

التحضر ومخاطر تغير المناخ

المبحث الثاني من الفصل الثامن

ترجمة بتصرف
أ.د. مضر خليل عمر

المقدمة

يقيم هذا المبحث الروابط بين التحضر وتغير المناخ من حيث انماط مخاطر وظروف المناخ وتأثيره وقابليته للتأثر . وينصب التركيز على العواقب البيئية المحلية والإقليمية والعالمية للتوسع الحضري والعمليات التي قد تؤدي إلى زيادة التعرض للمخاطر ، وتقبيد سبل عيش الأشخاص ، والمسكن عالية الخطورة ، وتوليد نقاط الضعف في البنية التحتية والخدمات الحيوية للمجتمع . يعد فهم التحضر وما يرتبط به من توزيع للمخاطر والضعف (الوهن) أمراً بالغ الأهمية للاستجابة الفعالة لتهديدات تغير المناخ وتأثيراته . كما أنه ضروري لتعزيز الموائم الحضرية المستدامة وزيادة في المرونة الحضرية . هناك اهتماما خاصا بقدرة المدن على الاستجابة للآزمات البيئية ، ومرونتها واستدامتها .

يقيم هذا المبحث التأثيرات المباشرة لتغير المناخ على سكان الحضر والنظم الحضرية . إذ تؤدي الآثار المباشرة ، جنباً إلى جنب مع التحولات في التحضر ، إلى تغيير صورة المخاطر والهشاشة المجتمعية . كلاهما يمكن أن يغيرا مسارات الانتقال التي تؤدي إلى مزيد من المرونة والممارسات المستدامة لتكون أساسا لكيفية إدارة هذه الممارسات داخل المجتمع . يعد فهم الروابط بين تغير المناخ والتحضر والعمل على أساسها أمراً بالغ الأهمية لأن التغييرات في أحدهما يمكن أن تؤثر على الآخر . نتقصى مجموعة من التأثيرات المباشرة ، على النظم المادية والبيئية ، والأنظمة الاجتماعية والاقتصادية ، والأنظمة البشرية والطبيعية المقترنة . حيثما كان ذلك مناسباً للفهم ، ويتم أيضاً ملاحظة التأثيرات المتتالية (حيث يتم ربط الأنظمة بإحكام) والتأثيرات الثانوية (غير المباشرة) .

التحضر - الظروف والعمليات داخل المدن

الحجم والارتباطات بتغير المناخ

تعد الصفات المكانية والزمنية للتوسع الحضري والاستدامة مهمة لفهم التفاعلات المتغيرة والمعقدة بين تغير المناخ والنمو الحضري . بالنظر إلى مستويات التحضر الكبيرة والمتصاعدة عادة ، تتعرض نسبة متزايدة من سكان العالم للتأثيرات المباشرة لتغير المناخ في المناطق الحضرية . فالمراكز الحضرية في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية التي يقل عدد سكانها عن مليون نسمة هي الأماكن التي يتوقع فيها معظم النمو السكاني ولكن المراكز الأصغر " غالباً ما تكون ضعيفة مؤسسياً وغير قادرة على تعزيز إجراءات التخفيف والتكيف الفعالة" .

يغير التحضر البيئات المحلية عبر سلسلة من الظواهر الفيزيائية التي يمكن أن تؤدي إلى ضغوط بيئية محلية . وتشمل هذه : جزر الحرارة الحضرية (درجات حرارة أعلى ، لا سيما في الليل ، مقارنة بالمواقع الريفية النائية) والفيضانات المحلية التي يمكن أن تتفاقم بسبب تغير المناخ . من الأهمية بمكان فهم التفاعل بين عملية التحضر والتغير البيئي المحلي الحالي وتغير المناخ المتسارع . على سبيل المثال ، في الماضي ، وُجد أن الاتجاهات طويلة الأجل في درجة حرارة الهواء السطحي في المراكز الحضرية مرتبطة بكثافة التحضر . يمكن أن يؤثر تغير المناخ على ديناميكيات المناخ المحلي والظروف المحلية الإقليمية . على سبيل المثال ، يمكن أن يؤدي التحضر (المقياس الصغير إلى النطاق المتوسط) إلى تعزيز و / أو زيادة نطاق جزيرة الحرارة الحضرية المحلية (UHI) مع تغيير العمليات الصغيرة ، مثل تأثير نسيم البحر البري ، ورياح katabatic

، وما إلى ذلك ، وتعديل الأرصادات الجوية ذات النطاق السينوبتيكي (على سبيل المثال ، التغييرات في وضع أنظمة الضغط العالي فيما يتعلق بأحداث UHI) تشير تمارين نمذجة المناخ إلى أن "التأثير الحضري" يؤدي محليًا إلى ارتفاع درجات الحرارة . فخصائص مواد البناء تكون مؤثرة في إنشاء أنظمة مختلفة لدرجات حرارة المناخ في المناطق الحضرية ، والتي يمكن أن تغير الطلب على الطاقة لأنظمة التحكم في المناخ ، فالمباني العمرانية الكثيفة للعديد من المدن الكبيرة لها تأثير واضح على انبعاثات الحرارة البشرية المنشأ وخشونة السطح ، المرتبطة بمستوى الثروة واستهلاك الطاقة والظروف المناخية الجزئية والإقليمية . يمكن أن تكون التدفقات الحرارية البشرية المنشأ للمدن الكبيرة عالية جدًا : يشير التحليل العالمي إلى ما يصل إلى 50-500 واط في المتر المربع ، وقيم تصل محليًا إلى 1500 واط لكل متر مربع في طوكيو . تؤثر التغييرات القوية في درجات الحرارة الموسمية واليومية والجوية أيضًا على مستوى التغييرات المرتبطة بالتحضر وأهميتها في مدن معينة .

يمكن أن يكون للمدى المكاني الكبير والكمية الكبيرة من البيئة المبنية للمدن العملاقة (10 ملايين نسمة أو أكثر) تأثيرات كبيرة على توازن الطاقة المحلي والإقليمي وما يرتبط بهما من ظروف الطقس والمناخ والصفات البيئية ذات الصلة مثل جودة الهواء . وجد (Grimmond 2011) أدلة متزايدة على أن المدن يمكن أن تؤثر على الطقس (على سبيل المثال ، هطول الأمطار ، والبرق) من خلال استخدام الأراضي الحضرية المعقدة ، والطقس ، والتغذية المرتدة اتجاه المناخ يمكن أن تؤثر المراكز الحضرية الضخمة مكانيًا أيضًا على مواقع اتجاه الرياح عن طريق رفع درجة الحرارة والتأثير سلبيًا على جودة الهواء . تم تجسيد تأثير المدن الضخمة على تدفقات الهواء في نيويورك وطوكيو، قد تؤثر التفاعلات بين المدن الكبرى والساحلية على الدورة الهيدرولوجية وعمليات إزالة الملوثات من خلال تطوير الضباب والغيوم والأمطار في المدن والمناطق الساحلية المجاورة . تحدد جهود النمذجة الأخرى كثافة البناء والتصميم وحجم التنمية الحضرية كمحددات محلية مهمة لتأثير التحضر على تغييرات درجات الحرارة المحلية .

الأبعاد المكانية والزمانية

أنماط الاستيطان المكاني هي عامل حاسم في التفاعلات بين التحضر والمخاطر المرتبطة بالمناخ وسرعة التأثير . أحد الجوانب هو الكثافة ، التي تتراوح من المركزة إلى المشتتة ، مع تناقص معظم المستوطنات الحضرية المخطط لها في الكثافة السكانية مع المسافة من القلب في المدن ذات المستوطنات الكبيرة الهامشية وغير المخططة ، ويمكن عكس هذا النمط . في كلتا الحالتين ، يتم اختبار النمو الحضري من خلال التوسع الأفقي والامتداد ، مما يعزز شبكات واسعة من البنية التحتية الحيوية ، والتي غالبًا ما تكون عرضة لتغير المناخ . كما اتسم النمو السكاني الحضري السريع في العقد الماضي بشكل متزايد بالنمو في الكثافة الرأسية (المعيشة والعمل في المباني الشاهقة) ، خاصة في آسيا . حيث توفر المعيشة ذات الكثافة العالية فرصًا للحفاظ على الموارد ولكنها في الوقت نفسه تمثل تحديات للتخطيط والإدارة الحضرية .

يرتبط التحضر بتغيير أبعاد الهجرة وتدفق المواد إلى المدن وخارجها وكذلك داخلها . مستوى زيادة (أو في بعض الحالات انخفاض) لهذه الظروف يخلق نوعية ديناميكية من المخاطر في المدن . يجب أن تحاول المدن المتغيرة بسرعة إدارة هذا النمو من خلال تطوير الإسكان والبنية التحتية مع فهم التأثير النسبي لتغير المناخ في الوقت نفسه . على سبيل المثال في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى ، يؤدي الجمع بين معدلات النمو السكاني المرتفعة نسبيًا ومستويات التحضر المتزايدة إلى زيادة التعرض لتأثيرات تغير المناخ . إن الخلط بين التغير البيئي المحلي الناتج عن التحضر وتحولات تغير المناخ يجعل تحديد استراتيجيات التكيف الفعالة وتنفيذها أكثر صعوبة .

نقص المياه ، على سبيل المثال ، هو بالفعل مصدر قلق مزمن للعديد من المدن في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل ، وعادة ما يتفاقم مع استمرار نمو السكان وزيادة الطلب . تتصافر التخفيضات أو حالات عدم اليقين المتعلقة بتغير المناخ في العرض مع عدم الاستقرار الحالي لهيئة الظروف لأزمات إدارة وحوكمة أكبر .

التحضر والاستدامة البيئية

إن الارتباط بين التحضر وتغير المناخ له آثار مهمة على الاستدامة البيئية . يمكن أن يؤدي تغير المناخ إلى تسريع الضغوط البيئية في المدن ، فضلاً عن التفاعل مع الضغوط البيئية والاقتصادية والسياسية الحضرية الحالية ، يعد هذا أمراً مهماً بشكل خاص في عالم قد تؤدي فيه تجاوزات حدود الكواكب الرئيسية مثل تغير المناخ والتنوع البيولوجي إلى إخراج البشرية من مساحة "التشغيل الآمن" في العالم ، إلى مستقبل غير آمن ولا يمكن التنبؤ به . دراسة بواسطة Trusilova et al. (2008) تحلل الاضطرابات الناجمة عن التحضر لدورة الكربون في أوروبا من خلال تغير استخدام الأراضي ، وتعديل المناخ المحلي ، وتلوث الغلاف الجوي . تُظهر الدراسة أن التأثيرات الحضرية تنتشر إلى ما وراء حدود المدينة وتؤدي إلى ردود فعل / استجابات معقدة في المحيط الحيوي . يغير التحضر من غطاء استخدام الأراضي ، ويقلل بشكل عام من كمية الأراضي السليمة بيئياً ويسبب تجزئة الأراضي المتبقية ، مما يقلل من قيمة الموائل لأنواع الحيوانات ويزيد من احتمال حدوث مزيد من التدهور البيئي .

العلاقة بين التحضر والاستدامة البيئية وتغير المناخ موضحة جيداً في مثال نيو أورلينز . يتشكل الضعف الجيوفيزيائي لهذه المدينة من خلال موقعها المنخفض ، والانخفاض المتسارع للأرض ، وارتفاع مستويات سطح البحر ، وزيادة كثافة وتواتر الأعاصير - وهي مجموعة من الظواهر الطبيعية التي تفاقمت بسبب "قرارات الاستيطان ، وتطوير القناة ، وفقدان الحواجز الرطبة ، واستخراج النفط والغاز الطبيعي وتصميم وإنشاء وفشل الهياكل الواقية وتخزين الأمطار ، بالنسبة للمدن في المناطق القاحلة ، التي تعاني بالفعل من نقص المياه في كثير من الأحيان في سياق الطلب المتزايد ، قد يؤدي تغير المناخ إلى تقليل توفر المياه بشكل أكبر بسبب التغيرات في هطول الأمطار و / أو التبخر .

الاختلافات الإقليمية والمخاطر الخاصة بالسياق

كشفت دراسات الحالة والمراجعات الإقليمية التي تقيّم مواطن الضعف الحضرية إزاء تغير المناخ عن تحديات مادية ومجتمعية متنوعة واختلافات كبيرة في مستويات القدرة على التكيف . أبرزت الأبحاث حول المدن الأفريقية الافتقار إلى القدرات والوعي بتغير المناخ ، وغالباً ما تكون هناك مستويات عالية للغاية من الوهن بين السكان الفقراء في المناطق الحضرية الذين يتزايد عددهم بسرعة في القارة . نظرت المراجعات الأخرى في مدن أمريكا اللاتينية وأمريكا الشمالية وأوروبا ، حيث يتسم التوزيع العالمي للمخاطر الحضرية باختلاف السياقات وديناميكيته غير المتكافئ بين المناطق وداخلها . سيتركز التعرض المطلق للأحداث المتطرفة على مدى العقود القليلة القادمة في المدن الكبيرة والبلدان التي يسكنها سكان حضريون في المناطق الساحلية المنخفضة ، كما هو الحال في العديد من الدول الآسيوية . كما أن المستوطنات الواقعة في السهول الفيضية للأنهار معرضة للفيضانات أثناء هطول الأمطار الشديد أو المستمر / ظروف العواصف الشديدة . تشمل العديد من المدن على مواقع خطيرة ، مثل المنحدرات الشديدة ، والأراضي المنخفضة المجاورة لضفاف الأنهار غير المحمية وشواطئ المحيطات ، ولها هياكل لا تتوافق مع قوانين البناء . ترتبط المخاطر الخاصة بالسياق ونقاط الضعف المرتبطة بها أيضاً بالوضع الاجتماعي والاقتصادي للسكان . فالنساء والأطفال والأشخاص الذين يعانون من مخاطر صحية وكبار السن في المستوطنات غير الرسمية هم الأكثر عرضة بشكل عام لتأثيرات تغير المناخ . يمكن لضعف الوصول إلى البنية التحتية والنقل ، وذوي الدخل المنخفضة ، والأصول المحدودة ، والمواقع الخطرة تتضافر الظروف لتعرضهم لمخاطر عالية من الكوارث .

آثار تغير المناخ وتقلباته

التأثيرات الأولية (المباشرة) والثانوية (غير المباشرة)

سيؤدي تغير المناخ إلى زيادة تواتر شدة و / أو مدة الظواهر الجوية المتطرفة مثل هطول الأمطار الغزيرة والنوبات الدافئة والظواهر الحرارية والجفاف و العواصف الشديدة وما يرتبط بها من ارتفاع في مستوى سطح البحر) .

تغير درجة الحرارة الحضرية :

توضح الخرائط الأماكن التي تتركز فيها أكبر التجمعات الحضرية في العالم فيما يتعلق بالتغيرات في درجات الحرارة المرصودة والمتوقعة ، تم ترميز النقطة لكل تجمع حضري وفقاً لمعدل النمو السكاني بين عامي 1970 و 2010 . وتلك التي لديها أسرع معدلات نمو سكاني لهذه العقود الأربعة تتجمع بقوة في آسيا (خاصة في الصين والهند) وفي أمريكا اللاتينية وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (مع وجود الكثير منها على الساحل). تسلط الخريطة الضوء على ارتفاع درجة الحرارة بأكثر من 1 درجة مئوية في مناطق في شمال ووسط آسيا وغرب إفريقيا وأمريكا الجنوبية وأجزاء من أمريكا الشمالية ، مما يشير إلى احتمال تعرض المدن الكبيرة لمخاطر المناخ .

في خريطة أخرى لمواقع أكبر للتجمعات الحضرية وفقاً للتعداد السكاني المتوقع لعام 2025 داخل بلدان العالم التي توضح التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة لمنتصف القرن الحادي والعشرين ، باستخدام مسار التركيز التمثيلي ، 2.6 (RCP) هذا سيناريو مع تخفيف قوي . لم يتم تكوين التعداد السكاني المتوقع للتجمعات الحضرية حتى عام 2050 لأنه لا يوجد أساس موثوق للقيام بذلك . يتأثر سكان المستقبل في كل تجمع حضري كثيراً بأدائه الاقتصادي وبالتغيرات الاجتماعية والديمقراطية والاقتصادية والسياسية التي لا يمكن التنبؤ بها . بافتراض أن جميع التجمعات الحضرية الكبيرة تقريباً في عام 2025 ستظل تجمعات حضرية كبيرة في عام 2050 ، و أن عدداً من التجمعات الحضرية الكبيرة في جميع القارات تقريباً ، ستعرض لارتفاع في درجة الحرارة يزيد عن 1.5 درجة (أكثر من المستويات الصناعية) بحلول منتصف القرن ، باستخدام سيناريو. (IPCC2013) RCP 2.6 .

في خريطة مشابهة توضح التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة لمنتصف القرن الحادي والعشرين ولكن باستخدام سيناريو RCP 8.5. هذا السيناريو ، بناءً على اتجاهات انبعاثات الغازات الدفيئة الحالية غير المتغيرة بحلول منتصف القرن ، يوضح أن الجزء الأكبر من سكان العالم الذين يعيشون في أكبر التجمعات الحضرية (استناداً إلى سكانهم في عام 2025) سيتعرضون لارتفاع درجة الحرارة على الأقل بدرجتين عن مستويات ما قبل الصناعة ، باستثناء تأثيرات الجزر الحرارية الحضرية . بحلول أواخر القرن ، في ظل سيناريو RCP 2.6 ، سيتعرض عدد من التجمعات الحضرية التي كانت من بين أكبر التجمعات في عام 2025 لارتفاع في درجات الحرارة يصل إلى 2.5 درجة فوق مستويات ما قبل الصناعة (باستثناء تأثيرات الجزر الحرارية الحضرية) ، خاصة في خطوط العرض العليا . ويعني هذا أن متوسط ارتفاع درجة الحرارة في بعض المدن قد يزيد عن 4 درجات مئوية . يوضح سيناريو RCP 8.5 بحلول أواخر القرن (مع اتجاهات انبعاثات غازات الدفيئة الحالية غير المتغيرة) أن الجزء الأكبر من سكان العالم الذين يعيشون في التجمعات الحضرية الكبيرة سوف يتعرضون لارتفاع درجة الحرارة 2.5 درجة على الأقل . تعاني بعض المدن الواقعة في خطوط العرض العليا من ارتفاع متوسط قدره 3.5 درجة ، أو أكثر من 5 درجات عند دمجها مع تأثيرات UHI. يمكن أن تكون درجات الحرارة الموسمية القصوى أعلى من ذلك . ستساهم الزيادات في درجات الحرارة من 6 - 8 درجات في القطب الشمالي وارتفاع درجة الحرارة في القارة القطبية الجنوبية ، و في ارتفاع مستوى سطح البحر مما قد يؤثر على المدن الساحلية في جميع أنحاء العالم .

ستؤدي زيادة تواتر الأيام الحارة ونوبات الدفء إلى تفاقم تأثيرات الجزر الحرارية الحضرية ، مما يتسبب في مشاكل صحية مرتبطة بالحرارة وربما زيادة تلوث الهواء ، بالإضافة إلى زيادة الطلب على الطاقة للتبريد في الموسم الدافئ . وعلى العكس من ذلك ، فإن الانخفاض الواسع النطاق في فترات الطقس شديد البرودة سيؤدي إلى انخفاض معدل الوفيات من موجات البرد . سيؤدي تغير المناخ إلى تعديل جزر الحرارة الحضرية (UHI) في المدن . تظهر الدراسات الحديثة مع النماذج المادية إشارات مختلطة ، مع انخفاض في UHI في العديد من مناطق العالم وزيادة في بعضها

استجابة لمحاكاة تغير المناخ . زاد عدد ليالي لندن السنوية التي تكون فيها الجزر الحرارية أقوى من 4 درجات مئوية بمعدل 4 أيام في كل عقد منذ أواخر الخمسينيات ؛ وفي الوقت نفسه ، ارتفع متوسط كثافة الجزر الحرارية الليلية بنحو 0.1 درجة مئوية لكل عقد خلال نفس الفترة . تشير التوقعات إلى أنه بحلول عام 2050 ، يمكن أن يرتفع UHI الليلي في لندن في أغسطس بمقدار 0.5 درجة مئوية أخرى ، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 40 % في عدد الليالي التي تشهد نوبات UHI شديدة . ومع ذلك ، بالنظر تحديداً إلى لندن ومانشستر ، وجد زيادة قدرها 0.1 درجة مئوية أو أقل في UHI المتوقع بحلول عام 2050 . تم إجراء التوقعات المستقبلية لـ UHI في ظل ظروف الاحتمال الحراري في طوكيو حيث تم تحديد زيادة محتملة في كثافة الجزر الحرارية الحضرية بمقدار 0.5 درجة مئوية، نموذج زيادة في UHI من 1.0 درجة مئوية إلى 1.5 درجة مئوية بحلول عام 2070. بالإضافة إلى كثافة UHI الأكبر ، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الهواء في أغسطس بنحو 2 درجة مئوية بحلول عام 2070 وفقاً لمتوسط 5 نماذج مناخية عالمية (GCM) في إطار سيناريو SRES A1b ملاحظة : نطاق عدم اليقين في نماذج الدوران العام يبلغ حوالي 2 درجة مئوية .

من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ في مدينة نيويورك إلى زيادة موجات الحرارة الممتدة ، مما يؤدي إلى تفاقم ظروف UHI الحالية . ترتبط زيادة درجات الحرارة الدنيا ليلاً بزيادة الطلب على التبريد والضغط المرتبطة بالصحة . بالنسبة للمدن في الهند ، تم تحديد تأثيرات المناخ المستقبلي على الروابط بين التحضر وتطوير UHI بشكل عام ، من المتوقع أن يزداد الاتجاه الحالي للأحداث المتطرفة المتكررة بشكل متزايد مع تغير المناخ . تُظهر المقارنة بين متوسط درجات الحرارة الدنيا السنوية لمحطتين في دلهي (سافارجونغ وبالام) منذ السبعينيات اتجاهات درجات الحرارة الليلية المتزامنة مع وتيرة توسع المدينة .

الجفاف ونُدرة المياه: الوسائل والخطورة

يمكن أن يكون للجفاف العديد من الآثار في المناطق الحضرية ، بما في ذلك زيادة نقص المياه ، ونقص الكهرباء (حيثما تكون الطاقة الكهربائية مصدرًا) ، والأمراض المرتبطة بالمياه (على الرغم من استخدام المياه الملوثة) ، وأسعار الغذاء وانعدام الأمن الغذائي من انخفاض الإمدادات . قد تساهم جميعها في التأثيرات الاقتصادية السلبية وزيادة الهجرة من الريف إلى الحضر. يعيش ما يقدر بنحو 150 مليون شخص حالياً في مدن تعاني من نقص دائم في المياه ، يُعرف بأنه أقل من 100 لتر للفرد يومياً من التدفق المستدام للمياه السطحية والجوفية ضمن نطاقهم الحضري . تشير المتوسطات عبر جميع سيناريوهات تغير المناخ ، مع ملاحظة دور النمو الديموغرافي ، إلى زيادة كبيرة في هذا العدد ، ربما يصل إلى مليار بحلول عام 2050

الفيضانات الساحلية وارتفاع مستوى البحر واندفاع العواصف

يمثل ارتفاع مستوى سطح البحر أحد التحولات الرئيسية في مخاطر تغير المناخ الحضري ، نظراً للتركيز المتزايد لسكان المناطق الحضرية في المواقع الساحلية وداخل المناطق المنخفضة الارتفاع . تتراوح التقديرات الجديدة للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ لمتوسط ارتفاع مستوى سطح البحر بين 26 و 98 سم بحلول عام 2100 ؛ هذا أعلى من 18-59 سم المتوقعة في AR4 (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، 2013). يمكن أن يكون لارتفاع مستويات سطح البحر ، وتآكل السواحل ووظائف الأنهار المصاحبة له ، أو الفيضانات المقترنة بالعواصف تأثيرات واسعة النطاق على السكان ، والممتلكات والنباتات الساحلية والنظم الإيكولوجية ، وتشكل تهديدات للتجارة والأعمال وسبل العيش . يتضح هذا جيداً من خلال العديد من الكوارث الواسعة النطاق الأخيرة بما في ذلك إعصار ساندي في منطقة نيويورك . عادة ما تكون مناطق الأراضي المنخفضة في المدن الساحلية مثل لاغوس ومومباسا ومومباي أكثر عرضة لخطر الفيضانات ، لا سيما عندما يكون هناك توفيراً أقل للصرف . تتعرض الهياكل الموجودة في التربة المحشورة في الأراضي المنخفضة في لاغوس ومومباي لمخاطر الفيضانات أكثر من الهياكل المماثلة المبنية على مواد متماسكة . العديد من الهياكل القريبة من المدن الساحلية مثل دكا بها مواقع معرضة لخطر العواصف النهرية والساحلية المدن التي بها مرافق موانئ واسعة النطاق وصناعات البتروكيماويات والصناعات ذات الصلة بالطاقة معرضة بشكل خاص لمخاطر زيادة الفيضانات . تقدير التغير في الفيضانات بحلول سبعينيات القرن

الماضي في تعرض مدن الموانئ الكبيرة للفيضانات الساحلية مع سيناريوهات النمو الاجتماعي والاقتصادي ، وارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة العواصف ، والهبوط . وجدوا أنه مع ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.5 متر ، يمكن أن يتضاعف عدد السكان المعرضين للخطر أكثر من ثلاثة أضعاف بينما من المتوقع أن يزيد التعرض للأصول بأكثر من عشرة أضعاف . تم تحديد "أفضل 20" مدينة لكل من السكان وتعرض الأصول للفيضانات الساحلية في كل من التصنيفين الحالي و 2070 منتشرة عبر الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط والمرتفع ، ولكنها تتركز في مدن دلتا الآسيوية . وهي تشمل : مومباي ، وقوانغتشو ، وشنغهاي ، وميامي ، ومدينة هوشي منه ، وكولكاتا ، ونيويورك ، وأوساكا-كوبي ، والإسكندرية ، وطوكيو ، وتيانجين ، وبانكوك ، ودكا ، وهاي فونج . باستخدام التعرض للأصول كمقياس ، تحتل المدن في الدول ذات الدخل المرتفع وفي الصين مكانة بارزة : ميامي ونيويورك وطوكيو ونيو أورليانز وكذلك قوانغتشو وشنغهاي وتيانجين . يمكن أن تحدد الدراسات التفصيلية الخاصة بالموقع المستوى المحلي لارتفاع مستوى سطح البحر والعوامل المحلية الأخرى مثل تطوير الموانئ ، والتجريف والتعرية ، وسحب المياه الجوفية وهبوطها وعوامل أخرى .

الفيضانات الداخلية والأخطار الهيدرولوجية والجيولوجية المائية على النطاق الحضري

سيختلف التعرض للأخطار المتعلقة بالمناخ باختلاف الخصائص الجيومورفولوجية للمدن . ستؤثر الأمطار الغزيرة و العواصف على المناطق الحضرية من خلال الفيضانات التي يمكن أن تؤدي بدورها إلى تدمير الممتلكات والبنية التحتية العامة ، وتلوث مصادر المياه ، وتسجيل المياه ، وفقدان الأعمال وخيارات كسب العيش ، وزيادة الأمراض المنقولة بالمياه والأمراض المرتبطة بالمياه ، كما ورد في مجموعة واسعة من الدراسات . نظرت دراسات الحالة للمدن الداخلية في ارتفاع مخاطر الفيضانات بسبب تغير المناخ ، كما هو الحال في كمبالا واضطرابات السفر في بورتلاند . كانت هناك محاولات بحثية كبيرة لتحسين نمذجة تواتر ظواهر هطول الأمطار الشديدة والفيضانات الناتجة عنها .

استعراض التأثيرات العالمية لتغير المناخ على تساقط الأمطار الشديد والصرف الحضري بواسطة الزيادات النموذجية في كثافة هطول الأمطار على نطاقات الهيدرولوجيا الحضرية الصغيرة تتراوح من 10٪ إلى 60٪ من فترات التحكم في الماضي القريب (عادةً 1961-1990) حتى 2100. قد تكون هذه التغييرات في أحداث هطول الأمطار قصيرة الأمد شديدة لها تأثيرات كبيرة على أنظمة الصرف في المناطق الحضرية والفيضانات الغزيرة . تشير النتائج حتى الآن إلى المزيد من المشاكل المتعلقة بشحن أنابيب الصرف الصحي ، وفيضان المجاري وتكرار انسكاب مياه الصرف الصحي المشتركة (CSO). قد تؤدي التغييرات الشديدة في هطول الأمطار في نطاق 10-60٪ إلى تغييرات في تواتر الفيضانات وأحجام CSO في النطاق 0-400٪ اعتماداً على خصائص النظام . وذلك لأن الفيضانات ، عند تجاوز الجريان السطحي أو عتبات تدفق المجاري ، يمكن أن تتفاعل مع هطول الأمطار (التغييرات) بطريقة غير خطية للغاية .

قضايا صحة الإنسان والأمراض وعلم الأوبئة الناشئة في المدن

لوحظ أن تغير المناخ قد يؤثر على المحددات الاجتماعية والبيئية للصحة في المستقبل ، بما في ذلك الهواء النظيف ومياه الشرب الآمنة والغذاء الكافي والمأوى الآمن . فهناك أدلة جيدة على أن درجات الحرارة القصوى (الحرارة والبرودة) تؤثر على الصحة ، وخاصة معدلات الوفيات . من المتوقع زيادة الاحترار والضغط الفسيولوجي على مستوى راحة الإنسان في مجموعة متنوعة من المدن في المناطق شبه الاستوائية وشبه القاحلة والمعتدلة . لمزيد من المناقشة حول المدن وتأثيرات الاحترار المتزايد في مناطق معينة ، راجع الفصول الإقليمية (الفصول 21-30).

أوضحت الدراسات الحديثة تأثير الإجهاد الحراري على سكان المناطق الحضرية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل ، للأطفال في المستوطنات غير الرسمية في نيروبي . من المعروف أن الأيام الحارة لها تأثيرات كبيرة على الصحة يمكن أن تتفاقم بسبب ظروف الجفاف والرطوبة العالية . تظهر الدراسات في البلدان ذات الدخل المرتفع أن كبار السن أكثر عرضة للوفيات المرتبطة بالحرارة في المناطق

الحضرية حيث ترتفع معدلات وفيات الأطفال ، ثبت أن درجات الحرارة القصوى لها تأثير على الوفيات . يكون الأشخاص في بعض المهن أكثر عرضة للخطر ، حيث يتعرضون لدرجات حرارة أعلى لفترات طويلة وتكون الأسر ذات الدخل المنخفض أكثر عرضة للخطر عندما تعطل موجات الحرارة أو تحد من فرص كسب الدخل .

لتغير المناخ آثارا على جودة الهواء في المناطق الحضرية ، وتلوث الهواء ، والسياسة الصحية من WGI AR5. التأثيرات على جودة الهواء في المناطق الحضرية في مناطق حضرية معينة غير مؤكدة إلى حد كبير وقد تشمل الزيادات والنقصان في بعض الملوثات . تتأثر جودة الهواء الحضري في معظم المدن بالفعل بسبب تلوث الهواء المحلي من النقل والصناعة ، وغالبًا ما تكون المصادر تجارية وسكنية . تُظهر الأدبيات الناشئة أدلة قوية على أن تغير المناخ سيزيد عمومًا من مستوى الأوزون في الولايات المتحدة وأوروبا ، لكن نمط هذا التغيير غير واضح ، مع زيادة بعض المناطق وانخفاضها . التأثيرات على الجسيمات (PM) غير واضحة أيضًا ، وكذلك التأثيرات على الأوزون والجسيمات خارج الولايات المتحدة وأوروبا

قد يتأثر معدل حدوث تفاقم الربو بالزيادات المرتبطة بتغير المناخ في التعرض للأوزون على مستوى الأرض ؛ قد تتأثر الملوثات الأخرى أيضًا ، لا سيما في المدن ذات مستويات PM10 والأوزون أعلى بكثير من إرشادات منظمة الصحة العالمية . قد يغير تغير المناخ توزيع حبوب اللقاح وكميتها وجودتها في المناطق الحضرية ، فضلاً عن توقيت مواسم حبوب اللقاح ومدتها . تلاحظ منظمة الصحة العالمية / المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (2012) أن أمراض الإسهال وسوء التغذية والملاريا وحمى الضنك حساسة للمناخ ويمكن أن تتأثر سلبًا بتغير المناخ في غياب التكيف المناسب .

القطاعات الحضرية: التعرض والحساسية

يقيم هذا المبحث التأثيرات المباشرة المرصودة والمتوقعة لتغير المناخ على سكان المدينة والمباني والبنية التحتية والأنظمة للمخاطر. ويأخذ في الحسبان القطاعات الرئيسية المتضررة والسكان والعلاقات المتبادلة المحتملة . تشمل الآثار المباشرة جميع التكاليف والخسائر المنسوبة إلى تأثير الأحداث الخطرة ، ولكنها تستبعد التأثيرات النظامية ، على سبيل المثال على الاقتصاديات الحضرية من خلال تقلبات الأسعار بعد وقوع كارثة أو تأثير خسائر الكوارث على سلاسل الإنتاج . يتم النظر في كل من النطاق الزمني والمكاني للتحويلات في مخاطر المناخ عبر المدن والمواقع الحضرية في العقود القليلة القادمة . بالإضافة إلى ذلك ، نقوم بتحليل التغيير في حجم وطبيعة المخاطر في المدن ، حيث تتغير الظواهر المناخية المتطرفة والوسائل والاتجاهات طويلة الأجل (مثل ارتفاع مستوى سطح البحر).

سيكون لتغير المناخ تأثيرات عميقة على مجموعة واسعة من وظائف المدينة والبنية التحتية والخدمات وسوف يتفاعل مع العديد من الضغوط الحالية وقد يؤدي إلى تفاقمها . يمكن أن تحدث هذه الآثار في الموقع ومن خلال الاتصالات بعيدة المدى مع المدن الأخرى والمواقع الريفية لإنتاج الموارد واستخراجها . يمكن أن يؤدي التفاعل بين تغير المناخ والضغوط البيئية الحالية إلى مجموعة من أوجه التآزر والتحديات وفرص التكيف مع الروابط المتداخلة المعقدة وغالبًا ما تكون عالية .

العمليات غير المؤكدة أو غير الخطية ، على سبيل المثال ، كان فيضانات عام 2007 في مدينة فيلاهيرموسا ، والتي غطت ثلثي ولاية تاباسكو في المكسيك ، عواقب وخيمة على القاعدة الاقتصادية للمدينة ، مع أضرار وخسائر تعادل 30% من الناتج المحلي الإجمالي السنوي للولاية . تسبب الفيضان الذي ضرب نهر تشاو فرايا في عام 2011 في خسائر كبيرة في الأرواح وأضرارًا للعديد من الشركات والعديد من المناطق الصناعية في بانكوك (تقدر الخسائر والأضرار المحلية بنحو 3.5 تريليون ين) ، و تسبب أيضًا في تعطيل سلاسل التوريد الصناعية على نطاق عالمي . تعتبر المراكز الحضرية التي تخدم مناطق زراعية مزدهرة حساسة بشكل خاص لتغير المناخ إذا كانت إمدادات المياه أو محاصيل معينة معرضة للخطر . في نيفاشا ، كينيا ، يهدد الجفاف البستنة عالية القيمة الموجهة للتصدير . قد تعاني المراكز الحضرية التي تعمل كوجهات سياحية رئيسية عندما يصبح الطقس عاصفًا أو شديد الحرارة ويؤدي إلى خسارة في الإيرادات .

توقعت التقييمات الأخيرة ارتفاع عدد السكان وتعرض الأصول في المدن الساحلية الكبيرة ، جنباً إلى جنب مع دراسات الحالة في كوبنهاغن . بحلول عام 2070 ، قد تزيد الأصول المكشوفة في مدن مثل نينغبو (الصين) ودكا (بنغلاديش) وكولكاتا (الهند) بأكثر من 60 ضعفاً .

ستتأثر البنية التحتية بالمثل بالمخاطر المناخية الشاملة والمتتالية . سيكون للضغوط المناخية ، ولا سيما الأحداث المتطرفة ، تأثيرات عبر النظم الحضرية المترابطة ، داخل وعبر قطاعات متعددة . تتضح الآثار المتتالية بشكل خاص في قطاعات المياه والصرف الصحي والطاقة والنقل والاتصالات ، بسبب الطابع المترابط في كثير من الأحيان لأنظمة البنية التحتية الحضرية . نظرت جهود التقييم الوطني للمناخ في الولايات المتحدة في تأثيرات تغير المناخ على البنية التحتية ، مع الأخذ في الاعتبار العلاقة بين المياه والأرض والطاقة ، وكذلك على عدد كبير من الصناعات . يمكن أن يكون لهذه التسلسلات النظامية تأثيرات اقتصادية مباشرة وغير مباشرة ، والتي يمكن أن تمتد من البيئة المبنية إلى الصحة العامة الحضرية . من العناصر الحاسمة تأثير استثمارات البنية التحتية ذات العمر التشغيلي الطويل ، في بعض الحالات 100 عام أو أكثر . في المدن ذات الدخل المنخفض والمتوسط ، هناك حاجة إلى استثمارات إضافية كبيرة للغاية لمعالجة العجز في البنية التحتية والخدمات ؛ بدون هذا الاستثمار ، يكون من الصعب إجراء مقايضة قصيرة إلى طويلة الأجل لتحسين المرونة . هذه فرصة لتخطيط البنية التحتية "الذكية مناخياً" التي تدرس كيفية الجمع بين التنمية المناصرة للفقراء والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته . هذه مهمة أكثر صعوبة لمدن مثل نيويورك ذات البنية التحتية المتقدمة الكثيفة والمواد التي "قد لا تكون قادرة على تحمل الضغوط المتوقعة من المناخ المتغير" . لدى هذه المدن أيضاً فرصة ، عند استبدال البنية التحتية القديمة ، لإدماج الاعتبارات المناخية في عمليات صنع القرار الخاصة بالبنية التحتية الجديدة .

إمدادات المياه و الصرف الصحي

تؤثر أنظمة المياه والصرف الصحي على رفاهية الأسرة وصحتها ، فضلاً عن التأثير على الأنشطة الاقتصادية الحضرية والطلب على الطاقة وتوازن المياه بين الريف والحضر . سيؤثر تغير المناخ على العرض والطلب على المياه في المناطق السكنية وإدارتها من بين الآثار المتوقعة تغيير أنماط هطول الأمطار والجريان السطحي في المدن ، وارتفاع مستوى سطح البحر ودخول المياه المالحة الناتجة ، والقيود المفروضة على توافر المياه وجودتها ، وزيادة عدم اليقين في التخطيط طويل الأجل والاستثمار في أنظمة المياه والصرف الصحي . يجب أن تواجه الإدارات والمرافق الحكومية المحلية المسؤولية عن إمدادات المياه وإدارة مياه الصرف هذه الأنماط المناخية الجديدة وأوجه عدم اليقين الرئيسية في توافرها وتعلم كيفية الاستجابة لمجموعات القيود الديناميكية والمتطورة .

سيزيد تغير المناخ من مخاطر وهشاشة سكان المناطق الحضرية تجاه انخفاض جودة المياه الجوفية ونوعية الخزان الجوفي ، والانحدار وزيادة تسرب الملوحة . أدت المستويات المرتفعة من استخراج المياه الجوفية إلى مشاكل هبوط خطيرة في مدن مثل بانكوك ومكسيكو سيتي ، مما أدى إلى إتلاف المباني والأنابيب المتصدعة ويمكن أن يزيد من مخاطر الفيضانات . يمكن أن تتفاقم هذه المشكلة في المدن الساحلية عندما يؤدي تسرب المياه المالحة إلى تقليل جودة المياه الجوفية وتآكل الهياكل .

في العديد من المدن سريعة النمو ، سيتفاعل تأثير تغير المناخ على إمدادات المياه مع تزايد عدد السكان ، وتزايد الطلب والضغوط الاقتصادية ، مما قد يؤدي إلى زيادة الإجهاد المائي والآثار السلبية على قاعدة الموارد الطبيعية ، مع تأثيرات على نوعية المياه وكميتها . تواجه دول منطقة البحر الكاريبي ، على سبيل المثال ، مع تزايد عدد سكانها من الطبقة المتوسطة الحضرية ، طلبات متزايدة بشكل حاد على المياه ، والتحديات المرتبطة بإدارة الجريان السطحي ، ومياه الأمطار ، والنفايات الصلبة . من شأن التخفيضات المتوقعة في كميات هطول الأمطار في أوقات محددة في مواقع معينة أن تؤدي إلى تفاقم ضغوط المياه .

في شنغهاي ، من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى انخفاض توافر المياه بالإضافة إلى الفيضانات وتملح المياه الجوفية وهبوط السواحل . من المتوقع أن يستمر عدد سكان المدينة البالغ 17 مليون نسمة في

التوسع ، غالبًا داخل المناطق التي "من المحتمل أن تكون معرضة بشكل متزايد للفيضانات" . وقد ساهم استنفاد المياه الجوفية في هبوط الأرض في هذه المناطق المعرضة بالفعل ، مما زاد من إجهاد المياه ومخاطر الانجراف . في العديد من مدن الأنديز الكبيرة ، بما في ذلك ليما ، ولا باز ، وكيتو ، لوحظ انخفاض أحجام المياه الذائبة الجليدية ، مع توقع مزيد من الانخفاضات .

تقدر العديد من الدراسات كيف سيغير تغير المناخ العلاقات بين مستخدمي المياه ، مما يؤدي إلى تفاقم التوترات والصراعات بين مختلف المستخدمين النهائيين (سكني ، تجاري ، صناعي ، زراعي ، والبنية التحتية في المدن الأفريقية الصغيرة والمتوسطة الحجم ، حيث يعد تأثير الفيضانات على جودة مياه الآبار مصدر قلق متزايد ، كما أثرت الفيضانات والجفاف والأمطار الغزيرة على الزراعة ومصادر الغذاء الحضرية ، ويمكن أن تؤدي إلى تفاقم ندرة الغذاء والمياه في المناطق الحضرية . ولكن ليس من المتوقع أن تتعرض جميع أنظمة المياه لتأثيرات سلبية . وجدت منطقة استصلاح المياه متروبوليتان بشيكاغو (MWRD) أن انخفاض هطول الأمطار بسبب تغير المناخ من شأنه أن يقلل من تكاليف الضخ والعمليات العامة ، حيث ستحتوي المجاري على كميات أقل من مياه الأمطار في المواسم الجافة .

ستتعرض أنظمة مياه الصرف الصحي للأعباء بشكل متزايد خلال أحداث هطول الأمطار الشديدة إذا لم يتم الاهتمام بالصيانة ، أو القدرة المحدودة لأنظمة الصرف في المدن القديمة ، أو عدم توفير الصرف الصحي في معظم المستوطنات غير المخططة وفي العديد من المراكز الحضرية . في مدينة لاسيما ، هندوراس ، خلص أصحاب المصلحة إلى أن الصرف الصحي وتحسين إدارة مستجمعات المياه في ريو كانغريجال كانا من الأولويات القصوى للحماية من تأثيرات تغير المناخ المتوقعة ؛ تفتقر المدينة إلى نظام تصريف مياه الأمطار ولكنها تتعرض لفيضانات منتظمة .

غالبًا ما تتفاقم الفيضانات بسبب التنمية غير الخاضعة للرقابة للمدينة والتي تتراكم فوق قنوات الصرف الطبيعية والسهول الفيضية أو بسبب الفشل في الحفاظ على قنوات الصرف (غالبًا ما تسدها النفايات الصلبة حيث يكون جمع النفايات غير كافٍ). تتجلى هذه المشاكل بشكل أكثر وضوحًا في المدن التي لا توجد فيها مصارف أو مجاري للمساعدة في التغلب على هطول الأمطار الغزيرة ولا توجد خدمة لجمع النفايات الصلبة (في العديد من المدن في الدول منخفضة الدخل ، أقل من نصف السكان لديهم جمع منتظم للنفايات الصلبة). العديد من المدن في الدول ذات الدخل المرتفع تواجه أيضًا تحديات . تحليل لثلاث مدن في ولاية واشنطن ، لتقييم تدفقات المجاري المستقبلية وذروة التصريف ، خلص إلى أن "القلق بشأن معايير التصميم الحاضر (للصرف) مضمونة" تم تحديد تغير المناخ باعتباره المحرك الرئيسي الذي يؤثر على أنظمة الصرف الصحي في بريطانيا في المستقبل . وفقًا للنموذج المستخدم ، فإن حجم مياه الصرف الصحي المنبعثة إلى البيئة من قبل كان من المتوقع أن تزداد انسكابات مياه الصرف الصحي والفيضانات مجتمعة بنسبة 40 % .

إمدادات الطاقة

تؤثر الطاقة بشكل كبير على التنمية الاقتصادية ، والصحة ، ونوعية الحياة . يمكن أن يكون لأي اضطراب متعلق بتغير المناخ أو عدم موثوقية إمدادات الطاقة أو الوقود عواقب بعيدة المدى ، حيث تؤثر على الأعمال التجارية والبنية التحتية والخدمات (بما في ذلك خدمات الرعاية الصحية والطوارئ) والسكان ، فضلاً عن معالجة المياه وإمداداتها ، والنقل العام القائم على السكك الحديدية وإدارة المرور على الطرق . تشير التجارب السابقة مع انقطاع التيار الكهربائي إلى بعض التأثيرات غير المباشرة . استمر انقطاع التيار الكهربائي في مدينة نيويورك عام 2003 لمدة 28 ساعة وتوقف النقل الجماعي والمركبات السطحية بسبب انقطاع الإشارات وإمدادات المياه . مراجعة لتأثيرات تغير المناخ على قطاع الكهرباء تظهر تخفيضات في كفاءة تبريد المياه لمنشآت توليد الكهرباء الكبيرة ، والتغيرات في إمكانات الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح ، وتغير الطلب على التدفئة أو التبريد في الولايات المتحدة وأوروبا . تستخدم الأسر ذات الدخل المنخفض في شيتاغونغ الشموع أو مصابيح الكيروسين أثناء انقطاع التيار الكهربائي المتكرر ؛ وجد أن هذا يزعج دراسات الأطفال ، ويزيد من النفقات ، ويسخن المنازل .

سيغير المناخ أنماط استهلاك الطاقة في المناطق الحضرية ، لا سيما فيما يتعلق بالطاقة اللازمة للتبريد أو التدفئة . سيؤدي تغير المناخ إلى زيادة الطلب على تكييف الهواء وبالتالي زيادة الطلب على الكهرباء . في المناطق المعتدلة والشمالية ، قد تؤدي زيادة درجات الحرارة في فصل الشتاء إلى انخفاض الطلب على الطاقة . في معظم الحالات داخل المدن الفردية ، ستتجاوز الزيادات المحتملة في الطلب على الكهرباء في فصل الصيف من تغير المناخ في خفض الطلب على الطاقة في فصل الشتاء . لا يُعرف الكثير عن تأثيرات جانب الطلب في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط الأدنى ، حيث ما يزال السكان الحضريون يفتقرون إلى الكهرباء . يُتوقع من معظم هذه الدول ، كما لوحظ ، زيادة متوسط درجات الحرارة أو ارتفاع وتيرة موجات الحرارة .

ستتأثر اقتصاديات العديد من المدن إذا أدت ندرة المياه وتقلبها إلى انقطاع إمدادات الطاقة الكهرومائية . على سبيل المثال ، سيكون للتخفيضات في توليد الطاقة الكهرومائية تأثيرات على اقتصاديات العديد من المراكز الحضرية في البرازيل وكذلك في البلدان المجاورة . غالبًا ما تعتمد المدن في إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى على الطاقة الكهرومائية لتوليد الكهرباء ، ويمكن أن يؤدي الفشل في الإمدادات إلى "فشل حضري أكثر عمومية" . نوقش نقص المياه في غانا بعد فترات هطول الأمطار المنخفضة ، وإمكانية التنافس بين الطاقة الكهرومائية وتوفير المياه ، بما في ذلك إلى المراكز الحضرية في اتجاه مجرى النهر . أثار انخفاض مستويات المياه في سد هوفر احتمال أن تفقد لوس أنجلوس مصدرًا رئيسيًا للطاقة ، وأن لاس فيجاس ستواجه انخفاضًا حادًا في توافر مياه الشرب .

يمكن أن تؤدي موجات حرارة الصيف ، مع ارتفاع الطلب على تكييف الهواء ، إلى انقطاع الكهرباء أو انقطاع مؤقت للتيار الكهربائي . تعاني المدن في المناطق المعتدلة من أستراليا بالفعل من انقطاع التيار الكهربائي المنتظم في أيام الصيف الحارة ، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى استخدام مكيفات الهواء السكنية . أشارت الأبحاث في بوسطن إلى أن الطلب المتزايد على الطاقة في فصول الصيف الأكثر حرارة يعني "تأثيرًا غير متناسب على (كبار السن) والفقراء ، وزيادة نفقات الطاقة ؛ فقدان الإنتاجية ونوعية الحياة" . قد تؤدي أية زيادة في وتيرة أو شدة العواصف إلى تعطيل أنظمة توزيع الكهرباء بسبب انهيار خطوط الطاقة والبنى التحتية الأخرى .

النقل والاتصالات

ستؤثر الأحداث المتطرفة المتعلقة بتغير المناخ على النقل الحضري والبنية التحتية للاتصالات ، بما في ذلك مجموعة متنوعة من رأس المال ، مثل الجسور والأنفاق والطرق والسكك الحديدية وخطوط الأنابيب ومرافق الموانئ وأجهزة استشعار البيانات والشبكات السلكية واللاسلكية في منطقة ساحل الخليج بالولايات المتحدة ، 27% من الطرق الرئيسية ، و 9% من خطوط السكك الحديدية ، و 72% من الموانئ عند أو أقل من 122 سم (4 قدم) في الارتفاع . مع ارتفاع عاصفة تبلغ 7 أمتار (23 قدمًا) ، فإن أكثر من نصف الطرق السريعة الرئيسية في المنطقة ، وما يقرب من نصف أميال السكك الحديدية ، و 29 مطارًا ، وجميع الموانئ تقريبًا معرضة للفيضانات . إن تقييم الاضطرابات المحتملة لشبكات النقل داخل المدن والأنظمة الحضرية أمر بالغ الأهمية . يمكن أن يؤدي فقدان الوصول إلى الاتصالات أثناء الظواهر الجوية المتطرفة إلى إعاقة جهود الاستجابة للكوارث والتعافي منها بسبب دورها الحاسم في توفير الدعم اللوجستي لمثل هذا النشاط .

تعد الموانئ مركزية للتجارة الدولية وي طرح تغير المناخ تحديات كبيرة تتعلق بالمواقع المكشوفة في المناطق الساحلية والمنخفضة والدلتا ؛ العمر الافتراضي الطويل للبنية التحتية الرئيسية والاعتماد المتبادل مع التجارة والشحن وخدمات النقل الداخلي معرضة للخطر أيضًا . أدى إعصار ساندي إلى شل منطقة نيويورك ، مما أدى إلى إغلاق أحد أكبر موانئ الحاويات في الولايات المتحدة لمدة أسبوع .

تعيش قطاعات كبيرة من سكان الحضر في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط في مستوطنات بدون طرق ومسارات مناسبة لجميع الأحوال الجوية ، ولاتسمح بوصول مركبات الطوارئ والإخلاء السريع

. على سبيل المثال ، في شيتاغونغ ، بنغلاديش ، تحد الطرق الضيقة للغاية من الوصول في حالات الطوارئ إلى معظم الأحياء العشوائية ، مما يؤدي إلى تفاقم مخاطر الصحة والحرائق في المستوطنات العشوائية في لاغوس ، صنف مسح السكان لعام 2006 الطرق في المرتبة الثانية بعد الصرف من حيث المرافق المطلوبة. قد تتعطل عمليات الإجلاء في المناطق منخفضة الدخل بسبب المواقع الخطرة ، وغياب وسائل النقل العام والحكومة غير الملائمة . في أعقاب فيضانات عامي 2003 و 2006 في سانتا في ، الأرجنتين ، حال الافتقار إلى المعلومات وآليات الإجلاء الرسمية دون الاستجابة في الوقت المناسب ؛ كما اختار بعض السكان البقاء في منازلهم لحماية ممتلكاتهم من اللصوص .

يمكن أيضًا أن يتأثر سكان الحضر ذوي الدخل المنخفض بشدة أثناء الأحداث المناخية الشديدة وبعدها التي تلحق الضرر بوصلات النقل العام الهامة ، وتمنع الوصول إلى العمل ، وتزيد من التعرض للمخاطر الصحية . وجدت المقابلات التي أجريت في جورجيتاون ، غيانا ، أن الوصول المحدود لوسائل النقل للأسر ذات الدخل المنخفض أثناء الفيضانات جعلها أكثر عرضة لتضييع وقت العمل أو المدرسة ، مقارنة بالأسر الأكثر ثراءً . نادرًا ما تمتلك الأسر الفقيرة سيارات ، كما أن الخوض حافي القدمين في مياه الفيضانات يعرضهم لمسببات الأمراض المنقولة بالمياه . وجدت بعض الدراسات أن النساء في المناطق الحضرية يمشين أو يستخدمن وسائل النقل العام أكثر من الرجال ؛ ومن ثم ، فإن الأثر الجنساني لاضطرابات النقل قد يستحق مزيدًا من الاهتمام .

تركز الأدبيات المتعلقة بالنقل الحضري وتغير المناخ بشكل أكبر على التخفيف ، مع اهتمام أقل بقابلية التأثير والتأثيرات والتكيف . غالبًا ما تقتصر الدراسات الحالية حول التأثيرات على جانب الطلب قصير الأجل ، لا سيما في نقل الركاب . ومع ذلك ، فإن تغير المناخ يخلق العديد من التحديات لأنظمة النقل . إن الأداء اليومي لمعظم أنظمة النقل حساس بالفعل للتقلبات في هطول الأمطار ، ودرجة الحرارة ، والرياح ، والرؤية ، وبالنسبة للمدن الساحلية ، ارتفاع مستوى سطح البحر مع المخاطر المرتبطة بالفيضانات والأضرار . النقل شديد التأثير بتقلبات المناخ وتغيره ، وقد زادت الأهمية الاقتصادية لأنظمة النقل مع ظهور طرق التسليم في الوقت المناسب ، مما زاد من مخاطر الخسائر بسبب الطقس القاسي .

بالإضافة إلى تكييف النقل البري ، يجب أن تضمن المدن أن الجسور ، وقطع السكك الحديدية ، والبنى التحتية الصلبة الأخرى قادرة على مقاومة تغير المناخ على مدى عمر خدمتها . تناولت دراسات قليلة آثار تغير المناخ على السكك الحديدية ، ولكن من المعروف أن إخفاقات نظام السكك الحديدية مرتبطة بارتفاع درجات الحرارة والجليد والعواصف للتأخيرات المستقبلية المتعلقة بالحرارة في السكك الحديدية في المملكة المتحدة ؛ مناقشة واسعة لأثار تغير المناخ على شبكة السكك الحديدية في المملكة المتحدة . تناولت دراسات قليلة جدًا مدى ضعف النقل الجوي والبحري والبنية التحتية ، ولكن تغير المناخ قد يعني المزيد من التأخير والاضطرابات المرتبطة بالطقس .

يمكن أن يفيد فقدان الجليد البحري بعض المدن من خلال زيادة فرص تطوير شبكات الطرق أو الموانئ . ومع ذلك ، قد يكون من المكلف تكييف شبكات النقل البري والجوي والمائي مع المخاطر البيئية المعروفة المرتبطة بإعادة التطوير هذه . بالنسبة للصناعات والمجمعات في شمال كندا ، يؤدي انخفاض مستويات المياه العذبة والجليد إلى زيادة مواسم الشحن ويمكن أيضًا أن يعزز الموانئ البحرية الجديدة في البيئات البحرية . لكن ذوبان الجليد السرمدي يمكن أن يؤدي أيضًا إلى عدم الاستقرار وإلحاق أضرار جسيمة بالطرق والبنية التحتية والمباني في المدن والبلدات الشمالية وحولها ، وستتطلب البلديات الداخلية استثمارات كبيرة لاستبدال الطرق الجليدية الشتوية بالطرق البرية .

يمكن تقييم التأثيرات المباشرة للطقس المتطرف على النقل بسهولة أكبر من تقييم التأثيرات غير المباشرة أو الآثار العرضية المحتملة بين الأنظمة . غالبًا ما درست الآثار المباشرة للفيضانات على البنية التحتية للنقل ، لكن التكاليف غير المباشرة للتأخير والتحويلات وإلغاء الرحلة قد تكون كبيرة أيضًا تسببت فيضانات مومباي عام 2005 في حدوث إصابات ووفيات وأضرار في الممتلكات ، ولكنها تسببت أيضًا في

أثار خطيرة غير مباشرة حيث تم إغلاق معظم خدمات المدينة لمدة خمسة أيام دون اتصال عبر السكك الحديدية أو الطرق أو الجو غالبًا ما تكون شبكات النقل والبنية التحتية الحضرية الأخرى مترابطة وتقع على مقربة من بعضها البعض ، إلا أن تقييمات قليلة فقط قد نظرت في التأثيرات المشتركة . تعد أنظمة النقل ضرورية للاستجابة الفعالة للكوارث ، حيث يتعين إجلاء السكان قبل اقتراب العاصفة أو عندما تكون هناك حاجة ماسة لتوفير الغذاء والمياه وخدمات الطوارئ للسكان المتضررين .

قد يتعين تعزيز العناصر الرئيسية في أنظمة الاتصالات في المدن - على سبيل المثال لتجنب سقوط الصواري بسبب الرياح القوية ومرافق الدعم الكهربائي التي تحتاج إلى النقل أو الحماية من الفيضانات تواجه شبكة الاتصالات المنقرقة في مدينة نيويورك العديد من المخاطر المتعلقة بالمناخ . يمكن أن تغمر مرافق الدعم الكهربائي ؛ يمكن أن تنهار أبراج الهوائيات المحمولة في الرياح القوية أو تتآكل مع ارتفاع مستوى سطح البحر في الأسكا ، تستقر أبراج الاتصالات السلكية واللاسلكية بسبب ارتفاع درجة حرارة التربة الصقيعية . قد تولد حالات الطوارئ طلبًا على الاتصالات يتجاوز قدرات الأنظمة . أثناء هطول الأمطار الغزيرة في عام 2005 ، توقفت شبكات الاتصالات السلكية واللاسلكية في مومباي عن العمل بسبب مزيج من التحميل الزائد ، وإغلاق نظام الطاقة ونقص إمدادات الديزل للمولدات .

البيئة المبنية ومواقع الاستجمام والتراث

يوفر السكن بشكل مثالي لشاغليه بيئة معيشية مريحة وصحية وآمنة ويحميهم من الإصابات والخسائر والأضرار والنزوح . بالنسبة للعديد من الأسر ذات الدخل المنخفض ، تعتمد سبل كسب العيش أيضًا على المؤسسات المنزلية ، والإسكان هو المفتاح لحماية أصولهم ومنع تعطيل دخولهم . للسكن اللائق أهمية خاصة بالنسبة للفئات الضعيفة ، بما في ذلك الرضع والأطفال الصغار ، أو السكان الأكبر سنًا أو المعاقين أو الذين يعانون من حالات صحية مزمنة .

غالبًا ما يكون الإسكان الحضري هو الجزء الرئيسي من البنية التحتية المتضررة من الكوارث ، وفقًا لجاكوبس وويليامز (2011). تتسبب الأحداث المتطرفة مثل الأعاصير والفيضانات في خسائر فادحة ، لا سيما على المباني المبنية بمواد بناء غير رسمية وخارج معايير السلامة . دمرت فيضانات دكا عام 1998 30 % من وحدات المدينة . أكثر من ثلثي هؤلاء كانت مملوكة من قبل الطبقات المتوسطة الدنيا والأكثر فقرًا . أن الزيادة المتواضعة نسبيًا في سرعة الرياح أثناء العواصف تسببت في أضرار واسعة النطاق في وسط إبادان . بالنسبة للعقد السابق ، أظهرت الفترة من 1998 إلى 2008 متوسط أعلى للرياح القصوى وعواصف رياح أكثر تواترًا مع ذروة أعلى من 48 عقدة ، وكانت الآثار شديدة جزئيًا بسبب التركيز العالي للسكان في المباني المتضررة . ستؤدي زيادة تقلبات المناخ ، ودرجات الحرارة الأكثر دفئًا ، وتغيرات هطول الأمطار ، وزيادة الرطوبة إلى تسريع تدهور الهياكل الحجرية والمعدنية وتجويتها في العديد من المدن . كما ستأثر المواقع الترفيهية مثل الحدائق والملاعب . في مدينة نيويورك ، يتم تعريف هذه على أنها بنية تحتية حيوية وغالبًا ما تقع في مناطق منخفضة الارتفاع معرضة لفيضانات العواصف ، درس القليل من الأبحاث التأثيرات على السياحة الحضرية على وجه الخصوص .

تنطبق المخاطر المتزايدة التي يجلبها تغير المناخ على البيئة المبنية أيضًا على التراث المبني . وقد أدى ذلك إلى إعلان البندقية بشأن بناء القدرة على الصمود على المستوى المحلي نحو التراث الثقافي المحمي واستراتيجيات التكيف مع تغير المناخ ، والذي يجمع بين اليونسكو وموئل الأمم المتحدة والمفوضية الأوروبية ورؤساء بلديات المدن . ومن الأمثلة على ذلك مدينة سانت لويس في السنغال ، وهي مدينة ساحلية وموقع تراث عالمي على مصب نهر السنغال ، والتي تتعرض لفيضانات متكررة ومناطق كبيرة معرضة لخطر الفيضانات النهرية والساحلية . هناك مبادرات للحد من مخاطر الفيضانات وإعادة توطين العائلات من المواقع الأكثر عرضة للخطر ، لكن السلطة المحلية لديها قدرة استثمارية محدودة للغاية .

البنية التحتية الخضراء وخدمات النظام البيئي

سيؤدي تغير المناخ إلى تغيير وظائف النظام الإيكولوجي المتأثرة بالتغيرات في أنظمة درجات الحرارة وهطول الأمطار ، والتبخر ، والرطوبة ، ومستويات رطوبة التربة ، ومعدلات نمو الغطاء النباتي (ومستويات مسببات الحساسية) ، وجدول المياه ومستويات طبقات المياه الجوفية ، ونوعية الهواء . كما أنه سيركز على قيمة خدمات النظم البيئية والبنية التحتية الخضراء للتكيف . تشير "البنية التحتية الخضراء" إلى التدخلات الرامية إلى الحفاظ على وظائف المظاهر الطبيعية الخضراء الحالية (بما في ذلك المتنزهات والغابات والأراضي الرطبة أو الأحزمة الخضراء) ، وتحويل البيئة المبنية من خلال تقنيات المعالجة النباتية وإدارة المياه وإدخال المظاهر الطبيعية المنتجة . يمكن أن تؤثر هذه على فعالية الأسطح السابقة المستخدمة في إدارة مياه الأمطار ، والأسطح الخضراء / البيضاء / الزرقاء ، والمستنقعات الساحلية المستخدمة للحماية من الفيضانات ، والزراعة الحضرية ، وإنتاج الكتلة الحيوية بشكل عام . ستشهد مومباسا مزيداً من الأمطار المتغيرة نتيجة لتغير المناخ ، مما يجعل توسيع البنية التحتية الخضراء أكثر صعوبة. ستكون الأشجار في المدن البريطانية عرضة بشكل متزايد للإجهاد الحراري وهجمات الآفات ، بما في ذلك مسببات الأمراض الجديدة والآفات التي يمكن أن تعيش في ظل ظروف أكثر دفئاً أو رطوبة . سوف تغمر الأراضي الرطبة الساحلية الحضرية بمستوى سطح البحر . في مدينة نيويورك ، ستفقد الأراضي الرطبة الساحلية المتبقية بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر بالجملة والتنمية الساحلية المكثفة ستمنع حركتها الطبيعية إلى الداخل .

الخدمات الصحية والاجتماعية

ستكون تأثيرات تغير المناخ واضحة أيضاً عبر الخدمات العامة الحضرية بما في ذلك توفير الرعاية الصحية والاجتماعية والتعليم والشرطة وخدمات الطوارئ . تفتقر معظم المراكز الحضرية في الدول ذات الدخل المنخفض والعديد من الدول ذات الدخل المتوسط إلى توفير الخدمات الاجتماعية والعامة الكافية بينما بدأت المدن ذات الدخل المرتفع فقط في النظر في تغير المناخ في صحتها أو خطط الإدارة . على الرغم من وجود عدد قليل من الدراسات حول تكيف التعليم أو الشرطة أو الخدمات الرئيسية الأخرى ، إلا أن أدبيات الصحة العامة المتزايدة ناقشت استراتيجيات التكيف متعددة القطاعات . توفر تدابير الصحة العامة الحالية للمدن أساساً للتكيف مع تغير المناخ ، مثل أنظمة التحذير من الحرارة أو مراقبة الأمراض . تم تسليط الضوء على التأثيرات المناخية السلبية على بعض أكثر الفئات ضعفاً في المجتمع - بما في ذلك الأطفال والمحرومون بشدة .

التحول الحضري إلى المرونة والاستدامة

أصبحت مسألة كيفية تعزيز المرونة المتزايدة والاستدامة المعززة في المناطق الحضرية موضوع بحث مركزي واعتبار في السياسات . من المسلم به جيداً أن مخاطر تغير المناخ تؤثر على هذه العملية من خلال زيادة حالات عدم اليقين وتغيير الأنماط طويلة الأمد للمخاطر البيئية في المدن ، والتي يستمر العديد منها في مواجهة ضغوط كبيرة أخرى مثل النمو السكاني السريع ، وزيادة التلوث ، والطلب على الموارد وتركز الفقر . يناقش هذا المبحث كيف يؤثر تغير المناخ بشكل متزايد على أطر صنع القرار البلدية ويغير المفاهيم المحلية للمدن كأدوات للنمو الاقتصادي ، وللتغيير السياسي ، ولتلبية سبل العيش والاحتياجات الأساسية ، فضلاً عن الأهداف الواسعة النطاق المتمثلة في المرونة والاستدامة .

في السنوات الأخيرة ، تم تقديم نماذج مختلفة من التحول البيئي الحضري لتوضيح الروابط بين المخاطر الصحية والآثار البيئية مع تطور المدن والأحياء السكنية - على سبيل المثال ، التحولات من "مدينة صحية" تركز على الصحة العامة وتقديم الخدمات الأساسية إلى "مدينة مستدامة" تركز على التخطيط طويل الأجل ، وكفاءة الموارد وخدمات النظام البيئي . يتضمن الأخير النظر في استخدام المدينة للمصارف العالمية والمحلية للنفايات التي تقع خارج حدودها . ضمن هذه النماذج ، تم تحديد المتغيرات الرئيسية التي تجعل المدن عرضة لتغير المناخ (على سبيل المثال ، شبكات البنى التحتية الواسعة ، الكثافة السكانية العالية في المواقع المعرضة أو غيرها من المواقع الحساسة).

هناك فرصة لتعزيز التحول المجتمعي الذي يعزز المرونة والقدرة على التكيف في مواجهة تغير المناخ المتسارع . يمكن أن يحدث الانتقال في هذا السياق على نطاق واسع ، ولكن يمكن أن يحدث أيضًا في كثير من الأحيان مع تغييرات تدريجية ، مما قد يؤدي إلى حدوث تحولات في مستوى النظام . على الرغم من أن مثل هذه التحولات يمكن أن تحدث أيضًا نتيجة لفشل النظام ، إلا أن هذا أقل شيوعًا . وقد لوحظت مثل هذه التغييرات التحولية في مجموعة متنوعة من سياقات الكوارث الحضرية . غالبًا ما يتابعون أحداث الزلازل الحضرية (على سبيل المثال ، في نيكاراغوا وغواتيمالا وتركيا) ولكنها مرتبطة أيضًا بالفيضانات في بنغلاديش يمكن للكوارث أن تمكّن من تغيير مستوى النظام في لحظات من التاريخ يكون فيها للمناهج المتنافسة للتنمية صوت سياسي ، وهي قاعدة تنظيمية توضح التحليل المتنافس لأسباب الكارثة والاستجابة المضادة المنهجية الضعيفة .

قد يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم الضغوطات الاجتماعية والاقتصادية القائمة في المدن مع إمكانية التأثير على سبل العيش الحضرية ، أو إحداث اضطرابات سياسية أو اجتماعية ، أو توليد تأثيرات سلبية أخرى على الأمن البشري - ينظر الفصول الإقليمية لهذا التقرير لمزيد من التفاصيل . يمكن أن يسهم تغير المناخ في النزاعات العنيفة ويحفز الهجرة من المواقع المعرضة بشدة للمخاطر في المدن أو المناطق التي تتعرض لضغوط بيئية متزايدة . لكن هناك قدر كبير من عدم اليقين بشأن الإسقاطات . قد تمثل الهجرة استراتيجية أسرية مهمة للتكيف من خلال تنوع مصادر الدخل وسبل العيش . على الرغم من أن تغير المناخ يمكن أن يعطل بشكل كبير سبل العيش ، فإن النتائج ستعتمد على هياكل اجتماعية معينة ، ومؤسسات الدولة ، ومحددات أخرى أوسع للأمن البشري باختصار ، "الموارد المتضائلة في سياق سياسي واقتصادي واجتماعي غير مؤكد قادرة على توليد الصراع وعدم الاستقرار ، والآليات السببية غالبًا ما تكون غير مباشرة" بين المناخ والصراع حلول الإدارة المختلفة لتغير المناخ لها أيضًا آثارا على العدالة . على سبيل المثال ، يمكن لخصخصة شبكات إمدادات المياه والصرف الصحي في المناطق الحضرية أن تفيد مجموعات محددة على غيرها . وعلى العكس من ذلك ، يمكن أن تكون الحلول المجتمعية التي تبني أيضًا رأس المال الاجتماعي مكونًا في توليد المرونة الحضرية . ومع ذلك ، حتى هذه الحلول قد تؤدي إلى تفاقم عدم المساواة على مستوى المدينة ، حيث تكون المناطق المحلية التي تتمتع بمستويات قوية من رأس المال الاجتماعي قادرة على الاستفادة بشكل أكبر من العمل الذي يقوده المجتمع أو حشد الدعم من الشركاء الدوليين والوطنيين .

يمكن للتكيف العالي أن يقلل من مستويات المخاطر هذه ، على الرغم من أنه بالنسبة لمعظم المخاطر الرئيسية ليس بقدر التكيف العالي في المدى القريب . على المدى الطويل في ظل زيادة درجة الحرارة بمقدار 4 درجات مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة ، تكون جميع المخاطر الرئيسية تقريبًا "عالية جدًا" ومع العديد منها تظل مرتفعة جدًا مع التكيف العالي .

المناطق الحضرية: المخاطر المناخية الحالية والإرشادية المستقبلية . يتم تحديد المخاطر الرئيسية بناءً على تقييم المؤلفات وأحكام الخبراء ، مع تقييم الأدلة والاتفاق المقدم في أقسام الفصل الداعمة . يتم تصنيف كل خطر رئيسي على أنه منخفض جدًا إلى مرتفع جدًا . بالنسبة للعصر القريب المدى للتغير المناخي الملتمزم (2030-2040) ، لا تتباعد المستويات المتوقعة لزيادة متوسط درجة الحرارة العالمية بشكل كبير عبر سيناريوهات الانبعاثات . بالنسبة للعصر الأطول أجلاً لخيارات المناخ (2080-2100) ، يتم تقديم مستويات المخاطر لزيادة متوسط درجات الحرارة العالمية بمقدار 2 درجة مئوية و 4 درجات مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة . لكل إطار زمني ، يتم تقدير مستويات المخاطر لاستمرار التكيف الحالي وحالة افتراضية شديدة التكيف .