

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمادة المنندي الدولي
الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة دراسة في الجغرافيا المناخية

أ. د. / إيمل محمد حلمي حمادة أستاذ ورئيس قسم الجغرافيا كلية الآداب - جامعة المنوفية

مقدمة

يتناول هذا البحث دراسة خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة (٢٠٠٠/١٩٧٠) ، وتمتد في بعض المحطات حتى ٢٠٠٧ . ويعتمد البحث على تحليل بيانات درجة الحرارة في ٣٢ محطة أرصاد جوية تتوزع في عدة أقاليم جغرافية (١) ، وتمتد بين دائرتي عرض ٤٣ - ٨٢ شمالاً ، مما يسمح بتوضيح أوجه التشابه والاختلاف فيما بينها . ويتم دراسة خصائص درجة الحرارة من خلال تحليل متوسطات درجة الحرارة اليومية ، درجة الحرارة العظمى ومتوسطاتها ، درجة الحرارة الصغرى ومتوسطاتها على المستوى الشهري والفصلي والسني ، بالإضافة لتحليل الموجات الدافئة والباردة .

ويهدف هذا البحث إلى :

- تحديد أكثر العوامل الجغرافية تأثيراً في تحديد خصائص درجة الحرارة .
- تحليل أوجه الشبه والاختلاف في درجات الحرارة الشهرية والفصلية والسنية فيما بين المحطات خلال سنوات الدراسة .
- التحقق من اتجاهات التغير في درجات الحرارة.

ولتحقيق هذه الأهداف ، يعتمد البحث على تحليل درجة الحرارة على المستوى الشهري ، الفصلي والسني خلال الفترة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧ في ٣٢ محطة أرصاد جوية يوضح توزيعها الفلكي والجغرافي (٢) جدول (١) وشكل (١) ، ويتم ذلك من خلال دراسة المحاور التالية :

١ - تبلغ مساحة كندا ٩.٩٨٤.٦٧٠ كيلو متراً مربعاً ، تمثل اليابس منها ٩.٠٩٣.٥٠٧ كيلومتراً مربعاً والمساحة الباقية تشغلها البحيرات . وتتمتع كندا بأطول سواحل على المستوى العالمي ، إذ تبلغ أطوال سواحلها ٢٤٣.٠٤٢ كيلومتراً . وتمتد عرضياً من جزيرة نيوفاوندلاند ولبرادور Labrador & Newfoundland شرقاً حتى حدود ولاية ألسكا الأمريكية Yukon Alaska غرباً لمسافة ٥.٥٠٠ كيلومتراً ، وتمتد طولياً من منتصف بحيرة إيري Lake Erie جنوباً إلى جزيرة اليسمير Ellesmere Island لمسافة ٤.٦٠٠ كيلومتراً .
[http://www.canada.gc.ca]

٢ - تقع ٩١% من محطات الدراسة في الأطراف الجنوبية من كندا على حدودها مع الولايات المتحدة الأمريكية حيث يعيش ٨٠% من السكان في هذا القطاع الذي يمثل ٤% من مساحتها . وقد بلغ عدد سكان كندا ٣٣ مليون نسمة في أول يوليو ٢٠٠٧ بكثافة سكانية عامة تبلغ ٣.٥ نسمة / كم^٢ ، بينما ترتفع هذه الكثافة (إلى ٢٣٨ نسمة / كم^٢ في المدن الميتروبوليتانية التي يبلغ عددها ٣٣ مدينة تتركز في جنوب كندا حيث يعيش ٦٨% من الكنديين . إذ بلغ عدد سكان مقاطعة أونتاريو Ontario وفقاً لأحصاء يوليو ٢٠٠٧ ، بلغ ١٢.٨ مليون نسمة ليعادل ٣٩% من سكان كندا ، وتليها مقاطعة كويبك Quebec التي يعادل سكانها ٢٣% من السكان ، وتضم المقاطعتان ٢٣% من محطات الدراسة . ويتخلل التوزيع السكاني بوضوح بالاجاه شمالاً نحو العروض القطبية كما هو الحال في المقاطعات الشمالية الغربية Northwest Territories ، ومقاطعة يورك

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٢/١٤ يوليو ٢٠١٦

- درجة الحرارة اليومية والمدى الحراري
- متوسط درجة الحرارة العظمى
- متوسط درجة الحرارة الصغرى
- الموجات الدافئة
- الموجات الباردة
- اتجاه التغير في درجات الحرارة

١ - درجة الحرارة اليومية والمدى الحراري :

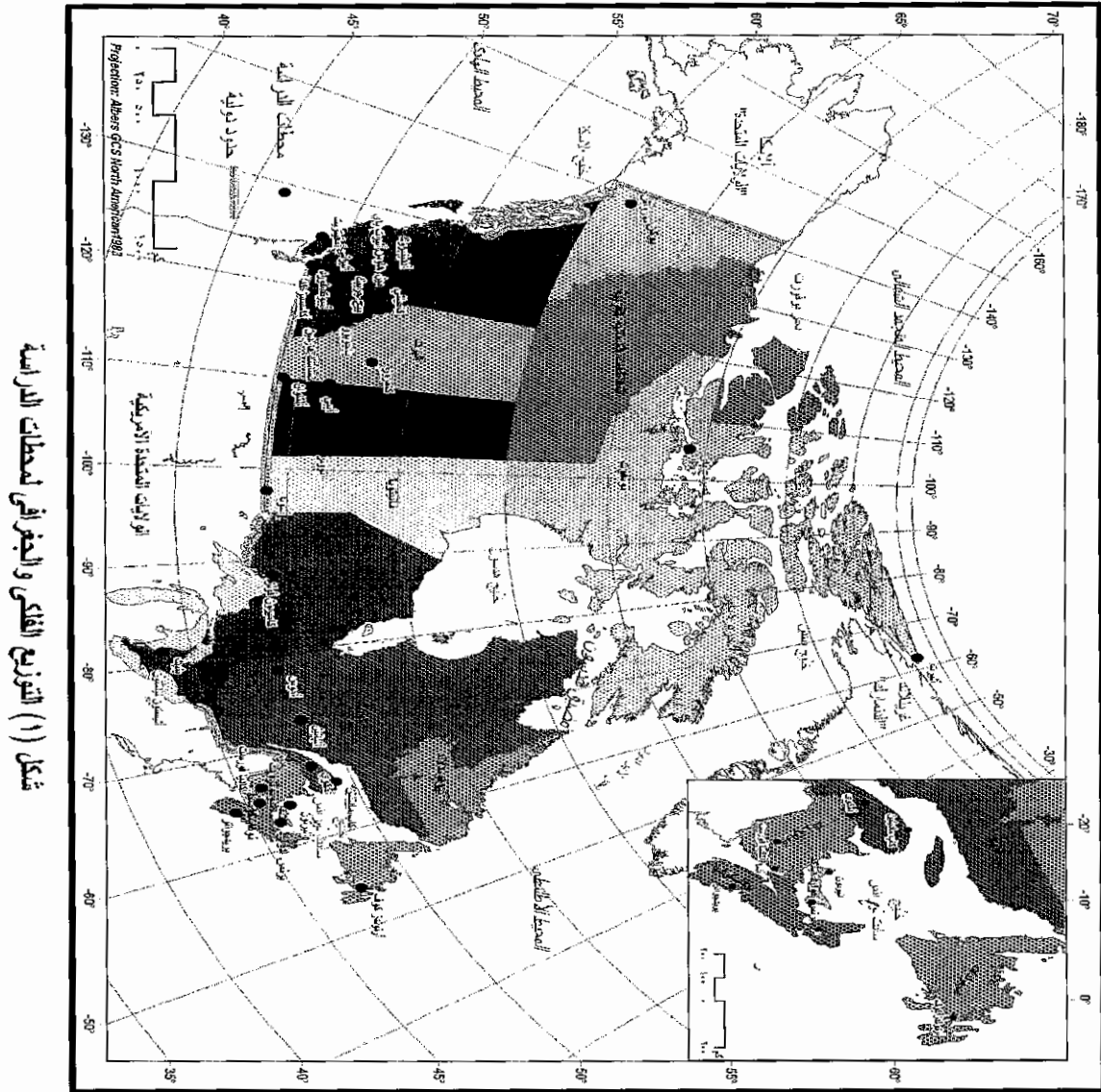
١ - ١ : درجة الحرارة اليومية خلال فصل الشتاء :

يتسع نطاق الضغط المرتفع القطبي حول الدائرة القطبية الشمالية ليلتحم جنوباً مع مركز الضغط المرتفع الأزوري الدائم على المحيط الأطلنطي ، وكذلك الضغط المرتفع الدائم على المحيط الهادي مع تزحزحهما جنوباً مع حركة الشمس الظاهرية . وينشأ على اليابس الكندي ضغط مرتفع محلي خلال فصل الشتاء كنتيجة لانخفاض درجة الحرارة . وهكذا ، تخضع كندا لنفوذ ضغط مرتفع شديد يؤدي إلى سيادة تأثير الكتل القطبية القارية **Continental Polar** ، تلك التي تنشأ شمال كندا والجزر القطبية ، وتتميز بشدة برودتها ، فضلاً عن الكتل القطبية البحرية **Maritime Polar** . وتخرج الرياح القطبية الشمالية الشرقية من الضغط المرتفع القطبي في اتجاهها صوب الجنوب لتغطي الأراضي الكندية [الزوكة ، ١٩٩٠ ، ص ١٢٣] . كما يتسع مركز الضغط المنخفض دون القطبي حول دائرة عرض ٦٠ شمالاً (المنخفض الأيسلندي) شمالي المحيط الأطلنطي ، وكذلك شمالي المحيط الهادي (المنخفض الألوشي) ليصل إلى الأطراف الجنوبية لكندا حول دائرة عرض ٤٥ شمالاً . ويجذب هذا الضغط المنخفض الرياح من اليابس الكندي في اتجاه السواحل خلال فصل الشتاء . وهكذا تقابل الكتل القطبية القارية ، الكتل المدارية البحرية **Maritime Tropical** التي تنشأ فوق جزر الأرويس في المحيط الأطلنطي ، وعند التقائهما تنشأ الجبهة الأطلنسية القطبية **Atlantic Polar Front** . ويمر خط هذه الجبهة بنهر سانت لورانس وبحيرة متشجن خلال فصل الشتاء [الدناصوري ، ١٩٧٩ ، ص ٦٩] . وتشير تحليلات معدل درجة الحرارة اليومية خلال فصل الشتاء في جميع المحطات (١٩٧٠-٢٠٠٧) إلى أن المحطات في السهول الساحلية الغربية التي تمتد بين دائرتي عرض ٤٩-٥٢ درجة شمالاً (في مقاطعة كولومبيا البريطانية) تتميز بالدفع النسبي . حيث تعكس خطوط التساوي ارتفاع قيم المتوسطات الشتوية بالاتجاه نحو الساحل الغربي خاصة في المحطات الجنوبية منها . إذ ترتفع قيم المعدل لتبلغ ٥.٨ م في أمفيتريت بوينت التي تعد أكثر المحطات دفناً ، كما تبلغ ٤.٦ م في أدنينبروك أيلاند ، وتبلغ ٣.٦ م في كل من أكاسيس كندا وأببتسفورد . ويرجع ذلك إلى موقع هذه المحطات في أراضي منخفضة لا يتجاوز ارتفاعها ٨٠ متراً فوق مستوى سطح البحر مما يسمح بتوغل الرياح العكسية الغربية فتجلب إليها دفع المؤثرات

Yukon ، ومقاطعة نونفوت Nunavut حيث يعيش ٠.٣% من السكان في هذه المقاطعات (وفقاً لأحصاء يوليو ٢٠٠٧) التي تعادل مساحتها ٣٩% من إجمالي مساحة كندا .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمانة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

البحرية ، خاصة وأن تيار أسكا الدافئ يمر بهذه السواحل ويتوغل شمالاً حتى دائرة عرض ٥٥° شمالاً فيؤدي إلى فتح الموانئ حتى خلال شهور الشتاء [الزوكة ، ١٩٩٠ ، ص ١٢٣] بينما تنخفض قيم المعدلات الشتوية إلى ما دون الصفر المنوي في نفس دوائر العرض في هذا النطاق الغربي بالاتجاه شرقاً حيث كتلة الكورديلييرا وارتفاع السطح لأكثر من ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر .



شكل (١) التوزيع الفلكي والجغرافي لمحطات الدراسة

المصدر :

Canada, National Climate Data and Information Archive, Climate Weather office:
Calculation of Climate Normal for 1970/ 2007.

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

كما هو الحال مثلاً في محطة ميل هاوس حيث تبلغ قيم المعدل الشتوي -٦.٥ م فتتخفص بذلك حوالي ١٢ م مئوية عن مثيلاتها في المحطات التي تقع في نطاق السهول الساحلية الغربية . ويتضح ذلك من خطوط التساوي التي تشير إلى انخفاض درجة الحرارة بالاتجاه نحو الداخل شرقاً (شكل ٢ - أ) . وتتميز المحطات الساحلية على المحيط الأطلنطي شرقاً فيما بين خطي طول ٧٨-٥٤ غرباً بكونها أكثر برودة من تلك الغربية على الرغم من توغّلها جنوباً فيما بين دائرتي عرض ٤٥-٤٧ شمالاً . إذ تتخفص قيم المعدل الشتوي إلى -١٥.٢ م في محطة أموس (بمقاطعة كوبيك) بسبب انخفاض السطح مما يسمح بتوغل الكتل الهوائية الباردة الجافة القادمة من العروض القطبية الشمالية ، بالإضافة إلى المؤثرات القارية إذ تتحرك الرياح من داخل القارة نحو المحيط شرقاً خلال فصل الشتاء بسبب الضغط المرتفع على اليابس [فايد ، ١٩٨٦ ، ص ١٧٨] . وتتضافر هذه الظروف في أن يصبح الساحل الشرقي أكثر برودة شتاءً من مثيله الغربي حتى في أكثر أجزائه تطرفاً صوب القطب شمالاً . بينما تبلغ قيم المعدل الشتوي للحرارة اليومية -٣.٧ م في محطة أرنولدز كوف الأكثر توغلاً شرقاً (بمقاطعة نيوفوندلاند) حيث يصل إليها تيار الخليج الدافئ الذي يقابل تيار ليرادور البارد على سواحل نيوفوندلاند ، مما يسهم في دفنها النسبي (جدول ٢) . وفيما بين جزيرة نيوفوندلاند الأكثر دفناً بسبب المؤثرات البحرية ، وبين مقاطعة كوبيك الأكثر برودة بسبب المؤثرات القارية ، تقع جزر نوفاسكوشيا ، ونيوبرونزويك ، وبرنس إدوارد ، فهذه الجزر في مجملها أقل دفناً من نيوفوندلاند وأكثر دفناً من كوبيك حيث تتراوح قيم المعدل الشتوي من -٤.٠ م في محطة بريدجواتر (بمقاطعة نوفاسكوشيا) ، إلى -٨.٣ م في محطة أكاديا فورست (بمقاطعة نيوبرونزويك) ، ولذا يعتقد سكان هذا النطاق أن الشتاء طويل وبلا نهاية [فايد ، ١٩٨٦ ، ص ١٧١] . وتأخذ قيم المعدلات الشتوية للحرارة اليومية بالانخفاض بالاتجاه نحو المناطق الداخلية بسبب سيادة المؤثرات القارية لتتخفص درجة الحرارة إلى -١١.٠ م في كل من محطة ألتاوان وكاميروز فيما بين خطي طول ١١٠-١١٢ غرباً . ومما يذكر أن ، سهول غرب خليج هدسن (بمقاطعة مانيتوبا) تعد أشد أجزاء السهول الوسطى الكندية قارية بسبب تأثرها بالرياح الشمالية الباردة ، فضلاً عن المسافة البعيدة التي تفصلها عن المؤثرات البحرية مما جعلها الأكثر برودة مقارنة بكل من السواحل الشرقية والغربية حيث يحدها خط الحرارة المتساوي -١٢ م . ويستمر هذا الانخفاض في قيم المعدل الشتوي لدرجة الحرارة بالاتجاه صوب الشمال نحو العروض القطبية حيث تبلغ قيم المعدل -١٩.١ م في محطة بورواش (بمقاطعة يوكن) على دائرة عرض ٦١ شمالاً . كما تتخفص إلى حدودها الصغرى في محطة كمبردج باي لتوغلها شمالاً داخل الدائرة القطبية الشمالية على دائرة عرض ٦٩ شمالاً ، فضلاً عن انخفاض السطح مما يسمح بتوغل الكتل القطبية القارية ببروتها الشديدة وجفافها أيضاً . وقد انعكس ذلك في خطوط التساوي حيث تظهر المحطتان كمركزين للبرودة الشديدة (شكل ٢ - أ) . هذا ويعتبر شهر يناير أبرد شهور السنة في سائر المحطات ، فتتخفص الحرارة اليومية إلى ما دون الصفر المئوي لتبلغ قيم المعدل -١٠.١ م في بيج جريك في نطاق الكورديليرا الغربي . بينما ترتفع هذه القيم في محطات السهول الساحلية الباسفيكية فوق مستوى التجمد ، لتبلغ أعلى قيم لمعدل شهر يناير ٦.١ م في محطة أمفيتيريت بوينت التي تعد أدفء المحطات بسبب انخفاض سطحها (حوالي ٢٦ متراً فوق مستوى سطح البحر) وموقعها في موازاة تيار ألسكا الدافئ . وفي المقابل ، يعتبر شهر فبراير أدفء شهور الشتاء في النطاق الغربي ، حيث لا تتخفص قيم المعدل عن -٤.٦ م في كاميلي ليك ، بل وترتفع إلى ٦.٤ م في

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

أمفيتريت بوينت . أما في محطات السهول الساحلية الأطلنطية شرقاً ، فتتخفص قيم المعدل خلال شهور الشتاء الثلاثة إلى ما دون الصفر المنوي ، وأبردها شهر يناير بقيم تتخفص إلى -١٠.٢ م في محطة أكاديا فورست (بمقاطعة نيويورك) ، مقابل -٤.٩ م في أرنولدز كوف (بمقاطعة نيويورك) (جدول ٣) . وتتخفص قيم معدلات شهر يناير بالإتجاه نحو الداخل بعيداً عن المؤثرات البحرية ، لتتخفص إلى -١٧.٠ م في ألبانيل مقابل -١٤.٨ م في أمكوي (مقاطعة كوبيك) ، ويتسع المدى الحراري لفصل الشتاء ليتجاوز ٤.٠ م.

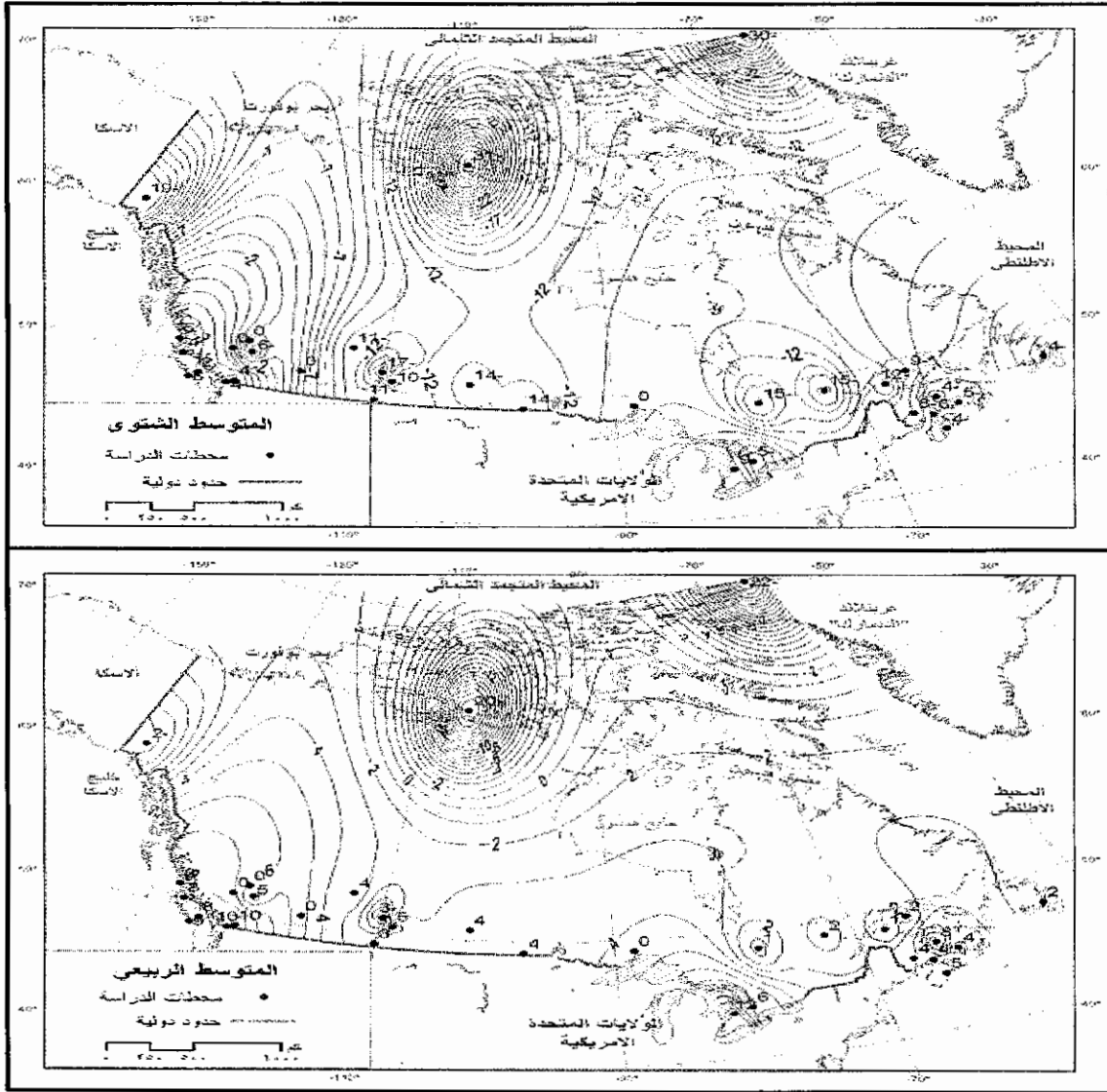
كما تتخفص قيم معدلات شهور الشتاء في شبه جزيرة أونتاريو حول البحيرات العظمى (تتجمد خلال شهور الشتاء وحتى شهر مارس في بدايات الربيع) ، لتبلغ -١٦.٥ م في كامبيرون فولز وهي أشدها برودة بسبب موقعها على دائرة عرض ٤٩ شمالاً ، بينما ترتفع باتجاه الجنوب لتبلغ -٦.٦ م في أليستون نيلسون لتصبح الأكثر دفئاً في مقاطعة أونتاريو بسبب موقعها على دائرة عرض ٤٤ شمالاً . وتزيد شدة البرودة بالإتجاه نحو السهول الوسطى الداخلية حيث تنعكس المؤثرات القارية في شدة انخفاض قيم المتوسطات اليومية للحرارة خلال شهور الشتاء ، إذ تبلغ قيم معدل شهر يناير -١٢.٢ م في محطة أببي ، مقابل -١٩.٨ م في محطة ألساسك هاردين (٥٠-٥١ درجة شمالاً) . أما في نطاق العروض القطبية ، فتتخفص قيم معدل الحرارة اليومية خلال شهر يناير لتبلغ -٢٢.٢ م في محطة بورواش ، بل وتتخفص إلى -٣٢.٨ م في محطة كمبردج باي (جدول ٣) . وتتميز هذه المحطات باتساع المدى الحراري لفصل الشتاء ليلبلغ ٥.٥ م في بورواش ممثلاً بذلك أعلى مدى فصلي بين المحطات خلال سنوات الدراسة ٢٠٠٧/١٩٧٠ .

١ - ٢ : درجة الحرارة اليومية خلال فصل الربيع :

يستمر انخفاض درجة الحرارة اليومية خلال فصل الربيع في مجموعة الجزر الكندية داخل الدائرة القطبية الشمالية كنتيجة لتوغل المؤثرات القطبية القارية واتساعها لتغطي معظم السهول الشمالية ، مما يحول دون ذوبان الثلوج أو حدوث أي ارتفاع طفيف في درجة الحرارة . ومن ثم يتأخر فصل الربيع وتستمر حالة التجمد والانخفاض في درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المنوي لتبلغ قيم المعدل الفصلي -٢٠.١ م ، و-٢١.٨ م في كمبردج باي وأليرت على التوالي كمركزين لاستمرار البرودة الشديدة خلال فصل الربيع . ويستمر التجمد خلال شهور الربيع وإن كان أبردها شهر مارس بقيم تبلغ -٢٩.٧ م في كمبردج باي ، وفي المقابل أدفنها شهر مايو بقيم تبلغ -١٠.٩ م في أليرت (جدول ٣) . كما تتخفص قيم معدلات فصل الربيع إلى ما دون مستوى التجمد في بعض المحطات الداخلية التي تتميز بشدة قاريتها لتبلغ -٢.٥ م في ألساسك هاردين (مقابل -١٧.٢ م لفصل الشتاء). وتبلغ قيم معدلات شهر مايو (أدفناً شهور الربيع) ٤.٠ م في ألساسك هاردين (٥١ شمالاً) ، بينما ترتفع لتبلغ ١٢.٧ م في ألتونا (٤٩ شمالاً) . أما الساحل الغربي على المحيط الهادي ، فيتميز فصل الربيع بالدفء لترتفع قيم المعدلات إجمالاً فوق الصفر المنوي بسبب التأثير البحري للرياح العكسية الجنوبية الغربية خاصةً وأنها تنقل دفء تيار ألسكا (شكل ٢ - ب) . وتتراوح قيم معدلات الحرارة اليومية لفصل الربيع من ٨.٢ م في أدينبروك أيلاند (مقابل 4.6 م لفصل الشتاء) ، إلى ١٠.٠ م في أكاسيسز كدا (مقابل ٣.٦ م لفصل

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

الشتاء) . وتأخذ قيم المعدلات الشهرية بالارتفاع فوق الصفر المئوي ، وتذوب الثلوج ويشيع الدفاء في تلك المحطات خاصة في شهر مايو أكثرها دفناً بقيم تتراوح من ٧.١ م إلى ١٣.٤ م في بيج جريك وأكاسيز كدا بالتوالي .



شكل (٢) المتوسط الشتوي والربيعي لدرجات الحرارة اليومية بالدرجة المئوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

ويتميز الساحل الشرقي بكونه أقل دفناً مقارنةً بالغربي خلال الربيع كما كان خلال الشتاء ، وإن كانت المحطات ذات الطابع الجزري تتميز بالدفاء النسبي كما هو الحال في محطتي أليستون وألبرتون في جزيرة برنس إدوارد حيث تبلغ قيم معدل فصل الربيع ٣.٦ م و ٨.٣ م لكلٍ منهما بالتوالي (مقابل - ٥.٢ م للأولى ، و - ٤.١ م للثانية كمتوسطات شتوية) . بينما تنخفض قيم المعدلات الفصلية بالاتجاه

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

غرباً نحو مقاطعة كوبيك بسبب ندرة توغل المؤثرات البحرية الأطلنطية ، وكذا ضعف الاستفادة من دفاء مياه تيار الخليج ، فتتراوح القيم من 1.5°C في محطة كاب ماديلين إلى 0.6°C في محطة أموس (شكل ٢ - ب) . ويتأخر الربيع في هذا الساحل حيث تنخفض درجة الحرارة خلال شهر مارس إلى ما دون مستوى التجمد في سائر المحطات بمعدلات تتراوح من 3.5°C في ألبرتون إلى 0.5°C في بريدجواتر (جدول ٣) . ثم يشيع الدفاء تدريجياً خلال شهر مايو لتبلغ أعلى قيم المعدلات الشهرية 10.5°C في أكاديا فورست بسبب تأثير تيار الخليج الدافئ ، وفي المقابل تنخفض إلى 6.2°C في أرنولدز كوف بسبب تأثير تيار لبرادور البارد . وقد انعكس زيادة الفروق في قيم المتوسطات الشهرية في اتساع المدى الحراري لفصل الربيع (مقارنةً بمثيله الشتوي بينما يقترب من مثيله الخريفي) إذ لا ينخفض عن 13°C ، ويرتفع إلى 18°C في المحطات الداخلية في نطاق السهول الوسطى ، كما يرتفع ليتجاوز 20°C في العروض القطبية ودون القطبية . هذا ، وتتميز مقاطعة أونتااريو بالدفاء ربيعاً خاصةً في قطاعها الجنوبي على بحيرة أونتااريو ، إذ تبلغ قيم معدل الحرارة اليومية لفصل الربيع 6.2°C في محطة أليستون نيلسون (مقابل 4.9°C لفصل الشتاء) ، كما يبلغ المدى الحراري لفصل الربيع 13.9°C . ويعتبر شهر مايو أدفاء شهور الربيع في أليستون نيلسون بقيم متوسط تبلغ 13.1°C ، لتمثل بذلك أعلى قيم متوسط شهر مايو بين محطات الدراسة .

١ - ٣ : درجة الحرارة اليومية خلال فصل الصيف :

يتبع حركة الشمس الظاهرية شمالاً لتتعاد على مدار السرطان زحزحة جميع مراكز الضغط الجوي شمالاً أيضاً . ومن ثم ، فإن مراكز الضغط الجوي المرتفع دون المداري على المحيط الأطلنطي والمحيط الهادي والتي قد بلغت أقصى اتساعها خلال فصل الشتاء ، تبدأ مساحتها في التقلص ويضعف تأثيرها ، وتزحزح شمالاً لتمتد فيما بين دائرتي عرض $20-45^{\circ}$ درجة شمالاً . كما يتزحزح الضغط المرتفع القطبي لينحصر في أقصى الأطراف الشمالية لكندا بما فيها الأطراف الشمالية لهضبة لبرادور . وتتسع الكتلة الهوائية القطبية فوق المحيط الأطلنطي لتغطي الأطراف الشمالية الشرقية لكندا بالإضافة إلى جزيرة نيوفونلاند وشبه جزيرة لبرادور . ويتسع مجال الكتل الهوائية المدارية البحرية خلال شهور الصيف فتدفع بالرياح الحارة الرطبة من الجنوب في اتجاه الشمال ، ليصل تأثيرها حتى دائرة عرض 50° درجة شمالاً حيث تتكون الجبهة التي تمثل الحد الفاصل بين الكتل المدارية البحرية جنوباً والكتل القطبية القارية شمالاً . كما تتزحزح الجبهة الأطلسية القطبية شمالاً حتى دائرة عرض 60° شمالاً لتغطي الأراضي السهلية المنخفضة غرب خليج هدسن (دون أن تصل إلى نطاق الكورديلييرا) في صورة رياح جنوبية ، وقد تأخذ اتجاهها جنوبياً غربياً أو غربياً فتؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة على السواحل الشرقية مقارنةً بالأخرى الغربية على نفس دوائر العرض . ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة صيفاً إلى تكون ضغط منخفض محلي على اليابس الكندي فيجذب الرياح نحو اليابس فترتفع درجة حرارة السواحل خاصةً مع دفاء مياه تيار الخليج التي تبلغ 27°C [الزوكة ، ١٩٩٠ ، ص ١٠١] . بينما يؤدي إلتقاء تيار الخليج الدافئ مع تيار لبرادور البارد (الذي يجلب المياه الباردة وكتل الجليد العائمة من خليج بافن صوب الجنوب عند نيوفونلاند إلى تلطيف درجة حرارة السواحل الشرقية . وتشير قيم المعدلات الفصلية إلى اعتدال

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

درجة الحرارة اليومية في الجزر وأشباه الجزر الشرقية على المحيط الأطلنطي ، لتبلغ مثلاً في أرنولدز كوف ١٢.٤ م بسبب المؤثرات البحرية على جزيرة نيوفوندلاند . بينما ترتفع القيم لتبلغ ١٩.٧ م في أليستون نيلسون في شبه جزيرة أونتاريو على البحيرات العظمى بسبب توغلها جنوباً فتصل إليها المؤثرات الهوائية القارية المدارية الحارة في صورة رياح جنوبية إلى جنوبية غربية ، فترتفع درجات الحرارة في محطات مقاطعة أونتاريو . وتتوغل أيضاً هذه الرياح الحارة نحو الشمال عبر نطاق السهول الوسطى الداخلية لتغطي نطاقات واسعة غرب خليج هدسن ، فترتفع درجة الحرارة اليومية خلال فصل الصيف في كل من مقاطعات مانيتوبا وألبرتا وساسكاتشوان ليحدها خط الحرارة المتساوي ١٦ م (شكل ٣ - أ) . وتتراوح قيم معدلات فصل الصيف بين ٩.٨ م في ألساسك هاردين (بارتفاع ١٢.٣ م عن الربيع ، وبارتفاع ٢٧.٠ م مقارنة بالشتاء) وبين ١٩.٠ م في ألتونا (بارتفاع ١٥.٠ م عن الربيع ، وبارتفاع ٣٢.٧ م عن الشتاء) . وتشير قيم المعدلات الصيفية إلى اعتدال درجة الحرارة اليومية على الساحل الغربي في مقاطعة كولومبيا إذ تبلغ ١٣.٤ م في أليرت باي (بارتفاع حوالي ١٠ م عن الشتاء وحوالي ٥ م عن الربيع) وترتفع إلى ١٧.٦ م في أكاسيسز كدا (بارتفاع ١٤ م عن الشتاء مقابل ٧ م عن الربيع) . وهكذا تقل الفروق بين معدلات الصيف مقارنة بالشتاء في الساحل الغربي فلا تتجاوز ١٤ م بينما تصل إلى حوالي ٣٣ م في الساحل الشرقي لكونه الأكثر برودة شتاءً بسبب تأثير تيار لبرادور البارد على الساحل الشرقي مقابل تيار ألسكا على الساحل الغربي. هذا ومن الطبيعي أن تنخفض قيم المعدلات الصيفية لدرجة الحرارة اليومية بالاتجاه شمالاً نحو العروض القطبية فتبلغ ٢.٠ م في أليرت كد أدنى (بارتفاع حوالي ٢٣ م عن الربيع وارتفاع ٣٣ م عن الشتاء) ، مقابل دفنها النسبي بورواش حيث تبلغ ١١.٤ م كحد أقصى (بارتفاع لا يتجاوز ١٣ م مقارنة بالربيع وحوالي ٣٠ م مقارنة بالشتاء) . ويرجع هذا الدفء النسبي في محطة بورواش بمقاطعة يوكن إلى النهار الدائم الذي يعم هذه المقاطعة في تلك العروض دون القطبية ابتداءً من منتصف مايو حتى أوائل أغسطس [Hengeveld, Henty (2000) p.20] ، فينعكس ذلك في بعض تلك المؤثرات للدفء النسبي (شكل ٣ - أ) . هذا وتختلف المحطات فيما بينها في أكثر شهور الصيف دفناً ، فبينما يعتبر شهر يوليو أكثرها دفناً في المحطات الشرقية الداخلية بقيم تبلغ ١٦.٥ م في كاب ماديلين بمقاطعة كوبيك وترتفع إلى ٢١.٠ م في أليستون نيلسون بمقاطعة أونتاريو ، مقابل شهر أغسطس في المحطات الشرقية الساحلية بقيم تتراوح بين ١٥.٤ م في أرنولدز كوف بمقاطعة نيوفوندلاند، وبين ١٩.٠ م في أليستون بمقاطعة برنس إدوارد أيلاند. وكذلك الحال في المحطات الساحلية الغربية حيث يعتبر شهر أغسطس هو الأكثر دفناً مقابل شهر يوليو في نطاق الكورديليرا كما هو الحال في محطتي بيج جريك وكاميللي ليك بمعدل لا يتجاوز ١٤.٠ م في كليهما . ومما يذكر أن ، قيم المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة اليومية خلال فصل الصيف أو بمعنى أدق خلال فصل ذوبان الثلوج في العروض القطبية لا تتجاوز ٤.١ م و ٢.٠ م كمعدلات لشهر يوليو وأغسطس على التوالي في أليرت (تقل هذه المعدلات حوالي ١٠ م عن مثيلتها في المحطات التي يتجاوز ارتفاعها ١٠٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر في نطاق الكورديليرا) ، مما يعكس فاعلية تأثير الكتل الهوائية القطبية مقارنة بتأثير ارتفاع السطح . هذا ويستمر التجمد خلال شهر يوليو لانخفاض متوسط الحرارة اليومية إلى ما دون الصفر المنوي في تلك العروض القطبية . وتنعكس قلة الفروق في المتوسطات

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٢/١٤ يوليو ٢٠١٦

الشهرية خلال فصل الصيف في ضيق المدى الحراري الصيفي ليمثل أدنى مدى حراري بين الفصول الأربعة فلا يتجاوز ٦.١ م كما هو الحال في كمبردج باي في العروض القطبية، بينما ينخفض لأقل من درجة واحدة مئوية في المحطات الساحلية الشرقية مثل أكاديا فورست .

١ - ٤ : درجة الحرارة اليومية خلال فصل الخريف :

يحافظ الساحل الغربي على دفئه خلال فصل الخريف خاصة في قطاعه الجنوبي لتبلغ قيم معدلات فصل الخريف مثلاً ١٠.٩ م في أكاسيز كدا (ليشبه مثيله في الربيع وينخفض حوالي ٧ م عن الصيف) ، بينما تميل درجات الحرارة نحو الانخفاض بالاتجاه شمالاً بسبب المؤثرات القطبية لتبلغ -١٦.٨ م في محطة أليرت لتمثل مركزاً شديداً البرودة خلال فصل الخريف (شكل ٣ - ب) . كما تنخفض درجة الحرارة في الجزر وأشباه الجزر على سواحل الأطلسي شرقاً لتبلغ قيم المعدل الخريفي بين ٢.٣ م في ألبرتون (بتخفيض حوالي ١٥ م عن الصيف وحوالي ٦ م عن الربيع ، بينما ترتفع حوالي ١٠ م عن الشتاء) بسبب تأثير تيار لبرادور البارد .

وإذ تتميز البحيرات العظمى باحتفاظها بدفء حرارتها التي اكتسبتها خلال شهور الصيف ، فقد انعكس ذلك على قيم المعدل الخريفي لتبلغ ٩.٣ م في محطة أليستون نيلسون على بحيرة أونتااريو (بارتفاع حوالي ١٤.٠ م عن معدل الشتاء) . ويتبع توغل المؤثرات القطبية إلى السهول الوسطى الداخلية فيما بين خليج هدسن وكتلة الكورديلييرا حدوث انخفاض نسبي في قيم معدلات الحرارة اليومية خلال فصل الخريف لتتراوح من -٢.٨ م في ألساسك هاردين إلى -٤.١ م في بورواش ، وهكذا تكون قد ارتفعت قيم معدلات الخريف حوالي ١٥.٠ م مقارنة بقيم معدل الشتاء في كليهما (شكل ٣ - ب) . هذا وتميل قيم معدل الحرارة اليومية إلى الدفء خلال شهر سبتمبر ليعد امتداداً لشهور الصيف بقيم تتراوح من ٤.١ م في ألساسك هاردين إلى ١٣.٤ م في ألتونا . ويمثل شهر نوفمبر في المقابل بدايات فصل الشتاء فتتخفف قيم المعدل الشهري لتبلغ -٧.١ م في كاب ماديلين بينما تنخفض بشدة إلى -٢٦.٢ م في أليرت (جدول ٣) . وجدير بالذكر أن المدى الحراري لفصل الخريف هو أعلى مدى حراري في الفصول الأربعة خاصة في العروض العليا فلا ينخفض عن ١٨ م كما هو الحال في أليرت ، بل ويرتفع لأكثر من ٢٢ م كما هو الحال في كمبردج باي .

١ - ٥ : المعدل السنوي للحرارة اليومية والمدى الحراري السنوي :

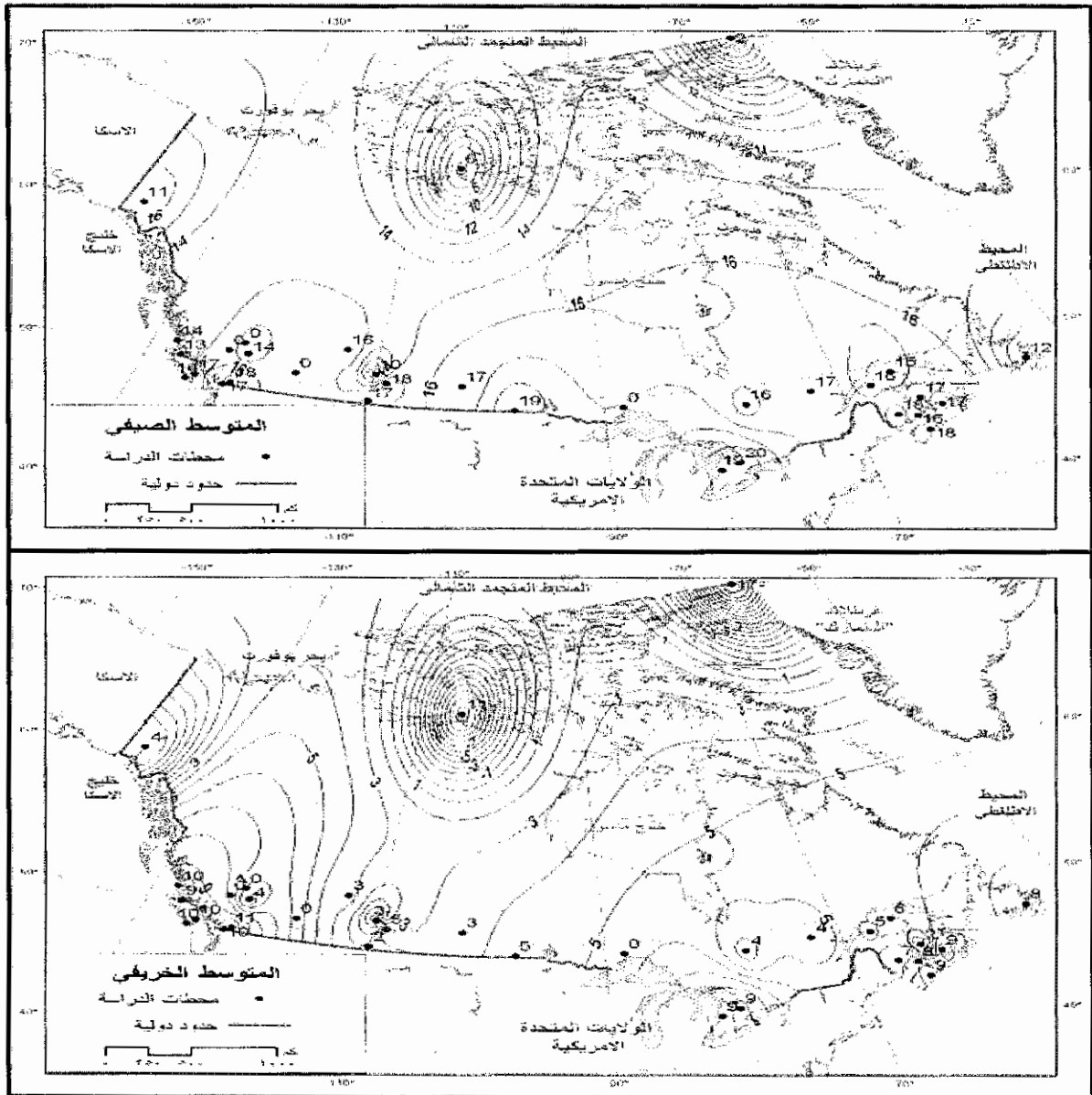
تلخص قيم المعدلات السنوية للحرارة اليومية خلال مدة الدراسة ١٩٧٠/٢٠٠٧ خصائص درجة الحرارة على مدار الفصول الأربعة . ويتضح ذلك فيما يتعلق بالدفء والخصائص البحرية التي تغلب على محطات الساحل الغربي لتقترب قيم المعدل السنوي من ١٠.٠ م ، بينما تنخفض بالاتجاه شرقاً نحو الحافة الشرقية لكتلة الكورديلييرا حيث يرتفع السطح لأكثر من ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر كما هو الحال في محطة ميل هاوس فتبلغ قيم المعدل السنوي ٤.٣ م . كما تنعكس خصائص المناخ البحري في

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي
الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

انخفاض المدى الحراري السنوي في هذا النطاق الغربي لينخفض إلى ٩.٠ م في أمفيتريت بوينت ولا يتجاوز ١٧.٠ م في ألبرني روبنسون جريبك ، ليمثل أدنى مدى حراري سنوي (جدول ٢ وشكل ٤) . بينما تنخفض قيم المعدلات السنوية في محطات الساحل الشرقي الذي يتميز بكونه أقل دفناً مقارنة بمثيلاتها على الساحل الغربي (كما أ تضح من قبل) لتتخفض إلى ٤.٧ م في أرنولدز كوف (بمقاطعة نيوفونلاند على دائرة ٤٧° شمالاً) مقابل ٦.٩ م في بريدجواتر (بمقاطعة نوفاسكوتشيا على دائرة ٤٤° شمالاً) .

كما يتسع المدى الحراري السنوي ليبلغ ٢٠.٣ م في أنولدز كوف كحد أدنى ، ويرتفع إلى ٢٩.١ م في أكاديا فورست (بمقاطعة نيوبرونزويك على دائرة عرض ٤٥° شمالاً) كحد أقصى في هذا النطاق الساحلي الشرقي بسبب تباين درجة الحرارة فيما بين شتاء شديد البرودة حيث تبلغ قيم معدل الشتاء -٨.٣ م وبين صيف مائل للدفء بقيم معدل تبلغ ١٧.٦ م بسبب نظام هبوب الرياح حيث تنقل الرياح المؤثرات المدارية نحو الجزر وأشباه الجزر على المحيط الأطلنطي خلال فصل الصيف ، بينما تنقل برودة تيار لبرادور نحو اليابس خلال فصل الشتاء . هذا ويتسع المدى الحراري السنوي بالاتجاه نحو المحطات الداخلية في نطاق السهول الأطلنطية في مقاطعة كوبيك ليتراوح من ٢٦.٧ م في كاب ماديلين إلى ٣٥.١ م في ألبانيل . أما في نطاق السهول الوسطى فيما بين كتلة الكورديليرا غرباً والسواحل الأطلنطية شرقاً ، فإن انخفاض السطح يسمح بتصارع المؤثرات القطبية والمؤثرات المدارية على السواء ، فينعكس ذلك على قيم المعدل السنوي إذ تنخفض إلى ٢.٥ م في أوتووتر (بمقاطعة ساسكتشوان) وترتفع إلى ٨.٤ م في ألتاوان (بمقاطعة ألبرتا) . ويتسع المدى الحراري السنوي في تلك السهول الداخلية ليبلغ ٢٩.٥ م كحد أدنى في كامروز (بمقاطعة ألبرتا) ويرتفع إلى ٣٦.٥ م كحد أقصى في ألتونا (بمقاطعة مانيتوبا) . وتنخفض قيم المعدل السنوي للحرارة اليومية بالاتجاه نحو السهول القطبية لتبلغ -٣.٧ م في بورواش كما تنخفض إلى -١٧.٩ م في ألبرت . ويتسع المدى الحراري ليعكس شدة التطرف الحراري والخصائص القارية ليتراوح من ٣٤.٠ م في بورواش إلى ٤١.٣ م في كمبردج باي في العروض القطبية ودون القطبية (شكل ٤) .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمانة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦



شكل (٣) المتوسط الصيفي والخريفي لدرجات الحرارة اليومية بالدرجة المتوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

٢- متوسط درجة الحرارة العظمى :

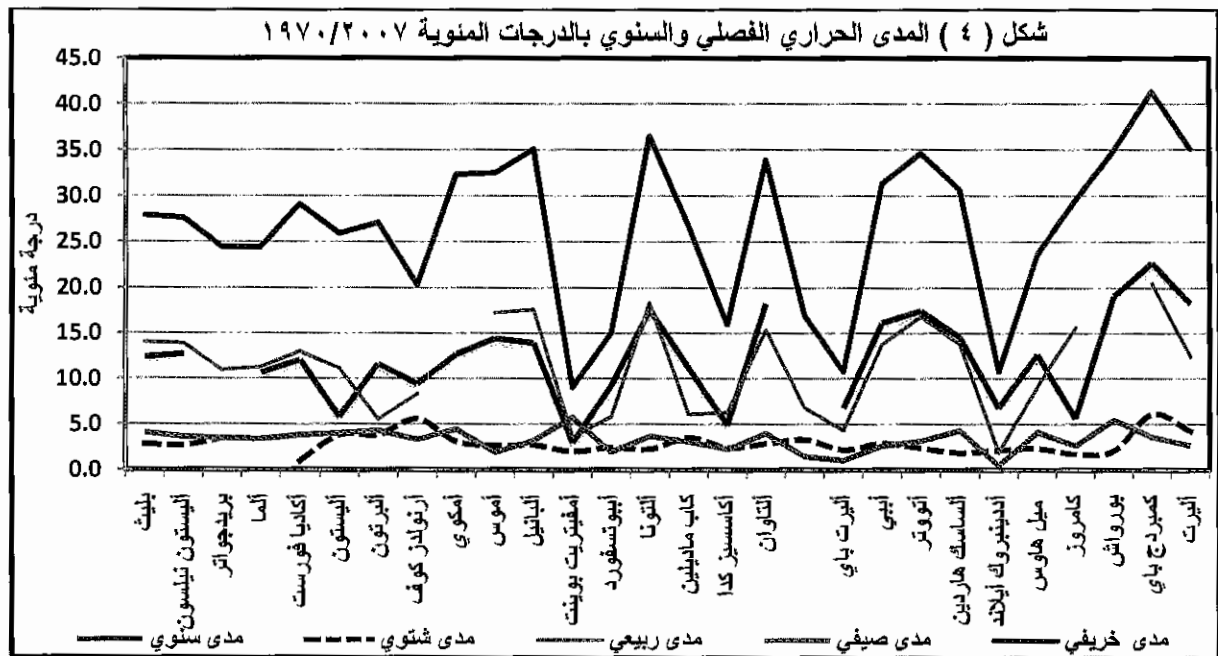
٢ - ١ : متوسط درجة الحرارة العظمى خلال فصل الشتاء :

ينحصر الدفء النسبي نهائياً خلال فصل الشتاء في محطات السهول الغربية حيث يسهم انخفاض السطح لأقل من ١٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر في توغل المؤثرات البحرية الدفينة ، وقد انعكس ذلك في ارتفاع قيم متوسط العظمى فوق الصفر المنوي خلال سنوات الدراسة في هذا النطاق فقط دون

1

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

سواه. ويتضح تدرج قيم خطوط التساوي من الصفر المنوي لتبلغ ٨.٠م في تلك المحطات (شكل ٤). بينما تنخفض إلى مادون الصفر المنوي في محطات نطاق الكورديلييرا كما هو الحال في محطة باجابوو جريك (تقع على منسوب ١٤٩٣ متر) حيث تنخفض قيم المتوسط خلال مدة الدراسة إلى ما دون الصفر المنوي لتبلغ -٦.٥م كحد أدنى سنة ١٩٨٢. أما محطات السهول الساحلية الأطلنطية فبالرغم من توغلها جنوباً حتى دائرة عرض ٤٥° شمالاً ، وانخفاض السطح إلى ما دون ١٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر ، إلا أن قيم المتوسط الشتوي للحرارة العظمى تنخفض إلى مادون الصفر المنوي خلال سنوات الدراسة ١٩٧٠/٢٠٠٧.



ويستمر الانخفاض في قيم المتوسط الشتوي بالاتجاه نحو المحطات الداخلية لتبلغ -١٠.٠م في ألبانيل في مقاطعة كويك ، كما تبلغ -٧.٧م في كامرون فولز في مقاطعة أونتاريو. وتعتبر محطة أليستون نيلسون هي الأدفاء في هذا القطاع لتوغلها جنوباً ليصل إليها الدفاء النسبي من البحيرات العظمى ، وأنعكس ذلك في كون الحد الأدنى لقيم المتوسط خلال سنوات الدراسة بلغ -٣.٦م سنة ١٩٧٠. كما تنخفض قيم متوسط العظمى بالاتجاه نحو الشمال لتبلغ -٥.٢م في ألتاوان (٤٩° شمالاً) و-٩.٥م في أوتوتر (٥٠° شمالاً). هذا ومن الطبيعي أن تنخفض بشدة قيم المتوسطات الشتوية للحرارة العظمى في سهول الجزر الشمالية لتمثل في مجملها مراكز للبرودة القارصة خلال فصل الشتاء حيث تتوغل المؤثرات القطبية لتبلغ مثلاً -٢٧.٩م في كميرج باي (شكل ٤ - أ). هذا ويعتبر شهر يناير هو أبرد الشهور ، بينما يتميز شهر فبراير بدفاء طفيف فلا تنخفض قيم المتوسط الشهري عن -٠.٩م في محطات السهول الغربية مقابل -٩.٤م في محطات السهول الشرقية. أما المحطات في العروض القطبية فتتميز بتقارب قيم متوسطات شهور الشتاء الثلاثة بحيث لا تنخفض خلال شهر ديسمبر عن -٢٤.٦م مقابل -٢٨.٩م كمتوسط لشهر يناير.

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

٢ - ٢ :متوسط درجة الحرارة العظمى خلال فصل الربيع :

تعكس قيم متوسطات درجة الحرارة العظمى خلال فصل الربيع الدفء النسبي نهائياً في المحطات الغربية حيث تبلغ ١٤.٦ م في أبيتسفورد (بارتفاع حوالي ١٠ م عن الشتاء) ، كما ترتفع في محطات السهول الساحلية الشرقية لتقع القيم حول ١٠.٠ م ، بينما تنخفض لتقع حول ٥.٠ م في المحطات الداخلية الشرقية بمقاطعة كوبيك وأونتاريو (شكل ٤ - ب) . هذا وتتمتع السهول الوسطى بالدفء خلال فصل الربيع حيث ترتفع القيم لتبلغ ١٢.٠ م في أليستون نيلسون (بارتفاع حوالي ١٣ م عن الشتاء) ، بينما تنخفض لتبلغ ٨.٠ م في محطة كامبيرون فولز (بارتفاع حوالي ١٥ م عن الشتاء) . ويعتبر شهر مايو هو الأدفء نهائياً خلال فصل الربيع في نطاق الجزر الشرقية بقيم تتراوح من ١٣.٢ م في ألبرتون (بارتفاع حوالي ١٣ م عن شهر مارس وحوالي ٨ م عن أبريل) إلى ١٧.٥ م في أكاديا فورست (بارتفاع حوالي ١٤ م عن مارس وحوالي ٩ م عن أبريل) . بينما تستمر برودة الشتاء لتشمل شهور الربيع داخل الدائرة القطبية إذ تنخفض قيم متوسطات العظمى إلى ما دون الصفر المئوي حيث تبلغ - ١٥.٩ م في كمبردج باي بارتفاع ١٢ م عن الشتاء ، وتنخفض لتبلغ - ١٨.٣ م في ألبرت فترتفع فقط ٨ م مقارنةً بالشتاء . ويعتبر شهر مارس أبرد شهور الربيع إذ تنخفض القيم إلى ما دون مستوى التجمد في جميع المحطات التي تقع إلى الشمال من دائرة عرض ٤٨ شمالاً ، ويقابله شهر مايو بقيم تبلغ - ٥.٤ م في كمبردج باي ، وتنخفض إلى - ٧.٨ م في ألبرت .

٢ - ٣ :متوسط درجة الحرارة العظمى خلال فصل الصيف :

يتميز الصيف بالاعتدال نهائياً في الأقليم الغربي ، إذ تقع قيم المتوسطات في أغلبها حول ٢٠.٠ م ، وتتراوح من ١٦.٤ م كحد أدنى في أمفيتريت بوينت (بارتفاع حوالي ٤ م عن الربيع وحوالي ٨ م عن الشتاء) إلى ٢٤.٣ م في ألبرني روبرتسون (بارتفاع حوالي ١٠ م عن الربيع وحوالي ٢٠ م عن الشتاء) ، وكلاهما في نطاق السهول التي تنخفض لأقل من ٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر . ويختفي تأثير عامل التضاريس في قيم هذه المتوسطات ، فعلى سبيل المثال ، لا تنخفض قيم المتوسط الصيفي عن ١٨.٠ م في باجابوو جريك بوصفها أكثر المحطات ارتفاعاً (١٤٩٣.٥ متراً فوق مستوى سطح البحر) ، مما يعني ارتفاع قيم متوسط الصيف عن الربيع بحوالي ١١ م وبحوالي ٢٣ م عن الشتاء . وتأخذ قيم المتوسطات الشهرية بالارتفاع من شهر يونيو (الذي يمثل أقل المتوسطات الصيفية) إلى شهر أغسطس لتبلغ ١٧.٢ م في أمفيتريت بوينت كحد أدنى مقابل ٢٤.٤ م في أكاسيز كدا كحد أقصى (جدول ٥) . كما يتمتع الأقليم الشرقي باعتدال نسبي مائل للحرارة نهائياً خلال شهور الصيف مقارنةً بالأقليم الغربي (شكل ٥ - أ) ، حيث لا تنخفض قيم المتوسطات عن ٢٠.٠ م ، بل وترتفعت لتبلغ ٢٥.٠ م تقريباً في أكاديا فورست (ذات الموقع البحري في مقاطعة نيوبرونزويك) . وتتميز السهول الوسطى بتطرفها الحراري حيث تنخفض قيم المتوسطات الصيفية للعظمى إلى ٢٢.٧ م في كامبيرون فولز (بارتفاع ١٤ م عن الربيع وحوالي ٣٠ م عن الشتاء) ، وترتفع إلى ٢٦.٥ م في ألتاوان بمقاطعة ألبرتا (بارتفاع حوالي ١٥ م عن الربيع وحوالي ٣٢ م عن الشتاء) وكلاهما على دائرة عرض ٤٩ شمالاً وترتفع قيم متوسطات العظمى نسبياً خلال فصل ذوبان الثلوج القصير في العروض القطبية لتبلغ ٩.٢ م

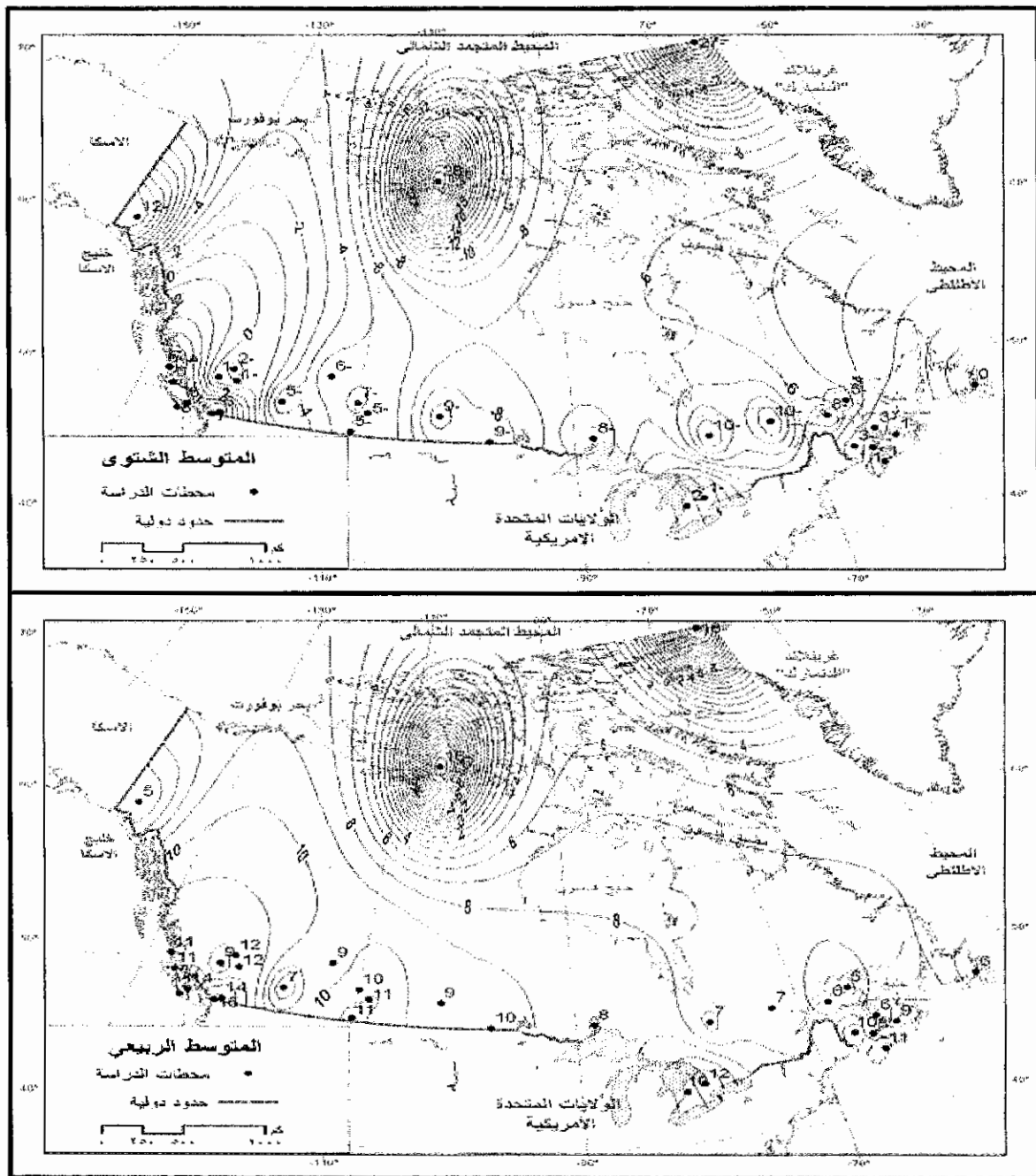
خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

في كمبردج باي كحد أقصى (مما يعني ارتفاع قيم العظمى حوالي ٢٥ م عن الربيع وحوالي ٣٧ م عن الشتاء) ، وتنخفض قيم متوسط العظمى إلى ٤.٦ م كحد أدنى في أليرت (فتتخفض حوالي ٢٣ م مقارنة بالربيع وحوالي ٣١ م عن الشتاء). بل وترتفع قيم المتوسطات الشهرية للعظمى لتبلغ ١٢.٤ م في محطة كمبردج باي خلال شهر يوليو (الذي يتمتع بالدفء النسبي) بارتفاع حوالي ٧ م عن مثيله لشهر يونيو وحوالي ٣ م عن أغسطس .

٢ - ٤ :متوسط درجة الحرارة العظمى خلال فصل الخريف :

تتسحب جزء من حرارة الصيف إلى الخريف لتتراوح قيم متوسطات الحرارة العظمى من ٦.٧ م في باجابوو جرييك ، إلى ١٥.٠ م في أكاسيز كدا بانخفاض حوالي ٩.٠ م عن الأولى بسبب تأثير التضاريس حيث ترتفع الأولى لأكثر من ١٤٠٠ متراً ، وتنخفض الثانية لأقل من ٢٠ متراً فوق مستوى سطح البحر . ويختلف مقدار الانخفاض في قيم متوسطات الخريف عن مثيلاتها في الصيف ، حيث يبلغ فقط ٣.٠ م في أمفترت بوينت التي تتميز بدفئها الشتوي (٨.٠ م) ، واعتدالها ربيعاً (١٢.٠ م) وكذلك صيفاً (١٦.٤ م) ، ويرتبط هذا بموقعها الفلكي على دائرة عرض ٤٨° شمالاً ، وتوغلها غرباً على خط طول ١٢٥° غرباً لتقع في نطاق السهول الساحلية الغربية حيث تتوغل المؤثرات الهوائية البحرية الدفينة وكذلك فاعلية تأثير تيار ألسكا الدافئ لانخفاض منسوبها إلى ٢١ متراً فوق سطح البحر . بينما يحدث العكس في المحطات الغربية التي تقع في نطاق الكورديليرا على مناسيب مرتفعة مثل محطة ميل هاوس ومحطة باجابوو جرييك حيث يبلغ مقدار الانخفاض في قيم فصل الخريف مقارنةً بمثيلاتها في فصل الصيف حوالي ١٢.٠ م . وتعتبر المحطات الساحلية الشرقية أكثر دفئاً خريفياً من تلك الساحلية الغربية (جدول ٤) حيث تنخفض قيم المتوسط الخريفي لتبلغ ١١.٢ م في أرنولدز كوف مقابل ١٤.٥ م في بريدجواتر بسبب موقعهما الفلكي حيث تتوغل الأولى شمالاً وتوغل الثانية جنوباً (شكل ٥ - ب) . ويقل مقدار الانخفاض بين قيم المتوسطات الخريفية مقارنةً بالصيفية في الساحل الشرقي بحيث لا يتجاوز ٥.٠ م في أرنولدز كوف لكونها الأكثر توغلاً شرقاً وبالتالي فهي أكثر استفادة بالمؤثرات البحرية تلك التي انعكست بوضوح في تفرد هابارتفاع قيم المتوسط الشتوي فوق الصفر المنوي ، فضلاً عن اعتدال درجات الحرارة نهاراً خلال فصلي الصيف والربيع . بينما يتسع مقدار هذا الانخفاض بين قيم المتوسطات الخريفية والصيفية ليتراوح بين ١١ م-١٤ م في المحطات الداخلية الشرقية في مقاطعة كويبك . ويتميز خريف شبه جزيرة أونتااريو بالدفء العام حيث تبلغ قيم المتوسط الخريفي للحرارة العظمى ٨.٧ م في كاميرون فولز مقابل ١٤.٠ م في أليستون نيلسون أكثرها ميلاً لارتفاع الحرارة صيفاً .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦



شكل (٤) المتوسط الشتوي والربيعي لدرجات الحرارة العظمى بالدرجة المتوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

أما في العروض العليا، في محطة بورواش مثلاً ، تنخفض قيم متوسط الحرارة العظمى خلال الخريف بمقدار يتجاوز ١٧.٠ م° عن مثيلاتها خلال الصيف (وإن كانت ترتفع فوق مستوى التجمد في

)

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

الخريف) . ومن الطبيعي أن تنخفض قيم المتوسط الخريفي للحرارة العظمى بالتوغل شمالاً صوب الدائرة القطبية (شكل ٥ - ب) لتبلغ - ٨.٤ م في كمبردج باي ، بينما يشهد انخفاضها لتبلغ - ١٣.٥ م في أليرت ، وهكذا تكون قد انخفضت حوالي ١٨.٠ م عن المتوسط الصيفي . ويتميز شهر سبتمبر بكونه أدفأ شهور الخريف بقيم متوسط تتراوح في النطاق الغربي من ١٦.١ م في أليرت باي إلى ٢١.١ م في أكاسيسز كدا بانخفاض لا يتجاوز ٣.٠ م عن متوسط شهر أغسطس ، وبانخفاض لا يتجاوز ٥.٠ م عن شهر يوليو الأكثر ارتفاعاً في الحرارة في نطاق السهول الأطلنطية الشرقية .

٢ - ٥ : المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى :

تلخص قيم المعدل السنوي للحرارة العظمى الخصائص الفصلية لمتوسطات الحرارة خلال سنوات الدراسة ٢٠٠٧/١٩٧٠ في المحطات المختلفة . فتتراوح القيم من ١٠.٠ م إلى ١٥.٠ م تقريباً في محطات السهول الساحلية الغربية ، بينما تتراوح من ٦.٨ م إلى ٩.٣ م في المحطات الغربية في نطاق الكورديليرا . أما في محطات السهول الساحلية الشرقية ، فتتراوح القيم من ٨.٣ م في أرنولدز كوف إلى ١٢.٦ م في بريدجواتر . وتأخذ القيم في الانخفاض بالاتجاه نحو الداخل في محطات مقاطعة كوبيك لتبلغ ٦.٥ م في أموس و ٧.٤ م في أمكوي . ويستمر انخفاض قيم المعدلات السنوية للحرارة العظمى بالاتجاه صوب السهول الوسطى لتبلغ ٨.٤ م في كاميروز و ١٠.٨ م في ألتوان حيث تتميز الأولى بكونها الأبرد خريفاً لتطرفها شمالاً لدائرة عرض ٥٣° ، أما الثانية فهي الأدف خريفاً وشتاءً والأكثر ميلاً لارتفاع الحرارة صيفاً لموقعها جنوباً على دائرة عرض ٤٩° شمالاً في هذا النطاق الداخلي بخصائصه القارية . وتنخفض قيم المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى إلى ما دون الصفر المئوي في العروض القطبية لتقع في مجملها دون الصفر المئوي ، لتبلغ - ١٠.٨ م في كمبردج باي مقابل - ١٣.٥ م في أليرت في أقصى الشمال الشرقي لكندا حيث تأثير تيار لبرادور البارد (شكل ٦ - أ) .

٣ - ١ : متوسط درجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء :

تنخفض قيم المتوسط الشتوي لدرجة الحرارة الصغرى إلى ما دون الصفر المئوي في جميع المحطات باستثناء محطات السهول الساحلية الغربية بسبب المؤثرات الدفينة التي تنقلها الرياح الجنوبية الغربية من المحيط الهادي وتيار ألسكا الدافئ . فيتمتع هذا النطاق بليالي شتوية دافئة نوعاً ما ، إذ ترتفع القيم لتبلغ مثلاً ١٢.٧ م في أددنبوك أيلاند (تقع على ارتفاع ٢١.٣ متراً فوق مستوى سطح البحر بمقاطعة كولومبيا البريطانية) . وما تلبث أن تنخفض القيم بالاتجاه نحو الداخل كنتيجة لارتفاع السطح لأكثر من ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر كما هو الحال في باجابوو جريبك وبيج جريبك لتتخفض لأقل من - ١٥.٠ م . ويتضح ذلك في تدرج قيم خطوط التساوي لدرجة الحرارة نحو الانخفاض بالاتجاه نحو الداخل (شكل ٧ - أ) . أما في السهول الساحلية الشرقية في نطاق الجزر وأشباه الجزر ، فلا تنخفض القيم لأقل من درجة واحدة مئوية دون مستوى التجمد في أليستون التي تتميز بأدفاً الليالي الشتوية ، بينما تنخفض إلى - ١٤.٣ م في أكاديا فورست الأكثر برودة في الليالي الشتوية في هذا النطاق . ويسود التجمد في الليالي الشتوية في محطات كوبيك الداخلية فتبلغ قيم متوسط الصغرى - ٢٠.٦ م في

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

أموس . وتشهد برودة الليالي الشتوية في العروض القطبية لتتخفص قيم متوسط الصغرى لتحت الصفر المنوي بأكثر من 30.0°C ، فتبلغ -33.2°C في أليرت و -35.0°C في كمبردج باي . وتتميز ليالي شهر يناير بكونها الأبرد بقيم متوسط تبلغ -36.0°C في كمبردج باي ، ويقابلها شهر فبراير الذي تتميز لياليه بالدفء النسبي بفارق ضئيل عن ليالي شهر يناير .

٢ - ٣ : متوسط درجة الحرارة الصغرى في فصل الربيع :

ينساب الدفء تدريجياً إلى ليالي فصل الربيع وتذوب الثلوج في المحطات الساحلية الغربية حيث تبلغ القيم 16.7°C كحد أقصى في أددنبوك أيلاند (الأدفا في ليالي الشتاء) ، بينما تنخفضت تأثير ارتفاع السطح في بعض المحطات الداخلية في نطاق الكورديليرا لأقل من -5.0°C كما هو الحال في محطة بيج جريك . وهكذا يرتفع الفارق في قيم متوسطات بين هاتين المحطتين لحوالي 22°C على الرغم من موقعهما على دائرة عرض 51° شمالاً . وترتفع قيم المتوسطات في السهول الساحلية الشرقية لأكثر من 15.0°C مقارنة بالمتوسط الشتوي ، وإن كانت تظل في مجملها دون مستوى التجمد بحوالي 5 درجات مئوية ، ويستثنى منها فقط محطة أليستون بقيم تبلغ 8.5°C مما يشير إلى دفئها النسبي ربيعاً (كما أن قيم المتوسط الشتوي في هذه المحطة لم تتخفص لأكثر من درجتين مؤويتين تحت الصفر) بسبب موقعها الجزري في جزيرة برنس إدوارد (شكل ٧ - ب) .

٣ - متوسط درجة الحرارة الصغرى :

أما فيما يتعلق بالمتوسطات الشهرية ، فترتفع القيم خلال شهر مايو الذي يمثل بدايات ذوبان الثلوج بقيم تتراوح من -13.0°C في كمبردج باي (أبرد المحطات لموقعها في العروض القطبية) إلى 19.8°C في أددنبوك أيلاند على سواحل الهادي . وهكذا ترتفع قيم متوسط شهر مايو لأكثر من 20.0°C مقارنة بمثيلاتها في شهر مارس الذي يعتبر امتداداً لشهور الشتاء خاصة في العروض القطبية . ولا يقتصر زيادة الفروق في قيم المتوسطات الشهرية على العروض العليا ، بل ويتمثل أيضاً في نطاق السهول الوسطى بخصائصها القارية ، حيث يبلغ الفرق بين قيم شهر عن قيم شهر مارس حوالي 13°C في ألتاوان ، و 18°C في أتووتر ، و 21°C في كامروز .

٣ - ٣ : متوسط درجة الحرارة الصغرى في فصل الصيف :

ترتفع قيم متوسط الحرارة الصغرى خلال الليالي الصيف بمقدار يتراوح من 5.0°C إلى 12.0°C مقارنة بقيم متوسط فصل الربيع ، ويتبع ذلك ذوبان الثلوج في الساحل الغربي . وتتميز محطات هذا النطاق باعتدال الحرارة المائل للبرودة باستثناء محطة أددنبوك أيلاند ذات الليالي التي تميل للحرارة بقيم تبلغ 22.2°C (وهكذا تكون القيم قد ارتفعت لأكثر من 6.0°C مقارنة بالربيع ، ولأكثر من 10.0°C مقارنة بالشتاء) . ويغلب على ليالي فصل الصيف اعتدال درجة الحرارة في السهول الأطلنطية الشرقية حيث تتراوح القيم من 10.0°C إلى 14.0°C (وهكذا تكون قد ارتفعت لقيم لأكثر من 10.0°C مقارنة بالربيع ، ولأكثر من 23°C مقارنة بالشتاء) . كما تعكس قيم متوسط الصغرى بالدفء النسبي خلال فصل

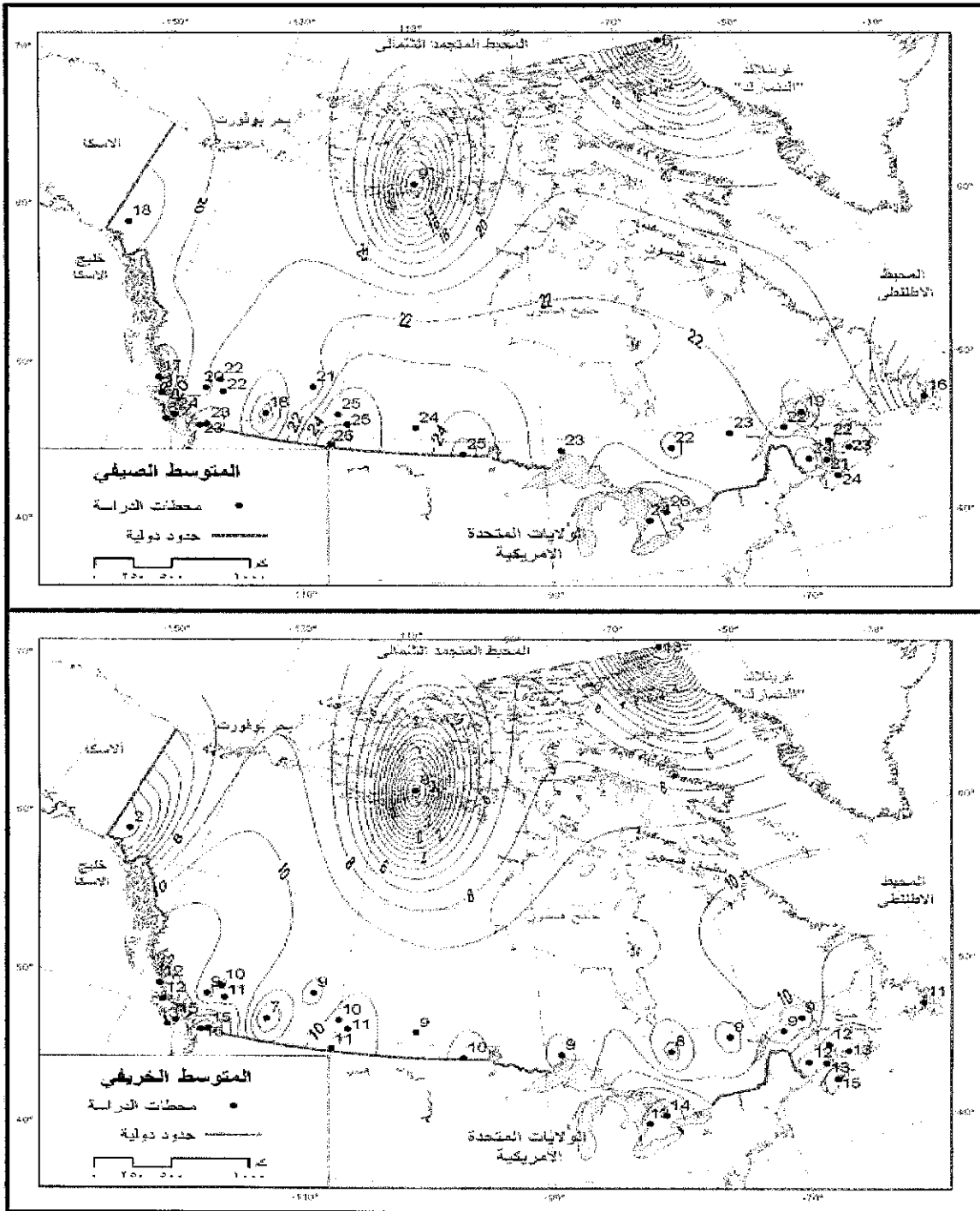
خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

الصيف في العروض القطبية ، حيث ترتفع فوق الصفر المنوي بدرجتين فقط (شكل ٨ - أ) ، ومن ثم تكون القيم قد ارتفعت مثلاً بمقدار يتجاوز ٢٠.٠ م مقارنةً بالربيع ، ولأكثر من ٣٧ م مقارنةً بالشتاء في محطة كمبردج باي . بينما يستمر التجمد في ليالي الصيف في محطة أليرت (٨٢ شمالاً) على الرغم من ارتفاع قيم متوسط الصغرى لأكثر من ٢٥.٠ م خلال فصل الصيف مقارنةً بقيم فصل الربيع ، ولأكثر من ٣٢.٠ م مقارنةً بقيم الشتاء . وتتقارب قيم المتوسطات الشهرية للحرارة الصغرى خلال فصل الصيف مع ارتفاع طفيف في قيم شهر يوليو في محطات الدراسة بما فيها تلك التي تقع في العروض القطبية .

٣ - ٤ : متوسط درجة الحرارة الصغرى في فصل الخريف :

تميل ليالي فصل الخريف إلى البرودة النسبية وإن كانت قيم المتوسطات قد ارتفعت بمقدار يتراوح من ٣.٠ م إلى ٩.٠ م فوق مستوى التجمد في المحطات الغربية حيث تشير قيم خطوط التساوي إلى وجود مركزاً للدفء النسبي في تلك المحطات (شكل ٨ - ب) . وتحافظ ليالي الخريف على دفئها فيأدندنبوك أيلاند بقيم تبلغ ١٧.٤ م لتعد أدفء محطات الدراسة خلال فصول السنة . وإذ تنخفض المناسيب في المحطات الشرقية التي تقع في الجزر وأشباه الجزر ، فإن قيم متوسط الحرارة الصغرى في ليالي الخريف ترتفع فوق مستوى التجمد بحوالي ٢.٠ م في أكاديا فورست ، كما تبلغ ١٣.٠ م في أليستون التي تعد أدفاً المحطات الشرقية (بانخفاض حوالي ١٠ م عن الصيف) . وهكذا تنخفض قيم متوسط الصغرى خلال فصل الخريف بمقدار يتراوح من ٥.٠ م إلى ١٠.٠ م مقارنةً بقيم فصل الصيف . ويزيد مقدار هذا انخفاض في قيم المتوسطات خلال فصل الخريف مقارنةً بمثيلاتها خلال فصل الصيف لأكثر من ١٣ م بالاتجاه نحو السهول الوسطى كما هو الحال في ألتاوان على سبيل المثال (جدول ٤) . كما يتجاوز مقدار هذا الانخفاض ٢٠.٠ م في محطة أليرت في العروض القطبية . وتعتبر ليالي شهر سبتمبر هي الأدفء خلال فصل الخريف بقيم متوسطات تبلغ ٢٠.٦ م في أدندنبوك أيلاند ، وبقيم تنخفض إلى تحت الصفر المنوي لتبلغ -٢.٤ م في كمبردج باي . ويتسع مقدار هذا الانخفاض بين قيم متوسط شهر نوفمبر (أبرد شهور الخريف ومقدمة فصل الشتاء) مقارنةً بقيم شهر سبتمبر (أدفء شهور الخريف ونهايات الصيف) ليبلغ فقط ٧.٠ م في أدندنبوك أيلاند في السهل الساحل الغربي ، بينما ترتفع بمقدار ٢٤.٠ م في كمبردج باي في العروض القطبية .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمادة المنتدى الدولي
الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

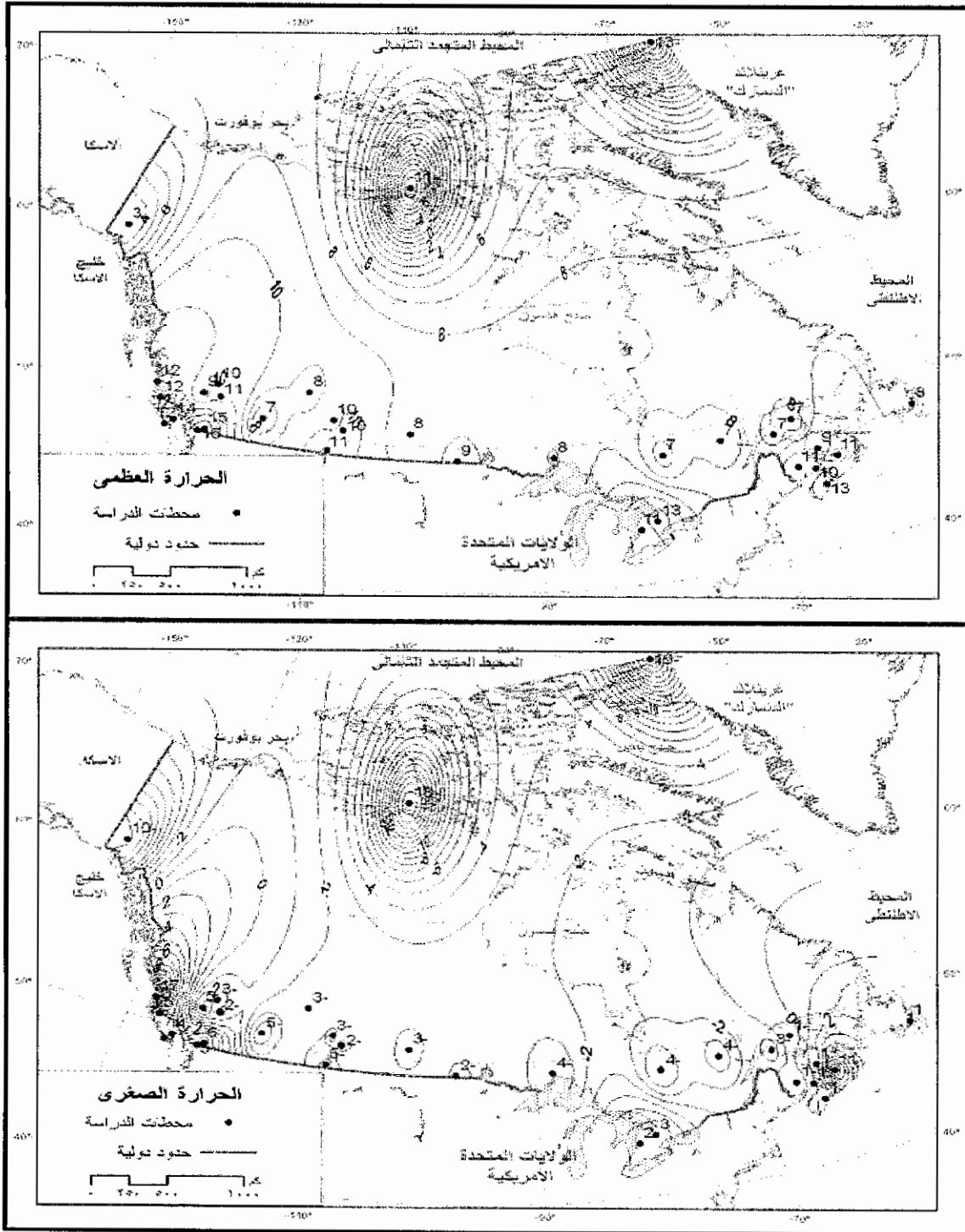


شكل (٥) المتوسط الصيفي والخريفي لدرجات الحرارة العظمى بالدرجة المئوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

Handwritten signature or mark.

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي
الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

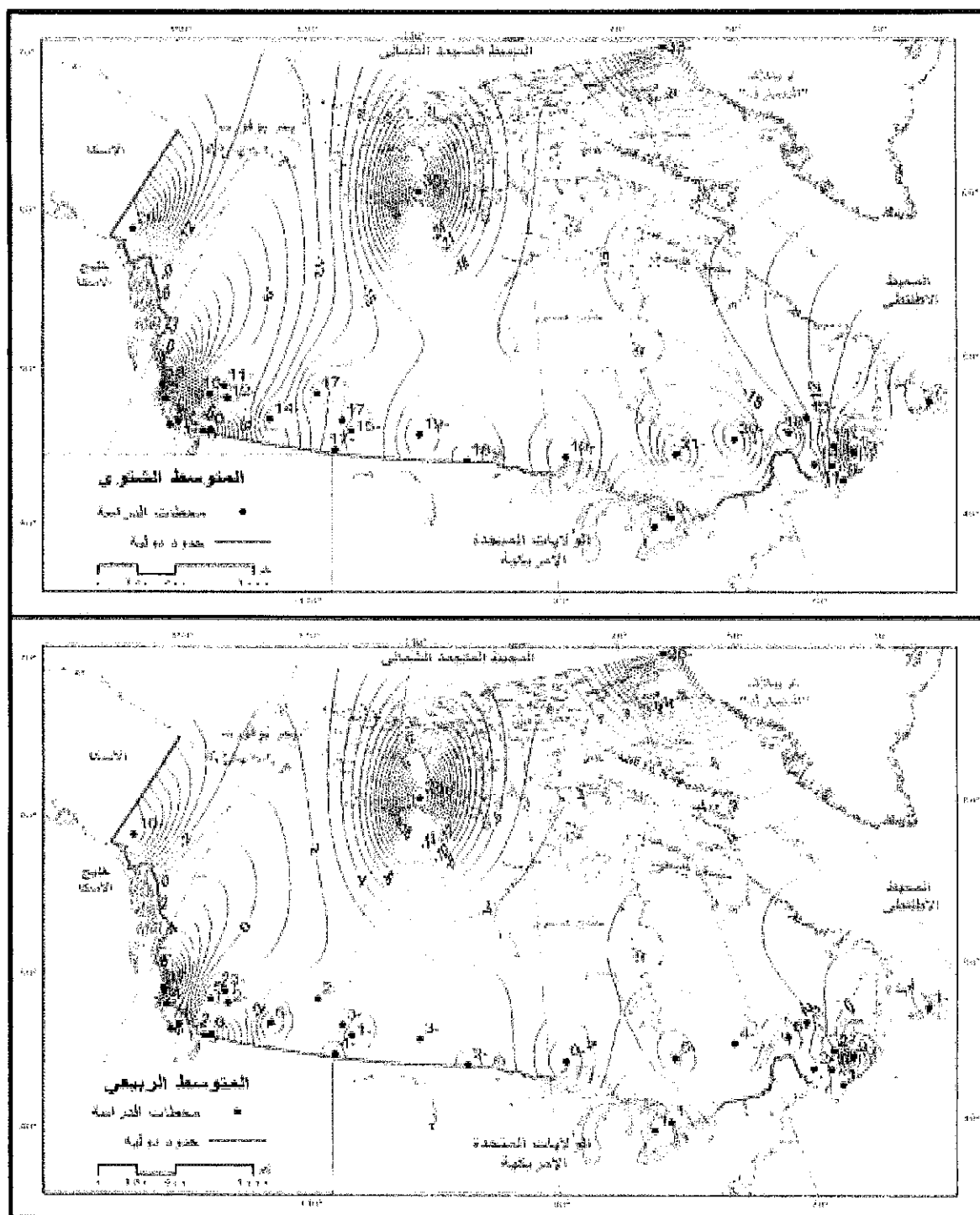


شكل (٦) المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى والصغرى بالدرجة المئوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

(Handwritten signature)

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حَمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦



شكل (٧) المتوسط الشتوي والربيعي لدرجات الحرارة الصغرى بالدرجة المنوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

(Handwritten signature)

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

٣ - ٥ : المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى :

توضح المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى دفاء الليالي في السهول الساحلية الباسفيكية بسبب المؤثرات البحرية حيث ترتفع قيم المعدلات لتبلغ ١٧.٣ م في أددنبروك أيلاند التي تعد الأدفاء بين محطات الدراسة . وتتراوح القيم في هذه السهول من ٤.٠ م إلى ٧.٠ م فوق الصفر المنوي ، بينما تنخفض دون مستوى التجمد بحوالي ٦.٠ م في نطاق الكورديلييرا كما هو الحال في محطة بيج جريك ومحطة باجابوو جريك بسبب ارتفاع السطح . وتنخفض قيم المعدل السنوي بالانتقال إلى السهول الساحلية الشرقية بحيث لا تتجاوز درجتين منويتين فوق مستوى التجمد باستثناء أليستون بمقاطعة برنس إدوارد أيلاند حيث ترتفع قيم المعدل لتبلغ ١٠.٨ م . كما تنخفض قيم المعدل السنوي للصغرى بالاتجاه نحو السهول الوسطى لأكثر من ٤.٠ م تحت الصفر المنوي كما هو الحال في ألتاوان بمقاطعة ألبرتا . ويستمر هذا الانخفاض ليبلغ -١٧.٨ م في كمبردج باي ، بل وينخفض إلى -٢٠.٠ م تقريباً في ألبرت في العروض القطبية (شكل ٦ - ب) .

٤ - الموجات الدافئة :

ويقصد بالموجات الدافئة هي تلك الأيام التي يرتفع فيها المتوسط اليومي للحرارة العظمى ليتراوح من ٢٠.٠ م لأكثر من ٣٥.٠ م. وتحليل بيانات تلك الأيام خلال ثلاثة عقود ١٩٧٠ / ٢٠٠٠ ، يتضح أن عددها يتجاوز ١٠٠ يوماً في ٤١% من محطات الدراسة . بل أن تكرار هذه الموجات الدافئة لا يقل عن ١١٠ يوماً في ٨٣% من محطات السهول الوسطى الداخلية بسبب ظروفها القارية . وتعتبر محطة ألتاوان (بمقاطعة ألبرتا) أكثر محطات الدراسة نصيباً من تكرار هذه الموجات حيث يبلغ اجمالي هذه الأيام الدافئة ١٣٩ يوماً ، وتليها محطة ألتونا (بمقاطعة مانيتوبا) بنصيب ١٣٣ يوماً ، ومحطة أوبي (بمقاطعة ساسكتشوان) بنصيب ١٢٨ يوماً (شكل ٩) . وينخفض تكرار هذه الموجات الدافئة في محطات السهول الساحلية الغربية بسبب انخفاض السطح لأقل من ٨٠ متراً فوق مستوى سطح البحر مما يسمح بتوغل المؤثرات البحرية ليبلغ تكرارها ١٠١ يوماً في أكاسيسز كدا ، ويرتفع إلى ١٣٣ يوماً في ألبرني روبرتسون (بمقاطعة كولومبيا البريطانية) لتمثل تكرارها في أرنولدز كوف على الساحل الشرقي في جزيرة نيوفونلاند (شكل ٩) . ويندر تكرار مثل هذه الموجات الدافئة في محطة أمفيتريت بوينت في نطاق السهل الساحلي الغربي بمقاطعة كولومبيا البريطانية } التي تتميز بأقل متوسطات للحرارة العظمى بين جميع المحطات { بحيث لا يتجاوز مجموعها ٧ أيام خلال العقود الثلاثة لتقترب من كمبردج باي في العروض القطبية التي لم يحدث فيها سوى موجتين دافئتين فقط خلال هذه المدة . وقد حدث في صيف ٢٠٠١ ، أن ارتفع عدد الأيام التي يتجاوز خلالها المتوسط اليومي للحرارة العظمى ٣٠.٠ م في السهول الوسطى الداخلية بالإضافة إلى مقاطعة أونتاريو^(٣) ، ليبلغ عددها ٢٤ يوماً في أونتاريو على سبيل المثال ، وبذلك يكون قد ارتفع بمقدار يعادل ما بين الضعف إلى أربعة أمثاله خلال

٣ - تتميز المحطات الداخلية بارتفاع درجات الحرارة القصوى المطلقة لتتجاوز ٤٠.٠ م كما هو الحال في ألتاوان في مقاطعة ألبرتا ، وكذلك في أوبي والساسك هاردين بمقاطعة ساسكتشوان ، وفي ألتونا بمقاطعة مانيتوبا . هذا وتتجاوز ٣٥.٠ م في أليستون نيلسون وكامروز فولز في مقاطعة أونتاريو ، كما لا تنخفض مثل هذه الدرجات القصوى عن ٣٠.٠ م في المحطات الداخلية الأخرى كما يتضح في شكل (١١) .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

الفترة ١٩٦٠ / ١٩٩٠ [pp.19/23Phillips.,(2000)]. ومما يذكر أنه خلال سنة ٢٠٠٧ قد بلغ عدد تلك الأيام (التي يتجاوز خلالها المتوسط اليومي للحرارة العظمى أكثر من ٣٠.٠ م°) ١٧ يوماً مقابل ٥ أيام فقط خلال سنة ٢٠٠٨ في محطة مونتريال بمقاطعة كوبيك على سبيل المثال . وقد ربط البعض بين حدوث مثل هذه الموجات الدافئة الرطبة وبين حدوث اضطرابات في طبقات الجو العليا في شمالي مقاطعة أونتاريو ووسط مقاطعة كوبيك فمنعت تحرك المؤثرات القارية أمام حزام الضغط المرتفع الدائم على المحيط الأطلنطي الشمالي [Frais,David,2008] . وتحليل عدد الأيام الدافئة التي يتراوح خلالها المتوسط اليومي للحرارة العظمى من ٢٠ م° إلى ٣٠ م° ، ينضح أنها الأكثر تكراراً إذ تمثل ٨٣% من جملة تلك الأيام . ويوضح التوزيع الفصلي لهذه الموجات الدافئة أن حدوثها يقتصر على فصل الصيف في محطات العروض العليا كما هو في بورواش وكمبردج باي ، بينما لم تحدث أبداً في أليرت على دائرة عرض ٨٢° شمالاً . أما في المحطات الأخرى ، فإن نصيب فصل الصيف لا يقل عن ٧٠% منها ، بل ويصل إلى ٨٥% من جملتها كما هو الحال في أليستون نيلسون ، وبليث ، وألما ، وكاب ماديلين ، والساسك هاردين ، والتاوان ، وهي محطات داخلية تقع على مناسيب منخفضة . أما نصيب فصل الربيع فينحصر فقط فيما بين ٥% إلى ١٥% من جملة تكرارها .

٥ - الموجات الباردة :

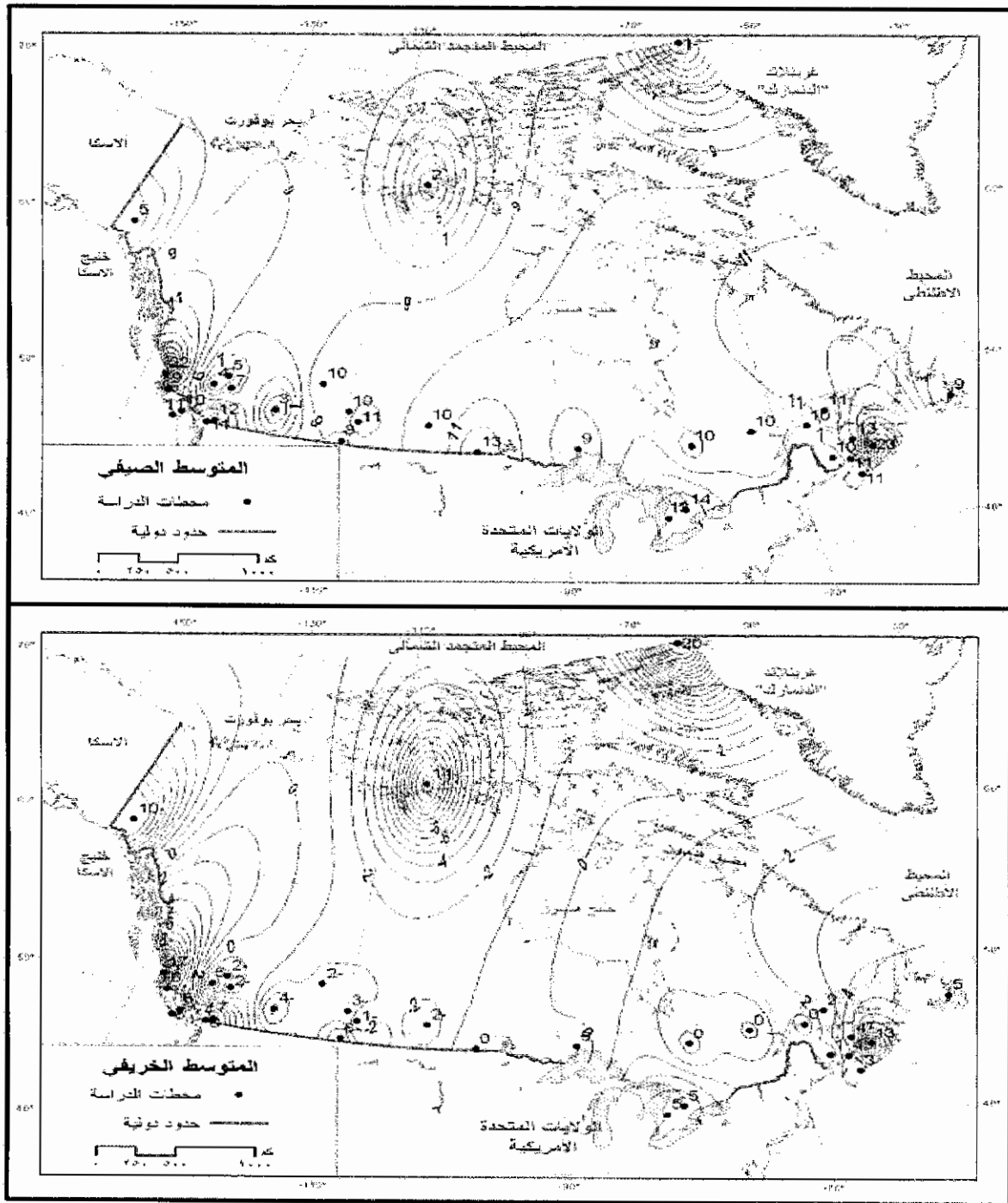
تعتبر الموجات الباردة أهم ما يميز مناخ كندا كنتيجة لموقعها الفلكي . وقد تم تحديد الموجات الباردة بالأيام التي ينخفض خلالها المتوسط اليومي للحرارة الصغرى ليتراوح من -١٠.٠ م° وأقل من -٣٠.٠ م° . ويتضح من نتائج تحليل بيانات المحطات خلال ثلاثة عقود ١٩٧٠ / ٢٠٠٠ أن ٧٦% من تكرار هذه الموجات الباردة يحدث خلال فصل الشتاء مقابل ١٤% منها خلال فصل الخريف ، بينما تختفي خلال فصلي الربيع والصيف . هذا ولا يتجاوز تكرار تلك الموجات الباردة ثلاثة أيام فقط في نطاق السواحل الغربية كنتيجة لتأثرها بالكتل الهوائية الدفينة ، فضلاً عن تأثير تيار أسكا الدافئ .

بينما يرتفع تكرارها بالاتجاه نحو مرتفعات الكورديلييرا ليلبلغ ٨٤ يوماً في ميل هاوس ، ويرتفع إلى ١٠٠ يوماً في بيج جريبك^(٤) . ويزيد تكرار هذه الموجات الباردة في السهول الشرقية ليلبلغ ٥٥ يوماً كحد أدنى في أليستون وألما ، مقابل ١٠٤ يوماً كحد أقصى في أكاديا فورست . ويحدث ٨٤% من تلك الموجات خلال فصل الشتاء ، مقابل ١٣% في فصل الربيع ، كما تمتد هذه الموجات ليحدث ٤% فقط منها خلال الخريف .

١

^٤ - تنخفض درجات الحرارة الدنيا إلى أقل من -٤٠.٠ م° في المحطات التي تقع في نطاق الكورديلييرا كما هو الحال في ميل هاوس ، وباجابوو جريبك ، وكامروز ، وكاميللي ليك ، هذا بالإضافة إلى المحطات الداخلية كما هو الحال في أموس ، وكامرون فولز ، والتاوان ، والساسك هاردين . كما تنخفض درجات الحرارة الدنيا في العروض القطبية وبون القطبية إلى ما دون -٥٠.٠ م° كما يتضح في شكل (١١) .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

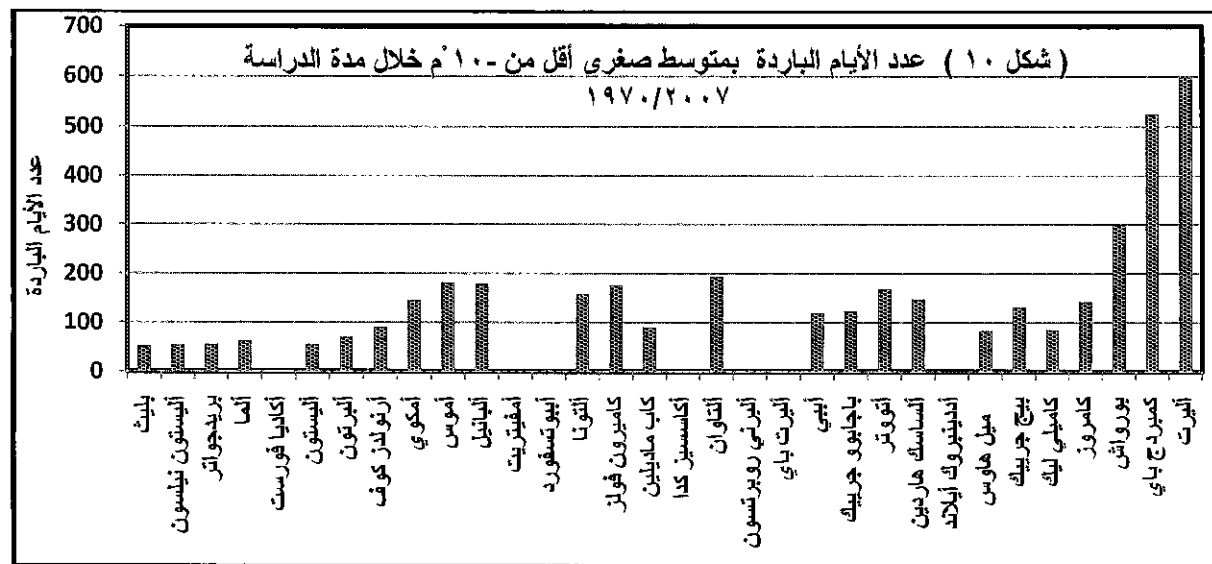
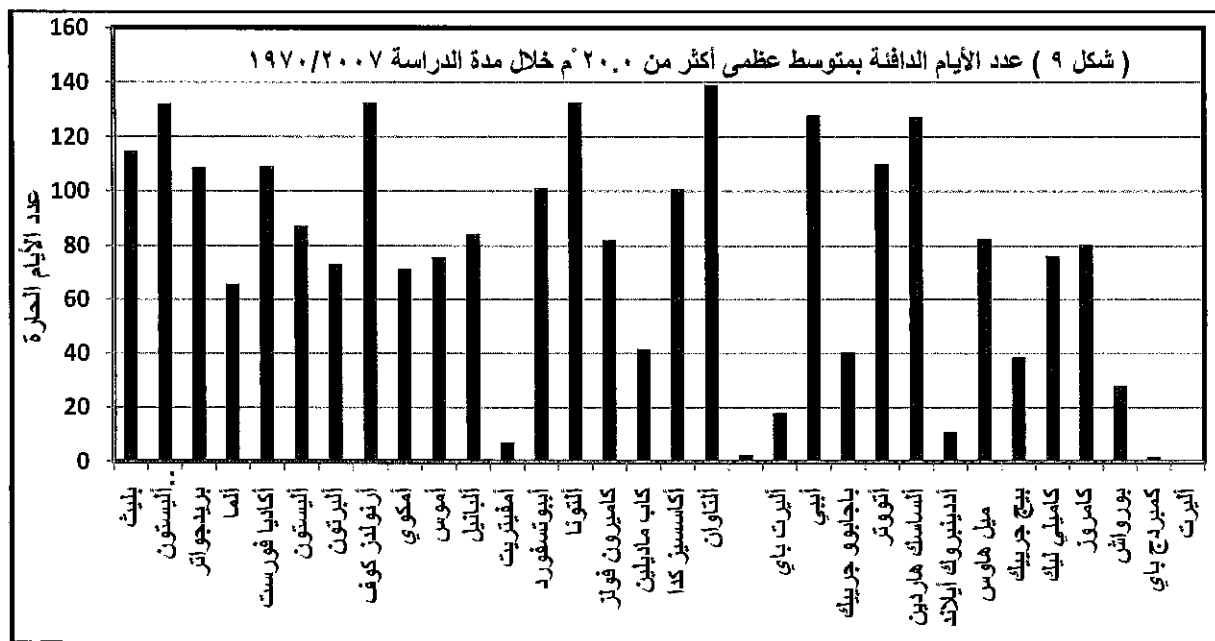


شكل (٨) المتوسط الصيفي والخريفي لدرجات الحرارة الصغرى بالدرجة المئوية

المصدر : اعتماداً على نتائج تحليل بيانات محطات الدراسة ١٩٧٠ / ٢٠٠٧

Handwritten signature or mark.

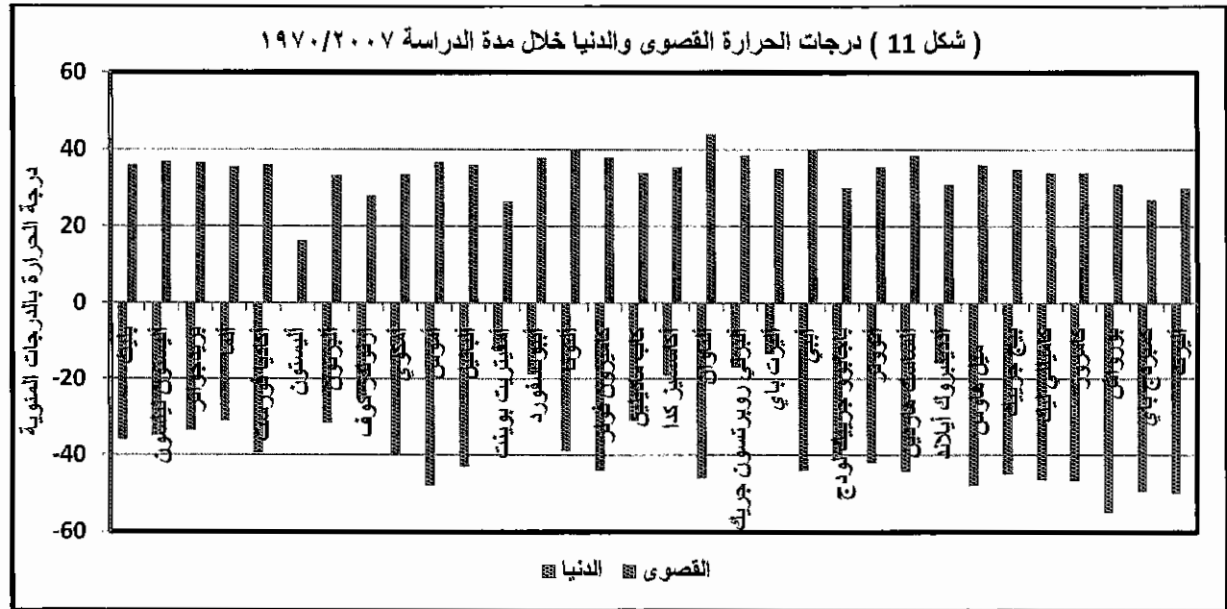
خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملبي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦



ويزيد تكرار هذه الموجات الباردة في السهول الوسطى لظروفها القارية ليبلغ عددها ١٢٠ يوماً كحد أدنى في أبي، بينما ترتفع إلى ١٩٤ يوماً في ألتوان (شكل ١٠). ويحدث ما نسبته تتراوح من ١١% إلى ١٧% خلال فصل الشتاء مقابل ١٤% منها خلال فصل الربيع. ويزيد تكرار هذه الموجات الباردة في العروض القطبية ودون القطبية ليتراوح بين ٣٠٠ - ٦٠٠ يوماً في بورواش وألبرت على التوالي تبعاً لموقعهما الفلكي وتوغل المؤثرات القطبية. ومما يزيد من قسوة هذه الموجات الباردة أن ٣٤% منها ينخفض خلالها المتوسط اليومي للحرارة الصغرى إلى ما بين ٢٠.٠ م و ٣٠.٠ م. وجدير بالملاحظة، أن نصيب الربيع من تكرارها يبلغ ٣٢% في ألبرتو ٦١% في بورواش، مقابل ١٩% و ٤٣% للشتاء في كل منهما على التوالي. ويعكس هذا التوزيع التكراري لتلك الموجات استمرار برودة

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

الشتاء حتى نهايات فصل الربيع ، بينما تنسحب حرارة الصيف إلى الخريف الذي لا يتجاوز نصيبه ٢٥% من إجمالي تكرار الموجات الباردة . ويؤكد ذلك كون احتمالية حدوث الموجات الباردة أكثر توقعاً في الربيع مقارنة بالخريف ، ومن ثم تصبح نهايات الشتاء أبرد من بداياته في محطات الدراسة خلال العقود الثلاثة الأخيرة .



6- اتجاه التغير في درجة الحرارة:

تتميز كندا بتنوع أقاليمها المناخية كنتيجة لاتساع مساحتها لتبلغ حوالي ١٠ مليون كيلومتراً مربعاً ، وأمتدادها عرضياً فيما بين المحيط الأطلنطي شرقاً والمحيط الهادي غرباً ، وأمتدادها طولياً فيما بين العروض الوسطى جنوباً وتوغل جزرها الشمالية في العروض القطبية . وقد انعكس هذا في سرعة تأثرها بتقلبات الطقس وتغيرات المناخ ، إذ تشير التقديرات الاقتصادية إلى أن الدخل القومي لكندا يفقد ١٢ بليون دولار كندي / سنوياً للإنفاق على وسائل التكيف مع الطقس والمناخ بالإضافة لحوادث الطرق الناتجة عن سوء الأحوال الجوية [Adrey, J. & others (2001), p.1]. وتعتبر تقلبات الطقس الطارئة وتغيرات المناخ خاصة تلك التي ترتبط بدرجات الحرارة هي الأكثر كلفة لكونها تؤثر في النشاط البشري ومن ثم الاقتصاد القومي ، كما وقد تؤثر في السلوكيات الاجتماعية للمواطنين لما تفرضه من استخدام كثيف للأجهزة الكهربائية بهدف تعديل الطقس ، فضلاً عن تدبير نفقاته . بل وقد يمتد تأثير حدوث أي تغير طفيف في المناخ إلى المجموعات النباتية والحيوانية التي تحيا في بيئات معينة في ظل ظروف محددة بمعدلات مناخية واضحة ، مما قد يعرضها لوضع شديد التعقيد عند حدوث أي تغير في هذه المعدلات . هذا ، وقد يحتاج هذا النظام البيئي إلى عدة عقود وربما قرون ليستعيد خصائصه الطبيعية الملائمة لمثل هذه المجموعات الحية [Zwiers & Zhang (2002), p.3]. هذا ويتغير المناخ الأقليمي والعالمى من سنة إلى أخرى ومن عقد إلى آخر وفقاً للتقلبات الطبيعية Natural Fluctuation في

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

النظام المناخي Climate System .^(٥) وتغير المناخ عبارة عن حدوث تغير واضح في خصائص متوسطات أحد عناصر المناخ^(٦) يتبعها تغير في الملامح البيئية والأنشطة البشرية [فليبو ، ٢٠٠٩ ، ص ٤٣] . هذا ، وقد حدثت بعض التغيرات فيما يتعلق بدرجة الحرارة في نطاق البحيرات العظمى ونهر سانت لورانس ، حيث ارتفعت قيم متوسط درجة الحرارة اليومية خلال شتاء ٢٠٠٢/٢٠٠١ عن المعدل بحوالي ٤.٨ م° . إذ بلغت قيم متوسط درجة الحرارة اليومية -٢.٧ م° خلال شتاء ٢٠٠١ ، كما بلغت -٢.٣ م° خلال شتاء ٢٠٠٢ ، مقابل -٧.٩ م° لشتاء عام ١٩٩٤ مثلاً [المركز الوطني للبيانات المناخية (٢٠٠٨)] . وقد دفع ذلك البعض إلى التنبؤ باتجاه الحرارة نحو الدفء النسبي خلال فصل الشتاء ، أو على الأقل اتجاه معدلات درجات الحرارة نحو الدفء النسبي بصورة أكبر مقارنةً باحتمالية تكرار الموجات قارصة البرودة [Canada Country Study,2004] . هذا ، وبدراسة اتجاه التغير في درجة الحرارة في كندا خلال سنوات الدراسة ، يتضح الاختلاف في مقدار هذا التغير^(٧) واتجاهه وفقاً لعنصر درجة الحرارة ودوائر العرض والمحطات أيضاً. ويتضح من نتائج تحليل بيانات المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة العظمى في المحطات خلال مدة الدراسة ٢٠٠٧/١٩٧٠ ، يتضح اتجاهها نحو الارتفاع في ٧٢% من محطات الدراسة ، مقابل اتجاهها نحو الانخفاض في ٢٨% فقط من المحطات . وقد حدث أكبر انخفاض في قيم متوسط العظمى في محطة ألبرت باي { في السهول الساحلية الباسفيكية ٥٠° شمالاً } بمعدل -٠.١٥ م° / سنوياً خلال ٢٤ سنة ، كما بلغ معدل الانخفاض في محطة ألتوان -٠.١ م° / سنوياً خلال ٢٣ سنة ، مما يشير إلى أن اتجاهها نحو الانخفاض يرتبط فقط بقصر مدة الدراسة بحيث تنحصر في ربع قرن على الأكثر (شكل ١٢) . هذا ، وخلال صيف سنة ٢٠٠١ قد ارتفعت قيم متوسط الحرارة اليومية لتبلغ ٢٠.٤ م° ، كما ارتفعت قيم متوسط الحرارة العظمى لتصل ٢٦.٥ م° ، مقابل ٢٠.٩ م° و ٢٧.٠ م° لكلٍ منهما بالتوالي خلال صيف سنة ٢٠٠٢ في محطة أليستون نيلسون في مقاطعة أونتاريو على البحيرات العظمى^(٨) . كما ارتفع متوسط العظمى بمعدل ٠.١٥ م° / سنوياً خلال ٣٦ سنة في كمبردج

٥ - قد جاء في تقرير المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في العدد الصادر في يوليو ١٩٩٩ في دراسة عن التغير في نظام المناخ العالمي أن أعلى درجة حرارة قد تم تسجيلها في كل من كندا وقبرص واليونان . كما أعلنت هذه الدراسة أن أعلى درجة حرارة للأرض قد سجلت خلال سنة ١٩٩٨ منذ ١٣٩ سنة ، وقد بلغ متوسط الارتفاع في درجة الحرارة العالمية ٠.٥٧ م° . وأن الفترة خلال عامي ١٩٧٧ / ١٩٩٧ قد شهدت أسرع معدل ارتفاع في درجات الحرارة [محمود ، أكتوبر ١٩٩٩ ص ١٠] . ويرى البعض إنه من واقع التحليلات التي أجرتها المراكز المناخية الرئيسية أن المتوسط العالمي لدرجة الحرارة خلال عام ٢٠٠٦ كان أعلى من المعدل السنوي للفترة ١٩٦١/١٩٩٠ على المستوى العالمي ، وقد بلغ في حده الأدنى ٠.٤٢ م° ، وبلغ في حده الأقصى ٠.٥٤ م° [الجعفري ، ٢٠٠٧ ، ص ٢٥] .

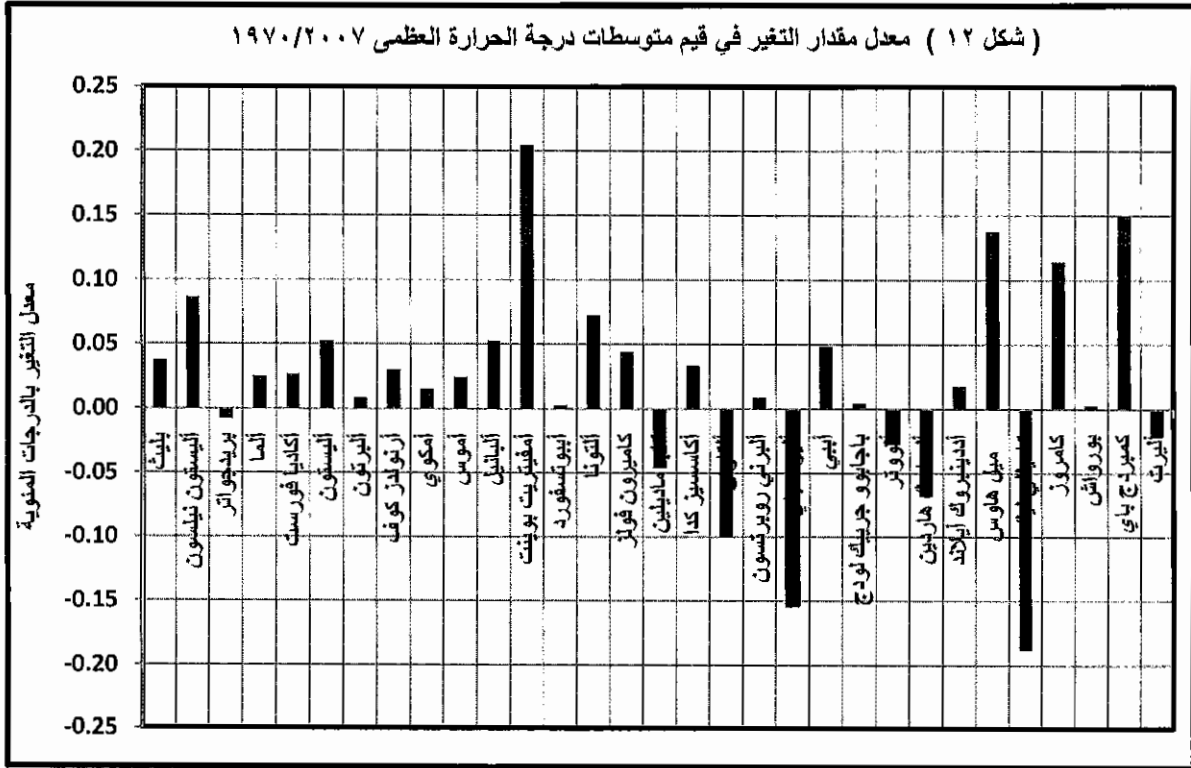
٦ - مما يعني عدم تأثير تغيرات الطقس في تغير المناخ ، ومن ثم تنقطع العلاقة السببية بين تغير المناخ وفقاً لتغير الطقس بحيث لا يتبع تغير الطقس حدوث انتقال من إقليم مناخي إلى آخر قد يكون نقيضه مثل الانتقال من مناخ معتدل إلى مناخ حار أو العكس . وأن تغير المناخ يعني الانتقال من إقليم مناخي لآخر شريطة أن يستمر ذلك لفترات زمنية طويلة . وهذا ما يميز التغير المناخي Climatic Change عن اختلاف المناخ Climatic Variability الذي قد يحدث من سنة إلى أخرى [المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، مركز هادلي Hadley للأرصاد الجوية البريطانية ، وحدة بحوث المناخ ، جامعة East Anglia ، المملكة المتحدة ، ٢٠٠٦] .

٧ - قد تم تحديد مقدار التغير في درجات الحرارة في كل محطة على حدة من خلال المعادلة التالية : مقدار التغير بالدرجات المنوية = درجة الحرارة في بداية مدة الدراسة - درجة الحرارة في نهاية مدة الدراسة / عدد سنوات الدراسة [الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ - ٢٦٠] . أما اتجاه التغير فقد تم من خلال حساب المتوسطات المتحركة الثلاثية ، وقد تم تمثيلها في خط الاتجاه [أبو راضي ، ١٩٨٣] .

٨ - يرى البعض أن ، الموجات الدافئة التي تحدث بمعدل يوماً واحداً / ٨٠ سنة خلال العقود الثلاثة الأخيرة ، يتوقع لها أن تحدث بمعدل يوماً واحداً / ١٠ سنوات على الأقل بحلول عام ٢٠٥٠ في مقاطعة أونتاريو جنوب كندا ، مما يتبعه زيادة كبيرة في تكلفة التبريد خلال فصل الصيف [Zwiers,F. &Zhang, 2002].

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

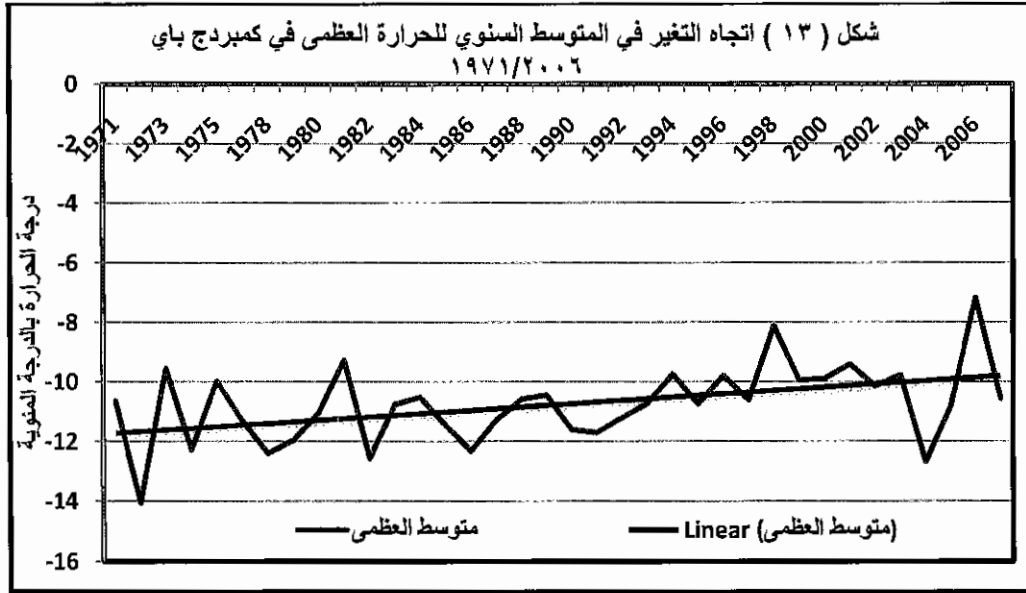
باي في العروض القطبية (شكل ١٣) . (١) وقد حدث ارتفاع في قيم المتوسطات السنوية للحرارة اليومية في ٨١% من المحطات ، مقابل انخفاضها في ١٩% (شكل ١٤) . وقد حدث أكبر ارتفاع في قيم معدل المتوسطات السنوية للحرارة اليومية في محطة ألتونا في نطاق السهول الوسطى بخصائصها القارية بمقاطعة مانيتوبا على دائرة عرض ٤٩° شمالاً حيث بلغ ٣.٦ م° / خلال ٣٧ سنة (شكل ١٥) . بينما حدث انخفاض في قيم المتوسطات السنوية للحرارة اليومية في محطة كاب ماديلين بمقاطعة كوبيك بمعدل بلغ -٠.٧ م° / خلال ٢٤ سنة (شكل ١٦) . وقد تميز فصل الشتاء وفصل الربيع في كندا خلال ٢٠٠٦ بالاعتدال مقارنةً بالسنوات الأخرى . فعلى سبيل المثال ، قد بلغ المتوسط الشتوي للحرارة اليومية -٩.٢ م° ، وبلغ متوسط الحرارة اليومية لفصل الربيع ٥.٩ م° سنة ٢٠٠٦ ، مقابل -١٦.٨ م° كمتوسط للحرارة اليومية لفصل الشتاء ، و ٢.٣ م° كمتوسط لليومية خلال فصل الربيع في محطة ألتونا سنة ١٩٨٩ في نطاق السهول الداخلية في العروض الوسطى .



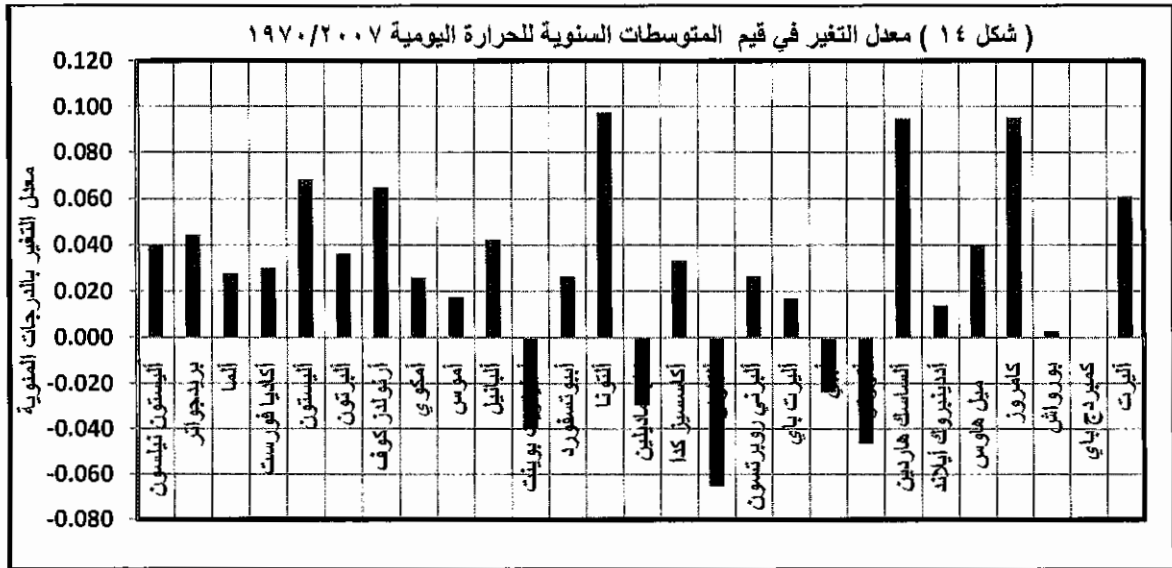
^١ - يرى البعض أن اتساع المحيط المتجمد الشمالي آخذاً في التناقص بنسبة ٨% ، وأن هذا التناقص قد حدث بمعدل فقدان يتراوح من ١٥ إلى ٢٠% خلال صيف ٢٠٠٧ ، مما يعني فقدانه مساحة تبلغ مليون كيلومتراً مربعاً . كما أنخفض سمك الجليد في القطب الشمالي بنسبة ٤٠% خلال الفترة ١٩٩٠/١٩٦٠ [p.29Frasis, David ,2008] .

)

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦



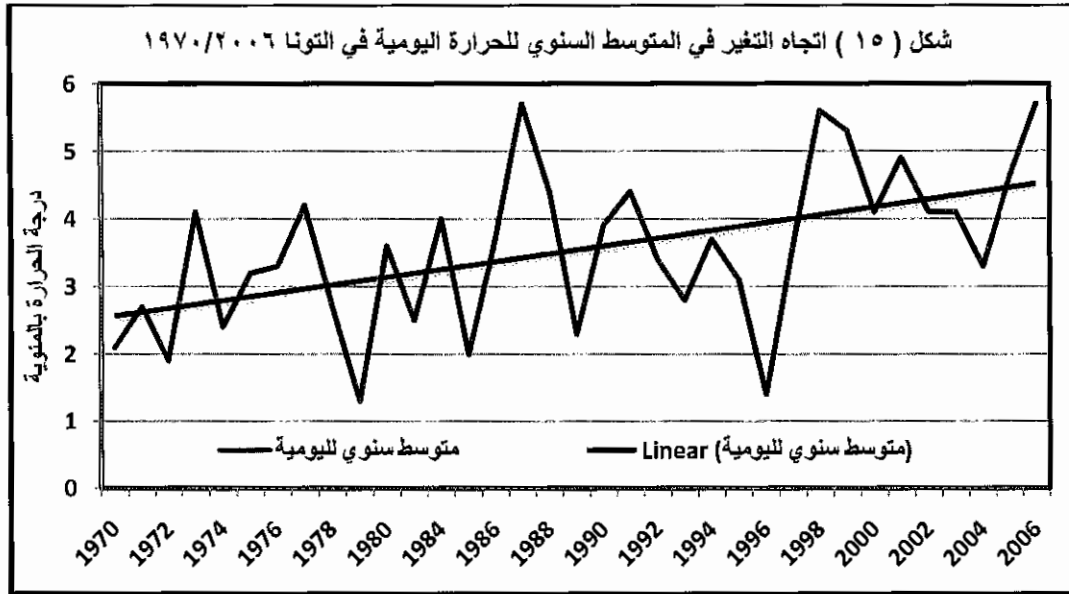
وكمثال آخر في محطة كمبردج باي بالعروض القطبية ، قد بلغت قيمة المتوسط الشتوي للحرارة اليومية -٢٦.٧ م° ، وقيم متوسط فصل الربيع -١٦.٣ م° سنة ٢٠٠٦ ، مقابل -٣٠.٥ م° كمتوسط للحرارة اليومية لفصل الشتاء، و-١٨.١ م° كمتوسط للحرارة اليومية لفصل الربيع سنة ١٩٨٩. (١٠)



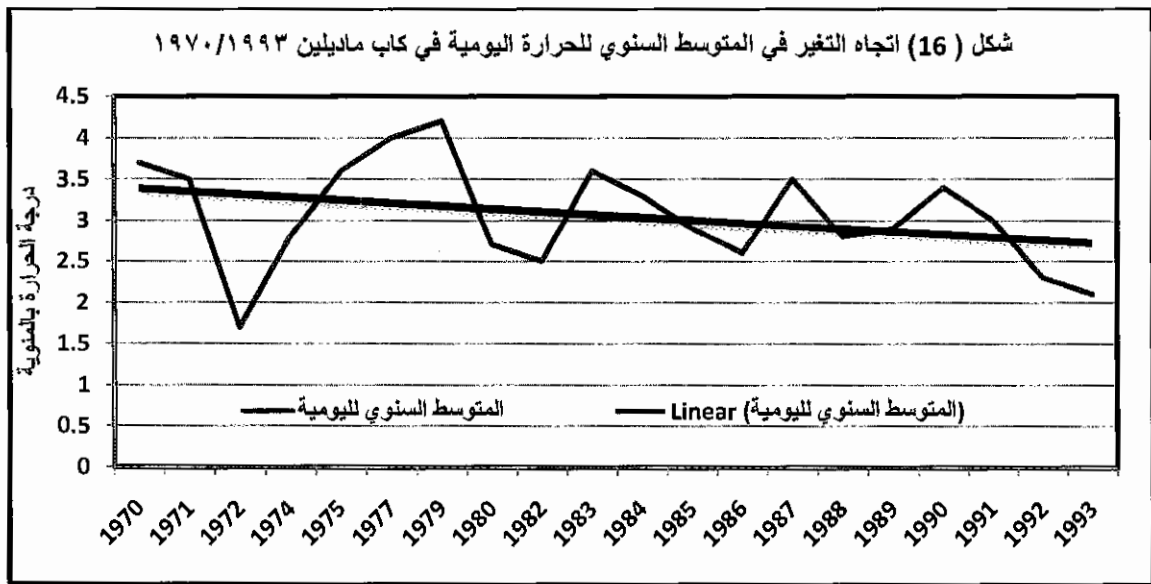
أما اتجاه التغير في قيم المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى ، فقد شهدت اتجاهاً نحو الارتفاع في ٦٦% من محطات الدراسة (شكل ١٧) . وقد بلغ معدل هذا الارتفاع ٠.٢٤ م° / سنوياً خلال ٣١ سنة في محطة ألدنبروك أيلاند { في السهول الساحلية الغربية على دائرة عرض ٥١° شمالاً } .

١٠ - يتضح من واقع التحليلات التي أجرتها المراكز المناخية الرئيسية أن المتوسط العالمي لدرجة الحرارة خلال عام ٢٠٠٦ كان أعلى من المعدل السنوي للفترة ١٩٩٠/١٩٦١ على المستوى العالمي بما يتراوح بين ٠.٤٢ م° - ٠.٥٤ م° [الجعفري ، أكتوبر ٢٠٠٧ ، ص ٢٢-٢٩] .

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ.د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

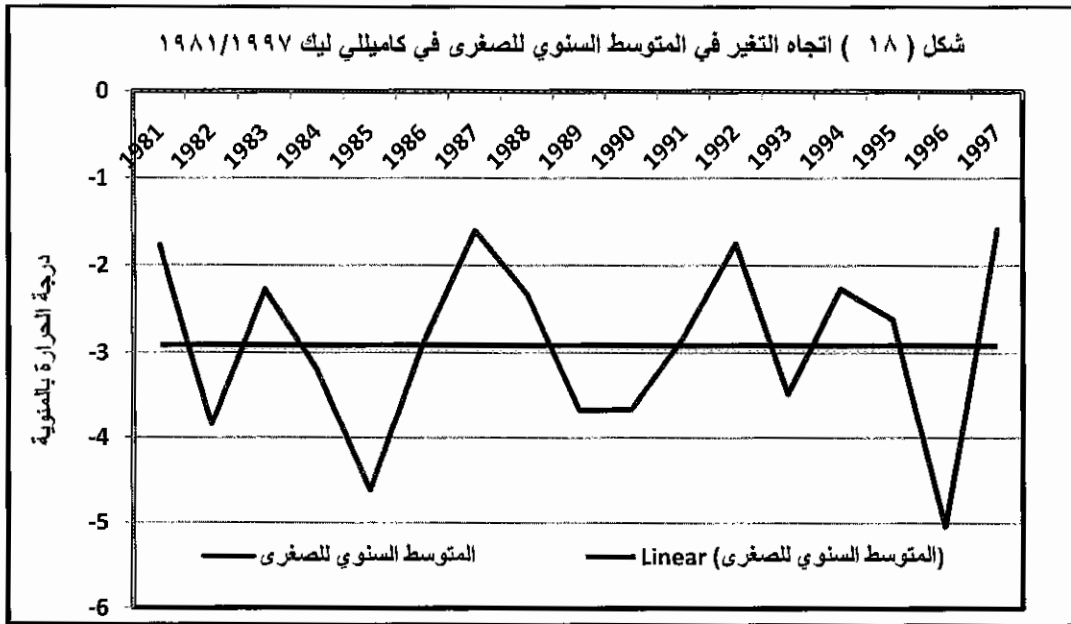
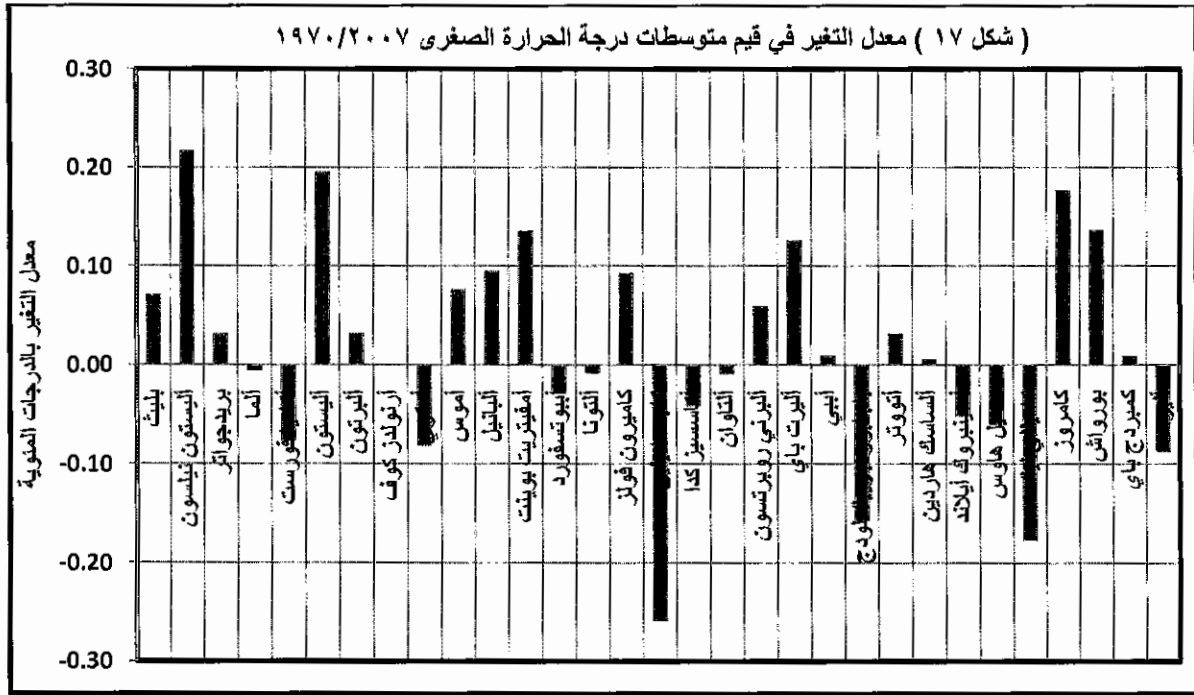


كما شهدت محطة أليرت في العروض القطبية ارتفاعاً في متوسط الصغرى بمعدل بلغ ١.٠٧ م / سنوياً خلال ٢٣ سنة . بينما أتجهت قيم متوسط الصغرى نحو الانخفاض في ٢٢% من المحطات ، وقد بلغ معدل هذا الانخفاض على سبيل المثال -٠.١٩ م / سنوياً خلال ١٧ سنة في كامبيلي ليك { ٥٢° شمالاً في نطاق الكورديلييرا } ، مما يشير إلى ارتباط الاتجاه نحو الانخفاض في قيم متوسطات الصغرى بقصر مدة الدراسة كما هو الحال بالنسبة لمتوسطات العظمى (شكل ١٨) . وجدير بالملاحظة أن قيم المتوسطات السنوية للحرارة الصغرى قد أتسمت بالثبات في ١٢% من محطات الدراسة كما هو الحال مثلاً في بورواش وكمبردج باي في العروض العليا .



Handwritten signature or mark.

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦



(Handwritten signature)

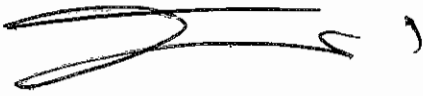
الخاتمة :

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

قد تناول هذا البحث دراسة خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة خلال الفترة ٢٠٠٧/١٩٧٠ . وقد اعتمد البحث على تحليل بيانات درجة الحرارة في ٣٢ محطة أرصاد جوية تتوزع في عدة أقاليم جغرافية تمتد فيما بين العروض الوسطى والعروض القطبية، مما يؤدي إلى تنوع الأقاليم المناخية ، ومن ثم خصائص درجات الحرارة . وقد ركز البحث على تحديد العوامل الجغرافية المؤثرة في درجات الحرارة ، وتحليل أوجه الشبه والاختلاف في درجات الحرارة الشهرية والفصلية والسنوية فيما بين المحطات . هذا فضلاً عن تحديد اتجاهات التغير في درجات الحرارة في اطار زمني يتجاوز العقود الثلاثة في محطات الدراسة وفقاً لظروفها الجغرافية وخصائصها المناخية .

وقد انتهى البحث إلى عدة نتائج:

- ❖ تتسع الاختلافات في درجة الحرارة بين المحطات على دائرة العرض الواحدة كنتيجة للموقع الجغرافي الذي يتحكم في مدتهوغلالاتل الهوائية البحرية والقارية . ويحدث التطرف الحراري في نطاق السهول الوسطى فيما بين مرتفعات الكورديليرا غرباً ، والسهول الساحلية الأطلنطية شرقاً حيثما تتصارع المؤثرات البحرية والقارية . ويسهم الوضع الجزري لبعض المحطات في تفردتها ببعض المميزات البحرية دون غيرها من المحطات الساحلية .
- ❖ يُعد تأثير تيار أسكا الدافئ أكثر وضوحاً في درجة الحرارة السواحل الكندية الغربية على المحيط الهادي مقارنةً بتأثير تيار الخليج الدافئ الذي يضعف تأثيره بسبب التقلبات بتيار لبرادور البارد قبالة الجزر وأشباه الجزر الكندية على السواحل الكندية الشرقية .
- ❖ احتمالية حدوث الموجات الباردة أكثر توقعاً في الربيع مقارنةً بالخريف لكون نهايات الشتاء أبرد من بداياته ، كما أن الانتقال من فصل الشتاء إلى فصل الربيع أقل حدة وتطرفاً من الانتقال من فصل الصيف إلى فصل الخريف .
- ❖ تختلف المحطات فيما بينها ليس فقط في اتجاه التغير بل وفي مقدار هذا التغير خلال الفترة ٢٠٠٧/١٩٧٠ . ويغلب علنالمتوسطات السنوية لدرجة الحرارة اليومية الاتجاه نحو الارتفاع في ٨١% من المحطات . أمامتوسطات الحرارة الصغريفتتجه نحو الارتفاع في ٦٦% من المحطات بينما تتجه متوسطات الحرارة العظمى نحو الانخفاض في عدد محدود من المحطات التي تقتصر فيها مدة الدراسة على ٢٥ عاماً على الأكثر .
- ❖ تأخذ قيم المتوسطات السنوية للحرارة اليومية وكذلك متوسطات العظمى اتجاهات عاماً نحو الارتفاع عند تحليل بيانات درجات الحرارة ٢٠٠٧/١٩٧٠ على مستوى دوائر العرض المختلفة بما فيها العروض القطبية ودون القطبية .



أولاً : المراجع العربية :

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمادة المنتدى الدولي الثالث – جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

١. إبراهيم ، علي عيسى (٢٠٠٤) : الأساليب الإحصائية والجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .
٢. أبو راضي ، فتحي عبد العزيز (١٩٨٣) : الأساليب الكمية في الجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .
٣. الجعفري ، أحمد عطية (أكتوبر ٢٠٠٧) : ملامح المناخ العالمي لعام ٢٠٠٦ ، مجلة الأرصاد الجوية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية .
٤. الدناصوري ، جما الدين وآخرون (١٩٧٩) : جغرافية العالم – الجزء الثالث : العالم الجديد ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة .
٥. الزوكة ، محمد خميس (١٩٩٠) : في جغرافية العالم الجديد ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .
٦. الصالح ، ناصر عبد الله ، محمد محمود السرياني (١٩٧٩) : الجغرافية الكمية والإحصائية – أسس وتطبيقات ، مطابع دار الفنون ، جدة .
٧. عبد المقصود ، زين الدين (١٩٧٥) : جغرافية العالم – الجزء الثالث : العالم الجديد ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة .
٨. فايد ، يوسف عبد المجيد و محمد صبري محسوب (١٩٨٦) : جغرافية الأمريكتين ، دار الثقافة والنشر والتوزيع ، القاهرة .
٩. فليبو ، جورج (أبريل ٢٠٠٩) : أقلمة معلومات التغيرات المناخية لتقييم التأثيرات وعمل إجراءات التكيف المناخي ، ترجمة: درويش أحمد : مقالة منشورة في معهد السلام للفيزياء النظرية ، تريستا ، إيطاليا ، النشرة الدورية للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، أبريل ٢٠٠٨ ، المجلد ٥٧ ، مجلة الأرصاد الجوية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية .
١٠. محمود ، عبد المحسن (أكتوبر ١٩٩٩) : المناخ العالمي ١٩٩٨ ، مجلة الأرصاد الجوية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية .
١١. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (٢٠٠٦) : مركز هادلي Hadley للأرصاد الجوية البريطانية ، وحدة بحوث المناخ ، جامعة East Anglia ، المملكة المتحدة .
١٢. المركز الوطني للبيانات المناخية (٢٠٠٨) : الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي ، الولايات المتحدة الأمريكية .



ثانياً : المراجع غير العربية :

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيمل حمانه المنتدى الدولي الثالث – جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

1. Audrey, J. & Others (2001): Weather Information and Road Safety, ICLR, No.15, Institute for Catastrophic Loss Reduction, London, Ontario.PP.1-3.
2. Canada Country Study (2004): Climate Change Impacts and Adaptation, vol. V, Environment Canada.
3. Cohen, S., & others (2001): North America, Chapter 15 in: Climate Change 2001, Cambridge Press.
4. Fracis, David (2008): Extreme Weather and Climate Change, Atmospheric Environment Service, Canada, PP. 22-34.
5. Hengeveld, Henty G. (2000): Projections for Canada's Climate Future, Meteorological Service of Canada, Canada, pp.1-26.
6. National Climate Data and Information Archive, Climate Weather office: Calculation of Climate Normal for Canada of the 1970/ 2008.
7. Phillips, j. (2000): The Top Ten Canadian Weather Stories for 2001, CMOS Bulletin, No. 30,pp.19/23.
8. Zwiers, F. & David (2002): Towards Regional Scale Climate Change Detection, Atmospheric Environment Service, Canada.
9. Zwiers & Zhang (2002): Trend and Variations,vol. V, Environment Canada, Canada.PP.1-4.

ثالثاً: المواقع الإلكترونية:

1. <http://www.aiaccproject.org/>
2. <http://precis.metoffice.com/>
3. http://www.climate.weatheroffice.ec.ca/climate_normal/station
4. <http://www.canada.gc.ca>



ملخص البحث

خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة أ. د. إيملي حمادة المنتدى الدولي الثالث - جامعة طنطا " التلوث البيئي : المشكلة والحل ١٤/١٢ يوليو ٢٠١٦

يتناول هذا البحث دراسة خصائص درجة الحرارة في كندا خلال العقود الثلاثة الأخيرة فيما بين ٢٠٠٧/١٩٧٠ . ويعتمد البحث على تحليل بيانات درجة الحرارة في ٣٢ محطة أرصاد جوية تتوزع في عدة أقاليم جغرافية ، وتمتد بين دائرتي عرض ٤٣ - ٨٢ شمالاً ، مما يسمح بتوضيح أوجه التشابه والاختلاف فيما بينها . وتقع ٩١% من محطات الدراسة في الأطراف الجنوبية من كندا على حدودها مع الولايات المتحدة الأمريكية حيث يعيش ٨٠% من السكان في هذا القطاع الذي يمثل ٤% من مساحتها . وقد بلغ عدد سكان كندا ٣٣ مليون نسمة في أول يوليو ٢٠٠٧ بكثافة سكانية عامة تبلغ ٣.٥ نسمة / كم^٢ ، بينما ترتفع هذه الكثافة إلى ٢٣٨ نسمة / كم^٢ في المدن الميتروبوليتانية التي يبلغ عددها ٣٣ مدينة تتركز في جنوب كندا حيث يعيش ٦٨% من الكنديين في هذه المدن . ويهدف هذا البحث إلى تحديد أكثر العوامل الجغرافية تأثيراً في تحديد خصائص درجة الحرارة ، وتحليل أوجه الشبه والاختلاف في توزيع درجات الحرارة الشهرية والفصلية والسنوية فيما بين المحطات ، هذا فضلاً عن التحقق من اتجاهات التغير في درجات الحرارة .

وقد انتهى البحث إلى وضوح الاختلافات في درجة الحرارة بين المحطات على دائرة العرض الواحدة كنتيجة لتأثير الموقع الجغرافي الذي يتحكم في مدى توغل المؤثرات البحرية والقارية ، وحيثما تتصارع هذه المؤثرات يحدث التطرف الحراري كما هو الحال في نطاق السهول الوسطى . وأتضح أن الموجات الباردة أكثر توقعاً في الربيع مقارنة بالخريف ، ومن ثم تصبح نهايات الشتاء أبرد من بداياته ، كما أن الانتقال من فصل الشتاء إلى فصل الربيع أقل حدة وتطرفاً من الانتقال من فصل الصيف إلى فصل الخريف . وتختلف المحطات فيما بينها ليس فقط في اتجاه التغير بل وفي مقدار هذا التغير . ويغلب على درجة الحرارة الاتجاه نحو الارتفاع خاصة فيما يتعلق بقيم المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة اليومية وكذلك قيم متوسطات الحرارة العظمى .

