فاعلية الحرارة وتأثيرها في الاستهلاك المنزلي للكهرباء بمدينة الإسكندرية
" دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي"

د. محمد عوض السيد السمني

تاريخ استلام البحث: ٢٠١٦/٣/١١
تاريخ قبـول البحـث: ٢٠١٦/٥/٢

فاعلية الحرارة وتأثيرها في الاستهلاك المنزلي للكهرباء بمدينة الإسكندرية "" دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي"

د. محمد عوض السيد السمني
مدرس بقسم الجغرافيا كلية الآداب
جامعة دمنهور

الملخص:

تُعبر فاعلية الحرارة عن مدى الإرهاق أو الراحة الحرارية للإنسان، وتختلف عن درجات الحرارة المقاسة، ولها معاملات عدة، اُستخدم منها معامل توم Thom. وتهدف الدراسة إلى تحديد أشهر الإرهاق والراحة الحرارية، وتوضيح التباينات الشهرية والفصلية والمكانية لفاعلية الحرارة على مستوى أقسام مدينة الإسكندرية، مما ينعكس على عدد ساعات استخدام مراوح ومكيفات الهواء والمدافئ في تعديل فاعلية الحرارة، ومن ثم التباين الشهري لاستهلاك الكهرباء.

وتتمثل محاور الدراسة في: عناصر فاعلية الحرارة، وفاعلية الحرارة الشهرية والفصلية، ووسائل تعديل فاعلية الحرارة، واستهلاك الكهرباء وعلاقته بفاعلية الحرارة. وخلصت الدراسة إلى عدة نتائج وتوصيات منها: تقارب كمية الاستهلاك المنزلي الشهري للكهرباء، رغم اختلاف فاعلية الحرارة الشهرية وعدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته والمدافئ، مما يعني تأثير عوامل أخرى في استهلاك الكهرباء، خاصة في أشهر انخفاض درجات الحرارة، ربما تتعلق بالسخانات الكهربائية.

THE HEAT EFFECTIVENESS AND ITS IMPACT ON HOUSEHOLD CONSUMPTION OF ELECTRICITY IN ALEXANDRIA "A STUDY IN GEOGRAPHICAL OF APPLIED CLIMATOLOGY "

Dr. Mohamed Awad El-Samny
Department of Geography
Faculty of Arts, Damanhour University

Abstract:

Reflect heat effectiveness of fatigue or thermal comfort for humans, and differ from the temperature measured, and it has a number of transactions, use of which Thom coefficient. The study aims to determine months of fatigue, thermal comfort, and to clarify the monthly, seasonal, and spatial of the heat effectiveness at the level of Alexandria city, which is reflected in the number of hours of use fan, Air conditioners, and Heaters in modifying heat effectiveness, and then the monthly variation of the electricity consumption.

The study axes: elements the heat effectiveness, the heat effectiveness of monthly and seasonal, modifying the heat effectiveness, and electricity consumption and its relationship to heat effectively. The study concluded that a number of findings and recommendations, including: similar of monthly household consumption of electricity, despite difference in the heat effectiveness of monthly and number of hours use of Fan, Air Conditioner, and Heater, which means effect of other factors in the electricity consumption, especially in months low the temperature, possibly related to electrical Geysers.

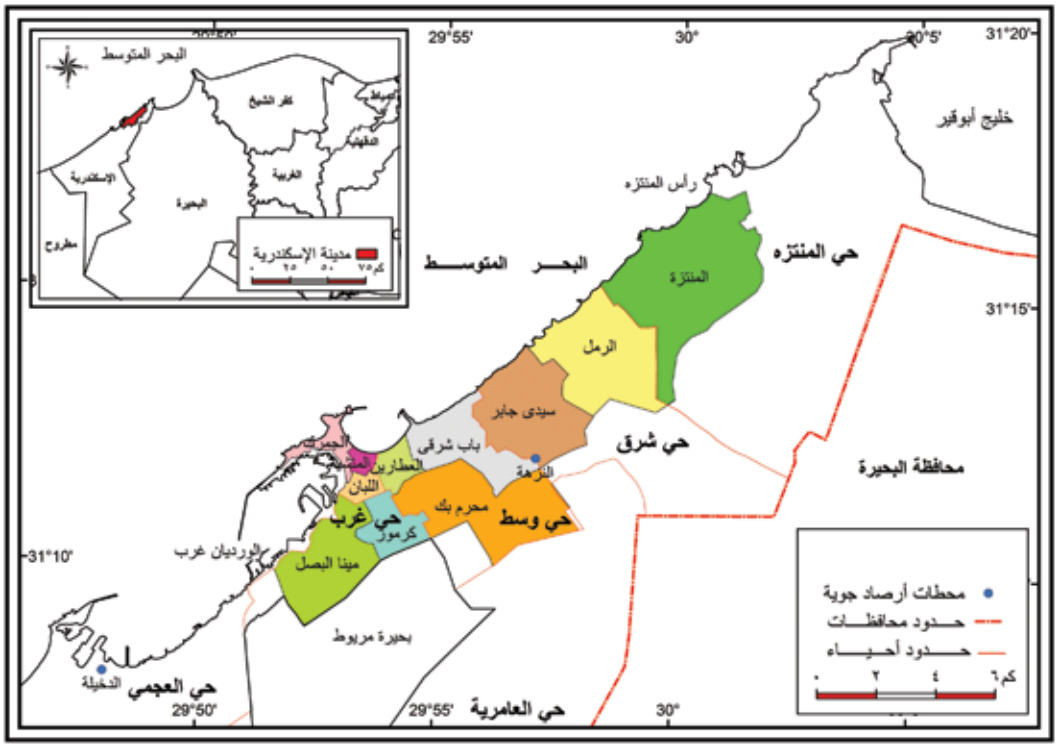
المقدمة:

تُعبر فاعلية الحرارة عن الحرارة التي يشعر بها الإنسان، وهي مقياس لمدى الإحساس بالإرهاق أو الراحة الحرارية بفعل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وغيرها، ويتم قياس فاعلية الحرارة من خلال معاملات عدة: ركز بعضها على عنصرين مناخيين، وركز البعض الآخر على عناصر عدة، وفي الحقيقة لايعمل كل عنصر مناخي في معزل عن بقية العناصر الأخرى، بل الكل يعمل في منظومة واحدة، فيؤثر في بقية العناصر المناخية ويتأثر بها، ويعد شعور الإنسان بالراحة الحرارية من عدمه هو محصلة عناصر المناخ كافة، وإن كان يمثلها عنصران بارزان هما: درجة الحرارة، والرطوبة الجوية، ويجمع معامل توم Thom بين العنصرين، لما لهما من أبلغ الأثر في قياس الراحة الحرارية.

تعد زيادة الاستهلاك المنزلي للكهرباء واحدة من أكثر المشكلات التي تتعرض لها مدينة الإسكندرية، خاصة في فصل الصيف، لزيادة الشعور بالحر، مما يتطلب تعديل فاعلية الحرارة بمكيفات ومراوح الهواء، لذا تستهلك كميات كبيرة من الكهرباء؛ إذ بلغت ٤٦٢٧،٩٤٠ مليون ك. و/ س [١] عام ٢٠١٣ / ٢٠١٤ بنسبة ٥٢،٩٥٪ من جملة كمية الكهرباء المستهلكة بقطاعات مدينة الإسكندرية كافة (شركة توزيع كهرباء الإسكندرية، ٢٠١٥)، ويعد تباين الاستهلاك المنزلي للكهرباء من شهر إلى آخر انعكاسًا لعوامل عدة منها مدى شعور الإنسان بالحر؛ حيث يلجأ إلى أجهزة تكييف الهواء المختلفة عند شعوره بالحر أو البرد.

منطقة الدراسة:

تقع مدينة الإسكندرية فلكيًا بين دائرتي عرض ٩َ ٣١ ° ، ١٧َ ٣١ ° شمالاً، وبين خطي طول ٥١َ ٢٩ ° ، ٢َ ٣٠ ° شرقًا، وجغرافيًا في شمال غربي دلتا النيل، ويحدها من الشمال والشمال الغربي البحر المتوسط، ويحدها حي المنتزه من الشمال الشرقي، وشرق والعامرية من الجنوب والجنوب الغربي، والعجمي وبحيرة مريوط من الغرب والجنوب الغربي (شكل١).



شكل (١) موقع مدينة الإسكندرية وتقسيمها الإداري عام ٢٠١٥.

المصدر: صور موقع Google Earth لعام ٢٠١٥، والتخطيط العمراني بمدينة الإسكندرية.

[١] الكيلووات= ١٠٠٠ وات.

وتمتد المدينة من رأس المنتزه في الشمال الشرقي حتى شياخة الورديان غرب[٢] في الجنوب الغربي بطول ٢٥ كم على ساحل البحر المتوسط، ومنه شمالاً حتى الشواطئ الشمالية لبحيرة مريوط جنوبًا بعرض ٥ كم في المتوسط، وتتكون المدينة من ١١ قسمًا إداريًا هي: المنتزه أول (حي المنتزه)، وسيدي جابر، والرمل أول (حي شرق)، وباب شرقي، والعطارين، ومحرم بك (حي وسط)، واللبان، والجمرك، والمنشية (حي الجمرك)، وكرموز، ومينا البصل (حي غرب). ويقع في منتصف المدينة محطة أرصاد جوية واحدة هي النزهة [٣].

وتبلغ مساحة مدينة الإسكندرية نحو ٧٥ كم٢، وهو ما يشكل نحو ٣،٣٪ من جملة مساحة المحافظة (٢٣٠٠ كم٢)، ويبلغ عدد سكانها ٤٠٨٤٦٧٢ نسمة بنسبة ٥،٧٪ من جملة سكان الجمهورية عام ٢٠٠٦، ويبلغ عدد مبانيها ٤٢٧٥٤٩ مبنى بنسبة ٥٢،٣٪ من جملة عدد مباني محافظة الإسكندرية (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، تعداد ٢٠٠٦).

مشكلة البحث:

تتمثل المشكلة البحثية في زيادة كمية الاستهلاك المنزلي للكهرباء، خاصة في أشهر فصل الصيف، بسبب ارتفاع عدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته لتعديل فاعلية الحرارة، مما يتطلب توضيح علاقة استهلاك الكهرباء بفاعلية الحرارة.

دراسات سابقة:

تعددت الدراسات التي تطرقت إلى فاعلية الحرارة، ومن الدراسات التي تناولت الجانب التطبيقي المتعلق بموضوع الدراسة: دراسة (محمد إبراهيم شرف، ١٩٩٥) للحرارة في مدينة الإسكندرية، وتمكن من تصميم خريطتين حراريتين للمدينة، إحداهما نهارًا، والأخرى ليلاً، وتناول علاقة الجزر الحرارية بالنشاط البشري واستخدامات المباني، ودراسة (إيملي محمد حلمي حمادة،٢٠٠٣) لفاعلية الحرارة والرطوبة وآثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية، واستخدمت فيها معامل أوليفر، واتضح أن المناخ المثالي يكون في فصلي الربيع والخريف، ويتصف الشتاء بالإرهاق البارد، والصيف بالإرهاق الحار، ودراسة (أحمد رشاد الدحدوح، ٢٠٠٧) لأثر المناخ على السياحة الداخلية والخارجية في مدينتي الإسكندرية والغردقة، وقد توصلت الدراسة إلى وقوع فصلي الربيع والخريف في الراحة الحرارية التامة، ودراسة (دراف العابدي، ٢٠٠٩) لأثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق شبه الجافة، حيث تناول استخدام الوسائل الميكانيكية لتوفير الراحة الحرارية مثل مراوح الهواء ومكيفاته، ودراسة (محمد فوزي عطا، ٢٠٠٩) للمناخ ومدى حاجة الإنسان إلى تكييف الهواء في وادي النيل بمصر، ودرس فيها معامل الراحة لتصنيف تيرجنج، ومخطط أوليكياي وحدد من خلاله أشهر الحاجة إلى التدفئة (الشتاء) والتبريد (الصيف)، ومواسم الشهور الانتقالية في الربيع والخريف، ودراسة (شيماء السيد عبد النبي، ٢٠١٠) للجزر الحرارية في الإسكندرية، ودرست فيها الجزر الحرارية في الفصول الأربعة وعلاقتها باستخدامات المباني، ودراسة (حامد الخطيب، د.ت) لأثر درجة الحرارة على استهلاك الكهرباء بالمدينة المنورة، ودرس فيها الحمولة الدنيا والقصوى لشبكة الكهرباء على مدار اليوم وعلاقتها بدرجات الحرارة الصغرى والعظمى، وكذلك على المستوى الفصلي، والتنبؤ باستهلاك الكهرباء بمعادلة خط الانحدار، ودراسة : H (Radhi,& et al, 2015.)،لدراسة تأثير الجزر الحرارية الحضرية على الراحة الحرارية "دراسة حالة جزر أمواج في البحرين"، وتناولت الدراسة تحديد الراحة الحرارية وعلاقتها باستهلاك الطاقة في تعديل المناخ التفصيلي Microclimatic ، خاصة فيما يتعلق بدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، ودراسة (Centin,S.K., & et al, 2016): لتأثير تكنولوجيا الطاقة في تكييف المباني بالوسائل الميكانيكية لتحقيق الراحة الحرارية، وتناولت الدراسة تصميم المباني هندسيًا لتوفير الطاقة المستهلكة لتحقيق الراحة الحرارية، خاصة الميكانيكية المستخدمة في تكييف الهواء.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى معرفة أشهر الإرهاق والراحة الحرارية، وتحديد وسائل تعديل فاعلية الحرارة، وتصنيف أقسام مدينة الإسكندرية وفق عدد ساعات استخدام

(٢) ينتهي الحد الغربي للمدينة عند مصب ترعة النوبارية في البحر المتوسط، حيث يفصل النطاق العمراني المتصل عن حي العجمي.

(٣) النزهة هي محطة بمطار النزهة، والرقم الكودي لها ٣١٨، وتقع فلكيًا ١٢َ ٣١ ° شمالاً، ٥٧َ ٢٩ ° شرقًا، ومنسوبها – ١،٧٨ مترًا (الأطلس المناخي لمصر، ١٩٩٦ : ٤).

المدافئ ومراوح ومكيفات الهواء، وعلاقة ذلك بالاستهلاك المنزلي للكهرباء.

فروض الدراسة:

تتمثل فروض الدراسة فيما يلي:

– وجود علاقة طردية بين الاستهلاك المنزلي للكهرباء والإرهاق الحراري، فكلما زاد الشعور بالحر ازداد استهلاك الكهرباء باستخدام مراوح الهواء ومكيفاته، والعكس صحيح؛ فكلما قل الإحساس بالحر كلما انخفض استهلاك الكهرباء في الأغراض ذاتها.

– أكثر الأشهر استهلاكًا للكهرباء هو أغسطس وأقلها استهلاكًا يناير.

– اختلاف عدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته وفقًا لتوجيه الوحدات السكنية واتجاه نوافذها.

مناهج الدراسة وأساليبها:

تعتمد الدراسة على المنهج الموضوعي، حيث تركز طريقة المعالجة على الموضوعات ذات الصلة بفاعلية الحرارة وعلاقتها ببعضها البعض، واستعانت بالأسلوب الكمي في ايجاد العلاقة بين المتغيرات المؤثرة في فاعلية الحرارة والاستهلاك المنزلي للكهرباء بارتباط بيرسون وسبيرمان، إضافة إلى معامل الاختلاف الفصلي لعدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته ببرنامج SPSS، والأسلوب الكارتوجرافي ببرنامجي Arc GIS و Auto CAD.

مصادر الدراسة:

تتمثل بيانات الدراسة في نشرات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الخاصة ببيانات المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية لعام ٢٠١٥/٢٠١٤، وذلك لأن هذا العام شهدت فيه مدينة الإسكندرية انقطاعًا متكررًا للتيار الكهربي، وإحصاءات شركة توزيع كهرباء الإسكندرية، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، وصور موقع Google Earth لعام ٢٠١٥.

والدراسة الميدانية خلال شهري أكتوبر ونوفمبر عام ٢٠١٥، والتي استخدمت في الجزء الخاص بوسائل تعديل فاعلية الحرارة، المتمثلة في مراوح الهواء ومكيفاته والمدافئ، حيث تم توزيع ١١٣٨ استمارة استبيان عينة عشوائية على ٠،١٦٪ من جملة الوحدات السكنية الأسرية البالغ عددها ٧٠٢٥٦٨ وحدة سكنية، وهي تمثل ٣٢،٥٪ من جملة الوحدات السكنية كافة (٢١٥٩٣٥٤) بأقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠٠٦.

ولتحقيق أهداف الدراسة، تتمثل المحاور الرئيسة فيما يلي:

– عناصر فاعلية الحرارة.

– فاعلية الحرارة الشهرية والفصلية.

– وسائل تعديل فاعلية الحرارة.

– استهلاك الكهرباء وعلاقته بفاعلية الحرارة.

أولاً : عناصر فاعلية الحرارة

تعتمد دراسة فاعلية الحرارة في معامل توم على عنصرين أساسيين هما: درجة الحرارة، والرطوبة الجوية، حيث أنهما سبب الشعور بالراحة الحرارية من عدمه، وتهدف دراستهما إلى توضيح أثرهما في فاعلية الحرارة.

(١) درجة الحرارة:

تعتمد الدراسة على المتوسط اليومي لدرجات الحرارة للمستويين الشهري والفصلي لعام ٢٠١٥/٢٠١٤، لإظهار الاختلافات الموسمية لدرجات الحرارة في مدينة الإسكندرية، ومعرفة أثرها في فاعلية الحرارة (ملحق١)، وتحديد علاقة درجة الحرارة بفاعليتها.

أ- درجات الحرارة الشهرية:

يصل فارق متوسطات درجة الحرارة ١٢°م بين شهري يناير وأغسطس، مع ملاحظة انخفاض نسبة معامل الاختلاف الشهري لدرجات الحرارة إذ بلغ ٢٢،٢٪، مما يعني أن الفارق بين الأشهر الحارة والباردة قليل، ومن ثم تتقارب درجات الحرارة الشهرية بمدينة الإسكندرية.

وبحساب معامل ارتباط سبيرمان بين فاعلية الحرارة (متغير تابع)، ودرجة الحرارة (متغير مستقل)، تبين وجود علاقة طردية متوسطة بلغت ٠،٤٢، بمستوى معنوية ٠،٠٥ ودرجة ثقة ٩٥٪ (٤)، وبمعامل تحديد ٠،١٨، ويعني ذلك أن ١٨٪ من التغير في فاعلية الحرارة سببه تغير متوسطات درجة الحرارة، وأن ٨٢٪ سببها متغيرات أخرى، منها الرطوبة النسبية.

(٤) الارتباط الذي لم يُذكر مستوى معنويته ودرجة ثقته في متن البحث، يبلغ ٠،٠١ و٩٩٪ لهما على الترتيب، كما سيتم ذكر المتغير التابع أولاً، يليه المتغير المستقل في أي ارتباط.

ب- درجات الحرارة الفصلية:

يبلغ فارق متوسطات درجة الحرارة بين فصلي الشتاء والصيف ١٠،٧°م ، بمعامل اختلاف فصلي لدرجات الحرارة بلغ ٢٢،٧٪، ويعني ذلك أن الفارق الحراري قليل بين الفصول الأربعة، ويتشابه إلى حد كبير مع الفارق الشهري، ومن ثم تتقارب متوسطات درجة الحرارة الفصلية بمدينة الإسكندرية.

(٢) الرطوبة النسبية:

تعد الرطوبة الجوية من أهم عناصر المناخ التي تجعل الإنسان يشعر بالحر من عدمه، فقد ترتفع درجات الحرارة مع رطوبة نسبية منخفضة، ولا يشعر الإنسان بالإرهاق، لأن جفاف الهواء يساعد على انتقال العرق منه إلى الجو، على العكس من الهواء الرطب. وترجع أهمية دراسة الرطوبة النسبية إلى معرفة أثرها في تغيير قيم فاعلية الحرارة.

أ- الرطوبة النسبية الشهرية:

يقدر فارق متوسطات الرطوبة النسبية ٦٪ بين إبريل وشهري يوليو وأغسطس، بمعامل اختلاف شهري منخفض للرطوبة النسبية بلغ ٢،٧٪، مما يعني تقارب متوسطات الرطوبة النسبية الشهرية، مع ملاحظة وجود ارتباط طردي متوسط بين فاعلية الحرارة والرطوبة النسبية بلغ ٠،٦٤، وبمعامل تحديد ٠،٤١، الأمر الذي يعني تفسير ٤١٪ من تغير فاعلية الحرارة بتغير متوسطات الرطوبة النسبية.

ب- الرطوبة النسبية الفصلية:

يبلغ فارق متوسطات الرطوبة النسبية ٤٪ بين فصلي الربيع والصيف، مع ملاحظة انخفاض متوسطات الرطوبة النسبية في فصل الربيع، بسبب مرور المنخفضات الجوية الخماسينية وما يصاحبها من رياح شديدة الجفاف والحرارة، في حين ترتفع متوسطات الرطوبة النسبية في الصيف لشدة التبخر (٥،٧ مم/ يوم). وبلغ معامل الاختلاف الفصلي للرطوبة النسبية ٢،٧٪، مما يشير إلى تقارب متوسطات الرطوبة النسبية الفصلية.

وبتطبيق معامل الارتباط بين فاعلية الحرارة (متغير تابع)، ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية (متغيران مستقلان)، تبين وجود ارتباط بلغت قيمته ٠,٦٧، بمعامل تحديد ٠,٤٥، ومن ثم فإنهما يمثلان ٤٥٪ من جملة العناصر المؤثرة في تغير قيم فاعلية الحرارة.

ثانيًا: فاعلية الحرارة الشهرية والفصلية

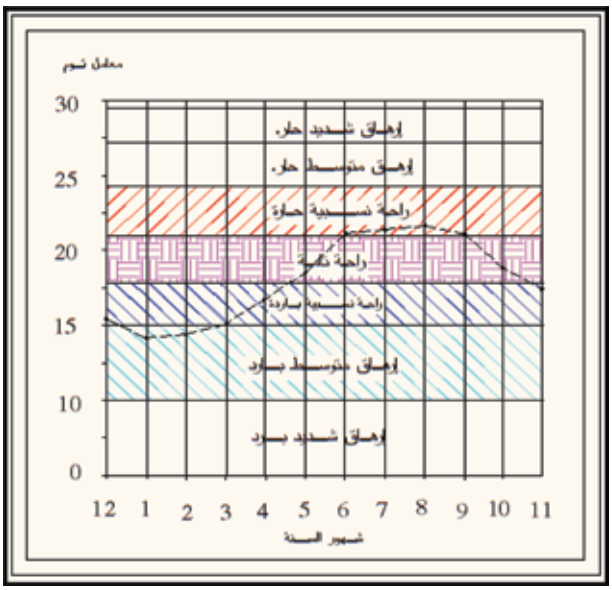
تتناول دراسة فاعلية الحرارة قيم معامل توم[٥] على المستويين الشهري والفصلي، ويرتبط اختلاف قيمها بعناصرها المتمثلة في درجات الحرارة والرطوبة النسبية.

(١) فاعلية الحرارة الشهرية:

نظرًا لتغير متوسطات درجة الحرارة والرطوبة النسبية من شهر لآخر، فينعكس ذلك على فاعلية الحرارة الشهرية التي تتكون منهما، ومن تحليل أرقام (ملحق١، شكل٢) يمكن تقسيم أشهر السنة حسب فاعلية الحرارة الشهرية إلى ما يلي:

أ- أشهر الإرهاق المتوسط البارد:

يقع شهرا يناير وفبراير في فئة الإرهاق المتوسط البارد، إذ بلغ معامل توم ١٤,٢ ، ١٤,٣ للشهرين على الترتيب، حيث يحتويان على ثلث عدد الأنواء التي تمر على مدينة الإسكندرية سنويًا والبالغ عددها ١٩ نوءًا، ويصاحب الأنواء كتل هوائية باردة آتية من أوربا.



المصدر: ملحق(١)

شكل (٢) فاعلية الحرارة الشهرية بمدينة الإسكندرية عام ٢٠١٥/٢٠١٤

(٥) معامل الحرارة / الرطوبة لتوم= ح - [١ - (٠،٠١ × هـ) × (ح- ١٤،٥)]، وح هي درجة حرارة الهواء (°م)، وهـ هي الرطوبة النسبية. وفئات هذا المقياس كالتالي:

أقل من(١٠) = إرهاق شديد بارد، و(١٠:< ١٥) = إرهاق متوسط بارد، و(١٥:< ١٨) = راحة نسبية باردة، و(١٨ : < ٢١) = راحة تامة، و(٢١ : < ٢٤) راحة نسبية حارة، و(٢٤ : < ٢٧) = إرهاق متوسط حار، و(٢٧ : < ٢٩) = إرهاق شديد حار، و(٢٩ فأكثر) = إجهاد كبير(علي موسى، ١٩٩٧: ١٤١).

ب- أشهر الراحة النسبية الباردة:

تضم هذه الفئة أربعة أشهر، وهي نوفمبر، وديسمبر، ومارس، وإبريل، حيث تبلغ قيم المعامل ١٧,٨ ، ١٥,٤، ١٥,٤، ١٧,١ لكل منها على الترتيب، لاعتدال درجات الحرارة فيها، وسبب الشعور بالبرودة هو هبوب كتل هوائية تصاحب مرور الجبهات الباردة من المنخفضات الجوية.

جـ- أشهر الراحة النسبية الحارة:

تشمل فئة الراحة النسبية الحارة أربعة أشهر ممتدة من يونيو حتى سبتمبر، وبلغ معامل توم ٢١,٢ ، ٢٢,٥ ، ٢٢,٧ ، ٢١,٣ لكل منها على الترتيب، وذلك لارتفاع متوسطات درجة الحرارة والرطوبة النسبية فيها، حيث تهب موجات الحر الصيفية بسبب المنخفض الجوي الموسمي بشبه الجزيرة العربية.

د- أشهر الراحة الحرارية التامة:

تتمثل الراحة الحرارية التامة في شهري مايو وأكتوبر، حيث بلغت قيم المعامل في الشهرين ١٩,٢ ، ١٩,٨ على الترتيب، ويمكن اعتبار الأخير هو شهر الراحة التامة الحقيقي، وسبب ذلك هبوب رياح الخماسين وموجات الحر في مايو، وضم الشهرين في هذه الفئة لانخفاض متوسطات الرطوبة النسبية فيهما، إضافة إلى اعتدال متوسطات درجة الحرارة، مع ملاحظة تباين فاعلية الحرارة بين أشهر السنة، إذ بلغ معامل الاختلاف الشهري لفاعلية الحرارة ٥٥،٥٪، مما يعني تفاوت مستويات الراحة الحرارية من شهر لآخر بمدينة الإسكندرية.

(٢) فاعلية الحرارة الفصلية:

تبين أن الخريف هو فصل الراحة الحرارية التامة بمدينة الإسكندرية، إذ بلغ معامل توم ١٩،٧ (ملحق١)، وسبب ذلك الانخفاض النسبي في متوسطات الرطوبة النسبية واعتدال درجات الحرارة، وخلوه النسبي من موجات الحر والبرد الشديدة، أما الربيع فهو فصل الراحة النسبية الباردة (١٧،٢)، وذلك لمرور موجات البرد في أعقاب المنخفضات الجوية، ويعد الشتاء فصل الإرهاق المتوسط البارد، حيث بلغت قيمة المعامل ١٤,٦، والصيف هو فصل الراحة النسبية الحارة (٢٢,٢)، وتتباين بالتالي فاعلية الحرارة فصليًا بمدينة الإسكندرية، وينعكس تباينها الشهري والفصلي على عدد ساعات استخدام أجهزة تعديل فاعلية الحرارة.

ثالثًا: وسائل تعديل فاعلية الحرارة

تُعدل فاعلية الحرارة بالأجهزة الكهربائية، وذلك بتغيير متوسطات درجة الحرارة والرطوبة النسبية، بحيث تتحقق الراحة الحرارية المناسبة للإنسان في مسكنه، وتركز الدراسة على فصلي التطرف في عدد ساعات استخدام الأجهزة الكهربائية (الصيف والشتاء)، وتتمثل وسائل تعديل فاعلية الحرارة في: مراوح الهواء ومكيفاته والمدافئ.

(١) مراوح الهواء:

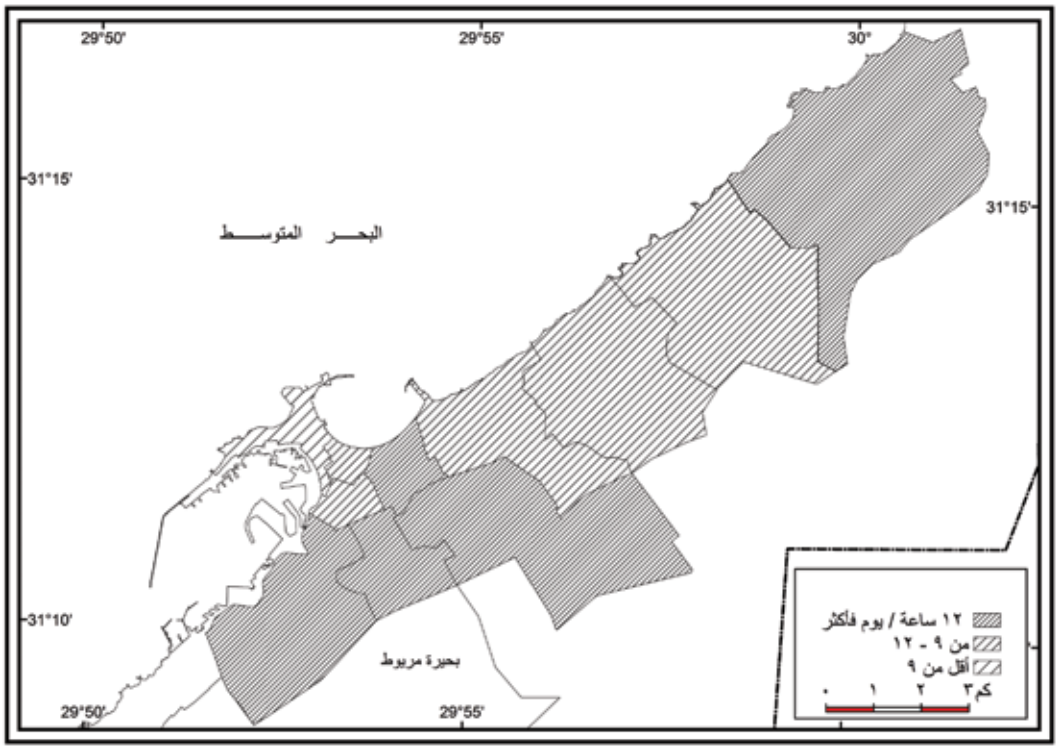
قُدر عدد مراوح الهواء بمدينة الإسكندرية بحوالي ٧٥٠٦٢٥ مروحة وفقًا لتعداد ٢٠٠٦[٦]، وتبين من تتبع أرقام (ملحق٣، شكل٣) زيادة عدد ساعات استخدام مراوح الهواء في الصيف، حيث يبلغ في المتوسط ١١،٣٣ ساعة/ يوم بمدينة الإسكندرية، أما الشتاء فيبلغ عدد ساعات استخدامها في المتوسط ٤٥ دقيقة/ يوم، وهو ما يمثل ٧٪ من جملة نظيره بفصل الصيف. ويمكن تقسيم أقسام المدينة وفقًا لعدد ساعات استخدام مراوح الهواء إلى ما يلي:

- أقسام استخدامها مرتفع:

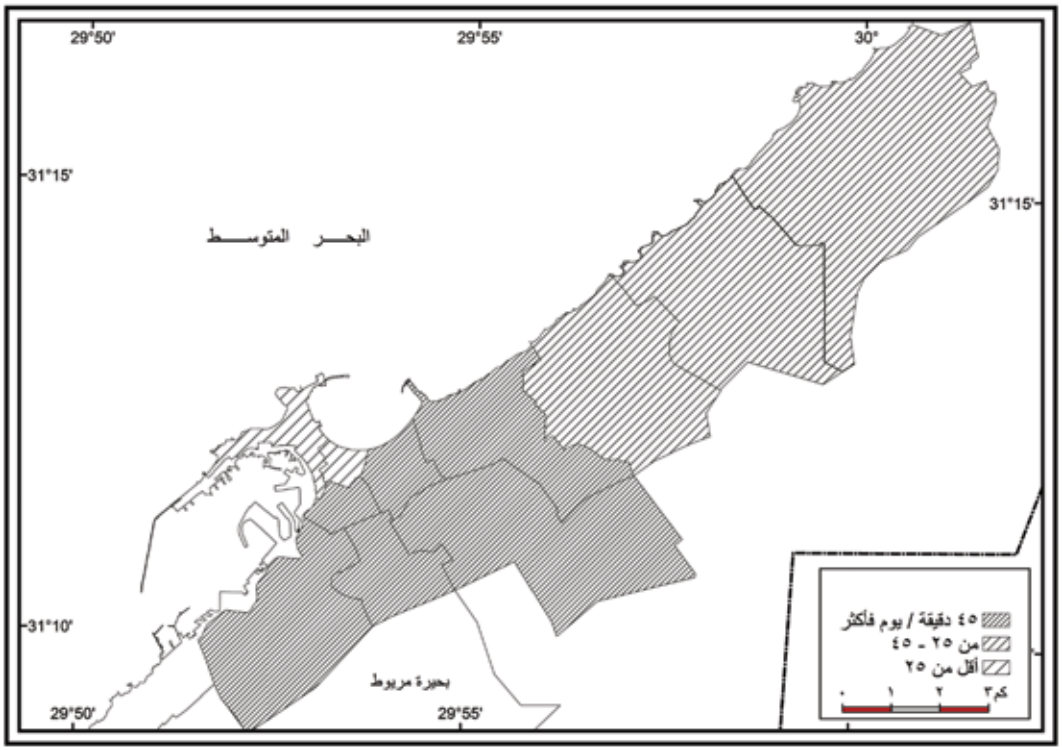
يبلغ بها عدد ساعات استخدام مراوح الهواء في فصل الصيف ١٢ ساعة/يوم فأكثر، وتشمل أقسام: المنتزه أول، ومحرم بك، والعطارين، وكرموز، ومينا البصل، وتتركز كلها جنوب غربي المدينة عدا قسم المنتزه أول.

---

[٦] الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠٠٨): بيان عدد الأجهزة المنزلية المملوكة لمحافظة الإسكندرية، النتائج النهائية للتعداد العام ٢٠٠٦.



أ- فصل الصيف



المصدر: (ملحق٣). ب- فصل الشتاء

شكل (٣) متوسط عدد ساعات استخدام مراوح الهواء خلال فصلي الصيف والشتاء في أقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

أما في الشتاء فيبلغ عدد ساعات استخدامها ٤٥ دقيقة/ يوم فأكثر، وهو ما يمثل ٦،٣٪ من جملة نظيره بفصل الصيف، وتضم أقسام: محرم بك، وباب شرقي، وكرموز، والعطارين، واللبان، ومينا البصل، وتتركز تلك الأقسام الإدارية بجنوب غربي المدينة، وسبب ارتفاع عدد ساعات استخدام مراوح الهواء إما للبعد النسبي للوحدات السكنية عن تأثيرات البحر المتوسط، كما في محرم بك وكرموز، أو لكثرة عدد الوحدات السكنية المطلة على الجهة الجنوبية، كما في العطارين وباب شرقي.

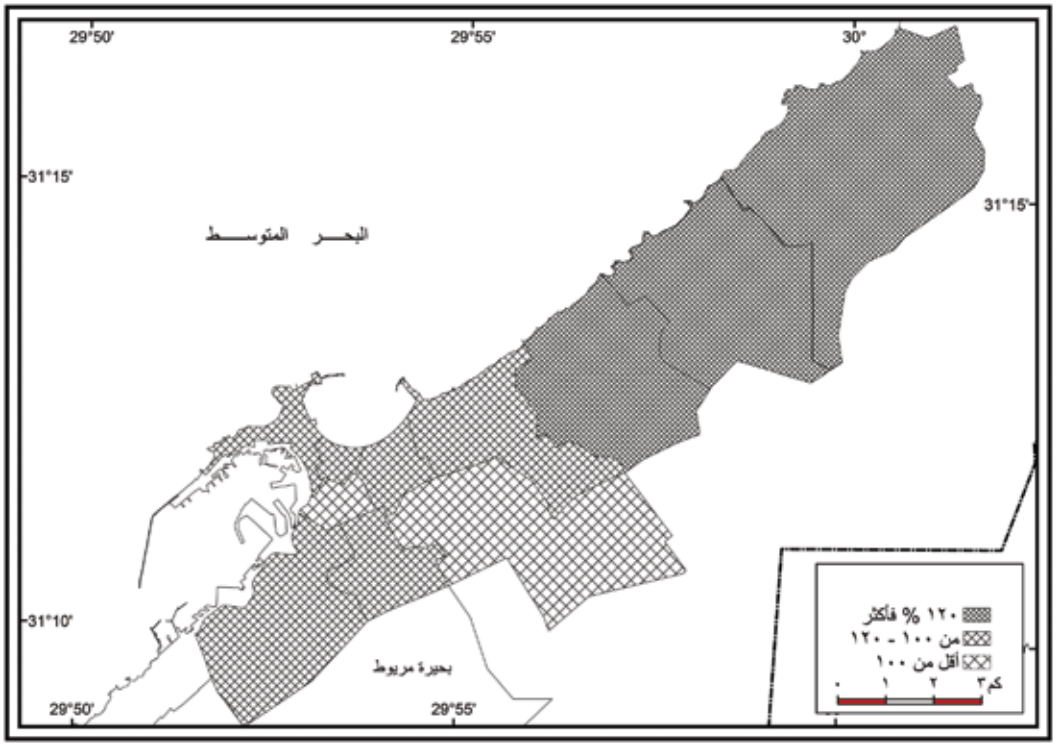
- أقسام استخدامها متوسط:

يتراوح بها عدد ساعات استخدام مراوح الهواء في الصيف بين ٩-١٢ ساعة/يوم، وتضم أقسام: الرمل أول، وسيدي جابر، وباب شرقي، والمنشية، واللبان، في حين يتراوح بين ٢٥ – ٤٥ دقيقة/يوم في الشتاء، وهو ما يشكل ٥٪ من مثيله في الصيف، وتشمل أقسام: سيدي جابر، والمنتزه أول، والرمل أول.

- أقسام استخدامها منخفض:

يقل بها عدد ساعات استخدام مراوح الهواء في الصيف عن ٩ ساعات/يوم، وتقتصر على قسم الجمرك، في حين يقل عن ٢٥ دقيقة/يوم في فصل الشتاء، وهو ما يعادل ٣٪ من جملة فصل الصيف، وتستحوذ على قسمي المنشية والجمرك، وسبب ذلك الموقع البحري وانتشار الواجهات الشمالية للوحدات السكنية، حيث يلطف نسيم البحر صيفًا من درجات الحرارة، ويعمل على تدفئتها شتاءً.

ويتضح من تتبع (ملحق٣، شكل٤) ارتفاع معامل الاختلاف الفصلي لعدد ساعات استخدام مراوح الهواء في الإسكندرية (١١١٪)، ويدل ذلك على التباين الفصلي الكبير في عدد ساعات استخدامها، وذلك لتنوع أجهزة تعديل فاعلية الحرارة، مما يعني ارتفاع عدد ساعات استخدامها في الصيف مقارنة بالفصول الأخرى خاصة الشتاء، وبلغ أقصاه في قسمي المنتزه أول والرمل أول ١٢٢٪، لتعدد وسائل تعديل فاعلية الحرارة بهما، ومرد ذلك إلى ارتفاع مستويات الدخل، وأدناه في قسم اللبان (٨٤٪) لقلة تنوع استخدام أجهزة تعديل فاعلية الحرارة.



المصدر: (ملحق٣).

شكل (٤) معامل الاختلاف الفصلي لعدد ساعات استخدام مراوح الهواء بأقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

أما على المستوى الشهري فيبلغ عدد ساعات استخدام مراوح الهواء أقصاه في أغسطس بنحو ١٤،٢٠ ساعة/ يوم في مدينة الإسكندرية، ويزداد في مينا البصل ليبلغ ١٥،٣٧ساعة/ يوم، لقلة انتشار مكيفات الهواء في معظم مساكنه بسبب انخفاض مستويات الدخل، ويقل في الجمرك ليصل إلى ١١،١٥ ساعة/ يوم، بسبب الموقع الجغرافي في شبه الجزري للقسم، مما أدى إلى انخفاض درجات الحرارة لهبوب نسيم البحر على وحداته السكنية، في حين بلغ أدناه في يناير (٢٥ دقيقة/ يوم)، وهو ما يشكل ٣٪ من جملة نظيره بشهر أغسطس، ويبلغ عدد ساعات استخدامها أقصاه في محرم بك (٤٥ دقيقة/ يوم) بسبب البعد النسبي عن ساحل البحر، وأدناه في سيدي جابر (١٥ دقيقة / يوم)، لارتفاع جودة تخطيط وحداته السكنية، خاصة في التهوية، مما يعني اعتدال درجات الحرارة بها حتى أثناء موجات الحر الشتوية.

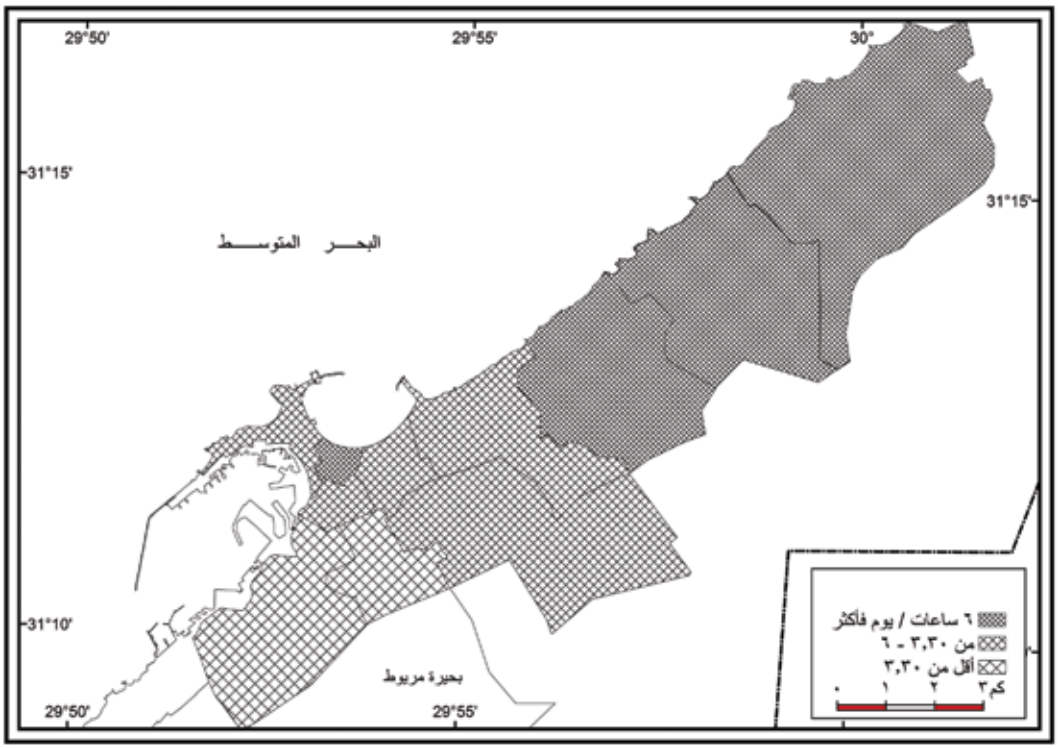
(٢) مكيفات الهواء:

بلغ عدد مكيفات الهواء بمدينة الإسكندرية ٤٧٢٦٢ جهازًا عام ٢٠٠٦، ويتباين عدد ساعات استخدامها، إذ يرتفع في الصيف ليبلغ ٥،٢١ ساعات/ يوم (ملحق٣، شكل٥)، وينخفض في الشتاء ليبلغ ٢،٢٢ ساعة/ يوم، وهو ما يشكل ٤٢٪ من جملة نظيره بفصل الصيف في مدينة الإسكندرية.

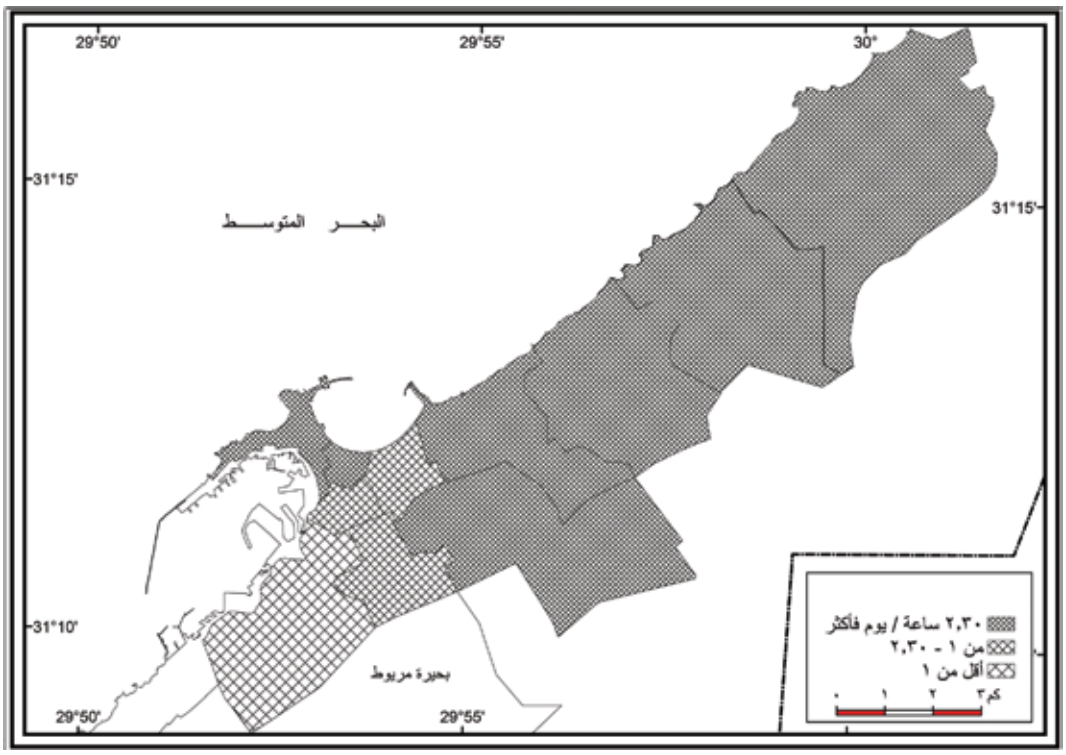
ويمكن تقسيم أقسام المدينة وفق متوسط عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء إلى ما يلي:

- أقسام استخدامها مرتفع:

يبلغ بها عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في فصل الصيف ٦ ساعات/يوم فأكثر، وتشمل أقسام: المنتزه أول، والرمل أول، وسيدي جابر، والمنشية، ويبلغ عدد ساعات استخدامها في الشتاء ٢،٣٠ ساعة/يوم فأكثر، وهو ما يمثل ٤٢٪ من جملة نظيره بفصل الصيف، ويضم الأقسام الإدارية السابق ذكرها، إضافة إلى باب شرقي، ومحرم بك، والجمرك، ويلاحظ تركزها شمال شرقي ووسط المدينة، وتستخدم في أغراض التدفئة، لارتفاع مستوى دخول السكان بتلك الأقسام الإدارية.



أ- فصل الصيف



المصدر: (ملحق٣). ب- فصل الشتاء

شكل (٥) متوسط عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء خلال فصلي الصيف والشتاء في أقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

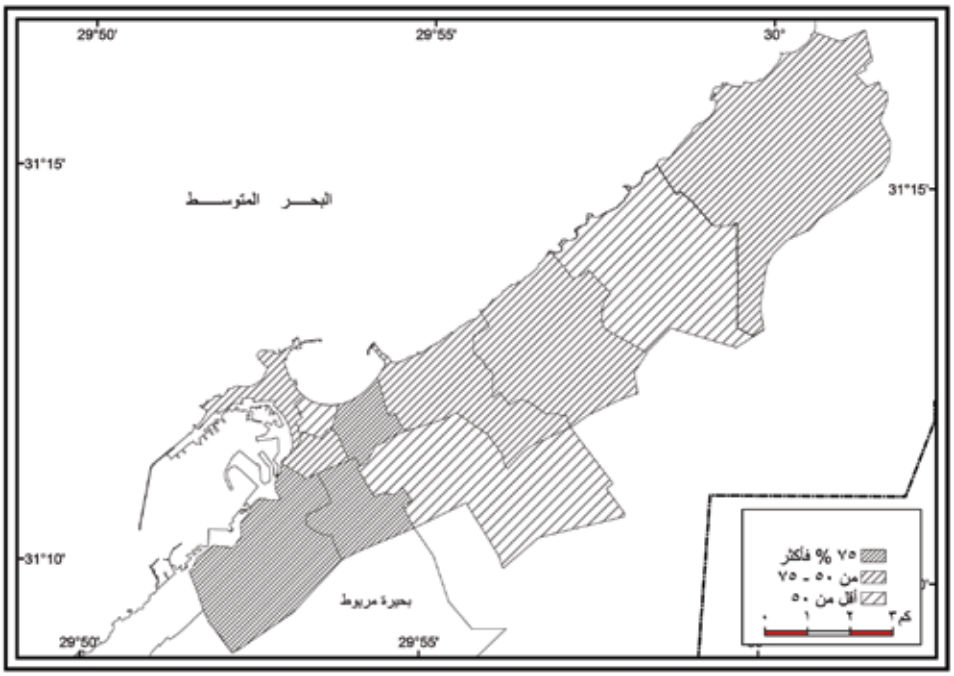
- أقسام استخدامها متوسط:

يتراوح بها عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في الصيف بين ٣،٣٠ - ٦ ساعات/يوم، وتضم أقسام: باب شرقي، ومحرم بك، والعطارين، واللبان، والجمرك، في حين يتراوح بين ١ - ٢،٣٠ ساعة/يوم في الشتاء، وهو ما يشكل ٣٧٪ من نظيره في الصيف، وتشمل أقسام: العطارين، واللبان، وكرموز.

- أقسام استخدامها منخفض:

ويقل بها عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في الصيف عن ٣،٣٠ ساعات/يوم، وتقتصر على قسمي كرموز ومينا البصل، ويرجع ذلك إلى انخفاض مستوى الدخول، إضافة إلى منافسة مراوح الهواء، في حين يقل عن ساعة واحدة/ يوم في فصل الشتاء، وهو ما يعادل ٢٩٪ من جملة فصل الصيف، وتتركز بقسم مينا البصل.

يوجد تباين فصلي ملحوظ في عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في مدينة الإسكندرية بين الفصول الأربعة (ملحق٣، شكل٦)، إذ بلغ معامل الاختلاف الفصلي ٦٠٪، وسبب انخفاضه مقارنة بنظيره في مراوح الهواء، أن مكيفات الهواء تستخدم في الصيف للتبريد والشتاء للتدفئة، كما تستخدم في فصلي الربيع والخريف، ومن ثم يتقارب عدد ساعات استخدامها في الفصول الأربعة مقارنة بمراوح الهواء، وسجل المعامل أقصاه في قسم مينا البصل (٩٨٪) للاعتماد الكلي على مراوح الهواء في تعديل فاعلية الحرارة خاصة في الصيف، وتقل في الشتاء، في حين بلغ أدناه ٤٠٪ في قسم محرم بك لاستخدام مراوح الهواء إلى جانب مكيفاته في الفصول الأربعة.



المصدر: (ملحق٣).

شكل (٦) معامل الاختلاف الفصلي لعدد ساعات استخدام مكيفات الهواء بأقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

وعلى المستوى الشهري فبلغ عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في أغسطس ٦،٥٠ ساعات/ يوم بمدينة الإسكندرية، ويرتفع في سيدي جابر إلى ٩،٤٦ ساعات/ يوم، لارتفاع مستوى دخول السكان، في حين ينخفض في مينا البصل (٣،١٥ ساعات/يوم)، بانخفاض مقداره ٣٣٪، لمنافسة مراوح الهواء، وتستخدم مكيفات الهواء في يناير في أغراض التدفئة بجميع أقسام المدينة مع المدافئ، وبلغ أقصاه في سيدي جابر(٤،١٠ ساعات/يوم)، وأدناه في مينا البصل (٥٠ دقيقة/ يوم)، بسبب تباين مستويات الدخل بكل منهما.

(٣) المدافئ:

تزايد استخدام المدافئ في أشهر فصل الشتاء، لانخفاض درجات الحرارة بسبب موجات البرد القارس، التي تتطلب أيامها التدفئة، لذلك يقدر متوسط عدد ساعات استخدامها بمدينة الإسكندرية في الشتاء ٢،٤٥ ساعة/يوم.

ويمكن تقسيم أقسام المدينة وفق عدد ساعات استخدام المدافئ إلى ما يلي (شكل٧):

- أقسام استخدامها مرتفع:

يبلغ عدد ساعات استخدام المدافئ ٣ ساعات/يوم فأكثر، بأقسام: محرم بك، وكرموز، ومينا البصل، والعطارين، بسبب انخفاض مستوى الدخول، وقلة عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء.

- أقسام استخدامها متوسط:

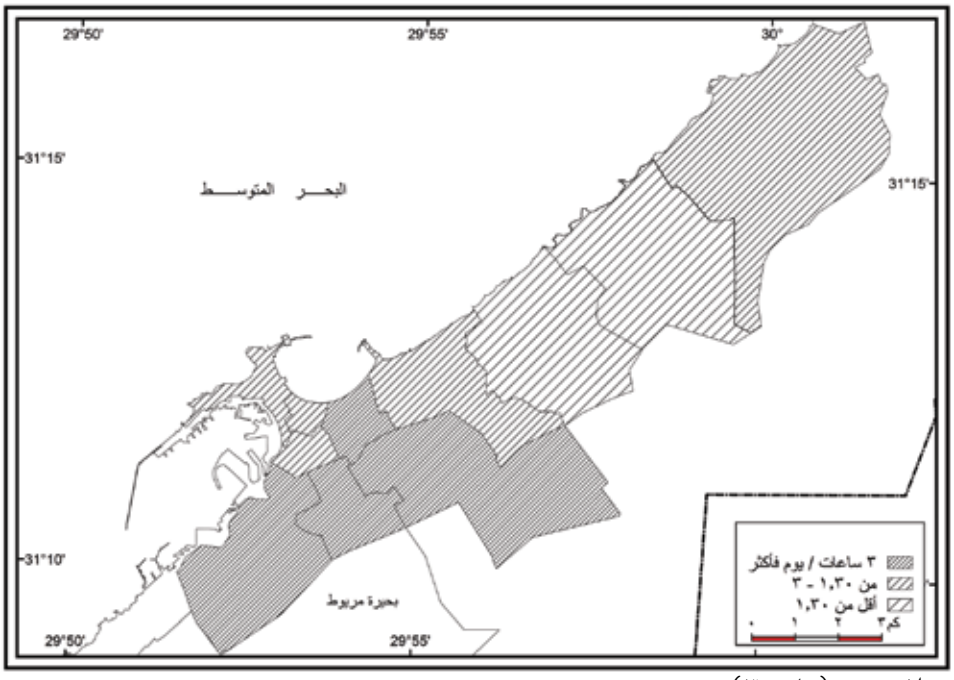
يتراوح بها عدد ساعات استخدام المدافئ بين ١،٣٠ - ٣ ساعات/يوم، وتضم أقسام: باب شرقي، والمنتزه أول، والمنشية، والجمرك، واللبان.

- أقسام استخدامها منخفض:

يقل بها عدد ساعات استخدام المدافئ عن ١،٣٠ ساعة/ يوم، وتقتصر على قسمي سيدي جابر والرمل أول، ويرجع ذلك إلى منافسة مكيفات الهواء في أغراض التدفئة.

أما في يناير فيبلغ عدد ساعات استخدام المدافئ بمدينة الإسكندرية ٣،٤٠ ساعات/ يوم، ويزداد بشكل واضح في مينا البصل ليبلغ ٥،١٠ ساعات/ يوم، لقلة انتشار مكيفات الهواء، في حين يقل بشكل ملحوظ في سيدي جابر، حيث لا يتجاوز ١،٥٠ ساعة/يوم، بانخفاض نسبته ٣٧٪، لانتشار مكيفات الهواء بوحداته السكنية.

وبحساب معامل الاختلاف المكاني لعدد ساعات استخدام المدافئ بين أقسام مدينة الإسكندرية بلغ ٤١٪، مما يعني أن الفارق بين عدد ساعات استخدامها بين أقسام المدينة غير قليل، لاختلاف مستويات دخل السكان بأقسام المدينة وعلاقته بانتشار مكيفات الهواء.



المصدر: (ملحق٣).

شكل (٧) متوسط عدد ساعات استخدام المدافئ خلال فصل الشتاء في أقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

يتضح مما سبق زيادة عدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته في فصل الصيف، والمدافئ ومكيفات الهواء في الشتاء، وينعكس ذلك كله على التباين الشهري والفصلي لكمية الاستهلاك المنزلي للكهرباء.

رابعًا: استهلاك الكهرباء وعلاقته بفاعلية الحرارة

يختلف استهلاك مراوح الهواء ومكيفاته والمدافئ من الكهرباء(٧)، ومن ثم فإن تباين عدد ساعات استخدامها غير معبر عن تباين استهلاك الكهرباء بأقسام مدينة الإسكندرية، ومن ثم تعد دراسة كمية الاستهلاك وقيمته مقياسًا دقيقًا في هذا الصدد، وتهدف دراسة استهلاك الكهرباء إلى الوقوف على مدى ارتباطه بفاعلية الحرارة.

(١) كمية استهلاك الكهرباء:

تتناول دراسة كمية الاستهلاك المنزلي للكهرباء: كمية الاستهلاك الشهري والفصلي.

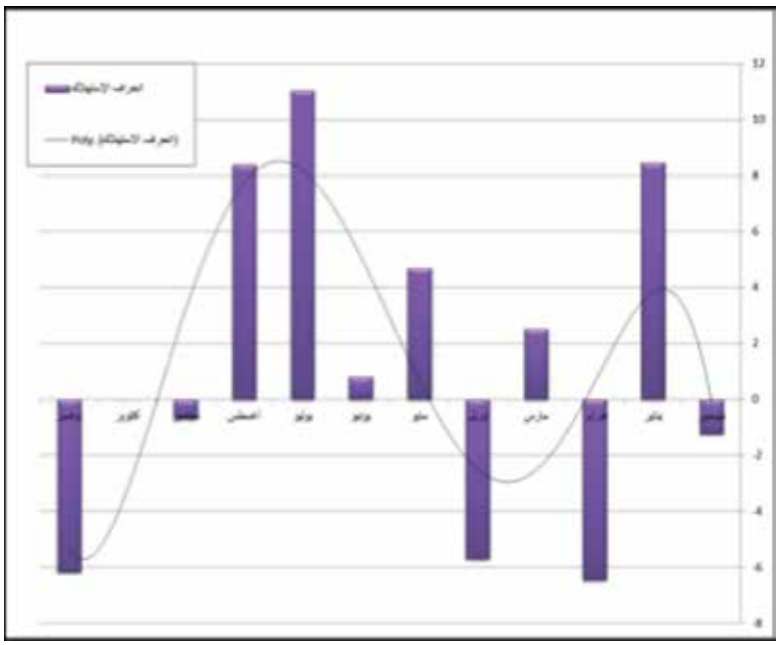
أ - كمية الاستهلاك الشهري:

يتقارب الاستهلاك المنزلي الشهري للكهرباء، ويتصدر يوليو أشهر السنة باستهلاكه ٤٢٦،٨٠٤ مليون ك.و/س بنسبة ٩،١٪ من جملة الاستهلاك المنزلي للكهرباء بمدينة الإسكندرية عام ٢٠١٥/٢٠١٤(ملحق١)، ويرجع ذلك إلى شعور السكان بالإرهاق الحراري، مما يتطلب استخدام مراوح الهواء ومكيفاته لساعات طويلة، في حين يبلغ أدناه في فبراير (٣٥٩،٥٠٨ مليون ك.و./س)، وهو ما يمثل ٧،٧٪، بالرغم من أنه من أشهر الإرهاق المتوسط البارد، ولكن لا يحتاج السكان إلى استخدام المدافئ ومكيفات الهواء للتدفئة لساعات طويلة إلا في أيام البرد القارس.

ينخفض معامل الاختلاف الشهري للاستهلاك المنزلي للكهرباء إذ بلغ ٥،٩٪، وذلك لأنه في أشهر الشعور بالبرد يحتاج السكان إلى الكهرباء في أغراض التدفئة، وفي حالة الشعور بالحر يحتاجون إليها في أغراض التبريد، ومن ثم يقترب استهلاك الكهرباء في حالة الشعور بعدم الراحة الحرارية. وبمعرفة أفضل شهر للراحة الحرارية وهو أكتوبر، وباعتبار أنه أساس المقارنة لبقية الأشهر، يمكن من خلاله حساب انحراف الاستهلاك الشهري للكهرباء على النحو التالي (ملحق١، شكل٨):

- أشهر الانحراف الضعيف: يقل فيها انحراف الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء عن +٤٪ مقارنة باستهلاك أكتوبر، ويشمل أشهر ديسمبر ومارس ويونيو وسبتمبر، وتستحوذ هذه الفئة على شهرين للراحة النسبية الباردة (ديسمبر ومارس)، كما تستأثر على شهرين للراحة النسبية الحارة (يونيو وديسمبر)، ويتساوى فيها عدد الأشهر ذات الانحراف الموجب مع السالب.

(٧) يتراوح استهلاك مدفأة الغرفة بين ١٠٠٠- ٢٠٠٠ و/س، ومكيف الهواء ١٠٠ - ٢٤٠٠ و/س، ومروحة الهواء ٦٠ - ١٠٠ و/س، والسخان الكهربي ١٠٠٠- ٥٠٠٠ و/س، والثلاجة ٣٠٠ - ٨٠٠ و/س (شركة توزيع كهرباء الإسكندرية).



المصدر: (ملحق١).

شكل (٨) انحراف الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء
عن استهلاك أكتوبر بمدينة الإسكندرية عام ٢٠١٥/٢٠١٤

- أشهر الانحراف المتوسط: يتراوح فيها انحراف الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء بين +٤ - ٨٪، ويشمل أشهر فبراير وإبريل ومايو ونوفمبر، ويقع مايو في فئة الراحة الحرارية التامة، وفبراير في فئة الإرهاق المتوسط البارد، وإبريل ونوفمبر في فئة الراحة النسبية الباردة، وكل الأشهر بالانحرافات السالبة عدا مايو.

- أشهر الانحراف القوي: يبلغ فيها انحراف الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء +٨٪ فأكثر، ويشمل أشهر يناير ويوليو وأغسطس، وتجمع هذه الفئة أشهر التطرف الحراري، وذلك لأن الاستهلاك يزداد في شهر يناير بسبب البرودة مما يتطلب استخدام المدافئ ومكيفات الهواء للتدفئة، أما يوليو وأغسطس فبسبب الحرارة المرتفعة التي تحتاج إلى استخدام مراوح الهواء ومكيفاته للتبريد، وكل هذه الأشهر بالانحرافات السالبة.

وبحساب معامل ارتباط بيرسون بين الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء ودرجة الحرارة، تبين وجود علاقة ارتباطية طردية ضعيفة بلغت ٠,٣٩، وبمعامل تحديد ٠,١٥، في حين بلغ معامل الارتباط بين الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء والرطوبة النسبية ٠,٥٥، ومعامل تحديد ٠,٣٠، في حين بلغ معامل ارتباط سبيرمان بين الاستهلاك المنزلي الشهري من الكهرباء وفاعلية الحرارة -٠،٤٢، ويعني ذلك أنه كلما زاد الشعور بالراحة الحرارية قل استهلاك الكهرباء نسبيًا والعكس، وبمعامل تحديد ٠,١٨، ويعني ذلك أن ١٨٪ من تغير استهلاك الكهرباء يرجع إلى تغير قيم فاعلية الحرارة.

ب - كمية الاستهلاك الفصلي:

يتقارب الاستهلاك الفصلي للكهرباء - رغم تباين الشعور بالحرارة - حيث يتطلب بعضها التدفئة ويحتاج الآخر إلى التبريد، ومن ثم تُستهلك الكهرباء في الحالتين.

ويتضح من تتبع أرقام ملحق (١) تصدر الصيف فصول السنة في كمية الاستهلاك، إذ بلغ ١٢٣٠,٩٠٨ مليون ك.و/س، وهو ما يعادل ٢٦,٣٪ من جملة الاستهلاك المنزلي للكهرباء عام ٢٠١٥/٢٠١٤، في حين احتل الخريف المركز الأخير بنحو ١١٢٦,٦٢٦ مليون ك.و/ س بنسبة ٢٤,١٪.

ومما سبق يتبين أن الكمية المستهلكة من الكهرباء متقاربة في فصول السنة، لذا بلغ معامل الاختلاف الفصلي لاستهلاك الكهرباء ٣،٨٪، وسبب الزيادة الطفيفة في فصل الصيف، لأنه يمثل موسم الإرهاق الحراري، ويقل في الخريف، حيث أنه فصل الراحة الحرارية التامة.

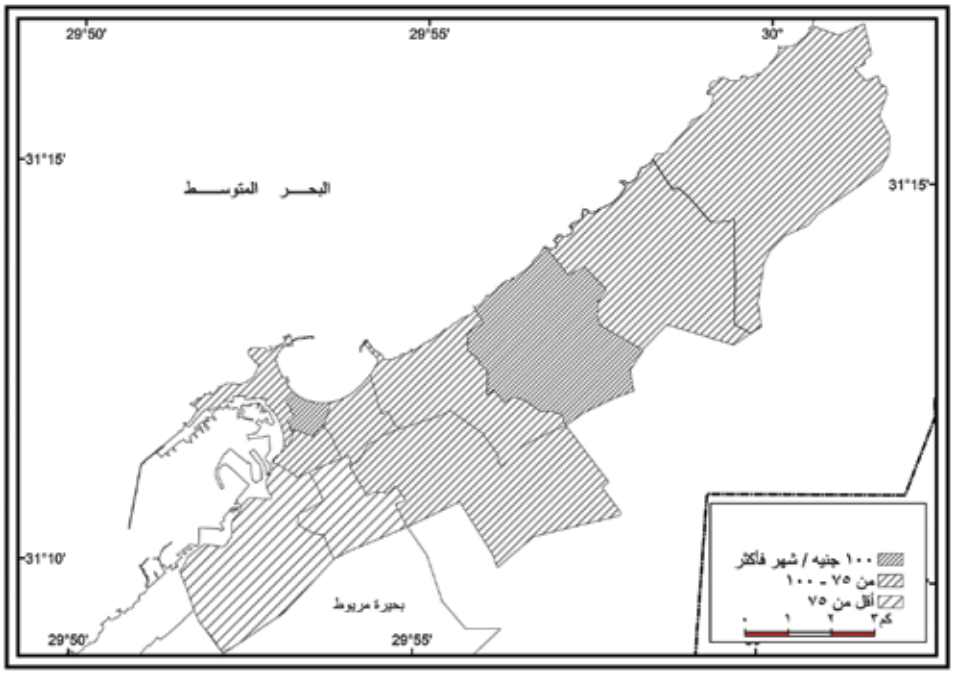
(٢) قيمة استهلاك الكهرباء:

تعكس قيمة استهلاك الكهرباء كمية الاستهلاك المنزلي لها، ويتضح من تتبع أرقام (ملحق٣، شكلا٩،١٠) أنه بلغت قيمة استهلاك الكهرباء أقصاها ١٠٤ جنيهات/ شهر في أشهر الصيف بمدينة الإسكندرية، في حين بلغت أدناها في أشهر الخريف (٧٩ جنيهًا/ شهر)، ومن ثم يمثل ٧٦٪ من جملة قيمة استهلاك أشهر فصل الصيف.

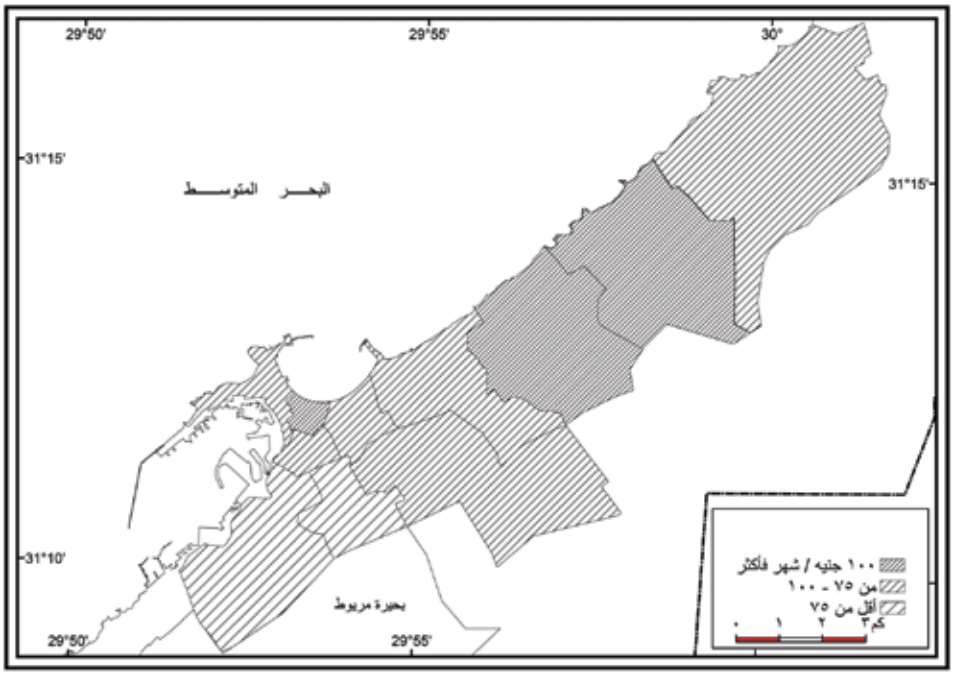
ويمكن تقسيم أقسام المدينة وفق قيمة الاستهلاك الفصلي للكهرباء إلى:

- أقسام قيمة استهلاكها مرتفعة:

تبلغ قيمة استهلاك الكهرباء فيها ١٠٠ جنيه / شهر فأكثر، وتقتصر على قسمي سيدي جابر والمنشية في الفصول الأربعة، إضافة إلى الرمل أول في الربيع، والجمرك في الصيف، وذلك لزيادة عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء بها، خاصة في فصل الصيف.

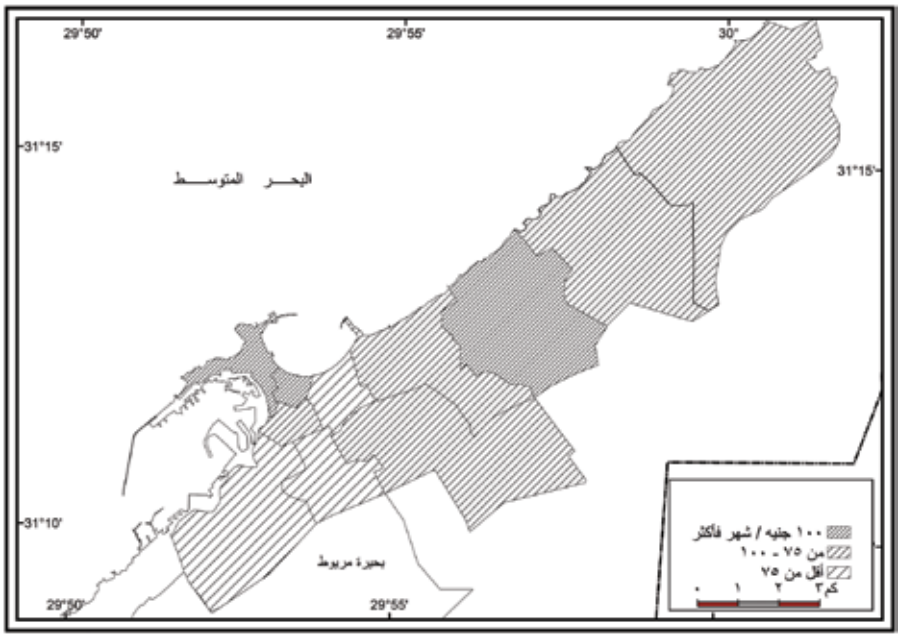


أ- فصل الشتاء

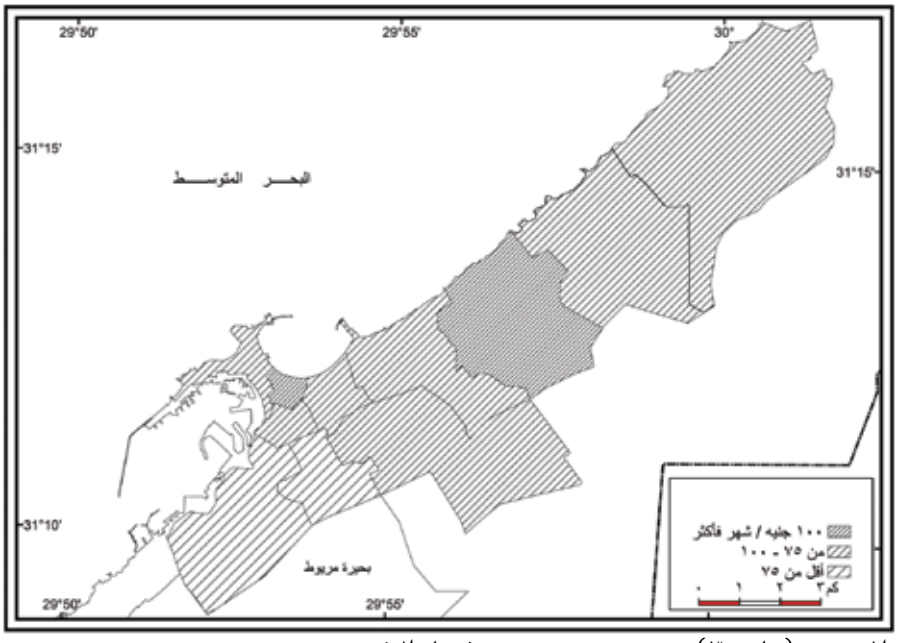


المصدر: (ملحق٣). ب- فصل الربيع

شكل (٩) متوسط قيمة استهلاك الكهرباء خلال فصلي الشتاء والربيع في أقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥



أ- فصل الصيف



المصدر: (ملحق٣). ب- فصل الخريف

شكل (١٠) متوسط قيمة استهلاك الكهرباء خلال فصلي الصيف والخريف في أقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

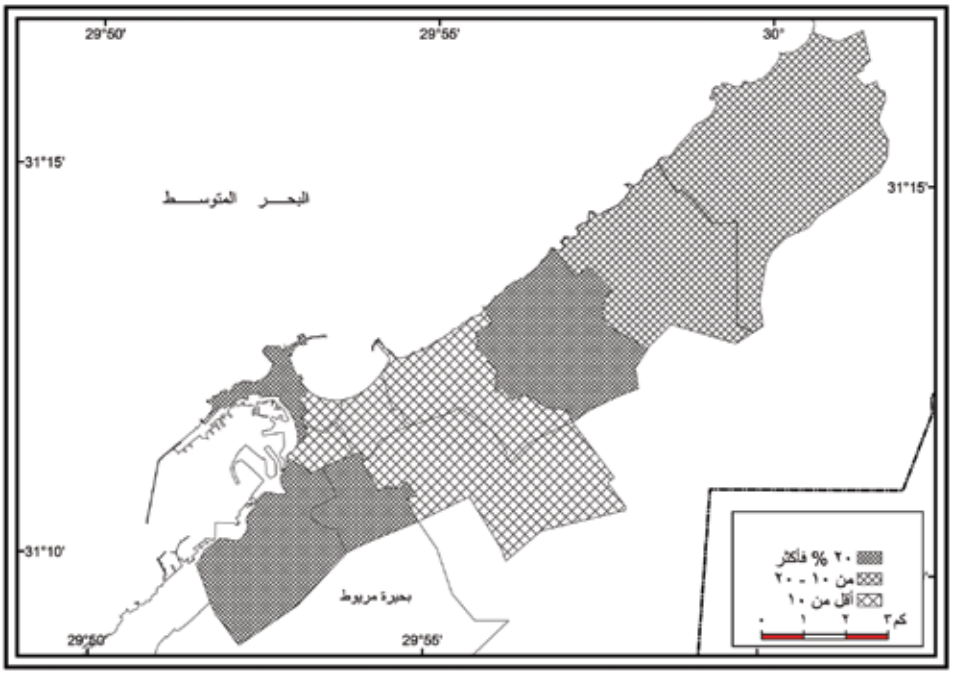
- أقسام قيمة استهلاكها متوسطة:

تتراوح فيها قيمة استهلاك الكهرباء بين ٧٥ - ١٠٠ جنيه / شهر، وتشمل أقسام: المنتزه أول، والرمل أول، وباب شرقي، والعطارين، ومحرم بك، واللبان، والجمرك في فصلي الشتاء والخريف، عدا الرمل أول في الربيع، والعطارين والجمرك في الصيف.

- أقسام قيمة استهلاكها منخفضة:

تقل فيها قيمة استهلاك الكهرباء عن ٧٥ جنيه / شهر، وتقتصر على قسمي مينا البصل وكرموز، في الفصول الأربعة، إضافة إلى العطارين في الصيف، بسبب قلة انتشار مكيفات الهواء وعدد ساعات استخدامها.

ويتضح من تتبع (ملحق٣، شكل ١١) أنه بلغ معامل الاختلاف الفصلي لقيمة استهلاك الكهرباء في الإسكندرية ١٢٪، ويعني ذلك وجود تقارب في قيمة استهلاك الكهرباء بين فصول السنة الأربعة، إذ بلغ أقصاه في قسم سيدي جابر(٢٦،٣٪)، لارتفاع عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في فصل الصيف بشكل ملحوظ مقارنة ببقية فصول السنة، وأدناه ٢،٩٪ في قسم باب شرقي، لتقارب عدد ساعات استخدامها في الفصول الأربعة.



المصدر: (ملحق٣).

شكل (١١) توزيع معامل الاختلاف الفصلي لقيمة استهلاك الكهرباء بأقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥

الخاتمة

أسفرت الدراسة عن عدة نتائج وتوصيات تتمثل فيما يلي:

- يقع أربعة أشهر في فئة الراحة النسبية الباردة، ومثلها في فئة الراحة النسبية الحارة، في حين يقعا يناير وفبراير في فئة الإرهاق المتوسط البارد، ومايو وأكتوبر في فئة الراحة الحرارية التامة. وتضم فصول السنة فئات مختلفة من فاعلية الحرارة، أكثرها راحة الخريف، وأقلها الصيف، وهما فصلا التطرف في الاستهلاك المنزلي للكهرباء.

- تركز الاستهلاك المنزلي الشهري للكهرباء في فئة الانحراف الضعيف والمتوسط عن استهلاك أكتوبر، باعتباره شهر الراحة الحرارية التامة والاستهلاك المتوسط للكهرباء، مما يعني تقارب الاستهلاك المنزلي الشهري للكهرباء بالمدينة.

- تقارب كمية الاستهلاك المنزلي الشهري للكهرباء، رغم اختلاف فاعلية الحرارة الشهرية وعدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته والمدافئ، مما يعني تأثير عوامل أخرى في استهلاك الكهرباء، خاصة في موسم انخفاض درجات الحرارة، ربما تتعلق بالسخانات الكهربائية.

- زيادة الاستهلاك المنزلي للكهرباء بالابتعاد عن أشهر الراحة الحرارية، في أشهر الإرهاق المتوسط البارد مثل يناير، وكذلك أشهر الراحة النسبية الحارة مثل يوليو، ويقل بالقرب من أشهر الراحة الحرارية التامة (أكتوبر)، ومن ثم يعكس الاستهلاك المنزلي للكهرباء تأثره بفاعلية الحرارة.

- ارتباط تباين عدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته بين أقسام المدينة بمتغيرات كثيرة منها: اتجاه واجهات الوحدات السكنية، ونوافذها، ومستويات دخل السكان، وارتفاعات المباني، واتساع الشوارع.

- زيادة عدد ساعات استخدام مراوح الهواء بالاتجاه من الشرق إلى الغرب بأقسام مدينة الإسكندرية، وكذلك المدافئ، وقد يتعلق ذلك بكفاءة تخطيط الوحدات السكنية التي تتصف بانخفاض جودتها في غربي المدينة، أما عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء فالعكس، وذلك لارتفاع مستويات الدخل للسكان في شرقي المدينة.

- ارتفاع عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء في الفصول الأربعة بسيدي جابر، في حين يقل عددها في قسمي كرموز ومينا البصل.

- ترشيد استهلاك الكهرباء باستخدام عدادات ذكية، بحيث تختلف أسعار الكهرباء على مدار العام، فيرتفع سعرها أثناء ساعات الذروة في يوليو وأغسطس ويناير.

- تقليل النوافذ الزجاجية لشُرف المباني خاصة المطلة على الجهات الجنوبية، وتصميم المباني بحيث يكون أكبر عدد من النوافذ في اتجاه الشمال، لأن الوحدات السكنية

التي تخلو منها تستهلك كميات كبيرة من الكهرباء مقارنة بالاتجاهات الأخرى، حتى أن مراوح الهواء تُستخدم فيها في بعض أيام فصل الشتاء أثناء موجات الحر.

- استخدام مواد بناء عازلة للحرارة في حوائط الوحدات السكنية التي تطل على اتجاه الجنوب.
- عمل دراسة جغرافية لاستهلاك الكهرباء بكافة أبعاده المكانية والموسمية، مع توضيح أثر موضع الوحدات السكنية، واتجاهاتها، واتجاه نوافذها، واتساع الشوارع، وارتفاعات المباني، واستخداماتها، وعدد الأجهزة المستخدمة في أغراض تكييف الهواء، وتسخين وتبريد الماء، ومستويات الدخل.

ملحق (١) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية ومعامل توم وكمية الكهرباء المستهلكة منزليًا عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥م.

الشهر	درجة الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	معامل توم	فاعلية الحرارة	كمية الكهرباء المستهلكة مليون ك.و/س	انحراف الاستهلاك عن شهر أكتوبر٪
ديسمبر	١٥,٧٥	٧٠	١٥,٣٧	راحة نسبية باردة	٣٧٩,٦٢٢	-١,٢٣
يناير	١٤	٧٠	١٤,١٥	إرهاق متوسط بارد	٤١٦,٩١٧	٨,٤٧
فبراير	١٤,٢٥	٦٨	١٤,٣٣	إرهاق متوسط بارد	٣٥٩,٥٠٨	-٦,٤٦
فصل الشتاء	١٤,٦٦	٦٩	١٤,٦١	إرهاق متوسط بارد	١١٥٦,٠٤٧	
مارس	١٦	٦٦	١٥,٤٩	راحة نسبية باردة	٣٩٤,٠٥٣	٢,٥٢
إبريل	١٨,٥	٦٥	١٧,١	راحة نسبية باردة	٣٦٢,٣٨٢	-٥,٧١
مايو	٢١,٥	٦٧	١٩,١٩	راحة تامة	٤٠٢,٤٣٩	٤,٧٠
فصل الربيع	١٨,٦٦	٦٦	١٧,٢٤	راحة نسبية باردة	١١٥٨,٨٧٤	
يونيو	٢٤,٢٥	٦٩	٢١,٢٢	راحة نسبية حارة	٣٨٧,٤٧٦	٠,٨١
يوليو	٢٥,٧٥	٧١	٢٢,٤٨	راحة نسبية حارة	٤٢٦,٨٠٤	١١,٠٥
أغسطس	٢٦	٧١	٢٢,٦٦	راحة نسبية حارة	٤١٦,٦٢٨	٨,٤٠
فصل الصيف	٢٥,٣٣	٧٠	٢٢,١٨	راحة نسبية حارة	١٢٣٠,٩٠٨	
سبتمبر	٢٤,٥	٦٨	٢١,٣	راحة نسبية حارة	٣٨١,٧٠٨	-٠,٦٨
أكتوبر	٢٢,٢٥	٦٨	١٩,٧٧	راحة تامة	٣٨٤,٣٣٨	٠
نوفمبر	١٩,٢٥	٦٩	١٧,٧٧	راحة نسبية باردة	٣٦٠,٥٨٠	-٦,١٨
فصل الخريف	٢٢	٦٨,٣٣	١٩,٦٨	راحة تامة	١١٢٦,٦٢٦	
المتوسط السنوي	٢٠,١٦	٦٩	١٨,٣٥	راحة تامة	٤٦٧٢,٤٥٥	

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات المتوسطات المناخية لمحطة النزهة.

وشركة توزيع كهرباء الإسكندرية، الإدارة العامة للإحصاء، بيان الاستهلاك الشهري للكهرباء.

ملحق (٢) استبيان عن استخدام أجهزة التبريد والتدفئة واستهلاكها للكهرباء بالإسكندرية.

جامعة دمنهور

كلية الآداب

قسم الجغرافيا

استبيان عن استخدام أجهزة التبريد والتدفئة واستهلاكها للكهرباء بمدينة الإسكندرية

" جميع البيانات سرية وخاصة بالبحث العلمي "

اسم الشارع:..... اسم المنطقة:..... قسم:..... حي:.....

١- متوسط عدد ساعات استخدام المدفأة في فصل الشتاء: ..... ساعة / يوم.

٢- متوسط عدد ساعات استخدام المدفأة في شهر يناير: ..... ساعة / يوم.

٣- متوسط عدد ساعات استخدام مراوح الهواء:

أ- في فصل الشتاء .... ساعة / يوم. ب- في فصل الربيع .... ساعة / يوم.

جـ- في فصل الصيف.... ساعة / يوم. د- في فصل الخريف .... ساعة / يوم.

هـ- في يناير:..... ساعة/ يوم. و- في أغسطس..... ساعة/ يوم.

٤- متوسط عدد ساعات استخدام مكيفات الهواء: ..... وعددها:.....

أ- في فصل الشتاء .... ساعة / يوم. ب- في فصل الربيع ..... ساعة / يوم.

جـ- في فصل الصيف ....ساعة / يوم. د- في فصل الخريف .... ساعة / يوم.

هـ- في يناير:..... ساعة / يوم. و- في أغسطس ..... ساعة/ يوم.

٥- متوسط قيمة استهلاك الكهرباء:

أ- في فصل الشتاء .... جنيه / شهر. ب- في فصل الربيع ... جنيه / شهر.

جـ- في فصل الصيف ... جنيه / شهر. د- في فصل الخريف ... جنيه / شهر.

هـ- في يناير: ..... جنيه. و- في أغسطس:..... جنيه.

٦- ما هو اتجاه الوحدة السكنية: .....

ملحق(٣) المتوسط الفصلي لعدد ساعات استخدام مراوح الهواء ومكيفاته والمدافئ واستهلاكها للكهرباء بأقسام مدينة الإسكندرية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥.

القسم	عدد ساعات استخدام المراوح (دقيقة ، ساعة / يوم)			معامل الاختلاف الفصلي	عدد ساعات استخدام المكيفات (دقيقة ، ساعة / يوم)				قيمة استهلاك الكهرباء (جنيه / شهر)				معامل الاختلاف الفصلي	عدد ساعات استخدام المدافئ في فصل الشتاء (دقيقة ، ساعة/ يوم)	عدد الوحدات السكنية الأسرية وعينة الاستبيان	
	ش	ر	ص	خ	ش	ر	ص	خ	ش	ر	ص	خ			عدد الاستمارات	عدد الوحدات السكنية
المنتزه أول	٠،٤٠	٢،٢٦	١٢،١٥	٢،٥٦	١٢٢	٢،٣٠	٢،١١	٦،٣٥	٢،١٢	٧٨	٧٥	٩٥	٨٧	٦٥	١١	٢،٣٧	٥٠٥	٢٩٦٤١٩ (*)
سيدي جابر	٠،٢٥	٢،١٨	١١،٢٤	٢،٥٠	١٢١	٢،٢٠	٤،٤٨	٨،٣٤	٣،١٣	١٢٧	١٣٧	٢١١	١٣١	٥١	٢٦،٣	١،١٥	١٠٠	٥٨٠٥٨
الرمل أول	٠،٣٢	٢،٤٥	١١،٤٦	٢،١٣	١٢٢	٣	٣،٣٦	٦،١٥	٢،٢٠	٩٧	١١١	٩٣	٨٩	٤٧	١٠	١،٢٠	١٠٧	٩٨٢٨٣
باب شرقي	١	٢،٥٠	١١	٢،٤٥	١٠٨	٢،٣٧	٢،٢٠	٥،٥٠	٢	٨٦	٨٣	٨٩	٨٥	٥٥	٢،٩١	١،٢٥	٨٠	٤٦٩١٩
العطارين	١،١٠	٤	١٢،١٥	٢،٥٧	١٠٠	٢،٢٥	٢	٤،٣٠	٠،٢٥	٨٥	٨٠	٧٢	٧٥	٧٥	٧	٣	١٧	٩٧٨٣
محرم بك	١،٣٠	٤،١٢	١٢،٥٠	٣،١٠	٩٥	٢،٤٠	٣	٥	٢،٣٠	٨٨	٩٨	٩٠	٨٠	٤٠	٨	٣،٤٢	١٢٥	٧٣٣٥١
اللبان	١	٥،١٠	٩	٢	٨٤	٢،٢٠	٢،١٠	٥،٤٥	٢	٩١	٨٦	٩١	٨٦	٥٧	٣،٣	٢،٤٥	١١	٥٩٣٧
الجمرك	٠،١٥	٣،٢٠	٨،٥٠	١،٤٥	١١٠	٢،٣٥	٢	٥،٥٥	٢،١٠	٩٥	٨١	١٢٧	٨٣	٥٧	٢٢	٢،٢٤	٣٦	٢١٢٤٥
المنشية	٠،٢٠	٣	١٠،٥٥	٢،٣٥	١١٢	٣	٤،٠٥	٦،٤٥	٢،٣٠	١١٨	١٢٥	١٢٠	١٢٥	٤٦	٢،٩٢	٢،٣٥	١٠	٥٣٩٤
كرموز	١	٤،٣٠	١٢،١٥	٢،١٠	١٠٧	١	٠،٥٤	٢،٥٥	٠،٢٠	٥٠	٤٢	٦٨	٤٣	٩٧	٢٤	٤،٢٠	٤٧	٢٧٥٤٥
مينا البصل	٠،٤٥	٤،٣٠	١٣،٤٨	٢	١١٥	١	٠،٤٥	٢،٣٠	٠،١٥	٤٧	٤٥	٦٥	٣٥	٩٨	٢٦	٤،٣٠	١٠٠	٥٩٦٣٤
المتوسط	٠،٤٥	٣،٢٦	١١،٣٣	٢،٢٧	١١١	٢،٢٢	٢،٢٣	٥،٢١	١،٤٣	٨٦	٨٥	١٠٤	٧٩	٦٠	١٢	٢،٤٥	١١٣٨	٧٠٢٥٦٨

المصدر: نتائج الدراسة الميدانية، نوفمبر ٢٠١٥. ش= الشتاء، ر= الربيع، ص= الصيف، خ= الخريف.

(*) عدد الوحدات السكنية لقسم المنتزه (أول وثان) في تعداد ٢٠٠٦.

المصادر والمراجع

أولاً: باللغة العربية:

١-أحمد رشاد الدحدوح (٢٠٠٧): أثر المناخ على السياحة الداخلية والخارجية في مدينتي الإسكندرية والغردقة، دكتوراه غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية بالقاهرة، جامعة الدول العربية.

٢-أحمد محمد جبريل ثابت (٢٠١١): المناخ وأثره على راحة وصحة الإنسان في الضفة الغربية وقطاع غزة – فلسطين "دراسة في المناخ التطبيقي"، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.

٣- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠٠٨): بيان الأجهزة المنزلية المملوكة لمحافظة الإسكندرية، النتائج النهائية للتعداد العام ٢٠٠٦.

٤- _____ (٢٠٠٨): تعداد السكن والسكان لمحافظة الإسكندرية، النتائج النهائية للتعداد العام ٢٠٠٦.

٥- الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة (١٩٩٦): الموقع الفلكي لمحطات الأرصاد الجوية، الأطلس المناخي لمصر.

٦- _____ ، المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية لعام ٢٠١٤، بيانات غير منشورة.

٧- أوراس غني عبد الحميد (د.ت): تحديد أشهر الراحة وكفاءة العمل في محطات الموصل وبغداد والبصرة باستخدام المخطط البياني لسنجر، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد ٧٧.

٨- إيملي محمد حلمي حمادة (٢٠٠٣): فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وآثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بمدينة السادات، جامعة المنوفية.

٩- بدرية محمد عمر حبيب (١٩٩٥): الحرارة والأقاليم الفسيولوجية في المملكة العربية السعودية، دكتوراه غير منشورة، كلية التربية للبنات بجدة، المملكة العربية السعودية.

١٠- _____ (٢٠٠٤): العلاقة بين الحرارة الفعالة والسياحة في المملكة العربية السعودية "تطبيق أنموذج توم البسيط"، دورية الإنسانيات، كلية الآداب دمنهور، جامعة الإسكندرية، العدد ١٨.

١١- _____ (٢٠٠٥): المناخ والحاجة إلى تكييف الهواء في وسط وجنوب غرب المملكة العربية السعودية "دراسة مقارنة"، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٢٩٧، فبراير.

١٢- حامد الخطيب (د.ت): أثر درجة الحرارة على استهلاك الكهرباء بالمدينة المنورة، مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة.

١٣- دراف العابدي (٢٠٠٩) أثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق شبه الجافة "دراسة حالة مدينة بوسعادة"، ماجستير غير منشورة، جامعة المسيلة، معهد التسيير والتقنيات الحضرية، الجزائر.

١٤- شحاتة سيد أحمد طلبة (٢٠٠٤): أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٦، الجزء الثاني، العدد ٤٤.

١٥- شركة توزيع كهرباء الإسكندرية (٢٠١٥): كمية الاستهلاك الشهري للكهرباء عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥، الإدارة العامة للإحصاء، بيانات غير منشورة.

١٦- شيماء السيد عبد النبي (٢٠١٠): الجزر الحرارية في الإسكندرية دراسة في المناخ الحضري، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

١٧- طارق زكريا إبراهيم سالم (٢٠٠٣): المناخ وراحة الانسان في عسير، مجلة بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، العدد ١٣، سبتمبر.

١٨- _____ - (٢٠٠٧): المناخ وأشهر الراحة وكفاءة العمل في مصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٩، الجزء الأول، العدد ٤٩.

١٩- _____ - (٢٠١١): تحقيق التلاؤم الحراري في الصحراء الغربية المصرية "دراسة في المناخ التطبيقي"، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٤٣، الجزء الأول، العدد ٥٧.

٢٠- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (٢٠٠٠): جغرافية المناخ الفسيولوجي في مصر، حوليات كلية الآداب، جامعة عين شمس، المجلد ٢٨، العدد الثاني.

٢١- علي حسن موسى (١٩٩٧): المناخ والسياحة، دار الأنوار، دمشق.

٢٢- علي حسين الشلش (١٩٨١): المناخ وأشهر الحد الأقصى للراحة وكفاءة العمل في العراق، مجلة كلية التربية، جامعة البصرة، العراق.

٢٣- فايدة كامل بوقرى (٢٠١٠): مستويات الراحة المناخية بمدينة جدة بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرفية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة٤٤، الجزء الأول، العدد ٥٩.

٢٤- محمد إبراهيم محمد شرف (١٩٩٥): الحرارة في مدينة الإسكندرية دراسة في المناخ الحضري، إصدارات مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، المجلد ٤٤.

٢٥- محمد توفيق محمد إبراهيم (٢٠٠٤): المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية "دراسة في المناخ التطبيقي"، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادي.

٢٦- محمد فوزي أحمد عطا (٢٠٠٣): تباين مؤشرات الشعور بالراحة في مدن المملكة العربية السعودية دراسة تطبيقية لتوازن الطاقة عند بيرت، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٥ ، الجزء الثاني، العدد ٤٢.

٢٧- ـــــــــــــــــــــــــــــ (٢٠٠٩): المناخ ومدى حاجة الإنسان إلى تكييف الهواء في وادي النيل بمصر، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، المجلد ٦٩، العدد ٢، إبريل.

٢٨- مسعد سلامة مسعد مندور(٢٠٠٥): أقاليم الراحة والإرهاق المناخي في مصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٧، الجزء الثاني، العدد ٤٦.

٢٩- نعمان شحادة (١٩٨٥): أنماط المناخ الفسيولوجي في الأردن "دراسة تطبيقية للعلاقة بين المناخ وأحاسيس الناس"، مجلة دراسات الخليج، المجلد ١٢ – العدد الثاني.

٣٠- يوسف محمد زكرى (د.ت): مفهوم الراحة الفسيولوجية للإنسان وطرق قياسها، مجلة الساتل، كلية الآداب، جامعة ٧ إبريل، الزاوية، ليبيا.

ثانياً: باللغة الإنجليزية:

1. Centin S. K., & et al, (2016): Effect of technology-enabled time-of-use energy pricing on thermal comfort and energy use in mechanically-conditioned residential buildings in cooling dominated climates, Journal of Building and Environment, Volume 96, February, P.P. 118-130.

2. Korkas, C. D., & et al, (2016): Occupancy – based demand response and thermal comfort optimization in microgrids with renewable energy sources and energy storage,Journal of Applied Energy, Volume 163, February, P.P.93-104.

3. Radhi, H., & et al, (2015): Impact of Urban heat islands on the thermal comfort and cooling energy demand of artificial islands "A case study of Amwaj Islands in Bahrain, Sustainable Cities and Society, Volume 19 , December, P.P.310-318.

4. Salata, F., & et al, (2016): Outdor thermal comfort in the Mediterranean area "A transversal study in Rome, Italy", Journal of Building and Environment, Volume 96, February, P.P. 46-61.