الهندسة والتكنولوجيا
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 مارس 2025
doi: 10.3389/frym.2024.1419477-ar

معًا لتحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة: كيف يمكن للمساحات الخضراء الحضرية أن تساعدنا في بناء مدن مستدامة

***Amjad Azmeer*[1,2], *Furqan Tahir*[1,2] و *Sami G. Al-Ghamdi*[1,2*]**

[1]برنامج علوم وهندسة البيئة، قسم العلوم والهندسة البيولوجية والبيئية بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ثول، المملكة العربية السعودية

[2]مبادرة كاوست للمناخ وقابلية العيش، جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ثول، المملكة العربية السعودية

في عام 2015، أطلقت الأمم المتحدة 17 هدفًا من أهداف التنمية المستدامة؛ وهي الجهود التي ينبغي بذلها لضمان رفاهية الناس والكوكب بحلول عام 2030. يرمي أحد هذه الأهداف إلى تحويل المدن إلى مدن مستدامة من خلال معالجة الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لضمان أن تكون المدن صالحة للعيش للأجيال القادمة. وتكمن أهمية هذا الهدف في أن أكثر من نصف العالم يعيش الآن في المدن. ولن يكون من السهل تلبية احتياجات العديد من الناس في المدن، خاصةً مع وجود مشاكل عالمية مثل درجات الحرارة المرتفعة التي تشهدها المدن والتلوث وتغير المناخ ونقص الغذاء. وهنا يأتي دور المساحات الخضراء الحضرية. تشمل المساحات الخضراء الحضرية الأشجار والحدائق والنباتات الأخرى التي تراها في المدن. ويمكن أن تساعد المساحات الخضراء في تحويل مدننا إلى مدن مستدامة؛ حيث توفر فوائد

المراجعون الصغار

GULINA
العمر: 11

KARIM
العمر: 12

TAIMOOR
العمر: 11

مثل تنقية الهواء، وتبريد المدينة خلال فصل الصيف الحار، ومنع الفيضانات أثناء هطول الأمطار الغزيرة. ويمكن للمدن الأكثر خضرة أن تجعل الحياة أفضل وتعزز صحة الجميع.

شاهد مقابلة مع مؤلفي هذا المقال لمعرفة المزيد (الفيديو 1).

الفيديو 1
(VIDEO 1)
شاهد مقابلة مع مؤلفي هذه المقالة لمعرفة المزيد.

تطوير مدن مستدامة

وضعت الأمم المتحدة، وهي منظمة دولية تتألف من مجموعة من الدول التي تعمل معًا لتعزيز السلام والتنمية، 17 هدفًا عالميًا للتنمية المستدامة في عام 2015. ترمي هذه الأهداف إلى تحويل العالم إلى مكان أفضل بحلول عام 2030. ويتمحور أحد هذه الأهداف -وهو الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة- حول جعل المدن أماكن ممتعة وصديقة للبيئة يعيش فيها الناس في مأمن من الكوارث الطبيعية. يعيش أكثر من نصف سكان العالم، أي حوالي 4.4 مليار نسمة، في المدن في الوقت الراهن، ومن المتوقع أن يرتفع هذا العدد ليصل إلى 70% من سكان العالم بحلول عام 2050. قد يساهم العيش في المدن في رفع مستوى معيشة الناس؛ إذ إن المدن غالبًا ما توفر العديد من الفرص للناس من جميع الأطياف، بما في ذلك المدارس ومواقع العمل ومناطق التسوق والأنشطة الترفيهية.

التنمية المستدامة
(SUSTAINABLE DEVELOPMENT)
هي تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها. وينبغي أن تراعي الاستدامة البيئة والمجتمع والاقتصاد.

بيد أن التحدي القائم هو أن المدن -على الرغم من أنها لا تغطي سوى 3% من مساحة الأرض- تساهم في إطلاق ما يربو على 70% من انبعاثات الكربون. ويرمي الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة إلى مساعدة المدن لتغدو أكثر استدامة في ظل مجموعة من الغايات سيؤدي تحققها إلى تمتع الجميع بمسكن آمن، وحصولهم على الاحتياجات الأساسية، وعيشهم بالقرب من المساحات الخضراء، وقدرتهم على إعادة تدوير النفايات والتخلص منها بسهولة وعلى استخدام أنظمة النقل الصديقة للبيئة. ومن ثمّ، فإن تنفيذ هذه الأهداف قد يساعد في تحسين حياة الناس وحماية البيئة.

انبعاثات الكربون
(CARBON EMISSIONS)
تشير إلى إطلاق مركبات الكربون (مثل ثاني أكسيد الكربون) في الهواء بعد حرق أشياء مثل الفحم أو النفط أو الغاز.

كيف يؤثر تغير المناخ على الحياة الحضرية؟

يتسبب تغير المناخ في حدوث تغيرات شديدة في أنماط الطقس حول العالم، بما في ذلك موجات الحر الخطيرة (فترات الطقس الحار غير الطبيعي) والفيضانات. وقد يسفر تغير المناخ عن تعطيل روتيننا اليومي، مثل الذهاب إلى المدرسة أو حتى اللعب في الهواء الطلق. وقد تكون بعض الأطعمة متاحة بكميات محدودة أو تصبح باهظة الثمن، إذ إن نقص المياه وموجات الحر والفيضانات قد تؤثر على المحاصيل. ولكن النبأ السار هو أن مخططي المناطق الحضرية يمكنهم تصميم مدن قادرة على التصدي لتغير المناخ. ولكن من هو مخطط المناطق الحضرية؟ إنه الشخص المسؤول عن تصميم الخصائص الرئيسية للمدينة. وتقع على عاتق مخططي المناطق الحضرية مهمة التفكير على المدى البعيد في كيفية الحد من الحرارة والتلوث في المدن. وعليهم أيضًا وضع خطة

تغير المناخ
(CLIMATE CHANGE)
هو التغيرات طويلة الأجل في أنماط الطقس العالمية، الناجمة في المقام الأول عن الأنشطة البشرية مثل حرق الوقود الأحفوري، مما يسفر عن ارتفاع درجات الحرارة والطقس القاسي والتأثيرات البيئية.

مخططو المناطق الحضرية
(URBAN PLANNERS)
هم الأشخاص الذين يصممون خططًا لتطوير المدن وينفذونها.

لمجابهة الكوارث الطبيعية الشديدة المفاجئة الناجمة عن تغير المناخ، مثل موجات الحر والفيضانات. وإحدى الأفكار المفيدة في هذا السياق هي المدينة القادرة على الصمود ويُقصد بها المدنية القادرة على الصمود أمام الكوارث الطبيعية والتعافي منها.

مدينة قادرة على الصمود (RESILIENT CITY)

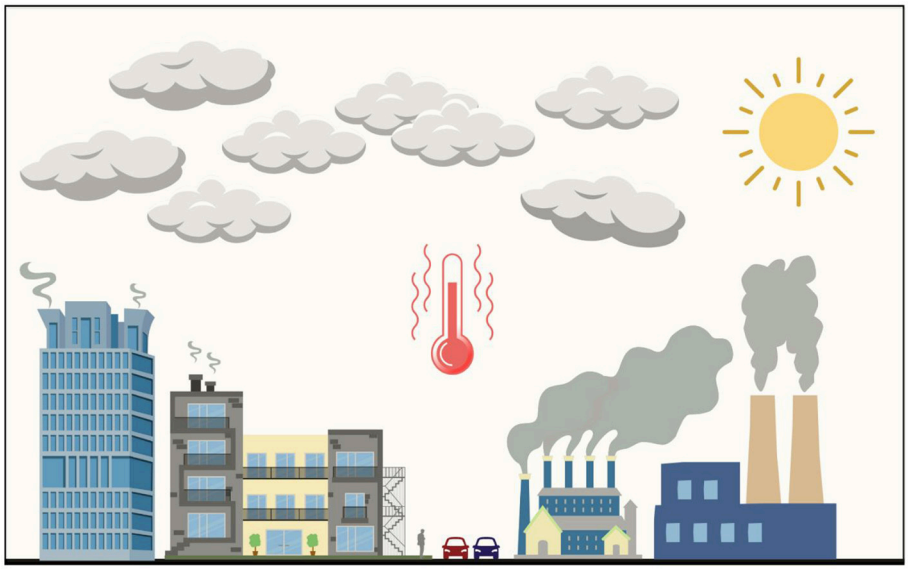
هي قدرة المدينة على الصمود والتعافي في حالة حدوث صدمة، مثل المخاطر الطبيعية.

فعند النظر إلى الحرارة في المدن، نجد أن الطرقات والمباني من العوامل المهمة التي يجب مراعاتها لأنها تمتص الحرارة من الشمس وتطلقها في الأجواء. كما تطلق وحدات تكييف الهواء ووسائل النقل الحرارة في الغلاف الجوي (الشكل 1).

تتسبب كل هذه الحرارة في حدوث ما يُعرف بتأثير جزيرة الحرارة الحضرية. يعني هذا أن المدن تُعد «جزر» من درجات الحرارة المرتفعة مقارنةً بالمناطق الريفية المحيطة بها، مثل الريف والمزارع والحدائق العامة. وتمثل جزر الحرارة الحضرية مشكلة جسيمة؛ ففي 400 مدينة حول العالم، قد تكون درجات الحرارة في المتوسط أعلى بمقدار 4-5 درجة مئوية من المناطق الريفية؛ وفي أسوأ الحالات، قد تكون المدن أعلى بحرارة تصل إلى 10 درجة مئوية [1]. وقد يؤدي كل هذا الهواء الساخن إلى زيادة عدد موجات الحر في المدن، فتصير غير مريحة أو حتى خطيرة على الأشخاص الذين يعيشون فيها.

جزيرة الحرارة الحضرية (URBAN HEAT ISLAND)

هي الظاهرة التي تُحدث فرقًا في درجة حرارة الهواء أو السطح بين المناطق الحضرية والريفية.



شكل 1

عندما تنبعث الحرارة من المباني والمصانع في المدن التي تفتقر إلى مساحات خضراء حضرية، فإن تلك المدن قد تعاني من كميات أكبر من تلوث الهواء والحرارة الحضرية مقارنةً بالمدن ذات المساحات الخضراء الحضرية الأكبر.

قد يكون تغير المناخ في المدن قاسيًا خاصةً في المناخات الحارة بالفعل، مثل الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وتشير التقديرات إلى أن متوسط درجات الحرارة في هذه المنطقة سيرتفع من 3 إلى 9 درجات مئوية بحلول عام 2100. وقد يتعرض جسم الإنسان لمخاطر صحية خطيرة -في درجات الحرارة هذه- مثل ضربات الشمس. ويتفاقم هذا الخطر إذا لم يكن باستطاعة الناس الوصول بسهولة إلى المياه أو إذا تعرضوا لأشعة الشمس المباشرة لفترات طويلة. وإذا ارتفعت درجات الحرارة أكثر من 7 درجات مئوية، فقد تصبح بعض مناطق الشرق الأوسط غير صالحة للعيش [2].

الفيضانات هي حدث مناخي قاسٍ آخر ناتج من تغير المناخ. وهي تحدث لسببين. أولًا، ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب ذوبان الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي، مما يضيف المزيد من المياه إلى المحيطات، ويتسبب في حدوث فيضانات في المدن الساحلية. ثانيًا، يتسبب تغير المناخ في زيادة غزارة الأمطار التي ينجم عنها فيضان الأنهار؛ وقد تكون هذه الكمية الكبيرة من المياه أكثر مما تستطيع أنظمة الصرف الحالية التعامل معها. علاوةً على ذلك، تُلحق الفيضانات في المدن أضرارًا بالغة بالمباني والمنازل. فحتى في المناطق ذات المناخ الحار مثل جدة، إحدى مدن المملكة العربية السعودية -مثلًا- حدثت فيضانات هائلة بسبب الأمطار الغزيرة في عام 2009، مما تسبب في أضرار بالبنية الأساسية الحيوية [3]. ويستطيع مخططو المناطق الحضرية الحد من الفيضانات الساحلية بزراعة أشجار مثل أشجار المانغروف، التي تمتاز بجذورها الفريدة التي تبطئ من تدفق المياه إلى المدن الساحلية.

إن موجات الحر والفيضانات هما سببان يبرران حاجتنا إلى المساحات الخضراء الحضرية لدعم التحول إلى مدن مستدامة. وسنركز في القسم التالي على سبب أهمية المساحات الخضراء الحضرية.

المساحات الخضراء الحضرية (URBAN GREENERY)

هي الحدائق والأشجار والمساحات الخضراء داخل المدن، التي تساهم في تحسين البيئة، وتقليل الحرارة، وتعزيز جودة الحياة.

ما هو دور المساحات الخضراء الحضرية في تحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة؟

لزيادة المساحات الخضراء الحضرية دور مهم في تحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية

المستدامة. إذ إن إحدى غايات الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة هي توفير مساحات خضراء عامة لجميع سكان المدن. ويمكن لمخططي المناطق الحضرية إضافة المساحات الخضراء الحضرية بطرق مختلفة؛ من المساحات الخضراء على الأرض، مثل الأشجار والعشب على طول الطرق والحدائق، إلى المساحات الخضراء على المباني، مثل الجدران الخضراء والأسطح الخضراء. ويحرص مخططو المناطق الحضرية على تصميم المساحات الخضراء لتعظيم الفوائد التي تعود على الناس. يشمل ذلك التأكد من أن الأشجار مزروعة على مسافات مناسبة ومن اتباع الطريقة الصحيحة في ريِّها، ومن استخدام الأنواع المحلية من النباتات. كما أن إضافة المساحات الخضراء الحضرية قد يسهم في تحسين مظهر المدينة ويفيد البيئة. وتتمثل الفوائد البيئية الرئيسية للمساحات الخضراء الحضرية في أنها تساهم في تبريد المدن، وإزالة ثاني أكسيد الكربون، والتحكم في التلوث، ومنع الفيضانات، وزيادة التنوع البيولوجي [4].

يوضح الشكل 2 مدينة مليئة بالمساحات الخضراء الحضرية، التي تشمل المباني المغطاة بالجدران الخضراء والأسطح الخضراء. تضم المدينة أيضًا العديد من المساحات الخضراء. وتساعد كل هذه المساحات الخضراء الحضرية على خفض مستوى تلوث الهواء والحرارة في المناطق الحضرية. يحدث التأثير التبريدي للنباتات من خلال توفيرها الظل ومن خلال النتح التبخري، وهو عملية تبخر الماء من أوراق النباتات إلى الهواء. وعندما يؤدي العديد من الأشجار عملية النتح التبخري -كما هو الحال في الحديقة-

التبخر النتحي (EVAPOTRANS-PIRATION)

هو عملية إطلاق الماء من خلال ثقوب مجهرية في أوراق النباتات، مما يساعد على تبريد الهواء المحيط بها.

فإن هذا يقلل من تأثير جزيرة الحرارة الحضرية في المدينة [4]. ويمكن للنباتات أيضًا امتصاص ثاني أكسيد الكربون أثناء عملية البناء الضوئي. وعندما تقلل النباتات من مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي فإنها بذلك تساعد على الحد من الاحترار العالمي [5]. ويمكن أن تؤدي المساحات الخضراء الحضرية أيضًا دور المرشح الطبيعي، حيث تقلل من جزيئات الغبار الكبيرة الضارة عندما تلتصق بأوراق النباتات، وتطرد الملوثات من الهواء. وعلى المنوال نفسه، يمكن استخدام الجدران الخضراء داخل المباني لتحسين جودة الهواء [6].

ولكن، ماذا عن الفوائد الاجتماعية للمساحات الخضراء الحضرية؟

تعزز المساحات الخضراء الحضرية الصحة البدنية والعقلية للناس من خلال توفير فرص للترفيه وممارسة الرياضة والاسترخاء. فالحدائق هي أماكن تتجمع فيها العائلات والمجتمعات، وترسّخ التفاعلات الاجتماعية. كما أن المساحات الخضراء الحضرية يمكنها أن تحسّن الصحة النفسية لسكان المدينة، فتصير المدينة مكانًا أكثر متعة وملاءمةً للعيش. وسنغافورة هي إحدى المدن التي نجحت في إضافة عدد كبير من المساحات الخضراء، ففي عام 2022، غطت المساحات الخضراء الحضرية أكثر من 40% من المدينة. لهذا السبب، غالبًا ما يُطلق على سنغافورة اسم مدينة في حديقة. ويمكن للمساحات الخضراء أيضًا أن تشجع الناس على تبني عادات صديقة للبيئة، مثل المشي وركوب الدراجات بدلًا من استخدام السيارات، مما يساهم في تقليل الانبعاثات الضارة.

شكل 2

يمكن للمدينة ذات المساحات الخضراء الحضرية أن تقلل من كميات تلوث الهواء والحرارة الحضرية مقارنةً بالمدينة التي تضم مساحات خضراء حضرية أقل.

شكل 2

وقد تساعد هذه العادات على خفض الحرارة الحضرية والاحترار العالمي وتحسين صحة المجتمع.

وبسبب كل هذه الفوائد التي تعود بها المساحات الخضراء الحضرية، ثمة العديد من المشاريع الرامية إلى حماية المساحات الخضراء الحضرية وزيادتها في جميع أنحاء العالم. تقع بعض هذه المشاريع في الشرق الأوسط الذي يشهد أعلى درجات حرارة على كوكبنا. فعلى سبيل المثال، ترمي مبادرة الشرق الأوسط الأخضر إلى زراعة 50 مليار شجرة على مستوى الشرق الأوسط. وتُعد مبادرة السعودية الخضراء في المملكة العربية السعودية كذلك جزءًا من مبادرة الشرق الأوسط الأخضر وترمي إلى زراعة 10 مليارات شجرة في السنوات القادمة. وتشمل هذه الخطط إعادة زراعة النباتات والأشجار المحلية التي اختفت مع مرور الوقت، وكذلك إضافة المساحات الخضراء إلى المدن الكبرى، مثل العاصمة الرياض، إحدى أكثر مدن العالم حرارة.

تخضير المدن يمهِّد الطريق لمستقبل مستدام

وختامًا، نريد التأكيد على أن السعي لتحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة يعني التركيز على إنشاء مدن ومجتمعات أكثر استدامة. وتتمثل إحدى طرق تحقيق هذا في إعادة التفكير في مدننا الحالية وإعادة تصميمها لتشمل المزيد من المساحات الخضراء الحضرية. ونأمل أن تكون قد تعلمت كيف يمكن للمساحات الخضراء الحضرية أن تساعد المدن في معالجة مشكلات جسيمة على غرار الحرارة الشديدة وتلوث الهواء والفيضانات. قد تؤدي زيادة المساحات الخضراء الحضرية إلى تكبد الكثير من المال وتتطلب عناية واهتمامًا من جميع سكان المدينة، إلا أن فوائدها المشتركة تفوق التكاليف المحتملة. ونوصي الحكومات ببذل المزيد من الجهود لحماية المساحات الخضراء الحالية واستثمار المزيد من الأموال والوقت في زيادة عدد الحدائق وكمية المساحات الخضراء على المباني التي ستكون متاحة للجميع، بما في ذلك الأشخاص الأقل دخلًا. وأخيرًا، من المهم رصد فوائد المساحات الخضراء الحضرية، سواء للبيئة أو للناس، لإبراز دورها في تحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة وبناء عالم أفضل للجميع.

شكر وتقدير

نودّ أن نتوجه بالشكر لكلٍ من روبن كوستا ونيكي تالبوت في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية على دعمهما الثمين لنا خلال مرحلة الكتابة الأولية وعملية المراجعة، فلولاهما ما اكتملت هذه المجموعة. كما نود أن نعرب عن امتناننا لمكتب الاستدامة في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية والمكتب القُطري لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي في المملكة العربية السعودية لتفانيهما في التوعية بأهمية أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة في رحلتنا نحو عالم أكثر استدامة.

المراجع

1. Santamouris, M. 2020. Recent progress on urban overheating and heat island research. Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability

and health impact. Synergies with the global climate change. *Energy Build.* 207:109482. doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109482

2. Salimi, M., and Al-Ghamdi, S. G. 2020. Climate change impacts on critical urban infrastructure and urban resiliency strategies for the Middle East. *Sustain. Cities Soc.* 54:101948. doi: 10.1016/j.scs.2019.101948
3. Youssef, A. M., Sefry, S. A., Pradhan, B., and Alfadail, E. A. 2016. Analysis on causes of flash flood in Jeddah city (Kingdom of Saudi Arabia) of 2009 and 2011 using multi-sensor remote sensing data and GIS. *Geomat. Nat. Hazards Risk* 7, 1018–42. doi: 10.1080/19475705.2015.1012750
4. Azmeer, A., Tahir, F., and Al-Ghamdi, S. G. 2024. Progress on green infrastructure for urban cooling: evaluating techniques, design strategies, and benefits. *Urban Clim.* 56:102077. doi: 10.1016/j.uclim.2024.102077
5. Habib, S., Tahir, F., Hussain, F., Macauley, N., and Al-Ghamdi, S. G. 2023. Current and emerging technologies for carbon accounting in urban landscapes: advantages and limitations. *Ecol. Indic.* 154:110603. doi: 10.1016/j.ecolind .2023.110603
6. Mannan, M., and Al-Ghamdi, S. G. 2022. Investigating environmental life cycle impacts of active living wall for improved indoor air quality. *Build Environ.* 208:108595. doi: 10.1016/J.BUILDENV.2021.108595

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 31 مارس 2025

المحرر: Mani Sarathy

مرشدو العلوم: Nicki Talbot

الاقتباس: Al-Ghamdi SG و Azmeer A, Tahir F (2025) معًا لتحقيق الهدف 11 من أهداف التنمية المستدامة: كيف يمكن للمساحات الخضراء الحضرية أن تساعدنا في بناء مدن مستدامة. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2024.1419477-ar

مُترجَم ومقتبس من: Azmeer A, Tahir F and Al-Ghamdi SG (2024) Towards SDG11: How Urban Greenery Can Help Us Build Sustainable Cities. Front. Young Minds 12:1419477. doi: 10.3389/frym.2024.1419477

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2024 Azmeer, Tahir و Al-Ghamdi 2025 ©. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

GULINA، العمر: 11
مرحبًا، اسمي Gulina. وأنا من باكستان، ويعتريني القلق بسبب تغير المناخ. أحب القطط والميمز والصور ومقاطع الفيديو المضحكة وألعاب الفيديو والاستماع إلى الموسيقى وقضاء الوقت مع أصدقائي.

KARIM، العمر: 12
أنا شخص فضولي يحب الرياضيات والبحث.

TAIMOOR، العمر: 11
مرحبًا، اسمي Taimoor. وأنا من باكستان وأبلغ من العمر 11 عامًا. وهواياتي هي الألعاب ولعب الكريكيت.

المؤلفون

AMJAD AZMEER
Amjad Azmeer طالب دكتوراة في برنامج علوم وهندسة البيئة في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية. يركز عمله على تقييم فعالية البنية الأساسية الخضراء كاستراتيجية لمقاومة الحرارة في المناطق الحضرية. وقد عمل سابقًا مساعدًا لشؤون الاستدامة في شبكة الاتفاق العالمي للأمم المتحدة في سريلانكا، وأكمل درجة الماجستير في الهندسة البيئية في جامعة سنغافورة الوطنية.

FURQAN TAHIR
الدكتور Furqan Tahir متخصص في مجال الطاقة المستدامة والبيئة ويتمتع بخبرة أكاديمية وصناعية تركز على التفكير في دورة الحياة والاستدامة وتحلية المياه والطاقة والبيئة وإزالة الكربون وكفاءة الطاقة. ويحمل درجة الدكتوراة في الطاقة المستدامة ويعمل حاليًا كباحث ما بعد الدكتوراة في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية في المملكة العربية السعودية.

SAMI G. AL-GHAMDI
يجري الأستاذ الجامعي Sami G. Al-Ghamdi أبحاث متعددة التخصصات حول تعقيدات البيئة العمرانية للتخفيف من آثار تغير المناخ وتحسين استهلاك الطاقة والمياه والمواد. وهو يعمل على الركائز الخمس للبيئة العمرانية: النقل والمياه والطاقة والمواد والبيئة الداخلية، ويقيّم تأثير الأنظمة الحضرية على البيئة بهدف الاستدامة والصمود وإزالة الكربون. كما أنه يعكف على تطوير نماذج حاسوبية لاستيعاب المساهمة المحتملة في تغير المناخ والحالات البيئية الأخرى. ويعمل على تعزيز مرونة البنية الأساسية وقدرة المجتمعات

على الصمود والبقاء والازدهار والتكيف مع الضغوط والصدمات الطبيعية وتغير المناخ.

*sami.alghamdi@kaust.edu.sa

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology