*Hofitben@gmail.com

موجز

يتعرض سكان المدن للتغيرات في الإحساس بالراحة بسبب عاملين رئيسيين: على مستوى الاحتباس الحراري الكلي، وعلى مستوى الاحترار العالمي الجزئي. لقد قدمت الدراسة فحصًا وتقييمًا للتغير في المناخ في أربع مدن إسرائيلية تقع في مناطق مناخية مختلفة: غوش دان تمثل تل أبيب (مناخ البحر الأبيض المتوسط) ـ والقدس (مناخ البحر الأبيض المتوسط الجبلي)، وبئر السبع (المناخ شبه الجاف)، وإيلات (المناخ الجاف). وتم اختيار محطة ريفية لكل محطة مدينية، موازية تمثل الطابع المناخي السائد في نفس المنطقة، كما تم إجراء مقارنة أيضًا مع بيانات النموذج المناخي ((RegCM - (Regional Climate Model) لغرض حساب درجة حرارة الهواء المتوقعة بحلول عام 2060 بثلاثة سيناريوهات:

1.المدينة تحافظ على عدد سكانها.

2. أن يستمر عدد سكان المدينة في النمو بوتيرة ثابتة.

3. تزايد عدد سكان المدينة بسرعة.

ووجد أن أكبر تغير في درجة حرارة الهواء يحدث خلال الساعات التي تكون فيها درجة الحرارة عالية، لذلك ركزت هذه الدراسة على التغير والتنبؤ بدرجة حرارة الهواء لعام 2060. وأظهرت النتائج أن التأثير المديني الأكبر هو في المدن ذات المناخ الجاف مقارنة بالمدن ذات المناخ المتوسط في غوش دان. وكان لنتائج هذه الدراسة آثار تطبيقية على عمليات التخطيط والبناء والتمدين. وتُظهر الدراسة أن هناك حاجة لبناء مديني، يراعي ظروف المناخ ثم تطوير استراتيجيات للتخفيف من عمليات الاحترار المديني.

الكلمات الرئيسية: جزيرة حرارة مدينية · النمو السكاني · التنبؤ بالمناخ · الراحة المناخية · التمدين. تغير المناخ

المقدمة

يعيش حوالي 55٪ من سكان العالم في المدن، وفي إسرائيل وصلت نسبة سكان المدن الفعلي إلى 92٪، وتزداد حالة تمركز سكان العالم في المدن سوءًا في جميع أنحاء العالم، وخاصة في البلدان النامية. ويتعرض سكان المدن لآثار تغيير المناخ المحلي والعالمي. وغالبًا ما يتم الشعور بمزيج من الاحترار العالمي والمحلي خلال أشهر الصيف.

إن المناطق المدينية المبنية تخلق ظروفًا مناخية مختلفة عن تلك السائدة في المناطق الريفية المفتوحة التي تحيط بها. ويُعرف تأثير التمدين على معدل درجات الحرارة باسم "الجزيرة الحرارية المدينية". وتتأثر هذه الظاهرة بشكل أساسي بالعوامل الطبيعية التي تميز منطقة مناخية معينة، وكذلك بالعوامل البشرية الجغرافية المستمدة من نطاق وطبيعة النشاط المديني، وكذلك من خلال مواد البناء وهندسة الشوارع. وأظهرت الدراسات المختلفة أن المناخ المديني يتميز غالبًا بانخفاض الرطوبة وضعف قوة الرياح وزيادة درجة الحرارة وزيادة في تركيز جسيمات الغبار الجوي والملوثات.

وتساهم المسطحات المدينية الخضراء الكبيرة وكذلك طبيعة مواد البناء وتوصيلها الحراري بنصيبها في تطوير أو إضعاف الجزر الحرارية المدينية. ظاهرة الجزر الحرارية المدينية ملحوظة بشكل خاص خلال أشهر الجفاف في الشتاء، عندما يكون الطقس مستقرًا، خاصة في الليل وقبل الفجر. أيضًا، تكون الجزر الحرارية المدينية أكبر عند خطوط العرض العالية مقارنةً بخطوط العرض المتوسطة والمنخفضة.

ان مراكز المدن هي أكثر المناطق حساسية لعدم الراحة المناخية. ويؤثر مزيج من ظاهرة الجزر الحرارية المدينية وسوء جودة الهواء على المراكز المدينية ويسبب ارتفاعًا في درجة الحرارة والضغط المناخي، خاصة في فصل الصيف.

أظهرت دراسات إسرائيلية مختلفة توجهًا مشابهًا للاحتباس الحراري المديني. ووجدت الدراسة التي حللت البيانات من محطات الأرصاد الجوية في جميع أنحاء إسرائيل تقلبات كبيرة في درجات الحرارة الموسمية في الصيف. ويشير تحليل التوزيع اليومي لدرجات الحرارة القصوى في إسرائيل إلى ارتفاع كبير في زيادة وحدة درجات الحرارة القصوى. بمعنى آخر، يكون يوم الصيف أكثر دفئًا والشتاء أكثر برودة. وأظهرت دراسة أخرى أنه من المتوقع في المستقبل حدوث انخفاض كبير في هطول الأمطار في إسرائيل. وفي دراسة أخرى أجريت في بئر السبع وجدت أن الاحترار المديني يزيد من شدة وتواتر عدم الراحة المناخية التي يشعر به الإنسان، خاصة في فترة ما بعد الظهر خلال فصل الصيف.

إن تميز وتفرد إسرائيل، ينبع من تنوع المناطق المناخية المختلفة الذي يغطي مساحة صغيرة نسبيًا، يزيد ويسلط الضوء على أهمية هذه الدراسة. بالإضافة إلى ذلك، تشير نتائج الدراسات المذكورة أعلاه إلى الأهمية الكبرى لأبحاث المناخ المستقبلية في المدى المديني في إسرائيل، وهي قضية لم تتم دراستها بعد.

باختصار

* يعتبر الكثيرون أن تغير المناخ هو المشكلة الأولى التي تواجه البشرية اليوم. وأظهرت النماذج أن إسرائيل قد تتعرض لتغيرات كبيرة بشكل خاص في منطقة الصحراء القاحلة.

* من المهم تحسين القدرة على التنبؤ للمساعدة في تقدير شدة الظاهرة، خاصة في المدن، حيث يعيش معظم سكان البلاد فيها.

*ويعد توقع التغييرات المستقبلية أداة أساسية لفهم السيناريوهات المستقبلية والتخطيط وفقًا لذلك. هذه قضية حاسمة من حيث الاستعدادات المطلوبة للدولة لضمان رفاهية السكان في المستقبل وبقائهم.

طريقة البحث

في هذه الدراسة قمنا بجمع بيانات من محطتين للأرصاد الجوية (مدينية وريفية) في كل منطقة مناخية لمدة ثلاثين عامًا. الهدف من الدراسة هو تقييم التغير في المناخ الإسرائيلي في أربع مدن إسرائيلية في المناطق المناخية المختلفة:

غوش دان تمثل تل أبيب (مناخ البحر الأبيض المتوسط)،

القدس (مناخ البحر الأبيض المتوسط الجبلي)،

بئر السبع (مناخ شبه جاف)

وإيلات (المناخ الجاف) (انظر الملحق 1).

لأجل تحديد التوقعات المستقبلية في المدن الأربع، قمنا بفحص وتيرة الاختلاف في معدل تغير معطيات درجة حرارة الهواء (لكل محطة مدينية، تم ملاءمة محطة ريفية تمثل المناخ السائد في تلك المنطقة، والتي قدمت بيانات موازية من حيث الوقت والسنة وساعة القياس) حتى عام 2010، مقارنة ببيانات نموذج (Regional Climate Model). وتمثل الفروق بين بيانات المحطات

الريفية وبيانات المحطات المدينية ما يسمى "بالتأثير المديني האפקט העירוני" لكل مدينة (انظر المعادلة في الملحق 1). ومن ثم تم حساب درجة حرارة الهواء المتوقعة حتى عام 2060 في كل مدينة وفقًا لنموذج المناخ RegCM ووفقًا لثلاث سيناريوهات:

- محافظة المدينة على عدد سكانها؛
- استمرار سكان المدينة في النمو بشكل طردي؛
- تزايد عدد سكان المدينة بسرعة (1.7 مرة بحلول عام 2060).

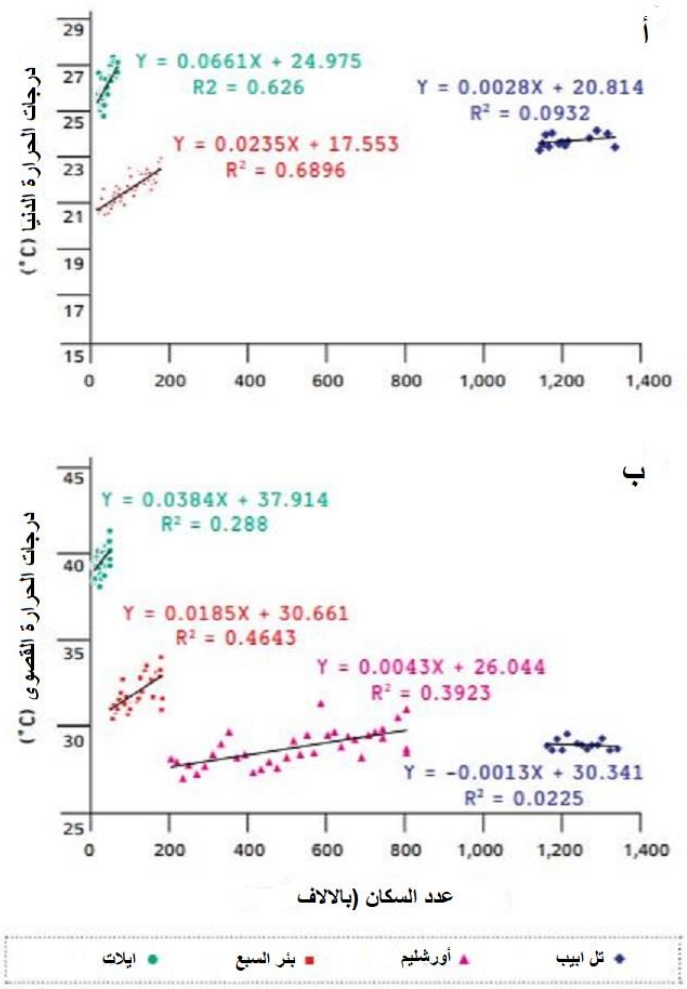
إذا نما عدد سكان إيلات بسرعة، فقد ترتفع درجة الحرارة في فترة الظهيرة الحارة بنحو 4 درجات حتى عام 2060 | الصورة: xiquinhosilva، Flickr، CC BY 2.0

نتائج

"التأثير المديني האפקט העירוני"

تُظهر النتائج أنه في فترة ما بعد الظهيرة الحارة، يوجد أعلى ارتفاع بدرجات الحرارة في المدن حيث يكون المناخ فيها أكثر جفافاً. الأولى هي إيلات (r2 = 0.626) (مناخ جاف) تليها بئر السبع (r2 = 0.6896) (مناخ شبه جاف). ويمكن أيضًا أن نرى في الشكل 1، أن النتائج في غوش دان على وجه التحديد كانت متشابهة وحتى كانت الأخفض عند الساعات الدنيا والقصوى. ومن المهم أن نتذكر أن النتائج تتأثر بموقع المحطة ومميزاتها (انظر تفاصيل الميزات في الملحق 2) وبالتالي لم نقم بالحساب لعام 2060. أي في منطقة غوش دان لم تحتسب التوقعات لتغير درجة الحرارة لأن نطاق السنوات التي تم فحصها من محطة الأرصاد الجوية الوحيدة الموجودة في المنطقة "المدينية" كانت قصيرة جدًا. وفي القدس، وُجد أن التغيير لـ 100،000 نسمة هو الأعلى، والنتيجة على الأرجح بسبب النمو السريع والتوسع المديني الذي حدث في المدينة. (الشكل 1).

الشكل 1. التغيرات في درجة حرارة الهواء في المدن الأربع: هذا الرسم درجة الحرارة الأدنى في الرسم أ والأعلى في الرسم ب، بحسب عدد السكان في السنوات 1964-2014، باستثناء منطقة غوش دان الممثلة بـ محطة حولون في الأعوام 1998-2011. وفي القدس، بيانات الساعات الباردة في اليوم غير متوفرة، وبالتالي فهي غير معروضة في أ1.



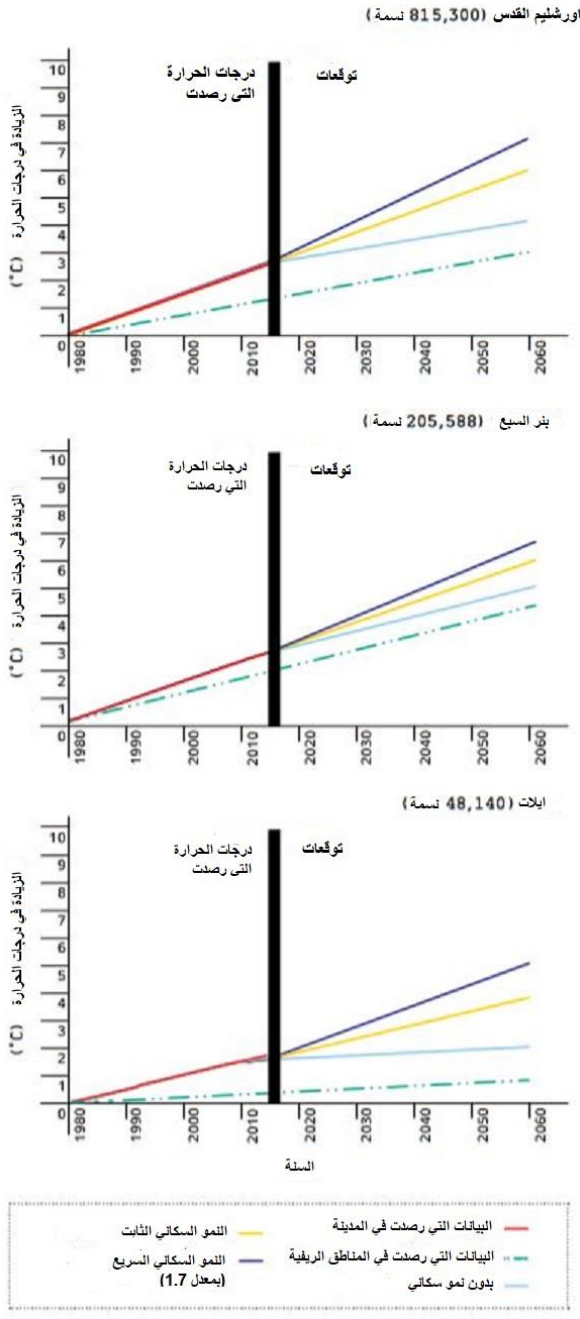
درجة حرارة الهواء: في الماضي والحاضر والمستقبل

سيعرض في هذا الفصل نتائج كل من المدن الثلاث، القدس وبئر السبع وإيلات، لشهر تموز وحتى عام 2060 وفقًا للسيناريوهات الثلاثة، خلال ساعات درجات الحرارة القصوى (الشكل 2 والجدول 1).

احتساب درجة حرارة الهواء المتوقعة والتنبؤ بها بمساعدة النمو المديني وتوجهات درجات الحرارة. يوضح المحور y في الشكل 2 درجات حرارة الهواء للفترة ما بين 1980-2014 (على يسار الخط العمودي الأسود) وأيضًا للفترة ما بين 2015-2060 (على يمين الخط العمودي الأسود). وتشير البيانات الموجودة في عنوان كل شكل، الى تصنيف المناخ حسب كيبين (انظر أيضًا الملحق 1) وعدد السكان في عام 2014.

وجد في القدس، أنه عند ساعات الذروة لدرجة الحرارة، ارتفعت درجة حرارة الهواء بمقدار 1.3 درجة مئوية خلال 35 عامًا والتي تم فحصها ما بين الاعوام 1980-2014. وبافتراض أن عدد السكان سيبقي كما هو، فمن المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء بمقدار درجة أخرى. 1.1 درجة في المستقبل. ومع ذلك، فإذا نما عدد السكان، فمن المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء بنحو 2.9 إلى 4.1 درجة.

الشكل 2. توقعات تغير درجة الحرارة لشهر يوليو حتى عام 2060، وفقًا للسيناريوهات الثلاثة، لكل منطقة من المناطق المناخية في المدن الثلاث، عندما تكون درجة الحرارة هي الأعلى عند الساعة (15:00). يفصل الخط العمودي الأسود بين تغيرات درجات الحرارة التي رصدت سابقًا والتغيرات المستقبلية المتوقعة.



الجدول 1. نتائج التغير في درجة حرارة الهواء لشهر تموز 2014 وفق ثلاثة سيناريوهات حتى عام 2060 عندما تكون درجة الحرارة الأعلى الساعة (15:00)

	التغيير المرصود من عام 1980 إلى 2014 (C)	نتائج السيناريوهات الثلاثة حتى 2060 (C)		
		المدينة تحافظ على حجم سكانها	عدد سكان المدينة يستمر في النمو بوتيرة ثابتة	النمو السكاني السريع (1.7 مرة)
اورشليم القدس	1.3	1.1	2.9	4.1
بئر السبع	0.5	0.5	1.2	1.7
ايلات	1.3	1.1	2.8	3.9

شاطئ البحر (الصورة، في تل أبيب) كملاذ مؤقت من "جزيرة الحرارة المدينية" السائدة في المناطق العمرانية المبنية | الصورة: BY CC 0.2، xiquinhosilva ،Flickr

وعلى غرار الدراسات السابقة، وحتى في هذه الدراسة أيضًا، وُجد أنه خلال الساعات التي تكون فيها درجة الحرارة الأدنى أو الأعلى، فان الزيادة في درجة الحرارة في مدينة بئر السبع بلغت حوالي 3 درجات حتى عام 2014. وبافتراض أن عدد السكان لن يتغير، فمن المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء بنحو 0.5 درجة خلال 2015-2060، وفي حالة استمرار نمو سكان المدينة بوتيرة ثابتة أو سريعة، فمن المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء بنحو 1.2 إلى 1.7 درجة.

وفي فترة ما بعد الظهيرة الحارة، تم فحص فترة 35 عامًا في ايلات وفيها سُجل ارتفاع عالٍ وقوي بمقدار 1.3 درجة. وبافتراض أن عدد السكان بقي كما هو، فمن المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء بنحو 1.1 درجة حتى العام 2060. وفي حالة استمرار نمو سكان المدينة بشكل مطرد أو سريع، سترتفع درجة حرارة الهواء من 2.8 إلى 3.9 درجة خلال الفترة ما بين 2015-2060. هذه النتائج تتوافق مع نتائج الأبحاث السابقة.

وتجدر الإشارة إلى أن أعلى زيادة في درجات الحرارة المدينية ΔTu-r (هي عند ساعات الحد الأدنى والحد الأقصى) خلال السنوات 1980-2014، كانت في المناطق القاحلة. ويتكرر هذا الاستنتاج في التوقعات المستقبلية في السيناريوهات الثلاثة، أي على الرغم من الاختلاف في عدد السكان، فقد وجد أن التغير في درجات الحرارة السابقة في إيلات (48.140 نسمة) يشبه التغير الموجود في القدس (815300 نسمة في عام 2012).

في درجات الحرارة المرتفعة، يتجلى عدم الراحة الحرارية في التعرق.

المناقشة والاستنتاجات

أحد الأسئلة الأكثر إثارة للاهتمام فيما يتعلق بتغير المناخ في المناطق المدينية هو: هل مصدره في التغيرات العالمية أو في الظواهر المدينية. حاولنا في هذه الدراسة فهم فيما لو دمجنا بين هذين التغيرين من خلال التركيز على أربع مناطق مدينية مختلفة في البلاد. لمقارنة النمو المديني وفحص النتائج التي تم الحصول عليها من المحطات الريفية، تم جمع المعلومات حول التغيير في عدد سكان المدن. إن فهم ما يحدث على مر السنين يجعل من الممكن التعرف على التغير الديموغرافي والتغير المناخي في المدن، وتأثيره على مستوى المعيشة وعلى السكان في المدن المختلفة وفي المناطق المناخية المختلفة.

ان حساب التنبؤات المناخية في الابحاث مبنية على عدد سكان المدن وليس بحسب نوع المناخ أو الطبوغرافيا وتأثيرهما على المناخ. لذلك، واستناداً إلى أسلوب البناء المتشابه، اعتقدنا أن تغيراً أكبر في درجة الحرارة سيُلاحظ في المدينتين الرئيسيتين، تل أبيب والقدس، مقارنة بمدينتي بئر السبع وإيلات. وهذا يعني أن هذه الدراسة فحصت أيضًا التصنيف بحسب المناطق المناخية المحلية Local Climate Zone(LCZ). وتم إجراء هذا التصنيف وفقًا لتقسيم المبنى المديني، والكثافة العمرانية أو ارتفاع المباني والنباتات المدينية.

لقد نما عدد سكان إسرائيل والمنطقة المبنية بشكل سريع منذ خمسينيات القرن الماضي، لذلك من المتوقع ارتفاع درجات الحرارة في المناطق المدينية. وتدعم نتائج الدراسة هذا التوقع بالنسبة للاحترار المديني في جميع المدن الأربع. ويبرز التغير الأكبر في المدن الأكثر جفافا. وتشير البيانات إلى التأثير المحلي لارتفاع درجة حرارة الهواء وعلى أهمية التخطيط المديني في المستقبل.

في حين أن هذه الدراسة يمكن أن تكون بمثابة "تقييم أولي" للتغييرات المحلية المتوقعة، إلا أن هناك حاجة إلى مزيد من البحث الذي سيشرح بشكل أفضل أهمية التغيير عندما يتعلق الأمر بمنطقة مدينية متنامية. وفي البحث المستقبلي، يجدر النظر في مناطق مناخية إضافية، ومدن مختلفة الأحجام، ونمو ديموغرافي مختلف وأكثر من ذلك.

إجمال

في جميع المدن والمناطق المفتوحة التي من حولها، لوحظ توجه تصاعدي للاحترار في السنوات الأخيرة وحتى عام 2060، يتوقع أن يزداد هذا التوجه التصاعدي بدرجات الحرارة وبشكل كبير.

إن تأثير التمدين على ارتفاع درجات الحرارة كبير، وهو أعلى من ارتفاع درجات الحرارة الموجود في المناطق المفتوحة. ويبدو انه كلما ازداد عدد سكان المدن، ازدادت وتيرة الاحترار.

وجدنا أيضًا أن ارتفاع درجات الحرارة عند الساعة 15:00 أكبر بكثير مما يحدث في ساعات الصباح.

وقد تبين أن تأثير النمو السكاني في ارتفاع درجات الحرارة أعلى في المدن الواقعة في المناخات الجافة، بالمقارنة مع المدن الواقعة في المناطق ذات المناخ المتوسطي.

لنتائج هذه الدراسة آثار تطبيقية على عمليات التخطيط والبناء والتمدين، وتؤكد على الحاجة إلى بناء مديني يراعي الظروف المناخية وبالتالي تطوير استراتيجيات للتخفيف من عمليات الاحترار المديني.

شكر

تم تمويل هذه الدراسة من خلال وزارة حماية البيئة 102-5-1؛

صندوق المنح الدراسية Smaller-Winnikow بالتعاون مع الصندوق القومي اليهودي؛ ومن قبل مركز جوردون لدراسات الطاقة.