وهذه هي التوقعات – تغيّرات متوقعة في درجة حرارة الهواء في أربع مدن في إسرائيل حتى سنة 2060

تمّ إعداد هذه المادّة التعليميّة من مقال חופית יצחק בן שלום, רנה סמואלס ז"ל, עודד פוצ'טר ופנחס אלפרט. אקולוגיה וסביבה, ספטמבר 2019, גליון 3 (עמ' 38-43).

تلخيص

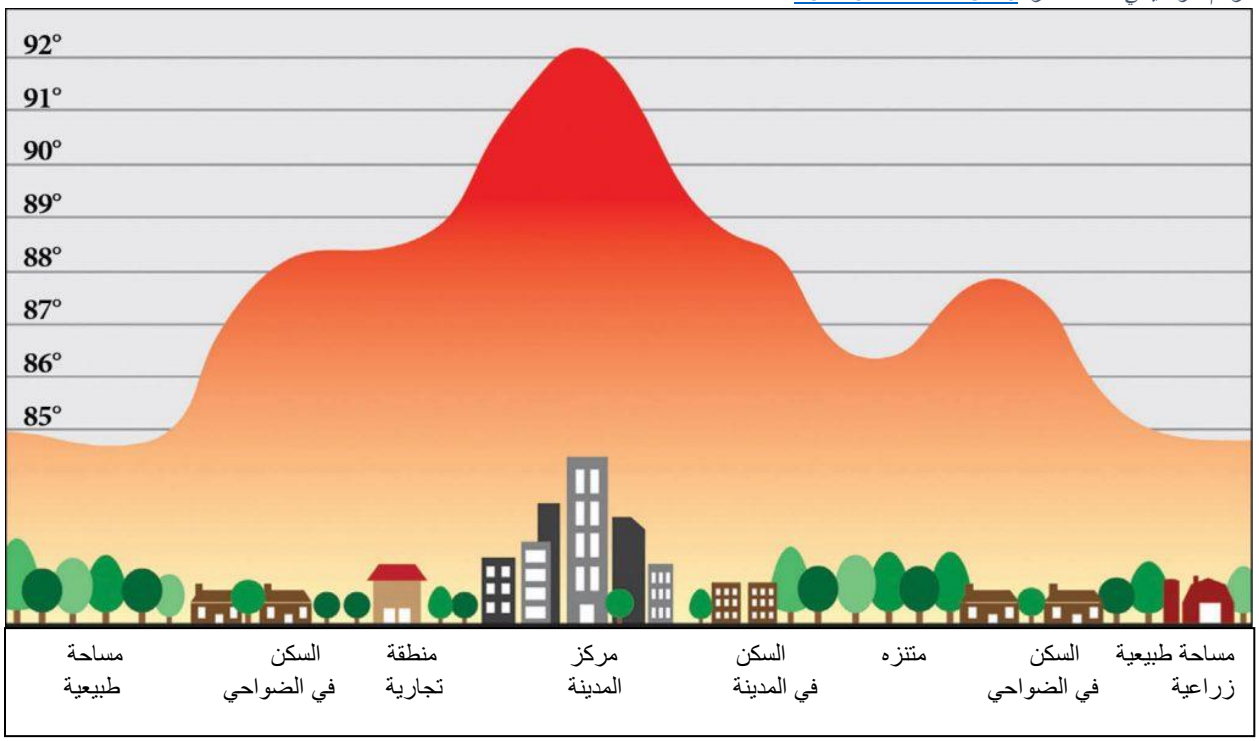
فحص البحث الموصوف في المقال تغيّرات المناخ في أربع مدن إسرائيلية تقع في مناطق مختلفة المناخ: مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط (جوش دان/ تل أبيب)، مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط في منطقة جبلية (القدس)، مناخ شبه صحراوي (بئر السبع) ومناخ صحراوي (إيلات). بالإضافة إلى كل محطة أرصاد جوية مدنية، تمّ اختيار محطة أرصاد جوية قروية أيضًا في نفس المنطقة. بمساعدة نموذج مناخي تمّ حساب درجة حرارة الهواء المتوقعة حتى سنة 2060 في ثلاثة سيناريوهات: تحافظ المدينة على تعداد سكانها، يزداد تعداد سكان المدينة بوتيرة ثابتة، يزداد تعداد سكان المدينة بسرعة. تمّ بناء نموذج مناخي بناءً على معطيات تمّ قياسها في الماضي، وهو يُتيح بناء توقعات مناخية للمستقبل.

قبل أن نبدأ

الرسم التوضيحي 1: درجة حرارة * الهواء بعد الظهر في مناطق مختلفة في المدينة.

*تمّ عرض درجة الحرارة بدرجات فهرنهايت.

الرسم التوضيحي 1، المصدر: PUBLIC HEALTH NOTES



1. تمعّنوا الرسم التوضيحي 1، في الرسم البياني الذي يصف درجة الحرارة (بدرجات فهرنهايت) بعد الظهر في بيئات محيطة مختلفة.

أ. ما الذي يميّز المناطق التي تسودها درجة حرارة عالية مقارنة بالمناطق التي تسودها درجة حرارة منخفضة؟

ب. ما هي الأسباب التي أدت لدرجة حرارة منخفضة في المناطق التي وصفتها في بند أ؟

2. شاهدوا الفيلم القصير الذي يعرض ظاهرة جزيرة الحرارة المدنية وأجيبوا عن الأسئلة:

أ. ما هي العوامل التي تؤثّر على درجة حرارة سطح التربة؟

ب. ما هي الأسباب التي تؤدي إلى أن تكون درجة الحرارة في المدن أعلى؟

ت. ماذا يمكن أن نعمل كي نمنع أو نقلل من ظاهرة جزيرة الحرارة؟

ث. ما هي التأثيرات الصحية، البيئية المحيطية والاجتماعية التي يمكن أن تكون لارتفاع درجة حرارة المدن؟

3. فعالية في مجموعات: ابحثوا عن معلومات في الإنترنت حول المصطلح "الراحة الحرارية" (الراحة المناخية).

اختاروا طريقة إبداعية (مثل: أغنية، فيلم قصير، كريكاتر، رسمة وغير ذلك) لعرض المصطلحات أمام المجموعات الأخرى.

4. شاهدوا الفيلم القصير الذي يصف الفرق بين المناخ والطقس (باللغة الإنجليزية). ما الفرق بين المناخ والطقس؟ هل هناك تشابه بين نموذج المناخ وتوقعات حالة الطقس؟

5. فحص الباحثون تغيّرات درجة الحرارة (على مرّ السنين وفي المستقبل) في أربع مدن، في مناطق مختلفة المناخ: جوش دان يمثّل تل أبيب (مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط)، القدس (مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط في منطقة جبلية)، بئر السبع (مناخ شبه صحراوي) وإيلات (مناخ صحراوي).

أ. استعينوا بأطلس المناخ في الرابط https://ims.gov.il/he/climateAtlas **وأكملوا الجدول.**

تعليمات استعمال الأطلس: اختاروا مدينة (محطة أرصاد جوية)، ثم اختاروا العامل (درجة حرارة قصوى / دنيا، رواسب) وجدوا المعطى في الجدول. أكملوا معطيات معدل الرطوبة في **شهر يوليو** من المعلومات في الموقع في الرابط
https://www.israelweather.co.il/

	جوش دان (تل أبيب، سده دووف *) مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط	**القدس (مركز) مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط في منطقة جبلية**	**بئر السبع مناخ شبه صحراوي**	**إيلات مناخ صحراوي**
المعدل اليومي لدرجة الحرارة القصوى في شهر أغسطس (آب) (بالدرجات المئوية)				
المعدل اليومي لدرجة الحرارة الدنيا في شهر يناير (كانون ثانٍ) (بالدرجات المئوية)				
معدل كمية الأمطار السنوية (ملم)				
معدل الرطوبة في شهر يوليو (تموز) (بـ %): قصوى في الليل – دنيا في النهار				

***في حالة نقص معطيات عن الرواسب في محطة تل أبيب، اكتبوا معطيات الرواسب في أقرب محطة – كريات شاؤول.**

ب. ما هي درجة الحرارة القصوى وما هي درجة الحرارة الدنيا؟

ت. لماذا تُقاس درجة الحرارة الدنيا في شهر يناير (كانون ثانٍ) عادةً، وتُقاس ودرجة الحرارة القصوى في شهر أغسطس (آب)؟

ث. اذكروا فروق مناخية بين المدن.

العامل المناخي الذي تمّ قياسه	**مثال لفرق بين المدن التي تمّ فحصها**
درجة الحرارة	
رطوبة	
رواسب	

مقدمة

يعيش حوالي 55% من سكان العالَم في المدن، وفي إسرائيل بلغ تعداد السكان الذي يعيش في المدن 92%. تزداد كثافة السكان في المدن في جميع أنحاء العالَم، خاصة في الدول النامية. يتعرض سكان المدن إلى تأثير تغيّرات المناخ الإقليمي والعالمي. كما أننا نشعر الدمج بين الاحترار العالمي والمحلي، في كثير من الأحيان، خلال أشهر الصيف.

البيئة المحيطة المدنية المشيدة بالبنايات تُنْتِج ظروف مناخ تختلف عن البيئة المحيطة القروية المفتوحة التي تحيطها. تتأثر هذه الظاهرة المسمّاة "جزيرة حرارية" مما يلي: عوامل فيزيائية تميّز منطقة مناخ معيّن، عوامل بشرية وفقًا للنشاط المدني وطابعه، مواد بناء البنايات وطريقة بناء البيوت في الشوارع. بيّنت الأبحاث المختلفة أنّ المناخ المدني يتميّز على الأغلب في انخفاض الرطوبة، انخفاض شدّة الرياح، ارتفاع درجة الحرارة، ارتفاع تركيز الأيروسول (جُسَيْمات صغيرة جدًّا تحوم في الغلاف الجوي) والملوثات. كبر المساحة المدنية الخضراء، طابع مواد البناء وتوصيلها الحراري تساهم في انخفاض أو ازدياد جزيرة الحرارة المدنية.

مراكز المدن حساسة جدًّا لعدم الراحة الحرارية (الراحة المناخية) [1]. الدمج بين ظاهرة جزيرة الحرارة المدنية وجودة الهواء المنخفضة يؤثّر على مراكز المدن ويؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة والتوتر الحراري [2] (توتر: Stress) خاصة في موسم الصيف.

بيّنت أبحاث مختلفة في إسرائيل توجه مماثل في ارتفاع درجة الحرارة في المدينة. وُجد في البحث الذي حلّل معطيات من محطات أرصاد جوية في جميع أنحاء البلاد أنّ هناك تغيّرات كبيرة في درجة الحرارة الموسمية في الصيف – في النهار يكون الصيف أكثر حرارة وفي الشتاء أكثر برودة. عرض بحث آخر أنه من المتوقع أن يحدُث في إسرائيل انخفاض كبير جدًّا في كمية الرواسب. وُجد في بحث آخر أُجري في بئر السبع أنّ ارتفاع الحرارة في المدينة يؤدّي إلى ازدياد شدّة وتردد عدم الراحة الحرارية (الراحة المناخية) التي يشعرها الناس، خاصة في ساعات الظهيرة في فترة الصيف.

إنّ تفرد إسرائيل النابع من تنوع مناطق مناخية مختلفة تمتد على مساحة صغيرة جدًّا يؤكد ويُبرز أهمية هذا البحث. بالإضافة إلى ذلك، هناك أهمية كبيرة جدًّا لبحث المناخ في المستقبل في الحيّز المدني في إسرائيل، وهذا الموضوع لم يتمّ بحثه حتى الآن.

مصطلحات

[1] تتطرّق الراحة الحرارية (الراحة المناخية) للإنسان إلى الشعور الجسدي الذي لا ينزعج من ظروف الحرارة أو البرد. عندما تكون كمية الحرارة المنبعثة إلى البيئة المحيطة مماثلة لكمية الحرارة الناتجة في العمليات الأيضية ينظّم الجسم اتزانه الحراري في درجة حرارة ثابتة تتراوح بين 36-37.5 درجة مئوية، دون الحاجة إلى تفعيل عمليات خاصة لإنتاج الحرارة أو تفريقها، مثل: القشعريرة أو التعرق.

الشعور بالراحة المناخية (الراحة الحرارية) مشروط بعوامل بيئية محيطة، من بينها درجة حرارة البيئة المحيطة، مستوى الرطوبة، هبوب الرياح وأشعة الشمس، كما أنّه مشروط بعوامل شخصية، مثل: نوع اللباس ومستوى النشاط. عدم الراحة المناخية هي وضع عكسي عندما يكون الجسم ساخن أو بارد جدًّا.

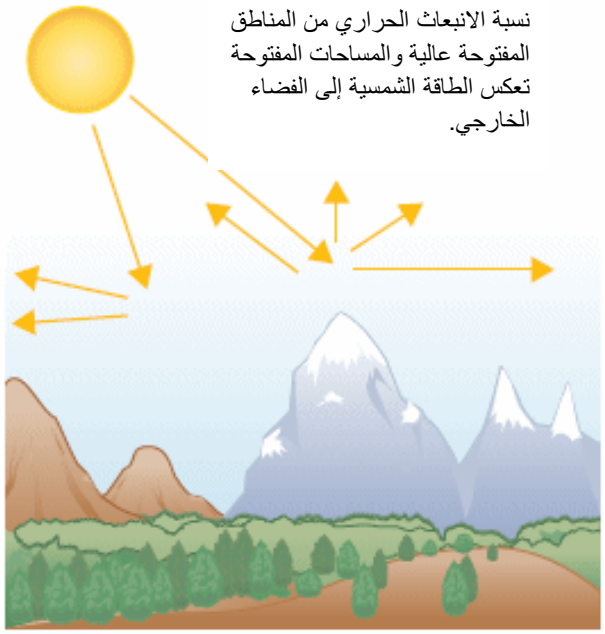
[2] توتر (stress) – يَنْتُج التوتر بسبب حدوث خلل في اتزان النظام البيئي أو الكائن الحي (حيوات أو نبات) نتيجة لمؤثرات خارجية ملموسة وفيزيائية أو نفسية. قد تَنْتُج في حالات التوتر صعوبة في مواجهة مسبب التوتر، وعدم تكيف سلوكي، نفسي أو فسيولوجي. يمكن تمييز وقياس ردود فعل النظام البيئي أو الكائن الحي لحالات التوتر.

نُجيب في أعقاب القراءة:

6. أ. لماذا يتمركز، حسب رأيكم، معظم سكان العالَم وسكان إسرائيل في المدن؟

ب. ما هي حسنات وسيئات ظاهرة التمدُّن؟

7. ما الأسباب التي تؤدّي إلى الشعور بعدم الراحة المناخية في مراكز المدن بالذات مقارنة بأطراف المدينة؟ استعينوا بالرسم التوضيحي لشرح الظاهرة.



محطة أرصاد جوية في بيت جامال.

طُرق البحث

في هذا البحث تمّ جمع معطيات من محطتّيْ أرصاد جوية (مدنية وقروية)، في كل منطقة ، خلال ثلاثون سنة. كان هدف البحث تقييم تغيّرات المناخ في إسرائيل في أربع مدن إسرائيلية في مناطق مختلفة المناخ: جوش دان يمثّل تل أبيب (مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط)، القدس (مناخ حوض البحر الأبيض في منطقة جبلية)، بئر السبع (مناخ شبه صحراوي) وإيلات (مناخ صحراوي). لكل محطة أرصاد جوية مدنية وُجدت محطة أرصاد جوية قروية ملائمة تمثّل طابع المناخ السائد في تلك المنطقة، وقد زودت الباحثين بمعطيات بشكل موازٍ من ناحية الزمن، مجال السنوات وساعة القياس.

لتحديد التوقعات المستقبلية في أربع مدن تمّ فحص الفروق في وتيرة تغيّرات درجة حرارة الهواء حتى سنة 2010 مقارنة بمعطيات نموذج RegCM[3] (Reginal Climate Model). الفروق بين معطيات المحطة القروية والمحطة المدنية تمثّل "التأثير المدني" لكل مدينة. بعد ذلك، تمّ حساب درجة حرارة الهواء المتوقعة حتى سنة 2060 في كل مدينة حسب نموذج المناخ RegCM وحسب ثلاثة سيناريوهات: أ. يبقى تعداد سكان المدينة ثابتًا تقريبًا، يستمر ازدياد تعداد سكان المدينة بوتيرة ثابتة، ت. يزداد تعداد سكان المدينة بسرعة (1.7 أضعاف حتى سنة 2060)

مصطلحات:

[3] **نموذج RegCM (Reginal Climate Model)** – نموذج رياضي، نُدخل في المرحلة الأولى معطيات مناخية محلية من الماضي، ونحصل في المرحلة الثانية على توقعات المناخ المحلي في المستقبل. للتوسُّع في هذا المزضوع يمكنكم أن تقرأوا هنا

نُجيب في أعقاب القراءة:

8. جمعوا في البحث معطيات من محطتَيْ أرصاد جوية (مدنية وقروية) في نفس المنطقة.

أ. ماذا يمكن الاستنتاج من مقارنة درجات الحرارة التي تمّ قياسها في محطة أرصاد مدنية مقارنة بدرجات الحرارة التي تمّ قياسها في محطة أرصاد قروية في نفس المنطقة؟

ب. اذكروا ثلاثة عوامل ثابتة يجب الحفاظ عليها في هذا البحث.

9. لماذا كان من المهم جمع معطيات عن 30 سنة؟

10. هل من الأفضل، حسب رأيكم، استثمار أموال في فحص أكثر من محطتَيْ أرصاد جوية في منطقة مناخ واحد؟ علّلوا.

11. أ. كيف من المتوقع، حسب رأيكم، أن يؤثّر ازدياد تعداد السكان على درجة حرارة الهواء؟

ب. ارسموا رسمًا بيانيًّا يصف هذا التأثير. لا تنسوا مكوِّنات الرسم البياني: عنوان، أسماء المحورين والوحدات.

نتائج

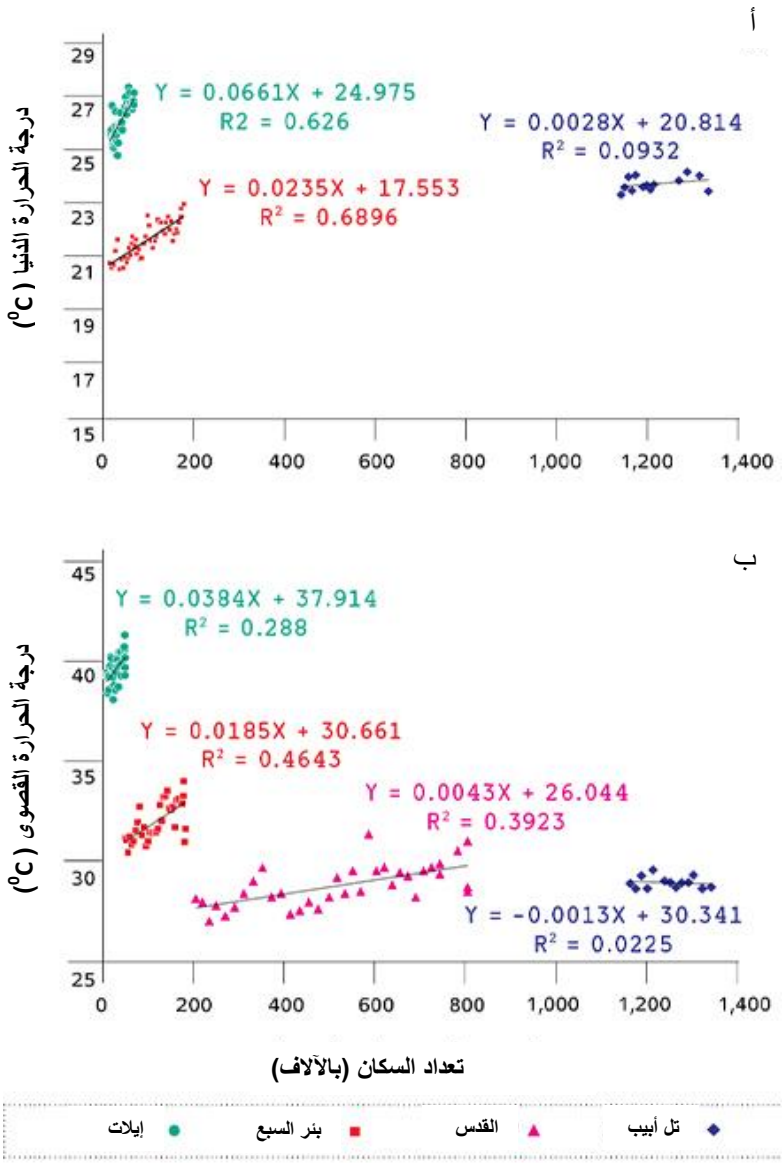
"التأثير المدني"

يعرض الرسم التوضيحي 1 درجة حرارة المدينة في ساعات الصباح، عندما تكون درجة الحرارة أقل ما يمكن في النهار (درجة الحرارة الدنيا)، وفي ساعات الظهيرة الحارة عندما تكون درجة الحرارة أعلى ما يمكن (درجة الحرارة القصوى)، وذلك كدالة لتعداد سكان المدينة خلال السنوات. كلما كان ميل الخطّ الذي يمرّ بين النقاط حاد أكثر ازداد تغيير درجة الحرارة أكثر.

وُجد في ساعات الظهيرة الحارة (الرسم التوضيحي 1 ب) أنّ الميل أكثر حدّة في المدن الجافة أكثر. المدينة الأولى إيلات (مناخها صحراوي)، تليها بئر السبع (مناخ شبه صحراوي).

كما نلاحظ في الرسم التوضيحي 1 أنّه في جوش دان بالذات كانت النتائج متماثلة وحتى أقل ما يمكن في الساعتين الدنيا والقصوى. من المهم أن نذكر أنّ النتائج تتأثر من مكان محطة الأرصاد الجوية ومن حدودها. لم تتمّ توقعات تغيرات درجة الحرارة في منطقة جوش دان، لأنّ مدى السنوات الذي تمّ فحصه، لمحطة الأرصاد الجوية الوحيدة التي وُجدت في المنطقة، كان قصير جدًّا.

الرسم التوضيحي 1: تغيّرات درجة حرارة الهواء في أربع مدن
في الساعة التي تكون فيها درجة الحرارة الأكثر انخفاضًا (أ) والأعلى ارتفاعًا (ب)، وذلك حسب تعداد السكان في السنوات 1964-2014، باستثناء جوش دان الممثَّل بواسطة محطة الأرصاد الجوية في حولون في السنوات 1998-2011. في القدس معطيات الساعة الباردة غير متوفرة، لذا فهي غير ممثّلة في 1أ.



نُجيب في أعقاب القراءة:

12. أ. كيف تغيّر تعداد السكان في كل مدينة بين السنوات 1964 إلى 2014 ؟ أكملوا الجدول.

	تل أبيب	القدس	بئر السبع	إيلات
تعداد السكان سنة 1964 (بالآلاف)				
تعداد السكان سنة 2014 (بالآلاف)				
النمو السكاني				
نسبة النمو (كم ضعفا ازدادت)				

ب. أي مدينة هي الأكبر؟

ت. أي مدينة طرأ فيها أكبر ازدياد في تعداد السكان؟

ث. أي مدينة فيها أعلى نسبة مئوية في النمو السكاني؟

13. معادلة المستقيم هي y=ax+b، المعامل a يمثّل ميل المستقيم. تظهر في الرسوم البيانية هذه المعادلات لكل مدينة. كلما ازداد الميل ازداد التغير في درجة الحرارة.

أ. اكتبوا مقدار الميل لكل مدينة في الجدول.

	تل أبيب	القدس	بئر السبع	إيلات
ميل درجة الحرارة الدنيا (الرسم البياني أ)				
ميل درجة الحرارة القصوى (الرسم البياني ب)				

ب. هل يوجد فرق بين مدى تغيّرات درجة الحرارة الدنيا ومدى تغيّرات درجة الحرارة القصوى خلال السنوات 1964-2014؟ اعتمدوا في إجاباتكم على المعطيات المعروضة في الرسوم البيانية.

ت. رتبوا المدن حسب نسبة تغيرات درجة الحرارة، من التغيّر الأكبر إلى التغيّر الأصغر.

14. أ. هل يوجد ملاءمة بين تعداد سكان المدن وتغيّرات درجة حرارة الهواء فيها خلال السنوات 1964-2014؟ اعتمدوا في إجاباتكم على المعطيات المعروضة في الرسم البياني.

ب. ما الشرح لذلك؟

درجة حرارة الهواء: ماضي، حاضر، مستقبل

نعرض في هذا الفصل تغيّرات درجة الحرارة المتوقعة في كل مدينة من المدن الثلاث: القدس، بئر السبع وإيلات. تتطرّق المعطيات إلى الساعة التي تكون فيها درجة الحرارة قصوى في شهر يوليو (تموز)، وهي متوقعة حتى سنة 2060. تمّت التوقعات حسب ثلاثة سيناريوهات تتطرّق إلى مدى تعداد السكان: نمو ثابت، نموسريع ودون نمو (الرسم التوضيحي 2).

يمكن أن نرى في الرسم التوضيحي 2 ارتفاع درجة حرارة الهواء في المدن المختلفة في السنوات 1980–2014 (على يسار الخط العمودي الأسود) وفي السنوات 2015–2060 (على يمين الخط العمودي الأسود). المعطيات في عنوان كلّ رسم بياني تُشير إلى تعداد السكان سنة 2014.

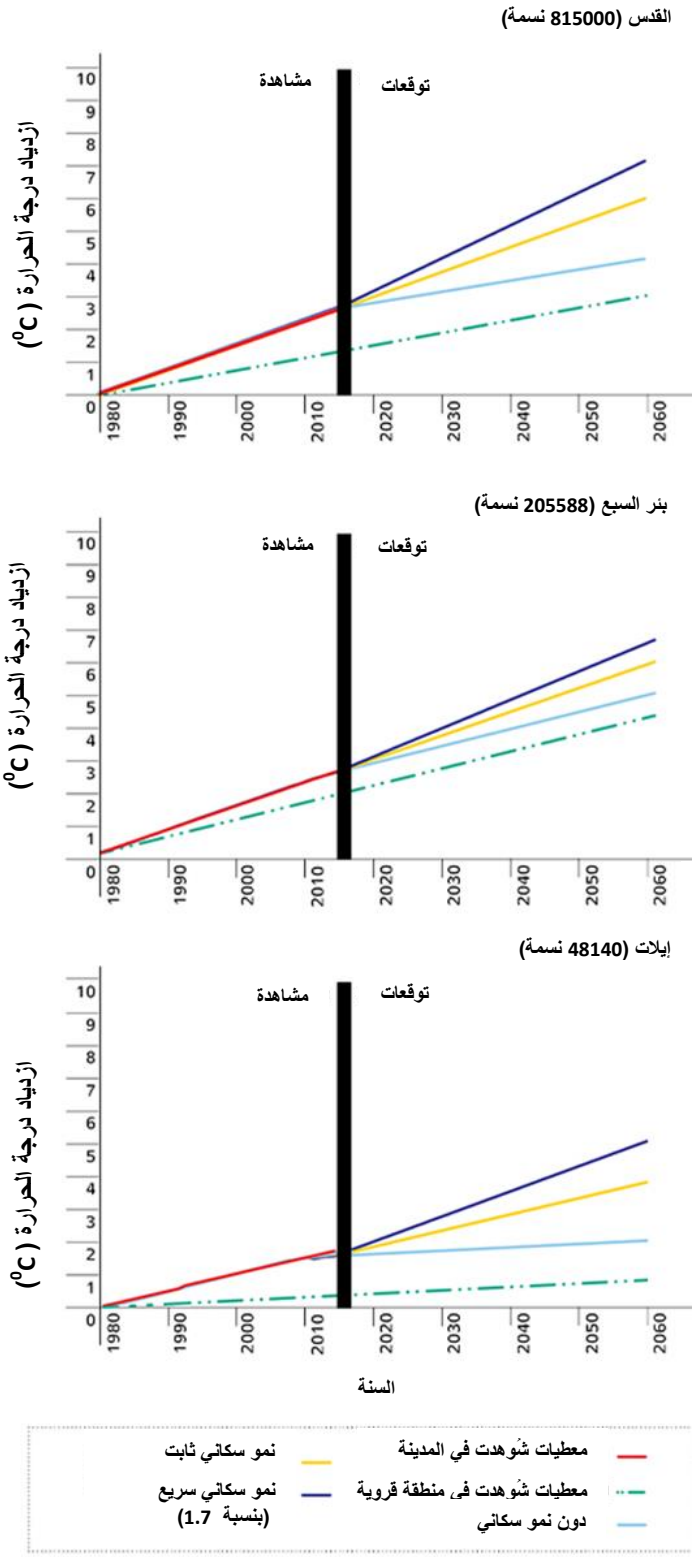
الفروق بين معطيات محطة الأرصاد الجوية القروية (الخط الأخضر المتقطع في الرسم التوضيحي 2) ومعطيات محطة الأرصاد الجوية المدنية (الخط الأخضر المتقطع في الرسم التوضيحي 2) تمثّل "التأثير المدني" لكل مدينة، وهي معروضة في جدول 1.

جدول 1: نتائج تغيّرات درجة حرارة الهواء في شهر يوليو (تموز) حتى سنة 2014 وحسب السيناريوهات الثلاثة حتى سنة 2060، في الساعة التي تكون فيها درجة الحرارة قصوى (15:00).

	التغيرات التي تمت مشاهدتها من سنة 1980 حتى سنة 2014 (^{0}C)	نتائج السيناريوهات الثلاثة حتى سنة 2060 (^{0}C)		
		تحافظ المدينة على تعداد السكان	يستمر تعداد سكان المدينة في النمو بوتيرة ثابتة	نمو تعداد السكان سريع (1.7 أضعاف [1])
القدس	1.3	1.1	2.9	4.1
بئر السبع	0.5	0.5	1.2	1.7
إيلات	1.3	1.1	2.8	3.9

وُجد في القدس أنّه في الساعة التي تكون فيها درجة الحرارة قصوى، ازدادت درجة حرارة الهواء بـ 1.3 درجة مئوية خلال الـ 35 سنة التي

الرسم التوضيحي 2: توقعات تغيّرات درجة حرارة شهر يوليو (تموز) حتى سنة 2060، حسب السيناريوهات الثلاثة، لكل منطقة في المدن الثلاث، في الساعة التي تكون فيها درجة الحرارة قصوى (15:00).
الخط العمودي الأسود يفصل بين التوجهات التي شُوهدت في الماضي والتوجهات المتوقعة في المستقبل.



فُحصت فيها 1980–2014 (حسب الحساب الآتي: التغيّر 2.6 درجات مئوية في محطة الأرصاد الجوية في المدينة (بالأحمر) ناقص التغيّر 1.3 درجات مئوية في محطة الأرصاد الجوية القروية (بالأخضر). إذا افترضنا أن يبقى تعداد السكان ثابتًا (الخط الأزرق)، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء في المستقبل حوالي 1.1 درجة مئوية. لكن إذا ازداد تعداد السكان (الخط الأصفر /الأزرق)، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء في المستقبل حوالي 2.9 حتى 4.1 درجة مئوية.

كما هو الحال في الأبحاث السابقة، في هذا البحث أيضًا، وُجد أنّه في الساعات التي تكون فيها درجة الحرارة أعلى ما يمكن، بلغ ارتفاع درجة الحرارة في بئر السبع حوالي 3 درجات حتى سنة 2014. إذا افترضنا أن يكون تعداد السكان ثابتًا، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء في المدينة (بعد حساب فرق درجة الحرارة القروية) حوالي 0.5 درجات مئوية خلال السنوات 2015–2060، وفي حالة استمرار ازدياد تعداد سكان المدينة بوتيرة ثابتة أو بوتيرة سريعة، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء حوالي 1.2 حتى 1.7 درجة مئوية.

في ساعات الظهيرة الحارة، وُجد في إيلات ارتفاع كبير مقداره 1.3 درجات مئوية في الـ 35 سنة التي تمّ فحصها. إذا افترضنا أن يبقى تعداد السكان ثابتًا، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء حوالي 1.1 درجات حتى سنة 2060. وفي حالة استمرار ازدياد تعداد سكان المدينة بوتيرة ثابتة أو بوتيرة سريعة، ، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء حوالي 2.8 حتى 3.9 درجات مئوية خلال السنوات 2015–2060. هناك توافق بين هذه النتائج ونتائج بحث سابق.

يجب أنْ نذكر أنّ الارتفاع الكبير في درجة حرارة المدينة خلال السنوات 1980–2014 وُجد في المنطقة الصحراوية. وُجد ارتفاع كبير في المنطقة الصحراوية في التوقعات المستقبلية أيضًا وفي السيناريوهات الثلاثة. هذا يعني أنّه على الرغم من الفرق في تعداد السكان، وُجد أنّ تغيّرات درجة الحرارة، في الماضي، في إيلات (48,140 نسمة) يشبه التوجهات التي وُجدت في قياس درجة الحرارة في القدس (815,300 نسمة سنة 2012).

نُجيب في أعقاب القراءة:

15. عندما نتمعّن في الرسم التوضيحي 1 نلاحظ أنّ التغيير الكبير في درجة الحرارة نسبة لتعداد سكان المدينة يحدُث في درجة الحرارة الدنيا. لماذا اختار الباحثون، حسب رأيكم، أن يعرضوا التغيّرات المتوقعة المستقبلية في درجة الحرارة القصوى بالذات؟

16. تمعّنوا مرة أخرى في الرسم التوضيحي 2، واذكروا، على الأقل، ثلاث نتائج مثيرة للاهتمام أو ثلاثة استنتاجات.

استنتاجات ونقاش

أحد الأسئلة المهمة المتعلق بتغيّرات المناخ في المناطق المدنية هو: هل مصدر التغيّر في المناخ هو التغيّرات العالمية أم الظواهر المدنية (مثلًا: تعداد السكان في المدينة). حاول الباحثون في هذا البحث فهم الدمج بين هذين التوجهين بواسطة التركيز على أربع مناطق مدنية مختلفة في البلاد. لفحص تأثير النمو السكاني على درجة الحرارة المتوقعة، ولفحص النتائج الناتجة مقارنة بمحطة الأرصاد الجوية القروية، تمّ جمع معلومات عن التغيّرات في تعداد السكان. إنّ فهم ما يحدُث على مرّ السنين يُتيح التعرُّف على تغيّرات المناخ في المدينة، تأثيره على مستوى الحياة، كما يُتيح التعرُّف على مقاييس إضافية لسكان المدن المختلفة في مناطق مناخية مختلفة.

تمّ تنبؤ المناخ في هذا البحث بنموذج يعتمد على تعداد السكان المدني وليس على نوع المناخ أو التضاريس. لذلك، اعتمادًا على طريقة بناء مماثلة، افترض الباحثون أنّ التغيّر الكبير في درجة الحرارة سيحدُث في المدينتين الكبيرتين تل أبيب والقدس مقارنة بالمدينتين بئر السبع وإيلات. هذا يعني أنّ هذا البحث فحص التصنيف حسب المناطق Local Climate Zone (LCZ). تمّ هذا التصنيف حسب توزيع المباني في المدينة، الكثافة ارتفاع المباني ونباتات المدينة.

منذ سنوات الخمسينيات للقرن السابق ازداد تعداد سكان إسرائيل ومساحات البناء بسرعة، لذا من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة المدينة. نتائج البحث تدعم هذا التوقع بسبب ارتفاع درجة الحرارة في المدن الأربع. التغيّر بارز أكثر في المدن الصحراوية. تُشير النتائج إلى التأثير المحلي على ارتفاع درجة حرارة الهواء، وتُشير النتائج إلى أهمية تخطيط عمليات مستقبلية، مثل: تخطيط مساحات البناء، أنواع البنية التحتية، الحدائق المدنية وغير ذلك.

يستطيع هذا البحث أن يقدِّم تقييم أولي فقط للتغيّرات المحلية المتوقعة. هناك حاجة إلى بحث إضافي كي يشرح معنى التغيّر، بشكل أفضل، في حيّز مدني يكبر مع مرور الوقت. من الأفضل التطرُّق إلى عوامل إضافية، مثل: مناطق مناخ إضافية، مدن مساحتها مختلفة ونمو سكاني آخر.

تلخيص

في جميع المدن وفي المناطق القروية المحيطة بها التي تمّ فحصها، شُوهد توجه في ارتفاع درجة الحرارة (احترار) في السنوات الأخيرة، وبحلول سنة 2060 من المتوقع أن يزداد توجه ارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير جدًّا.

تأثير التمدن على ارتفاع درجة حرارة الهواء ملحوظ، وهو أكبر من ارتفاع درجة الحرارة في المساحات المفتوحة. كلما ازداد تعداد سكان المدينة ازدادت وتيرة ارتفاع درجة الحرارة (الاحترار).

وجدنا أنّ ارتفاع قيم درجة الحرارة عند الساعة 15:00 أكبر بكثير ممّا يحدُث في ساعات الصباح.

وُجد أن تأثير النمو السكاني على ارتفاع درجة الحرارة أكبر في المدن التي تقع في مناطق مناخية أكثر جفافًا، وذلك مقارنة بالمدن التي تقع في مناطق مناخ البحر الأبيض المتوسط.

لنتائج البحث انعكاسات تطبيقية على عمليات التخطيط، البناء والتمدُّن، وهي تُبرز الحاجة إلى بناء مدني يأخذ بالحسبان المناخ، وتطوير استراتيجيات تخفف من عمليات الاحترار المدني.

نُجيب في أعقاب القراءة:

17. ركّز الباحثون في المقال على النمو السكاني الذي طرأ في المدينة كعامل يؤثر على درجة الحرارة المتوقعة في مركز المدينة.

أ. أيّ عوامل إضافيّة يمكن أن تؤثّر على درجة الحرارة المدنية على مرّ السنين؟

ب. لماذا ركّز الباحثون، حسب رأيكم، على النمو السكاني الذي يحدُث في المدينة من أجل توقع المناخ، ولم يركّزوا على عوامل أخرى كالعوامل التي ذكرتموها في بند أ؟

18. افترض الباحثون أن يكون تغيّر درجة الحرارة في المدينتين الكبيرتين، تل أبيب والقدس، أكبر مما في المدينتين بئر السبع وإيلات.

أ. هل دعمت نتائج البحث الفرضية؟ علّلوا تحديدكم.

ب. اقترحوا شرحًا لذلك.

19. ادّعى الباحثون في المقال أنّ البحث يساعد على تنبؤ تغيّرات درجة الحرارة المستقبلية في المدن الأربع، ويقترح الباحثون إجراء " بحث إضافي يشرح بشكل أفضل معنى التغير في الحيز المدني الذي يكبر مع مرور الوقت" – هذا يعني أن تُفحص انعكاسات ارتفاع درجة الحرارة.

أ. صيغوا سؤال بحث مناسب لاقتراح الباحثون.

ب. اذكروا المتغيّر غير المتعلق.

ت. اذكروا المتغيّر المتعلق.

ث. صيغوا فرضية البحث.

ج. أي نتائج، في البحث، تدحض فرضيتكم؟