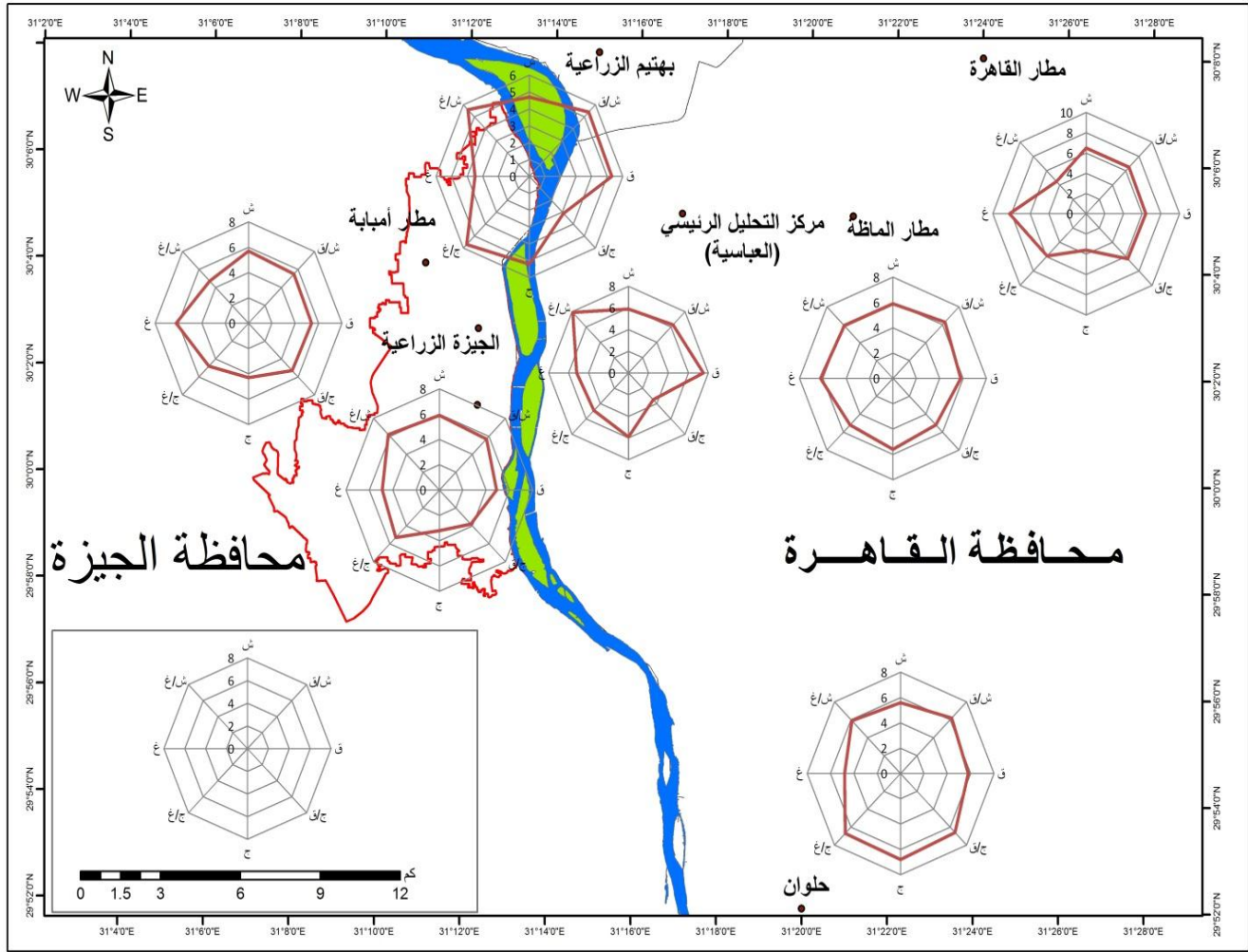
❖ أعلى سرعة للرياح تهب من الشمال الشرقي فقد بلغ متوسط سرعة الرياح في جميع المحطات لهذا الاتجاه (٦ كم/ساعة) وتزيد سرعة الرياح في محطة مطار القاهرة عن بقية المحطات في هذا الاتجاه نظراً لموقعها المرتفع، يلي هذا الاتجاه الشمال الغربي ثم الشمال بمتوسط سرعة (٥,٨، ٥,٧ كم/ساعة) على الترتيب لكل المحطات المدروسة، وذلك نظراً لسايدة الرياح الشمالية طوال العام تقريباً تبعاً لتوزيعات الضغط الجوي على منطقة الدراسة (أحمد الفقي، ٢٠٠٧، ص ١٥٠) .

❖ تنخفض سرعة الرياح في الغرب والجنوب الغربي بمتوسط (٥,٦، ٥,٥ كم/ساعة) على الترتيب لكل المحطات المدروسة . ويرجع ارتفاع معدلات سرعة الرياح بهذه الاتجاهات إلى مرور المنخفضات الجوية وما يصاحبها من سرعات عالية للرياح خاصة في فصل الشتاء مما أثر على المتوسط السنوي العام لها .

❖ تمثل الاتجاهات (الشرق، الجنوب الشرقي، الجنوب) كأدنى متوسطات لسرعة الرياح بها حيث بلغت (٤,٨، ٤,٨، ٤,٩ كم/ساعة) على الترتيب كمتوسط لكل المحطات المدروسة.

❖ تمثل اعلي سرعة للرياح على الإطلاق في الاتجاه الغربي بمحطة مطار القاهرة حيث وصلت سرعة الرياح بها (٨,٢ كم/ساعة) نتيجة مرور المنخفضات الجوية وارتفاع محطة مطار القاهرة ١٥٧م عن سطح البحر، (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠، ص ٢٤)، بينما بلغت أقل سرعة للرياح في محطة بهتيم الزراعية في نفس الاتجاه نظراً لانخفاض موقع المحطة فقد بلغ ١٧,٩م (إيمان عبد العظيم، ٢٠١٣، ص ٥) بالإضافة إلى إحاطة الكتلة العمرانية بمحطة بهتيم بما شكل عائق بشري اثر على خفض سرعة الرياح .

❖ تقل معدلات سرعة الرياح كلما اتجهنا إلى الكتلة العمرانية للقاهرة الكبرى عامة وترتفع كلما اتجهنا بعيداً عنها خاصة في الشمال والشرق نتيجة كثافة الكتلة العمرانية بما يشكل عائق لسرعة الرياح في تلك المناطق.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (١ - ٩)

شكل (١ - ١٣) متوسطات سرعة الرياح (عقدة/ساعة) في الاتجاهات المختلفة بمنطقة الدراسة والمناطق المحيطة خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣)

من خلال دراسة العناصر المناخية السابقة يمكننا استخلاص عدة نتائج من أهمها:-

- يمثل فصل الصيف أعلى الفصول استقبالاً للإشعاع الشمسي بمنطقة الدراسة ويلية فصل الخريف ثم فصل الربيع وأخيراً فصل الشتاء؛ مما أثر علي معدلات درجات الحرارة في اتخاذها نفس الترتيب تقريباً وبالتالي التأثير الأجمالي علي شدة الجزيرة الحرارية في المدينة.
- وجود إمكانيات عالية جداً بمنطقة الدراسة بالنسبة للإشعاع الشمسي، حيث يمكننا الاعتماد عليها في توليد الطاقة الكهربائية، أو في تسخين المياه اعتماداً على السخانات الشمسية.
- ارتفاع المتوسطات الصغري لدرجة الحرارة في المحطات الواقعة داخل المناطق الحضرية عن التي تقع خارجها نظراً لتأثير الجزيرة الحرارية.
- يظهر أثر الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة على امتدادا فصل الحرارة الرئيسي (الصيف) إلى بداية فصل الخريف حيث ضم معه شهر سبتمبر، كما ظهر أيضاً في ارتفاع درجات الحرارة بنهاية فصل الربيع.
- ارتفاع متوسطات الحرارة لمجموع المحطات داخل المدينة عن خارجها نظراً لتأثير الجزيرة الحرارية خاصة خلال فصل الربيع.
- تساوي معدلات الرطوبة النسبية داخل المدينة، فيمكن القول بأنها ثابتة في معظم فصول العام، وذلك يعود إلى ثبات الظروف اذلطبيعية والمتمثلة في انتشار الأسطح الحضرية.
- تمثل الرياح الشمالية أعلى نسب الهبوب على المدينة خاصة الرياح الشمالية الشرقية، فتعتبر ملطف لحرارة المدينة نظراً لمرورها على مسطحات زراعية كبيرة في الشمال .

الفصل الثاني

التطور التاريخي لنشأة الجزر الحرارية السطحية لمدينة الجيزة خلال الفترة ١٩٨٤ إلى ٢٠١٤

- (٢-١) تمهيد
- (٢-٢) تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة الجيزة .
 - (٢-٢-١) تطور شدة الجزر الحرارية للمدينة بالنسبة للنطاق الزراعي .
 - (٢-٢-٢) تطور شدة الجزر الحرارية للمدينة بالنسبة للنطاق الصحراوي .
 - (٢-٢-٣) تطور شدة الجزر الحرارية للمدينة بالنسبة لمدينة القاهرة .
- (٢-٣) تطور الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة وعلاقتها بتطور الجزر الحرارية .
 - (٢-٣-١) تطور الكتلة العمرانية المتصلة بالنسبة للمدينة .
 - (٢-٣-٢) تطور الكتلة العمرانية المنفصلة خارج المدينة .
 - (٢-٣-٣) العلاقة بين تطور الغطاءات الأرضية (العمران والزراعة) علي الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي .
- (٢-٤) تطور درجة الحرارة السطحية لمدينة الجيزة والظهير الزراعي لها .
 - (٢-٤-١) تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة والظهير الزراعي .
 - (٢-٤-٢) العلاقة بين تطور درجة الحرارة السطحية بالظهير الزراعي وتطور العمران والزراعة .
 - (٢-٤-٣) مؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) وعلاقتها بتطور درجة الحرارة السطحية علي الظهير الزراعي .
- (٢-٥) تطور الجزيرة الحرارية في المستقبل بالنسبة للظهير الزراعي .

(٢ - ١) تمهيد

مع تطور المناطق الحضرية يحدث تغير كبير في طبيعة المناطق المحيطة بها نتيجة استبدال الغطاء الأرضي الطبيعي بها بالمباني والطرق والبنية الأساسية الناتجة عن نمو المدينة حضرياً (US Environmental Protection Agency, 2008)، خاصة إذا كانت المناطق المحيطة بالمدينة هي مناطق زراعية مثل مدينة الجيزة والتي يحدها النطاق الزراعي من جميع الجهات سواء نهر النيل في الشرق وجزء صغير في الغرب عند هضبة الهرم والذي يعتبر منطقة أثرية يُمنع التوسع العمراني بها وهي الممثلة أيضاً للظهير الصحراوي

سيتم في هذا الفصل دراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية اعتماداً على أربعة مرئيات فضائية لفصل الصيف ممثلة لأربع فترات مختلفة وتوضيح تطور شدة الجزيرة الحرارية لكل الغطاءات الأرضية المحيطة بالمدينة مثل (النطاق الزراعي، النطاق الصحراوي، مدينة القاهرة) في فصل الصيف، بالإضافة إلى دراسة التطور العمراني للكتلة العمرانية المتصلة للمدينة والمنفصلة خارج المدينة وعلاقة كل منهم بتطور شدة الجزيرة الحرارية في فصل الصيف من خلال عملية التصنيف المراقب لنفس المرئيات المستخدمة في دراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية، ومن أجل التعرف على حقيقة الوضع الحراري للمدينة والظهير الزراعي كأهم الغطاءات الأرضية المؤثرة على تطور شدة الجزيرة الحرارية تم دراسة تطور درجة الحرارة السطحية للمدينة والنطاق الزراعي، ودراسة التطور الحراري للظهير الزراعي وعلاقته بتطور العمران، واختتم الفصل بدراسة مؤشر التباين النباتي النسبي NDVI وعلاقته بتطور الحرارة على الظهير الزراعي وتوضيح تطور الجزيرة الحرارية في المستقبل بالنسبة للظهير الزراعي .

(٢ - ٢) تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة الجيزة

يقصد بشدة الجزيرة الحرارية السطحية (Surface Urban Heat Island (SUHI لمدينة الجيزة الفارق الحراري بين درجة حرارة سطح الأرض (Land Surface Temperature (LST داخل حدود الكتلة العمرانية للمدينة وما يماثله بالظهير الزراعي والظهير الصحراوي ومدينة القاهرة كمناطق محيطة بالمدينة، ويوجد مستويان لقياس شدة الجزيرة الحرارية الأول هو شدة الجزيرة الحرارية الكلية Overall UHI وهو الفارق الحراري بين متوسط درجة الحرارة لكل من محطات المدينة ومحطات ضواحيها (Jongtanom , Y . et al ., 2011)، والثاني هو شدة الجزيرة الحرارية القصوى Maximum UHI

وهي أكبر فارق بين درجة حرارة المدينة ومتوسط درجة حرارة الريف (Atkinson, B. W2003). كما ميز بينهما أيضاً (Kim, Y. & Baik J., 2005)، ويمثل الاستشعار عن بعد الوسيلة الأفضل على الإطلاق لدراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية خاصة بعد توفر المرئيات الفضائية على فترات مختلفة، وقد اعتمد الباحث على أربع مرئيات فضائية (landsat7 TM , landsat8) لهذه الدراسة كما في جدول (١-٢) والتي تم التقاطها على فترات زمنية متفاوتة ولكنها في توقيت لايتعدي ٢٠ دقيقة كأكبر فارق خلال اليوم، وتتميز مرئيات (Landsat7 TM) بدقة مكانية "٢٠ متر" للقناة الحرارية السادسة بينما تختلف الدقة المكانية بالنسبة لمرئيات (Landsat8) حيث تصل إلى (١٠٠ متر) للقناة الحرارية العاشرة وسيتم دراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية في توقيت التقاط هذه المرئيات .

جدول (١-٢) المرئيات الفضائية المستخدمة في دراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية

رقم المرئية	م	تاريخ الالتقاط	توقيت الالتقاط	نسبة السحب	فصل الصيف للسنوات
١٧٦	٣٩	١٩٨٤/٨/٣	٩:٥٤ ص	٠,٠	١٩٨٤
		١٩٩٠/٨/٤	٩:٥٦ ص	٠,٠	١٩٩٠
		٢٠٠٣/٧/٧	١٠:٠٠ ص	٠,٠	٢٠٠٣
		٢٠١٤/٨/٢٢	١٠:٢٤ ص	٠,٣٤	٢٠١٤

المصدر: <https://lpdaac.usgs.gov>

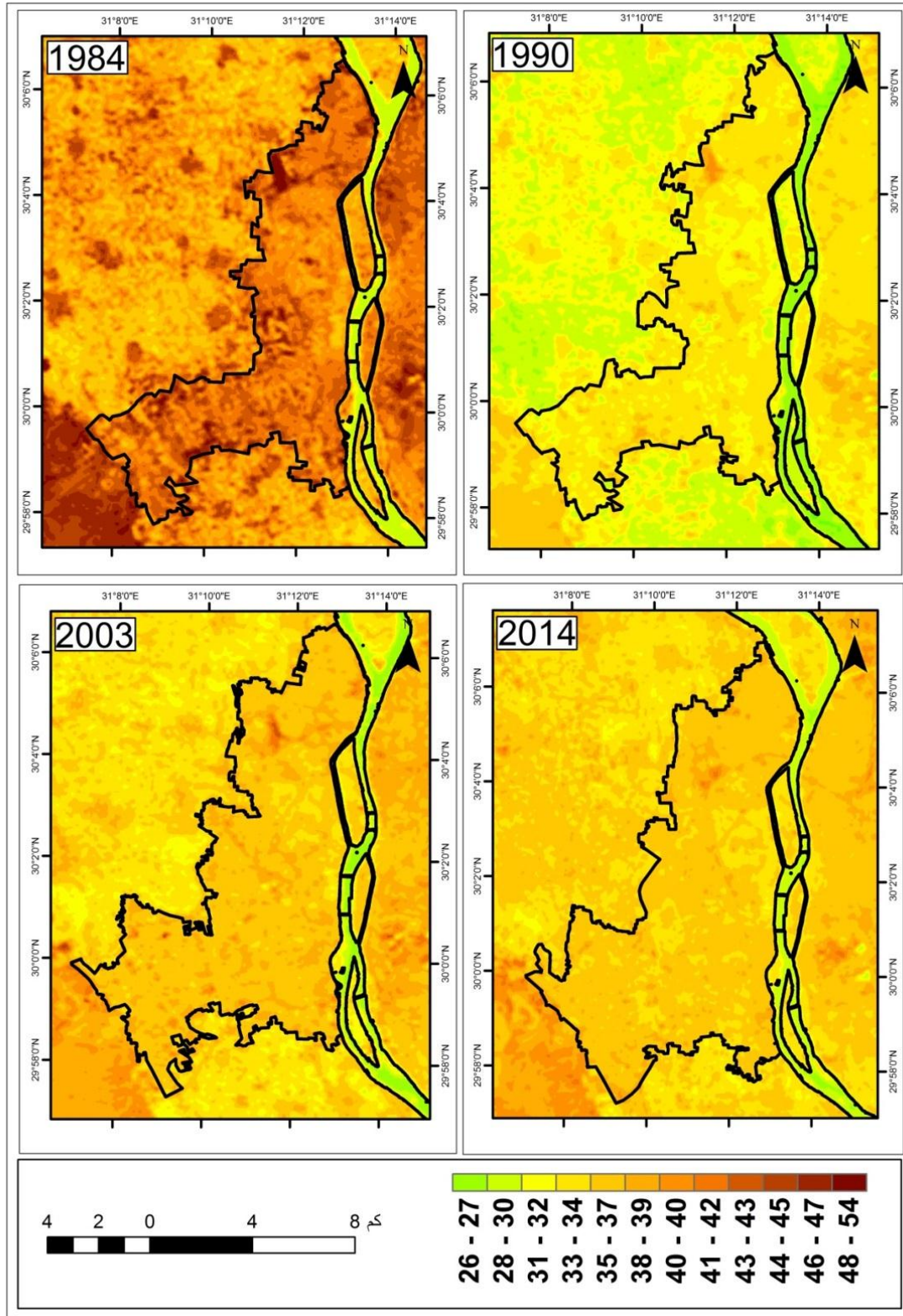
ويوضح جدول (٢-٢) وشكل (٢-١) تطور درجة الحرارة السطحية لمدينة الجيزة والظهير الزراعي والظهير الصحراوي ومدينة القاهرة وشدة الجزيرة الحرارية السطحية لمدينة الجيزة بالنسبة لكل منهما خلال فصل الصيف للأعوام (١٩٨٤، ١٩٩٠، ٢٠٠٣، ٢٠١٤) .

جدول (٢-٢) شدة الجزيرة الحرارية السطحية الكلية والقصوى لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق الزراعية والصحراوية وعمران مدينة القاهرة أثناء النهار من خلال أربعة مرئيات في فصل الصيف ممثلة لعدة سنوات على فترات مختلفة

الغطاء الارضي		درجة حرارة سطح الأرض (س)			شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة للمناطق الزراعية		شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة للمنطقة الصحروية		شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة لمدينة القاهرة	
		أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط	الكلية	القصى	الكلية	القصى	الكلية	القصى
مرئية فصل الصيف لعام "١٩٨٤"	عمران مدينة الجيزة	٢٩,٥	٥١,٦	٤١,٥	٢,٩	١٣	٣,٨-	٦,٣	٠,١	١٠,٢
	الظهير الزراعي	٣٢,٤	٤٩,٥	٣٨,٦						
	الظهير الصحراوي	٣٨,٣	٥٠,٩	٤٥,٣						
	عمران مدينة القاهرة	٢٨,٣	٥٠,٢	٤١,٤						
مرئية فصل الصيف لعام "١٩٩٠"	عمران مدينة الجيزة	٢٧	٤٠,٢	٣٣	٢,٣	٩,٥	٢,٤-	٤,٨	٠,٣-	٦,٩
	الظهير الزراعي	٢٦,٦	٣٧,٩	٣٠,٧						
	الظهير الصحراوي	٣٠,٤	٣٨,٧	٣٥,٤						
	عمران مدينة القاهرة	٢٥,٣	٣٨,٧	٣٣,٣						
مرئية فصل الصيف لعام "٢٠٠٣"	عمران مدينة الجيزة	٢٩,٩	٤٤	٣٦,٢	٢	٩,٨	٢,٥-	٥,٣	٠,٤-	٧,٤
	الظهير الزراعي	٢٩,٩	٤٤,٣	٣٤,٢						
	الظهير الصحراوي	٣٣,٢	٤٢,٩	٣٨,٧						
	عمران مدينة القاهرة	٢٧,٩	٤٢,٥	٣٦,٦						
مرئية فصل الصيف لعام "٢٠١٤"	عمران مدينة الجيزة	٢٩,٤	٤٠,٨	٣٥,٣	٠,٩	٦,٤	٣,٣-	٢,٢	٠,١-	٥,٤
	الظهير الزراعي	٢٩,٣	٤١,٤	٣٤,٤						
	الظهير الصحراوي	٣٣,٦	٤١,٦	٣٨,٦						
	عمران مدينة القاهرة	٢٨,٣	٤١,٠٦	٣٥,٤						

المصدر: عملية التحليل النطاقي Zonal Analysis بنظم المعلومات الجغرافية لدرجة حرارة سطح الأرض المحسوبة من أربعة

مرئيات فضائية ممثلة لسنوات الدراسة



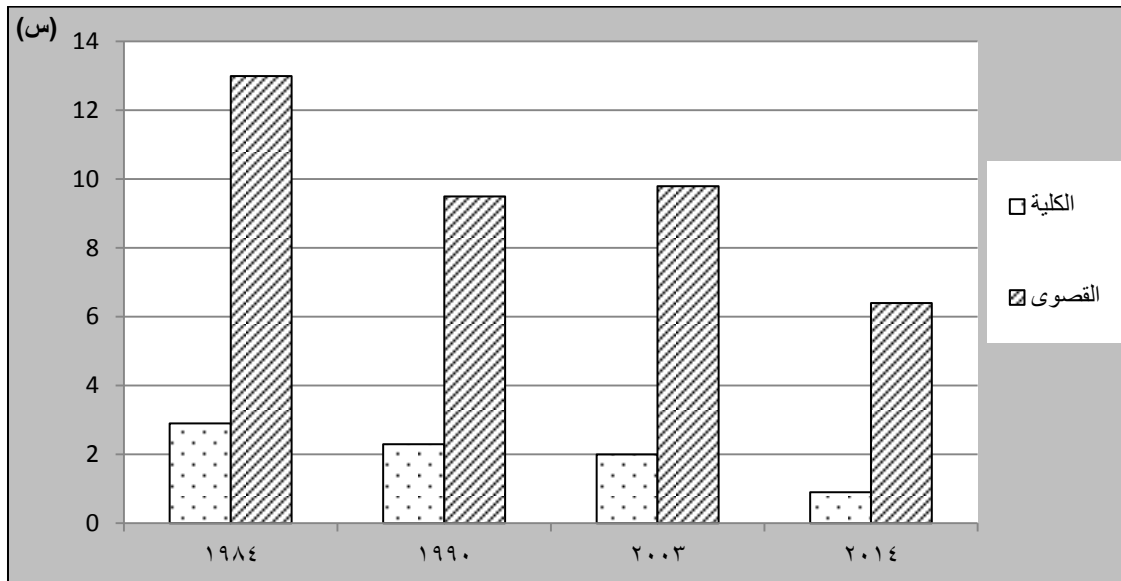
المصدر: عملية المعايرة الراديومترية للقناة الحرارية لمرئيات (landsat7 TM, landsat8)

شكل (٢ - ١) درجة حرارة سطح الأرض (س) في مدينة الجيزة والمناطق المحيطة، اعتماداً على مرئيات (Landsat7 TM, landsat8) الممثلة لنهار فصل الصيف في فترات مختلفة

وتم استخراج درجة الحرارة السطحية اعتماداً على عملية المعايرة الراديومترية Radiometric Calibration للقناة الحرارية السادسة في مرئيات (landsat7 TM) بناءً على المعادلات الخاصة باستخراج درجة حرارة سطح الأرض التي ذكرها تفصيلياً (وليد عباس ٢٠١٣)، والمعايرة الراديومترية للقناة الحرارية العاشرة في مرئية (Landsat8) والتي تم عرضها بالتفصيل في المقدمة، وفيما يلي تحليل مفصل لتطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الزراعي والصحراوي ومدينة القاهرة.

(٢- ٢- ١) تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الزراعي.

يعتبر الظهير الزراعي من أهم المناطق المحيطة بمدينة الجيزة والتي تؤثر في مناخها مقارنة بالظهير الصحراوي ومدينة القاهرة حيث تطل المدينة بنطاق ضيق جداً على الظهير الأول ويفصل نهر النيل المدينة عن الثاني، فالظهير الزراعي بذلك يعتبر أهم المناطق المحيطة بالمدينة حيث تماثل الظروف الطبيعية لسطح الأرض المتحركة في الحرارة السطحية بين منطقة الدراسة ومدينة القاهرة والظهير الصحراوي، خاصة إذا تم ربط ذلك باتجاهات الرياح حيث ترتفع نسبة الهبوب من الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي بمحطات مدينة الجيزة (شكل ١- ١٢، ١- ١٣)، ولضخامة مساحة الظهير الزراعي تم تحديد نطاق معين منه للدراسة وهو ما يبعد عن حد الكتلة العمرانية المبنية للمدينة في كل فترة بمقدار (٣ كم) وهذه المسافة تم تحديدها لما وجد من اختلافات في تطور المدينة عمرانياً وهو ما سيتضح فيما بعد؛ كما أن المدينة تتأثر مناخياً بالمناطق الأقرب لها عن الأبعد في حين أن أبعد نقطة في الظهير الزراعي عن حد الكتلة العمرانية المبنية للمدينة اتجاه الغرب لا تزيد على ١١ كم وبعدها لا توجد غير الصحراء، كما تم عمل عدة تجارب لتحديد الظهير الزراعي على مسافة (٦ كم، ٩ كم) من حد الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة ولوحظ عدم وجود فروق كبيرة في درجات الحرارة السطحية؛ حيث لا تتعدى تلك الفروق (١، ٠، ١ س)، ولذلك تم تحديد مساحة الظهير الزراعي بعمل نطاق لمسافة (٣ كم) في كل اتجاهه بداية من الحد الخارجي للكتلة العمرانية المبنية في كل فترة زمنية وهو أيضاً ما تم تطبيقه على الظهير الصحراوي ومدينة القاهرة وذلك لضمان نتائج متماثلة.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٢-٢)

شكل (٢-٢) شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوى بالنسبة للظهير الزراعي خلال فترة الدراسة

يتضح لنا من خلال بيانات جدول (٢-٢) وشكل (٢-٢) أنه تتباين شدة الجزيرة الحرارية من عام لآخر ولكنها تتسم بالتناقص عبر السنين وهي كما يلي:

عام ١٩٨٤ يعتبر هذا العام بداية دراسة التطور حيث بلغ متوسط درجة الحرارة في المدينة (٤١,٥ °س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الزراعي (٣٨,٦ °س) بفارق حراري (٢,٩ °س) وهو مقدار شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل مدينة الجيزة (٥١,٦ °س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الزراعي (١٣ °س) تعتبر مقدار لشدة الجزيرة القصوى وهي الأعلى على الإطلاق بين كل الفترات وعلى كل النطاقات الأرضية الأخرى، إذ تعتبر هذه الفترة هي الأعلى في شدة جزيرتها الحرارية سواء الكلية أو القصوى، وهذا أيضاً يظهر من خلال الشكل (٢-١) حيث تظهر هذه الفترة باللون الغامق دليل على ارتفاع درجة حرارتها كما يظهر الفارق بين شدة الحرارة السطحية داخل المدينة وعلى ظهيرها الزراعي من فارق في درجة اللون بين كل منهما .

عام ١٩٩٠ تعتبر هذه الفترة هي الأقل حرارياً مقارنة بكل الفترات فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٣ °س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الزراعي (٣٠,٧ °س) بفارق (٢,٣ °س) تعتبر شدة الجزيرة الحراري الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٠,٢ °س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الزراعي (٩,٥ °س) تعتبر مقدار لشدة الجزيرة القصوى .

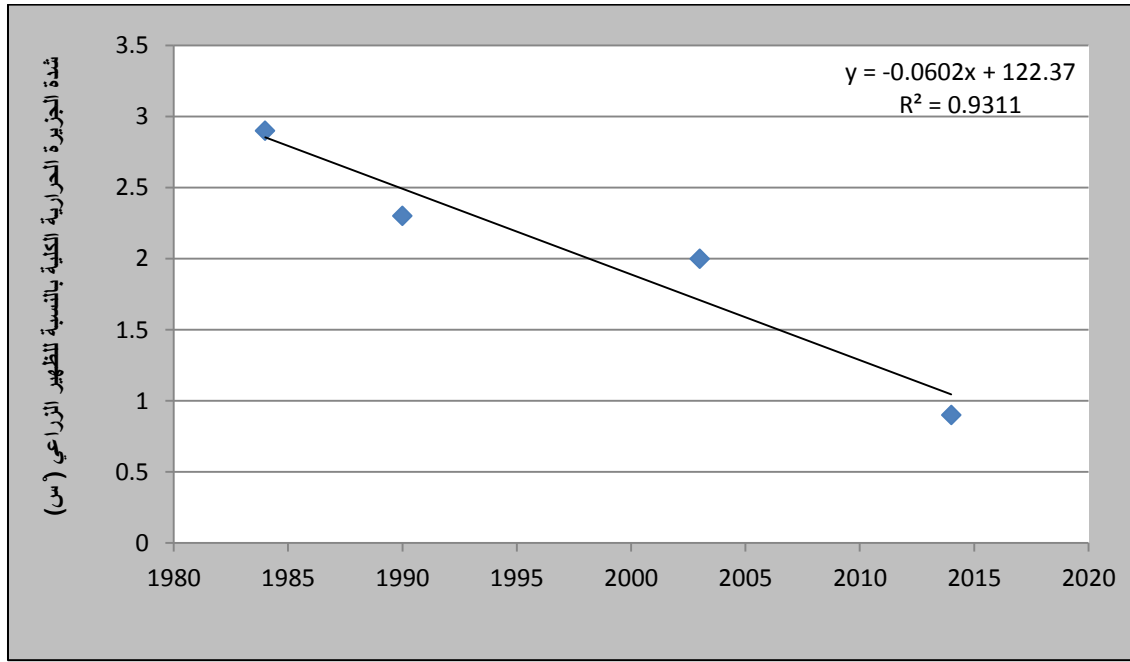
على الرغم من انخفاض درجة حرارة السطح في هذه الفترة إلا أن شدة الجزيرة الحرارية بها أعلى نتيجة الفارق الحراري الكبير بين المدينة والظهير الزراعي والذي يظهر في مرئية ١٩٩٠ شكل (٢ - ١) حيث نجد القمم الحرارية التي تتساوي مع حرارة المدينة قد انتشرت بصورة أوضح على الظهير الزراعي من الفترة السابقة مع سيادة في درجات الحرارة المنخفضة والتي يمثلها اللون الفاتح.

عام ٢٠٠٣ تبدأ متوسطات حرارة المدينة في الارتفاع مرة أخرى فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٦,٢ س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الزراعي (٣٤,٢ س) بفارق (٢ س) تعتبر شدة الجزيرة الحراري الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٤ س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الزراعي (٩,٨ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي، وهذا يعني أن شدة الجزيرة الحرارية تقل بمقدار (٠,٣ س) عن العام السابق بينما ترتفع شدة الجزيرة القصوي بنفس المقدار تقريباً لنفس الفترة .

وهذا الانخفاض في شدة الجزيرة الحرارية يظهر في مرئية ٢٠٠٣ شكل (٢ - ١) حيث وجد أن درجات الحرارة السطحية تتقارب في شدتها بين المدينة وظهيرها الزراعي ويظهر من خلال تقارب درجة الألوان.

عام ٢٠١٤ ترتفع متوسطات الحرارة تدريجياً عن العام السابق فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٥,٣ س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الزراعي (٣٤,٤ س) بفارق (٠,٩ س) تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٠,٨ س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الزراعي (٦,٤ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي .

وهذا الانخفاض في شدة الجزيرة الحرارية يمكن تفسيره عند النظر لمرئية عام ٢٠١٤ شكل (٢ - ١) حيث تتقارب متوسطات درجة الحرارة بين المدينة والظهير الزراعي مع وجود بعض القمم الحرارية داخل المدينة وهي المسؤولة عن تكون الجزيرة الحرارية، ولكن الأغلبية العظمى من المدينة والظهير الزراعي يبدو وكأنه امتداد حراري واحد .



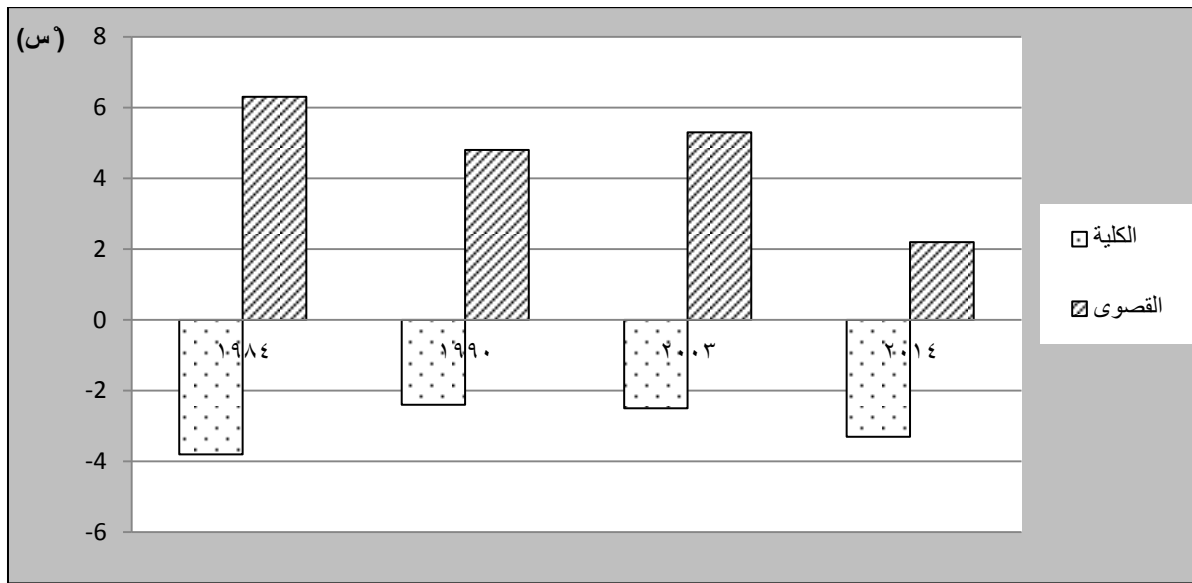
المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (٢-٢)

شكل (٢-٣) الاتجاه العام لتطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية في فصل الصيف بمدينة الجيزة

يوكد شكل (٢-٣) على أن شدة الجزيرة الحرارية الكلية بالنسبة للظهير الزراعي "وهي الأهم على الإطلاق في تحديد الجزيرة الحرارية للمدينة" تتناقص عبر الزمن بمقدار (٠,٦ س) لكل فترة عن التي تسبقها وبقوة ارتباط تام بلغت (٠,٩٣١) ويتضح هذا أيضاً من خلال شكل (٢-١) حيث كلما تقدمنا في الزمن كلما تقاربت متوسطات الحرارة السطحية بين الظهير الزراعي والمدينة؛ ويتجلي ذلك من خلال تتبع الفارق بين الظهيرين عن طريق الألوان ففي مرئية عام ١٩٨٤، وعلى الرغم من ارتفاع درجة الحرارة السطحية على تلك الظهيرين إلا أنه يظهر اختلافاً واضحاً بينهما، والعكس بمرئية ١٩٩٠ على الرغم من انخفاض درجة الحرارة السطحية بها يظهر اختلافاً واضحاً بين الظهيرين، بينما يتلاشي هذا الاختلاف تدريجياً وصولاً إلى عام ٢٠١٤ حيث يظهر الظهيران ككتلة حرارية واحدة مع ظهور بعض القمم الحرارية داخل المدينة والأخري ذات الحرارة المنخفضة "السالبة" على الظهير الزراعي، أثرت تلك التباينات الحرارية والطريقة التي تتطورت بها من تقارب في درجات الحرارة بين الظهيرين على تناقص شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي.

(٢- ٢- ٢) تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الصحراوي

يتمثل الظهير الصحراوي في المنطقة المتصلة بالمدينة عند نهاية قسم الأهرام اتجاه الغرب عند هضبة الأهرام وهو نطاق محدود جداً مقارنة بالظهير الزراعي، وتم تحديده بمسافة (٣ كم) من نقطة اتصاله بالمدينة من كل الاتجاهات مثل الظهير الزراعي.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٢-٢)

شكل (٢-٤) شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة للظهير الصحراوي خلال فترة الدراسة

يتضح لنا من خلال بيانات جدول (٢-٢) وشكل (٢-٤) أنه تتباين شدة الجزيرة الحرارية السطحية من عام لآخر وتتسم بالتذبذب عبر السنين بفارق لا يتعدى (١,٤ °س) بين أعلى شدة للجزيرة الحرارية الكلية وأقلها، بينما بلغ (٤,٢) كأعلى فارق بين شدة الجزيرة الحرارية القصوي وأقلها، وتمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية سالبة في كل الفترات بالنسبة لشدة الجزيرة الكلية، بينما أدى ارتفاع أكبر قيم حرارية داخل المدينة عن متوسط حرارة الظهير الصحراوي إلى ظهور شدة الجزيرة الحرارية القصوي موجبة، وفيما يلي عرض لشدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة للظهير الصحراوي عبر فترات الدراسة وهي كما يلي:-

عام ١٩٨٤ يعتبر هذا العام بداية دراسة التطور حيث بلغ متوسط درجة الحرارة في المدينة (١٥,٤ °س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٣,٨ °س) بفارق حراري (- ٣,٨ °س) وهو مقدار شدة الجزيرة

الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل مدينة الجيزة (٥١,٦ س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٦,٣ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي، وهذه الفترة هي الأقل بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والأعلى بالنسبة لشدة الجزيرة القصوي بين فترات الدراسة على المدينة بالنسبة للظهير الصحراوي .

عام ١٩٩٠ تعتبر هذه الفترة هي الأقل حرارياً مقارنة بكل الفترات فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٣ س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٣٥,٤ س) بفارق (- ٢,٤ س) تعتبر شدة الجزيرة الحراري الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٠,٢ س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٤,٨ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي، وعلى الرغم من انخفاض درجة حرارة السطح في هذه الفترة إلا أن شدة الجزيرة الحرارية الكلية بها أعلى بالنسبة لفترات الدراسة .

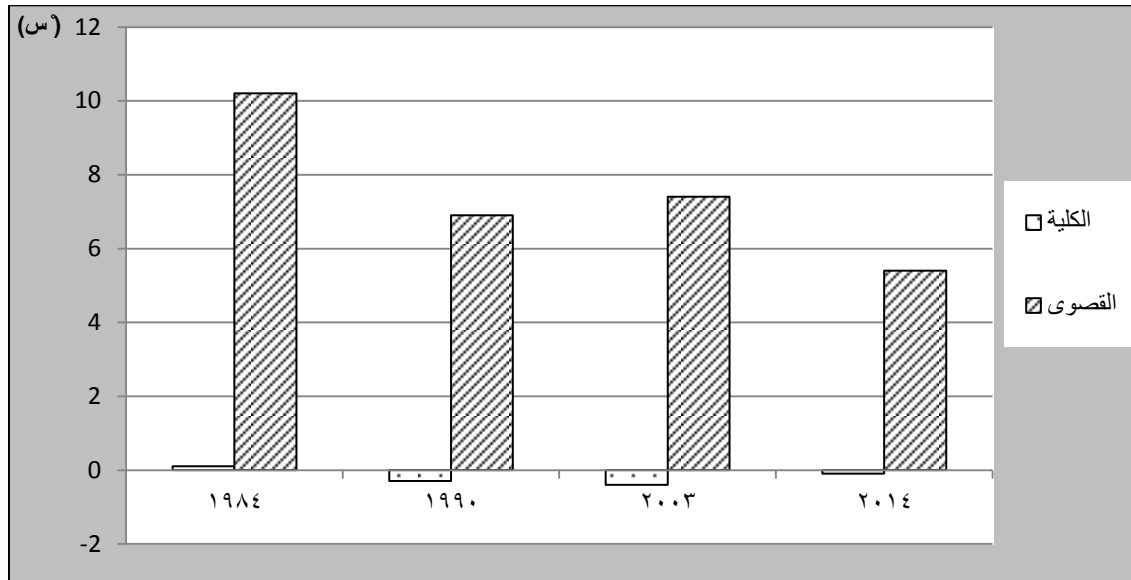
عام ٢٠٠٣ تبدأ متوسطات حرارة المدينة في الارتفاع مرة أخرى فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٦,٢ س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٣٨,٧ س) بفارق (- ٢,٥ س)، تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٤ س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٥,٣ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي، ويعتبر الفارق بسيطاً جداً بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية حيث لا يتعدى (٠,١ س) مقارنة بعام ١٩٩٠ .

عام ٢٠١٤ ترتفع متوسطات الحرارة تدريجياً عن العام السابق فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٥,٣ س) وبلغ متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٣٨,٦ س) بفارق (- ٣,٣ س) تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٠,٨ س) بفارق عن متوسط حرارة الظهير الصحراوي (٢,٢ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي .

يتضح لنا مما سبق أن شدة الجزيرة الحرارية الكلية تتباين من عام إلى آخر حيث يمثل عام ١٩٩٠، ٢٠٠٣ أعلي الفترات بينما تقل تدريجياً إلى أن تصل إلى عام ١٩٨٤ وهو على العكس تماماً مع شدة الجزيرة الحرارية بالنسبة للظهير الزراعي، بينما تتناقص شدة الجزيرة الحرارية القصوي عبر الزمن وهذا يدل على ارتفاع درجات الحرارة القصوي بالمدينة تدريجياً مع الزمن نتيجة تطور العمران والأنشطة البشرية وهو عكس العلاقة مع الظهير الزراعي

(٢- ٢- ٣) تطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة لمدينة القاهرة

حتمية وقوع مدينة القاهرة بالنطاق الشرقي من منطقة الدراسة أوجب دراستها كظهير للمدينة وتم تحديده بمقدار (٣كم) من نقطة اتصاله بالضفة الشرقية لنهر النيل .



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (٢- ٢)

شكل (٢- ٥) شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة لمدينة القاهرة خلال فترة الدراسة

يتضح من خلال بيانات جدول (٢- ٢) وشكل (٢- ٥) أنه تتباين شدة الجزيرة الحرارية من عام لآخر وتتسم بالتذبذب عبر السنين بفارق لا يتعدى (٠,٤ س) بين أعلى شدة للجزيرة الحرارية الكلية وأقلها، وبلغ (٤,٨ س) كأعلى فارق بين شدة الجزيرة الحرارية القصوي وأقلها، وتمثل مدينة الجزيرة حرارية سالبة في كل الفترات بالنسبة لشدة الجزيرة الكلية ماعدا عام ١٩٨٤، بينما أدى ارتفاع أكبر قيم حرارية داخل المدينة عن متوسط حرارة مدينة القاهرة إلى ظهور شدة الجزيرة الحرارية القصوي موجبة، وفيما يلي عرض لشدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة لمدينة القاهرة عبر فترات الدراسة وهي كما يلي:

عام ١٩٨٤ يعتبر هذا العام بداية دراسة التطور حيث بلغ متوسط درجة الحرارة في المدينة (٤١,٥ س) وبلغ متوسط حرارة مدينة القاهرة (٤١,٤ س) بفارق حراري (٠,١ س) وهو مقدار شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل مدينة الجزيرة (٥١,٦ س) بفارق عن متوسط حرارة مدينة القاهرة (١٠,٢ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي، وهذه الفترة هي الأعلى على الإطلاق بالنسبة لشدة

الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بين فترات الدراسة على المدينة بالنسبة لمدينة القاهرة، حيث تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية موجبة بالنسبة لمدينة القاهرة ولو كان بمقدار بسيط جداً لا يعتبر فارقاً بين المدينتين.

عام ١٩٩٠ تعتبر هذه الفترة هي الأقل حرارياً مقارنة بكل الفترات فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٣ س) وبلغ متوسط حرارة مدينة القاهرة (٣٣,٣ س) بفارق (- ٠,٣ س) تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٠,٢ س) بفارق عن متوسط حرارة مدينة القاهرة (٦,٩ س) تعتبر مقداراً لشدة الجزيرة القصوي .

عام ٢٠٠٣ تبدأ متوسطات حرارة المدينة في الارتفاع مرة أخرى فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٦,٢ س) وبلغ متوسط مدينة القاهرة (٣٦,٦ س) بفارق (- ٠,٤ س) تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٤ س) بفارق عن متوسط حرارة مدينة القاهرة (٧,٤ س) تعتبر مقداراً لشدة الجزيرة القصوي، ويعتبر الفارق بسيطاً جداً بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية حيث لا يتعدى (٠,١ س) مقارنة بعام ١٩٩٠ .

عام ٢٠١٤ ترتفع متوسطات الحرارة تدريجياً عن العام السابق فقد بلغت متوسطات درجة الحرارة بالمدينة (٣٥,٣ س) وبلغ متوسط حرارة مدينة القاهرة (٣٥,٤ س) بفارق (- ٠,١ س) تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما بلغت أكبر قيمة حرارية داخل المدينة (٤٠,٨ س) بفارق عن متوسط حرارة مدينة القاهرة (٥,٤ س) تعتبر مقدار شدة الجزيرة القصوي .

يتضح لنا من خلال ما سبق أن شدة الجزيرة الحرارية الكلية تتباين من عام إلى آخر حيث تمثل سنة ١٩٨٤ أعلى الفترات بينما تقل تدريجياً حيث تتساوي تقريباً بين عامي ١٩٩٠، ٢٠٠٣ إلى أن تصل عام ٢٠١٤ وهو ما يتفق إلى حد ما مع الظهير الزراعي ولكن مع العلم بأن الفارق بين أعلى وأقل شدة جزيرة حرارية كلية بالنسبة لمدينة القاهرة لا يتعدى (٠,٥ س) أي لا يوجد فارق حراري واضح بين المدينتين يمكننا عليها بأن مدينة الجيزة تشكل جزيرة حرارية واضحة المعالم بالنسبة لمدينة القاهرة .

بعد العرض التحليلي السابق لشدة الجزيرة الحرارية السطحية الكلية والقصوي لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق المحيطة بها يمكن إستخلاص ما يلي:

- تطور شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي غير واقعي حيث لم تشهد المدينة أي نوع من أنواع التخفيف من حدة المناخ مثل زراعات الأسطح أو المسطحات الخضراء

وغيرها من السبل المتعارف عليها في العالم، فضلاً عن نمو المدينة مكانياً وارتفاع الكثافة السكانية بها وما يرتبط بها من زيادة بالأنشطة البشرية وكلها عوامل تؤدي إلى ارتفاع شدة الجزيرة الحرارية وليس العكس .

- تعتبر شدة الجزيرة الحرارية الكلية لمدينة الجيزة ثابتة نسبياً بالنسبة لمدينة القاهرة والظهير الصحراوي فهي على العكس تماماً عند المقارنة مع الظهير الزراعي.
- إذن لماذا تناقصت شدة الجزيرة الحرارية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي عبر فترات الدراسة؟

للإجابة على هذا السؤال لدينا ثلاثة احتمالات وهي:-

- حدوث تطور داخل مدينة الجيزة أدى إلى تخفيف حدة الجزيرة الحرارية بالنسبة للظهير الزراعي مثل انتشار المساحات الخضراء بشكل كبير أو اتباع إجراءات تعديل المناخ المتعارف عليها عالمياً .
- الاحتمال الآخر هو حدوث تطور في الظهيرين الصحراوي ومدينة القاهرة أدى إلى ظهور الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة بالنسبة لكلا الظهيرين ثابتة نسبياً .
- الاحتمال الأخير هو حدوث تغير في الظهير الزراعي أدى إلى ارتفاع حرارته تدريجياً مما أثر على تناقص شدة الجزيرة الحرارية للمدينة .

■ ونرى أن الاقتراح الأخير هو الأقرب للصواب وذلك لعدة أسباب من أهمها:

- عدم حدوث تطور فعلي في الظهيرين الصحراوي ومدينة القاهرة "على حسب ما توصلنا إليه من معلومات " حيث إن الظهير الصحراوي للمدينة ممثل في هضبة الأهرام الأثرية والتي يمنع بها أي تدخل للإنسان في تعديل أشكال السطح أو تغيير طبيعة المنطقة، كما أن الجزء الممثل لمدينة القاهرة يعتبر من الكتلة القديمة المبنية وهي ثابتة نسبياً ولم تتعرض لتغيرات جوهرية تذكر في حين أن الكثافة المرورية بها وكثافة العمران أدت إلى ارتفاع حرارتها بمقدار بسيط كما تبين من قبل .
- وجود تغيرات واضحة على الظهير الزراعي وأهمها على الإطلاق هو الزحف العمراني على الأراضي الزراعية سواء المجاورة للمدينة أو نمو بعض مراكز العمران المنتشرة خارج المدينة وداخل الظهير الزراعي (صوره ١)، فضلاً عن تغيرات نوعية الزراعة من أشجار إلى

محاصيل حقلية نتيجة تطور المدينة واحتياجاتها الزراعية المتمثلة في الخضر وغيرها من المحاصيل التي لا تتحمل النقل لمسافات كبيرة مما أثر على تغير نمط الزراعة بالظهير الزراعي.



صوره (١) من جوجل إيرث توضح الزحف العمراني على الاراضي الزراعية غرب المدينة

ومن أجل الأسباب السابقة تم دراسة تطور الكتلة العمرانية للمدينة على الظهير الزراعي وعلاقة ذلك بتطور شدة الجزيرة الحرارية الكلية بالنسبة لهذا الظهير .

(٢ - ٣) تطور الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة وعلاقتها بتطور الجزيرة الحرارية للمدينة

شهدت مدينة الجيزة تطوراً كبيراً في مساحتها المبنية ونتيجة لوقوع المدينة داخل منطقة زراعية وعدم وجود ظهير صحراوي لها سواء هضبة الأهرام فقد كان هذه التطور العمراني على حساب تلك الرقعة الزراعية، وتمت دراسة التطور العمراني للمدينة عن طريق عملية التصنيف الموجه Supervisor Classification للمراتيات الفضائية من نوع (Landsat7 TM, Landsat8) والممثلة لنفس الفترات التي تمت دراسة شدة الجزيرة الحرارية بها كما في جدول (٢ - ١) على نفس المنهج المتبع للتصنيف الموجه لتحديد الأسطح الحضرية في دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣، ص:٧ ص:١١) فقد تم حصر الغطاءات الأرضية في العمران الحضري (مبانٍ، طرق، مساحات معبدة)، مسطحات خضراء، أرضي فضاء، والتربة

المكشوفة، والمياه. وتم حساب مساحة كل غطاء أرضي عن طريق برنامج (ARCGIS10.1) في كل فترة من فترات الدراسة .

وفيما يلي عرض تفصيلي لتطور مدينة الجيزة سواء الكتلة المتصلة للمدينة ويقصد بها الكتلة العمرانية القديمة "قبل عام ١٩٨٤" وما اتصل بها من عمران نتيجة التطور العمراني للمدينة وزيادة حجمها، أو الكتلة المنفصلة ويقصد بها التكتلات العمرانية على الظهير الزراعي والتي لم تتصل بالمدينة بطريقة مباشرة ولكنها نمت في موضعها، ويجدر الإشارة إلى وجود بعض التكتلات العمرانية القريبة من المدينة والتي اتصلت بها نتيجة لتطور حجم المدينة في الفترات بعد ١٩٨٤ وهو ما سيرد تفصيلاً فيما بعد، كما سيتم عرض العلاقة بين تطور الظهير الزراعي وتطور شدة الجزيرة الحرارية للمدينة بالنسبة لتلك الظهير .

(٢ - ٣ - ١) تطور الكتلة العمرانية المتصلة لمدينة الجيزة

للعوامل التاريخية دور كبير لا يمكن تجاهله لنشأة المدن العمرانية ونموها وتطورها بعد ذلك فمدينة الجيزة من أقدم المدن المصرية القائمة على نهر النيل فقد عاصرت حضارت عدة من قبل الحضارة الفرعونية حتي عصرنا هذا، ونظراً لما تميزت به المدينة في العصر الحديث من تحول صناعي ووجود فرص عمل كبيرة أدى إلى ارتفاع تيارات الهجرة لها خاصة في الفترة بين السبعينيات والثمانينيات مما انعكس سلباً على حجم المدينة وامتدادها الأفقي والراسي (محمد رياض، ٢٠٠١، ص ٢٠، ٧٦)، فتتمثل الكتلة العمرانية المتصلة للمدينة في الأحياء السكنية القديمة والتي من أهمها (العجوزة، الدقي، العمرانية، الجيزة، الأهرام) والتي سوف نقوم بدراستها والتعرف على تطورها مكانياً عبر فترات الدراسة كما يلي :

يمكننا من خلال بيانات جدول (٢ - ٣) وشكل (٢ - ٦) تتبع حجم المدينة عبر فترات الدراسة بداية من عام ١٩٨٤ حتي صيف ٢٠١٤ فقد يتضح لنا أن:

سنة الأساس ١٩٨٤ تمثل بداية فترات الدراسة وقد بلغت مساحة المدينة خلال هذا العام (٥٧,٥ كم^٢) منهم (٥٠,٨ كم^٢) عبارة عن عمران حضري، بينما بلغت مساحة المسطحات الخضراء (٥,٩ كم^٢)، ومثلت الأراضي الفضاء مساحة ضئيلة جداً لا تتعدى (٠,٨ كم^٢) .

تمثل الأحياء السكنية القديمة للمدينة أغلبية العمران الحضري المتصل لهذا العام، كما تتميز المدينة بوجود مسطحات خضراء بشكل أفضل حيث يتضح زيادة نسبة المسطحات الخضراء وانتشارها بجانب الحدائق العامة .

جدول (٢ - ٣) تطور الكتلة العمرانية المتصلة لمدينة الجيزة خلال فترات الدراسة المختلفة

الجملة	الأرضي الفضاء	المساحة الخضراء	العمران	الغطاء الأرضي		السنة
٥٧,٥	٠,٨	٥,٩	٥٠,٨	المساحة كم٢		الكتلة العمرانية
١٠٠	١,٤	١٠,٢	٨٨,٤	النسبة		
—	—	—	—	القيمة	سنة الأساس	لعام "١٩٨٤"
—	—	—	—	النسبة		
٦١,٣	٣,٢	٣,٣	٥٤,٨	المساحة كم٢		الكتلة العمرانية
١٠٠	٥,٢	٥,٤	٨٩,٤	النسبة		
٣,٨	٢,٤	٢,٦—	٤	كم٢	الفارق عن الفترة	لعام "١٩٩٠"
٦,٦	٤,٢	٢٥,٥—	٧	النسبة	السابقة	
٧٧,٥	١,٢	٣,١	٧٣,٢	المساحة كم٢		الكتلة العمرانية
١٠٠	١,٥	٤	٩٤,٥	النسبة		
١٦,٢	٢—	٠,٢—	١٨,٤	كم٢	الفارق عن الفترة	لعام "٢٠٠٣"
٢٦,٤	٣,٣—	٠,٣—	٣٠	النسبة	السابقة	
٨٩,٨	٠,٧	٥,٧	٨٣,٤	المساحة كم٢		الكتلة العمرانية
١٠٠	٠,٨	٦,٤	٩٢,٩	النسبة		
١٢,٣	٠,٥—	٢,٦	١٠,٢	كم٢	الفارق عن الفترة	لعام "٢٠١٤"
١٥,٩	٠,٦—	٣,٤	١٣,٢	النسبة	السابقة	

المصدر: من خلال عملية التصنيف المراقب لمريثيات (landsat7 TM, landsat8) الممثلة لفترات الدراسة

الفترة من ١٩٨٤ حتى ١٩٩٠ شهدت هذه الفترة تغيرات طفيفة في مساحة المدينة فقد زاد بمقدار (٣,٨ كم ٢) فقط على الرغم من نمو العمران الحضري بمقدار (٤ كم ٢) فنجد أن هذه المساحة منها (٢,٦ كم ٢) على حساب المسطحات الخضراء داخل المدينة بينما تمت إضافة مساحة (١,٤ كم ٢) من خارج حدود الكتلة العمرانية لعام ١٩٨٤، هذه المساحة التي تمت إضافتها تضمنت بعض أجزائها أراضي فضاء مع وجود بعض التغيرات من إزالة لبعض المباني داخل المدينة مما أدى إلى ارتفاع مساحة الأراضي الفضاء بمقدار (٢,٤ كم ٢) .

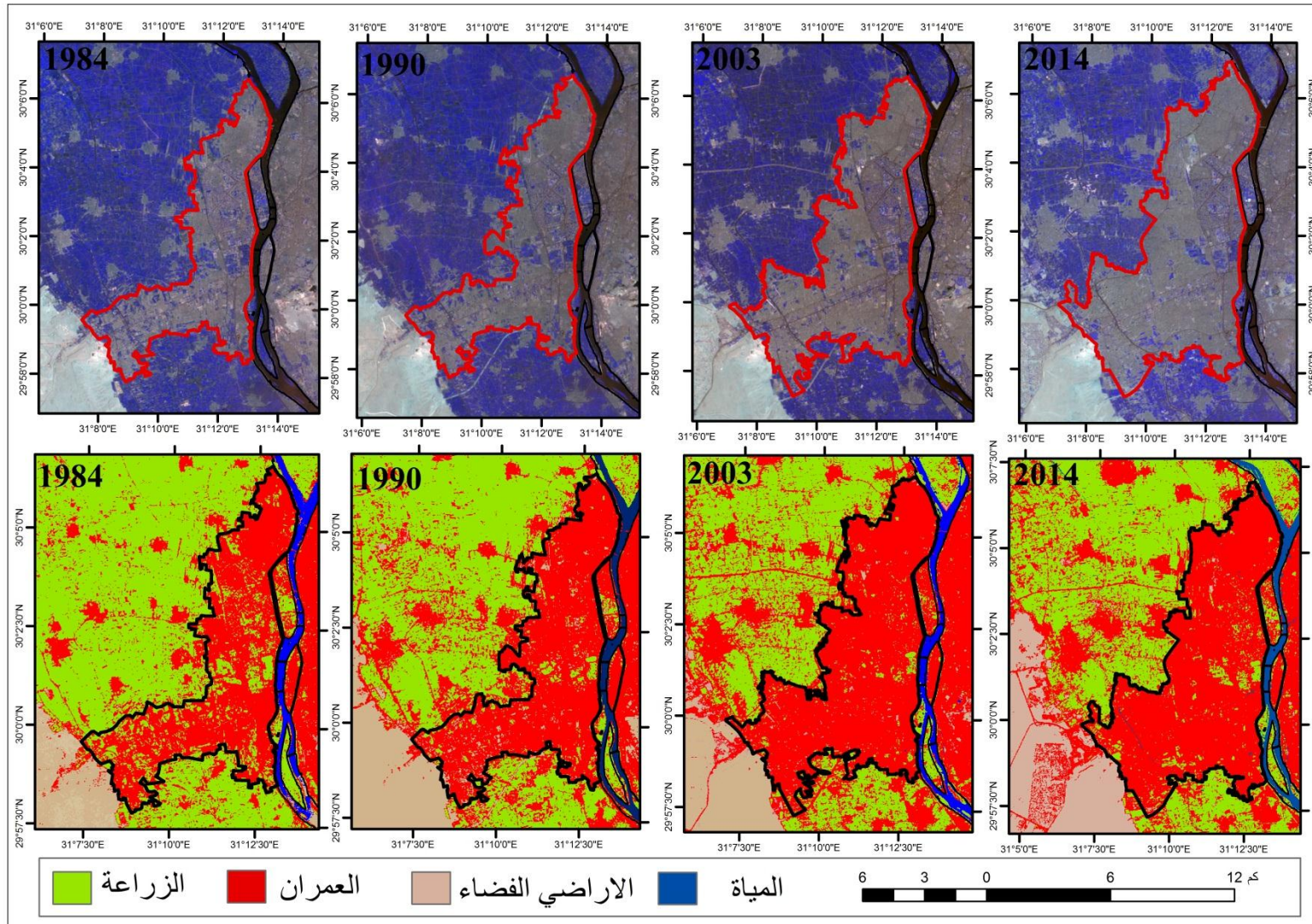
نجد أن أغلبية تطور المدينة كان داخلياً على حساب المسطحات الخضراء، ولم يتم اقتطاع أو إضافة مساحات كبيرة من الظهير الزراعي للمدينة.

الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٠٣ شهدت هذه الفترة طفرة عمرانية فقد زاد حجم المدينة بنسبة (٢٦,٤%) عن الفترة السابقة أي زادت المدينة بمقدار (٤/١) تقريباً، وبلغ إجمالي الزيادة بمساحة المدينة (١٦,٢ كم^٢)، فنجد أن العمران الحضري زاد بمقدار (١٨,٤ كم^٢) منهم (٠,٢ كم^٢) على حساب المسطحات الخضراء داخل حدود الكتلة العمرانية للفترة السابقة و(٢ كم^٢) على حساب الأراضي الفضاء داخل حدود الكتلة العمرانية للفترة السابقة، بينما تمت إضافة مساحة تعادل ربع مساحة المدينة بل تزيد عنها قليلاً من الظهير الزراعي خلال ثلاثة عشر عامًا .

وفعلياً لم تنمو المدينة بذلك الحجم ولكن تم اتصال بعض المناطق العمرانية التي تقع بالقرب من المدينة بالإضافة إلى التوسع العمراني للمدينة، ومن أهم المناطق التي اتصلت بالمدينة أجزاء من الشيخات التالية (بشتيل، المعتمدية، برك الخيام، منشأة البكري، البراجيل) والتي كانت منفصلة مكانياً عن الكتلة العمرانية للمدينة في الفترات السابقة .

الفترة ٢٠٠٣ إلى شهدت هذه الفترة تغيرات عمرانية ليست بالقليلة أيضاً فقد زاد حجم المدينة بنسبة (١٥,٩%) عن الفترة السابقة، فقد بلغ إجمالي الزيادة بمساحة المدينة (١٢,٣ كم^٢)، فنجد أن العمران الحضري زاد بمقدار (١٠,٢ كم^٢) منهم (٠,٥ كم^٢) على حساب الأراضي الفضاء داخل حدود الكتلة العمرانية للفترة السابقة، بينما زادت المسطحات الخضراء بمقدار (٢,٦ كم^٢) عن الفترة السابقة وهذه الزيادة تعود إلى وجود مسطحات خضراء داخل الكتلة التي تمت إضافتها للمدينة من الظهير الزراعي في فترات سابقة .

ويمكن ملاحظة انضمام بعض الكتل العمرانية الجديدة للمدينة خاصة في الجنوب عند شيخة الكنيسة وشيخة الحرانية، بينما لم يحظ الامتداد نحو الغرب بهذا القدر من التوسع مقارنة بالفترة السابقة، فتتمثل الزيادة في هذا الاتجاه في الزحف العمراني على الأراضي الزراعية؛ وهو ما زادت وتيرته أبان ثورة يناير ٢٠١١ .



المصدر: من خلال مرئيات (landsat7 TM, landsat8) الممثلة لفترات الدراسة المختلفة

شكل (٢ - ٦) تطور حد الكتلة العمرانية لمدينة الجيزة خلال الفترات المدروسة

يمكننا من خلال العرض السابق استخلاص عدة نقاط وهي:-

- بلغ الامتداد العمراني للمدينة على الأراضي الزراعية المجاورة لها بالظهير الزراعي بإجمالي مساحة (٣٢,٣ كم^٢) ونسبة بلغت (٥٦,٢ %) وهذا يعني أن حجم المدينة تضاعف بمقدار ما يزيد على النصف خلال فترة ثلاثين عاماً فقط مقارنة بتاريخ المدينة العريق من عصور ما قبل الحضارة الفرعونية .
- بلغت الزيادة بالنسبة للغطاء الحضري للمدينة (٣٢,٦ كم^٢) منهم (٠,٣ كم^٢) فقط نمو داخلي "مقارنة بين عام ٢٠١٤ وعام ١٩٨٤" مما يظهر مدي الانفجار الحضري Urban Explosion الذي وصلت إليه المدينة خلال ثلاثين عاماً .
- تناقصت المسطحات الخضراء داخل المدينة خلال الثلاثين عاماً بمقدار (٠,٢ كم^٢) مع وجود تباين في هذه المساحة خلال فترات الدراسة، كما تناقصت مساحة الأراضي الفضاء بمقدار (٠,١ كم^٢) فقط، وإجمالي التناقص في الغطائين يمثل المساحة التي زادها العمران داخل حدود الكتلة العمرانية للمدينة .

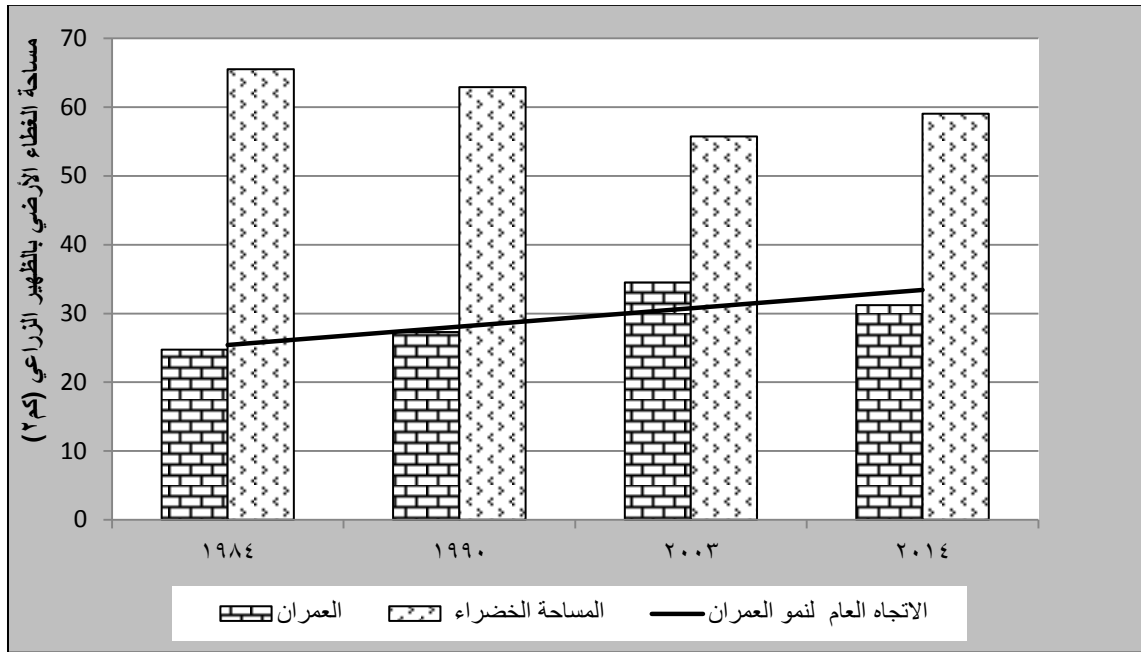
(٢- ٣- ٢) تطور الكتلة العمرانية المنفصلة خارج المدينة

شهدت الكتلة العمرانية المنفصلة تطوراً ليس بالقليل فنتيجة نمو المدينة ونمو الكتلة العمرانية المنفصلة أدى إلى اتصالهم في بعض الفترات خاصة الفترة من عام ١٩٩٠ إلى ٢٠٠٣، فمن خلال جدول (٢- ٤) وشكلي (٢- ٦)، (٢- ٧) يمكننا تتبع تطور الكتلة العمرانية المنفصلة على الظهير الزراعي والذي تم تحديده مسبقاً عند دراسة التطور للجزيرة الحرارية، ونظراً لتساوي الظهير الزراعي خلال فترات الدراسة بحيث يكون بمسافة (٣ كم) من الحد الخارجي للكتلة العمرانية فقد بلغت مساحة ذلك النطاق حوالي (٩٠,٢ كم^٢) في كل الفترات، وتمت دراسة الغطاء العمراني والمسطحات الخضراء "الزراعة" فقط نظراً لعدم وجود مسطحات مائية بهذا الظهير وتضاؤل نسبة الأراضي الفضاء .

جدول (٢-٤) تطور الكتلة العمرانية المنفصلة في الفترات الزمنية المدروسة مسبقا

الفترة	الغطاء الارضي		العمران	المساحة الخضراء	الإجمالي كم ^٢
	المساحة كم ^٢	النسبة			
١٩٨٤	٢٤,٧	٦٥,٥	٢٧,٤	٧٢,٦	٩٠,٢
١٩٩٠	٢٧,٣	٦٢,٩	٣٠,٣	٦٩,٧	٩٠,٢
٢٠٠٣	٣٤,٥	٥٥,٧	٣٨,٣	٦١,٧	٩٠,٢
٢٠١٤	٣١,٢	٥٩	٣٤,٦	٦٥,٤	٩٠,٢

المصدر : من خلال عملية التصنيف المراقب للظهير الزراعي بمرئيات Landsat7,8



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (٢-٤)

شكل (٢-٧) تطور الكتلة العمرانية المنفصلة لمدينة الجيزة والإتجاه العام للعمران خلال الفترات المدروسة

وفيما يلي عرض مفصل للوضع العمراني على الظهير الزراعي للمدينة خلال فترات الدراسة

سنة الأساس ١٩٨٤ تمثل بداية فترات الدراسة وقد بلغت مساحة الكتلة العمرانية على الظهير الزراعي خلال هذا العام (٢٤,٧ كم^٢) تمثلت هذه المساحة في بعض التكتلات السكانية المنفصلة عن المدينة عمرانياً ولكن يربطها بالمدينة عدة طرق وذلك لقرب المسافة بينهم ومن أهم تلك المناطق (ناهيا، برك الخيام، المعتمدية، صفط اللين، وغيرها)، بينما بلغت مساحة الأراضي الزراعية (٦٥,٥ كم^٢) أي ثلاثة أضعاف العمران تقريباً .

الفترة من ١٩٨٤ إلى ١٩٩٠ بلغت الزيادة في مساحة العمران خلال هذه الفترة (٢,٦ كم^٢) عن سنة الأساس بالإضافة إلى (١,٤ كم^٢) التي تم اتصالها بالمدينة، بينما تناقصت مساحة الأراضي الزراعية بمقدار الزيادة في العمران، فنجد أن المساحة التي تمت إضافتها للمدينة صغيرة جداً والتي تتمثل معظمها في أجزاء من شياخة صفط اللين، كما يتسم النمو العمراني بالبطء ففي خلال ثلاثة عشر عاماً لم يتجاوز (٤ كم^٢) سواء ما تم اتصاله بالمدينة أو ما زال منفصلاً عنها .

الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠٠٣ بلغت الزيادة في مساحة العمران المنفصل على الظهير الزراعي خلال هذه الفترة (٧,٢ كم^٢) كما تناقصت الأراضي الزراعية بمقدار هذه المساحة، بالإضافة إلى اتصال (١٦,٢ كم^٢) بالكتلة العمرانية للمدينة خلال هذه الفترة كما تم ذكره مسبقاً بمعنى أنه خلال هذه الفترة بلغ إجمالي النمو العمراني (٢٣,٤ كم^٢) .

الفترة ٢٠٠٣ إلى ٢٠١٤ بطرح الكتلة العمرانية التي اتصلت بالمدينة خلال عام ٢٠١٤ من الكتلة العمرانية على الظهير الزراعي في سنة ٢٠٠٣ يكون إجمالي باقي العمران على الظهير الزراعي (٢٢,٢ كم^٢) وبما أن حجم العمران في ٢٠١٤ بلغ (٣١,٢ كم^٢) إذن مقدار الزيادة في العمران المنفصل بلغ (٩ كم^٢) لهذه الفترة وهذا على عكس ما يظهر في الجدول حيث تناقص هذه الفترة عن السنوات السابقة وذلك نظراً لزيادة الكتلة العمرانية المتصلة للمدينة وبالتالي يتم ترحيل الظهير الزراعي على حسب آخر حد للكتلة العمرانية المتصلة متجنباً ما اتصل بالمدينة ومضيفاً مناطق زراعية جديدة وربما تكون عمراناً أو مناطق مختلطة على حسب طبيعة المنطقة، ولذلك نجد زيادة للأراضي الزراعية في هذه الفترة على الظهير الزراعي بمقدار (٣,٦ كم^٢) عن الفترة السابقة .

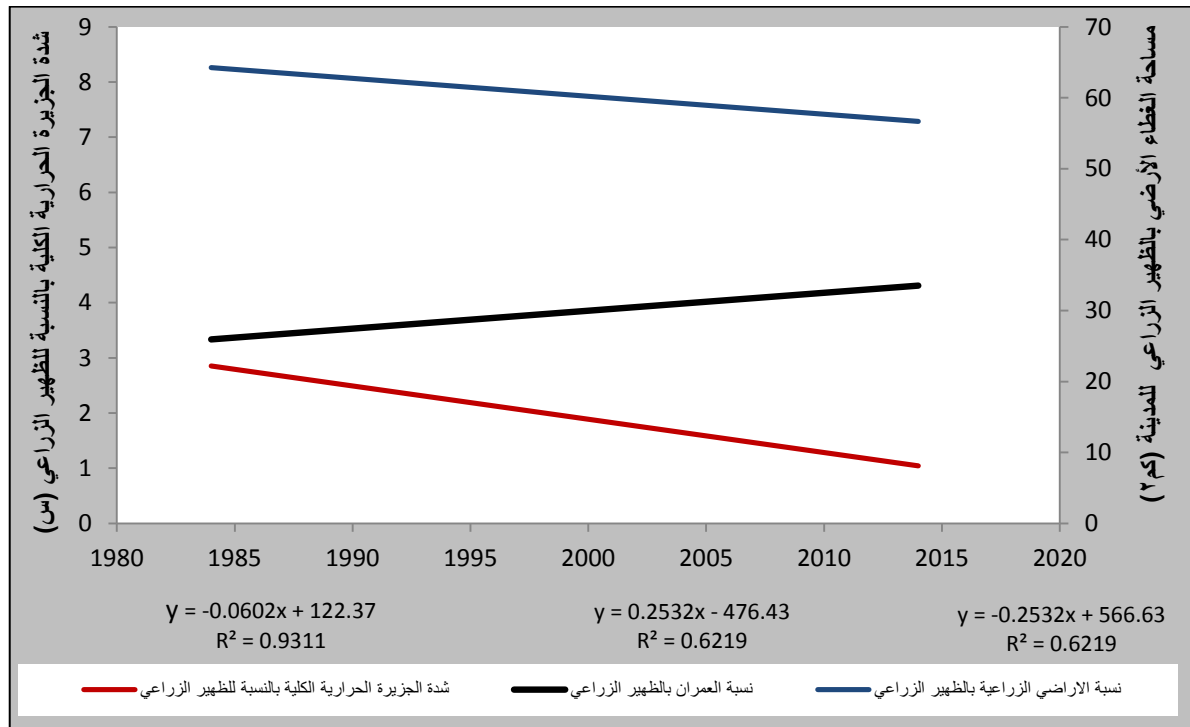
يمكننا من خلال العرض السابق استنتاج ما يلي:-

- إن مساحة العمران المنفصل على الظهير الزراعي زادت بمقدار (٢ كم^٦، ٢ كم^٢، ٧ كم^٢، ٩ كم^٢) للفترات (١٩٩٠، ٢٠٠٣، ٢٠١٤) على الترتيب وهو ما يتضح من خط الاتجاه العام لتطور العمران شكل (٢-٧)، وتم اتصال عدة كتل عمرانية إلى المدينة بمساحة (٤ كم^١، ٢ كم^٢، ١٦ كم^٢)، لنفس الفترات السابقة وبنفس الترتيب .
- لم يتبق من العمران القديم "سنة الأساس ١٩٨٤" على الظهير الزراعي في بداية الفترة الاخيرة أي عام ٢٠٠٣ سواء مساحة (١ كم^٧، ٢ كم^٢) وذلك لاتصال بقية المساحة بالمدينة وأصبحت ضمن كتلتها العمرانية، وعند المقارنة بما تم اتصاله بالمدينة بعد ٢٠٠٣ نجد أن تمت إضافة الكتلة العمرانية لسنة الأساس بالكامل يضاف إليها مساحة (٢ كم^٥، ٢ كم^٢) من نتاج النمو العمراني للكتلة المنفصلة عبر الفترات بعد سنة الأساس .

(٢-٣-٣) العلاقة بين تطور الغطاءات الأرضية (العمران والزراعة) على

الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي

اتضح من خلال الدراسة التحليلية لتطور شدة الجزيرة الحرارية بالنسبة للظهير الزراعي إنها تتسم بالتناقص على الرغم من نمو كل العوامل المسببة لتكون الجزيرة الحرارية للمدينة من أنشطة بشرية ومساحات عمرانية كما تم إيضاحه مسبقاً، ومن خلال دراسة الظهير الزراعي من حيث مساحات الغطاءات الأرضية (العمران، الزراعة) تبين لنا أن الاتجاه العام للعمران على الظهير الزراعي في زيادة بينما تتناقص الأراضي الزراعية، ولذلك تمت دراسة الاتجاه العام لكل من شدة الجزيرة الحرارية والعمران والزراعة بالنسبة للظهير الزراعي كما في شكل (٢-٨).



المصدر: اعتماداً على بيانات جدولي (٢-٢)، (٢-٤)

شكل (٢-٨) الإتجاه العام لتطور نسبة الكتلة العمرانية ونسبة الزراعة وتطور الجزيرة الحرارية الكلية بالنسبة للظهير الزراعي

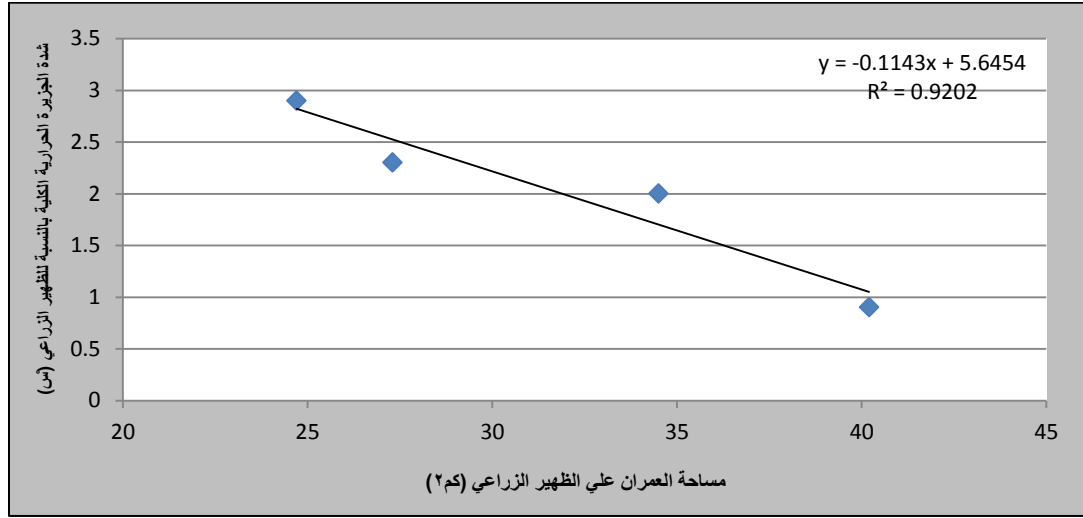
يتضح من الشكل السابق أن:

تأخذ الأراضي الزراعية الاتجاه الهابط حيث تتناقص مساحتها عبر فترات الدراسة على الظهير الزراعي، وهو اتجاه متوافق مع الاتجاه الهابط لشدة الجزيرة الحرارية الكلية بقوة ارتباط متوسطة بلغت (٠,٦٢) .

بينما اتخذ العمران الاتجاه الصاعد نتيجة زيادة العمران على الظهير الزراعي عبر فترات الدراسة وهو عكس اتجاه شدة الجزيرة الحرارية بمعنى أنه كلما زادت مساحة العمران على الظهير الزراعي ستخف مع شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة، وبلغت قوة الارتباط لهذا الاتجاه (٠,٦٢) أيضاً مثل انخفاض نسبة الزراعة .

الاتجاهات السابقة تعتبر واقعية جداً؛ حيث إنه بعد فترة من الزمن حينما تصل نسبة العمران على الظهير الزراعي مماثلة للمدينة ويصبح ضمن الكتلة العمرانية المتصلة أو يظل منفصلاً بمساحة ما عن المدينة ستختفي حينها الجزيرة الحرارية أي تساوي صفر نتيجة تساوي الظروف الطبيعية للظهير الزراعي

مع المدينة وهي انتشار الأسطح الحضرية، ولذلك تمت دراسة العلاقة بين تطور مساحة العمران وتطور شدة الجزيرة الكلية بالنسبة للظهير الزراعي كما في شكل (٢ - ٩).



المصدر: اعتماداً على بيانات جدولي (٢ - ٢)، (٢ - ٤)

شكل (٢ - ٩) خط الاتجاه بين مساحة العمران على الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية

حيث يتبين لنا وجود علاقة عكسية قوية بين تطور مساحة العمران وشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي بلغ معامل الارتباط بها (٠,٩٢) .

وهذا يعني أنه كلما زادت مساحة العمران على الظهير الزراعي كلما انخفضت شدة الجزيرة الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي، وتستمر هذه العملية حتي وصول العمران على الظهير الزراعي لحد معين، حينها سترتفع درجة حرارة الظهير الزراعي لتكون مماثلة للمدينة أو بمعنى آخر أن شدة الجزيرة الحرارية بالنسبة لتلك الظهير ستساوي صفراً، ويتحول الظهير الزراعي إلى عمران ربما يتصل أجزاء منه أو كله إلى كتلة المدينة المبنية.

اتضح لنا من خلال العرض السابق أن:

- الظهير الزراعي لم يوضح الوضع الحراري الصحيح للمدينة حيث انتشار العمران به أدى إلى تقارب درجات الحرارة بينه وبين مدينة الجيزة .
- كما اتضح مدي الانفجار العمراني الذي وصلت إليه المدينة في فترة الثلاثين عاماً الأخيرة سواء للكتلة العمرانية المتصلة أو المنفصلة حيث بلغ الإجمالي الكلي لتطور العمران بالنسبة للمدينة

والظهير الزراعي (٨٢,٢ كم ٢، ٨٨,٦ كم ٢، ١١٢ كم ٢، ١٢١ كم ٢) خلال فترات الدراسة (١٩٨٤، ١٩٩٠، ٢٠٠٣، ٢٠١٤) على الترتيب، بناءً على جدولي (٢-٣)، (٢-٤)، وما تبع هذا التطور من زيادة الأسطح العمرانية وما يترتب عليها من تطور الكثافة المرورية وزيادة الأنشطة البشرية الأخرى والتي تؤدي لزيادة شدة الجزيرة الحرارية للمدينة .

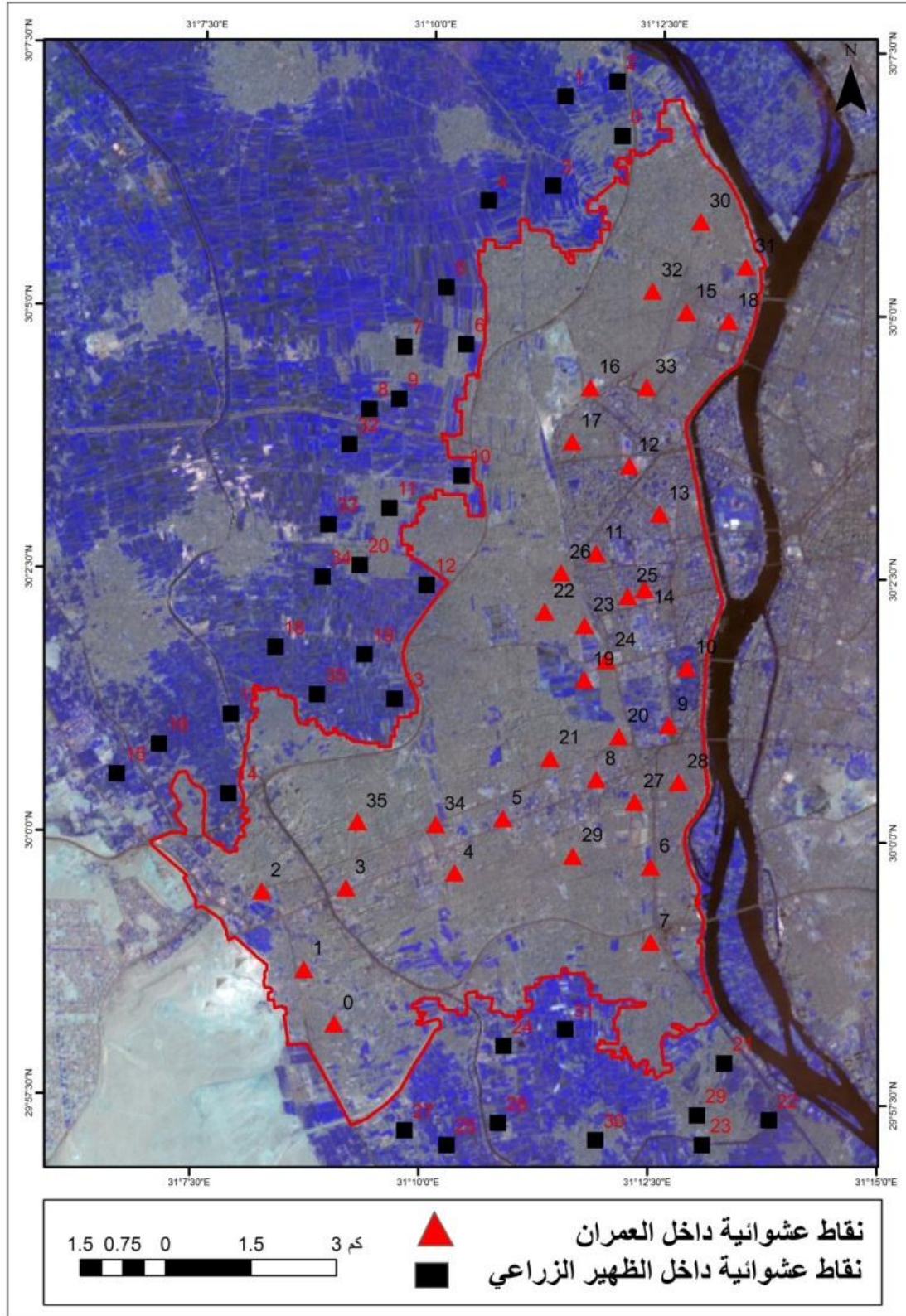
(٢-٤) تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة والظهير الزراعي

بعد أن اتضح الوضع العمراني للظهير الزراعي وللمدينة وتبين لنا مدي النمو العمراني الذي شهدته المدينة، إذن ما هو الوضع الحراري لمدينة الجيزة؟ وكيف تطور؟ وما هو الوضع الحالي؟ كلها أسئلة يمكننا الإجابة عنها من خلال دراسة درجة الحرارة السطحية للمدينة كما سيتضح فيما يلي:-

من أجل الوصول إلى طريقة تبين لنا الوضع الحراري للمدينة والظهير الزراعي وذلك لفهم الوضع الحراري الفعلي الذي وصلت إليه المدينة تم التوافق على عمل مجموعة من النقاط العشوائية داخل المدينة والظهير الزراعي لها؛ بحيث تكون هذه النقاط ثابتة في الأربع سنوات الممثلة لفترات الدراسة السابقة، ومن أجل الوصول إلى نقاط ثابتة داخل المدينة حتي يتم تمثيلها في الأربع مرئيات؛ تم وضعها في الكتلة العمرانية القديمة أي في حدود الكتلة العمرانية لعام ١٩٨٤ بحيث تكون ممثلة لكل الغطاءات الأرضية بها من عمران ومساحات خضراء، بينما الأمر بالنسبة للظهير الزراعي كان صعباً شيئاً ما نتيجة تطور المدينة على الظهير الزراعي خلال الفترات السابقة، ولذلك تم الاعتماد على حد الكتلة العمرانية للمدينة عام ١٩٨٤ وحد الكتلة العمرانية للمدينة عام ٢٠١٤، وتم توزيع النقاط في تلك المنطقة التي تمثل التقاطع بينهما وذلك لضمان ثبات النقاط في كل الفترات كما في شكل (٢-١٠) .

ومن خلال عملية المعايرة الرديومترية للقناة الحرارية السادسة بمرئيات (Landsat 7 TM) للفترات (١٩٨٤، ١٩٩٠، ٢٠٠٣) والقناة الحرارية العاشرة لمرئية (Landsat 8) لعام (٢٠١٤) والتي تم استنتاج درجات الحرارة السطحية بها من قبل، واعتماداً على برنامج (Arc GIS 10.1) تم إيجاد القيم الحرارية لعدد ٧٠ نقطة منهم ٣٥ نقطة داخل المدينة و ٣٥ نقطة على الظهير الزراعي.

كما تم إيجاد مؤشر التباين النباتي (NDVI) للأربعة مرئيات كما في شكل (٢-٤) ومن خلال نفس الطريقة التي تم إيجاد بها القيم الحرارية للنقاط تم إيجاد قيمة مؤشر التباين النباتي لكل نقطة على الظهير الزراعي كما هو موضح بجدول (٢-٥)



المصدر: اعتماداً على الموقع الجغرافي للنقاط العشوائية بجدول (٢ - ٥)

شكل (٢ - ١٠) مواقع النقاط العشوائية التي تم الاعتماد عليها في دراسة تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة وظهيرها الزراعي

جدول (٢-٥) درجة الحرارة السطحية بالمدينة والنطاق الزراعي "نقاط بطريقة عشوائية"

2014			2003			1990			1984			Year id
Agri ndvi	city	Agriculture	Agri ndvi	city	Agriculture	Agri ndvi	city	Agriculture	Agri ndvi	city	Agriculture	
0.10	36.0	36	0.02	36.7	36.7	0.03	32.8	34.4	0.02-	42.1	44.4	0
0.28	35.0	34.4	0.25	36.4	31.6	0.29	32.4	28.7	0.35	41.7	34.4	1
0.24	35.8	34.5	0.31	34.0	32.4	0.25	30.8	31.6	0.25	39.5	36.7	2
0.35	35.6	33.7	0.32	36.4	33.6	0.32	33.2	31.6	0.27	41.7	36.4	3
0.39	34.6	32.7	0.34	36.0	32.8	0.28	33.6	28.3	0.33	43.6	35.2	4
0.13	35.2	34.9	0.19	37.1	34.0	0.19	34.0	29.9	0.23	42.5	37.5	5
0.23	35.5	35.4	0.06	36.4	34.4	0.24	32.0	31.6	0.12	41.0	41.0	6
0.11	34.7	36.4	0.02	35.2	36.7	0.03	32.4	34.4	0.04-	36.7	44.0	7
0.34	34.8	32.4	0.22	36.4	34.0	0.26	32.4	31.6	0.22	40.6	37.9	8
0.25	34.1	34.4	0.13	36.0	34.4	0.15	31.6	30.3	0.05	39.1	39.1	9
0.38	31.8	33.3	0.11	33.2	34.4	0.06	29.5	30.8	0.22	35.6	37.5	10
0.08	34.1	35.5	0.15	34.8	35.6	0.19	31.6	32.8	0.11	39.5	41.7	11
0.09	35.8	33.4	0.24	36.7	32.0	0.17	33.2	30.3	0.10	41.0	35.2	12
0.37	34.5	34.4	0.22	35.6	32.8	0.31	32.4	29.5	0.24	39.5	35.6	13
0.24	33.6	33.9	0.27	34.0	32.8	0.24	31.2	28.7	0.04	37.9	36.0	14
0.24	36.0	32.1	0.16	36.7	34.0	0.22	32.8	28.7	0.26	40.6	34.8	15
0.28	38.1	32.4	0.23	37.1	31.6	0.24	36.4	27.9	0.23	45.1	34.4	16
0.21	35.8	34.7	0.23	35.2	32.4	0.23	32.0	28.7	0.14	39.8	39.5	17
0.23	34.2	34.4	0.22	35.6	33.6	0.20	32.0	30.3	0.24	41.4	35.2	18
0.19	33.7	34.8	0.22	37.5	33.6	0.25	35.2	29.9	0.19	39.8	34.8	19
0.08	35.0	34.4	0.01-	36.4	36.4	0.19	33.6	31.2	0.32	41.0	37.5	20
0.27	35.2	33.5	0.22	36.0	34.0	0.16	32.4	27.9	0.07	41.7	35.2	21
0.21	35.5	32.3	0.35	36.7	31.6	0.25	33.6	27.9	0.11	42.5	36.7	22
0.22	35.9	34.3	0.07	36.0	35.6	0.16	32.8	32.0	0.10	41.0	39.1	23
0.09	36.1	36.2	0.13	36.4	34.8	0.20	33.6	29.5	0.17	41.0	39.8	24
0.15	34.2	34.9	0.31	34.8	33.6	0.28	33.2	30.8	0.25	39.1	38.7	25
0.12	36.3	35.4	0.34	36.7	34.0	0.16	33.6	30.8	0.19	40.6	37.1	26
0.22	34.0	35.7	0.25	35.2	32.4	0.28	31.2	29.5	0.23	39.1	36.0	27
0.14	35.2	36.4	0.02	37.1	37.5	0.05	33.6	32.8	0.01	42.1	40.6	28
0.08	34.9	35.7	0.01-	36.0	36.7	0.02	32.4	32.8	0.01-	41.0	41.0	29
0.10	35.0	35.6	0.00	36.0	36.4	0.03	32.4	33.6	0.02-	41.4	43.6	30
0.10	37.8	33.1	0.12	39.5	34.8	0.34	34.8	29.1	0.05-	43.6	43.2	31
0.36	36.2	32.4	0.17	36.4	33.6	0.24	32.4	29.5	0.15	40.6	38.3	32
0.12	35.7	34.9	0.05	37.1	32.8	0.09	33.6	32.0	0.32	41.4	39.5	33
0.22	34.1	35.4	0.21	35.2	33.2	0.14	31.6	30.8	0.07	41.0	39.1	34
0.10	35.0	35	0.08	35.6	32.8	0.25	30.3	29.9	0.26	41.7	36.4	35

المصدر: من خلال التوزيع العشوائي لبعض النقاط وإيجاد القيمة الحرارية لها اعتمادًا على المرئيات الفضائية "تم توضيح الاحداثيات

للكات بمالحق ٤"

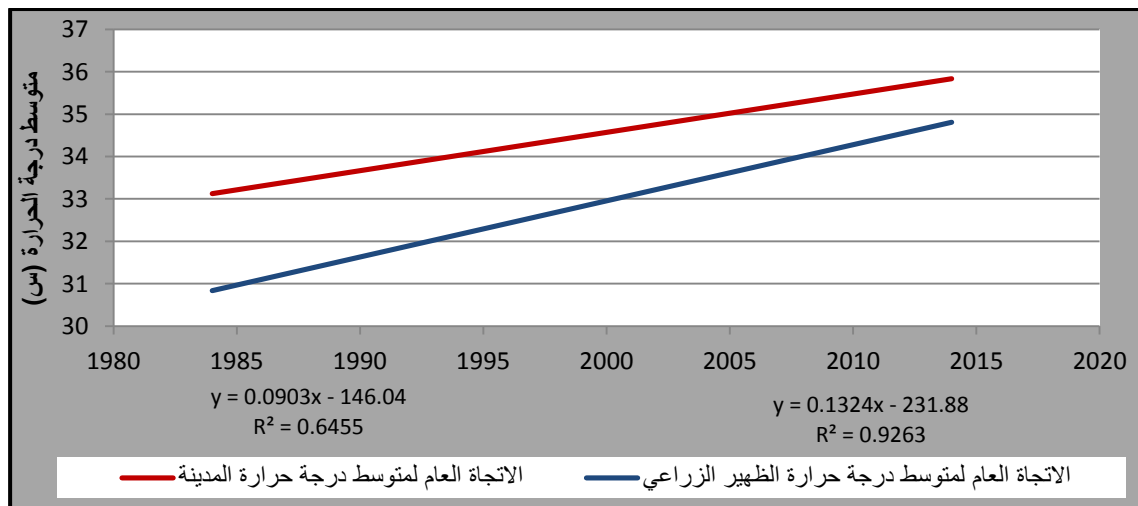
وفيما يلي عرض تفصيلي لتطور درجات الحرارة السطحية وعلاقتها بمؤشر التباين النباتي

(٢ - ٤ - ١) تطور درجة الحرارة بالمدينة والظهير الزراعي

من خلال بيانات جدول (٢ - ٥) تم إيجاد الاتجاه العام بناء على معادلة خط الانحدار لكل من درجة الحرارة السطحية بالمدينة والظهير الزراعي كما هو بالشكل (٢ - ١١).

يتضح لنا من خلال الشكل (٢ - ١١) أن:

الاتجاه العام لدرجة الحرارة السطحية بالنسبة للمدينة يتزايد بمعدل (٠,١١ س) لكل فترة عن التي تسبقها بقوة ارتباط طردية بلغت (٠,٥٤) أي متوسطة، بينما يرتفع هذا المعدل بالنسبة لدرجة الحرارة السطحية للظهير الزراعي ليصل إلى (٠,١٦ س) لنفس الفترات السابقة وبقوة ارتباط طردية بلغت (٠,٨٦) أي قوية، وهذا يعني أن خلال فترات الدراسة ارتفعت درجة حرارة المدينة والظهير الزراعي معاً ولكن بفارق حراري بلغ (٠,٥ س) لصالح الظهير الزراعي وهذا ما أدّى إلى تناقص شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي. كما نلاحظ أيضاً أن الفارق بين خطي الاتجاه عند البداية يفوق الفارق عند نهاية الخطين بمقدار يساوي تقريباً الفارق بين شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي خلال عامي (١٩٨٤، ٢٠١٤) وهو ما يدعم أن ارتفاع حرارة الظهير الزراعي هو الأساس في تناقص شدة الجزيرة الحرارية.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٢ - ٥)

شكل (٢ - ١١) الاتجاه العام لمتوسط درجة الحرارة في المدينة والظهير الزراعي خلال فترة الدراسة

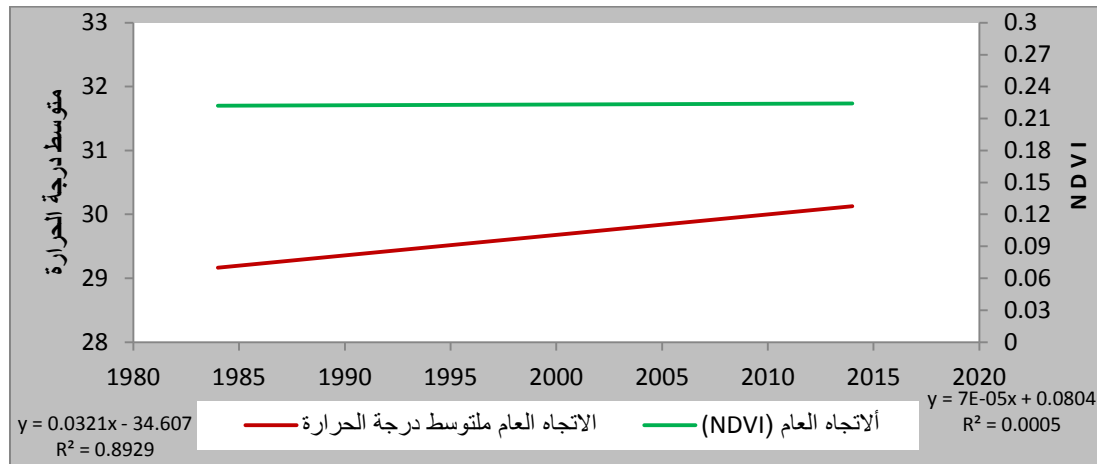
إذ تمت إضافة معدل الزيادة في درجة الحرارة السطحية لشدة الجزيرة الحرارية يمكننا معرفة الوضع الحراري للمدينة مع فرضية ثبات الظهير الزراعي وبالتالي تكون شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة على هذه الفرضية (٢,٩° ، ٣,١° ، ٣,١٢° ، ٣,٢٣° س) خلال الفترات (١٩٨٤، ١٩٩٠، ٢٠٠٣، ٢٠١٤) على الترتيب، وهي قيم غير واقعية حيث لم يتم المقارنة مع ظهير لمعرفة الوضع الحراري ولكنها على الأقل صورة قريبة للوضع الحراري للمدينة .

(٢ - ٤ - ٢) مؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) وعلاقته بتطور درجة الحرارة السطحية على الظهير الزراعي

يعبر مؤشر التباين النباتي (Index Normalized Difference Vegetation(NDVI عن مدي الاخضرار النباتي أو إلى أي مدي يتمتع بالنضارة، وهو من أهم المؤشرات النباتية التي تكشف مدي اخضرار النباتات وما يتمتع به الغطاء النباتي من رطوبة لمعرفة أثر ذلك على درجة الحرارة السطحية للظهير الزراعي، وتتراوح قيمة هذا المؤشر بين (١ : -١) حيث تشير القيم الموجبة للمناطق كثيفة النبات وتشير القيم السالبة لمناطق التربة المكشوفة والأسطح غير المزروعة.

تم حساب مؤشر التباين النباتي من خلال مرئيات (Landsat 7 TM) لفترات الدراسة اعتماداً على عدة دراسات من أهمها (Yuan, F . & Bauer, M . E ., 2007) و(وليد عباس، ٢٠١٣) وتم حساب مؤشر التباين النباتي من مرئيات (Landsat8) كما سيتم ذكره في الأساليب الحديثة المستخدمة في تحديد الجزيرة الحرارية بالفصل الثالث.

فمن خلال جدول (٢ - ٥) الذي يوضح تطور درجة الحرارة بالمدينة والظهير الزراعي تم إيجاد قيم مؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) للنقاط الخاصة بالظهير الزراعي لمعرفة الاتجاه العام لطبيعة الغطاء النباتي بالظهير الزراعي لمدينة الجيزة، وبناءً على هذه البيانات تم عمل الاتجاه العام لمؤشر التباين النباتي النسبي كما في الشكل (٢ - ١٢) وتم ربطه بالاتجاه العام لمتوسط درجة حرارة الظهير الزراعي لمعرفة وتوضيح العلاقة بينهما بشكل أفضل .



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (٢-٥)

شكل (٢-١٢) الاتجاه العام لمتوسط درجة الحرارة بالظهير الزراعي وعلاقته بالاتجاه العام لمؤشر التباين النباتي النسبي

يتضح لنا من القراءة التحليلية للشكل السابق أن كلا الاتجاهين لمؤشر (NDVI) ومتوسط درجة حرارة الظهير الزراعي يأخذان الاتجاه الصاعد، بينما يتغير الاتجاه العام لمؤشر (NDVI) بشكل أسرع من متوسط درجة الحرارة .

تناولت عدة دراسات العلاقة بين مؤشر التباين النباتي النسبي ودرجة الحرارة السطحية بالظهير الزراعي ونذكر منها دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣) حيث كانت العلاقة بينهما عكسية بقوة ارتباط بلغت (-٠,٩٥١) بمعنى أنه كلما قلت درجات الحرارة كان نتيجة لزيادة مؤشر التباين النباتي أي زيادة في اخضرار ونضارة الظهير الزراعي، وجدير بالذكر أن هذه الدراسة كانت على مرئيات (Landsat7 ETM+) لعام ٢٠٠٢ في نطاق القاهرة الكبرى، كما أكدت دراسة (Yves, J ., José A . S ., Wout V) (2006) في وسط أوروبا وشمال إفريقيا والشرق الأوسط على العلاقة العكسية بين تطور درجات الحرارة السطحية ومؤشر (NDVI) من خلال دراسة عشر مرئيات (AVHRR) خلال الفترة من ١٩٨٢ حتي ١٩٩٠ كما لاحظ خلال دراسته أن وسط وشمال أوروبا يميل للبرودة عبر فترات الدراسة بينما تميل منطقة شمال إفريقيا للتصحر وارتفاع درجات الحرارة بها وأرجع سبب ذلك إلى التغيرات المناخية والأنشطة البشرية "التحضر" .

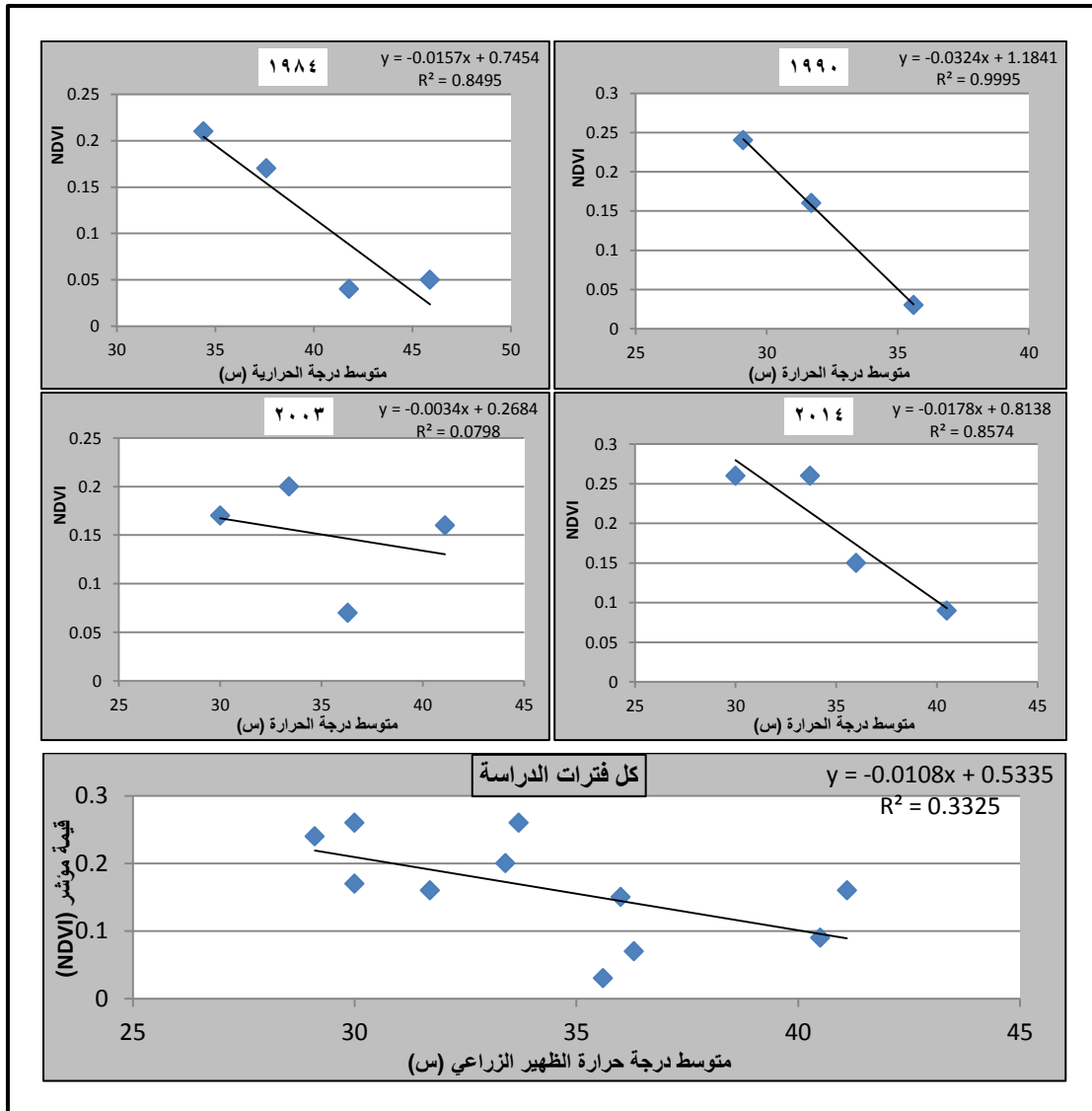
ولكن السبب الرئيسي وراء تطور درجة الحرارة السطحية ومؤشر التباين النباتي النسبي بالنطاق الزراعي واتخاذهما هذا الاتجاه هو :

- بالنسبة لدرجة الحرارة السطحية وهو كما تم ذكره من قبل نتيجة ارتفاع نسبة العمران بالظهير الزراعي واتخاذها نفس الاتجاه تقريباً.
 - أما مؤشر التباين النسبي فهو بسبب نضرة واخضرار النبات فعلياً حيث إن التحول في الزراعي الذي تبع عملية التحضر بالمدينة أدى إلى تغير أنماط الزراعة فمعظم المناطق المجاورة للمدينة أصبح ملاكها يفضلون زراعة الخضر والمحاصيل الحقلية والذرة وهو ما لوحظ أثناء الدراسة الميدانية بالظهير الزراعي.
 - يتضح الاتجاه الصاعد لمؤشر التباين النباتي عند دراسة شكل (٢- ١٤) والتي توضح فعلياً حدوث زيادة في اخضرار ونضرة النباتات أدى إلى ارتفاع قيم المؤشر عبر فترات الدراسة .
- ومن أجل التعرف بصورة أوضح على العلاقة السابقة تم تقسيم درجات الحرارة السطحية للظهير الزراعي والتي تم الحصول عليها مسبقاً من المرئيات الفضائية كما في شكل (٢- ١) اعتماداً على برامج نظم المعلومات الجغرافية لخمس فئات حرارية متساوية بفارق (٥°س) لكل فئة عن التي تليها وإيجاد متوسط درجة الحرارة في كل فئة وكذلك متوسط قيم مؤشر التباين النباتي (NDVI) وتمت هذه العملية على كل فترات الدراسة كما في جدول (٢- ٦) وبناء على النتائج التي تم عرضها في هذا الجدول تم عمل علاقة الانحدار بين متوسط درجة الحرارة للفئات الحرارية ومؤشر التباين النباتي النسبي لها لكل سنة على حدة لمعرفة قوة الارتباط بينهما، كما تم عمل العلاقة بين كل المتوسطات لكل فترات الدراسة مع قيم مؤشر التباين النباتي النسبي كما في شكل (٢- ١٣) .

جدول (٢- ٦) العلاقة بين درجة الحرارة السطحية ومؤشر التباين النباتي لفترات الدراسة

السنة	عام ١٩٨٤	عام ١٩٩٠	عام ٢٠٠٣	عام ٢٠١٤
القيمة الفئة	متوسط درجة الحرارة (س) مؤشر التباين النسبي NDVI	متوسط درجة الحرارة (س) مؤشر التباين النسبي NDVI	متوسط درجة الحرارة (س) مؤشر التباين النسبي NDVI	متوسط درجة الحرارة (س) مؤشر التباين النسبي NDVI
أقل من ٣٠°س	-	-	٠,٢٤	٠,٢٦
٣٠ - ٣٥°س	٣٤,٤	٣١,٧	٠,١٦	٠,٢٦
٣٥ - ٤٠°س	٣٧,٦	٣٥,٦	٠,٠٣	٠,١٥
٤٠ - ٤٥°س	٤١,٨	-	-	٠,٠٩
أعلى من ٤٥°س	٤٥,٩	-	-	-

المصدر: التحليل النطاقي Zonal Analysis في نظم المعلومات الجغرافية لكل من درجة الحرارة ومؤشر التباين النباتي



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (٢-٦)

شكل (٢-١٣) العلاقة بين درجة الحرارة السطحية ومؤشر التباين النباتي لفترات الدراسة

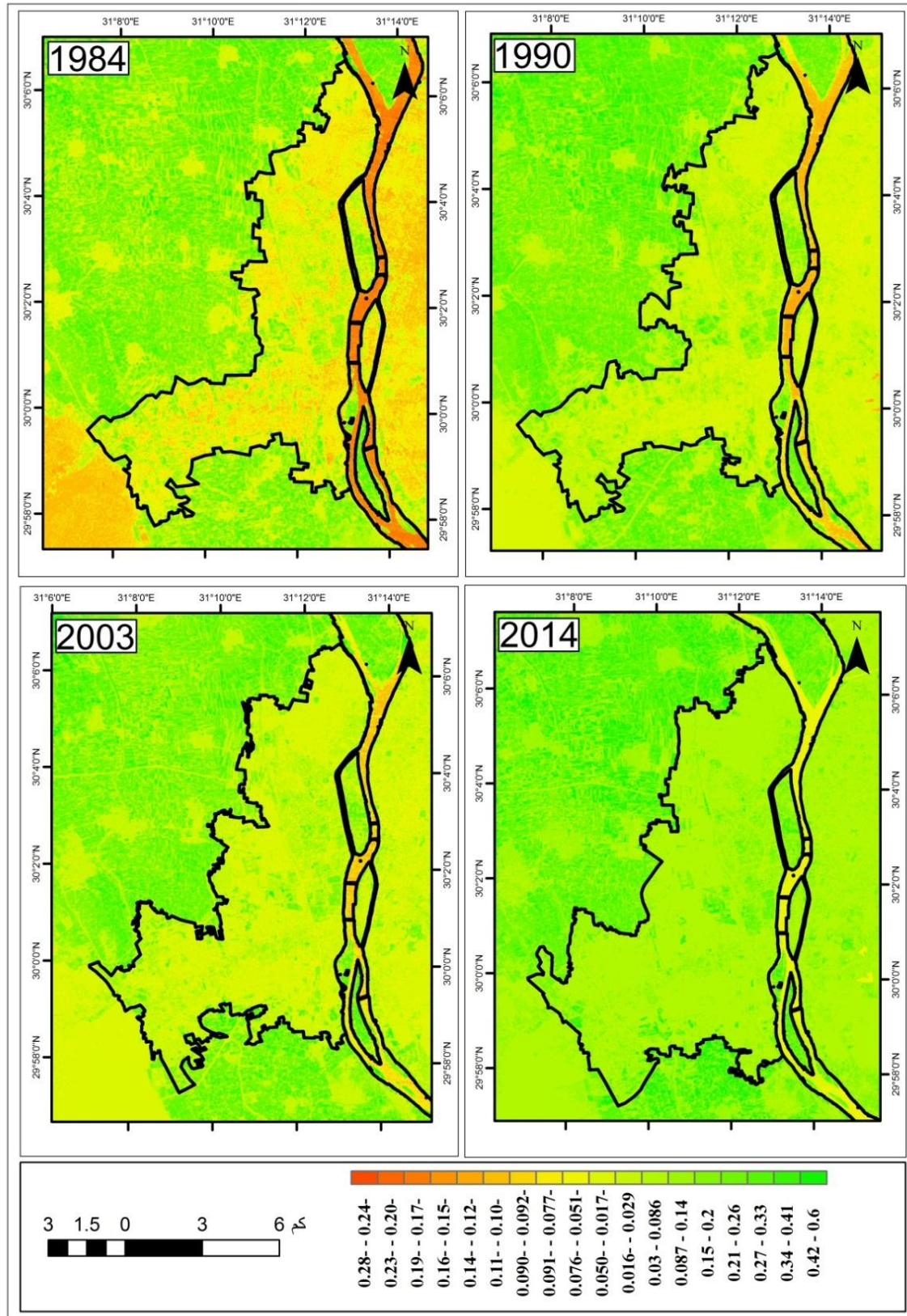
وبناء على الأشكال السابقة للعلاقة بين متوسط فئات درجة الحرارة في الظهير الزراعي ومؤشر

التباين النباتي النسبي لها وجد أنها:

- تمثل العلاقة بين متوسط درجة الحرارة ومؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) علاقة عكسية؛ تباين قوتها ما بين الارتباط البسيط كما في عام ٢٠٠٣ والاقتراب إلى الارتباط التام كما في عام ١٩٩٠، بينما بلغ قوة الارتباط لتلك الفترات (٠,٣٣٢٥) وهي ضعيفة نظراً لتأثير عام ٢٠٠٣

عليها في حين أنه لو تم استبعاد هذا العام من العلاقة ستصبح قوة الارتباط (٠,٩٠٢) وهي علاقة قوية وأقرب إلى نتائج الدراسات سابقة الذكر .

- إذن يمكننا القول إن درجة اخضرار ونضارة الغطاء النباتي بالظهير الزراعي يتحكم بدرجة كبيرة في درجة الحرارة السطحية للظهير الزراعي، ولكن نتيجة النمو العمراني على الظهير الزراعي أدّى إلى ارتفاع درجة الحرارة على الرغم من اخضرار المساحات الخضراء به .
- الاتجاه الصاعد لمؤشر التباين النباتي في شكل (٢- ١٢) وقوة العلاقة كما في الأشكال السابقة تتوافق مع دراسة (Arone, K . , and others 2009) في أمريكا الشمالية وكندا حيث أكد أنه مع تغير الغطاء النباتي من أشجار إلى حشائش ومزروعات حقلية في فصل الصيف ترتفع معها قيمة مؤشر التباين النباتي وذلك لزيادة التفاعل بين الإشعاع الشمسي والغطاء الأخضر الكثيف في الخضر والحشائش مما ينعكس على قيمة مؤشر التباين النباتي بالارتفاع، وكانت العلاقة بين مؤشر التباين النباتي ودرجة الحرارة السطحية عكسية وبقوة ارتباط مقاربة لحد ما مع هذه الدراسة.



المصدر: من خلال حساب NDVI اعتماداً على المرئيات الفضائية لفصل الصيف في فترات ادراسة المختلفة

شكل (٢ - ١٤) تطور مؤشر التباين النباتي النسبي لفصل الصيف في فترات الدراسة المختلفة

(٢- ٥) تطور الجزيرة الحرارية في المستقبل بالنسبة للظهير الزراعي.

بعد الانتهاء من دراسة تطور شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة خلال الفترة من ١٩٨٤ إلى ٢٠١٤ فمن المهم أيضاً معرفة مستقبل الجزيرة الحرارية بالنسبة لذلك الظهير المحدد بمسافة ٣ كم من الحد الخارجي للمدينة في عام ٢٠١٤، خاصة الظهير الزراعي، فالزحف العمراني على الأراضي الزراعية يعتبر هو المتحكم الرئيس في درجة حرارة الظهير الزراعي وتطورها ولذلك ستنم دراسة مستقبل شدة الجزيرة الحرارية بالنسبة للظهير الزراعي على مرحلتين:

- **المرحلة الأولى:** تتمثل في دراسة تطور العمران في المستقبل، وتحديد نسبة العمران التي عندما يصل إليها الظهير الزراعي تكون فارق شدة الجزيرة الحرارية تساوي صفراً، بمعنى آخر عندما تكون درجة حرارة الظهير الزراعي مساوية لدرجة حرارة المدينة نتيجة لتشابه الأسطح الحضرية بينهما
- **المرحلة الثانية:** وفيها تتم معرفة التوقيت الذي ستطغى إليه مساحة العمران على الظهير الزراعي عندما تكون شدة الجزيرة الحرارية تساوي الصفر، أي متي سيتحول الظهير الزراعي إلى أسطح حضرية تشبه المدينة .

فمن خلال معادلة خط الانحدار يمكن استخلاص النتائج المطلوبة في المرحلتين السابقتين، فالانحدار أسلوب بسيط يمكننا من خلاله تقدير أحد المتغيرات بمعلومية متغير آخر .

$$y = a + bx$$

a = ثابت الانحدار أو الجزء المقطوع من محور y

b = ميل الخط المستقيم أو معامل انحدار y على x

ومن خلال معادلة الانحدار يمكننا استخراج أي من المتغيرات بمعلومية الآخر كما يلي:

$$bx = y - a$$

$$X = (y - a)/b$$

- **المرحلة الأولى:** من خلال معادلة خط الانحدار شكل (٢- ٩) والتي توضح علاقة الانحدار بين مساحة العمران على الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية لذلك الظهير والتي كانت على الشكل التالي:

$$y = -0.1143x + 5.6454$$

بالتعويض في تلك المعادلة يمكننا إيجاد قيمة (x) والتي تشير إلى نسبة العمران على الظهير الزراعي عندما تكون شدة الجزيرة الحرارية تساوي الصفر (y= 0)

$$x = (0 - 5.6454)/-0.1143 = 49.4$$

وهذا يعني أنه عندما تصل نسبة العمران بالظهير الزراعي إلى ٤٩,٤ % أي عندما تكون مساحة العمران على الظهير الزراعي ٤٤,٦ كم^٢ ستكون شدة الجزيرة الحرارية للمدينة تساوي الصفر، بمعنى آخر سيكون الظهير الزراعي مماثل تمامًا للمدينة من حيث الحرارة السطحية ولا يصبح هناك فارق بينهما نظراً لتشابه الأسطح الحضرية، ولكن متى سيصل العمران لهذه النسبة؟ هذا ما يمكننا إجابته في المرحلة الثانية .

■ **المرحلة الثانية:** أتضح من خلال المرحلة الأولى أنه عندما تصل مساحة العمران على الظهير الزراعي إلى ٤٤,٦ كم^٢ حينها سيتحول إلى جزء من المدينة، في حين أنه في عام ٢٠١٤ بلغت مساحه العمران على الظهير الزراعي ٣١,٢ كم^٢ (جدول ٢-٤) وهذا يعني أن حجم الزيادة في العمران التي عندما يحققها سيتحول الظهير الزراعي لأسطح حضرية مثل المدينة تبلغ (١٣,٤ كم^٢)، لمعرفة التوقيت الذي ستصل اليه نسبة الزيادة في العمران (١٣,٤ كم^٢) تم عمل ثلاثة سيناريوهات على حسب معدلات النمو العمراني السنوية بين الفترات (١٩٨٤ - ١٩٩٠)، (١٩٩٠ - ٢٠٠٣)، (٢٠٠٣ - ٢٠١٤) كما في جدول (٢-٧)، تم حساب معدل النمو السنوي للعمران على حسب المعادلة التالية

$$((U2-U1/U1)*100)/T$$

حيث U1 مساحة العمران في السنة الأولى، U2 مساحة العمران في السنة الثانية، T الزمن بين الفترتين.

جدول (٢-٧) سيناريوهات النمو العمراني على الظهير الزراعي

المؤشر	السيناريو	الفترة ١٩٨٤ - ١٩٩٠	الفترة ١٩٩٠ - ٢٠٠٣	الفترة ٢٠٠٣ - ٢٠١٤
سيناريو A	سيناريو B	سيناريو C		
معدل النمو العمراني السنوي كم ^٢ /سنة	١,١ كم ^٢	٢,٠٣ كم ^٢	١,٤ كم ^٢	
الفترة (عام) المطلوبة لوصول حجم العمران على الظهير الزراعي ٤٤,٦ كم ^٢	١٢,٢	٦,٦	٩,٦	
التوقيت من عام ٢٠١٤	٢٠٢٦,٢	٢٠٢٠,٦	٢٠٢٣,٦	

المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٢-٣)، (٢-٤)

من خلال جدول (٢-٧) يتضح أن هناك ثلاثة سيناريوهات بفارق زمني (٣ سنوات) تقريباً بينهم على حسب معدلات النمو العمراني للمدينة والعمران على الظهير الزراعي، كما يتضح أن السيناريو (C) في الفترة (٢٠٠٣-٢٠١٤) يعتبر هو الوسط بين كل السيناريوهات بمعدل نمو عمراني بلغ ١,٤ كم/سنة.

وهذا يعني أنه خلال عشره اعوام تقريباً في عام ٢٠٢٣ سيتحول الظهير الزراعي إلى أسطح حضرية، وحينها ستكون شدة الجزيرة الحرارية تساوي الصفر، وهو الأرجح .

كما وجد سيناريو متفائل جداً (A) وهو على حسب معدلات النمو في الفترة (١٩٨٤-١٩٩٠) والتي بلغت ١,١ كم/سنة، ويعني أنه خلال ١٢ عام في ٢٠٢٦ تقريباً سيتحول الظهير الزراعي إلى أسطح حضرية، وحينها ستكون شدة الجزيرة الحرارية تساوي الصفر.

بينما السيناريو (B) وهو متشائم جداً على حسب معدلات النمو خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٠٣) والتي بلغت ٢,٠٣ كم/سنة، ويعني أنه خلال ستة أعوام في ٢٠٢٠ تقريباً سيتحول الظهير الزراعي إلى أسطح حضرية، وحينها ستكون شدة الجزيرة الحرارية تساوي الصفر.

الخلاصة :-

- تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية موجبة بالنسبة لظهيرها الزراعي في كل فترات الدراسة بينما تمثل جزيرة سالبة لمدينة القاهرة في كل الفترات ما عدا عام ١٩٨٤ ولكن بفارق (٠,١ س) أي لا يوجد فارق حراري واضح بينهما، كما تمثل جزيرة حرارية سالبة في كل الفترات بالنسبة للظهير الصحراوي.
- مدي التباين بين شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة لمدينة القاهرة والظهير الصحراوي بين الانخفاض والارتفاع وعدم اتباعهما نفس الاتجاه لشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي أدى إلى عدم اليقين في نتائج شدة الجزيرة لهذا الظهير مما دعا إلى دراسته من حيث نمو العمران عليه ونمو العمران للمدينة ومؤشر التباين النباتي للظهير الزراعي .
- أدت دراسة النمو العمراني إلى عدة نتائج من أهمها حدوث انفجار عمراني للمدينة حيث زاد بمقدار يزيد على نصف مساحتها خلال ثلاثين عامًا، وكذلك الظهير الزراعي حيث زاد حجم العمران عليه لدرجة مماثلة تقريباً للمدينة.

- دراسة مؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) أكدت وجود علاقة عكسية بقوة ارتباط عالية (٠,٩٠٢) مع متوسط درجة الحرارة على الظهير الزراعي.
- دراسة الاتجاه العام لنمو العمران على الظهير الزراعي ومؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI) ومتوسط درجة الحرارة السطحية من خلال النقاط العشوائية أدت إلى تفهم حقيقة الوضع الحراري للظهير الزراعي، فعلي الرغم من ارتفاع مؤشر (NDVI) والذي يرتبط بعلاقة عكسية مع متوسط درجة الحرارة السطحية إلا أن العلاقة بين نمو العمران ودرجة الحرارة هي المؤثر الأول على ارتفاع درجة حرارة الظهير الزراعي حيث الانعكاس الحراري من الأسطح الحضرية أدى إلى ارتفاع متوسطات درجة الحرارة السطحية، على الرغم من اخضرار ونضارة الجزء المغطى بالنباتات بالظهير الزراعي .
- كل العوامل التي تمت دراستها تؤكد على نمو الأسطح الحضرية بالمدينة مما يدل على نموها حرارياً ولكن بسبب النمو العمراني على الظهير الزراعي وارتفاع حرارة الظهير الصحراوي نظراً لخصائصه الحرارية وتشابه مدينة الجيزة عمرانياً مع مدينة القاهرة جعل من الصعب التعرف على الاتجاه العام لشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة .
- وعلى رغم ما سبق فإن حتمية الموضع Site الجغرافي للمدينة أدى بنا لدراسة كل المناطق المحيطة بها حتي الحضرية منها، ويبقى الظهير الزراعي هو الملطف الأول لحرارة المدينة على ما يعانيه من تغيرات في تركيبه الحراري والطبيعي، وهذا ما دعا لدراسة شدة الجزيرة الحرارية للظهير الزراعي خلال فصول عام ٢٠١٤ للتعرف على الاختلافات الحرارية لشدة الجزيرة الحرارية خلال العام الواحد.

الفصل الثالث

الجزر الحرارية لمدينة الجيزة خلال عام ٢٠١٤

(٣ - ١) تمهيد

(٣ - ٢) شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة .

(٣ - ٢ - ١) شدة الجزيرة الحرارية لسطح الأرض .

(٣ - ٢ - ٢) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية .

(٣ - ٣) تركيب الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة .

(٣ - ٣ - ١) النمط العام لتركيب الجزيرة الحرارية .

(٣ - ٣ - ٢) الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة داخل مدينة الجيزة .

(٣ - ٣ - ٣) التباين الحراري لأقسام مدينة الجيزة .

(٣ - ١) تمهيد

تتعدد مصادر البيانات التي تعتمد عليها دراسة مناخ الحضر بين بيانات محطات الأرصاد الجوية والدراسة الميدانية والمرئيات الفضائية "خاصة الأشعة دون الحمراء الحرارية Thermal Infrared Remote Sensing"، وفي هذه الدراسة تم الاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat8 لعام ٢٠١٤ وذلك لدراسة شدة الجزيرة الحرارية السطحية .

يتناول هذا الفصل تحليلاً للجزيرة الحرارية السطحية خلال فصول السنة الأربعة، وبما أن درجة الحرارة السطحية هي المحدد الرئيسي لشدة الجزيرة الحضرية؛ فقد تم الاعتماد على بناء نموذج كارتوجرافي من خلاله تم استنتاج درجة حرارة الهواء اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض لدراسة شدة الجزر الحرارية للمظلة الحضرية في فصل الصيف كما تم الاعتماد على الدراسة الميدانية ومحطات الأرصاد الجوية أيضاً، كما تناول دراسة التركيب الحراري للمدينة والتباين المكاني لدرجات الحرارة، وبختم الفصل بعرض لتباين شدة الجزيرة الحرارية بين أقسام المدينة.

(٣ - ٢) شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة

اعتمد العمل بشكل رئيسي على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي landsat8 كمصدر للبيانات الحرارية لدراسة الجزر الحرارية لمدينة الجيزة لعام ٢٠١٤ . وتتميز مرئيات landsat8 بدقة مكانية ٣٠م ١٠٠ للفتحة الحرارية دون الحمراء "11 , 10 band" ويفضل استخدام "10 band" في هذه الدراسة لأنها الأفضل في دراسة المناطق الحارة (Yale Guide to Landsat 8 Image Processing)، ومن المعروف أن الدقة الزمنية للقمر landsat8 ١٦ يوم . وتمت عمليات الإدخال والمعالجة والإخراج باستخدام برامج الاستشعار عن بعد "5. ENVI، 2. ERDAS IMAGINE 9 وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية "10.1 ARCGIS" ويوضح جدول (٣ - ١) أهم المرئيات الفضائية التي تم الاعتماد عليها.

جدول (٣ - ١) المرئيات الفضائية التي تم الإعتماد عليها في دراسة شدة الجزيرة الحرارية بمدينة الجيزة عام ٢٠١٤

م	رقم المرئية		توقيت الالتقاط	نسبة السحب	الإستخدام في الدراسة
	Path	Row			
١	١٧٦	٣٩	٢٠١٤/٢/١١	٠,١٨	ممثلة لفصل الشتاء
٢			٢٠١٤/٤/١٦	٠,١٦	ممثلة لفصل الربيع
٣			٢٠١٤/٨/٢٢	٠,١٩	ممثلة لفصل الصيف
٤			٢٠١٤/٩/٢٣	٠,٣٤	ممثلة لفصل الخريف

المصدر: <https://lpdaac.usgs.gov/>

(٣ - ٢ - ١) شدة الجزيرة الحرارية السطحية

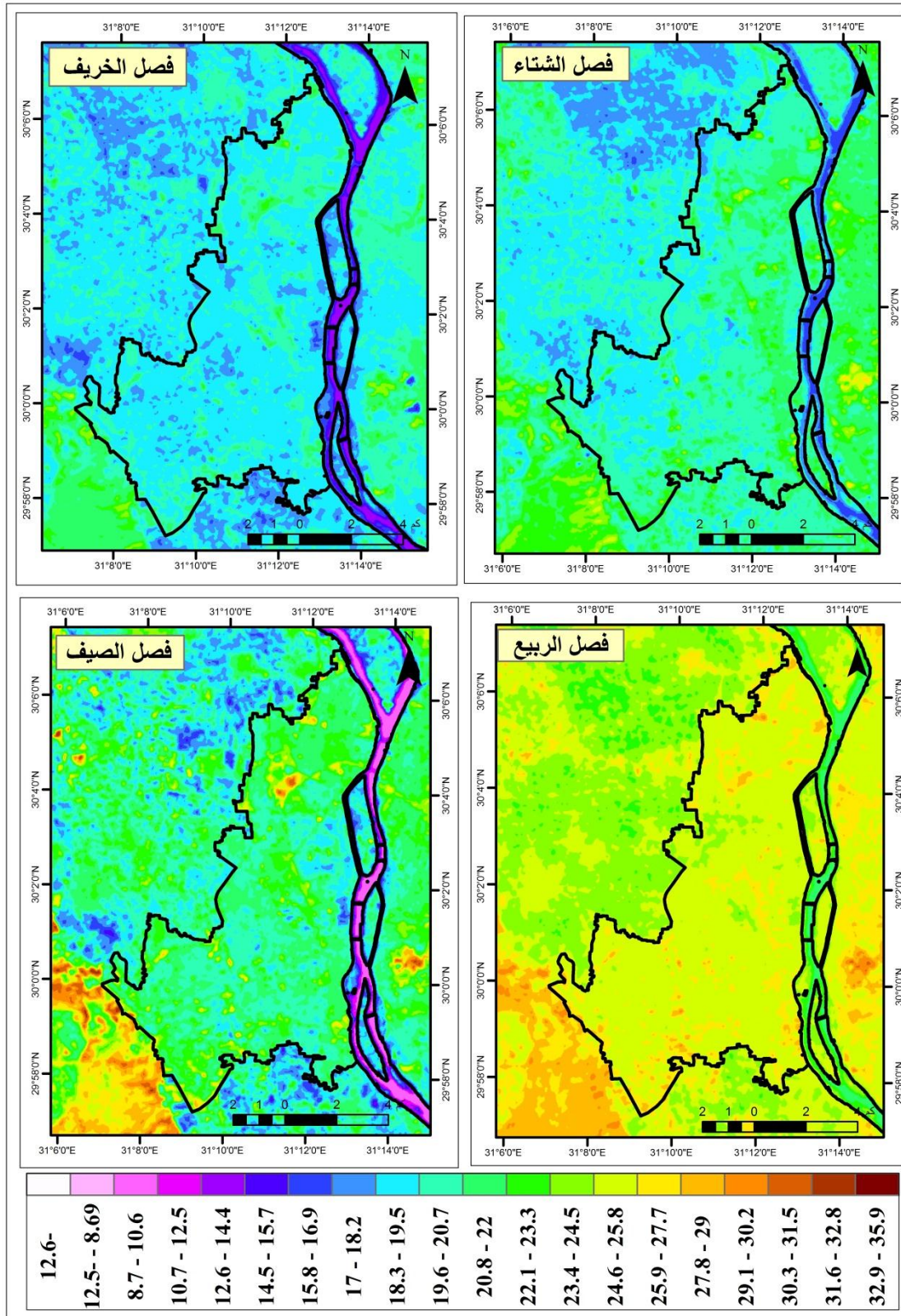
يقصد بشدة الجزيرة الحرارية السطحية بالفارق الحراري بين درجات حرارة سطح الأرض للمدينة والمناطق المحيطة بها (Kim, Y . & Baik, J ., 2005) والمتمثلة في الظهير الزراعي الواقع شمال غرب وغرب وجنوب منطقة الدراسة والظهير الصحراوي المتمثل في هضبة الأهرام ونقطة اتصالها بالكتلة العمرانية للمدينة عند قسم الأهرام، ومدينة القاهرة الواقعة على الجانب الآخر من نهر النيل شرق مدينة الجيزة. وتعتبر المرئيات الفضائية هي المصدر الأفضل للبيانات لدراسة هذا النوع من الجزر الحرارية وسيتم تناول شدة الجزيرة السطحية لمدينة الجيزة في توقيت النقاط تلك المرئيات الساعة ١٠:٢٤ صباحاً وذلك لأربع مرئيات ممثلة لفصول السنة الأربعة كما في جدول (٣ - ١). يعرض جدول (٣ - ٢) وشكل (٣ - ١) شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي لمدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها خلال النهار، وفيما يلي تحليل مفصل لشدة الجزيرة الحرارية للمدينة بالنسبة للمناطق المحيطة بها خلال الفصول الأربعة:

جدول (٣ - ٢) شدة الجزيرة الحرارية السطحية الكلية والقصوى لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق الزراعية والصحراوية وعمران مدينة القاهرة إثناء النهار من خلال اربعة مرئيات land sat8 ممثلة لفصول السنة الأربعة لعام ٢٠١٤

الغطاء الأرضي		درجة حرارة سطح الأرض (س)			شدة الجزيرة السطحية (س)		شدة الجزيرة السطحية (س)		شدة الجزيرة السطحية (س)	
		أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط	الكلية	القصوى	الكلية	القصوى	الكلية	القصوى
مرئية فصل الشتاء	عمران مدينة الجيزة	١٧,٣	٢٥,٩	٢٠,٣	٠,٧	٦,٣	٢,١-	٣,٥	١,١-	٤,٥
	الظهير الزراعي	١٦,٥	٢٤,٦	١٩,٦						
	الظهير الصحراوي	١٥,٨	٢٦,٤	٢٢,٤						
	عمران مدينة القاهرة	١٦,٤	٢٧,٣	٢١,٤						
مرئية فصل الربيع	عمران مدينة الجيزة	٢٤,٩	٣٦,٤	٣٠,٣	١,٨	٧,٧	٣,٥-	٢,٦	٠,٧-	٥,٤
	الظهير الزراعي	٢٤,٤	٣٧,٤	٢٨,٥٤						
	الظهير الصحراوي	٢٨,٦	٣٧,٩	٣٣,٨						
	عمران مدينة القاهرة	٢٣,٢	٣٨,٢	٣١,٠١						
مرئية فصل الخريف	عمران مدينة الجيزة	٢٦,٩	٣٥,٧	٣١,٤٩	٠,٤	٤,٦	٢,٨ -	١,٧٧	٠,٤ -	٣,٩
	الظهير الزراعي	٢٨,٢	٣٧	٣١,١٤						
	الظهير الصحراوي	٢٩,٩	٣٧	٣٣,٩٣						
	عمران مدينة القاهرة	٢٥,٩	٣٦,٨	٣١,٨٤						
مرئية فصل الصيف	عمران مدينة الجيزة	٢٩,٤	٤٠,٨	٣٥,٣	٠,٩	٦,٤	٣,٣-	٢,٢	٠,١-	٥,٤
	الظهير الزراعي	٢٩,٣	٤١,٤	٣٤,٤						
	الظهير الصحراوي	٣٣,٦	٤١,٦	٣٨,٦						
	عمران مدينة القاهرة	٢٨,٣	٤١,٠٦	٣٥,٤						

المصدر: عملية التحليل النطاقي Zonal Analysis بنظم المعلومات الجغرافية لدرجة حرارة سطح الأرض المحسوبة من اربعة مرئيات فضائية

ممثلة للفصول الاربعة لعام ٢٠١٤



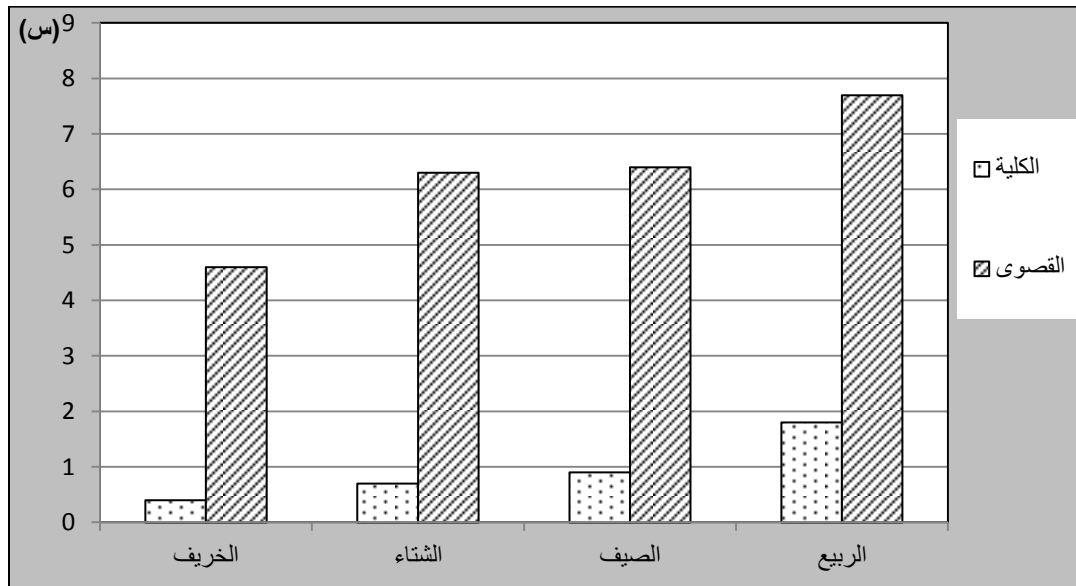
المصدر : عملية المعايرة الراديومترية للقناة الحرارية العاشرة لمريثيات (landsat8)

شكل (٣ - ١) درجة حرارة سطح الأرض (س) في مدينة الجيزة والمناطق المحيطة، اعتماداً علي مريثيات (landsat8) الممثلة للفصول الأربعة لعام ٢٠١٤ خلال النهار

(٣ - ٢ - ١ - أ) شدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي

يتضح أن مدينة الجيزة تمثل جزيرة حرارية موجبة بالنسبة للظهير الزراعي في كل فصول السنة فقد احتل فصل الربيع مقدمة فصول السنة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية بالنسبة للظهير الزراعي تلاه فصل الصيف بفارق (٠,٩ سُ) أي الضعف تقريباً ثم فصل الشتاء بفارق (١,١ °، ٠,٢ سُ) عن فصلي الربيع والصيف على الترتيب وأخيراً فصل الخريف بفارق (٠,٣ سُ) عن فصل الصيف، وتمثل ذلك الترتيب أيضاً بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية القصوي كما هو موضح بشكل (٣ - ٢)، ويرجع ارتفاع شدة الجزيرة الحرارية في فصل الربيع حيث أتى في صدارة فصول السنة الأربعة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي إلى صفاء السماء بالإضافة لما يشهده الظهير الزراعي من فترات نمو المحاصيل ومدي اخضرار النباتات ووفرة المياه المستخدمة في الري؛ كل هذه العوامل مجتمعة أدت إلى انخفاض متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي عن المدينة، فضلاً عن زيادة النشاط البشري في هذا الفصل بمنطقة الدراسة والمناطق الشرقية منها (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٧٣) بينما يختلف الوضع تمام بالنسبة لفصل الخريف حيث يظهر نشاط السحابة السوداء بسبب عملية حرق قش الأرز بالظهير الزراعي مما يؤثر على متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي فتكون مرتفعة عن متوسط درجة حرارة فصل الربيع، ولكن لسيادة السحابة السوداء على كل من المدينة وظهيرها الزراعي أدّى إلى عدم وجود فارق حراري كبير بينهم؛ وعليه انخفضت شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي .

نجد أن الفرق بين فصلي الشتاء والصيف لا يتعدى (٠,٢ سُ) وقد تقدم فصل الصيف - فصل الحرارة الرئيسي - عن الشتاء وهو ما يتوافق مع النمط الفصلي لشدة الجزيرة الحرارية لمدن تقع في نفس عروض منطقة الدراسة تقريباً مثل (إيلات، تل أبيب) وكذلك لمدن تقع في العروض الباردة مثل (نيويورك، وسان لويس) (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٧٩)، ويرجع السبب الرئيسي لتقدم فصل الصيف عن الشتاء في زيادة الطلب على استهلاك الطاقة من أجل تبريد الجو نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وعلى العكس تماماً فإن اعتدال طقس الشتاء يقلل بشكل رئيسي من استهلاك الطاقة بغرض التدفئة .



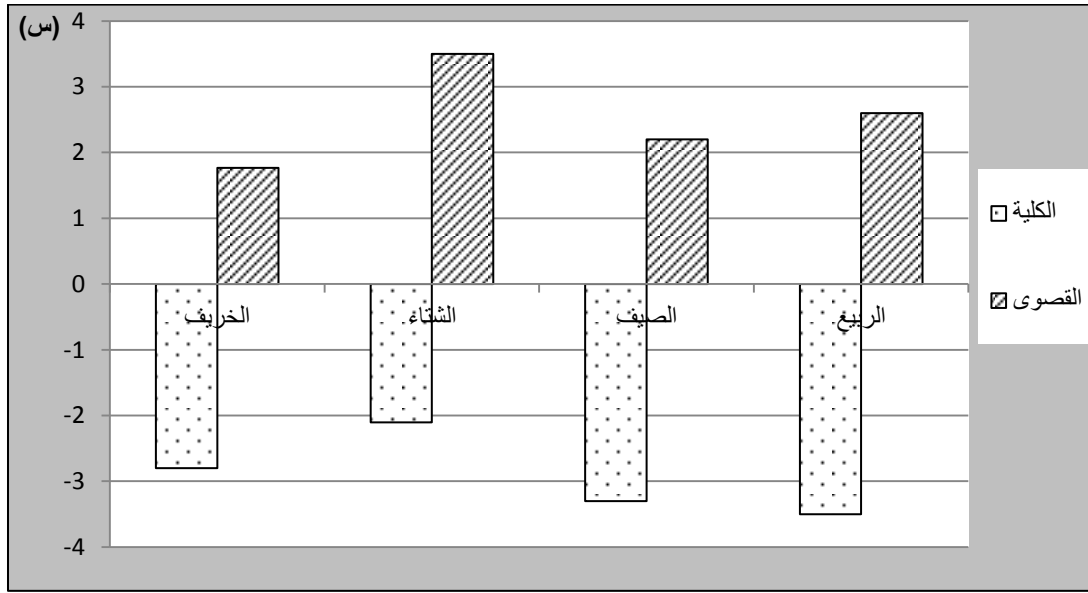
المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٣-٢)

شكل (٣-٢) شدة الجزيرة الحرارية الكلية لعمران مدينة الجيزة بالنسبة للظهير الزراعي خلال فصول السنة الأربعة

(٣-٢-١-ب) شدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة للظهير الصحراوي

تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية سالبة بالنسبة للظهير الصحراوي وهذا ما يتضح من خلال بيانات جدول (٣-٢) وشكلي (٣-١)، (٣-٣) بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما نجد أن أعلى درجات الحرارة المسجلة داخل المدينة تفوق عن متوسطات درجات الحرارة للظهير الصحراوي وهذا يعني أن شدة الجزيرة الحرارية القصوى للمدينة بالنسبة للظهير الصحراوي موجبة .

وعلى مدار السنة نجد أن فصل الشتاء احتل المرتبة الأولى بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوى، بينما احتل فصل الصيف المرتبة الثالثة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوى، وتبادل فصل الربيع والخريف الترتيب بين شدة الجزيرة الكلية والقصوى حيث احتل الخريف المرتبة الثانية في شدة الجزيرة الكلية والمرتبة الرابعة في شدة الجزيرة القصوى وانعكس الوضع بالنسبة لفصل الربيع .



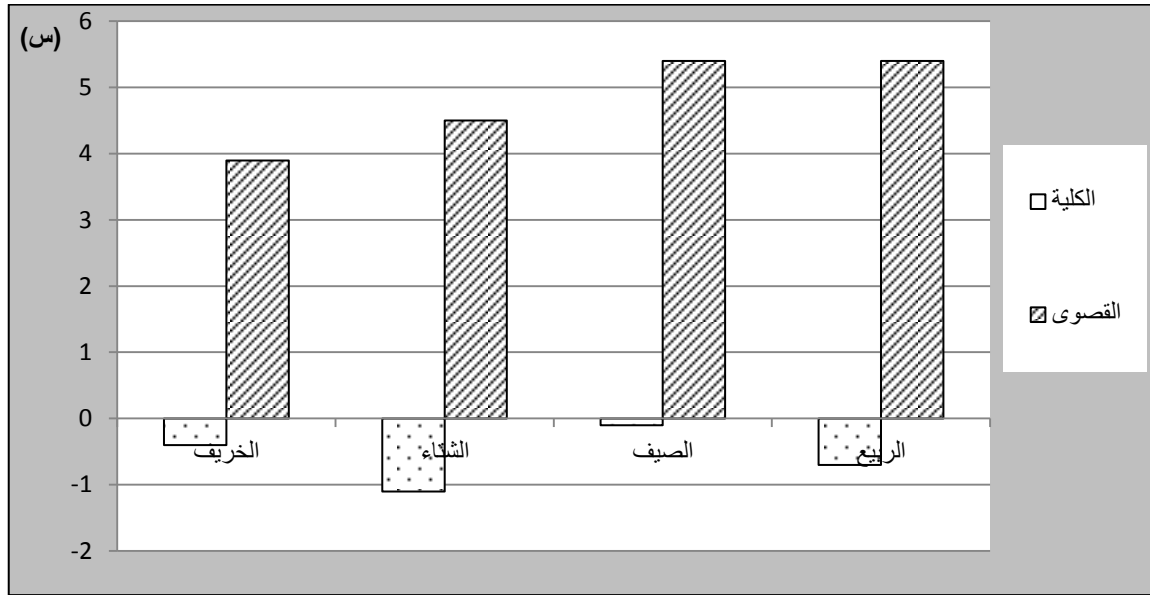
المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٣-٢)

شكل (٣-٣) شدة الجزيرة الحرارية الكلية لعمران مدينة الجيزة بالنسبة للظهير الصحراوي خلال فصول السنة الأربعة

يعكس الترتيب الفصلي السابق مدي ما يستقبله سطح الأرض بمنطقة الدراسة من إشعاع شمسي (١-١، ٣-١) حيث يتماثل الترتيب الفصلي تقريباً مع بيانات الإشعاع الشمسي مع وجود بعض الاختلافات الطفيفة بالنسبة لترتيب فصلي الصيف والربيع وهو أيضاً نتيجة عدم وجود فارق كبير بين الفصلين في كمية الإشعاع الشمسي وفترات السطوع. نجد أن الفارق بين أعلى الفصول لشدة الجزيرة الحرارية الكلية وأقلها لا يتجاوز (١,٤ س) ولا يزيد على (١,٧ س) بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية القصوى بين فصلي الشتاء والخريف، وهو على عكس نتائج دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣، جدول ٢-١، ص ٥٣) حيث كان الفارق (٥، ١٨,١ س) على الترتيب وهذا ما يعكس ارتفاع درجة حرارة الصحراء الشرقية عن الغربية في كل فصول السنة تقريباً.

(٣-٢-١ ج) شدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة لمدينة القاهرة

تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية سالبة بالنسبة لمدينة القاهرة ولكن بفارق بسيط جداً مقارنة بالظهير الصحراوي والزراعي وذلك بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية نتيجة ما تتضمنه مدينة القاهرة من مناطق صناعية وكثافة سكانية ومرورية وأسطح خرسانية وأسفلتية أعلى من مدينة الجيزة، بينما تمثل جزيرة حرارية موجبة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية القصوى.



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٣-٢)

شكل (٣-٤) شدة الجزيرة الحرارية الكلية لعمران مدينة الجيزة بالنسبة لمدينة القاهرة خلال فصول السنة الأربعة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية يحتل فصل الشتاء أعلى الفصول ويليه فصل الربيع ثم الخريف ويأتي الصيف في مؤخرة الفصول ترتيباً؛ ولكن الفارق بين المدينتين لا يتعدى (١,١ س) على مدار العام بما يعكس مدي التوافق الحراري بينهما لدرجة أنه يقترب إلى التساوي في فصل الصيف والخريف .

وبسبب ارتفاع أعلى درجات الحرارة داخل مدينة الجيزة عن متوسطات درجات الحرارة لمدينة القاهرة أدى إلى ظهور الجزيرة الحرارية القصوي موجبة، وعند المقارنة مع الظهير الصحراوي والزراعي نجد أنها تحتل مرتبة متوسطة بين الظهيرين فهي تقل عن الظهير الزراعي وترتفع عن الصحراوي وذلك لانخفاض متوسطات درجة الحرارة في مدينة القاهرة عن متوسطات درجة حرارة الظهير الزراعي وارتفاعها عن متوسطات درجة حرارة الظهير الصحراوي لمدينة الجيزة، ويعتبر فصلي الصيف والربيع أعلى فصول السنة يأتي بعدهما الشتاء ثم الخريف بفارق لا يتعدى (١,٥ س) بين أعلى الفصول وأقلها لشدة الجزيرة الحرارية القصوي وهو ما يعني تقارب شدة الجزيرة القصوي بين الفصول مقارنة بالظهير الصحراوي والظهير الزراعي الذي بلغ الفارق بين أعلى الفصول لشدة الجزيرة القصوي وأقلها (١,٧ °، ٣,١ س) على الترتيب للظهيرين وهذا ما يعكس مدى التشابه الحضري بين سطحي المدينتين مع اختلافات طفيفة سواء في مساحة الأسطح الحضرية والأنشطة البشرية الأخرى الناتجة عن عملية التحضر .

(٣ - ٢ - ٢) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية بفصل الصيف

يقصد بشدة الجزيرة الحراري للمظلة الحضرية Canopy Layer Heat Island ذلك النطاق الممتد رأسياً بين سطح الأرض والحد العلوي للمباني وتعرف اختصاراً باسم CLHI أو CHI (احمد الفقي، ٢٠٠٧، ص ٣٩)، ويعتبر الرصد الحقلّي لدرجات الحرارة ومحطات الأرصاد الجوية مصدرين للبيانات المستخدمة في دراسة هذا النوع من الجزر الحرارية الحضرية .

وسيتّم تناول شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية لمدينة الجيزة خلال فصل الصيف حيث يعتبر هو فصل الحرارة الرئيسي لمنطقة الدراسة اعتماداً على ثلاثة مصادر أولها هو بيانات محطات الأرصاد الجوية مع العلم بعدم وجود محطات ممثلة للظهير الزراعي بالشكل الأمثل، وثاني المصادر يتمثل في الدراسة الميدانية لجزء من المدينة المتمثل في حدود الدراسة الميدانية التي تم ذكرها من قبل (الأساليب الحديثة: الدراسة الميدانية)، والمصدر الثالث من خلال بناء نموذج كارتوجرافي اعتماداً على بيانات الدراسة الميدانية وبيانات الاستشعار عن بعد، كما تم إيضاحه في الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة .

(٣ - ٢ - ٢ أ) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في فصل الصيف اعتماداً على محطات الأرصاد الجوية.

من خلال العرض التحليلي لعنصر الحرارة في الفصل الأول اعتماداً على عدة محطات للأرصاد الجوية منها ما هو موجود داخل الحيز العمراني لمدينة الجيزة وما هو موجود بالقرب منها يمكننا التعرف على شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية بالمقارنة بين المحطات داخل العمران والمحطات الممثلة للظهير الزراعي، ولذلك تم الاعتماد على (محطة الجيزة الزراعية، محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية، محطة مركز التحليل الرئيس "العباسية") كمحطات حضرية ممثلة للمدينة وتم الاعتماد على (محطة بهتيم) كمحطة ممثلة للظهير الزراعي؛ وذلك بناء على تصنيف المحطات الذي ذكره (احمد الفقي، ٢٠٠٧، ص ٩٤) حيث اعتبر محطة بهتيم محطة انتقالية بين المناطق الحضرية والمناطق الريفية وأيضاً دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٩٤) تم الاعتماد على محطة بهتيم كمحطة ممثلة للظهير الزراعي، ولذلك اعتمد الباحث على هذه المحطات في الدراسة لعدم توفر بيانات عن محطات زراعية نموذجية، وتمت إضافة محطة

العباسية للمحطات الحضرية لما تبين لنا من عدم وجود فارق كبير عند دراسة الجزر الحرارية السطحية بمدينة الجيزة بالنسبة لمدينة القاهرة في فصل الصيف .

تبين من بيانات جدول (١ - ٤) ارتفاع متوسط درجة الحرارة الصغرى في المحطات الممثلة للمدينة عن المحطة الممثلة للظهير الزراعي حيث بلغت (٢١,٢ °، ١٩,٦ °س) لكل منهما على الترتيب وهو ما يوضح الأثر البالغ للجزيرة الحرارية أثناء الليل بينما وجد العكس بالنسبة لمتوسطات درجة الحرارة العظمى (٣٥,٣ °، ٣٧,٥ °س) على الترتيب، وهو ما يعكس خصائص الأسطح الحضرية في الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من الطاقة وبثها ليلاً عكس المناطق الزراعية، أما بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والتي تم حسابها بطرح متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي من متوسط درجات حرارة محطات المدينة والتي بلغت (٢٩ °، ٢٨,٦ °س) لكل منهما على الترتيب، فقد بلغت (٠,٤ °س) بينما تم حساب شدة الجزيرة الحرارية القصوى بطرح متوسط أعلى محطات المدينة حرارة والتي بلغت (٣٠,٤ °س) من متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي فقد بلغت شدة الجزيرة القصوى للمدينة (١,٨ °س) بالنسبة للظهير الزراعي، نجد أن شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمظلة الحضرية أقرب إلى شدة الجزيرة الحرارية السطحية في فصل الصيف حيث بلغ الفارق بينهما (٠,٥ °س) لصالح شدة الجزيرة الحرارية السطحية بينما زاد هذا الفارق لشدة الجزيرة القصوى ليصل إلى (٤,٦ °س) لصالح شدة الجزيرة الحرارية السطحية أيضاً .

(٣ - ٢ - ب) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في فصل الصيف اعتماداً على الدراسة

الميدانية.

يوضح جدول (٣ - ٣) وشكل (٦ - ٣) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في فصل الصيف ليوم ٢٠١٤/٨/٢٢ الساعة ١٠:٢٤ صباحاً وذلك اعتماداً على الرصد الحقلية لدرجات الحرارة .

أظهر الرصد الحقلية لدرجات الحرارة أن مدينة الجيزة تمثل جزيرة حرارية موجبة بالنسبة لظهيرها الزراعي حيث بلغت شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمظلة الحضرية (٠,٥ °س) بينما بلغت شدة الجزيرة الحرارية القصوى (٣,٥ °س) وهو ما يتوافق مع بيانات محطات الأرصاد الجوية بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية الكلية بزيادة (٠,١ °س) ويقل بمقدار (١,١ °س) بالنسبة لشدة الجزيرة القصوى خلال فصل الصيف .

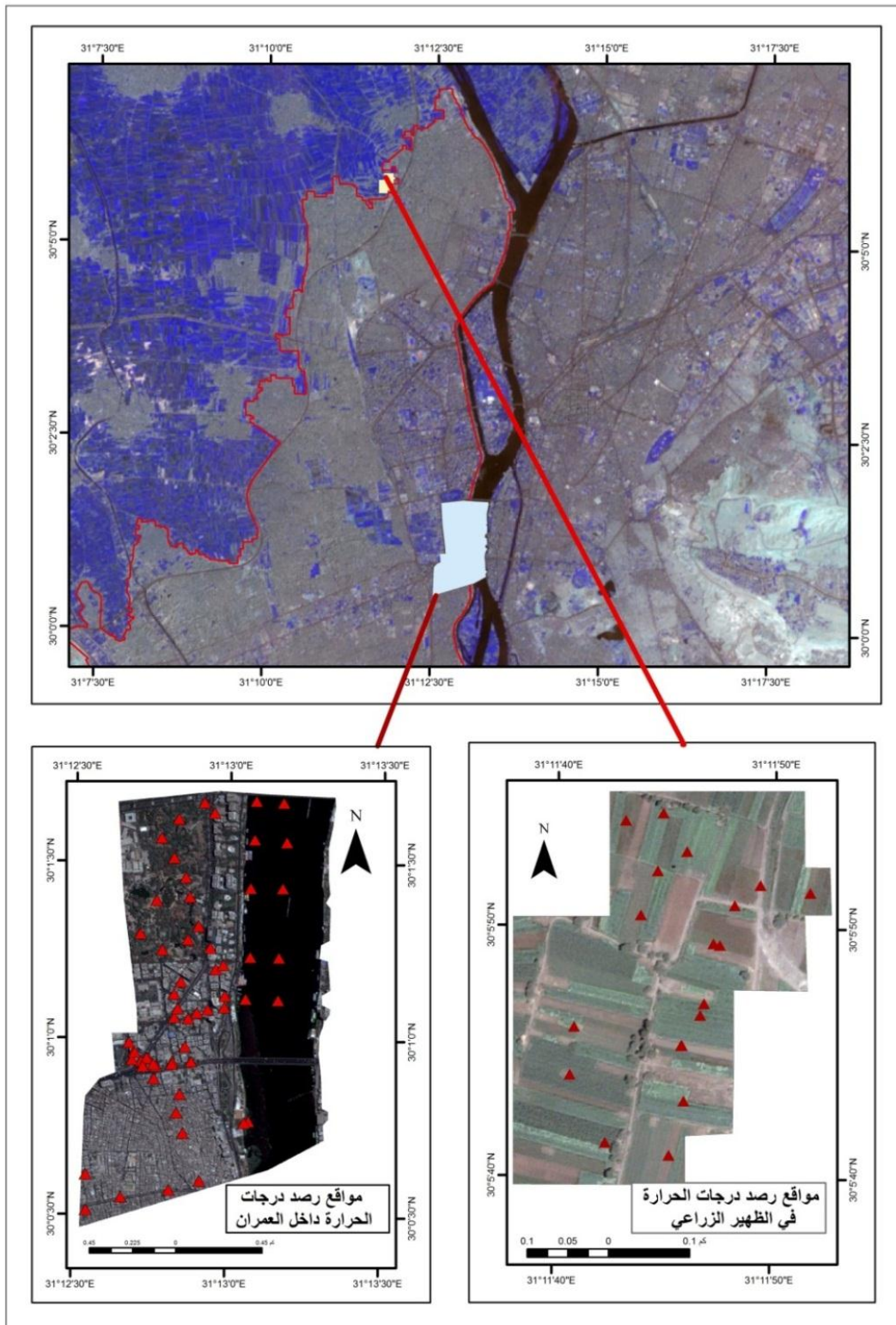
جدول (٣-٣) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية لمدينة الجيزة من خلال قياس درجات الحرارة أثناء الدراسة الميدانية لجزء من المنطقة الحضرية والنطاق الزراعي للمدينة

النطاق الزراعي	نهر النيل		المنطقة الحضرية			الغطاء الأرضي	
	الجانب الغربي من النهر	وسط النهر	حديقة الحيوان	اسكان عشوائي	اسكان منتظم		
٢٥,٥	٢٧,٥	٢٤,٢	٢٩	٢٨,٤	٢٨,٢	أقل قيمة	
٣٠	٢٨,١	٢٤,٩	٣١,٣	٣١,٥	٣٢,٢	اعلي قيمة	
٢٨,٧	٢٧,٦	٢٤,٥	٢٩,٦	٢٩,٦	٣٠,١	المتوسط	
إجمالي شدة الجزيرة الحرارية بالنسبة للنطاق الزراعي	١,١-	٤,٢-	٠,٩	٠,٩	١,٤	الكلية	شدة الجزيرة الحرارية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي
الكلية	٠,٦-	٣,٨-	٢,٦	٢,٨	٣,٥	القصوي	
القصوي							
٣,٥							

المصدر : من خلال رصد درجات الحرارة أثناء الدراسة الميدانية يوم ٢٢-٨-٢٠١٤ الساعة ١٠:١٥

تختلف شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية على حسب الغطاءات الأرضية داخل الكتلة العمرانية؛ فنجد أن نهر النيل والجانب الغربي له يمثلان جزيرة حرارية باردة أو سالبة بالنسبة للظهير الزراعي وهو ما يؤكد على أثر نهر النيل في تخفيف درجات الحرارة، ولكن أثر النهر يقتصر على المناطق الملاصقة له تمامًا حيث لا يتعدى - من خلال الدراسة الميدانية - أثره شارع البحر الأعظم والخط الأول من العمران المواجه للنهر مباشرة .

بينما يمثل الإسكان المنتظم أعلى الغطاءات الأرضية لشدة الجزيرة الحرارية خلال توقيت الدراسة الميدانية وذلك لوجود مسافات بين المباني تسمح بمرور الإشعاع الشمسي إلى سطح هذه المنطقة (صوره ٢) فضلاً عن اتساع الشوارع والقرب من ميدان الجيزة الذي يتميز بحركة مرورية عالية ومساحات كبيرة من الطرق المرصوفة المتمثلة في مواقف هيئة النقل العام بميدان الجيزة وطريق الجامعة وشارع مراد (صوره ٣) بالإضافة لبعض الأنشطة البشرية الأخرى مثل المطاعم والمخابز (صوره ٤) وغيرها.... والتي تتميز بها هذه المنطقة .



المصدر: من خلال تحديد مواقع رصد درجات الحرارة أثناء الدراسة الميدانية ٢٠١٤/٨٨/٢٢ بجهاز GPS

شكل (٣-٥) مواقع رصد درجات الحرارة أثناء الدراسة الميدانية يوم ٢٢-٨-٢٠١٤ الساعة ١٥:١٠ بمدينة الجيزة وظهرها الزراعي



صوره (٢) توضح اتساع الشوارع بالمنطقة المجاورة لميدان الجيزة ، الساعة الرابعة مساءً، اتجاه الجنوب



صوره (٣)

توضح ميدان

الجيزة من

اعلى الكبري

اتجاه الشمال



صوره

(٤) توضح

بعض المخابز

بمنطقة

الاسكان

المنتظم بجوار

ميدان الجيزة،

اتجاه الشرق

تتساوي شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية بحديقة الحيوان والإسكان العشوائي بالنسبة للظهير الزراعي، فالنسبة لحديقة الحيوان فإن العامل الرئيسي لانخفاض شدة الجزيرة الحرارية بها هو انتشار الغطاء النباتي وما تتمتع به من أشجار عالية تسمح بوجود مساحات كبيرة من الظل مما يعمل على تخفيف حدة الحرارة، ولكن الوضع يختلف بالنسبة للمنطقة العشوائية حيث ضيق الشوارع وتلاحم المباني (صوره ٥) تمثل عائقاً لوصول أشعة الشمس لسطح المنطقة مما يؤثر على تخفيف درجة الحرارة بها، كما أدى ضيق الشوارع بها لعدم مرور السيارات فلم يلاحظ أي تكديس مروري أثناء الدراسة الميدانية بهذه المنطقة (صوره ٦)، هذا بالإضافة إلى بعض العادات المتوارثة في تلك المناطق خاصة رش الشوارع بالمياه (صوره ٧)، كما أثر وجود بعض المخلفات المنزلية (صوره ٨) خاصة الأخشاب فوق أسطح

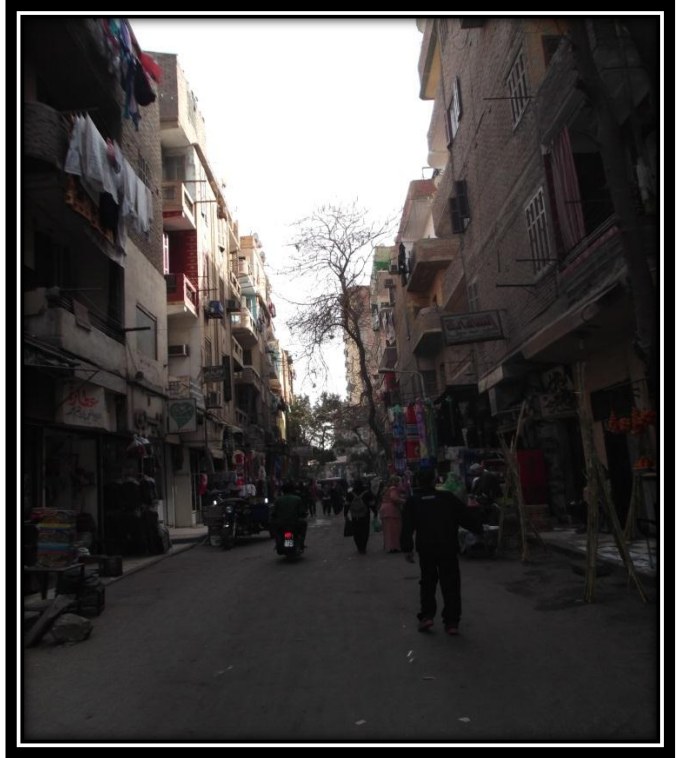
المنازل على حجب وتشتيت كميات لابس بها من الإشعاع الشمسي مما أدى إلى تخفيف درجة الحرارة السطحية على تلك الأسطح، كل هذه العوامل مجتمعة أدت إلى تخفيف حدة درجات الحرارة مما أدى إلى خفض شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي للمظلة الحضرية على حد سواء.



صوره (٥) توضيح ضيق الشوارع بالمنطقة العشوائية بالقرب من ميدان
الجزيرة في اتجاه الشمال



صوره (٧) توضح رش المياه من بعض البائعة امام نفق المشاه بميدان الجيزة، اتجاه الشرق



صوره (٦) توضح عدم وجود تكديس مروري بالمنطقة العشوائية، اتجاه الشمال



صوره (٨) توضح بعض المخلفات على اسطح مباني المنطقة العشوائية

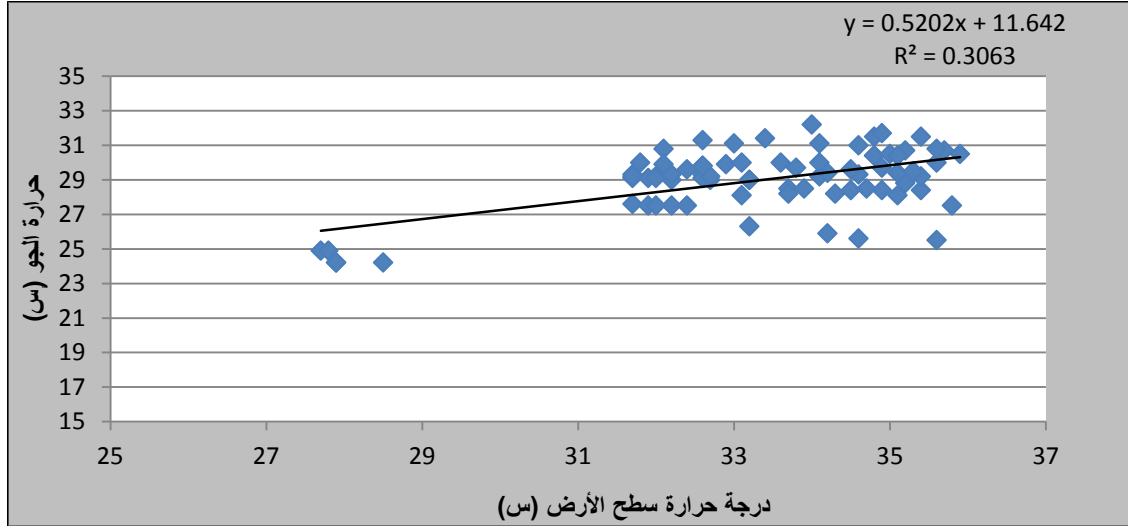
(٣-٢-٢ ج) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في فصل الصيف اعتماداً على بناء نموذج كارتوجرافي من خلال بيانات الدراسة الميدانية وبيانات الاستشعار عن بعد.

بعد الانتهاء من دراسة شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية اعتماداً على محطات الأرصاد الجوية والدراسة الميدانية اتضح تساوي النتائج بالنسبة لشدة الجزيرة الكلية واختلافاً بسيطاً بالنسبة لشدة الجزيرة القصوي، وبعد الإطلاع على دراسة (سامح عبد الوهاب ومحمود عادل حسان، ٢٠٠٩) بشأن بناء نموذج كارتوجرافي من خلال بيانات محطات الأرصاد الجوية وتحليل المرئيات الفضائية باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لاستخراج درجات حرارة الهواء اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض، ولذلك اعتمد الباحث بشكل كبير على هذه الدراسة مع إضافة بعد التعديلات عليها كما يلي:-

- رصد درجات الحرارة في توقيت تصوير القمر الصناعي landsat8 لسطح منطقة الدراسة وتم ذلك خلال عشر دقائق بحيث يكون توقيت التصوير للقمر الصناعي في منتصف عملية الرصد لدرجات الحرارة "تم توضيح الخطوات المتبعة في بناء النموذج الكارتوجرافي في الأساليب الحديثة المستخدمة في دراسة الجزر الحرارية".
- الاعتماد على درجة حرارة الهواء المقاسة في الحقل في عمل معادلة خط الانحدار بدلاً من بيانات محطات الأرصاد الجوية .
- الاعتماد على مرئيات Landsat8 في استخراج درجات حرارة سطح الأرض بدلاً من مرئيات Landsat7 (TM, ETM) وذلك لفصل الصيف.
- تم عمل معادلة خط الانحدار بناء على درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة سطح الأرض لمنطقة الدراسة الميدانية داخل المدينة .

ومن خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS 10.1) تم إيجاد قيم درجات الحرارة السطحية لمواقع رصد درجات حرارة الهواء حقلياً والتي تم تحديدها بمنتهى الدقة بواسطة أجهزة تحديد المواقع (GPS)، وعليه تم تحديد متغيرات معادلة خط الانحدار والتي تم تنفيذها من خلال البرامج الإحصائية (Microsoft Excel) كما موضح بالشكل (٣-٦) وعليها اتضح فعلياً أنه هناك علاقة طردية بين درجة حرارة الهواء المستنتجة من الرصد الميداني لدرجات الحرارة ودرجات حرارة سطح الأرض

من خلال التحليل النطاقي للقناة الحرارية العاشرة لمرئية landsat8 الممثلة لفصل الصيف حيث تم إيجاد درجات الحرارة السطحية لمواقع الرصد الميداني لحرارة الهواء وبذلك تم تحديد متغيرات معادلة خط الانحدار.



المصدر: اعتماداً على الدراسة الميدانية واستخرج درجات حرارة سطح الأرض من مرئية فصل الصيف ٢٠١٤ في نفس النقاط التي تم رصد درجات الحرارة بها

شكل (٣ - ٦) منحنى الانتشار ومعادلة خط الانحدار توضح العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض وحرارة الهواء ليوم ٢٠١٤/٨/٢٢

ومن الشكل (٣ - ٦) يتبين لنا أن معادلة خط الانحدار تساوي

$$Y = 11.642 + 0.5202x$$

وهذا يعني أن: درجة حرارة الهواء = ١١,٦٤٢ + (٠,٥٢٠٢ * درجة حرارة سطح الأرض)

ومن خلال برنامج (Minitab 15) تم عمل اختبار (T-test) للكشف عن دلالة الفروق الإحصائية بين درجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء (ملحق ١ الدراسة الميدانية لمدينة الجيزة) وكانت النتائج كما يلي :

Two-Sample T-Test and CI: air temp; surface temp

Two-sample T for air temp vs surface temp

	N	Mean	StDev	SE Mean
air temp	78	29.00	1.80	0.20
surface temp	78	33.38	1.91	0.22

Difference = μ (air temp) - μ (surface temp)

Estimate for difference: -4.373

95% CI for difference: (-4.960; -3.786)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -14.71 P-Value = 0.000 DF = 153

من خلال القيمة الاحتمالية ($P\text{-value} = 0.000$) فإن الفرق جوهري وذو دلالة معنوية لأن القيمة الإحصائية أقل من مستوي الدلالة (0.05) والتي تعني أننا نثق في قرارنا المتخذ بنسبة ١٠٠% ونشك بنسبة صفر %، بمعنى أن درجة حرارة سطح الأرض تؤثر على درجة حرارة الهواء مع وجود فروق جوهريّة بين متوسط كل منهما. وبناء على هذه العلاقة تم بناء النموذج الكارتوجرافي لمنطقة الدراسة الميدانية ومقارنة النتائج بدرجات الهواء المرصودة ميدانياً ودرجات حرارة سطح الأرض المستخرجة من المرئية الفضائية لفصل الصيف في نفس توقيت الدراسة الميدانية شكل (٣-٧)، وجدول (٣-٤) يوضح نتائج الدراسة.

جدول (٣-٤) شدة الجزيرة الحرارية السطحية والحضرية الكلية والقصوي لمنطقة الدراسة الميدانية بمدينة الجيزة بالنسبة للمنطقة الزراعية إثناء النهار اعتماداً على مرئية landsat8 بتاريخ ٢٠١٤/٨/٢٢ وبناء نموذج كارتوجرافي لاستخراج درجات حرارة الهواء بناءً على القياسات الميدانية

شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة للمناطق الزراعية		درجة الحرارة (س)			الحرارة	
					الغطاء الأرضي	
القصى	الكلية	المتوسط	أكبر قيمة	أقل قيمة	نطاق الدراسة الميدانية بمدينة الجيزة	درجة حرارة الهواء "من خلال النموذج الكارتوجرافي"
					الظهير الزراعي	
١,٥	٠,٥	٢٩,٤	٣٠,٤	٢٨,٢	نطاق الدراسة الميدانية بمدينة الجيزة	درجة حرارة سطح الأرض "مرئية فصل الصيف لعام ٢٠١٤"
		٢٨,٨٩	٣٠,٢	٢٨,٠٧	الظهير الزراعي	
٥,٩	٠,٩	٣٤,١	٣٦,٠٩	٣١,٥	نطاق الدراسة الميدانية بمدينة الجيزة	درجة حرارة سطح الأرض "مرئية فصل الصيف لعام ٢٠١٤"
		٣٣,٢	٣٥,٧	٣١,٦	الظهير الزراعي	

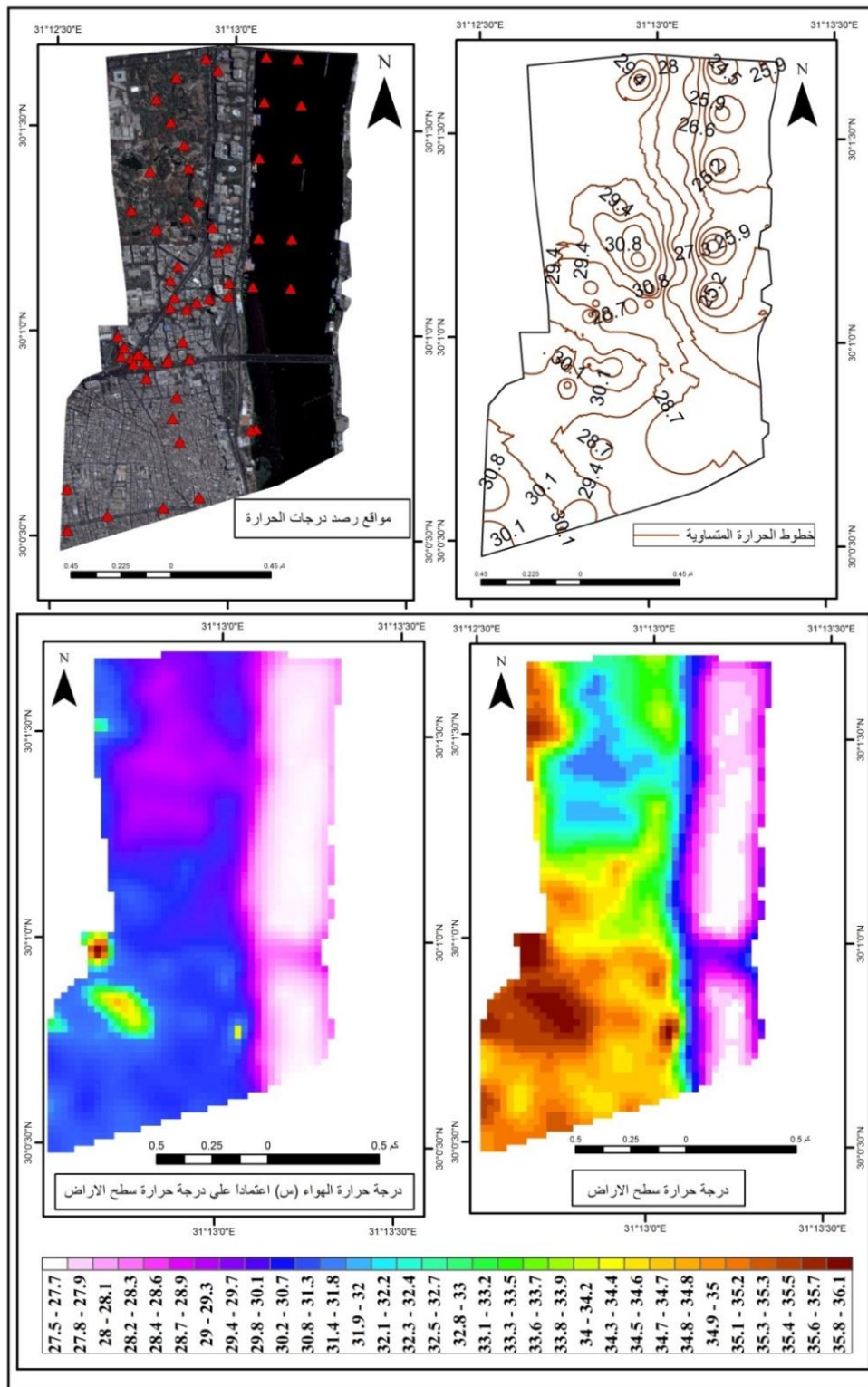
المصدر : اعتماداً على الدراسة الميدانية وبناء نموذج كارتوجرافي

حيث وجد أن شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمظلة الحضرية في منطقة الدراسة الميدانية تساوي (٠,٥ س) بالنسبة للظهير الزراعي بينما ارتفعت شدة الجزيرة القصوي لتصل إلى (١,٥ س) وهو ما يتوافق مع شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي للمظلة الحضرية اعتماد على الدراسة الميدانية خاصة شدة الجزيرة الكلية فهي مساوية تمامًا لنتائج النموذج الكارتوجرافي ومتساوية أيضاً مع نتائج محطات الأرصاد الجوية بفارق بسيط جداً مما دعا إلى تطبيق النموذج على بقية المئوية الفضائية كما يتضح من جدول (٣-٥) وشكل (٣-٨) وذلك لدراسة شدة الجزيرة الحضرية للمدينة ككل بالنسبة للظهير الزراعي والظهير الصحراوي ومدينة القاهرة .

جدول (٣-٥) شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية والسطحية الكلية والقصوي لمدينة الجيزة بالنسبة للمناطق الزراعية والصحراوية وعمران مدينة القاهرة إثناء النهار

الغطاء الأرضي		درجة الحرارة (س)			شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة للمناطق الزراعية		شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة للمنطقة الصحروية		شدة الجزيرة السطحية (س) بالنسبة لمدينة القاهرة	
		أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط	الكلية	القصوى	الكلية	القصوى	الكلية	القصوى
درجة حرارة الهواء "مرئية فصل الصيف لعام ٢٠١٤"	عمران مدينة الجيزة	٢٦,٩	٣٢,٨	٣٠,٠١	٠,٤	٣,٢	١,٧-	١,١	٠,٠٢-	٢,٨
	الظهير الزراعي	٢٧,٢	٣٣,٢	٢٩,٦						
	الظهير الصحراوي	٢٩,١	٣٣,٣	٣١,٧						
	عمران مدينة القاهرة	٢٦,٤	٣٣	٣٠,٠٣						
درجة حرارة سطح الأرض "مرئية فصل الصيف لعام ٢٠١٤"	عمران مدينة الجيزة	٢٩,٤	٤٠,٨	٣٥,٣	٠,٩	٦,٤	٣,٣-	٢,٢	٠,١-	٥,٤
	الظهير الزراعي	٢٩,٣	٤١,٤	٣٤,٤						
	الظهير الصحراوي	٣٣,٦	٤١,٦	٣٨,٦						
	عمران مدينة القاهرة	٢٨,٣	٤١,٠٦	٣٥,٤						

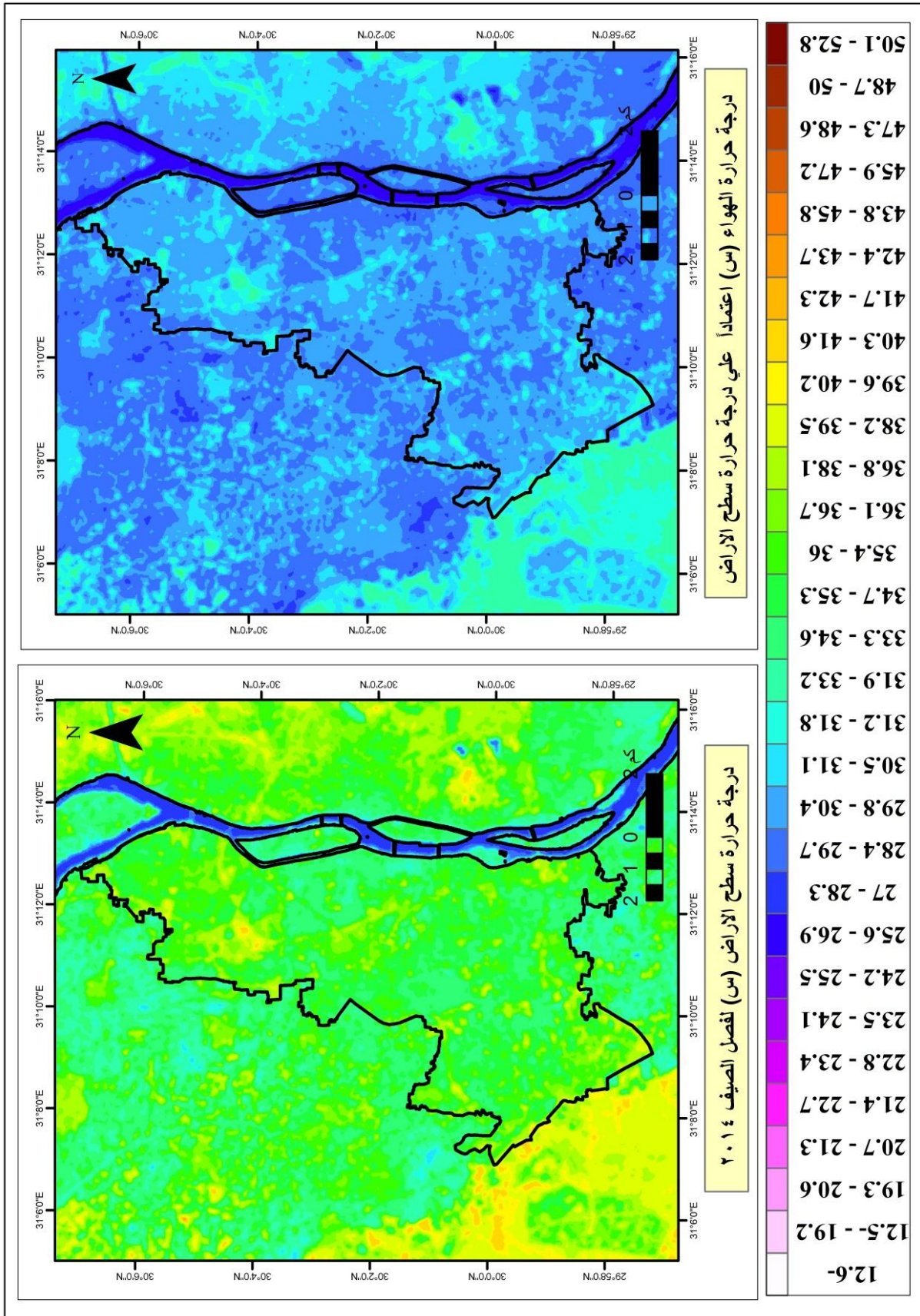
المصدر: اعتماداً على بناء النموذج الكارتوجرافي لدرجة حرارة الهواء اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض



المصدر: اعتماداً على برامج نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS 10,1)

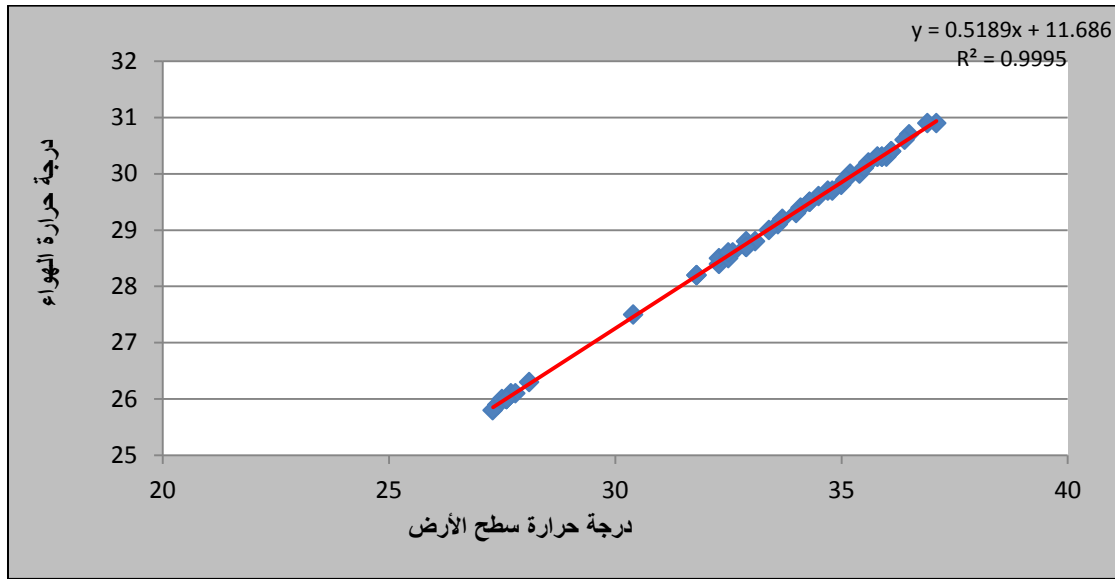
شكل (٣-٧) مقارنة بين درجات حرارة الهواء "IDW" ودرجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض

شكل (٣-٨) درجة حرارة الهواء اعتماداً على بناء نموذج كارتوجرافي ودرجة حرارة السطح لمرئية فصل الصيف



يتضح لنا مما سبق ما يلي:

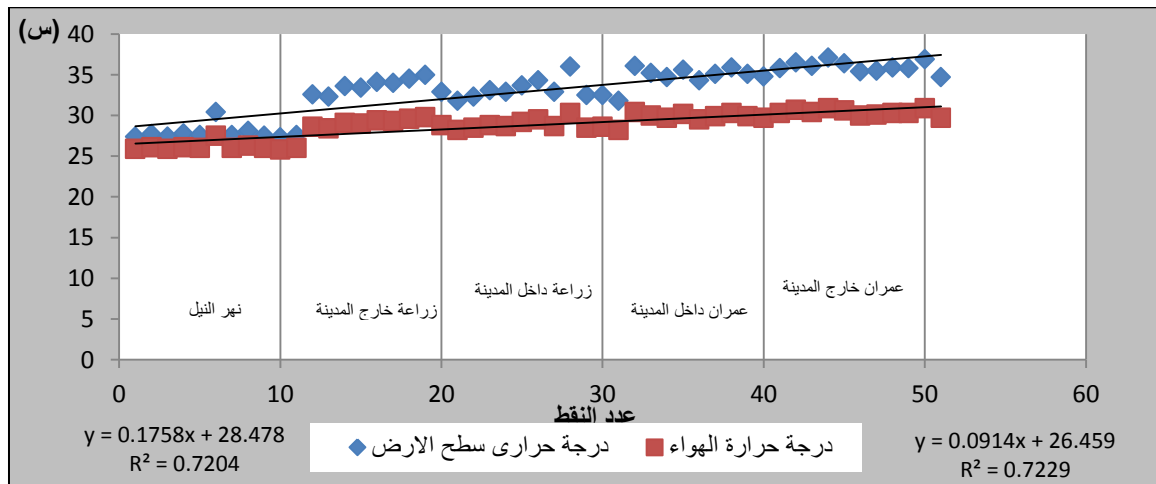
- تساوي النتائج لشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمظلة الحضرية بالنسبة للظهير الزراعي مع النتائج التي تم استنتاجها اعتماداً على بيانات محطات الأرصاد الجوية حيث بلغت (٠,٤ س) لكل منهما وبفارق (٠,١ س) عن الاعتماد على الدراسة الميدانية.
 - بينما وجد فارق بسيط جداً بلغ (٠,٢ س) بالنسبة لنتائج شدة الجزيرة القصوي من النموذج الكارتوجرافي وبيانات محطات الأرصاد، وارتفع هذا الفارق ليصل إلى (٢ س) عند المقارنة مع نتائج الدراسة الميدانية .
 - الفارق بين شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية سواء الكلية والقصوي تساوي نصف شدة الجزيرة الحرارية السطحية تقريباً وهذا نتيجة المقارنة بين كل نتائج النموذج الكارتوجرافي ونتائج الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الزراعي والظهير الصحراوي ومدينة القاهرة في فصل الصيف .
 - تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية سالبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية للمظلة الحضرية بالنسبة للظهير الصحراوي ومدينة القاهرة فبلغت (-١,٧ ° ، -٠,٢ س) على الترتيب، بينما تمثل جزيرة حرارية موجبة لشدة الجزيرة القصوي للمظلة الحضرية بالنسبة للظهير الصحراوي ومدينة القاهرة فبلغت (١,١ ° ، ٢,٨ س) على الترتيب .
 - يمكننا الاعتماد على النموذج الكارتوجرافي في دراسة الجزر الحرارية للمظلة الحضرية حيث أعطي نتائج متقاربة جداً مع النتائج التي تم استنتاجها عن دراسة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية اعتماداً على بيانات محطات الأرصاد الجوية والدراسة الميدانية خاصة دراسة شدة الجزيرة الحرارية الكلية وهي الأهم في معرفة الوضع الحراري للمدن .
- ولتأكيد النتائج التي تم استنتاجها من خلال الاعتماد على النموذج الكارتوجرافي لاستخراج درجات حرارة الهواء ودرجات حرارة سطح الأرض تم اتخاذ نقاط عشوائية تكون ممثلة لكل الغطاءات الأرضية داخل المدينة وعلى الظهير الزراعي جدول (ملحق رقم ١ ، جدول ١) وتم إيجاد القيم الحرارية لها في كل من المرئية الممثلة لدرجة حرارة الهواء بناء على النموذج الكارتوجرافي ودرجة حرارة سطح الأرض ومن خلال إيجاد العلاقة بين هذه القيم الحرارية للنقاط في كل من المرئيتين وجد أن هناك ارتباطاً تاماً كما هو موضح في الشكل (٣ - ٩) باتجاه عام طردي.



المصدر: اعتماداً علي بيانات ملحق (١) جدول (١)

شكل (٣ - ٩) العلاقة بين درجات حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء في الغطاءات الأرضية المختلفة

اتضح من خلال شكل (٣ - ١٠) أن درجات حرارة الهواء ودرجات حرارة سطح الأرض بالنسبة للزراعة ترتفع خارج المدينة عن الزراعة داخل المدينة وهو ما يؤكد تطور الجزيرة الحرارية للمدينة في الفصل الثاني من هذه الدراسة، بينما تتقارب درجات الحرارة في العمران سواء خارج المدينة أو داخلها نتيجة لتساوي الظروف الطبيعية وتفاعلها مع الإشعاع الشمسي، ويقل الفارق الحراري بين درجات الحرارة للهواء وسطح الأرض بالنسبة لنهر النيل .



المصدر: اعتماداً علي بيانات ملحق (١) جدول (١)

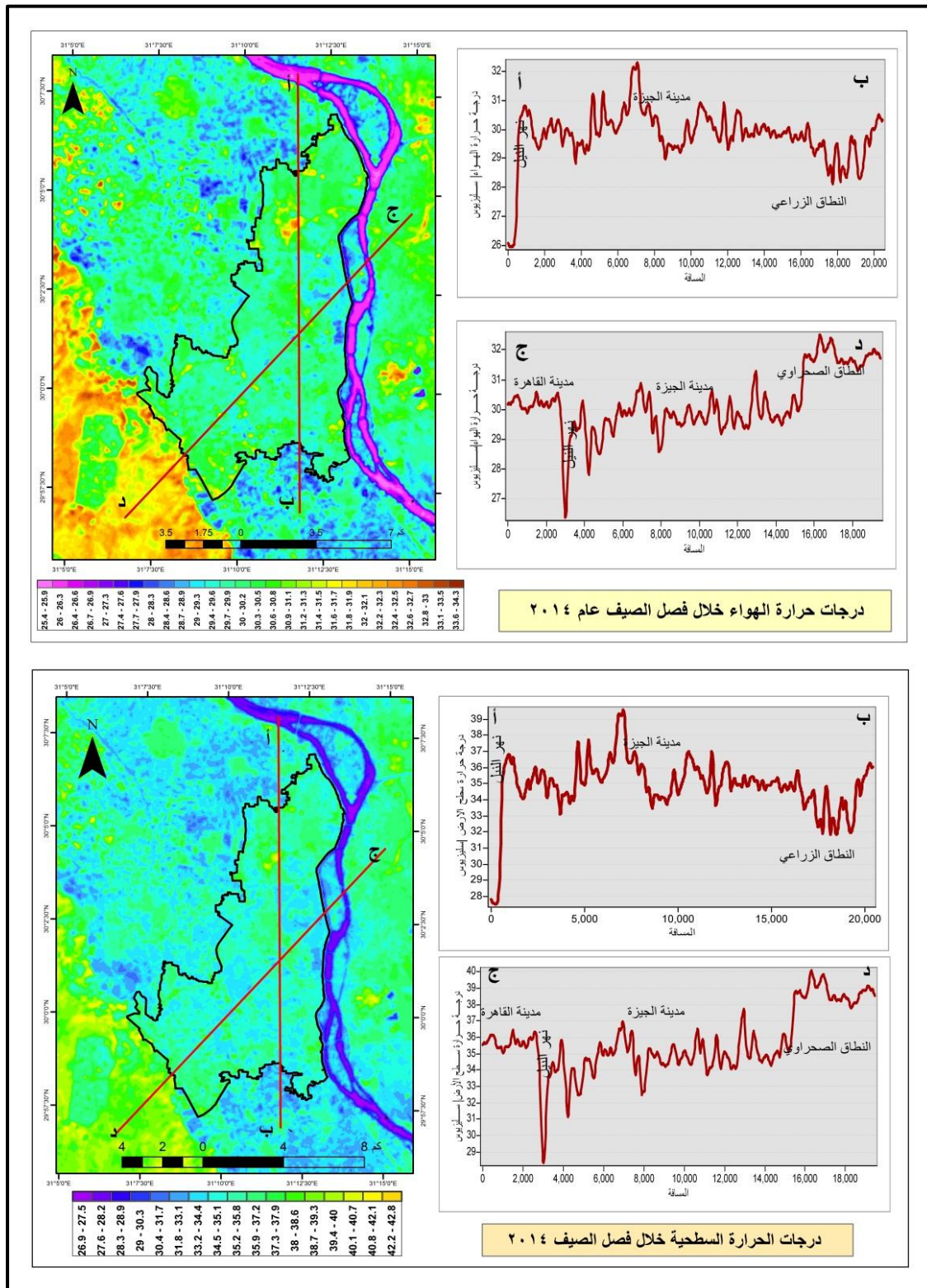
شكل (٣ - ١٠) الاتجاه العام لدرجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء

(٣ - ٤) تركيب الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة

يقصد بالتركيب الحراري Thermal Structure للجزيرة الحرارية دراسة التباين المكاني لشدة الجزر الحرارية داخل المدينة وما يرتبط بها من وجود مركز حراري واحد أو عدة مراكز حرارية أو ما يطلق عليه النمط العام للتركيب الحراري للمدينة (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٩٧)، وتوزيع الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة داخل المدينة وعلاقة ذلك بالغطاءات الأرضية، وعلاقة ما سبق بتحديد درجة حرارة الأقسام الإدارية وشدة جزيرتها الحرارية وأيهما أكثر راحة للإنسان داخل المدينة. فالمتحكم الرئيس في التركيب الحراري هو الإشعاع الشمسي ومدي تفاعله مع الغطاءات الأرضية المختلفة، حيث تستقبل المدينة كميات متساوية تقريباً من الإشعاع الشمسي وكذلك تتساوي ساعات السطوع (١ - ١، ٣ - ١) ولكن الاختلاف يكمن في التفاعل بين الإشعاع وسطح الأرض ففي المناطق الزراعية يكون انعكاس أشعة الشمس منتظماً بينما داخل المدينة وما تتسم به من تعقد وتداخل بين المباني والمساحات الخضراء والشوارع فضلاً عن اختلاف ألوان المباني وارتفاعها واتساع الشوارع ومدي وجود فراغات بين المباني بالإضافة إلى تعقد الأنشطة البشرية واختلاف توزيعها داخل المدينة، كل هذه العوامل مجتمعة أدت إلى تعقد التركيب الحراري داخل المدينة ووجود اختلافات كبيرة لا تقتصر فقط على المدينة بل مع المناطق المحيطة بها أيضاً، وسوف نعتمد على رؤية فصل الصيف في توضيح التركيب الحراري لمدينة الجيزة حيث تعتبر المراثيات الفضائية هي أفضل المصادر لدراسة التركيب الحراري لما توفره من بيانات شاملة للمدينة والمناطق المحيطة بها .

(٣ - ٤ - ١) النمط العام لتركيب الجزيرة الحرارية

أوضحت بعض الدراسات مثل دراسة (Kim, Y . & Baik, J ., 2005) أن هناك مدناً مثل (سان لويس، وإنديانابوليس) تتميز بارتفاع درجة الحرارة في مركز المدينة ويتناقص كلما اتجهنا نحو الأطراف، بمعنى آخر أنها مدن وحيدة المركز الحراري، ومن وجهة نظر الباحث أن هذا النمط ينتج عن المدن المخططة ذات القلب التجاري الذي يتميز بكثافة مرورية عالية وتركز معظم الأنشطة البشرية للمدينة داخل هذا المركز، بينما عند النظر لمدينة مثل مدينة الجيزة على المراثيات الفضائية فمن الوهلة الأولى يتضح مدي التعقيد والتشابك والتداخل بين الاستخدامات البشرية والغطاءات الأرضية وغياب التخطيط بشكل عام عن المدينة مما انعكس على التركيب الحراري لها.

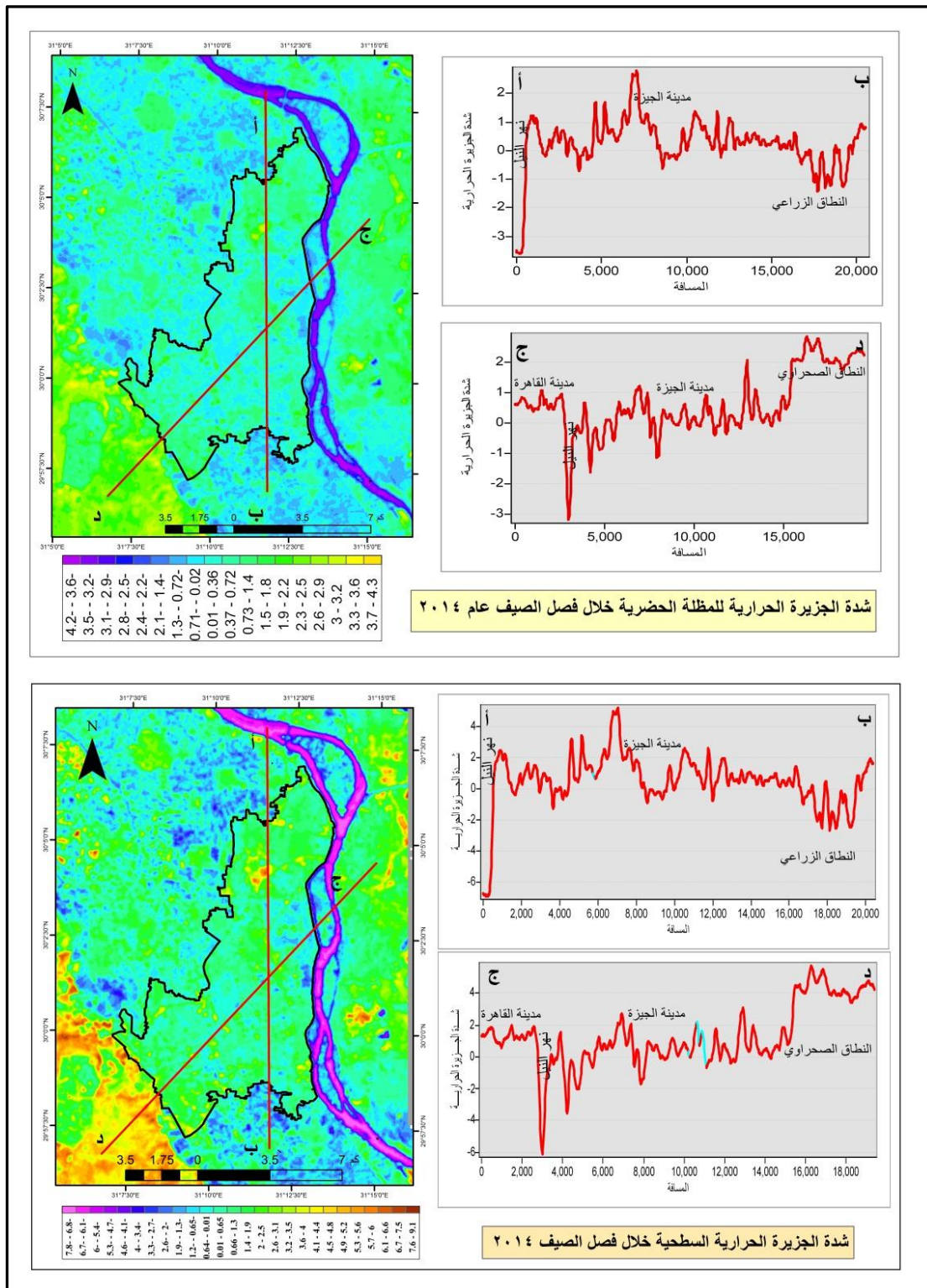


المصدر: من خلال عمل القطاع الحراري اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء لمدينة الجيزة خلال فصل الصيف

٢٠١٤/٨/٢٢

شكل (٣- ١١) التباين المكاني لدرجات الحرارة السطحية ودرجة حرارة الهواء لمنطقة الدراسة بمعية فصل الصيف

٢٠١٤



المصدر: من خلال عمل القطاع الحراري اعتماداً على درجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء لمرئية فصل الصيف

٢٠١٤/٨/٢٢

شكل (٣-١٢) التباين المكاني لشدة الجزيرة الحرارية السطحية والمظلة الحضرية داخل مدينة الجيزة، وتوزيع شدة

الجزيرة الحرارية بمرئية فصل الصيف ٢٠١٤

ويوضح شكلاً (٣- ١١)، (٣- ١٢) التباين المكاني لدرجات حرارة الهواء ودرجات حرارة سطح الأرض، والتباين المكاني لشدة الجزيرة الحرارية السطحية وشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية خلال فصل الصيف عام ٢٠١٤ داخل المدينة بالنسبة للظهير الزراعي وتوزيع شدة هذه الجزر على طول قطاعين حراريين أولهما قطاع شمالي جنوبي (أ - ب) ليوضح توزيع الجزر الحرارية على طول هذا القطاع من نهر النيل والنطاق الزراعي شمال المدينة مروراً بشكل طولي بمنتصف المدينة حتي النطاق الزراعي بالجنوب، والثاني شمالي شرقي جنوبي غربي (ج - د) ليوضح توزيع الجزر الحرارية من مدينة القاهرة مروراً بمدينة الجيزة حتي النطاق الصحراوي بالجنوب الغربي .

حيث يوضح الشكلان عدم وجود مركز حراري واحد للمدينة بل تتعد القمم الحرارية داخلها، بينما يتميز نهر النيل بأقل قيم لشدة الجزيرة الحرارية على طول القطاعين معاً حيث بلغت شدة الجزيرة الحرارية السطحية به إلى (٧- س) بينما بلغت شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية فوق نهر النيل إلى (٣ - س). كما توجد قمم حرارية في القطاع الأول داخل مدينة الجيزة تماثل شدة الجزيرة الحرارية للنطاق الصحراوي في القطاع الثاني حيث بلغت (٥ س) لشدة الجزيرة الحرارية السطحية وبلغت (٣ س) لشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية .

يُعتبر النطاق الزراعي بجنوب المدينة أقل حرارة من الواقع بشمالها وذلك لزيادة المساحات المبنية بالأخير مما أثر على ارتفاع درجة حرارته وبالتالي شدة الجزيرة الحرارية له، فقد بلغت شدة الجزيرة الحرارية في النطاق الزراعي جنوب المدينة (من ٢- س إلى ٣- س) بالنسبة لشدة الجزيرة السطحية؛ بينما بلغت شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في نفس النطاق (من ٢٨ س إلى ٢٩ س)، بينما تراوحت شدة الجزيرة الحرارية في النطاق الزراعي شمالي المدينة (من ١- س إلى ١ س) بالنسبة لشدة الجزيرة السطحية؛ بما يعادل (من ٠ س إلى ١,٣ س) لشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في نفس النطاق .

تمثل مدينة القاهرة جزيرة حرارية أعلى من مدينة الجيزة كما في القطاع الثاني فلا تقل شدة الجزيرة الحرارية بها عن (١ س) لشدة الجزيرة السطحية مقابل (٥,٠ س) لشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية، بينما بلغت في مدينة الجيزة إلى (١- س، ٢- س) لشدة الجزيرة الحرارية السطحية مقابل (٨,٠ س، ١- س) لشدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية في القطاعين الأول والثاني على التوالي .

يتضح مما سبق أن مدينة الجيزة تتسم بالتعقيد الحراري وعدم وجود مركز واحد لشدة الجزيرة الحرارية بل تعددت مراكزها الحرارية على حسب الغطاءات الأرضية ومدى كثافة المساحات المعبدة وارتباط ذلك بالأنشطة البشرية الأخرى ومدى وفرتها في كل منطقة داخل المدينة .

(٣ - ٤ - ٢) الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة داخل المدينة.

تتباين الجزر الحرارية داخل المدينة بين جزر معتدلة وأخرى حارة وتظهر على مستويات مكانية مختلفة قد تصل إلى المبني الواحد أو جزء من المدينة أو المدينة بكاملها، وسيتم التركيز هنا على توزيع الجزر الحرارية (المعتدلة، والحارة) داخل المدينة بالنسبة للظهير الزراعي، وتقسيم تلك الجزر لفئات وفقاً لشدتها، والتعرف على توزيعها والغطاءات الأرضية والاستخدامات البشرية المرتبطة بكل نمط وكل فئة من فئات شدتها شكل (٣- ١٢) وجدول (٣ - ٦)، وتم حساب ذلك من خلال طرح متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي من درجات الحرارة داخل المدينة، ثم تم استخدام عملية إعادة التصنيف Reclassify في نظم المعلومات الجغرافية لتوزيع الجزر الحرارية وفقاً لنوعها وشدتها، ومن خلال عملية التصنيف المراقب Supervisor Classification للغطاءات الأرضية بالمدينة باستخدام برامج الاستشعار عن بعد وبعض العمليات الخاصة بتحويل الفئات الحرارية السابقة إلى مساحات من خلال نظم المعلومات الجغرافية تم حساب مساحة كل غطاء أرضي داخل كل فئة، وفيما يلي عرض لتلك الفئات والغطاءات الأرضية المرتبطة بها .

جدول (٣ - ٦) سمات الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة بمدينة الجيزة في مرئية فصل الصيف ٢٠١٤ من حيث المساحة والغطاءات الأرضية السائدة

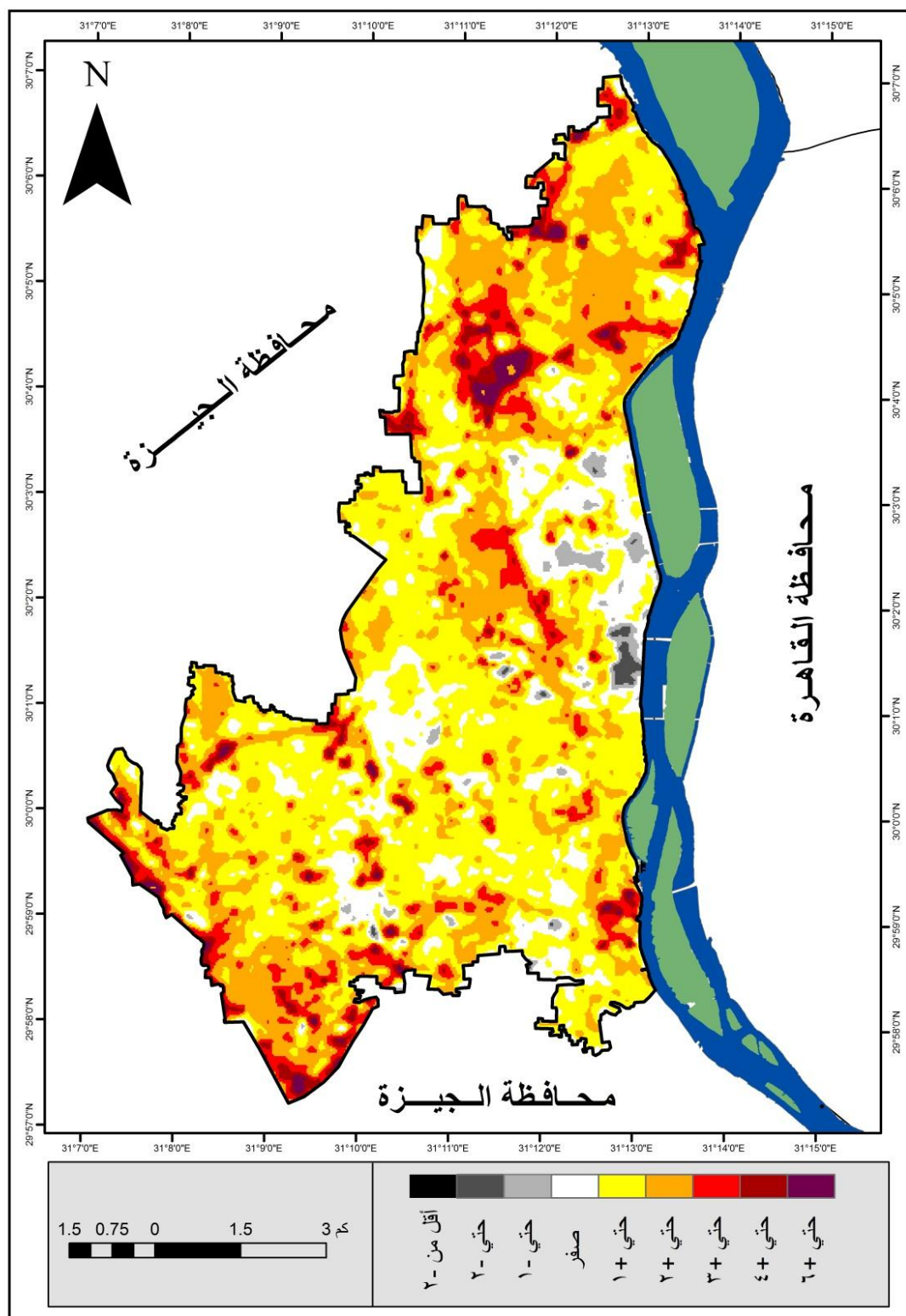
النسبة المئوية للغطاءات الأرضية السائدة				المساحة		نوع الجزيرة الحرارية وشدها
الفضاء	المياه	النبات	العمران	%	كم ٢	
-	٢٥,٩	٥٧,٤	١٦,٧	٠,٦	٠,٥٤	جزر باردة جداً (أقل من ٢ س°)
-	٠,٧	١٥	٨٤,٣	١٥,٥	١٤	جزر معتدلة (أقل من ١٠ س°)
٠,٦	-	٥	٩٤,٤	٤٣,٧	٣٩,٣	جزر حارة قوية (حتى ١ س°)
٠,٨	-	٣,٦	٩٥,٦	٢٨	٢٥,٢	جزر حارة قوية جداً (حتى ٢ س°)
٢,٧	-	٢,٦	٩٤,٧	٨,٤	٧,٦	جزر حارة شديدة (حتى ٣ س°)
١٠	-	٢	٨٨	٢,٨	٢,٥	جزر حارة شديدة جداً (حتى ٤ س°)
١٠	-	-	٩٠	١	٠,٩	جزر حارة قصوي (حتى ٦ س°)

المصدر : التحليل النطاقي بين كل من الجزر الحرارية والغطاءات الأرضية بالمدينة

(٣ - ٤ - ٢ - أ) الجزر الحرارية المعتدلة

هي عبارة عن المناطق التي تنخفض درجة حرارتها عن متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي، وتم تقسيمها إلى فئتين:

- الفئة الأولى عبارة عن المناطق التي تقل درجة حرارتها عن متوسط حرارة الظهير الزراعي بأقل من (٢- س°) وتغطي هذه الفئة (٠,٦%) من مساحة المدينة وتشغل المسطحات المائية (٢٥,٩%) من إجمالي مساحتها بينما تبلغ مساحة الغطاء النباتي بها (٥٧,٤%) وتصل مساحة العمران بها إلى (١٦,٧%)، ويبدو أن الغطاء النباتي احتل النسبة الأكبر من هذه الفئة فحديقة الحيوان وحديقة الأورمان من أهم المناطق التي تمثلها كما في شكل (٣ - ١٣)، وقد ذكر (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ١٠٦) أن درجة الحرارة في (حديقة الميرلاند) تقل عن درجة الحرارة فوق نهر النيل خلال الفترة من (١١ ظهراً حتى ٢ بعد الظهر) بسبب ظل النباتات وهو ما يتوافق كثيراً مع هذه الدراسة؛ خاصة أنها في نفس التوقيت تقريباً .



المصدر: عملية إعادة التصنيف Reclassify لترتيب شدة الجزيرة الحرارية بمرئية فصل الصيف

شكل (٣-١٣) توزيع الجزر الحرارية وفقاً لنوعها (حارة و معتدلة) وشدها لعمران مدينة الجيزة بالنسبة للظهير

الزراعي في مرئية فصل الصيف عام ٢٠١٤

- الفئة الثانية عبارة عن الجزر الحرارية المعتدلة (أقل من صفر وأعلى من -٢ س) وتغطي هذه الفئة (١٥,٥%) من مساحة المدينة ويمثل العمران النسبة الأعلى من هذه الفئة (٨٤,٣%) بينما بلغت نسبة الغطاء النباتي (١٥%) فقط، ولم تتجاوز مساحة المياه بها (٠,٧%)، ونجد أن معظم العمران الذي يمثل هذه الفئة يقع في المناطق المخططة داخل المدينة خاصة قسم العجوزة والدقي حيث يتميزا بزيادة نسبة الأشجار في الشوارع واتساع المساحات الخضراء فضلاً عن تخطيط المباني الذي يسمح بوجود تهوية جيدة، ويتضمن هذه الفئة أجزاء كبيرة من حديقة الحيوان وحديقة الأورمان وبعض المناطق الزراعية التابعة لمركز البحوث الزراعية بالجيزة، وبعض المناطق المتداخلة مع الظهير الزراعي على الأطراف الجنوبية والغربية للمدينة .

(٣ - ٤ - ٢ - ب) الجزر الحرارية الحارة

عبارة عن المناطق التي ترتفع درجة حرارتها عن متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي وتم تقسيمها إلى خمس فئات بفارق درجة حرارة واحدة بين كل فئة والتي تليها، وتعتبر هذه الجزر هي النمط السائد في المدينة مع الاختلاف في شدتها كما يلي:

- الفئة الأولى وهي عبارة عن الجزر التي تبلغ قوتها حتى (١ س) وهي تمثل (٤٣,٧%) من مساحة المدينة أي تقترب من نصف مساحة المدينة فهي النمط السائد على الإطلاق بين كل الفئات، ويمثل العمران (٩٤,٤%) من جملة ما تغطيه هذه الفئة للمدينة بينما يمثل الغطاء النباتي (٥%) فقط ولا يوجد تمثيل للمياه بها على الإطلاق بينما ظهرت الأراضي الفضاء بنسبة ضعيفة جداً لا تزيد على (٠,٦%) من مساحتها، وتشغل كلاً من أقسام الجيزة والأهرام والعمرانية النسبة الأكبر من عمران هذه الفئة كما يظهر من شكل (٣ - ١٣) بينما تقل نسبتهما في الأقسام الشمالية للمدينة ولا تظهر سواء بالقرب من نهر النيل أو في المناطق المتداخلة مع الظهير الزراعي بكرداسة .

- الفئة الثانية عبارة عن الجزر التي تبلغ قوتها حتى (٢ س) وهي تمثل (٢٨%) من مساحة المدينة وتأتي في المرتبة الثانية بعد الفئة الحارة الأولى ويمثل العمران (٩٥,٦%) من جملة ما تغطيه هذه الفئة للمدينة بينما مثل الغطاء النباتي بها (٣,٦%) فقط من مساحتها وارتفعت نسبة الأراضي الفضاء إلى (٠,٨%)، وأهم ما يمثل هذه الفئة هو قسم إمبابية في الشمال والمنطقة المتداخلة مع الظهير

الصحراوي بقسم الأهرام مع وجود بعض المناطق المتناثرة داخل المدينة مثل امتداد شارع السودان ومنطقة ميدان الجيزة حتي جامعة القاهرة .

■ الفئة الثالثة عبارة عن الجزر التي تبلغ قوتها حتي (٣ س) وتمثل (٨,٤%) من مساحة المدينة، وبذلك تأتي في المرتبة الرابعة بين الفئات الحرارية عامة، ويمثل العمران (٩٤,٧%) من إجمالي ما تغطيه هذه الفئة للمدينة بينما انخفضت مساحة الغطاء النباتي لتصل إلى (٢,٦%) مقابل زيادة نسبة الأراضي الفضاء إلى (٢,٧%) من مساحتها، وتمثل المناطق الشمالية من المدينة والمناطق المتداخلة مع النطاق الصحراوي فهي مرتبطة بتوزيع الفئات الأعلى منها فتعتبر امتداداً حرارياً لها .

■ الفئة الرابعة والخامسة تم دمجها وذلك لصغر المساحات التي تغطيها ومدي الارتباط المكاني التام بينهما كما يوضح شكل (٣-١٣) وهي عبارة عن الجزر التي تبلغ شدتها (من ٤° حتي ٦ س) وتمثل (٣,٨%) من مساحة المدينة، ويمثل العمران (٨٩%) من إجمالي ما تغطيه هذه الفئة، بينما زادت نسبة الأراضي الفضاء فقط بلغت (١٠%) من إجمالي مساحتها، وانخفضت نسبة الغطاء النباتي بها فهي لا تزيد على (١%) من إجمالي ما تغطيه هذه الفئات، وتمثل المنطقة المتداخلة مع النطاق الصحراوي عند هضبة الهرم أغلبية أجزاء المدينة المسيطر عليها هذه الفئة، كما تغطي أجزاء من قسم إمبابة بشمال المدينة مثل منطقة مطار إمبابة، ولكن وجدت بعض المناطق المتناثرة داخل المدينة مثل موقف المنيب الجديد بجنوب المدينة بالقرب من نهر النيل .

(٣ - ٤ - ٣) التباين الحراري لأقسام مدينة الجيزة

من خلال العرض السابق لتوزيع الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة والوقوف على حقيقة توزيع الجزر الحرارية داخل المدينة دعت الدراسة لمعرفة التباين الحراري بين الأقسام وذلك لبيان أي منها أفضل لراحة الإنسان داخل المدينة، وقد تم حساب ذلك من خلال نظم المعلومات الجغرافية وتم ترتيب شدة الجزيرة الحرارية لأقسام المدينة بالنسبة للظهير الزراعي بفصل الصيف حسب شدتها كما هو موضح بجداول (٣-٧).

جدول (٣ - ٧) متوسط شدة الجزيرة الحرارية لكل قسم بمدينة الجيزة والمراكز التابعة للكتلة العمرانية لها في مرئية فصل

الصيف عام ٢٠١٤

م	القسم/المركز	متوسط شدة الجزيرة الحرارية (س°)	م	القسم/المركز	متوسط شدة الجزيرة الحرارية (س°)
١	إمبابة	١,٧	٦	كرداسة	٠,٧
٢	الأهرام	١,٣	٧	الجيزة	٠,٦
٣	الوراق	١,٣	٨	العجوزة	٠,٥
٤	بولاق الدكرور	٠,٨	٩	الدقي	٠,٢
٥	العمرانية	٠,٧	١٠	-	-

المصدر : التحليل النطاقي لمرئية فصل الصيف على حسب التقسيم الإداري للمدينة

ويتضح أن أقل أقسام المدينة لشدة الجزيرة الحرارية هما قسم العجوزة وقسم الدقي وهذا ما يعكس مدي أهمية التخطيط العمراني ووجود المساحات الخضراء في تخفيف درجة الحرارة فذلك القسمان يتميزان بوجود مساحات خضراء حول المباني وعلى الطرق الداخلية بهما؛ كما يتميزان بوجود مسافات بينية تفصل المباني عن بعضها، وعلى العكس فإن غياب التخطيط وانتشار عشوائية البناء وانعدام الغطاء النباتي أدى إلى ارتفاع درجة حرارة الأقسام الأخرى مثل إمبابة والأهرام والوراق وبولاق الدكرور على الترتيب؛ فكل منهما يتميز بالتكدس العمراني وضيق الشوارع وعدم اتخاذ نمط واضح للبناء، وسمح وجود بعض المساحات الخضراء خاصة الحدائق العامة بخفض درجات الحرارة بقسم الجيزة، بينما أدى قرب مركز كرداسة للظهير الزراعي إلى انخفاض شدة الجزيرة الحرارية به نظراً لتأثير المناطق الزراعية المجاورة له على تخفيض الحرارة وتلطيف الجو خلال النهار .

يتضح لنا من خلال العرض التحليلي لشدة الجزيرة الحرارية في عام ٢٠١٤ أن :

- تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية موجبة بالنسبة للظهير الزراعي، بينما تمثل جزيرة حرارية سالبة بالنسبة للظهير الصحراوي ومدينة القاهرة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية، بينما تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية موجبة لكل المناطق المحيطة بها بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية القصوي .
- يعتبر فصل الربيع أعلي فصول السنة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة للظهير الزراعي، بينما يعتبر فصل الخريف أقل الفصول لشدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي بالنسبة للظهير الزراعي.

- يمكننا دراسة شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية من خلال ثلاث طرق تتمثل في الدراسة الميدانية والقياسات الحقلية، ومحطات الأرصاد الجوية، وبناء نماذج كارتوجرافية؛ فنتائج كل منها متماثلة ولا يوجد بينها فروق جوهرية تذكر .
- تمثل شدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة خلال فصل الصيف ضعف شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية خلال نفس الفصل .
- يقتصر دور نهر النيل في تلطيف المناطق المطلة عليه فقط، فلا يتعدى تأثيره النطاق الأول من المباني السكنية المطلة عليه .
- تتقارب شدة الجزيرة الحرارية بين المناطق العشوائية والمساحات الخضراء في توقيت الدراسة الميدانية، على الرغم من زيادة الكثافة السكنية بالمناطق العشوائية نتيجة عدم وصول الإشعاع الشمسي لسطح المنطقة العشوائية والعكس صحيح بالنسبة لمناطق الإسكان المنتظم .
- تتعدد القمم الحرارية داخل المدينة ولا يوجد مركز حراري واحد للمدينة، وذلك نظراً لغياب التخطيط العمراني واختلاف الأنشطة البشرية داخل المدينة من مكان إلى آخر .
- تمثل شدة الجزيرة الحرارية بمقدار (١ س) أكبر مساحة من المدينة، وتمثل الأراضي الفضاء أعلى الغطاءات الأرضية حرارة داخل المدينة .
- تمثل المساحات المائية والحدائق العامة والمساحات الخضراء أقل الغطاءات الأرضية حرارة داخل المدينة .
- يلعب التخطيط العمراني ووجود المساحات الخضراء دوراً كبيراً في التخفيف من حدة الحرارة الناتجة عن الأنشطة البشرية، وتبين ذلك من خلال دراسة التباين الحراري لأقسام المدينة وتوزيع الجزر الحرارية الحارة والمعتدلة داخل المدينة .

الفصل الرابع

بعض الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية بمدينة الجيزة وسبل التقليل منها .

(٤ - ١) تمهيد

(٤ - ٢) المناخ وراحة الإنسان في مدينة الجيزة .

(٤-٢-١) التوازن الحراري لجسم الإنسان بمدينة الجيزة .

(٤-٢-٢) الراحة الحرارية لجسم الإنسان بمدينة الجيزة .

(٤ - ٣) زيادة الطلب علي الطاقة الكهربائية .

(٤ - ٤) بعض الأساليب لمواجهة الجزر الحرارية بمدينة الجيزة .

(٤-٤-١) زيادة معدلات الألبيدو من المنشآت الحضرية .

(٤-٤-٢) زيادة المسطحات الخضراء .

(٤-٤-٣) الاعتماد علي خلايا الطاقة الشمسية .

(٤ - ٥) كيفية الاستفادة من هذه الدراسة في تخطيط المناطق الحضرية المزمع أقامتها في المستقبل .

(٤-٥-١) تخطيط المناطق المفتوحة .

(٤-٥-٢) تخطيط المباني .

(٤-٥-٣) الاعتماد علي مصادر الطاقة المتجددة .

(٤ - ١) تمهيد

يعيش الإنسان في أي مدينة ضمن مجال معين، يتحدد بالمظاهر العمرانية المحيطة به وبالظروف المناخية؛ ومن هنا ينشأ تأثير متبادل بين المناخ والإنسان، فيؤدي ارتفاع درجات الحرارة المرتبط بالجزر الحرارية إلى الكثير من المشكلات والتي من أهمها على الإطلاق تناقص الراحة الفسيولوجية للإنسان، وارتفاع معدلات استهلاك الطاقة للتكيف مع المناخ داخل منطقة الدراسة .

تتفاقم هذه المشاكل خاصة في فصل الحرارة الرئيسي (فصل الصيف) حيث تصل درجات الحرارة لأقصى معدلاتها مما ينعكس بدوره على انخفاض الراحة الفسيولوجية للسكان لأقل معدلاتها وشعور معظم سكان منطقة الدراسة بالانزعاج الحراري، خاصة مع توافق الجزيرة الحرارية الحارة مع وقوع منطقة الدراسة ضمن الأقاليم المدارية الحارة الجافة؛ مما يزيد من حدة المشكلة، وبالتالي يلجأ السكان إلى بذل جهود للتكيف مع المناخ مما ينعكس على ارتفاع استهلاك الطاقة لتلبية تلك الاحتياجات لتبريد الهواء .

ويتناول هذا الفصل بعض الآثار التي يمكن أن تنجم عن الجزر الحرارية في مدينة الجيزة، كما سيتم دراسة أهم الأساليب التي يمكن من خلالها التقليل من تلك الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية لمنطقة الدراسة بالنسبة للوضع الراهن ويختتم الفصل بكيفية الاستفادة من هذه الدراسة في تخطيط المناطق الحضرية في المستقبل .

(٤ - ٢) المناخ وراحة الإنسان في مدينة الجيزة.

على الرغم من التقدم التكنولوجي الذي وصل إليه الإنسان في الآونة الأخيرة والذي عزز قدرته على التحكم في الظروف البيئية، إلا أن المناخ ما يزال يؤثر على شعور الإنسان بالراحة "Comfort" أو الضيق وعدم شعوره بالراحة "Discomfort" .

يقصد بالراحة الفسيولوجية أو الراحة الطبيعية للجسم البشري Physiological Comfort إنها شعور الإنسان بالجو في ظل الظروف الجوية السائدة خارج المكتب أو المنزل وغيرها، وشعورهم وهم يعملون بمكاتبهم أو داخل منازلهم مع عدم استخدام أي نوع من التكيف كالمراوح والمبردات وغيرها (شحاتة سيد احمد، ٢٠٠٤، ص ٢٥٧) ، والراحة الفسيولوجية تعبير عن حالة الاتزان بين الجسم والبيئة المحيطة حيث يحافظ الجسم على ثبات درجة حرارته دون اللجوء إلى زيادة حرارة الجسم بالارتجاف أو زيادة التبريد بالتبخر (احمد محمد ثابت، ٢٠١١، ص ٨٢)، وشعور الإنسان بالراحة المثلى لا يتوقف على

العناصر المناخية فقط بل يرتبط بعدة عوامل أخرى من أهمها البيئة التي يعيش فيها والجنس والعمر والحالة الصحية والنشاط الجسماني للإنسان وطبيعة ملابسها والمواد الغذائية التي يتناولها .

ويعد موضوع راحة الإنسان من الموضوعات الهامة لما لها من أهمية وتأثير على مختلف جوانب الحياة والإنتاج والتنمية؛ التي تعتمد أساساً على العنصر البشري، ويدرك الإنسان منذ القدم أن الظروف المناخية تؤثر في راحته؛ حيث تسهم في ضبط التوازن الحراري والمائي لجسمه؛ إلى جانب تأثيرها في صحته وراحته، وترتبط راحة الإنسان سواء كانت عضوية أو نفسية بالأحوال الجوية، فالأحوال الجوية المناسبة ترفع من كفاءة وقدرة النشاط البشري على العمل والإنتاج؛ وخلاف ذلك تتأثر الأنشطة البشرية وقد تتوقف . وهناك العديد من المعادلات التي تحدد معايير التوازن الحراري لجسم الإنسان ودرجة إحساسه بالراحة الحرارية في الأماكن المختلفة داخل منطقة الدراسة كما يلي:-

(٤ - ٢ - ١) التوازن الحراري لجسم الإنسان بمدينة الجيزة

يعبر التوازن الحراري عن مقدار التذبذب الحراري الذي يستطيع أن يتحمله الإنسان، ورغم أن متوسط المدى الحراري السنوي يتراوح بين (١٠,٥ ° : ١٥,٥ س) كما تبين في الفصل الأول، فنجد أن المدى الحراري لدرجة حرارة الجسم البشري الذي يستطيع الإنسان تحمله لا يزيد على (١٤ ° س) على أقصى تقدير، وذلك فيما بين (٤٠ س) كحد أعلى و (٢٦ س) كحد أدنى، فإذا تعدت درجة الحرارة هذين الحدين فإن حياة الإنسان تصبح في خطر، ومن المعلوم أن درجة حرارة جسم الإنسان الداخلية تبلغ (٣٧ ° س) بمدى لا يزيد على (+ ٠,٣ ° س)، في حين يرتفع هذا المدى في أطراف الجسم والسطح الخارجي للجلد ليصل إلى (+ ٠,٦ ° س) تكيفاً مع الظروف المناخية المحيطة (احمد عبد الحميد الفقي، ٢٠٠٧، ص ٣٢٢)، ومن هنا تأتي أهمية المحافظة على التوازن الحراري بين جسم الإنسان ومحيطه الخارجي بما يضمن بقاء الأنسجة الداخلية للجسم في درجة حرارة ثابتة تقريباً، بغض النظر عن التغيرات الكبيرة نسبياً في المحيط الخارجي، ويعتمد التوازن الحراري لجسم الإنسان على ما يكتسبه أو يفقده من حرارة وفقاً للمعادلة التالية (شحاتة سيد احمد، ٢٠٠٤، ص ٢٦٥ عن نعمان شحاتة، ١٩٨٥):

$$RS + S (1+a) = 0 \pm C2 - LE - Rb \pm C1 \pm M$$

وتعني رموز المعادلة ما يلي

M = الحرارة المتولدة بالجسم عن طريق أكسدة الأنزيمات الموجودة في خلايا الجسم للمواد الغذائية

C1 = معدل تبادل الطاقة عن طريق الحمل الحراري بين الجسم والوسط الذي يوجد فيه ويعتبر من الوسائل الرئيسية لتبادل الطاقة بين الجسم والوسط المحيط به وأهم العوامل المؤثرة عليه هي درجة الحرارة وسرعة الرياح

C2 = معدل تبادل الطاقة بين الجسم والوسط المحيط به عن طريق التوصيل .

LE = معدل التبخر من الجسم ويشمل تبخر العرق من الجلد والرطوبة من الرئتين حيث تمثل "L" الحرارة الكامنة للتبخّر وتمثل "E" كمية المياه المتبخرة، وأهم ما يؤثر على انتقال الطاقة بهذه الطريقة سرعة الرياح والرطوبة النسبية .

Rb = معدل تدفق الأشعة من الجسم إلى المناطق المحيطة به

RS = معدل تبادل الأشعة تحت الحمراء بين الجسم والمناطق المحيطة به

S = أشعة الشمس قصيرة الموجات التي تصل لجسم الإنسان بطريقة مباشرة، وتشمل الأشعة المباشرة والأشعة المنتشرة بسبب العوامل الجوية مثل بخار الماء بالهواء أو الأتربة والدخان وغيرها، ولهذا العامل تأثير كبير على جسم الإنسان خلال النهار فقط .

a = معامل انعكاس الأشعة من الجسم وهو يتأثر بلون وطبيعة الملابس .

يتضح من المعادلة السابقة أن التوازن الحراري المطلوب لجسم الإنسان يتحقق عندما يتساوى ما يحصل عليه الجسم من طاقة سواء كانت هذه الطاقة داخلية عن طريق أكسدة الطعام أو طاقة خارجية من الوسط الذي يتعايش فيه، مع ما يفقده الجسم عن طريق الإشعاع Radiation أو الحمل Convection أو التوصيل Conduction أو التبخر Evaporation . أي أن تساوي الحرارة المفقودة والمكتسبة هو أفضل حالات الاتزان الحراري لجسم الإنسان .

يتباين الفقد الحراري من جسم الإنسان في درجات الحرارة المختلفة، فعندما تنخفض درجة الهواء المحيط إلى (١٠°س) يفقد الجسم بالإشعاع أو بالتوصيل ما يساوي تسعة أضعاف ما يفقده الجسم بالتبخّر، وهذا ما يؤدي إلى لجوء الإنسان للملابس الثقيلة في فصل الشتاء لتعويض ذلك الفقد الكبير، في حين تنخفض هذه القيمة إلى أربعة أضعاف مع ارتفاع درجة الحرارة إلى (٢١°س) يزداد الفقد الحراري بالحمل والإشعاع الحراري (احمد عبد الحميد الفقي، ٢٠٠٧، ص٣٢٣)، ويكون جسم الإنسان في حالة راحة تامة في مدي حراري ضيق .

وهناك عدد من المعادلات التي تحدد التوازن الحراري لجسم الإنسان في أوضاع مختلفة نهاراً وليلاً، وقد وضع "أدولف Adolph" عام ١٩٤٧ قيمة تقريبية أولية للكسب والفقد الحراري، تظهر أهميتها في إنها تطبق على المناطق الجافة وشبه الجافة مثل نطاق منطقة الدراسة؛ وتتباين المعادلة نهاراً وليلاً (شحاتة سيد احمد، ٢٠٠٤، ص٢٦٨) كما يلي:

التوازن الحراري نهاراً = ١٠٠ + ٢٢ (ح - ٣٣)

التوازن الحراري ليلاً = ٢٠ + ١٨ (ح - ٣٣)

وتعني "ح" درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية نهاراً أو ليلاً، وبتطبيق هذه المعادلة على منطقة الدراسة من خلال الاعتماد على درجات الحرارة الصغرى والعظمى بمحطات مدينة الجيزة (الجيزة الزراعية، والجيزة "مركز البحوث الزراعية"، ومطار إمبابة) وبعض المحطات القريبة منها مثل (مركز التحليل الرئيسي "العباسية"، ومحطة بهتيم الزراعية) خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٣ كما هو مبين في جدول (٤ - ١).

جدول (٤ - ١) معدلات الكسب والفقد الحراري لجسم الإنسان بمدينة الجيزة نهاراً وليلاً (بالكيلو ساعة/ساعة) خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣)

الفصل		الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف		
الشهر		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
الجيزة الزراعية	ليلاً	٣٥٨ -	٣٩٤ -	٣٧٦ -	٣٥٨ -	٣٤٠ -	٣١٣ -	٣٠٤ -	٢٩٧ -	٢٥٠ -	٢٣٢ -	٢٤٣ -	٣٠٠ -
	نهاراً	١٦١ -	١٨٦ -	١٥٣ -	٧٦ -	٣ -	٥٦	٨٩	١١٥	١٢٢	١٠٩	١٢	٧٦ -
الجيزة (مركز البحوث الزراعية)	ليلاً	٤٠٨ -	٤٤٣ -	٤٢١ -	٣٥١ -	٣٢٠ -	٢٣٧ -	١٩١ -	١٥١ -	١٤٩ -	١٨٣ -	٢٤٨ -	٣٣٥ -
	نهاراً	١٥١ -	١٣٦ -	١٣٥ -	٦٩ -	١ -	١١١	١٦٤	١٨٤	١٧٠	١٣٥	٤١	٤٥ -
مطار إمبابة	ليلاً	٣٩٤ -	٤١٢ -	٣٥٨ -	٣٧٦ -	٣٤٠ -	٢٦٨ -	١٧٨ -	٢١٤ -	٢٥٠ -	١٩٦ -	٢٣٢ -	٣٢٢ -
	نهاراً	٢٣٠ -	٢٠٨ -	١٢٠ -	١٤٢ -	٧٦ -	١٢	٧٨	٥٦	١٠٠	٣٤	١٢	١٤٢ -
بهتيم الزراعية	ليلاً	٤٤١ -	٤٦٦ -	٤٦٦ -	٤٦٨ -	٣٩٤ -	٣٣٣ -	٢٥٠ -	٢١٤ -	١٩٦ -	٢٥٠ -	٢٩٧ -	٣٥٨ -
	نهاراً	٩٨ -	١٣١ -	٩٨ -	٣٤	١٤٤	٢١٠	٢١٠	٢١٠	١٨١	٤٣ -	١٠٠	٣ -
مركز التحليل الرئيسي (العباسية)	ليلاً	٣٠٤ -	٣٧٦ -	٣٥٨ -	٣٠٤ -	٢٦٨ -	٢١٤ -	١٤٢ -	١٠٦ -	١٤٢ -	١٧٨ -	٢١٤ -	٢٦٨ -
	نهاراً	١٢٠ -	٢٠٨ -	١٤٢ -	١٤٢ -	٣٤	١١١	١٨٨	١٣٥	١٨٨	١٠٠	١٢٤	٢١

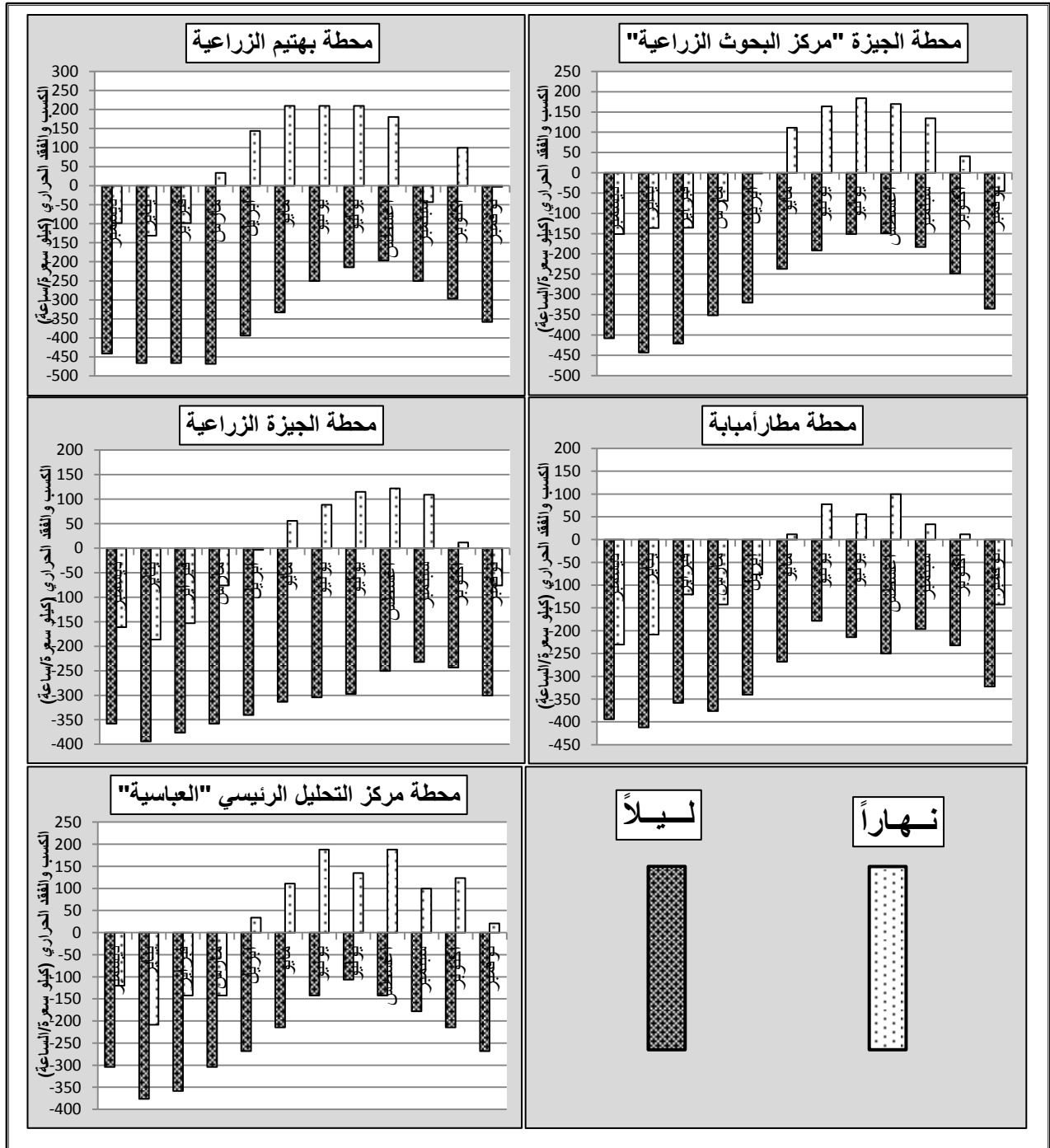
المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة ادولف على بيانات درجة الحرارة الشهرية جدول (١ - ٥)

(٤ - ٢ - ١ - أ) التوازن الحراري في مدينة الجيزة نهاراً

يتضح لنا من القراءة التحليلية لجدول (٤ - ١) وشكل (٤ - ١) التالي:

تسجل محطات مدينة الجيزة معدلات أقل بالنسبة للاكتساب الحراري وأعلى للفقد الحراري خلال النهار مقارنة بالمحطات خارج المدينة، فتعتبر محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية أعلى المحطات

تسجيلاً للفقد الحراري لجسم الإنسان وأقلها اكتساباً للحرارة تليها محطة الجيزة الزراعية وتأتي محطة مطار إمبابة في المرتبة الثالثة ثم محطة بهتيم الزراعية وأخيراً محطة مركز التحليل الرئيس "العباسية" وهذا الترتيب لكل فصول السنة وشهورها .



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٤ - ١)

شكل (٤ - ١) الكسب والفقد الحراري بمحطات مدينة الجيزة والمناطق المجاورة لها نهاراً وليلاً خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣)

(٢٠١٣)

فصل الشتاء يسود الفقد الحراري نهاراً في كل الشهور ويعتبر شهر ديسمبر أعلى شهور السنة على الإطلاق للفقد الحراري نهاراً بكل المحطات المدروسة، وذلك نظراً لانخفاض درجة الحرارة لأقل حدود لها خاصة شهر ديسمبر.

تمثل محطات المدينة أعلى المحطات تسجيلاً لفقد جسم الإنسان للحرارة وترتفع معدلات الفقد كلما اتجهنا شمالاً وشرقاً في اتجاه المناطق العمرانية في القاهرة والقليوبية خاصة منطقة شبرا الصناعية في الشمال .

فصل الربيع هو فصل انتقالي حيث سجل شهر مارس أقل معدلات للفقد الحراري لجسم الإنسان خلال هذا الفصل بينما تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع بداية من شهر أبريل حيث يمثل أقل معدلات تسجيل لمعدلات الاكتساب الحراري وترتفع هذه المعدلات في شهر مايو والذي يمثل نهاية فصل الربيع وبداية الصيف، ويعتبر هذا الفصل معتدلاً حرارياً مما انعكس على معدلات اكتساب جسم الإنسان للحرارة .

فصل الصيف يمثل فصل الصيف أعلى معدلات للكسب الحراري لجسم الإنسان بمدينة الجيزة خاصة شهر يوليو وهو متوافق تماماً مع معدلات درجة الحرارة بهذا الفصل حيث تسجل أعلى القيم بالنسبة لدرجة الحرارة والاكتساب الحراري لجسم الإنسان بهذا الشهر .

فصل الخريف تبدأ درجات الحرارة في الاعتدال مما انعكس على معدلات الكسب الحراري لهذا الفصل فيعتبر شهرا سبتمبر وأكتوبر شهوياً للكسب الحراري لجسم الإنسان فهما امتداد لفصل الصيف، بينما انخفاض درجة الحرارة بنهاية الخريف وبداية الشتاء انعكس على شهر نوفمبر حيث سجل معدلات للفقد الحراري مماثلة لحد ما إلى شهر فبراير .

يعتبر شهر أبريل من من أهم الشهور اعتدلاً داخل مدينة الجيزة حيث بلغت معدلات الفقد الحراري أدناها في محطة الجيزة (-٣ كيلو ساعة/ساعة) ولم تتعد معدلات الفقد الحراري (-٧٦ كيلو ساعة/ساعة) في محطة مطار إمبابة، بينما سجلت المحطات خارج المدينة (مركز التحليل الرئيس "العباسية"، وبهتيم الزراعية) معدلات اكتساب حراري بلغت (٣٤، ١٤٤ كيلو ساعة/ ساعة) لكل منهما على الترتيب .

(٤ - ٢ - ١ ب) التوازن الحراري في مدينة الجيزة ليلاً

يتضح من القراءة التحليلية لجدول (٤ - ١) وشكل (٤ - ١) أن جسم الإنسان يتميز بالفقد الحراري طوال العام ليلاً بمدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها حيث سجل ذلك بكل المحطات خلال كل الشهور، كذلك تعتبر محطات مدينة الجيزة هي الأقل مقارنة بالمحطات خارج المدينة لفقد الإنسان للحرارة خلال كل الشهور، وتتباين معدلات فقد جسم الإنسان بالمدينة من شهر إلى آخر.

فصل الشتاء تعتبر شهور الشتاء هي الأعلى بالنسبة لفقد جسم الإنسان للحرارة بالمدينة والمناطق المحيطة بها على الإطلاق، ويعتبر شهر يناير هو الأعلى بالنسبة لكل شهور السنة وذلك نظراً لانخفاض درجة الحرارة بهذا الشهر إلى أقل معدلاتها .

فصل الربيع تبدأ درجات الحرارة في الاعتدال مع حلول الربيع مما أثر على الفقد الحراري لجسم الإنسان ليلاً فمعدلات شهور فصل الربيع أقل من معدلات فصل الشتاء للفقد الحراري ومتماثلة لحد ما مع معدلات فصل الخريف .

فصل الصيف يمثل فصل الصيف أقل الفصول فقداً للحرارة أثناء الليل نظراً لارتفاع معدل درجات الحرارة الصغرى بهذا الفصل فهو يعتبر فصل الحرارة الرئيسي بالمدينة والمناطق المحيطة بها.

فصل الخريف تبدأ درجات الحرارة في الانخفاض مرة أخرى بعد نهاية الصيف مما انعكس على جسم الإنسان فبدأت معدلات فقد الحرارة في الارتفاع مرة أخرى ولكن لم تصل لمستوي الفقد الحراري للجسم خلال فصل الشتاء ولكن تماثلت لحد ما مع معدلات الفقد الحراري للجسم خلال فصل الربيع ليلاً.

(٤ - ٢ - ٢) الراحة الحرارية لجسم الإنسان بمدينة الجيزة

لا شك أن للمناخ تأثيراً مباشراً على شعور الإنسان بالراحة أو عدمه، وذلك حسب الظروف المناخية السائدة في المكان الذي يعيش فيه، فيستجيب الإنسان للتغيرات التي تطرأ على الأحوال المناخية بدرجات متفاوتة على حسب أعمارهم وجنسهم وملابسهم. . الخ (على الشلش، ١٩٨١، ص ٤٧)، وبالرغم من أن لكل عنصر من عناصر المناخ تأثيراً على الإنسان إلا أنه ليس لكل منهما نفس التأثير على الشعور بالراحة، فهناك عناصر أكثر من غيرها فعالية وتأثيراً يبدو كأنها المتحكمة في نشاط الإنسان والمؤثرة على راحته وصحته كما في درجة الحرارة، إلا أنه في حالة توافق قيم متطرفة لعنصرين مناخيين أو أكثر

فيصبح التأثير السلبي أكبر (فيصل على بإقتادة، ٢٠١٠، ص ١١٦)، فدرجة الحرارة والرطوبة النسبية من أهم العناصر التي تؤثر بشكل فعال ومباشر على راحة الإنسان وذلك للعلاقة القوية بينهم وتحديد ما يعرف بالحرارة المحسوسة Temperature Sensible أي الحرارة التي يشعر بها الإنسان والتي تحددها المعايير ولا يسجلها أي جهاز فيشعر الإنسان بالراحة إذا كانت الظروف الجوية المحيطة بها تتناسب مع درجة حرارة جسمه "٣٧ س" ويحاول جسم الإنسان عادة إلى تعادل حرارة جسمه مع الوسط المحيط به عن طريق أكسدة الغذاء أو الحركة "لرفع درجة الحرارة" أو التعرق وغيرها لخفض درجة الحرارة، أما إذا فاقت التقلبات المناخية قدرة الجسم على تحقيق التعادل فهذا يؤدي لشعور الإنسان بعدم الراحة والانزعاج (شحاتة سيد احمد، ٢٠٠٥، ص ٢٥٨)، ففي حالة تأثير الجزيرة الحرارية واقتزان ارتفاع الحرارة مع انخفاض معدلات الرطوبة النسبية فينتج تأثيراً مزدوجاً على راحة الإنسان الفسيولوجية، فارتفاع درجات الحرارة يجعل السكان يشعرون بعدم الراحة في حين انخفاض معدلات الرطوبة الجوية التي تنسم بها الجزيرة الحرارية يمكن أن يكون له أثر ايجابي على شعور السكان بالراحة داخل المدينة، ولكن من الحقائق الثابتة في مناخ الحضر أن ارتفاع درجة الحرارة عادة ما يكون أكثر تأثيراً على راحة الإنسان أكثر من انخفاض معدلات الرطوبة الجوية (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٢٨٠) .

ولقياس الراحة أو الانزعاج وعلاقته بالظروف المناخية قدمت الدراسات العديد من المؤشرات التي يمكن الاعتماد عليها في قياس مدي شعور الإنسان بالراحة وقد أوضحت دراسة (Yore, E & Daniel, S 2006) جميع القرائن المستخدمة في ذلك الغرض منذ عام ١٩٠٥ حتى ٢٠٠٥ من حيث تاريخ القرينة ومؤسسها ومجال العمل بها والرمز الذي يدل عليها وغيرها، كما تناولت دراسة (احمد جبريل ثابت، ٢٠١١) تفصيلاً للقرائن المناخية الحرارية وراحة الإنسان بعرض لأهم التصنيفات المناخية وأساليب تقسيمها، والقرائن المناخية الحيوية المستخدمة لقياس الراحة والانزعاج وذلك حتي عام ٢٠١٠ بعرض مفصل لكل تصنيف مناخي وقرينة وقسمها إلى:-

✓ قرينة العنصر المناخي الواحد

✓ قرائن المناخ الحيوي المركب

✓ القرائن المناخية الحيوية الشمولية

وفي هذه الدراسة سوف يتم استخدام مؤشر عدم الراحة الفسيولوجية لتوم المعدل "Thom" والذي يمكن تطبيقه على درجات الحرارة السيلييزية والرطوبة النسبية (Epstein, Y & Moran, D ., 2006;

(Chernev, L . et al ., 2012) ، (احمد جبريل ثابت، ٢٠١١)، (وليد عباس، ٢٠١٣)، وتستخدم قرينة توم لتحديد فعل الحرارة والرطوبة على جسم الإنسان وليس فعل البرودة لذا فهو مناسب للمناطق الحارة كأقليم منطقة الدراسة كما تتميز بسهولة التطبيق وقدرتها العالية على تحديد المناطق التي يشعر بها الإنسان بالراحة وتحديد الفترات المريحة للإنسان وغير المريحة.

ويتم حساب مؤشر توم المعدل للراحة الحرارية من خلال المعادلة التالية:

$$DI = T - 0.55 * (1 - 0.01 * RH) * (T - 14.5)$$

DI = مؤشر عدم الراحة

T = درجة الحرارة السيليزية

RH = الرطوبة النسبية . بقية الأرقام عبارة عن قيم ثابتة

ويصنف توم درجات الراحة وفقاً لنتائج المعادلة في جدول (٤ - ٢)

جدول (٤ - ٢) الحدود التصنيفية لقرينة توم لتحديد راحة الإنسان

قيم (DI)	نوع الراحة
أقل من ١٠	انزعاج شديد (عدم راحة)
١٠ - ١٥	انزعاج متوسط
١٥ - ١٨	راحة نسبية
١٨ - ٢١	راحة تامة
٢١ - ٢٤	راحة نسبية (أقل من نصف السكان يشعرون بالراحة)
٢٤ - ٢٧	انزعاج متوسط (أكثر من نصف السكان يشعرون بعدم الراحة)
٢٧ - ٢٩	انزعاج شديد
أكثر من ٢٩	إجهاد شديد (حالة الطوارئ الطبية)

المصدر: نقلاً عن احمد جبريل ثابت، ٢٠١١، ص ٩١ . وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٤٢ عن (Chernev, L . et: al ., 2012)

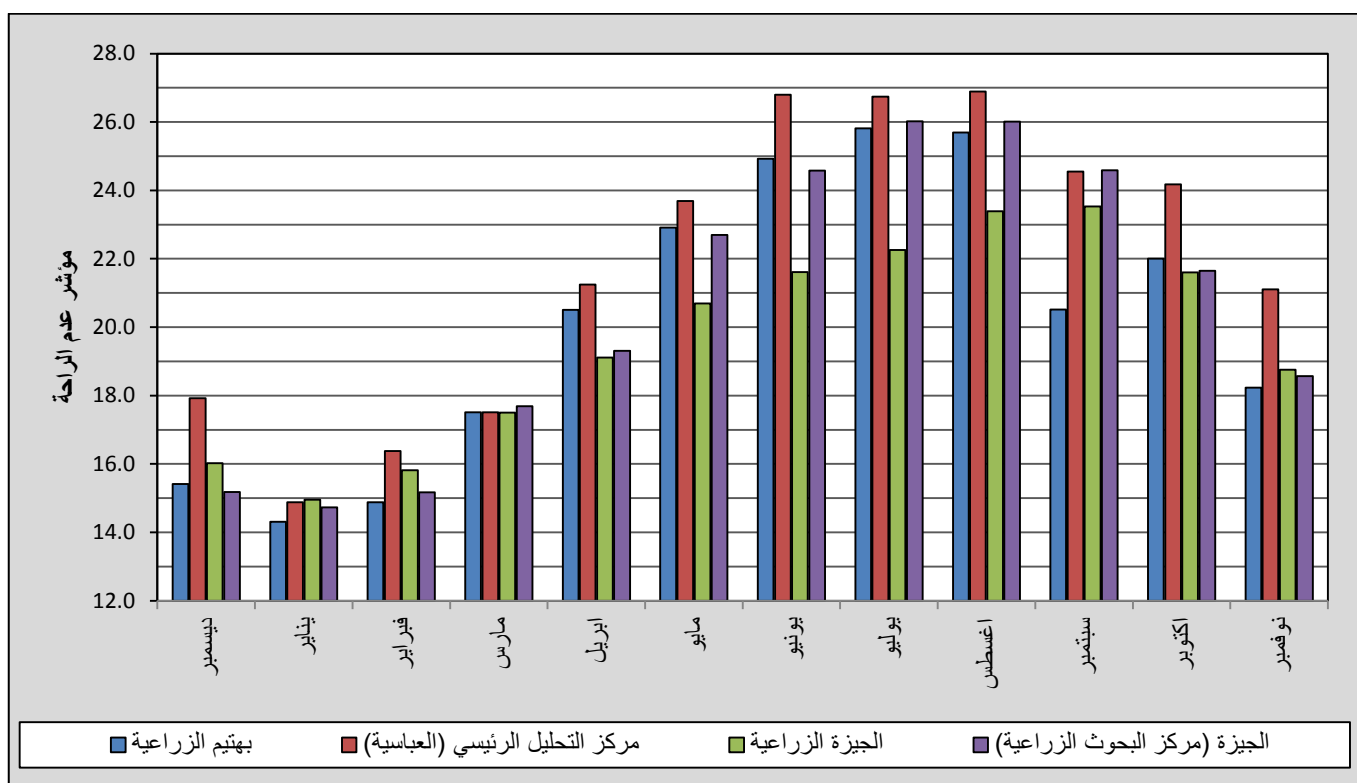
يوضح جدول (٤ - ٣) قيم مؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم في المناطق المفتوحة بمدينة الجيزة من خلال معالجة بيانات محطات الأرصاد الجوية على المستوى الشهري والفصلي خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣) ، ويلخص شكل (٤ - ٢) القيم الشهرية لمؤشر توم المعدل للراحة الحرارية، بينما يمثل شكل (٤ - ٣) القيم الفصلية موزعة بطريقة الخطوط المتساوية للفصول الأربعة .

جدول (٤ - ٣) القيم الشهرية والفصلية لمؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم Thom بمحطات الأرصاد الجوية

بمدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها على المستوى اليومي خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣

المحطة	الشهر	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف	
		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر
بهتيم الزراعية	المتوسط الشهري	١٤,٥	١٤,٣	١٤,٩	١٧,٥	٢٠,٥	٢٢,٩	٢٤,٩	٢٥,٨	٢٥,٧	٢٠,٥	٢٠
	المتوسط الفصلي	١٤,٩			٢٠,٣			٢٥,٥			٢٠,٢	
مركز التحليل الرئيسي (العباسية)	المتوسط الشهري	١٧,٩	١٤,٩	١٦,٤	١٧,٥	٢١,٢	٢٣,٧	٢٦,٨	٢٦,٧	٢٦,٩	٢٤,٥	٢٤,٢
	المتوسط الفصلي	١٦,٤			٢٠,٨			٢٦,٨			٢٣,٣	
الجيزة الزراعية	المتوسط الشهري	١٦	١٥	١٥,٨	١٧,٥	١٩,١	٢٠,٧	٢١,٦	٢٢,٣	٢٣,٤	٢٣,٥	٢١,٦
	المتوسط الفصلي	١٥,٦			١٩,١			٢٢,٤			٢١,٣	
الجيزة (مركز البحوث الزراعية)	المتوسط الشهري	١٥,٢	١٤,٧	١٥,٢	١٧,٧	١٩,٣	٢٢,٧	٢٤,٦	٢٦	٢٦	٢٤,٦	٢١,٦
	المتوسط الفصلي	١٥			١٩,٩			٢٥,٥			٢١,٦	

المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (١ - ٥) وجدول (١ - ٧)



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (٤ - ٣)

شكل (٤ - ٢) القيم الشهرية لمؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم Thom بمحطات الأرصاد الجوية بمدينة

الجيزة والمناطق المحيطة بها على المستوى اليومي خلال الفترة ٢٠٠٠ - ٢٠١٣

يتبين من الجدول (٤ - ٣) والشكلين (٤ - ١)، (٤ - ٢) أن:

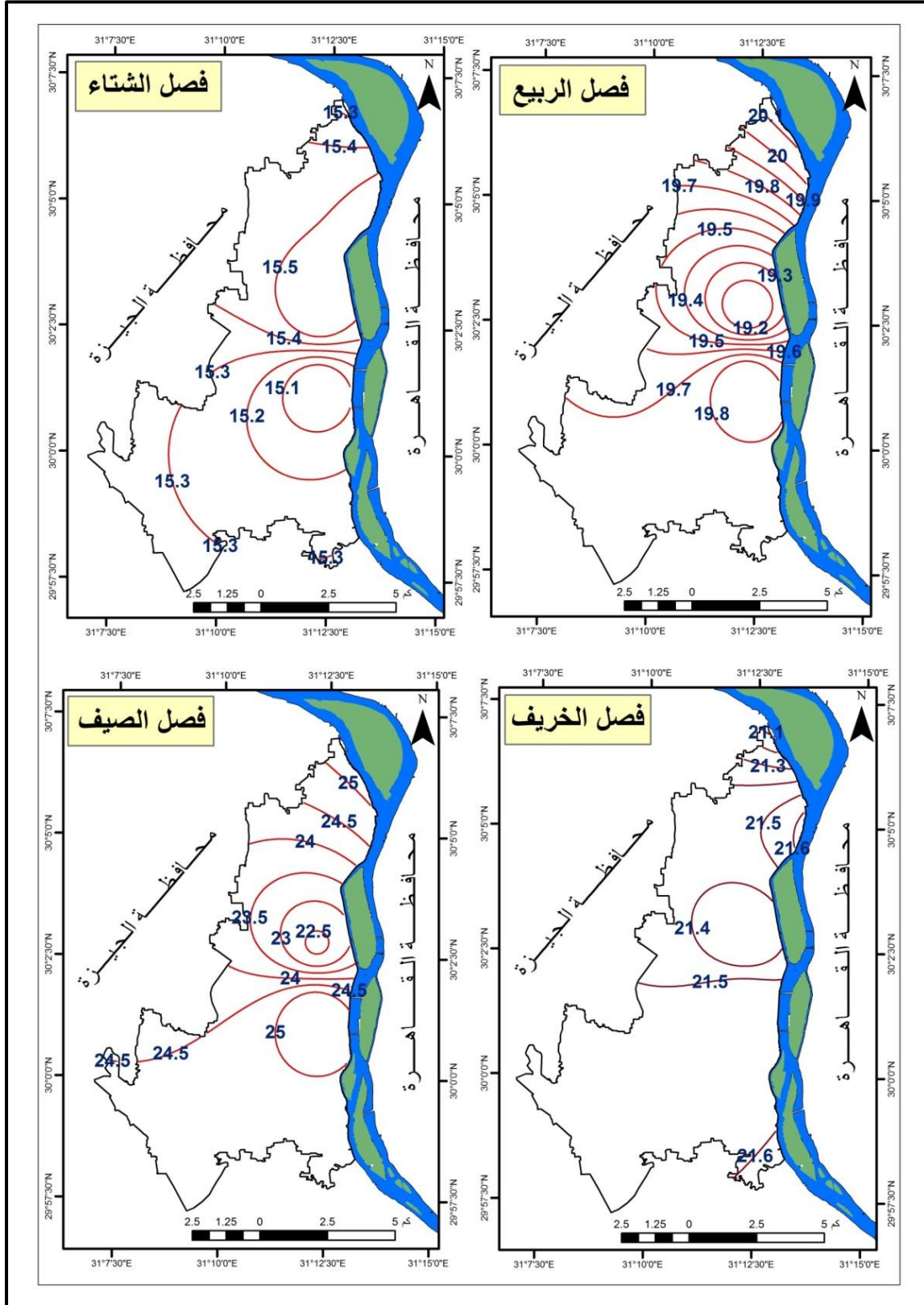
فصل الشتاء يشعر معظم السكان بانزعاج متوسط نظراً لانخفاض درجات الحرارة في هذا الفصل ويعتبر شهر يناير أقل راحة من بقية شهور الشتاء حيث يقل فيه مؤشر توم المعدل لأقل قيمة له فلا يتعدى "١٥"، ويظهر تأثير الجزيرة الحرارية على شعور السكان بالراحة من خلال مقارنة نتائج مؤشر توم للراحة الحرارية داخل المدينة والمحطات خارج المدينة "بهتيم ١٤,٩ كمتوسط لفصل الشتاء ككل" بينما ارتفاع متوسط فصل الشتاء داخل المدينة لمؤشر توم المعدل بمعدل (١,٥، ٠,٧، ٠,١) لكل من المحطات التالية على الترتيب (الجيزة مركز البحوث الزراعية، الجيزة الزراعية، مركز التحليل الرئيسي "العباسية") عن محطة بهتيم، مع حلول شهر فبراير يبدأ السكان بالشعور بالراحة النسبية داخل المدينة بينما تظل الأطراف الشمالية "محطة بهتيم" والمناطق غير الحضرية أبعد من المدينة مما يؤثر على شعور السكان بالانزعاج النسبي .

فصل الربيع تشير قيم مؤشر توم المعدل على المستوي الفصلي أن سكان مدينة الجيزة والمناطق المحيطة بها يشعرون بالراحة التامة، حيث لم تزيد قيم المؤشر على المستوي الفصلي عن (٢٠,٨)، وتعتبر مدينة الجيزة أفضل من المناطق المحيطة بها من حيث الراحة الحرارية في فصل الربيع حيث تتوسط قيم مؤشر توم المعدل الحدود التصنيفية للراحة التامة، بينما ترتفع هذه القيم في القاهرة والمناطق الشمالية للاقترب إلى شعور أقل من نصف السكان بالراحة خاصة في نهاية فصل الربيع بشهر مايو، وتتميز شهور فصل الربيع كلها بمدينة الجيزة بالراحة التامة للسكان خاصة شهر أبريل، بينما يبدأ شعور السكان بالراحة النسبية مع حلول نهاية الربيع وحلول فصل الصيف خاصة شهر مايو وهو ما يدل على أثر الجزيرة الحرارية على السكان مما جعل الموسم السنوي لإحساس السكان بعدم الراحة يبدأ مبكراً داخل مدينة الجيزة، كما لوحظ أيضاً تأثير الزحف العمراني والتحضر على محطة بهتيم في الشمال حيث بدأ أيضاً شعور السكان بالراحة النسبية في شهر مايو خلال فترة الدراسة على عكس ما ذكره (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٢٨٤) حيث كان شهر مايو من شهور الراحة التامة خلال فترة دراسته (١٩٧٦ - ١٩٩٧) لمحطة بهتيم فقد بلغ مؤشر توم المعدل في هذا الشهر "٢٠,٧"، ارتفع خلال هذه الدراسة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣) ليلعب "٢٢,٩" مما يدل على الأثر البالغ لعملية التحضر الذي وصلت إليه المنطقة المحيطة بمحطة بهتيم خلال الأعوام الماضية .

فصل الصيف يعتبر أكثر فصول العام التي يشعر خلالها سكان مدينة الجيزة بعدم الراحة حيث اختلفت قيم مؤشر توم بين الراحة النسبية (أقل من نصف السكان يشعرون بالراحة) بمحطة الجيزة الزراعية والانزعاج المتوسط (أكثر من نصف السكان يشعرون بعدم الراحة) بمحطة الجيزة مركز البحوث الزراعية، وإذا تم حساب المتوسط لمؤشر توم للمحطات داخل حدود المدينة فإن قيمة المؤشر ستبلغ " ٢٤ " أي تقع ضمن الانزعاج المتوسط للسكان بسبب ارتفاع درجات الحرارة، ويعتبر شهر يونيو هو أفضل شهور فصل الصيف لراحة الإنسان خلاله حيث يعتبر انتقالياً بين الربيع والصيف فانخفاض درجات الحرارة وقلة فترات وقوة السطوع الشمسي به أدى إلى انخفاض قيم مؤشر توم المعدل، بينما يعتبر شهر أغسطس هو أعلى شهور العام لعدم الراحة الحرارية للسكان سواء داخل المدينة أو خارجها .

نجد أن سكان مدينة الجيزة يشعرون خلال فصل الصيف خاصة الشهور الأولى منه ببعض من الراحة النسبية مقارنة بالمناطق المحيطة بها، خاصة المنطقة المحيطة بمحطة الجيزة الزراعية مما يعكس مدى أهمية الغطاء النباتي "الحدائق العامة مثل الأورمان وحديقة الحيوان" والتخطيط الحضري ووجود مجال للتهوية بين المباني والذي تنسم به المنطقة المحيطة بالمحطة على تخفيف حدة الجزيرة الحرارية وأثرها على السكان .

كما تنسم مدينة الجيزة ككل براحة نسبية أعلى للسكان من مدينة القاهرة في الشرق أو مدينة شبرا في الشمال .



المصدر: عمليات التقدير المكاني interpolation وتحليل الأسطح surface analysis في نظم المعلومات الجغرافية

شكل (٣ - ٤) التباين المكاني لمؤشر عدم الراحة الفسيولوجية المعدل لتوم Thom في محطات الأرصاد الجوية بمدينة

الجيزة للفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠١٣

فصل الخريف يعتبر امتداداً لفصل الصيف بالنسبة لمدينة الجيزة والقاهرة، حيث اختلفت قيم مؤشر توم المعدل بين بداية الخريف ونهايته؛ فيعتبر شهر سبتمبر مثل شهور فصل الصيف يشعر السكان خلاله بالانزعاج (أكثر من نصف السكان يشعرون بعدم الراحة) بينما يشعر السكان بالراحة النسبية (أقل من نصف السكان يشعرون بالراحة) خلال شهر أكتوبر، وفي نهاية الخريف شهر نوفمبر يشعر السكان بالراحة التامة مثل فصل الربيع حيث بداية حلول الشتاء وانخفاض درجات الحرارة .

أما بالنسبة لمحطة بهتيم الزراعية فتختلف عن التوزيع السابق في هذا الفصل حيث يشعر السكان بهذه المنطقة بالراحة التامة منذ بداية الخريف حتي نهايته وهو متوافق تمامًا مع دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٢٨٥) .

يتضح مما سبق أن الموسم السنوي لشعور سكان مدينة الجيزة بعدم الراحة الفسيولوجية يمتد ليشغل نصف العام تقريباً (من مايو حتي أكتوبر) بينما يقل هذا الموسم في المناطق الهامشية والظهير الزراعي إلى أربعة شهور فقط (من مايو حتي أغسطس) بمحطة بهتيم، بينما يعتبر فصل الربيع وخاصة شهر أبريل هو فصل الراحة الفسيولوجية للسكان على الإطلاق داخل وخارج المدينة على حد سواء، بينما يعتبر الشتاء فصل راحة نسبي داخل المدينة وانزعاج خارج المدينة مما يدل على أثر الجزيرة الحرارية على شعور السكان بالتدفئة خلال هذا الفصل البارد.

إذا تتبعنا نتائج مؤشر توم المعدل للراحة الفسيولوجية في الفصول المختلفة نجد أن الربيع يحتل المرتبة الأولى بالنسبة لبقية الفصول للراحة الفسيولوجية بينما يأتي الشتاء في المرتبة الثانية نتيجة انخفاض درجات الحرارة بها، ويحتل الخريف المرتبة الثالثة من حيث الراحة الفسيولوجية، ويأتي الصيف في نهاية الفصول .

(٤ - ٣) زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية

تتعد الآثار السلبية الناتجة عن ارتفاع درجة الحرارة للمدينة بسبب تأثير الجزر الحرارية مع وقوع المدينة وسط الصحاري المدارية الحارة وبداية تناقص الغطاء الزراعي بالقرب من المدينة نتيجة الزحف العمراني على الأراضي الزراعية مما أدى إلى زيادة حدة ارتفاع درجات الحرارة، وغالبا ما ينجم عن هذه المشكلة بعض الآثار الاقتصادية مثل انخفاض قدرة الإنسان على العمل والإنتاج، وزيادة الطلب على الطاقة والوقود لتلبية احتياجات السكان للتكيف مع المناخ (صوره ٩)، ويترتب على ذلك ارتفاع الانفاق الفردي والمجتمعي وكذلك حدوث قصور في توفير الطاقة بالشكل المطلوب، مما يجعل الدولة تلجأ إلى زيادة إنتاج الطاقة خاصة الطاقة الكهربائية لتلبية تلك الاحتياجات وهذا بدوره يؤثر سلباً على ارتفاع درجات الحرارة والتلوث حيث ترتفع نسبة ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن محطات إنتاج الكهرباء وزيادة الانبعاثات الحرارية الناتجة عن استخدام أجهزة التبريد والتكيف وغيرها من المصادر البشرية للانبعاثات

الحرارية والأنشطة التي تعتمد على استهلاك الكهرباء .

ففي الآونة الأخيرة تناولت عدة دراسات أثر الجزيرة الحرارية للمدن على استهلاك الطاقة الكهربائية نذكر منها دراسة (Santamouris, M . et al ., 2001) عن مدينة أثينا والذي توصل أن ارتفاع درجات الحرارة وسط المدينة أدى إلى ارتفاع استهلاك الكهرباء بمقدار الضعف، ودراسة (وليد عباس، ٢٠١٣) عن مجمع القاهرة الحضري



صوره (٩) توضح انتشار أجهزة التكيف على وجهة بعض المباني الإدارية بمنطقة الاسكان المنتظم، اتجاه الشرق

وأهم ما ورد بها أن استهلاك الطاقة الكهربائية للتبريد في الشهور الحارة بلغ ضعف استهلاكها للتدفئة في الشهور المعتدلة كما توصل إلى أن معدل زيادة استهلاك الكهرباء نتيجة ارتفاع درجات الحرارة في مجمع القاهرة الحضري بلغ ١١٥ م.ك. و.س/درجة سيليزية، وهذا يعني أن كلما زادت شدة الجزيرة الحرارية بمقدار ١ درجة سيليزية يقابله زيادة في الاستهلاك للطاقة الكهربائية بمقدار ١١٥ م.ك. و.س .

وتجدر الإشارة إلى أن استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الجيزة يختلف من فصل إلى آخر فمعظم السكان تمتلك أجهزة تبريد للهواء في حين أقلية منهم من يمتلكون أجهزة للتدفئة وربما هذا لا يعود بالضرورة إلى التكلفة الاقتصادية كما ذكر (وليد عباس، ٢٠١٣)، (محمود عبد الفتاح، ٢٠١٠) ولكن يعود إلى اعتدال المناخ في الشهور الباردة في المدينة وعدم الحاجة القصوي إلى الاعتماد على أجهزة التدفئة .

يوضح جدول (٤ - ٤) وشكل (٤ - ٤) إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الجيزة خلال شهور عام ٢٠٠٨ ومتوسط درجة الحرارة خلال نفس الشهور - تم حسابها من خلال المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة للمحطات داخل المدينة وذلك للحصول على قيمة لمتوسط الحرارة الشهرية للمدينة ككل - ويبدو من الجدول والشكل وجود علاقة ارتباط بين درجات الحرارة واستهلاك الطاقة .

يتضح لنا اختلاف استهلاك الطاقة الكهربائية نتيجة الاختلاف في درجات الحرارة وسوف يتم عرضها بداية من الفصول التي سجل بها أقل استهلاكاً للكهرباء إلى أعلاها كما يلي:-

فصل الربيع تعتبر شهور فصل الربيع هي أكثر الشهور اعتدالاً للحرارة داخل مدينة الجيزة مما انعكس على راحة الإنسان خلال هذا الفصل كما تم ذكره سابقاً، وأيضاً انعكس على استهلاك السكان للطاقة الكهربائية في هذا الفصل فقد سجلت أقل معدلات للاستهلاك الكهرباء، فمتوسط درجة الحرارة الذي بلغ (٢٠,٦ س) أدّى إلى اعتدال المناخ خاصة في الشهور الأولى من الربيع مما انعكس على عدم الحاجة إلى تبريد الهواء أو تدفئته وهذا بدوره أدّى إلى تناقص استهلاك الكهرباء .

فصل الشتاء يعتبر فصل البرودة الرئيسي في مدينة الجيزة حيث بلغ متوسط درجات الحرارة (١٤,٧ س) فقد انخفضت بمقدار (٥,٩ س) عن الربيع (٢٠,٦ س)، هذا الانخفاض أدّى إلى زيادة في استهلاك الكهرباء بمقدار (١٩,٣ م.ك. و. س) في الشتاء عن الربيع، هذه الزيادة تعود إلى اعتماد السكان على وسائل التدفئة خاصة شهر يناير والذي يمثل أعلى استهلاك للكهرباء وأقل درجات حرارة خلال هذا الفصل .

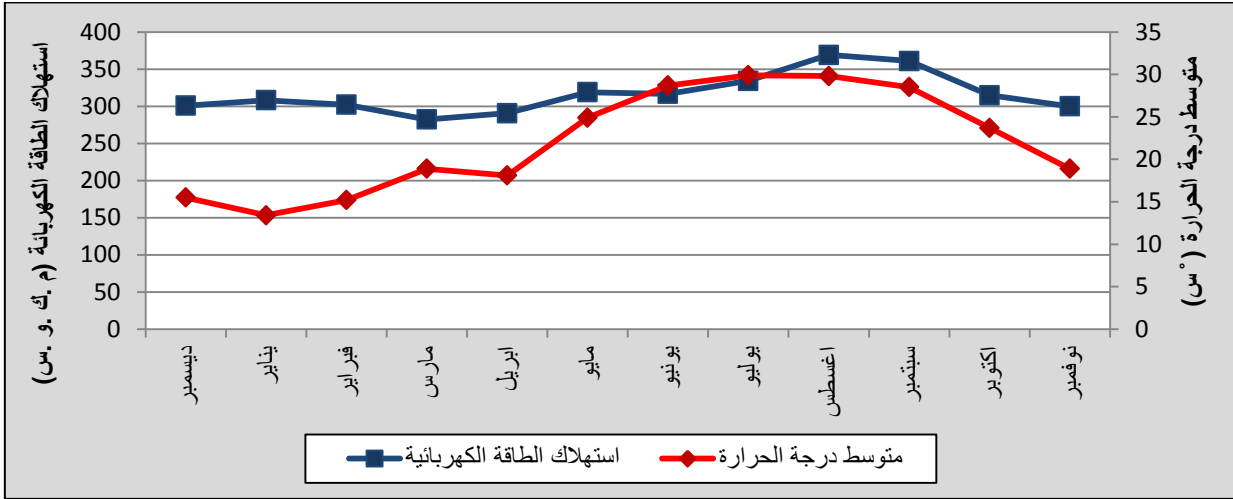
فصل الخريف يأتي فصل الخريف بعد الربيع حارياً حيث ارتفع متوسط الحرارة بمقدار (٢,١ س، ٩ س) عن الربيع والشتاء على الترتيب، انعكس ارتفاع درجات الحرارة خلال هذا الفصل خاصة الشهور الأولى منه والتي تعتبر امتداداً لفصل الصيف على استهلاك الطاقة الكهربائية حيث بلغ معدل الاستهلاك (٩٧٥,٧ م.ك. و. س) بفارق (٨٤ م.ك. و. س، ٦٤,٧ م.ك. و. س) عن فصلي الربيع والشتاء على الترتيب، نتيجة الاحتياج إلى تبريد الجو خلال شهور الخريف خاصة سبتمبر وأكتوبر .

فصل الصيف تصل معدلات الحرارة إلى أقصاها خلال الصيف وهو ما يقابله زيادة في استهلاك الكهرباء حيث وصلت إلى أقصى معدل لها، نتيجة الاحتياج إلى تبريد الهواء، ويحقق شهرا يوليو وأغسطس أعلى متوسط حرارة وأعلى استهلاكاً للكهرباء .

جدول (٤ - ٤) التباين الشهري لكل من درجة الحرارة اليومية في مدينة الجيزة واستهلاك الطاقة الكهربائية (م. ك. و. س.) خلال عام ٢٠٠٨

الشهر	الطاقة الكهربائية المستهلكة (م. ك. و. س.) بشركة جنوب الجيزة			درجة الحرارة اليومية بمدينة الجيزة
	قطاع الجيزة (كرداسة)	قطاع الدقي	جملة الاستهلاك	
ديسمبر	٨,٢	٢٩٢,٥	٣٠٠,٧	١٥,٥
يناير	٨,٤	٢٩٩,٨	٣٠٨,٢	١٣,٤
فبراير	٨,٩	٢٩٣,٢	٣٠٢,١	١٥,٢
فصل الشتاء	٢٥,٥	٨٨٥,٥	٩١١	١٤,٧
مارس	٨,٤	٣٧٣,٨	٢٨٢,٢	١٨,٩
أبريل	٨,٧	٢٨١,٩	٢٩٠,٦	١٨,١
مايو	٩,٨	٣٠٩,١	٣١٨,٩	٢٤,٩
فصل الربيع	٢٦,٩	٨٦٤,٨	٨٩١,٧	٢٠,٦
يونيو	٧,٧	٣٠٩,١	٣١٦,٨	٢٨,٧
يوليو	٨,٧	٣٢٥,٥	٣٣٤,٢	٢٩,٩
أغسطس	٩,١	٣٦٠	٣٦٩,١	٢٩,٨
فصل الصيف	٢٥,٥	٩٩٤,٦	١٠٢٠,١	٢٩,٥
سبتمبر	٩,٤	٣٥١,٦	٣٦١	٢٨,٥
أكتوبر	٨,٧	٣٠٦	٣١٤,٧	٢٣,٧
نوفمبر	٩,١	٢٩٠,٩	٣٠٠	١٨,٩
فصل الخريف	٢٧,٢	٩٤٨,٥	٩٧٥,٧	٢٣,٧

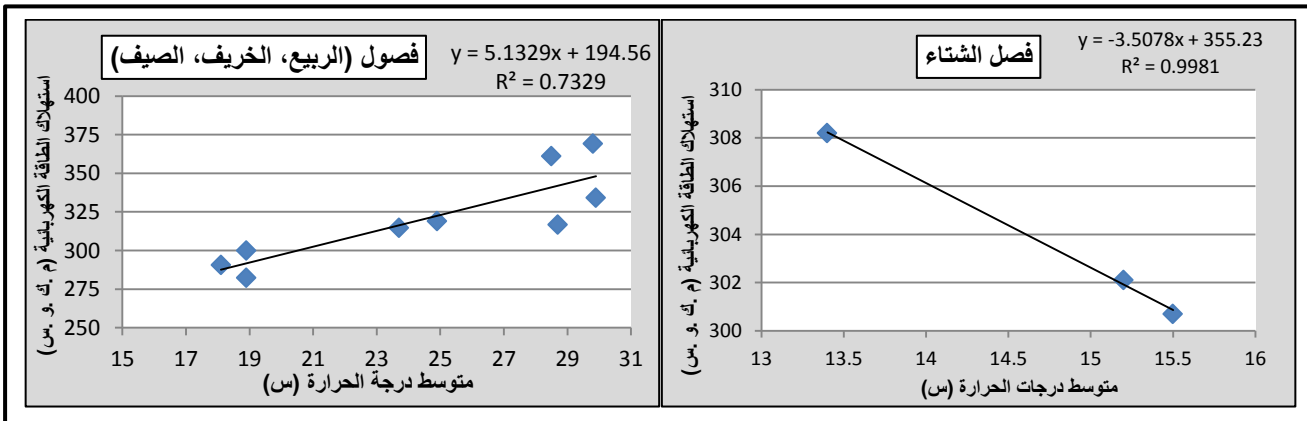
- المصدر: ١- استهلاك الكهرباء: نقلاً عن وليد عباس ٢٠١٣، ص ٢٧٢، عن الإدارة العامة للحسابات الإجمالية والإحصاء بشركتي شمال وجنوب القاهرة لتوزيع الكهرباء، البيانات الشهرية لاستهلاك الكهرباء في محافظات القاهرة والقليوبية والجيزة ٢٠٠٨ .
- ٢- المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطتي الجيزة الزراعية والجيزة مركز البحوث الزراعية لعام ٢٠٠٨ عن المعمل المركز للمناخ الزراعي، وشعبة الأرصاد الجوية - معهد المياه والأرضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة .



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٤ - ٤)

شكل (٤ - ٤) التباين الشهري لكل من درجة الحرارة اليومية في مدينة الجيزة واستهلاك الطاقة الكهربائية (م. ك. و. س.) خلال عام ٢٠٠٨

يتضح من العرض السابق أن العلاقة بين درجات الحرارة واستهلاك الكهرباء غير ثابتة النمط، فاستهلاك الكهرباء يقل إلى أدناها مع اعتدال درجات حرارة "فصل الربيع" حيث لا يحتاج السكان إلى استهلاك طاقة في التبريد أو التدفئة، وحددت بعض الدراسات هذا الاعتدال بدرجة الحرارة (١٨,٣° س) (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٢٧٤ . عن خالد بن عبدالله بن مقرن، ٢٠٠٦)، وعندما تزيد درجات الحرارة عن الاعتدال ترتفع معها معدلات استهلاك الكهرباء وكذلك عندما تنخفض درجات الحرارة عن الاعتدال، وهذا ما دعا لدراسة علاقة الارتباط بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في الفصول التي تقل عن معدل الاعتدال (الشتاء) والفصول التي تزيد حرارتها عن معدل الاعتدال (الربيع، الخريف، الصيف) وهي كما يوضحها شكل (٤ - ٥).



المصدر : اعتماداً على بيانات جدول (٤ - ٤)

شكل (٤ - ٥) يوضح معدل الارتباط من خلال معادلة خط الانحدار بين درجة الحرارة واستهلاك الكهرباء خلال شهور عام ٢٠٠٨

يتضح من الشكل السابق أن العلاقة بين استهلاك الكهرباء وانخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء هي علاقة عكسية بقوة ارتباط تام (- ٠,٩٩) مما يعني أنه كلما انخفضت درجات الحرارة ارتفع معها معدل استهلاك الكهرباء بغرض التدفئة، على العكس تماماً في بقية فصول العام حيث كانت العلاقة بين الحرارة واستهلاك الكهرباء طردية بقوة ارتباط قوية (٠,٧٣) مما يعني أنه كلما ارتفعت درجات الحرارة زاد معها معدل استهلاك الكهرباء لغرض التبريد . إذن يمكن القول إن دور الجزيرة الحرارية يتباين من شهر إلى آخر ففي الشهور الحارة يزيد استهلاك الكهرباء لغرض التبريد بينما في الشهور الباردة تعمل الجزيرة الحرارية على خفض استهلاك الكهرباء لغرض التدفئة؛ بمعنى أنه لولا تأثير الجزيرة الحرارية لكان استهلاك الكهرباء في فصل الشتاء أعلى من (٩١١ م.ك. و. س.)، وعادة ما يتم دراسة أثر الجزيرة الحرارية من خلال المقارنة بين درجات أيام التبريد Cooling Degree Days في الشهور الحارة، ودرجات أيام التدفئة Heating Degree Days في الشهور الباردة .

لدراسة درجات أيام التبريد والتدفئة تم الاعتماد على محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" كمحطة ممثلة لمدينة الجيزة، ومحطة بهتيم الزراعية كمحطة مناخية خارج المدينة، وذلك بمقارنة المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة بدرجة حرارة الأساس (١٨,٣ س) ويوضح جدول (٤ - ٥) جملة درجات أيام التبريد وجملة درجات أيام التدفئة على المستوي الشهري والفصلي والسنوي لمتوسطات درجة الحرارة للمحطتين سائلة الذكر لبيانات الحرارة اليومية خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣) ويبين الشكل (٤ - ٦) درجات أيام التبريد والتدفئة على المستوي الفصلي .

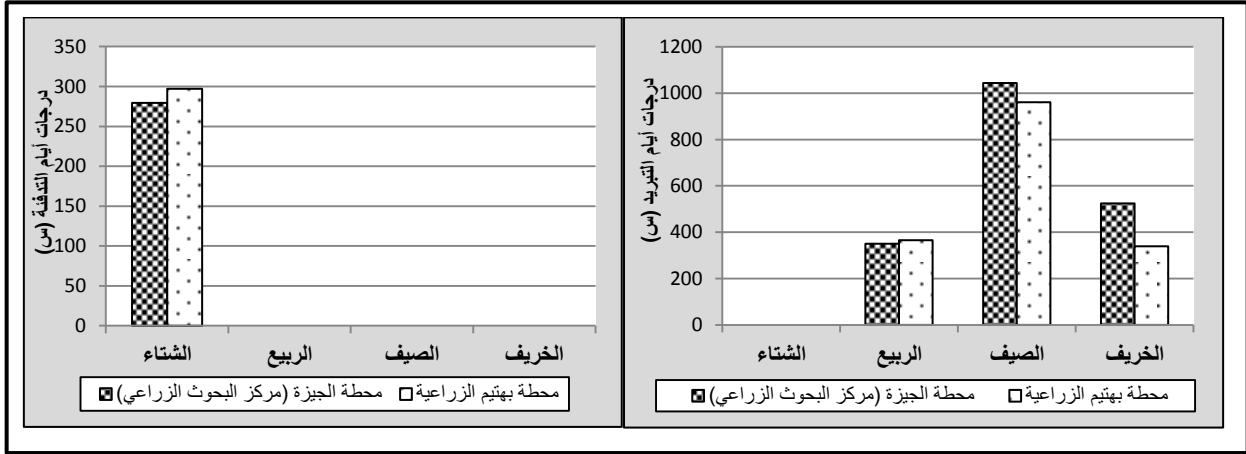
يتضح من الجدول (٤ - ٥) والشكل (٤ - ٦) أن سكان مدينة الجيزة يستهلكون الطاقة الكهربائية لغرض التبريد خلال فصول الربيع والخريف والصيف بالكامل بينما يتحول استهلاك الكهرباء إلى التدفئة خلال فصل الشتاء فقط، ويسود الوضع نفسه خارج حدود المدينة، ففي فصل الشتاء تقل درجات أيام التدفئة في المدينة عن خارجها نظراً لتأثير الجزيرة الحرارية للمدينة، بينما في فصل الربيع تتقارب درجات أيام التبريد بين المدينة وخارجها بفارق بسيط فتتخفض درجات التبريد داخل المدينة بمقدار (١٥,٤ درجة) عن خارجها وذلك نظراً لارتفاع درجات الحرارة في محطة بهتيم بفارق بسيط جداً (٠,٢ س) عن محطة الجيزة في الربيع . بلغ إجمالي درجات التبريد بمدينة الجيزة (محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية") أكبر من مثلثتها خارج المدينة (محطة بهتيم الزراعية) في كل الشهور (عدا شهر أبريل) وكل الفصول وعلى المستوي السنوي، فيتضح من الجدول إجمالي درجات أيام التبريد داخل مدينة الجيزة على المستوي السنوي

بلغ (١٩٢٠ درجة سيليزية) مقابل (١٦٦٦,٧ درجة سيليزية) خارج مدينة الجيزة بفارق (٢٥٣,٣ درجة سيليزية) وهذا يعني أن تأثير الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة رفع من استهلاك الكهرباء لأغراض التبريد خلال الشهور الحارة (درجة الحرارة أعلي من ١٨,٣ س) بنسبة ١٥,٢ % عما إذا كانت الجزيرة الحرارية غير موجودة، هذه النسبة تزيد عند دراسة مجمع القاهرة الحضري ككل حيث بلغت (٣٥%) حسب دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣) .

جدول (٤ - ٥) مقارنة بين درجات أيام التبريد ودرجات أيام التدفئة (س) داخل مدينة الجيزة (محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية) وخارجها (محطة بهتيم الزراعية) خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٣

الشهر	داخل مدينة الجيزة (محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية)			خارج مدينة الجيزة (محطة بهتيم الزراعية)		
	متوسط درجة الحرارة	درجات أيام التبريد	درجات أيام التدفئة	متوسط درجة الحرارة	درجات أيام التبريد	درجات أيام التدفئة
ديسمبر	١٥,٤	-	٨٩,٩	١٥,٧	-	٨٠,٦
يناير	١٤,٨	-	١٠٨,٥	١٤,٣	-	١٢٤
فبراير	١٥,٤	-	٨١,٢	١٥	-	٩٢,٤
الشتاء	١٥,٢	-	٢٧٩,٦	١٥	-	٢٩٧
مارس	١٨,٩	١٨,٦	-	١٨,٥	٦,٢	-
أبريل	٢١,٣	٩٠	-	٢٢,٥	١٣٠,٢	-
مايو	٢٦,١	٢٤١,٨	-	٢٥,٧	٢٢٩,٤	-
الربيع	٢٢,١	٣٥٠,٤	-	٢٢,٣	٣٦٥,٨	-
يونيو	٢٨,٦	٣١٩,٣	-	٢٨	٣٠٠,٧	-
يوليو	٣٠,١	٣٦٥,٨	-	٢٩	٣٣١,٧	-
أغسطس	٢٩,٩	٣٥٩,٦	-	٢٨,٩	٣٢٨,٦	-
الصيف	٢٩,٥	١٠٤٤,٧	-	٢٨,٦	٩٦١	-
سبتمبر	٢٨,١	٢٩٤	-	٢٢,٣	١٢٤	-
أكتوبر	٢٤,٢	١٨٢,٩	-	٢٤,٢	١٨٢,٩	-
نوفمبر	١٩,٩	٤٨	-	١٩,٤	٣٣	-
الخريف	٢٤,١	٥٢٤,٩	-	٢٢	٣٣٩,٩	-
سنوياً	٢٢,٧	١٩٢٠	٢٧٩,٦	٢١,٩	١٦٦٦,٧	٢٩٧

المصدر: شعبة الأرصاد الجوية - معهد المياه والأرضي والبيئة، مركز البحوث الزراعية بالجيزة، بيانات غير منشورة الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٣



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٤ - ٥)

شكل (٤-٦) درجات أيام التبريد ودرجات أيام التدفئة (س) على المستوي الفصلي داخل مدينة الجيزة (محطة الجيزة مركز البحوث الزراعية) وخارجها (محطة بهتيم الزراعية) خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٣

بلغ إجمالي درجات أيام التدفئة بمدينة الجيزة (محطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية") أقل من مثيلاتها خارج حدود المدينة (محطة بهتيم الزراعية) في كل الشهور "عدا شهر ديسمبر" وكل الفصول وعلى المستوي السنوي، فقد بلغ إجمالي أيام التدفئة في مدينة الجيزة (٢٧٩,٦ درجة سيليزية) مقابل (٢٩٧ درجة سيليزية) خارج المدينة بفارق (١٧,٤ درجة سيليزية) وهذا يعني أن تأثير الجزيرة الحرارية قلل من استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض التدفئة خلال الشهور الباردة (درجة الحرارة أقل من ١٨,٣ س) في المدينة عن خارجها بنسبة ٦% عما إذا كانت الجزيرة الحرارية غير موجودة، هذه النسبة تزيد عند دراسة مجمع القاهرة الحضري ككل حيث بلغت (٤٠,١%) حسب دراسة (وليد عباس، ٢٠١٣) .

يمكن مما سبق ملاحظة أن دور الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة في زيادة استهلاك الكهرباء لأغراض التبريد خلال الشهور الحارة أعلى بمقدار ١٤,٥ ضعف دور الجزيرة الحرارية في زيادة استهلاك الكهرباء لأغراض التدفئة في الشهور الباردة، ومن ثم فإن صافي تأثير الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة على استهلاك الكهرباء هو الزيادة .

يمكن تقدير العلاقة الكمية بين ارتفاع درجات الحرارة وزيادة استهلاك الكهرباء لأغراض التبريد خلال الشهور الحارة من العام في مدينة الجيزة من خلال تحليل بيانات درجات الحرارة اليومية واستهلاك الكهرباء في فصلي الربيع (أكثر الفصول اعتدالاً) والصيف (أكثر الفصول حرارة) بمحطة الجيزة "مركز البحوث الزراعية" الممثلة لمدينة الجيزة .

فيوضح جدول (٤ - ٥) أن درجات الحرارة في الصيف أعلى منها في الربيع بمقدار (٧,٤ °س) كما يزيد استهلاك الكهرباء في الصيف عن الربيع بمقدار (٦٩٤,٣ م.ك. و.س) ويشير ذلك إلى أن معدل زيادة استهلاك الكهرباء نتيجة ارتفاع درجات الحرارة بمدينة الجيزة يبلغ ٩٣,٨ م.ك. و.س/درجة سيليزية . أي أن جزيرة حرارية بمقدار (١ °س) تعني زيادة في استهلاك الكهرباء بمقدار ٩٣,٨ م.ك. و.س، هذا المقدار يرتفع كما ذكرنا من قبل عند دراسة المجمع الحضري للقاهرة الكبرى بمقدار ٢١,٢ م.ك. و.س .

وأخيراً تجدر الإشارة إلى أن زيادة استهلاك الكهرباء يتباين مكانياً وفقاً للتركيب الحراري للمدينة والذي تتحكم فيه عدة عوامل كما تم ذكرها في الفصل الثالث، كما أدي الضغط على استهلاك الكهرباء لأغراض التبريد خاصة خلال فصل الصيف إلى عدم قدرة محطات توليد الكهرباء على توفير الطاقة المطلوبة مما أدي إلى عملية تخفيف الأحمال بفصل التيار الكهربائي عن المدينة لفترات طويلة قد تمتد إلى أربع ساعات يومياً خاصة خلال السنوات الأخيرة من فترة الدراسة .

(٤ - ٤) بعض الأساليب لتقليل من الآثار السلبية للجزر الحرارية بمدينة الجيزة .

اهتم الإنسان منذ بدء الخليقة بإعداد المكان الذي يوفر له الحماية من الظروف المناخية المتقلبة المحيطة به كمحاولة منه لايجاد البيئة الملائمة لتأدية كل نشاطاته المختلفة، تطورت هذه المحاولات من البدائية التلقائية وتقليد الطبيعة إلى التعايش وتفهم الظواهر المناخية المحيطة والتكيف معها باستخدام أساليب بسيطة تعالج الظروف المناخية طبيعياً لخلق الجو الملائم لمعيشة الإنسان .

ومن هنا كان لا بد من التعرف على المنطقة المناخية التي يعيش فيها وتحليل خصائصها للاستفادة من ميزاتها وتلافي ما بها من عيوب .

إن دراسة تأثير هذه الظروف المناخية (مثل الجزيرة الحرارية) على المبنى ومحاولة الاستفادة منها أو علاجها أو التحكم فيها عن طريق الدراسة العلمية للعناصر المعمارية للمبنى وذلك للوصول إلى التصميم الأنسب الذي يحافظ على معدل مناسب للحرارة ونسبة ملائمة للرطوبة داخل المبنى وذلك بما يتلاءم مع الراحة الإنسانية؛ ودون أن يؤثر ذلك على كفاءة المبنى من كل النواحي (هاني ودح، ٢٠٠٧) من أهم الجوانب التي يجب أن يهتم بها الإنسان.

وتعتبر منطقة الدراسة ضمن نطاق المناخ المداري والمداري الحار كما أشرنا من قبل، فهي تعاني من مشكلات ارتفاع الحرارة حتى دون أخذ تأثير الجزيرة الحرارية في الاعتبار ويمكن مواجهة المشكلات البيئية بوجه عام، أو المشكلات الناجمة عن الجزيرة الحرارية بشكل خاص من خلال العمل في اتجاهين رئيسيين، الأول هو التخفيف Adaptation من حدة المشكلة ودرجة خطورتها والآخر هو التكيف أو التعايش معها Mitigation .

فعملية التعايش أو التكيف Mitigation هي عملية ممكنة ولكن داخل المباني السكنية فقط عن طريق أجهزة التبريد والتدفئة أو استخدام المواد العازلة (دليل العمارة والطاقة، ١٩٩٨) ومن أهم النتائج عن استخدام العزل الحراري هو خفض معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية حيث يتم التحكم بصورة طبيعية في معدلات التبريد والتدفئة في كل فصل على حسب الطبيعة المناخية السائدة؛ فكلاهما من الوسائل المستخدمة داخل المباني والمكاتب لايجاد مناخ ملائم لراحة الإنسان، ولكن عملية استخدام أجهزة التبريد والتدفئة أدت كما ذكرنا سابقاً إلى عدة آثار سلبية من أهمها المساهمة في رفع درجات الحرارة خارج المباني "المدينة ككل" وارتفاع معدلات استهلاك الطاقة مما انعكس بدوره على انخفاض راحة الإنسان في المدينة وزيادة الإنفاق الفردي والمجتمعي بما يمثل عبئاً اقتصادياً على كاهل الفرد والدولة على حد سواء، فضلاً عن صعوبة تطبيق عملية التكيف على مساحات واسعة من المدينة في المناطق المفتوحة لارتفاع التكلفة الاقتصادية في ظل فترات أزمة اقتصادية في الدولة، ولكن يفضل استخدام المواد العازلة حرارياً كأفضل الطرق في عملية التكيف في ظل الظروف المناخية السائدة واقتربنا بالجزيرة الحرارية .

ويمكننا اتباع الاتجاه الأول وهو التخفيف Adaptation من حدة المناخ الحار الجاف مع اقترانه بالجزيرة الحرارية للمدينة، فيمكن اتباع سياسية التخفيف والمتمثلة في زيادة معدلات الألبيدو من المنشآت الحضرية، وزيادة المساحات الخضراء داخل المدينة، هذا بالنسبة للمناطق المقامة حالياً، كما يمكننا الاستفادة من هذه الدراسة في تخطيط المدن في المستقبل من خلال وضع الاعتبارات المناخية في الحسبان أثناء عملية التخطيط وذلك للحفاظ على البيئة وضمان استدامة أطول للموارد البيئية خاصة الطاقة وتوفير مناخ ملائم لراحة الإنسان .

(٤ - ٤ - ١) زيادة معدلات الألبيدو من المنشآت الحضرية

تناولت عدة دراسات أسلوب زيادة الألبيدو أو رفع قدرة الأسطح الحضرية على عكس الإشعاع الشمسي لها حيث أشار (وليد عباس، ٢٠١٣) في دراسته عن المجمع الحضري للقاهرة الكبرى أن زيادة معدلات الألبيدو بمقدار ٠,٠١ يقابله نقص في درجات الحرارة بمقدار (١,٥ س)، كما أشار (Synnefa et al., 2008) في دراسة عن مدينة اثينا باليونان أن زيادة معدلات الألبيدو من ٠,١٥ إلى ٠,٨٥ أدت إلى انخفاض درجات الحرارة السطحية من (٠,٥ إلى ١,٥ كلفن)، وأشار (Sailor, D, J., 1995) إلى أن زيادة معدلات الألبيدو في مدينة لوس انجلوس إلى ٠,١٤ سوف يخفض درجات الحرارة بمقدار (١,٤ س) .

من خلال مقارنة تأثير الألبيدو بمنطقة الدراسة الواقعة ضمن المجمع الحضري للقاهرة الكبرى مع المناطق الأخرى حول العالم نجد أن زيادة معدلات الألبيدو يتحكم بقدر كبير في خفض درجات الحرارة مقارنة بتلك المناطق، ويمكن زيادة معدلات الألبيدو خاصة على أسطح المباني والواجهات المقابلة لأشعة الشمس والطرق والمساحات الفضاء بالمدينة من خلال اتباع الوسائل الآتية .

(٤ - ٤ - ١ أ) استخدام الأسطح الباردة أو المواد الباردة Cold Material

المواد الباردة أو السقوف الباردة cool roofs كما ذكرها (M . Santamouris , 2012) هي السطوح التي يمكن أن تعكس الإشعاع الشمسي العالي (القدرة على عكس الموجات المرئية والأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية من الشمس، وتقليل انتقال الحرارة إلى المبنى) . المنافع المرتبطة بالأسقف الباردة تشمل تخفيض عبء طاقة التبريد، والحد من تلوث الهواء وانبعاثات الغازات الدفيئة، وتحسين الصحة والراحة البشرية، وقد تساعد الأسطح الباردة في إطالة عمر السقف والتخفيف من تأثير حرارة المناطق الحضرية .

الأسطح الباردة بإمكانها أن تدخر طاقة تبريد في فصول الصيف الحارة كما يمكنها أن تزيد من تسخين الأسطح خلال فصول الشتاء الباردة، لذلك فإن الاقتصاد في استهلاك الطاقة الصافية من الأسطح الباردة يختلف باختلاف المناخ، ولكن بدون اتباع برنامج صيانة للحفاظ على المواد نظيفة سوف تقل إمكانية توفير الطاقة من الأسطح الباردة بمرور الوقت بسبب التلوث .

ويمكن استخدام المواد الباردة خاصة على أسطح المنازل حيث تعتبر هي أكبر مساحة معرضة للإشعاع الشمسي طوال فترة النهار، كما يمكن أن تستخدم في المناطق المفتوحة أو في الطرق المعبدة، ولكن يفضل من وجهة نظر الباحث استخدام تلك المواد بشكل أوسع على أسطح المنازل نظراً لقلّة المسطحات الخضراء والتي يمكن أن نقوم بتزويدها في المناطق المفتوحة وغير المستغلة كما ستم ذكره لاحقاً .

(٤ - ٤ - ١ - ب) استخدام مواد فاتحة اللون بالنسبة للطلاء الخارجي للمباني .

يمثل اللون أحد أهم المتغيرات المتحكمّة في درجة عكس الأسطح للإشعاع الشمسي فمن المعروف أن الأسطح البيضاء أو فاتحة اللون تكون أكثر قدرة على عكس الإشعاع الشمسي من تلك المواد السوداء أو داكنة اللون، وقد اتضح ذلك أثناء الدراسة الميدانية بمدينة الجيزة بتاريخ ٢٣/٨/٢٠١٤ الساعة العاشرة صباحاً (بالتحديد منطقة ميدان الجيزة) حيث تم قياس درجة الحرارة السطحية بواسطة جهاز (**Scope and Laser Sighting**) (ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء) في أكثر من نقطة ووجد أن الفارق بين حرارة الأسفلت (اللون الأسود الداكن) تزيد على حرارة الرصيف (طوب اسمنتي أحمر اللون) بفارق ٢,٨ درجة سيليزية، بينما بلغ الفارق بين الأسفلت والأسفلت المغطى بالأتربة بفارق (٣ درجة سيليزية) لصالح الأسفلت (ملحق ٣، جدول ١)، وهذا يدل على أهمية اللون في مادة البناء سواء في الطرق أو وجهات المباني المعرضة للإشعاع الشمسي .

وقد أشار (وليد عباس ٢٠١٣) أن اللون الفاتح للوجهة الخارجية لمستشفى حميات إمبابة (بقسم إمبابة، والواقعة داخل منطقة الدراسة الحالية) قد أثر على درجة عكس المبني للإشعاع الشمسي ودور ذلك في تخفيض درجات الحرارة بمقدار (٥,٤ س) عن المناطق المحيطة بها .

كما يؤثر نسيج المادة المستخدمة في الطلاء فيفضل استخدام المواد ذات النسيج الناعم لما لها من قدرة على عكس الإشعاع الشمسي أكثر من المواد الخشنة .

كل العوامل السابقة يمكنها زيادة معدلات الألبيدو من المنشآت الحضرية مما ينعكس على تخفيض درجات الحرارة بتلك المناطق، يمكننا اتباع تلك الأساليب في العمارة داخل المدينة أو في المناطق التي يخطط لإنشائها في المستقبل .

(٤ - ٤ - ٢) زيادة المسطحات الخضراء

يعتبر التوسع في زراعة النباتات والأشجار أحد أهم استراتيجيات تلطيف الجزيرة الحرارية للمدن والحد من قوتها، حيث يتمثل أثر المسطحات الخضراء والأشجار في عدم بث كل ما تستقبله من إشعاع بشكل حرارة محسوسة $Sensible\ Heat\ Flux$ ولكن تقوم ببث جزء لا بأس به على شكل حرارة كامنة $Latent\ Heat\ Flux$ ليس لها أي تأثير يذكر على حرارة المدينة، كما تساهم الأشجار في تكوين الظل وحجب الإشعاع الشمسي من الوصول لسطح الأرض بما يخفض درجة الحرارة بشكل كبير عن تلك المناطق التي يصل إليها إشعاع الشمس.

تبين أثر المسطحات الخضراء أثناء الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٢/٨/٢٠١٤ (بمنطقة الدراسة الميدانية داخل مدينة الجيزة شكل ٣ - ٥) حيث بلغ متوسط درجة الحرارة بحديقة الحيوان بالجيزة (٢٩,٦° س) بينما بلغ متوسط درجة الحرارة بالعمران (المنتظم، والعشوائي) بمنطقة الدراسة الميدانية (٣٠° س) بفارق حراري بلغ (٠,٤° س) بما يظهر الفارق الحراري في توقيت الظهيرة بفصل الصيف بين المسطحات الخضراء والمناطق السكنية .

بينما أثناء الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠١٤ (بنفس المنطقة الممثلة للإسكان المنتظم (شكل ٣ - ٥) تم قياس درجات حرارة الهواء، ودرجات حرارة سطح الأرض بواسطة جهاز (**Scope and Laser Sighting**) (ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء) في ظل بعض الأشجار بشارع متفرع من شارع مراد لا يتعدى طوله ٣٠م وعرضه بلغ ١٢م بارتفاع يتراوح بين ٩م و ١٥م (صوره ١٠)، بلغ متوسط ثلاث رصدات لكل من درجات حرارة الهواء ودرجات حرارة سطح الأرض (ملحق ٣، جدول ٢) كما يلي:-

- درجات حرارة الهواء : بلغ متوسط ثلاث رصدات لدرجة حرارة الهواء في الظل (٢٨,٢° س) وبلغت في المناطق المكشوفة لأشعة الشمس مباشرة (٣٠° س) بفارق (١,٨° س) وذلك في نطاق شارع واحد، بما يوضح أثر الظل الناتج عن الأشجار في تخفيض درجات الحرارة .
- درجات حرارة سطح الأرض: تم القياس في نفس النقاط التي تم قياس درجات حرارة الهواء بها، بلغ متوسط درجات حرارة سطح الأرض في الظل (٣٠,٤° س) ارتفعت إلى (٣٣,٥° س) في المناطق المكشوفة لأشعة الشمس مباشرة بفارق (٣,١° س)، مما يعكس مدي أهمية الظل الناتج عن كثافة

الأشجار في تخفيف الأشعة المنعكسة من سطح الأرض ومنع وصول الجزء الأكبر منها داخل منطقة الدراسة .



صوره (١٠) توضح مواقع رصد درجات الحرارة في الظل والشمس اتجاه الشرق

وتجدر الإشارة إلى أن نشر المسطحات الخضراء بالمدينة يمكن أن يأخذ عدة أشكال منها ما هو تقليدي ومعروف مثل الحدائق العامة (مثل حديقة الحيوان وحديقة الأورمان) والأشجار المنتشرة على طول الطريق داخل المدينة، بينما توجد طرق غير تقليدية وحديثة نسبياً مثل حدائق أسطح المنازل Rooftops Garden، والحدائق الراسية Vertical Garden على وجهات المباني، وفيما يلي عرض لكل منهما:-

(٤ - ٢ - أ) الحدائق العامة والمنتزهات Parks :

الحديقة العامة أو المنتزه هي مساحة من الأرض مزروعة بصورة طبيعية أو من صنع البشر بمختلف أنواع النباتات من الأزهار إلى الشجيرات والأشجار وتكون عادة منسقة الشكل، يوجد بمنطقة الدراسة مساحات من الحدائق العامة لا بأس بها ومن أهمها حديقة الحيوان بالجيزة وحديقة الأورمان، كما تتميز منطقة الدراسة بوجود مسطحات خضراء أخرى غير الحدائق العامة تمثل مناطق خضراء ومفتوحة ويتمثل أهم تلك المناطق في الحقول الزراعية التجريبية بمركز البحوث الزراعية بالجيزة (بالقرب من ميدان

الجيزة - ٩ شارع الجامعة (صوره ١١) وكذلك بعض الحقول بحي الدقي التابعة لوزارة الزراعة مثل منطقة الصوب (أمام نادي الصيد)؛ فهذه المسطحات الخضراء أدت إلى تخفيف حدة الجزيرة الحرارية في المناطق المحيطة بها فضلاً عن تخفيف حدة التلوث سواء تلوث الهواء أو التلوث الضوضائي، مع تحقيق راحة نفسية وبصرية خاصة لسكان المناطق القريبة منها.



صوره (١١) الحقول التجريبية بمركز البحوث الزراعية بالجيزة ، اتجاه الغرب

فالحقائق العامة أصبحت جزءاً أساسياً يتضمنه التخطيط العمراني في تصميم أحياء المدن، ذلك ضمن الاعتبارات البيئية كما أن أكثر سكان المدينة يقطنون في شقق سكنية ويحتاجون للانطلاق في متنفسات لهم، وعلى الرغم من ذلك فلا يتعدي نصيب الفرد بمدينة الجيزة من المسطحات الخضراء (١,٣ م^٢) في عام ٢٠٠٣ (احمد الفقي، ٢٠٠٧، ص ٢٨) ومع زيادة السكان فلا بد أن هذا المعدل أصبح أقل من ذلك خاصة مع ثبات المساحات الخضراء داخل المدينة وعدم حدوث تطور لها خلال فترة الدراسة، وعلى الرغم من تقدير العلماء للمساحة الخضراء التي يحتاجها بما لا يقل عن (٦,٥ م^٢) بلغ نصيب الفرد من المسطحات الخضراء (٢٢٤ م^٢، ٢٢٠ م^٢، ٢١٨ م^٢) لكل من (بريطانيا، روسيا، أمريكا) على الترتيب، بينما بلغ نصيب الفرد في مصر ما بين ٢٠ سم^٢ إلى ٨٠ سم^٢ بعد ما كان ما يخصص سابقاً يبلغ (٢١٨ م^٢) (عبد الواسع عبد الغفور اسرار، ٢٠٠٢، ص ٣٨) .

ومن أجل زيادة المسطحات الخضراء داخل منطقة الدراسة يمكن اتباع الأسلوب الفردي في ذلك من خلال زراعة الحدائق الخاصة (في المناطق المحيطة بالمبني إذا توافرت، وذلك لزيادة المساحة الخضراء والتخفيف من حدة الحرارة والتلوث وتخفيف العبء على استهلاك الطاقة من خلال أسلوب زراعة تلك الحدائق -يمكن زراعتها على الرصيف المجاور للمبني مباشرة دون الحاجة إلى مساحات واسعة من الأرض - والأشجار التي يمكن زراعتها، فيمكن في الصيف منع وصول قدر كبير من الإشعاع الشمسي وبالتالي تخفيض درجات الحرارة كما يمكن السماح بوصول كميات لا بأس بها من الإشعاع الشمسي والحرارة في فصل الشتاء البارد سواء على مستوي المبني الواحد أو على المدينة ككل كما يلي:-

- يعتبر الجزء الجنوبي من المبني أو المنزل هو الأكثر تعرضاً للشمس صيفاً، ومن ثم الجزئين الغربي والشرقي، فلا بد أن يكون البيت في فصل الشتاء البارد مكشوقاً من الجهة الجنوبية، وذلك لتمكين أشعة الشمس من اختراق البيت، ولهذا عند زراعة أشجار مثمرة ومتساقطة الأوراق شتاء في الاتجاه الجنوبي، فإنها تعمل على عزل البيت من شمس الصيف في تلك الجهة، أما في الشتاء فتتساقط الأوراق وبالتالي تتمكن أشعة الشمس من الوصول إلى البيت.
- أما الجهة الشمالية للمنزل فيتم تظليل المنزل من الشمس، من خلال زراعة المتسلقات (صوره ١٢).
- لمنع الرياح الغربية الباردة من الوصول إلى البيت، فلا بد من زراعة الأشجار دائمة الخضرة في الجهة الغربية، بحيث تعمل كمصدٍ للرياح في فصل الشتاء وتحجب الشمس في فصل الصيف .
- لحماية البيت من الرياح الشرقية الحارة والجافة في الصيف، فبإمكاننا زراعة أشجار متساقطة الأوراق في تلك الجهة حيث تحجب تأثير الرياح في الصيف وتسمح بمرورها خلال الشتاء .



صوره (١٢) توضح النباتات المتسلقة على الواجهة الشمالية لبعض المنازل بمنطقة الاسكان المنتظم، اتجاه الجنوب

وبالتالي يمكننا تخفيف حدة الجزيرة الحرارية وما ينتج عنها من استهلاك للطاقة بطرق طبيعية، كما يمكننا تقليص حجم التلوث بالمدينة وتحقيق منظر جمالي أفضل بما يعود على الراحة الفسيولوجية والنفسية للسكان.

(٤ - ٢ - ب) الأشجار المنتشرة على الطرق داخل المدينة:

تعتبر الأشجار عنصراً أساسياً في تخطيط الطرق والشوارع داخل المدينة حيث لها عدة فوائد من أهمها تخفيف التلوث الناتج عن عوادم السيارات وتوفير قدر كافٍ من الظل بما يقلل من درجات الحرارة خاصة أثناء النهار، والتشجير بالطرق والشوارع يمكن تحقيقه على جزئين الأول هو الأرصفة على جانبي الطريق والثاني هو الجزيرة وسط الطريق، ولكن يجب أن لا يتسبب تشجير الطرق في حجب الرؤية للمشاة والسيارات أي يكون طول الشجرة وعرضها يسمح بذلك، كما يجب أن يكون الرصيف الجانبي للطريق بمساحة تسمح بمرور المشاة بجانب التشجير، ويفضل زراعة الجزيرة الوسطي بأشجار ذات سيقان مرتفعة خالية من التفرعات خاصة في الجزء السفلي منها وتكون خضراء طوال العام، كما يمكننا

تشجير بعض الطرق الداخلية بشكل كامل داخل مدينة الجيزة مع منع مرور السيارات بها وذلك لتكون لعبور المشاة فقط مما يحقق أكبر قدر من التخفيف الحراري ومن حدة التلوث .

(٤ - ٢ - ج) حدائق أسطح المنازل Rooftops Garden :

تمثل أسطح المنازل بمدينة الجيزة نسبة كبيرة من الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسي المباشر، وعلى الرغم من اتباع السكان بالمدينة أساليب بطريقة غير مباشرة عملت على تخفيف تأثير الإشعاع الشمسي على أسطح المنازل وهي عملية وضع المخلفات المنزلية من أخشاب وبعض المخلفات الأخرى على الأسطح خاصة بالمناطق العشوائية، مما انعكس على درجات حرارة السطح واتضح ذلك أثناء الدراسة الميدانية حيث سجلت المناطق العشوائية درجات حرارة سطحية متقاربة مع المسطحات الخضراء المتمثلة في حديقة الحيوان .

إلا أن هذه الأساليب غير المباشرة أدت إلى زيادة معدلات التلوث وسمحت بنمو الحشرات والزواحف داخل المدينة مما يترتب عليه مشاكل صحية أخرى للسكان، فإن الحل الوحيد هو زراعة تلك الأسطح خاصة في ظل توفر تقنيات حديثة للزراعة مثل الزراعة العضوية والزراعة بدون تربة وغيرها، فمن خلال أسطح المنازل يمكننا توفير بعض المنتجات الزراعية خاصة الخضراوات كما يمكننا توفير قدر كبير من الراحة الحرارية والنفسية للسكان مما ينعكس على الانفاق الفردي والمجتمعي فضلاً عن المغزي الرئيسي من زراعة الأسطح وهو تخفيف حدة الحرارة والتلوث .

فقد اوضحت النمذجة بدراسة (Rosenzweig et al . 2006) بمدينة شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية أن الأسطح الخضراء أدت إلى زيادة الألبيدو بمقدار (٠,٨) مما انعكس على درجات الحرارة خلال التوقيت (الساعة ٧ حتي ١١ مساءً) بتخفيض الحرارة بمقدار (٢ - ٣ كلفن) عما إذا كانت المدينة دون أسطح خضراء واعتمد على (WRF Model) في هذه الدراسة، ويرى (Sun et al . 2012) أن تأثير السطوح الخضراء يكون أفضل في حالة المباني التي يبلغ متوسط ارتفاعها (١٠م) حيث يكون التأثير أعلي على تخفيض درجات الحرارة في المناطق المحيطة كما يقل ذلك التأثير في حالة المباني المرتفعة كما أشار (Ng et al . 2012) في دراسته عن مدينة هونج كونج باليابان حيث لم يظهر تأثير الأسطح الخضراء على حرارة الشارع في المناطق ذات المباني المرتفعة بالمدينة، فمنطقة الدراسة يمكن أن يطبق فيها أسلوب الزراعة على الأسطح بناء على الدراسات السابقة حيث ارتفاعات المباني مناسبة فلا توجد تقريباً ارتفاعات أكبر من ٦٠م (احمد الفقي، ٢٠٠٧، ص ٣٠) .

(٤ - ٤ - ٢ - د) الحدائق الراسيه Vertical Garden على وجهات المباني:

زراعة الحدائق الراسيه سيزيد من الظل وبالتالي التخفيف من حدة الحرارة مما ينعكس على استهلاك الطاقة، فقد أشار (Peck, S . W . et al ., 1999) إلى أنه من خلال الحدائق الراسية يمكن أن يخفض درجة الحرارة بمقدار (٥,٥ س) ويقل من استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين (٧٠% : ٨٠%) وفي حقيقة الأمر فإن هذا الأسلوب صعب التطبيق وله عدة عوائق من أهمها العوائق الاقتصادية وحالة المباني المتهاكلة التي تشكل معظم الأحياء العشوائية بمدينة الجيزة والتي لا تتحمل أي قدر من الرطوبة أو المياه، كما يمكننا التحكم في وجهات المباني من خلال مواد البناء وألوانها حيث تعتبر وسيلة أفضل في التطبيق من الحدائق الراسية .

(٤ - ٤ - ٣) الاعتماد على خلايا الطاقة الشمسية

يمكننا الاعتماد على خلايا الطاقة الشمسية بثنيتها على أسطح المنازل فهي تحقق انعكاساً أكبر للإشعاع الشمسي وبالتالي زيادة معدلات الألبيدو وتخفيض درجات الحرارة، لما توفره الخلايا الشمسية من ظلال على أسطح المنازل وحجب أشعة الشمس من الوصول إليها، ويمكننا إنتاج الطاقة الكهربائية الكافية للإنارة والاستخدامات المنزلية؛ فضلاً عن إمكانية ربط تلك المحطات الصغرى بأسطح المنازل بالشبكة العمومية للكهرباء وذلك بالنسبة للفائض عن حاجة المبنى كما يوضح الشكل (٤ - ٧)، وبالتالي يمكننا توفير أكبر قدر ممكن من الطاقة النظيفة والمستدامة للاستهلاك المنزلي كما يمكننا تخفيض درجات الحرارة والاستفادة من كميات الإشعاع الشمسي، حيث تتمتع منطقة الدراسة بفترات سطوع شمسي وكميات إشعاع عالية جداً (تم توضيح ذلك بالفصل الأول)، فالارتفاع الكبير لعدد ساعات سطوع الشمس في منطقة الدراسة والتي يمكن من خلال إشعاعها توليد طاقة لا تقل عن (٣,٩ كيلو وات/متر^٢/يوم) في شهر ديسمبر الذي يعتبر أقل شهور السنة في متوسط عدد ساعات سطوع الشمس وتزيد لتصل كمية الطاقة إلى أكثر من (٧,٤ كيلووات/متر^٢/يوم) في شهور الصيف خاصة شهر يونيو الذي تصل فيه ساعات السطوع إلى أكثر من ١٢ ساعة (تم الحساب اعتماداً علي دراسة فاطمة سعد، ١٩٩٤، ص ١١٣) .

يمكن توليد الكهرباء من الإشعاع الشمسي باستخدام الخلايا الفوتوفولتية Photovoltaic Solar Cells (محمد شوفين، ٢٠١٠، ص ٢٤٩) وهي عبارة عن خلايا من السليكون تعمل على تحويل أشعة

الشمس إلى تيار كهربائي مستمر ويتم تجميع هذه الخلايا في مجموعات للحصول على الجهد الكهربائي والتيار المطلوبين وهذه الخلايا تتميز بما يلي :

- تصلح للتشغيل المستمر بدون توقف أو صيانة تذكر .
- يمكن استخدامها بدون بطاريات تخزين لبعض التطبيقات الهامة مثل أجهزة التكييف والأجهزة المنزلية خلال النهار .



المصدر: من موقع جريدة وطني "موضوع عن الطاقة الشمسية" <http://www.wataninet.com>

شكل (٤ - ٧) توضيح للخلايا الفوتوفولتية، وامكانيات إستخدامها في المنازل

فالإشعاع الشمسي يعتبر مصدر طاقة مهم جداً لم يستغل بالصورة المناسبة بعد، حيث يمثل أهم وأكبر مصادر الطاقة المتجددة التي يمكن استغلالها بسهولة وبدون عوائق تذكر، فيمكن من خلال الطاقة الشمسية توفير مصادر للطاقة الكهربائية بصورة آمنة واقتصادية وتحقق مبدأ الاستدامة، كما يمكننا تحقيق استقرار مناخي أفضل مع الحد من التلوث والانبعاثات الحرارية نتيجة استخدام الوقود الأحفوري بمحطات توليد الكهرباء.

(٤ - ٥) كيفية الاستفادة من هذه الدراسة في تخطيط المناطق الحضرية المزمع إقامتها في المستقبل.

بدأ الأهتمام بالاعتبارات المناخية في تصميم المدن منذ ما يزيد على مائتي عام، فيما يعرف بالتصميمات المناخية للمدن Climatic Design وزاد هذا الاهتمام في القرن العشرين ومع ذلك فما يزال التطبيق الفعلي لتلك الاعتبارات محدود، خاصة في الدول النامية وقد يعود ذلك إلى أن المناخ واحد من متغيرات عديدة يؤخذ بها في التخطيط الحضري، كما أن الاهتمام بالمعايير المناخية في تخطيط مدن الدول النامية ذات الإمكانيات المحدودة مثل مصر قد يعتبر نوعاً من الرفاهية البعيدة عن اهتمام المخطط (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٣٠٢) .

وقد أشارت عدة دراسات لأهمية الاعتبارات البيئية والمناخية في التخطيط العمراني للمدن وتصميم المباني حيث تناولت ذلك عدة دراسات في مصر والوطن العربي مثل (محمد شوفين، ٢٠١٠) عن المناخ وأثره على الأنشطة البشرية في وحات مصر الغربية حيث تناول أثر المناخ على العمران وانعكاس ذلك على التخطيط العمراني، كما أشار (محمد توفيق، ٢٠٠٤) في دراسته عن المناخ وراحة الإنسان على السواحل المصرية إلى أهمية الاعتبارات المناخية في تصميم المباني على السواحل لتحقيق أفضل سبل للراحة الحرارية للسكان، كما تناول (سليمان يحي السبيعي، ٢٠٠٧) الاعتبارات المناخية في التخطيط لمدينة غات القديمة والحديثة في ليبيا .

فيمكن من خلال التخطيط الحضري بأبعاده المختلفة خاصة مع الوضع في الحسبان مبادئ الاستدامة في التخطيط؛ فتعرف الاستدامة على أنها محاولة لتوفير أفضل النتائج للإنسان والبيئة الطبيعية في الحاضر وفي المستقبل؛ فهي تتعلق بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية والبيئية في المجتمع البشري والبيئة الطبيعية فتعتبر وسيلة لتنظيم الحضارة والنشاط الإنساني ليصبح المجتمع وأفراده واقتصاده قادرين على تلبية حاجاتهم والحفاظ على التنوع الحيوي والنظام الحيوي الطبيعي مع التخطيط لاستمراره لمدى زمني بعيد (ضياء رفيق، ٢٠١٣، ص ١١٤)، فسوء إدارة البيئة وانعكاساته على الصحة والإنتاج كان من الأهداف الرئيسية لظهور مفهوم الاستدامة الذي يهتم بتحقيق التوازن الأيكولوجي والحفاظ على البيئة .

ويمكن تحديد أهم المعايير التخطيطية التي تساهم في خفض درجة الحرارة في المناطق الحضرية المزمع إقامتها في المستقبل مع تحقيق سبل استدامة أفضل للموارد الطبيعية مما يخفض من حدة المشاكل البيئية الناتجة عن سوء استخدام البيئة الطبيعية فيما يلي :-

(٤ - ٥ - ١) تخطيط المناطق المفتوحة

يوجه التخطيط بشكل عام إلى المباني، إلا أن تصميم المساحات المفتوحة Open Space موضوع لا يقل أهمية عن المبني، فالموقع العام للمنطقة الحضرية الجديدة وتخطيط شبكة الطرق والمساحات العامة والمناطق الخضراء ومناطق الخدمات العامة والخدمات الترفيهية وغيرها، لا بد أن يتم التفكير فيها بشكل متكامل مع المباني .

(٤ - ٥ - ١ أ) المناطق الخضراء والحدائق

تعد المناطق الخضراء والحدائق الرئة الخضر Green Lungs التي تعمل على تخفيف حدة التلوث وتلطيف المناخ والتخفيف من حدة الحرارة المرتفعة التي تمثل مشكلة مناخية في منطقة الدراسة، وكذلك في ظل ارتفاع درجات الحرارة الناتج عن التغيرات المناخية أو الجزر الحرارية، فالمسطحات الخضراء تلعب عدة أدوار ذات أهمية قصوى في تخطيط المدن حيث تمثل مصدراً رئيسياً في التخفيف من حدة المناخ وامتصاص قدر كبير من الملوثات الموجودة بالهواء وتحقيق الراحة العامة وفرص المتعة والرفاهية لسكان المدن . فاستخدام النباتات يحتم على المخططين العمرانيين ربطه بتصميم المدينة لتعطي توازناً واستمراراً لا يمكن بلوغه إلا في وجود الأشجار، فمن المفترض أن تستأثر الأشجار بالاعتبار الأول من تصميم ورسم المرافق لأنها تأخذ وقتاً طويلاً حتى تصل لمرحلة النضج وتأخذ الشكل النهائي الذي يبرز جمال التخطيط العمراني، ومن المهام الأساسية للمخطط العمراني الأخذ في الاعتبار توزيع الحدائق بطريقة تأخذ في الاعتبار المستويات المختلفة لمتطلبات السكان من الحدائق على مستوى المجموعات السكنية فالحدائق العامة يجب أن تكون أكبر مساحة ويغلب على تصميمها الطراز الطبيعي بالإضافة لتلبية رغبات السكان الترفيهية والترفيهية والرياضية فهي ستأثر بالإيجاب على البيئة الطبيعية أيضاً .

(٤ - ٥ - ١ - ب) شبكة الشوارع والطرق

يُعد تخطيط شبكة الشوارع والطرق بالمدينة من حيث اتباع خصائص هندسية ذي اعتبارات مناخية من أهم عناصر التخطيط المناخي في المدينة، ومن أهم تلك الخصائص الهندسية للشوارع المؤثرة على المناخ داخل المناطق الحضرية هو معامل رؤية السماء SVF ومعامل شكل الشارع AR بجانب اتجاه محور الشارع، فتلك الخصائص تتحكم في وصول الإشعاع الشمسي للشارع وكذلك في حركة التيارات الهوائية (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٣٠٣)، فيجب أن تكون الشوارع معرضة للسماء بشكل يسمح بتوغل الإشعاع الشمسي نهاراً ويسمح ليلاً بسرعة تسريب الإشعاع الأرضي المكتسب طوال فترة النهار ما يساعد على عملية التبريد (صوره ١٣) .



صوره (١٣) توضح الجزر الوسطي بالشوارع وطرق تشجيرها، ميدان مصطفى محمود، اتجاه الشرق

كما توجد أهمية لعملية التشجير في الشوارع سواء على الأرصفة الجانبية أو الجزيرة الوسطي بالشارع لزيادة معدلات الألبيدو، ويفترض زراعة الأنواع القابلة للقص والتي لا يسبب نمو جذورها ضرراً لتعبيد الشارع، بالإضافة لذلك فمن المستحسن استخدام الشجيرات والأشجار المزهرة طول العام والتي لها

رائحة جذابة وتفادي زراعة الأشجار متساقطة الأوراق، يرتبط بحدائق الشوارع حدائق الميادين والتي تنشأ عند تقاطع الشوارع الكبيرة بهدف تنظيم حركة المرور وإضافة لمسة جمالية على المدينة، ويتميز هذا النوع من الحدائق بأنها مكشوفة، وعليه يجب الأخذ في الاعتبار عند تصميم هذا النوع من الحدائق أن تكون ذات مساحة تتناسب مع الميدان المقامة عليه بالإضافة لمراعاة البساطة في تصميمها .

ويعمل اتجاه الشارع على انسياب التيارات الهوائية خاصة إذا توافقت مع اتجاه الرياح السائدة (محمد شوفين، ٢٠١٠، ص ١٧٧)، فتعتبر الرياح الشمالية هي السائدة على منطقة الدراسة ولذلك وجد أن نسبة (٧١%) من شوارع منطقة الدراسة كما أشار (وليد عباس، ٢٠١٣) تمتد بمحور طولي (شمالي غربي أو شمالي أو شمالي شرقي) أي تتفق مع الرياح السائدة على المدينة، ولكن الاتجاهات الشرقية غربية للشوارع تكون محرومة من التهوية؛ ولذلك يجب اتخاذ بعض الإجراءات التخطيطية بشأنها في المستقبل لتجنب الآثار السلبية الناتجة عنها مثل توسيع هذه الشوارع وعدم وجود مبانٍ سكنية مرتفعة على جوانبها والاهتمام بالتشجير والمناطق الخضراء على جانبي تلك الشوارع .

(٤ - ٥ - ٢) تخطيط المباني:-

التوجهات الحديثة للتطوير المستدام للتجمعات السكانية تدعو إلى التطوير متعدد الاستخدامات والذي يشجع على التداخل بين المناطق السكنية والتجارية والإدارية والترفيهية وغيرها، بما يمنح الناس اختيار أماكن سكنهم بالقرب من مناطق العمل والتسوق والترفيه مما يقلل الحاجة إلى استعمال وسائل المواصلات وإمكانية خلق مناطق فعالة لمدة أربع وعشرين ساعة مما يضيف الأمان على المناطق السكنية .

تصميم المدينة يؤثر بشكل كبير على راحة الإنسان، فتصميم المباني ومدي ملائمتها للظروف المناخية يؤدي إلى إحساس الإنسان بالراحة ويرتبط ذلك بمجموعة من العوامل من أهمها:

(٤ - ٥ - ٢ أ) شكل المبني:-

المباني ليست شكلاً يتكون من جدران وأسقف يقيمها الإنسان حسب أهوائه، بل إنها تتأثر في تصميمها وشكلها بالبيئة المحيطة كما تؤثر فيها أيضاً، فقد عُرف الشكل الأمثل بأنه الشكل الذي يحقق أقل اكتساب حراري صيفاً وأقل فاقد حراري شتاءً، فيعد الشكل المستطيل هو الشكل الأمثل لتوفير الطاقة

وتخفيض نسبة الكسب والفقد الحراري في المناطق الحارة الجافة، وخاصة إذا كانت الاستطالة في اتجاه شرقي غربي، حيث تكون أكبر قدر من الظلال على طول الواجهات الشمالية فلا تتأثر واجهات المبنى بالإشعاع الشمسي المباشر، ونجد أيضاً الاعتماد على الزجاج في واجهات المباني فهو من الاتجاهات الحديثة في البناء والتي بدأت في الظهور خلال السنوات القليلة الماضية مثل مبني مركز معلومات التغيرات المناخية والطاقة المتجددة (صوره ١٤) فاستخدم في الواجهة الامامية للمبني والوجهة الجنوبية نوعية خاصة من الزجاج تسمح بمرور ضوء الشمس للداخل وعكس كميات كبيرة من الحرارة والأشعة فوق البنفسجية إلى الفضاء، مما يخفف من حدة الحرارة خلال فصل الصيف وتقلل من فقد الحرارة أثناء الشتاء مع السماح بالانارة الطبيعية طول النهار.

كما تكرر نفس النمط في عدة مناطق مثل حي الدقي وحي المهندسين خاصة شارع البطل احمد عبد العزيز قتم رصد عدد من المباني في تلك الاحياء (صوره ١٥، ١٦).



صوره (١٤) توضح الواجهة الامامية والجنوبية لمبني مركز معلومات تغير المناخ والطاقة المتجددة، اتجاه الغرب



صوره (١٥، ١٦) توضح انتشار وجهات المباني الزجاجية بشارع البطل احمد عبد العزيز، اتجاه الجنوب الغربي

ويجب الأخذ في الاعتبار أيضاً نسبة ارتفاع المبني إلى مساحته فقد أشار (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٣٠٩) إلى أن زيادة عدد المباني مع ارتفاع أقل يكون أفضل من المباني الشاهقة على مساحات صغيرة حيث يري أن زيادة كثافة المباني على مساحة أرضية صغيرة سيؤدي إلى زيادة الأسطح الفعلية Active area - يقصد بها تعدد الحوائط الخارجية و سطح المبني - وانخفاض معامل رؤية السماء في الشارع وهي أمور من شأنها زيادة حدة الجزيرة الحرارية، كما يفضل أيضاً اتباع نمط المباني المستقلة حيث يتميز بوجود فراغات تسمح بمرور الهواء خاصة إذا كانت هذه الفراغات عبارة عن مساحات خضراء، فبذلك التصميم يمكننا التخفيف من حدة الحرارة وبالتالي تحقيق راحة حرارية أفضل للسكان ما تخفيض استهلاك للطاقة مما يتيح استدامة أطول للموارد .

(٤ - ٥ - ٢ - ب) النوافذ والتهوية:

تعتبر التهوية الطبيعية أحد أهم العناصر التي تستخدم في التحكم بعناصر المناخ وفي توفير البيئة المريحة للإنسان وخاصة في المناطق الحارة الجافة، وقد بينت العديد من الدراسات أن تأثير التهوية يكون على الإنسان نفسه مباشرة، أو بطريقة غير مباشرة من خلال تأثيرها على درجات الحرارة والرطوبة داخل

المبنى، فهي تحافظ على مكونات المسكن وكذلك على راحة سكانه، وتتم التهوية الطبيعية وحركة الهواء في المباني نتيجة لعدة عوامل وهي كما يلي (سليمان يحيى السبيعي، ٢٠٠٧، ص ١٧٥) .

- التهوية نتيجة لفرق الضغط الناتج عن الفرق في درجات الحرارة بين الهواء الداخلي والخارجي Stack Effect
- التهوية نتيجة لضغط الهواء الخارجي على الواجهات الخارجية للمبنى .
- التهوية نتيجة للتأثير المشترك لكلا الحالتين.

اتجاه فتحات التهوية وموقعها وحجمها والعناصر والأجسام المجاورة لها تعد من أهم العوامل المؤثرة على نمط التهوية وحركة الهواء بشكل عام، وقد أجريت العديد من الدراسات والأبحاث على تأثير اتجاه الفتحات وعلاقتها بزاوية هبوب الرياح باستخدام ما يعرف بنفق الرياح Wind Tunnel وقد تبين بصورة عامة أن هبوب الرياح باتجاه عمودي على المبنى يسبب تيار هواء يمر من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض مباشرة، فيفضل أن تكون وجهات المباني في مواجهة الرياح .

في العمارة الحديثة يتم عمل فتحات التهوية كبيرة الحجم مع استخدام أنواع عدة من الستائر داخل المباني والتي تعيق دخول أشعة الشمس مع السماح بمرور الهواء بصورة سلسلة، كما لوحظ أثناء الدراسة الميدانية استخدام النوافذ الزجاجية الملونة في فتحات التهوية واستخدام الأطر المعدنية بدلاً من النوافذ الخشبية (صوره ١٧) وذلك للتحكم في الضوضاء ومنع وصولها إلى داخل المبنى وكذلك الملوثات الهوائية فضلاً عن التحكم بصورة أكبر في العناصر المناخية.



صوره (١٧) توضح فتحات التهوية ببعض المباني بشارع البطل احمد عبد العزيز، اتجاه الشمال

(٤ - ٥ - ٣) الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة

تعد الطاقة من العناصر المهمة لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تشكل إمداداتها عاملاً أساسياً في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو؛ لذا يمكن توفير الطاقة من الطبيعة لضمان الاستدامة لها خاصة الطاقة الشمسية وذلك لتعزيز النمو الاقتصادي والاجتماعي وتغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدامة والتي تتسبب في إهدار الموارد الطبيعية وحدوث التلوث الذي يهدد البيئة والحد من التأثيرات السلبية لاستخدامات الطاقة على الغلاف الجوي وتوفير مصادر بديلة للطاقة يمكن الاعتماد عليها، فمنطقة الدراسة من أنسب المناطق التي يمكن استغلال الطاقة الشمسية بها كما اتضح في الفصل الأول من هذه الدراسة، خاصة في ظل تقدم التكنولوجيا وتوفير عدة طرق يمكن من خلالها توفير طاقة كهربائية اعتماداً على الإشعاع الشمسي مثل الخلايا الفوتوفولتية والمجمعات والمركبات الشمسية، سواء على مستوى الافراد أو مستوى خطط الدولة، فيجب الوضع في الحسبان أثناء عملية التخطيط أن يتم تصميم المباني بحيث يكون الاعتماد الأكبر على الطاقات الطبيعية خاصة الطاقة الشمسية عن طريق دمجها

سواء على أسقف أو على وجهات المباني مما يوفر استهلاك الكهرباء خاصة خلال النهار وفي الفصول الحارة التي يحتاج فيها السكان لتكييف الهواء أو لأغراض التدفئة وتسخين المياه عن طريق السخانات الشمسية في فصل الشتاء، وبالتالي يمكن من خلال الاعتماد على الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء عدة إيجابيات من أهمها:-

- الحد من الانبعاثات الحرارية الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري بمحطات توليد الكهرباء .
 - الاعتماد على مصدر كهربائي نظيف ومستدام في ظل أزمة الطاقة التي تمر به الدولة نتيجة التضخم في الاستهلاك للطاقة .
 - زيادة معدلات الألبيدو من أسطح وواجهات المباني مما يخفف من تأثير الإشعاع الشمسي على زيادة معدلات درجات الحرارة وتكون الجزر الحرارية .
 - استخدام أفضل للموارد الطبيعية، وتحقيق استدامة أطول لها، بجانب الحفاظ على البيئة من التلوث .
- فمن الضروري أن توجه طريقة التخطيط للمدن في الفترات المقبلة إلى الاستفادة من العوامل المناخية مثل (الإشعاع الشمسي، الرياح، الرطوبة وغيرها) في المباني ولخفض تكاليف واستهلاك الطاقة، بما يعود على البيئة الطبيعية ككل وتحقيق استراتيجية تنمية عمرانية مستدامة يحقق بها حياة أفضل للأجيال الحالية وضمان لحقوق الأجيال في المستقبل من الموارد الطبيعية .

الخاتمة

(النتائج - التوصيات)

الخاتمة

(النتائج - التوصيات)

(١ - ٥) النتائج

توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج التي يمكن حصرها فيما يلي :

١. تتميز منطقة الدراسة بمعدلات سطوع شمسي لا تقل عن ١٠ ساعات/يوم في فصل الشتاء، ويمثل فصلي الصيف والربيع أعلى معدلات السطوع الفعلي للشمس، كما تتميز بمعدلات كميات الإشعاع الشمسي الكلي لا تقل عن ١٠ ميغا جول/م^٢/يوم، بما يجعل المنطقة ذات ميزة نسبية في الاعتماد على الإشعاع الشمسي في توليد الكهرباء والسخانات الشمسية .
٢. ترتفع درجات الحرارة في المحطات الواقعة داخل المنطقة الحضرية سواء بمدينة الجيزة أو مدينة القاهرة عن الواقعة خارجها، كما يظهر أثر الجزيرة الحرارية على النهايات الصغرى، فترتفع معدلات النهاية الصغرى داخل المدينة عن المحطات المجاورة لها خاصة القريبة من الظهير الزراعي، ويقل المدى الحراري الشهري والسنوي بمحطات مدينة الجيزة عن المحطات الممثلة للظهير الزراعي.
٣. تنخفض معدلات الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة ولا يوجد فروق جوهرية واضحة من خلال المقارنة بين فصول العام الأربعة، وذلك نظراً لطبيعة السطوح الحضرية وانخفاض كثافة الغطاء النباتي داخل المدينة.
٤. تتباين سرعة الرياح من فصل إلى آخر، فتصل لأعلى معدلات لها في فصل الربيع ثم الخريف والشتاء ويمثل فصل الصيف أقل معدلات سرعة الرياح، وتمثل الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية اتجاهات الرياح السائدة على منطقة الدراسة.
٥. أتسم الاتجاه العام لتطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الزراعي بالانخفاض، وذلك لا يرجع إلى الانخفاض الفعلي للحرارة داخل المدينة، ولكن يرجع إلى أثر الزحف العمراني على

الظهير الزراعي مما أدى إلى رفع درجة حرارته السطحية نتيجة لخصائص الأسطح الحضرية الجديدة، فقد أصبح الظهير الزراعي مماثلاً للمدينة من حيث خصائصه الحرارية والعمرانية .

٦. وجد ثبات نسبي لشدة الجزيرة الحرارية السطحية بالنسبة للظهير الصحراوي ومدينة القاهرة، نتيجة لعدم وجود تغيرات كبيرة في تلك الأسطح المكونة لكل ظهير، مقارنة بالتغيرات على الظهير الزراعي.

٧. تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية موجبة بالنسبة للظهير الزراعي في الفترات ١٩٨٤، ١٩٩٠، ٢٠٠٣، ٢٠١٤ خلال فصل الصيف، سواء بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية أو القصوي، بينما تمثل جزيرة حرارية سالبة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية لكل من الظهير الصحراوي ومدينة القاهرة في نفس الفترات السابقة، عدا عام ١٩٨٤ فكانت شدة الجزيرة الحرارية الكلية للمدينة موجبة بالنسبة لمدينة القاهرة، أما بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية السطحية القصوي للمدينة بالنسبة للظهير الصحراوي ومدينة القاهرة فهي موجبة في كل الفترات سائلة الذكر .

٨. تتضاعف حجم المدينة عمرانياً بنسبة ٥٦,٢% خلال فترة ثلاثين عاماً فقط، مقارنة بتاريخ المدينة العريق، مما يدل على مدى الانفجار العمراني الذي وصلت إليه المدينة خلال الثلاثة عقود الأخيرة .

٩. تطورت مساحة العمران المنفصل على الظهير الزراعي بشكل كبير مما أدى إلى اتصال أجزاء كبيرة مئة بالكتلة العمرانية للمدينة، ونمو الأخرى "البعيدة عن المدينة" في أماكنها بما أثر بالسلب على تناقص الرقعة الزراعية بالظهير الزراعي وما تبعه من زيادة الأسطح الحضرية وما ينتج عنها من مساهمة في رفع درجات الحرارة، فضلاً عن تأثر الاقتصاد عن طريق فقد مساحات زراعية شاسعة من أجود الأراضي المنتجة .

١٠. العلاقة بين نمو العمران على الظهير الزراعي وشدة الجزيرة الحرارية للمدينة خلال الفترات (١٩٨٤، ١٩٩٠، ٢٠٠٣، ٢٠١٤) بفصل الصيف، كانت علاقة عكسية قوية بقوة ارتباط ٠,٩٢ مما يدل على أثر النمو العمراني على الظهير الزراعي في خفض شدة الجزيرة الحرارية للمدينة خلال الفترات سائلة الذكر .

١١. الاتجاه العام لدرجة الحرارة السطحية بالظهير الزراعي يرتفع بمقدار (٠,٤ س) عن الاتجاه العام لدرجة الحرارة السطحية بالمدينة، مما انعكس على الاتجاه العام لشدة الجزيرة الحرارية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي حيث أخذ اتجاهًا هابطاً خلال الفترات سالفة الذكر .
١٢. توجد علاقة عكسية بين درجة الحرارة السطحية ومؤشر التباين النباتي النسبي NDVI بالظهير الزراعي، بالنسبة لفترات الدراسة سالفة الذكر . بينما اتخذ NDVI اتجاهًا صاعدًا في نفس الفترات .
١٣. تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية موجبة بالنسبة للظهير الزراعي خلال فصول عام ٢٠١٤، تباين شدة الجزيرة الحرارية السطحية الكلية بين فصول السنة الأربعة فهي على الترتيب من الأعلى إلى الأقل (فصل الشتاء، فصل الربيع، فصل الصيف، فصل الخريف)، . بنما اختلف الترتيب بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية السطحية القصوي لنفس الظهير فهي على الترتيب من الأعلى إلى الأقل (فصل الشتاء، فصل الخريف، فصل الصيف، فصل الربيع).
١٤. تمثل مدينة الجيزة جزيرة حرارية سالبة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية الكلية لكل من الظهير الصحراوي ومدينة القاهرة في كل فصول السنة، بينما تمثل جزيرة موجبة بالنسبة لشدة الجزيرة الحرارية القصوي لنفس الظهيرين بالفصول الأربعة .
١٥. يمكننا دراسة شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية من خلال الاعتماد على كل من الرصد الميداني، والمحطات المرجعية للأرصاد الجوية، وبناء النماذج الكارتوجرافية لاستخراج درجات حرارة الهواء اعتماداً على درجات حرارة سطح الأرض، فكل منهم أعطي نتائج مقاربة جداً مع الأخرى، خاصة بناء النماذج الكارتوجرافية .
١٦. تبين من دراسة شدة الجزيرة الحرارية الكلية والقصوي للمظلة الحضرية أن مدينة الجيزة تمثل جزيرة حرارية موجبة خلال فصل الصيف بالنسبة للظهير الزراعي.
١٧. يعتبر نهر النيل أقل الغطاءات الأرضية حرارة داخل المدينة، ويليه في الترتيب المسطحات الخضراء ثم المناطق العشوائية، بينما ترتفع درجات الحرارة في الميادين العامة والأماكن ذات الأسطح الأسفلتية الواسعة .

١٨. يعكس التركيب الحراري للمدينة عدم وجود مركز حراري واحد للمدينة بينما تتباين شدة الجزيرة من مكان إلى آخر تبعاً لكثافة الأسطح الحضرية والأنشطة البشرية .

١٩. بلغت نسبة الجزر الحرارية الباردة داخل المدينة ١٦,١ % وتتمثل معظم الغطاءات الأرضية بها في المياه والمسطحات الخضراء، بينما بلغت نسبة الجزر الحرارية الحارة حتي +٦ نسبة ٨٣,٦ % ويتباين توزيعها حسب خصائص الأسطح الحضرية وتوزيع الأنشطة البشرية داخل المدينة .

٢٠. يُعتبر قسما الدقي والعجوزة من أفضل أقسام المدينة لراحة الإنسان نتيجة لما يتميزا به من تخطيط عمراني ووجود مساحات كبيرة من المسطحات الخضراء واتساع الشوارع، وعلى العكس بالنسبة لقسمي إمبابة الأهرام وبولاق الدكرور .

٢١. يعتبر فصل الربيع أفضل فصول السنة للراحة الحرارية داخل المدينة حيث انخفضت معدلات الفقد الحراري بها إلى أدناه يليه فصل الشتاء ثم الخريف وأخيراً فصل الصيف .

٢٢. يمتد الموسم السنوي لعدم شعور السكان بمدينة الجيزة بالراحة الحرارية لنصف العام تقريباً من شهر مايو حتي أكتوبر، بينما يقل هذا الموسم في الظهير الزراعي إلى أربعة أشهر فقط، مما يظهر أثر الجزيرة الحرارية .

٢٣. أثرت الجزيرة الحرارية للمدينة على ارتفاع استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض التبريد في الفصول الحارة، كما خففت من الاستهلاك للطاقة الكهربائية في الشتاء لأغراض التدفئة، فكلما زادت شدة الجزيرة الحرارية بمقدار (١ س) قابلة زيادة في استهلاك الطاقة الكهربائية بمقدار (٩٣,٨ م.ك.ت.س). .

٢٤. يمكننا مواجهة الجزيرة الحرارية والتخفيف من حدتها باتباع أساليب تخفيض معدلات الألبيدو، والاهتمام بزراعة المسطحات الخضراء على جميع مستوياتها، والاعتماد على خلايا الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء وتغطية أسطح المنازل .

(٥ - ٢) التوصيات

١. تطوير وسائل النقل الجماعي، مما يساعد على تقليص عدد السيارات الخاصة وبالتالي الحد من الاختناقات المرورية والتي ينتج عنها مجموعة من الغازات التي تساهم على رفع درجة الحرارة .
٢. الشروع في عمل جراجات مجمعة للسيارات خارج الحيز العمراني للمدينة، وذلك للتخفيف من وسائل النقل الخاصة داخل المدينة .
٣. الاعتماد على مد شبكات المترو، وذلك لاستيعاب أكبر قدر من حركة نقل الركاب داخل المدينة للتخفيف من التلوث والانبعاثات الحرارية الناتجة عنها .
٤. الاهتمام بزيادة المسطحات الخضراء سواء كانت حدائق عامة أو جزراً وسطى فى الطرق الكبيرة أو الميادين العامة أو زراعة الأشجار أمام المنازل والمحلات التجارية، لكونها تلعب دوراً هاماً فى تقليل درجة الحرارة والإشعاع الشمسى المنعكس من الأرضيات المحيطة بالمباني، إلى جانب توفير أكبر قدر من الظلال وحماية مساحات كبيرة من الواجهات من التعرض لأشعة الشمس المباشرة .
٥. الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية على أسطح المنازل أو محطات مجمعة، وذلك لتوليد طاقة كهربائية نظيفة لتلبية أغراض السكان في الطلب على الطاقة، وكذلك الحد من معدلات الألبيدو وبالتالي التخفيف من حدة الجزيرة الحرارية .
٦. استغلال الطاقة الشمسية داخل المدينة من خلال تركيب وحدات لسخانات المياه الشمسية، نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وطول فترة سطوع الشمس وقلة السحب داخل المدينة مما يوفر من استهلاك الطاقة الكهربائية والبتروولية باعتبارها مصادر طاقة ملوثة للبيئة.
٧. الاهتمام بزراعة الأسطح، حيث يمكننا الاعتماد على زراعة الأسطح في توفير العديد من المنتجات الزراعية مثل الخضر، وبالتالي يمكننا استغلال تلك الأسطح في إنتاج محاصيل زراعية والعمل على تخفيف حدة الجزيرة الحرارية في آن واحد .

٨. استغلال المناطق الفضاء في عمل حدائق عامة، تعمل على تلطيف الجو، وتخفف من التلوث الناتج عن الأنشطة البشرية داخل المدينة .
٩. اتباع سياسات خفض الكربون الناتج عن الأنشطة البشرية مثل المصانع الصغيرة والمطاعم وغيرها داخل المدينة، وذلك لتقليل البصمة الكربونية Carbon Footprint والحفاظ على البيئة من التلوث والتخفيف من حدة الجزيرة الحرارية .
١٠. الاهتمام بالاعتبارات المناخية والبيئية أثناء تخطيط المدن الحضرية الجديدة، أو عند البناء داخل منطقة الدراسة في الوقت الراهن .
١١. ضرورة وضع أسس للرصد الميداني بالنسبة لدراسة المناخ الحضر والجزر الحرارية، كما توصي الدراسة أيضاً بأهمية الاعتماد على الاستشعار عن بعد في دراسة الجزر الحرارية خاصة بيانات القمر الصناعي Landsat8 فلم توجد أي دراسات عربية تناولت تحليل تلك المرئيات حتي الآن .
١٢. ضرورة الاهتمام بمحطات الأرصاد الجوية داخل المدينة وعلى ظهورها الزراعي، وذلك بزيادة عدد المحطات، فعلي الرغم من الاعتماد على الدراسة الميدانية والاستشعار عن بعد، إلا أن المحطات المرجعية للأرصاد الجوية كان لها دور كبير في دراسة العديد من المتغيرات .

الملاحق

ملحق (١)

جدول (١) العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء التي تم استخراجها بناءً على درجة حرارة سطح الأرض

POINT_Y (UTM)	POINT_X (UTM)	الغطاء الأراضي	درجة حرارة الهواء	درجة حراري سطح الأرض	م	POINT_Y (UTM)	POINT_X (UTM)	الغطاء الأراضي	درجة حرارة الهواء	درجة حراري سطح الأرض	م	
3326402	325844.1	زراعة داخل المدينة	28 .7	32 .9	26	3330484	329412.2	مزرعة القابل	25 .9	27 .4	0	
3326970	325317.7		30 .3	36 .0	27	3330816	330006.3		26 .1	27 .7	1	
3323394	327892.1		28 .5	32 .5	28	3330003	329473.4		25 .9	27 .4	2	
3323488	327854.8		28 .6	32 .5	29	3326986	328945.7		26 .1	27 .8	3	
3323093	327784.9		28 .2	31 .8	30	3327296	328959.5		26 .0	27 .6	4	
3322690	326465.8	كتلة عمرانية داخل المدينة	30 .4	36 .1	31	3326660	328028.9		مزرعة خارج المدينة	27 .5	30 .4	5
3321965	325932.9		30 .0	35 .2	32	3321644	328371.1			26 .0	27 .6	6
3321353	327776.2		29 .7	34 .7	33	3320288	328883.3			26 .3	28 .1	7
3327320	326269.8		30 .2	35 .6	34	3316391	329195.3			26 .0	27 .5	8
3326318	326396.9		29 .5	34 .3	35	3316128	329724			25 .8	27 .3	9
3328982	326766.2		29 .9	35 .1	36	3317924	329208.3			26 .0	27 .6	10
3329707	325281.1		30 .3	35 .9	37	3314305	329679.3	زراعة داخل المدينة		28 .6	32 .6	11
3327898	324407.5		29 .9	35 .1	38	3314477	329150.6			28 .4	32 .3	12
3326570	324957.8		29 .7	34 .8	39	3314246	329427.4			29 .1	33 .6	13
3329593	327797		30 .3	35 .8	40	3313765	327960.4			29 .0	33 .4	14
3332717	323900.9		كتلة عمرانية خارج المدينة	30 .7	36 .5	41	3313795			328077	29 .4	34 .1
3332396	323796.1	30 .4		36 .1	42	3322798	321389.9		29 .3	34 .0	16	
3329455	318555.8	30 .9		37 .1	43	3322950	321030.8		29 .6	34 .5	17	
3328985	319605	30 .6		36 .4	44	3322978	320911.1		29 .8	35 .0	18	
3324616	317878.9	30 .0		35 .4	45	3330486	323765.3		28 .8	32 .9	19	
3323933	317878.9	30 .1		35 .5	46	3330124	323624.3		28 .2	31 .8	20	
3325237	320255.1	30 .3		35 .9	47	3322727	325705.8		زراعة داخل المدينة	28 .5	32 .3	21
3325657	319292.2	30 .3		35 .8	48	3322910	325488.9	28 .8		33 .1	22	
3326107	322367.3	30 .9		36 .9	49	3322953	325619.5	28 .7		32 .9	23	
3325004	322134.4	29 .7		34 .7	50	3322996	325988	29 .2		33 .7	24	
المصدر: الدراسة الميدانية يوم ٢٢/٨/٢٠١٤، ومرئية Landsat8 بنفس التوقيت						3323518	326129.8	29 .5		34 .3	25	

ملحق (٢)

الدراسة الميدانية لمدينة الجيزة يوم ٢٠١٤/٨/٢٢

الاحداثيات		ملاحظات	درجة الحرارة الأرض	درجة الحرارة الهواء	المسلسل	الاحداثيات		ملاحظات	درجة الحرارة الأرض	درجة الحرارة الهواء	المسلسل
خط الطول	دائرة العرض					خط الطول	دائرة العرض				
31 .21287	30 .01538	إسكان منتظم	٣٤,١	٣٠	٢٨	31 .21245	30 .01574	إسكان منتظم	٣٥,٢	٢٨,٨	١
31 .21215	30 .01537		٣٥,٣	٢٩,٥	٢٩	31 .21206	30 .01561		٣٥,٣	٢٩,٤	٢
31 .21156	30 .01567		٣٥,٧	٣٠,٧	٣٠	31 .21275	30 .01479		٣٥,٤	٢٨,٤	٣
31 .21165	30 .01605		٣٥,٦	٣٠	٣١	31 .21401	30 .01318		٣٥,٤	٢٩,٢	٤
31 .21139	30 .01648		٣٥,٩	٣٠,٥	٣٢	31 .21418	30 .01406		٣٥,١	٢٩,٤	٥
31 .21171	30 .01602		٣٥,٦	٣٠,٨	٣٣	31 .21437	30 .01223		٣٤,٩	٢٨,٤	٦
31 .21272	30 .01547		٣٥,١	٣٠,٤	٣٤	31 .2153	30 .00998		٣٤,٦	٢٩,٣	٧
31 .21792	30 .01282	تجمع النبل	٣٥,١	٢٨,١	٣٥	31 .21364	30 .00954	تجمع النبل	٣٤,٨	٣٠,٤	٨
31 .21768	30 .01275		٣٥,٨	٢٧,٥	٣٦	31 .21104	30 .00919		٣٤,٨	٣٠,٤	٩
31 .21767	30 .01859		٣١,٧	٢٧,٦	٣٧	31 .20917	30 .00857		٣٤,٩	٢٩,٧	١٠
31 .21789	30 .02057		٣١,٩	٢٧,٥	٣٨	31 .20914	30 .01024		٣٥,٤	٣١,٥	١١
31 .21787	30 .02382		٣٢,٢	٢٧,٥	٣٩	31 .20914	30 .01575		٣٥,٢	٣٠,٧	١٢
31 .21806	30 .0261		٣٢,٤	٢٧,٥	٤٠	31 .21381	30 .01769	إسكان منتظم	٣٤,٦	٣١	١٣
31 .21761	30 .02921		٣٢	٢٧,٥	٤١	31 .21401	30 .0181		٣٤,٧	٢٨,٥	١٤
31 .219433	30 .018543		٢٧,٧	٢٤,٩	٤٢	31 .2138	30 .01879		٣٤,٥	٢٨,٤	١٥
31 .219452	30 .020549		٢٧,٨	٢٤,٩	٤٣	31 .21415	30 .01938		٣٤,١	٢٩,٢	١٦
31 .219612	30 .023845		٢٧,٩	٢٤,٢	٤٤	31 .21603	30 .01997		٣٤	٣٢,٢	١٧
31 .219766	30 .025972		٢٧,٩	٢٤,٢	٤٥	31 .21644	30 .02018		٣٤,١	٣١,١	١٨
31 .219568	30 .027879		٢٨,٥	٢٤,٢	٤٦	31 .21655	30 .01872		٣٣,٤	٣١,٤	١٩
31 .213094	30 .02093	حديقة الحيوان	٣٢,٦	٢٩,٣	٤٧	31 .21653	30 .01819	إسكان منتظم	٣٣,٧	٢٨,٥	٢٠
31 .214481	30 .021389		٣٢,١	٣٠,٨	٤٨	31 .21563	30 .01807		٣٣,٧	٢٨,٢	٢١
31 .215703	30 .021028		٣٢,٦	٣١,٣	٤٩	31 .21505	30 .01791		٣٤,٢	٢٩,٤	٢٢
31 .215056	30 .02205		٣١,٩	٢٩,١	٥٠	31 .21458	30 .01763		٣٤,٣	٢٨,٢	٢٣
31 .214564	30 .023444		٣١,٧	٢٩,٣	٥١	31 .21443	30 .01632		٣٤,٥	٢٩,٦	٢٤
31 .214322	30 .024325		٣١,٧	٢٩,١	٥٢	31 .21476	30 .0156		٣٤,٨	٣١,٥	٢٥
31 .213694	30 .025278		٣٢,٢	٢٩	٥٣	31 .21375	30 .01559		٣٤,٩	٣١,٧	٢٦
31 .215278	30 .027883		٣٢,٧	٢٩	٥٤	31 .21371	30,01548		٣٥	٣٠,٥	٢٧

الاحداثيات		ملاحظات	درجة الحرارة الأرض	درجة الحرارة الهواء	المسلسل	الاحداثيات		درجة الحرارة الأرض	درجة الحرارة الهواء	المسلسل
خط الطول	دائرة العرض					خط الطول	دائرة العرض			
31 .19639	30 .09638	أراضي زراعية	٣٢	٢٩,١	٦٧	31 .215833	30 .027389	٣٣	٣١,١	٥٥
31 .19611	30 .09591		٣١,٨	٣٠	٦٨	31 .211854	30 .021589	٣٣,٢	٢٩	٥٦
31 .19611	30 .09591		٣٢,٤	٢٩,٦	٦٩	31 .21275	30 .023222	٣٢	٢٩,٢	٥٧
31 .19473	30 .09611		٣٢,٢	٢٩,٣	٧٠	31 .212908	30 .026068	٣٢,٦	٢٩,١	٥٨
31 .19469	30 .09557		٣٢,٩	٢٩,٩	٧١	31 .213909	30 .02699	٣١,٧	٢٩,٢	٥٩
31 .19515	30 .09482		٣٣,٦	٣٠	٧٢	31 .19614	30 .09807	٣٣,٢	٢٦,٣	٦٠
31 .19597	30 .09469		٣٣,٨	٢٩,٧	٧٣	31 .19584	30 .09849	٣٤,٦	٢٥,٦	٦١
31 .19615	30 .0953		٣٣,١	٣٠	٧٤	31 .19536	30 .0984	٣٤,٢	٢٥,٩	٦٢
31 .19634	30 .09625		٣٢,١	٢٩,٩	٧٥	31 .19578	30 .09785	٣٣,١	٢٨,١	٦٣
31 .19658	30 .09703		٣٢,٦	٢٩,٨	٧٦	31 .19557	30 .09735	٣٢,٧	٢٩,٢	٦٤
31 .19709	30 .0977		٣٣,٩	٢٨,٥	٧٧	31 .1965	30 .09705	٣٢,٦	٢٩,٨	٦٥
31 .19773	30 .09762		٣٥,٦	٢٥,٥	٧٨	31 .19676	30 .09747	٣٣,٢	٢٩	٦٦

المصدر: الدراسة الميدانية يوم ٢٠١٤/٨/٢٢ بمدينة الجيزة

ملحق (٣)

الدراسة الميدانية لمدينة الجيزة يوم ٢٣/٨/٢٠١٤

جدول (١) الفرق بين درجات حرارة سطح الأرض بين الاسفلت والرصيف والاسفلت المغطى بالأتربة

درجة الحرارة	درجة حرارة السطح للأسفلت (أسود اللون)	درجة حرارة السطح للرصيف (طوب اسمنتي أحمر اللون)	درجة حرارة السطح للأسفلت المغطى بالأتربة	خط الطول	دائرة العرض
المسلسل					
الرصدة الأولى	٣٦,٤	٣٤	٣٣,٨	31.21204	30.01554
الرصدة الثانية	٣٥,٥	٣٢,٣	٣٢	31.21204	30.01568
الرصدة الثالثة	٣٦,٣	٣٢,٦	٣٣,٥	31.2121	30.01583

المصدر: الدراسة الميدانية يوم ٢٣/٨/٢٠١٤

جدول (٢) الفرق بين درجات حرارة الهواء ودرجات حرارة سطح الأرض في الظل وفي المناطق المعرضة للأشعاع

الشمسي مباشرة

درجة الحرارة	درجة حرارة الهواء في الظل	درجة حرارة الهواء في الشمس	درجة حرارة سطح الأرض في الظل	درجة حرارة سطح الأرض المعرضة لأشعة الشمس	خط الطول	دائرة العرض
المسلسل						
الرصدة الأولى	٢٩	٣١,٢	٣١	٣٤,١	31.21456	30.01844
الرصدة الثانية	٢٧,٩	٢٩,٦	٣٠,٢	٣٣,٣	31.21487	30.01847
الرصدة الثالثة	٢٧,٧	٢٩,٢	٣٠	٣٣,١	31.21535	30.01849

المصدر: الدراسة الميدانية يوم ٢٣/٨/٢٠١٤

ملحق ٤

أحداثيات النقاط التي تم الاعتماد عليها في دراسة الحرارة السطحية بالمدينة
والنطاق الزراعي "نقاط بطريقة عشوائية جدول ٢ - ٥"

النطاق الزراعي		داخل المدينة		المسلسل
POINT_Y (UTM)	POINT_X (UTM)	POINT_Y (UTM)	POINT_X (UTM)	
3332488	326667	3316909	321600.3	0
3333184	325665.8	3317862	321071.1	1
3333445	326579.9	3319238	320330.3	2
3331617	325448.2	3319290	321811.9	3
3331356	324316.4	3319555	323716.9	4
3329833	323576.5	3320508	324563.6	5
3328832	323924.7	3319661	327156.5	6
3328788	322836.5	3318338	327156.5	7
3327700	322227.1	3321195	326204	8
3327874	322749.4	3322148	327474	9
3326525	323837.6	3323153	327791.5	10
3325959	322575.3	3325164	326204	11
3324609	323228.2	3326699	326786.1	12
3322607	322662.4	3325852	327315.3	13
3320953	319746	3324529	327050.7	14
3321301	317787.3	3329398	327791.5	15
3321824	318527.2	3328075	326098.2	16
3322346	319789.5	3327122	325780.7	17
3323521	320573	3329239	328532.4	18
3323391	322140	3322942	325992.4	19
3324958	322053	3321946	326600.2	20
3316208	328451.6	3321565	325393.7	21
3315207	329235.1	3324137	325298.5	22
3314772	328059.9	3323899	325997	23
3316514	324577	3323280	326378	24
3314772	323576.5	3324407	326759	25
3313901	322880	3324820	325584.2	26
3315033	322836.5	3320800	326877.5	27
3315160	324478.5	3321144	327644.8	28
3315294	327972.8	3319848	325792.7	29
3314859	326188.2	3330987	328041.7	30
3316805	325660.4	3330193	328835.4	31
3327079	321871.6	3329769	327195	32
3325671	321502.8	3328076	327089.2	33
3324749	321402.2	3320403	323385	34
3322687	321301.7	3320456	322009.2	35

المصادر والمراجع

(٧- ١) المصادر

(٧- ١- ١) الخرائط والمرئيات الفضائية

(٧- ١- ٢) البيانات

(٧- ٢) المراجع

(٧- ٢- ١) المراجع العربية

(٧- ٢- -) المراجع باللغة الإنجليزية

المصادر والمراجع

(٦ - ١) المصادر

(٦ - ١ - ١) الخرائط والمرئيات الفضائية

١. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، خرائط التقسيم الإداري لم محافظات القاهرة والجيزة والقلوبية .
٢. الهيئة العامة للتخطيط العمراني، ملف رقمي للتقسيم الإداري لمدينة الجيزة عام ٢٠١٠ .
٣. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، ثلاثة مرئيات TM Landsat، <https://lpdaac.usgs.gov/>
٤. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، أربعة مرئيات Landsat 8، <https://lpdaac.usgs.gov/> .

(٦ - ١ - ٢) البيانات

١. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، بيانات التصحيح الجوي لمرئيات Landsat8، http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php
٢. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، المعمل المركزي للمناخ الزراعي، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣) لمحطة الجيزة الزراعية وبهتيم الزراعية .
٣. مركز البحوث الزراعية بالجيزة، معهد المياه والأراضي والبيئة، وحدة الأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٣) لمحطة الجيزة مركز البحوث الزراعية .
٤. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة (٢٠٠٠: ٢٠١٠)، للإشعاع الشمس ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح .
٥. شركة جنوب القاهرة لتوزيع الكهرباء، البيانات الشهرية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الجيزة، ٢٠٠٨ .

(٦ - ٢) المراجع

(٦ - ٢ - ١) المراجع باللغة العربية

١. احمد البدوي محمد الشريعي، ١٩٩٥، دراسة في جغرافية المدن "دراسة تطبيقية على منطقة عسير بالسعودية"، دار الفكر العربي، القاهرة .
٢. احمد عبد الحميد الفقي، ٢٠٠٧، مُناخ القاهرة الكبرى، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب جامعة عين شمس .
٣. احمد محمد جبريل ثابت، ٢٠١١، المُناخ وأثره على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة - فلسطين (دراسة في المُناخ التطبيقي)، رسالة ماجستير، الجامعة الاسلامية، غزة .
٤. إيمان عبد العظيم احمد "٢٠١٣"، المُناخ والسكن الحضري في مدينة القاهرة بإستخدام "نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد" دراسة في المُناخ الحضري، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة .
٥. سامح عبد الوهاب، محمود عادل حسان، ٢٠٠٩، مصداقية إستخدام المرئيات الفضائية في بناء نماذج كارتوجرافية للجزر الحرارية بالمناطق الحضرية دراسة حالة : القاهرة الكبرى، رسائل جغرافية، قسم الجغرافية، جامعة الكويت، العدد ٣٥٠ .
٦. سليمان يحيى سليمان السبيعي، ٢٠٠٧، الإعتبارات المُناخية في التخطيط العمراني بمدينة غات "دراسة في المُناخ التطبيقي"، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة مصراتة، ليبيا .
٧. شحاتة سيد احمد طلبة، ٢٠٠٤، أثر المُناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة (دراسة في المُناخ التطبيقي)، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العربية، العدد ٤٤ الجزء الثاني .
٨. ضياء رفيق مرجان، ٢٠١٣، مفاهيم وتطبيقات لإمكانية التخطيط والتصميم المستدام في السكن، مجلة المخطط والتنمية، العدد ٢٧، ص ص ١١٤، ١٣٠ .

٩. عبد العزيز طريح شرف "٢٠٠"، الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ افريقيا ومناخ العالم العربي، دار المعارف الجامعية .

١٠. عبد العزيز يوسف، ٢٠٠٠، مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة: دراسة جغرافية في المناخ الحضري، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٦، الجزء الثاني، الجمعية الجغرافية المصرية، ص ص ٥٩ - ٩٠ .

١١. عبد الواسع عبد الغفور أسرار، ٢٠٠٢، ملوثات الهواء ودور النباتات في المحافظة على البيئة، ندوة المنتزهات والحدائق العامة ودورها في الترويح وحماية البيئة، سجل البحوث المحكمة والتجارب، ٢٣-٢٥ إبريل، عمان، الأردن .

١٢. على حسين الشلش، ١٩٨١، المناخ والحاجة إلى تكييف الهواء في العراق، مجلة كلية الآداب، جامعة البصرة العراق، العدد ١٨ .

١٣. فاطمة مصطفى سعد، ١٩٩٤، امكانات الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر (دراسة في جغرافية الطاقة)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس .

١٤. فيصل احمد بإقتادة، ٢٠١٠، مناخ مدينة عدن وأثره على راحة الإنسان، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة عدن، اليمن .

١٥. محمد توفيق محمد أبراهيم، ٢٠٠٤، المناخ واثرة على راحة الإنسان في السواحل المصرية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة سوهاج .

١٦. محمد رياض، ٢٠٠١، القاهرة نسيج الناس في الزمان والمكان ومشكلاتها في الحاضر والمستقبل، دار الشروق، الطبعة الأولى، القاهرة .

١٧. محمد شوفين محمد هريدي، ٢٠١٠، المناخ واثره على الأنشطة البشرية في واحات صحراء مصر الغربية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة سوهاج .

١٨. محمد عمار "١٩٨٩"، الطاقة - مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة
١٩. محمود عبد الفتاح عنبر "٢٠١٠"، مُناخ شرقى دلتا النيل واثارة البيئية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، رسالة ماجستير منشورة، كلية الآداب - جامعة القاهرة .
٢٠. نخبة من علماء التخطيط، دليل الطاقة والعمارة، ١٩٩٨، جهاز تخطيط الطاقة، القاهرة .
٢١. نعمان شحادة "١٩٨٨"، الجغرافية المُناخية "علم المُناخ"، دار القلم، دبي، الإمارات .
٢٢. هاني هاشم ودح، ٢٠٠٧، تشكيلات التجمعات الإنسانية المحققة للتهوية الجيدة في المناطق الحارة الرطبة والحارة الجافة، ندوة الجغرافيا والتخطيط ١٥-١٧/٥/٢٠٠٧، المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية بالتعاون مع جامعة حلب - كلية الآداب - قسم الجغرافيا .
٢٣. هشام داود صدقي بدوي "٢٠٠٧"، المُناخ واثارة على محاصيل الفاكهة في محافظتي مطروح واسيوط (دراسة في جغرافية المُناخ التطبيقي)، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة طنطا .
٢٤. وليد عباس عبد الراضي حسان "٢٠١٣"، الحرارة في مجمع القاهرة الحضري دراسة باستخدام الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة عين شمس .

1. ARONE, k ., and others (2009) Use of NDVI and Land Surface Temperature for Drought Assessment: Merits and Limitations . JOURNAL OF CLIMATE vol .23 Available at (http://www.bgu.ac.il/bidr/research/phys/remote/Papers/2010-Karnieli_LST-NDVI_JC_10.pdf)
2. Atkinson, B .W . (2003) Numerical Modelling of Urban Heat – Island Intensity, Boundary–Layer Meteorology, Vol . 109, pp . 285–310 . Available at (www.springerlink.com) .
3. Battle, Guy & McCarthy, Christopher, (2001), Sustainable Ecosystem & Built Environment, Wiley–Academy, London, UK .
4. Chernev, L ., Targino1, A . C ., Coraiola, G . C . and Krecl, P .(2012) Outdoor Thermal Comfort Indices and Their Relation to Land Use Over An Urban Area During Winter Time,Atmosphere Web Site, 7 p . (<http://www.atmospher.org>) .
5. Epstein, Y . and Moram, D . S . (2006) Thermal Comfort and The Heat Stress Indices, Industrial Health, Vol . 44, pp . 388–398 (<http://www.jicosh.gr.jp>) .
6. Jongtanom, Y ., Kositanont, C . and Baulert, S . (2011) Temporal Variations of Urban Heat Island Intensity in Three Major Cities, Thailand, Modern Applied Science, Vol . 5, No . 5, pp . 105–110 . Available at (www.ccsenet.org)
7. Kim, Y . and Baik, J . (2005) Spatial and Temporal Structure of the Urban Heat Island in Seoul, Journal of Applied Meteorology, American Meteorological Society, Vol . 44, American Meteorological Society, PP . 591–605 (<http://cum.snu.ac.kr>) .

8. M . Santamouris ., (2012) Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments . Solar Energy 103 (2014) 682–703 (www.elsevier.com/locate/solener)
9. Ng, E ., Chen, Liang ., Wang, Yingna ., Yuan, Chao ., 2012 . A study on the cooling effects of greening in a high–density city: an experience from Hong Kong . Building and Environment 47, 256–271.
10. Rosenzweig, C ., Solecki, W ., Parshall, L ., Gaffin, S ., Lynn, B ., Goldberg, R ., Cox, J ., Hodges, S ., 2006 . Mitigating New York City’s heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces . Preprints, Sixth Symp . on the Urban Environment, Atlanta, GA, Amer . Meteor . Soc ., J3 .2.
(<http://www.giss.nasa.gov/research/news/20060130/103341 .pdf>)
11. antamouris, M ., Papanikolaou, N ., Livada, I ., Koronakis, I ., Georgakis, C ., Argirou, A . and Assimakopoulos, D .N . (2001) On The Impact Of Urban Climate On The Energy Consumption Of Buildings, Solar Energy, Vol . 70, No . 3, – 352 – pp . 201–216 (www.elsevier.com/locate/solener) .
12. Sun, Chen–Yi, Lee, Kuei–Peng, Lin, Tzu–Ping, Lee, Soen–Han, 2012 . Vegetation as a material of roof and city to cool down the temperature . Advanced Materials Research 461, 552–556 .
13. Synnefa, A ., Santamouris, M ., Akbari, H ., 2007b . Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions . Energy and Buildings 39 (11), 1167–1174 .

14. US Environmental Protection Agency, 2008 . Reducing Urban Heat Islands
Compendium of Strategies: Urban Heat Island Basics . Climate Protection
Partnership Division, US Environmental Protection
Agency, Washington, DC. Available at: (<http://www.epa.gov/heatisland/resources/compendium.htm>)
15. Yale Guide to Landsat 8 Image Processing
(<http://surfaceheat.sites.yale.edu/understanding-landsat-8>)
16. Yoram Epstein and Daniel S . Moran, 2006, "Thermal Comfort and the Heat
Stress Indices ", Industrial Health, V . 44, Issue 2, P . 392, Tel Aviv
University, Israel
17. Yves, J ., José A . S ., Wout V . (2006) Changes in land surface
temperatures and NDVI values over Europe between 1982 and 1999,
Remote Sensing of Environment vol . 103 p p . 43–55 . Available at
(http://www.uv.es/juy/Doc/Julien-et-al_RSE_2006.pdf)

ملخص الرسالة

ملخص رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، الشعبة الطبيعية، تخصص (مناخ)
بغنوان: المناخ الحضري لمدينة الجيزة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

إعداد الطالب: منصور حسن سالم صالح

إشراف: أ. د. / شحاتة سيد احمد طلبة & أ. د. / سامح إبراهيم عبد الوهاب

A- أجازت لجنة المناقشة الرسالة بتقدير: مُمتاز

جاءت الرسالة في أربعة فصول تسبقها مقدمة عامة عن الدراسة، وتليها الخاتمة، وقائمة المصادر والمراجع، وملخص الرسالة . وجاء الترتيب المنهجي كالتالي:

مقدمة الدراسة: وتم فيها تقديم الموضوع وتحديد منطقة الدراسة والمحطات المناخية المستخدمة في الدراسة، أسباب اختيار الموضوع، وأهداف الدراسة، والدراسات السابقة، ومشكلات الدراسة، ومناهج وأساليب الدراسة، والصعوبات التي واجهت الطالب، ومحتويات الدراسة .

الفصل الأول: خصائص مناخ مدينة الجيزة

تناول هذا الفصل دراسة للمناخ العام للمدينة والمناطق المحيطة بها، فقد تمت دراسة الإشعاع الشمسي، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والرياح . كأهم العناصر المناخية التي تؤثر على المدينة خلال الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٣ م .

وأهم ما توصل إليه هذا الفصل أن منطقة الدراسة تتميز بكميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، وارتفاع معدلات الحرارة في المنطقة الحضرية عن المناطق الزراعية المحيطة بها وكذلك ثبات معدلات الرطوبة النسبية نظراً لسيادة الأسطح الحضرية .

الفصل الثاني: التطور التاريخي لنشأة الجزر الحرارية السطحية لمدينة الجيزة خلال

الفترة ١٩٨٤ حتى ٢٠١٤ م .

اهتم هذا الفصل بدراسة التطور التاريخي لشدة الجزيرة الحرارية السطحية خلال الفترة ١٩٨٤ حتى ٢٠١٤ وذلك بالنسبة للظهير الزراعي والظهير الصحراوي ومدينة القاهرة، كما تناول دراسة

تطور الكتلة العمرانية المتصلة للمدينة والمنفصلة عنها خلال نفس الفترة الزمنية وعلاقة ذلك بتطور شدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي، وكذلك دراسة تطور درجة الحرارة السطحية بالمدينة وعلاقتها بتطور مؤشر التباين النباتي النسبي (NDVI)، واختتم الفصل بدراسة الوضع المستقبلي لتطور الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة بالنسبة للظهير الزراعي .

وأهم ما توصل إليه هذا الفصل أن تطور الجزيرة الحرارية اتخذاً اتجاهًا هابطاً بسبب زيادة نسبة العمران على الأراضي الزراعية .

الفصل الثالث: شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة خلال عام ٢٠١٤

تناول هذا الفصل دراسة للتقنيات الحديثة المستخدمة في تحديد الجزيرة الحرارية من تقنيات الاستشعار عن بعد وبعض الأساليب الإحصائية والدراسة الميدانية، ودراسة لشدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة فتمت دراسة شدة الجزيرة الحرارية السطحية خلال فصول عام ٢٠١٤ الأربعة بالنسبة لكل المناطق المحيطة بالمدينة، ودراسة شدة الجزيرة الحرارية للمظلة الحضرية خلال فصل الصيف، واختتم الفصل بدراسة تركيب الجزيرة الحرارية من حيث النمط العام، وتوزيع الجزر الحارة والباردة داخل المدينة، والتباين الحراري بين أقسام المدينة .

وقد اتضح أن فصل الربيع يعتبر أكثر فصول السنة لشدة الجزيرة الحرارية، وتباين شدة الجزيرة الحرارية وفقاً لنوعها (حارة، ومعتدلة) وشدتها .

الفصل الرابع: الآثار الناجمة عن الجزر الحرارية بمدينة الجيزة وسبل التقليل منها .

اهتم هذا الفصل بإظهار الجانب التطبيقي للدراسة، فقد تناول بعض الآثار الناجمة عن الجزيرة الحرارية مثل انخفاض راحة الإنسان وزيادة الطلب على استهلاك الطاقة الكهربائية، واهتم بدراسة أساليب التقليل من آثار الجزر الحرارية في الوقت الراهن وفي المستقبل .

وقد تبين أن الآثار السلبية للجزيرة الحرارية تفوق الآثار الإيجابية وخاصة التأثير على راحة الإنسان الفسيولوجية وزيادة الطلب على استهلاك الطاقة الكهربائية .

وانتهت الدراسة بالنتائج التي توصل إليها الطالب، والتوصيات التي تقدم رؤية مستقبلية للآليات التي يتم التعامل بها مع هذه المشكلة مع التركيز على منطقة الدارسة .

مستخلص الرسالة باللغة العربية

تتكون الرسالة من أربعة فصول تسبقها مقدمة عامة، وتليها خاتمة . المقدمة تشمل موضوع الدراسة وتحديد منطقة الدراسة والمحطات المناخية بها، وأسباب اختيار الموضوع وأهدافه، والدراسات السابقة، ومشكلات الدراسة، ومناهج واساليب الدراسة، والصعوبات التي واجهت الطالب، ومحتويات الدراسة .

درَسَ الفصل الأول خصائص المناخ العام لمدينة الجيزة. واهتم الفصل الثاني بالتطور التاريخي لنشأة الجزر الحرارية السطحية لمدينة الجيزة خلال الفترة ١٩٨٤ حتى ٢٠١٤م. واهتم الفصل الثالث بدراسة شدة الجزيرة الحرارية لمدينة الجيزة خلال عام ٢٠١٤. أما الفصل الرابع فاختص بالجانب التطبيقي للرسالة، حيث تناول دراسة بعض المشكلات الناجمة عن الجزيرة الحرارية بالمدينة، ودراسة اساليب مواجهة الجزيرة الحرارية في الوقت الراهن وفي المستقبل. وانتهت الدراسة بالنتائج التي توصل اليها الطالب، والتوصيات التي تقدم رؤية مستقبلية للآليات التي يتم التعامل بها مع هذه المشكلة مع التركيز على منطقة الدارسة .

الكلمات الدالة

*مدينة الجيزة *مناخ الحضر *الجزر الحرارية *الراحة الفسيولوجية
*استهلاك الطاقة الكهربائية *الطاقة المتجددة *الاستشعار عن بعد
*نظم المعلومات الجغرافية

Summary Master Thesis, Department Of Geography,
Physical geography, Major "Climate"

Under the title of: The Urban Climate of Giza City By Using
Remote Sensing and Geographic Information Systems

Prepared by: Mansour Hussein Salem Saleh

Supervised by: Prof. Dr. Shehata Sayed Ahmad

Prof . Dr . Sameh Ebrahim Abd-ELWahab

The study came in four chapters preceded by an introduction to the study, followed by the conclusion, and a list of sources and references, and a summary of the thesis. The structure of the thesis was as follows:
Introduction of the study:

Which was provided to determine the subject, the study area and climate stations used to measure the climate parameters, the scientific background, objectives of the study, and previous studies, materials and methods, the struggles of the study, and the contents of the study.

The first chapter: The characteristics of Giza city climate:

This chapter dealt with the study of the general climate of the city and neighborhood areas; we studied the solar radiation, temperature, relative humidity, and wind speed and direction. They represent the most effective climate factors during the period of 2000 to 2013.

The results showed that the study area was exposing to a higher intensity of daily solar radiation and high thermal input urban area from the surrounding agricultural areas, as well as the stability of the relative humidity rates due to the increase of land cover of the city.

The second chapter: The historical development of the surface heat island of Giza city during the period from 1984 to 2014.

This chapter dealt with examining the historical evolution of the intensity of the surface heat island during the period from 1984 to 2014 and that for the agricultural, Deseret surrounding area and Cairo city. Also addressed the study of urban cluster related to the city and separate regions it evolved during the same time period, and the relation of this development

to the decrease of thermal intensity of this surface heat island of the city for the agricultural hinterland. As well as the study of the surface temperature increase in the city and its relationship to the decrease of the normalized differentiation vegetation index (NDVI).

Concluded by studying the expected development of the surface heat island compared with the rural agricultural area during the future. The results indicated that the intensity of the surface heat island decreased as the urbanization increased in relation to the agriculture land area.

The third chapter: The intensity of the heat island of Giza city during 2014:

This chapter included the study of advanced techniques used to determine the heat island. The remote sensing techniques and some of the statistical methods and field measurements for the intensity of the heat island of the Giza city. We studied the intensity of surface heat island for all areas around the city during the four seasons 2014. The intensity of the heat island of the canopy area during the summer.

At the end of this chapter we completed the thermal structure of the city, the distrution of the cool and hot heat islands, and the thermal differential for the city parts.

The fourth chapter: The effects of heat islands in Giza and ways to minimize them.

This chapter showing cares the applied side to this study; it has dealt with some of the effects of the heat island such as low human comfort and increased demand for electric energy consumption and is interested in studying to minimize the effects of heat islands in the current time and the future. It was found that the negative heat island effects outweigh the positive, especially the impact on human physiological comfort and increased demand for electric power consumption effects.

The study concluded that the results reached by the student, and the recommendations made by a futuristic vision of the mechanisms that are dealt with this problem with a focus on the study area.

English Abstract:

The aim of the thesis was to study the urban climate of Giza city. The included parameters were temperature, relative humidity, solar radiation intensity and speed and direction. Seven stations distributed allover Giza city were included to measure the determined parameters of the study. The thermal bands were analyzed by remote sensing techniques. Heat islands were studied. The fluctuation of the surface heat island during the time period from 1984 to 2014. The intensity of heat island during the four seasons 2014. The results indicated that the intensity of the surface heat island decreased as the urbanization increased in relation to the agriculture land area. The consumption of electrical energy increased as the temperature increased once Celsius. The study recommended considering climatic planning for the new urban regions.

Key words

- * Giza City * Urban climate * Heat island * Physiological comfort
- * Electric power consumption * Renewable energy
- * Remote Sensing * Geographic Information Systems



The Urban Climate of Giza City
By Using Remote Sensing and Geographic Information Systems

Thesis Submitted In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master in Geography, Department Of Geography, Faculty of Arts, Cairo
University

PREPARED BY

Mansour Hussein Salem Saleh

SUPERVISED BY

Prof. Doctor

Shehata Sayed Ahmad

Professor of Physical Geography,
President of the Department of Geography
Faculty of Arts, Cairo University.

Prof. Doctor

Sameh Ebrahim Abd-ELWahab

Professor of Human Geography,
Faculty of Arts, Cairo University.

Cairo

2015AD – 1436AH