برنامج **الأمم المتحدة** للبيئة

منهجية خطة العمل الوطنية للتبريد لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

تقرير فني

© 2026 برنامج الأمم المتحدة للبيئة

الرقم المعياري الدولي للكتاب (ISBN): 978-92-807-4273-2

رقم العمل: CLI/2755/PA

معرف الوثيقة الرقمي (DOI):

يجوز استنساخ هذا المنشور كليًا أو جزئيًا وبأي شكل من الأشكال لأغراض تعليمية أو للخدمات غير الربحية دون الحصول على إذن خاص من صاحب حقوق الطبع والنشر، شريطة الإقرار بالمصدر. يُقدر برنامج الأمم المتحدة للبيئة تزويده بنسخة من أي منشور يستخدم هذا المنشور كمصدر.

لا يجوز استخدام هذا المنشور لإعادة البيع أو لأي غرض تجاري آخر أيًا كان دون الحصول على إذن كتابي مسبق من برنامج الأمم المتحدة للبيئة. يجب توجيه طلبات الحصول على هذا الإذن، مصحوبة ببيان الغرض من الاستنساخ ونطاقه، إلى البريد الإلكتروني unep-communication-director@un.org.

إخلاء المسؤولية

لا تنطوي التسميات المستخدمة ولا طريقة عرض المواد في المنشور الماثل على التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمانة العامة للأمم المتحدة بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو بشأن سلطاتها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

لا تعني الإشارة إلى أسماء الشركات والمنتجات التجارية في الوثيقة الماثلة تأييدًا لها من جانب برنامج الأمم المتحدة للبيئة أو من جانب المؤلفين. لا يُسمح باستخدام المعلومات الواردة في الوثيقة الماثلة لأغراض الدعاية أو الإعلان. تُستخدم أسماء ورموز العلامات التجارية لأغراض تحريرية دون أي نية لانتهاك قوانين العلامات التجارية أو حقوق الطبع والنشر

الآراء المعبّر عنها في المنشور الماثل هي آراء المؤلفين ولا تعكس بالضرورة وجهات نظر برنامج الأمم المتحدة للبيئة. ونأسف لأي خطأ أو إغفال قد يكون وقع دون قصد.

© الخرائط والصور والرسوم التوضيحية كما هو محدد.

الاستشهاد المقترح

برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2026).....

الإنتاج: برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2026).

https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/49319

صورة الغلاف:

Supported by

In collaboration with

شكر وتقدير

يُعد تطوير المنهجية الإقليمية لخطة العمل الوطنية للتبريد لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ثمرة عملية تعاونية، ويستند إلى خبرات تحالف التبريد التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وذلك بالشراكة مع المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، وتحالف المناخ والهواء النظيف، بالإضافة إلى شركاء تحالف التبريد، والذي يضم مجموعة متنوعة من المنظمات الدولية العاملة في مجال التبريد.

الإدارة: ليلي رياحي (أمانة تحالف التبريد

التصميم والإخراج: فابريس بيلير

إعداد الدليل: عمر عبد العزيز (الجامعة الأمريكية بالقاهرة)، ومانجيت سينغ وعمرو سليم (تحالف التبريد التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وماجد محمود ومصطفى حسانين (المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة).

تستند هذه المنهجية إلى المنهجية العالمية لخطة العمل الوطنية للتبريد لعام 2021 الصادرة عن تحالف التبريد، ويتولى كل من برنامج الأمم المتحدة للبيئة والمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة قيادة مواءمة هذه المنهجية لتناسب سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وذلك بالشراكة مع مبادرة الطاقة المستدامة للجميع، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وبرنامج كول أب، ومجموعة البنك الأفريقي للتنمية ضمن إطار عمل تحالف التبريد، وبدعم من تحالف المناخ والهواء النظيف. نتوجه بخالص الشكر إلى كل من دنيس سان فالنتين (تحالف المناخ والهواء النظيف)، وروبرتو بورخاباد غارسيا وسرينيدهي رافيشانكار (تحالف التبريد التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة)، والشيماء الشافعي ومحمد صادق (المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة)، وإتيان غونان (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)، وبن هارتلي وروزا غارسيا (مبادرة الطاقة المستدامة للجميع)، وجلال شابشوب (البنك الأفريقي للتنمية)، وجاكوب هوفمان (برنامج كول أب - Cool Up) لمساهماتهم القيّمة في إعداد الدليل الماثل. كما نتوجه بالشكر إلى كل من بنجامين هيكمان، وليلى بريزيلين، وألكسندرا موتوني (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وماركو دوران (المعهد الدولي للتبريد - IIR) على مراجعاتهم ومُدخلاتهم. وقد استفادت هذه المنهجية بشكل كبير من التوجيهات المقدمة من الفريق الاستشاري الإقليمي لخطة العمل الوطنية للتبريد لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وأعضاء الفريق العامل العالمي لخطة العمل الوطنية للتبريد التابع لتحالف التبريد.

لتقديم أي ملاحظات أو تعليقات حول هذه المنهجية، نرحب بتواصلكم معنا عبر البريد الإلكتروني unepcoolcoalition@un.org. تُعد آراؤكم ومقترحاتكم ذات قيمة كبيرة في مواصلة تطوير هذه المنهجية.

الملخص التنفيذي

تتجلى الحاجة الملحّة إلى التبريد المستدام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بوضوح، نظرًا لتصنيف معظم بلدان المنطقة ضمن البلدان ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة (HAT)، حيث يعاني العديد منها من إجهاد حراري إضافي نتيجة ارتفاع مستويات الرطوبة. يشير تقرير «آفاق التبريد» (Chilling Prospects) الصادر عن مبادرة الطاقة المستدامة للجميع إلى أن جميع بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تقريبًا تواجه مخاطر متوسطة إلى مرتفعة جراء نقص إمكانية الوصول إلى خدمات التبريد الكافية، مما يؤكد الحاجة الماسة إلى حلول شاملة وعادلة، باعتبارها ضرورة تنموية واستجابة أساسية للتكيف مع تغير المناخ. ومع تعرض 78% من سكان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لخطر نقص إمكانية الوصول إلى خدمات التبريد الكافية، تُعد الاستراتيجيات العادلة والمستدامة أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق المرونة المناخية.

ورغم إدخال العديد من البلدان معايير الأداء الأدنى للطاقة (MEPS) واشتراطات طاقة المباني، إلا أن وتيرة التقدم لا تزال بطيئة نتيجة لتباين مستويات الطموح، ومحدودية قدرات الإنفاذ، وتجزؤ نظم مراقبة الأسواق. لا يزال الاعتماد على أنظمة تكييف الهواء منخفضة الكفاءة واسع الانتشار، وهي الأنظمة التي غالبًا ما تستخدم مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون (HCFCs) أو تنتقل إلى استخدام مركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs). من الضروري التحول نحو حلول فائقة الكفاءة وصديقة للمناخ، بما في ذلك وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي (GWP)، وتدابير التبريد السلبي، والتقنيات المتقدمة مثل أجهزة العاكس، والمناهج القابلة للتوسع مثل التبريد المناطقي، غير أن تبني هذه الحلول يتباطأ بسبب ارتفاع التكاليف الأولية ومحدودية إمكانية الحصول على التمويل.

تقدم منهجية «cNCAP MENA»[1] إطارًا ديناميكيًا وقابلاً للتكيف لدول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لإعداد خطط عمل وطنية قوية للتبريد. وقد صُممت هذه «الوثيقة الخضراء الحيوية» لتتطور مع التجارب الإقليمية الجارية وجهود التنفيذ الوطنية، مما يضمن استمرار ملاءمتها في سعيها لتحقيق التبريد المستدام. كما توفر نهجًا مرنًا ومنظمًا يساعد دول المنطقة على مواءمة استراتيجيات التبريد الخاصة بها مع الالتزامات المناخية العالمية، مثل تعديل كيغالي، واتفاق باريس، وتعهد التبريد العالمي الطموح، مع البقاء في الوقت ذاته مرتكزة على الأولويات المحلية. تتطرق المنهجية بشكل خاص إلى التحديات الإقليمية الفريدة التي تواجهها منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، بما في ذلك الحرارة الشديدة، ومحدودية إمكانية الوصول إلى التبريد، وتجزؤ اللوائح التنظيمية، واستمرار الاعتماد على التقنيات القديمة. علاوة على ذلك، تركز المنهجية على جوانب بالغة الأهمية مثل المساواة بين الجنسين والإدماج الاجتماعي، وتسهيل الوصول إلى التمويل المناخي، وتعزيز الشراكات التقنية، جنبًا إلى جنب مع تشجيع نهج السياسات المنسقة.

استنادًا إلى التحليل الأولي للسوق، يُعد التبريد السكني وسلاسل التبريد من القطاعات ذات الأولوية بالنظر إلى ارتفاع الطلب عليها، وتأثيرها المباشر على الصحة والأمن الغذائي والإنتاجية، وما تتمتع به من إمكانات قوية لتحقيق كفاءة استهلاك الطاقة والحد من الانبعاثات. وبمرور الوقت، ومع تحسن توافر البيانات، يمكن لخطط العمل الوطنية للتبريد الأوسع نطاقًا أن تتناول أيضًا التبريد في المباني التجارية والعامة، والعمليات الصناعية، ومراكز البيانات، وتبريد وسائل النقل.

وتوفر منهجية خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا نهجًا منظمًا، يبدأ بتقييم شامل للمشهد الحالي للتبريد، بما في ذلك أنماط الطلب، والتقنيات الحالية، وأطر السياسات، وديناميكيات السوق. وتعقب مرحلة التقييم - التي تُعد بالغة الأهمية لفهم التحديات والفرص الخاصة بكل بلد - مرحلة تخطيط استراتيجي يمكن للبلدان من خلالها وضع أهداف طموحة، ولكن قابلة للتحقيق، للتبريد المستدام. وتُرشد المنهجية عملية تحديد التدخلات الرئيسية، وأدوات السياسات، والآليات المالية اللازمة لبلوغ هذه الأهداف. وأخيرًا، ترسم المنهجية إطارًا للتنفيذ، مع التأكيد على إشراك الأطراف المعنية، وبناء القدرات، ووجود نظام قوي للرصد والتقييم. ومن خلال اتباع هذا الإطار القابل للتكيف، يمكن للبلدان ضمان عدم اقتصار خطط العمل الوطنية للتبريد الخاصة بها على سلامتها من الناحية الفنية فحسب، بل قابليتها للتطبيق سياسيًا وجدواها اقتصاديًا كذلك، مما يعزز الانتقال العادل نحو التبريد المستدام.

1 منهجية «cNCAP MENA» – منهجية خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المحتويات

شكر وتقدير 2
الملخص التنفيذي 3
المحتويات 5
قائمة الأشكال 6
قائمة الأُطر 6
قائمة الجداول 6
قائمة الاختصارات 7
01 المقدمة 9
1-01 دور خطط العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 12
02 سياق التبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 19
1-02 الوصول العادل إلى التبريد 19
2-02 التبريد السلبي 22
3-02 كفاءة استهلاك الطاقة في المعدات 22
4-02 تقنيات التبريد المستدام 23
1-4-02 سلاسل التبريد (تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة عن سلاسل التبريد، مبادرة سلاسل التبريد) 24
2-4-02 إدارة دورة حياة وسائط التبريد (تقرير فرقة عمل فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي) 26
3-4-02 دمج الطاقة المتجددة 28
4-4-02 الحفاظ على الطاقة وكفاءتها 29
5-02 التكامل مع الأهداف المناخية والتنموية 31
03 عملية تطوير خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 35
1-03 لمحة عامة عن تطوير خطة العمل الوطنية للتبريد 37
2-03 المرحلة الأولى: تقييم السياق والتخطيط 38
1-2-03 الخطوة الأولى: رسم خريطة السياق القُطري 39
2-2-03 الخطوة الثانية: التخطيط والعمل التحضيري لخطة العمل الوطنية للتبريد 44
3-03 المرحلة الثانية: تقييم الطلب على التبريد 46
1-3-03 الخطوة الثالثة: التقييم القطاعي للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد 47
2-3-03 الخطوة الرابعة: التوصيات والحلول الخاصة بكل قطاع 53
4-03 المرحلة الثالثة: التوليف وإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد 56
1-4-03 الخطوة الخامسة: الدمج والتكامل 56
2-4-03 الخطوة السادسة: إعداد توصيات خطة العمل الوطنية للتبريد 59
3-4-03 الخطوة السابعة: وثيقة خطة العمل الوطنية للتبريد 63
5-03 المرحلة الرابعة: إطار تنفيذ خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد، والرصد والإبلاغ والتقييم 65
1-5-03 الخطوة الثامنة: إرساء إطار التنفيذ 66
2-5-03 الخطوة التاسعة: إرساء إطار للرصد والإبلاغ والتقييم (MRE)/الرصد والتحقق والإنفاذ (MVE) 66
04 المضي قدمًا: التصدي للتحديات الإقليمية والنهوض بالتبريد المستدام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 69
05 دراسات الحالة 70
دراسة الحالة (1): التقييم القطاعي للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد في الأردن 71
دراسة الحالة (2): رسم خريطة السياق القُطري في مصر (برنامج كول أب) 72
دراسة الحالة (3): معايير الأداء الأدنى للطاقة في لبنان 73
دراسة الحالة (4): اشتراطات البناء المُحسَّنة 74
دراسة الحالة (5): التبريد السلبي في المباني 74
دراسة الحالة (6): الوصول إلى التبريد عبر التبريد السلبي 75
دراسة الحالة (7): التمويل 76
دراسة الحالة (8): كفاءة استهلاك الطاقة، وإدارة دورة حياة وسائط التبريد (LRM)، والتحول في استخدام وسائط التبريد ... 77
دراسة الحالة (9): سد فجوة الوصول إلى التبريد – حلول قابلة للتوسع 78

قائمة الأشكال

الشكل (1) أدوار خطط العمل الوطنية للتبريد ومحاورها..... 10

الشكل (2) الدول الأعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، وعدد السكان، والنسبة المئوية للمعرضين لمخاطر الوصول إلى التبريد [2023] 20

الشكل (3) حصة الفرد من أجهزة تكييف هواء الغرف (RAC) مقابل أيام درجات التبريد لسبع عشرة دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 21

الشكل (4) القطاعات الفرعية لسلاسل التبريد، واحتياجات منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ومعدلات الوصول الحالية (قيم استرشادية) 16

الشكل (5) مراحل تطوير خطة العمل الوطنية للتبريد – لمحة عامة 28

الشكل (6) الخطوات المتضمنة في المرحلة الأولى من العملية النموذجية لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد..... 29

الشكل (7) الخطوات المتضمنة في المرحلة الثانية من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد 36

الشكل (8) الأنشطة الرئيسية المتضمنة في الخطوة الثالثة من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد 38

الشكل (9) ملخص المرحلة الثالثة من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد... 44

الشكل (10) ملخص المرحلة الرابعة من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد.. 54

الشكل (11) توقعات برنامج كول أب وإجراءات التخفيف 66

الشكل (12) مسكن دار العقود في عمّان، الأردن..... 69

الشكل (13) مشروع "كون" (KONN) للمنازل النمطية 65

قائمة الأُطر

الإطار (1) أنظمة التبريد المناطقي..... 30

الإطار (2) احتياجات التبريد المُلباة وغير المُلباة. 45

الإطار (3) موارد إضافية. 50

الإطار (4) اعتبارات الإدماج في المساهمات المحددة وطنيًا – النهج (تحالف التبريد)..... 52

الإطار (5) اعتبارات الإدماج في المساهمات المحددة وطنيًا – خيارات السياسات (تحالف المناخ والهواء النظيف): يتضمن دليل المساهمات المحددة وطنيًا الصادر عن تحالف المناخ والهواء النظيف:..... 52

قائمة الجداول

الجدول (1) تعريف مخاطر عدم الوصول إلى التبريد..... 19

الجدول XXY كمية شحنة سيط التبريد، وكفاءة الاسترداد طوال دورة الحياة، والشحنة الأولية المتبقية، وتقديرات الحالة الأسوأ لعوامل انبعاث الشحنة عند الشحن، والتسرب التشغيلي السنوي..... 26

الجدول (2) السياسات المناخية الرئيسية المتعلقة بالتبريد والتي توضح الفرص مقابل مخاطر التقاعس عن العمل..... 33

الجدول (3) اعتبارات بيانات رسم خريطة السياق القُطري رفيعة المستوى لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا..... 38-39

الجدول (4) إرشادات نوعية للخطوة (1) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا..... 40-41

الجدول (5) إرشادات نوعية للخطوة (2) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 43

الجدول (6) إرشادات نوعية للخطوة (3) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 46

الجدول (7) إرشادات نوعية للخطوة (4) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 49

الجدول (8) إرشادات نوعية للخطوة (6) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 55

الجدول X مثال على مصفوفة تحديد الأولويات لتدابير التبريد المستدام 56

الجدول XX إرشادات نوعية للخطوة (8) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا..... 59

الجدول (9) إرشادات نوعية للخطوة (9) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا..... 60

الجدول (10) مثال على مكونات الرصد والتحقق والإنفاذ للأنشطة المختلفة – ذات الصلة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا..... 61

قائمة الاختصارات

AC	تكييف الهواء
AI	الذكاء الاصطناعي
APF	عامل الأداء السنوي
AT&C	الفواقد الفنية والتجارية الكلية
BAU	سيناريو العمل المعتاد
BTR	تقارير الشفافية لفترة السنتين
CaaS	التبريد كخدمة
CAPEX	النفقات الرأسمالية
CBE	البنك المركزي المصري
CC	تحالف التبريد
CCAC	تحالف المناخ والهواء النظيف
CDD	أيام درجات التبريد
cNCAP	خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد
COP	معامل الأداء
COPH	معامل أداء التدفئة
CSO	منظمة مجتمع مدني
CSPF	عامل الأداء الموسمي للتبريد
EBRD	البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية
EE	كفاءة استهلاك الطاقة
EER	نسبة كفاءة استهلاك الطاقة
EFT	إطار الشفافية المعزّز
EOL	نهاية العمر الافتراضي
FAO	منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)
FNMEERC	صندوق إدارة الطاقة والطاقات المتجددة والتوليد المشترك
GCF	صندوق المناخ الأخضر
GCP	تعهد التبريد العالمي
GEFF	مرفق تمويل الاقتصاد الأخضر
GFCCC	المجلس العالمي لسلاسل تبريد الأغذية
GWP	القدرة على إحداث الاحترار العالمي
HAT	درجات الحرارة المحيطة شديدة الارتفاع
HCFC	مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون
HEPS	معايير الأداء العالي للطاقة
HFC	مركبات الهيدروفلوروكربون
IEA	الوكالة الدولية للطاقة
IEEHA	برنامج الأجهزة المنزلية الإيطالية الموفرة للطاقة
IFI	مؤسسة مالية دولية
IMF	صندوق النقد الدولي
IoT	إنترنت الأشياء
JREEEF	صندوق الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بالأردن
KIP	خطة تنفيذ تعديل كيغالي
LRM	إدارة دورة حياة وسائط التبريد
MDB	بنك تنمية متعدد الأطراف
MENA	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
MEPS	معايير الأداء الأدنى للطاقة
MLF	أمانة الصندوق متعدد الأطراف
MRE	الرصد والإبلاغ والتقييم
MVE	الرصد والتحقق والإنفاذ
NCAP	خطة العمل الوطنية للتبريد
NDB	بنك التنمية الوطني
NDC	المساهمات المحددة وطنيًا
NEEAPs	خطط العمل الوطنية لكفاءة الطاقة
NEEREA	العمل الوطني لكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة
NGO	منظمة غير حكومية
NOU	وحدة الأوزون الوطنية
NPFC	الإطار الوطني لسياسات التبريد
NREAPs	خطط العمل الوطنية للطاقة المتجددة
ODP	احتمالية استنفاد الأوزون
ODS	المواد المستنفدة للأوزون
OPEX	النفقات التشغيلية
PNME	البرنامج الوطني لكفاءة الطاقة
PPP	شراكات القطاعين العام والخاص
PV	الطاقة الشمسية الكهروضوئية
PVT	أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية الهجينة
RAC	تكييف هواء الغرف
RBF	التمويل القائم على النتائج
RCREEE	المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
RH	الرطوبة النسبية
SDGs	أهداف التنمية المستدامة
SECAPs	خطط عمل الطاقة المستدامة والمناخ
SEER	نسبة كفاءة استهلاك الطاقة الموسمية
SEforALL	مبادرة الطاقة المستدامة للجميع
TEAP	فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي التابع لأمانة الأوزون
TF	فرقة عمل
UN	الأمم المتحدة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
WHO	منظمة الصحة العالمية
YSDN	شبكة الشباب للتنمية المستدامة

01 المقدمة

تواجه منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مجموعة فريدة من تحديات التبريد، والتي تفرضها ظروفها المناخية، والاجتماعية والاقتصادية، وبنيتها التحتية الاستثنائية. وعلى مستوى دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، تدفع عدة عوامل حاسمة نحو الحاجة الملحة لاتخاذ إجراءات منسقة في قطاع التبريد، بما في ذلك:

- البيئات ذات درجات الحرارة المحيطة شديدة الارتفاع، والتي تخلق طلبًا أساسيًا هائلًا على التبريد، حيث تتجاوز درجات الحرارة في بعض المناطق 50 درجة مئوية خلال أشهر الصيف[2]. ويضع هذا الأمر ضغوطًا استثنائية على أنظمة التبريد، مما يجعل التبريد المستدام ضرورة حتمية.
- ويؤثر التفاوت العميق في إمكانية الوصول إلى التبريد، تأثيرًا غير متناسب على السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر في كل من المناطق الريفية والحضرية، مما يجعلهم عُرضة بشدة للمخاطر المرتبطة بالحرارة. علاوة على ذلك، تُلقي المخاطر الحرارية ونقص إمكانية الوصول إلى التبريد بظلالها على الصحة وسبل العيش بتأثيرات متفاوتة بين الجنسين؛ لاسيما على النساء الحوامل والمسنات، والأشخاص المصابين بأمراض مزمنة، والنساء من ذوات الدخل المنخفض العاملات في القطاعات غير الرسمية (سواء في الأماكن المفتوحة أو المغلقة).
- ضعف البنية التحتية لسلاسل التبريد الغذائية والطبية، مما يهدد الأمن الغذائي، ويقلل من الدخل الزراعي، ويعوق تقديم خدمات الرعاية الصحية، خاصةً فيما يتعلق باللقاحات والأدوية الحساسة لدرجات الحرارة.
- محدودية القدرات الفنية للإدارة الفعالة لوسائط التبريد، وذلك خلال هذه الفترة الانتقالية الحرجة للتحول بعيدًا عن وسائط التبريد ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي.
- ضعف انتشار تقنيات التبريد الموفرة للطاقة والصديقة للمناخ في الأسواق، ومحدودية الإقبال على استراتيجيات إعطاء الأولوية للتبريد السلبي، وذلك نتيجة للعوائق الاقتصادية، والفجوات في السياسات، وقلة الوعي لدى كل من المستهلكين والقطاع الصناعي.

تمثل هذه التحديات الإقليمية المشتركة فرصة مواتية لتبني أساليب تعاونية تتجاوز الحدود الوطنية، مع مراعاة ظروف كل دولة على حدة. وتطرح خطة العمل الوطنية للتبريد إطارًا استراتيجيًا للتعامل بشكل استباقي مع الطلب المتزايد على التبريد بطريقة مستدامة، وعادلة، وصديقة للمناخ. كما توفر هذه الخطط نهجًا منظمًا للحكومات لحشد الإرادة السياسية، وتحديد أهداف واضحة وقابلة للتنفيذ، وتنسيق الجهود عبر مختلف القطاعات لضمان الانتقال نحو تقنيات تبريد موفرة للطاقة ومنخفضة الانبعاثات.

علاوة على ذلك، فإن مواءمة هذه الخطط والمُحددات السياساتية عبر الحدود (أي على مستوى المنطقة ككل)، بالتزامن مع تقارب الأطر التنظيمية - مثل معايير الأداء الأدنى للطاقة، ونظام وضع بطاقات المنتجات، وبروتوكولات إدارة وسائط التبريد - من شأنه أن يخلق بيئة متماسكة وواضحة المعالم. لا يقتصر دور ذلك على تبسيط عملية تتبع التقدم الجماعي وضمان الشفافية إلى حد كبير فحسب، بل يعزز أيضًا – وبشكل حاسم – بناء أسواق تجارية أوسع نطاقًا وأكثر تكاملاً. كما يُسهم تقليص الحواجز التجارية واعتماد متطلبات موحدة في تشجيع تدفق تقنيات التبريد ذات الكفاءة العالية والتأثير البيئي المنخفض، مما يدفع بعجلة وفورات الحجم، ويُحفز الابتكار الإقليمي، ليُسَرِّع في نهاية المطاف من وتيرة التحول نحو التبريد المستدام في المنطقة بأسرها.

في ضوء ما سبق، يُعد تطويع المنهجية العالمية لخطط العمل الوطنية للتبريد لتتناسب مع منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أمرًا مهمًا لضمان التصدي لتحديات التبريد الخاصة بالمنطقة، والتخفيف من الآثار البيئية السلبية لقطاع التبريد، مع ضمان توفير إمكانية الوصول إلى هذه الخدمة الأساسية للجميع.

تُقدم هذه الوثيقة المنهجية المُواءَمة لخطط العمل الوطنية للتبريد في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وهي إطار منهجي يُكيّف أفضل الممارسات العالمية لتتلاءم مع سياق قطاع التبريد في المنطقة. ويُشكل إطار عمل خطط العمل الوطنية المُواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أساسًا استراتيجيًا للحكومات، كلٌ على حدة، لتطوير خطط عمل وطنية للتبريد مُصممة خصيصًا لتشمل ما يلي:

- أهداف شاملة وقابلة للقياس للعمل في قطاع التبريد (مثل تحسينات كفاءة استهلاك الطاقة، وخفض الانبعاثات، وتحسين إمكانية الوصول، و/أو الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون - HFC) مع جداول زمنية واضحة للتنفيذ.
- استراتيجيات خاصة بكل قطاع تغطي تبريد الأماكن، والتبريد التجاري/الصناعي، وسلاسل التبريد، وتكييف الهواء المتنقل.
- تدابير قابلة للتنفيذ لمختلف الأطراف المعنية عبر الوزارات الحكومية، والاتحادات الصناعية، والمجتمع المدني.
- غايات قابلة للقياس الكمي لتحسين كفاءة الطاقة والإدارة المستدامة لوسائط التبريد.
- آليات مُحكمة للرصد والتقييم لضمان المساءلة وتمكين الإدارة التكيفية.

وقد أثبتت التجارب أن تطوير الإطار الوطني لسياسات التبريد (NPFC) يمثل خطوة تمهيدية قيمة قبل الشروع في عملية إعداد خطة عمل وطنية شاملة للتبريد. إذ يُبلور الإطار الوطني الفعال لسياسات التبريد الرؤية الاستراتيجية للحكومة بشأن التبريد المستدام، ويُرسي المبادئ الأساسية، ويحدد البنية المؤسسية اللازمة للعمل المنسق. وتُمهد هذه الركيزة الطريق لوضع العناصر الفنية والمالية والتشغيلية التفصيلية داخل خطة عمل وطنية شاملة للتبريد.

1-01 دور خطط العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

يتمحور دور خطط العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا حول ستة محاور رئيسية كما هو موضح في الشكل (1).

الشكل (1) أدوار خطط العمل الوطنية للتبريد ومحاورها

أعدّ لبنان خطة العمل الوطنية للتبريد[2,3]، بينما وصل الأردن[4] إلى مرحلة متقدمة، وتقع مصر[5] في مرحلة متوسطة من عملية تطوير الخطة.

في إطار تحالف التبريد، اشترك برنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، وتحالف المناخ والهواء النظيف، بالتعاون مع الشركاء: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومبادرة الطاقة المستدامة للجميع، وبنك التنمية الأفريقي، وبرنامج كول أب (Cool Up)، في تطوير المواءمة الإقليمية للمنهجية العالمية لخطة العمل الوطنية للتبريد التابعة لتحالف التبريد، لتناسب منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

جرى إعداد خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بتوجيهٍ من فريق استشاري إقليمي للتبريد، يضم خبراء من الدول الأعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة. وقد استندت عملية المواءمة إلى مشاورات فردية مع ثماني دول أعضاء (وهي: الجزائر ومصر والكويت والعراق والأردن ولبنان والمغرب والسودان) لتمثيل التنوع الذي تتسم به دول المنطقة.

2 تقرير «التقدم والفرص والرؤى»، العدد 3 - برنامج كول أب (Cool Up)، تاريخ الاطلاع: 17 مارس 2025، https://www.coolupprogramme.org/wp-content/ uploads/2024/12/Cool-Up MENA-Region-Cooling Status-Report Issue-3.pdf، صفحة 7، (تاريخ آخر زيارة: 18 مارس 2025).

3 إرشادات دمج التبريد الفعال في السياسات الوطنية في لبنان، https://www.undp.org/lebanon/publications/guidance-integrating- efficient-cooling-national-policies-lebanon، (تاريخ آخر زيارة: 18 مارس 2025).

4 الأردن ينهي إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد لدفع التحول نحو التبريد المستدام، https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/ news/jordan-finalizes-national-cooling-action-plan-to-drive-sustainable-cooling-transformation، (تاريخ آخر زيارة: 18 مارس 2025).

5 إطلاق خطة العمل الوطنية للتبريد في مصر، https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/news/kick-off-of-egypts-national-cooling action-plan، (تاريخ آخر زيارة: 18 مارس 2025)

1. وضع أهداف قابلة للتنفيذ لتوسيع نطاق الوصول إلى خدمات التبريد، والحد من الأضرار البيئية وتعظيم المنافع الاجتماعية والاقتصادية.

تواجه ثلاث عشرة دولة من أصل سبع عشرة دولة عضو في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، عجزًا كبيرًا في الوصول إلى التبريد، على النحو الذي أبرزه تقرير آفاق التبريد الصادر عن مبادرة الطاقة المستدامة للجميع[6]. ومن بين هذه الدول، تُصنف تسع دول على أنها «بلدان شديدة التأثر»، مما يُنذر بتعرضها لدرجات حرارة مرتفعة ومستمرة، مع وجود أعداد كبيرة من السكان المعرضين لمخاطر عالية نتيجة لمحدودية الوصول إلى الكهرباء وارتفاع مستويات الفقر.

أو تعكف حاليًا على تطويرها، فإن العديد من الدول (KIPs) وفي حين طورت ثلاث دول في المنطقة خطط تنفيذ تعديل كيغالي الأخرى لم تتخذ هذه الخطوة بعد، وتستمر في الاعتماد على وسائط تبريد ذات قدرة عالية على إحداث الاحترار العالمي و/أو وسائط والتي تشكل مخاطر بيئية جسيمة. علاوة على ذلك، لا تزال التفاوتات الواسعة في اعتماد معايير الأداء، (ODP) مستنفدة للأوزون الأدنى للطاقة لأجهزة التبريد تعيق إحراز التقدم. فبينما أسست دول مثل المغرب، ومصر، والجزائر، والبحرين برامج راسخة في هذا الصدد، لا تزال دول أخرى في المراحل المبكرة من التخطيط أو وضع السياسات.

ولتحقيق وصول مستدام وعادل إلى خدمات التبريد، من الأهمية بمكان تحديد أهداف تعمل على: 1) توسيع نطاق الوصول إلى التبريد، مع إعطاء الأولوية للسكان الأكثر عُرضة للمخاطر؛ 2) ترشيد الطلب على التبريد من خلال الاستفادة من استراتيجيات التبريد السلبي في المباني؛ 3) تسريع الخفض التدريجي لوسائط التبريد ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي والمستنفدة للأوزون؛ 4) تعزيز سلاسل التبريد الموفرة للطاقة لضمان متانة سلسلة الإمدادات الغذائية؛ 5) مواءمة معايير الأداء الأدنى للطاقة وتعزيزها، مع تعظيم المنافع الاجتماعية والاقتصادية لهذه التحولات في الوقت ذاته. ويمكن لهذه الإجراءات مجتمعة أن تحقق منافع اجتماعية واقتصادية للإنسان والكوكب.

أخيرًا، ينبغي لخطط العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أن تدمج أيضًا تدابير التكيف مع تغير المناخ ضمن استراتيجيات التبريد، للتعامل مع شدة تأثر المنطقة بدرجات الحرارة القصوى. كما ينبغي لها أن تتناول مسألة القدرة على تحمل تكاليف حلول التبريد المستدام للأسر ذات الدخل المنخفض، بما يضمن الوصول العادل ويحول دون اتساع فجوة التبريد.

2. حشد الجهات الفاعلة اللازمة لتنسيق آليات كفاءة الطاقة مع الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون بصورة شاملة

يتطلب تحقيق التبريد المستدام استراتيجية متكاملة تتمثل في: **حماية** الأفراد من خلال حلول تبريد ميسورة التكلفة ومتاحة، وآمنة وموثوقة؛ **وخفض** الطلب على التبريد عبر تدابير سلبية (مثل الحلول القائمة على الطبيعة، وتصاميم المباني المتقدمة)؛ **وتحسين** الكفاءة من خلال الارتقاء بمعايير الأداء الأدنى للطاقة؛ والتحول إلى وسائط تبريد ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي، وتقنيات التبريد المناطقي (NIK) ولا سيما الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون[7]؛ واستخدام تقنيات التبريد غير التقليدية نظرًا لقدرتها على خفض استهلاك الطاقة والحد من الحاجة إلى وسائط التبريد أو الاستغناء عنها تمامًا؛ واستخدام التبريد (DC) المعتمد على الطاقة المتجددة؛ **والاستفادة** من العمل الجماعي لكافة الجهات الفاعلة المعنية بدلاً من الجهود الفردية. وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، عملت قطاعات البناء، والمعدات، ووسائط التبريد تاريخيًا بمعزل عن بعضها البعض، مما أعاق إحراز تقدم متكامل. ولتنسيق جهود كفاءة الطاقة، وترشيد الاستهلاك، والتحول في وسائط التبريد بفعالية، لا غنى عن إرساء إطار تعاوني راسخ. وتُعد الاشتراطات والمعايير أدوات محورية لتيسير هذا التعاون، حيث تعمل على توحيد الجهات الفاعلة الرئيسية لتعظيم أوجه التآزر وتسريع وتيرة التحول نحو ممارسات التبريد المستدام.

لا توجد جهة حكومية واحدة تضطلع بالمسؤولية عن كافة الأنشطة المتعلقة بالتبريد المستدام؛ إذ يُعد التبريد مجالاً متعدد القطاعات، وعادةً ما يندرج تحت اختصاصات مختلفة تتوزع على عدة وزارات وهيئات حكومية، بما في ذلك وزارات الطاقة، والبيئة، والمياه، والتخطيط العمراني، والزراعة، والصحة، والمالية، والتجارة، والصناعة، والسياحة، والتعليم العالي، وغيرها.

ولذا، ينبغي تشكيل فرقة عمل معنية بالتبريد لتعزيز التعاون بين الوزارات والجهات الحكومية ذات الصلة. وتضمن خطط العمل الوطنية للتبريد تحقيق الاتساق والترابط بين السياسات المتعلقة بكفاءة الطاقة، والتحول في وسائط التبريد، واشتراطات البناء، والتنمية العمرانية. كما تُيسر الخطط حشد الموارد والخبرات من مختلف القطاعات لتحقيق أهداف التبريد المشتركة. وتُعزز خطط العمل الوطنية للتبريد التنفيذ المتكامل لاستراتيجيات التبريد عبر مختلف القطاعات، مما يعظم من أوجه التآزر ويحول دون ازدواجية الجهود.

6 تقرير "آفاق التبريد": تتبع التبريد المستدام للجميع لعام 2025، https://www.seforall.org/data-stories/chilling-prospects-2025، تاريخ الاطلاع: 5 أغسطس 2025.

7 تقرير حالة التبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، https://www.coolupprogramme.org/wp-content/uploads/2023/12/Cool-Up_MENA-Region-Cooling-Status-Report_Issue-2.pdf، تاريخ الاطلاع 18 مارس 2025.

3. توفير قاعدة أدلة لزيادة الطموح المناخي ودمج التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا وسياسات تغير المناخ والطاقة

يُعد إجراء تقييم بيئي شامل لقطاع التبريد أمرًا أساسيًا لرفع الطموح المناخي. وفي الوقت الراهن، تعاني منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من نقص في بيانات التبريد القابلة للتحقق، مما يعيق التقييمات الدقيقة للانبعاثات المباشرة[8] وغير المباشرة[9]. ورغم نجاح بعض الدول في الإبلاغ عن انبعاثاتها المباشرة من مركبات الهيدروفلوروكربون عبر تقارير الشفافية لفترة السنتين (BTRs)[10]، لا يزال القياس الكمي الحاسم للانبعاثات غير المباشرة يمثل فجوة كبيرة. وتُعد خطط العمل الوطنية للتبريد ضرورية لسد هذه الفجوة؛ إذ تضع خطوط أساس راسخة لانبعاثات التبريد واستهلاك الطاقة، وتتيح وضع إسقاطات مستقبلية في ظل سيناريوهات تدخل متنوعة. وتوفر هذه الإسقاطات قاعدة الأدلة الحاسمة اللازمة لرفع الطموح المناخي بشكل ملموس. وعلاوة على ذلك، يُعد الإدماج الاستراتيجي للآثار الكمية للتبريد ضمن المساهمات المحددة وطنيًا والسياسات الأوسع نطاقًا لتغير المناخ والطاقة، أمرًا بالغ الأهمية. وينبغي مواءمة هذا الإدماج مع خطط العمل الوطنية لكفاءة الطاقة (NEEAPs) لتعظيم أوجه التآزر بين تدابير كفاءة التبريد والأهداف العامة لأداء الطاقة، مع التوافق في الوقت ذاته مع خطط العمل الوطنية للطاقة المتجددة (NREAPs) لتسريع التوسع في نشر أنظمة التبريد التي تعمل بالطاقة المتجددة. بالإضافة إلى ذلك، فإن تضمين استراتيجيات التبريد داخل خطط عمل الطاقة المستدامة والمناخ (SECAPs) سيضمن تحقيق تنسيق شامل على المستويين البلدي والإقليمي. ولن يقتصر دور هذا الاندماج المتكامل على ترسيخ دور التبريد في الاستراتيجيات المناخية الوطنية فحسب، بل سيفتح الآفاق للحصول على موارد مالية أوسع نطاقًا، تتجاوز الاستثمارات التقليدية في قطاع التبريد، لدعم التحولات الضرورية.

4. إرساء إرادة سياسية قوية وتوجيهات وطنية هادفة

تلعب خطط العمل الوطنية للتبريد دورًا محوريًا في ترسيخ الالتزام السياسي وترجمته إلى توجيهات وطنية ملموسة[11]. وتُعد عملية تطوير هذه الخطط بطبيعتها عملية تعاونية، حيث تتطلب مشاركة قوية من القطاعات العامة والخاصة والمدنية. ويسهم هذا النهج الشامل في تعزيز الفهم الأعمق لتعقيدات قطاع التبريد، وزيادة الوعي بتداعياته البيئية والاقتصادية والاجتماعية. وتعمل خطط العمل الوطنية للتبريد على بناء الإرادة السياسية من خلال:

- تيسير مشاورات واسعة النطاق مع الأطراف المعنية لضمان أخذ وجهات النظر المتنوعة بعين الاعتبار.
- بناء التوافق حول الأهداف الاستراتيجية ومسارات التنفيذ.
- كسب تأييد الأطراف المعنية ذات الصلة، بما في ذلك الوزارات المعنية، من خلال المشاركة الفاعلة.
- إبراز منافع التبريد المستدام، بما يتماشى مع أهداف التنمية الوطنية.

8 تشير الانبعاثات المباشرة إلى إطلاق غازات وسائط التبريد مباشرةً في الغلاف الجوي. وتحدث هذه الانبعاثات أثناء مراحل تصنيع معدات التبريد وتكييف الهواء، والمضخات الحرارية (RACHP)، وتشغيلها (نتيجة التسربات)، وصيانتها، والتخلص منها.

9 تشير الانبعاثات غير المباشرة إلى إطلاق غازات الدفيئة (GHG) في الغلاف الجوي نتيجة تشغيل معدات التبريد وتكييف الهواء، والمضخات الحرارية؛ وترتبط هذه الانبعاثات بشكل أساسي باستهلاك الطاقة.

10 يُعد تقرير الشفافية لفترة السنتين الأداة المركزية للإبلاغ عن المعلومات التي نصت عليها المادة (13) من اتفاق باريس، ضمن إطار الشفافية المعزز (ETF). وهو تقرير تقدمه الأطراف في اتفاق باريس كل عامين، ويوضح تفصيلاً مدى التقدم المحرز في العمل المناخي، بما في ذلك انبعاثات غازات الدفيئة، والجهود المبذولة لتحقيق المساهمات المحددة وطنيًا، والتكيف مع تغير المناخ، والدعم المُقدم والمتلقى. ويُعد هذا التقرير عنصرًا رئيسيًا في إطار الشفافية المعزز ضمن اتفاق باريس، وصُمم لتتبع التقدم المحرز نحو تحقيق أهداف الاتفاق.

11 فعالية جانبية – خطط العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا - تحالف التبريد 2025، https://coolcoalition.org/side-event-mena-national-cooling-action-plans، تاريخ الاطلاع 18 مارس 2025.

5. توجيه الحوكمة وإشارات السوق لتعزيز الاستثمار

الحوكمة. تُعد خطط العمل الوطنية للتبريد أداةً قوية لتعزيز الحوكمة في قطاع التبريد. وتكمن القوة الأساسية لهذه الخطط في قدرتها على تجاوز الحواجز القطاعية، وتعزيز نهج شامل ومتكامل للتبريد المستدام. وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث تتقاطع مختلف الأجندات الحكومية، تُمثل هذه الخطط آلية تنسيق بالغة الأهمية لمواءمة قطاع التبريد مع أهداف التنمية الوطنية، مع تعزيز التعاون بين الوزارات في الوقت ذاته. وفي هذه المنطقة، يمكن لخطة العمل الوطنية للتبريد المُصاغة بعناية أن تسهم في:

- إرساء إطار سياسات طويل الأجل: تحدد خطط العمل الوطنية للتبريد الغايات، والأهداف، والاستراتيجيات الوطنية للتبريد المستدام، مما يوفر توجهًا متماسكًا للسياسات ويؤدي إلى تحقيق الاستقرار في السياسات. كما تتولى هذه الخطط مسؤولية مواءمة هذه السياسات عبر مختلف القطاعات (الطاقة، والبيئة، والبناء، وغيرها) والحد من التضارب التنظيم.
- تعزيز القدرات التنظيمية: ترصد خطط العمل الوطنية للتبريد الفجوات في اللوائح القائمة وتوصي بالتحديثات اللازمة أو بسن تشريعات جديدة، مثل تعزيز معايير الأداء الأدنى للطاقة، والجداول الزمنية للخفض التدريجي لوسائط التبريد، وتحسين اشتراطات البناء/تدابير التبريد السلبي، وتحديد الإطار التنظيمي اللازم لتمكين التبريد المناطقي. كما تدعم الخطط بناء قدرات الجهات التنظيمية، لضمان إنفاذ القوانين بفعالية.
- تحسين التنسيق والشفافية: تُؤسس خطط العمل الوطنية للتبريد آلية تنسيق وطنية، مما يُيسر التعاون بين الجهات الحكومية، وقطاع الصناعة، والأطراف المعنية الأخرى لصياغة سياسات مستنيرة ومترابطة. كما تُشجع على جمع البيانات وتعزيز الشفافية، مما يُمكن من اتخاذ قرارات مستنيرة ورصد التقدم المحرز.
- تعزيز المساءلة: تضع خطط العمل الوطنية للتبريد أهدافًا ومؤشرات قابلة للقياس، مما يتيح الرصد والتقييم المنتظمين للتقدم، وتُنشئ آليات إبلاغ لتتبع مسار التنفيذ وضمان المساءلة.

الاستثمار. توفر خطة العمل إطار الحوكمة اللازم وإشارات السوق لجذب مشاركة القطاع الخاص، وتحرير الموارد المالية، وتسريع وتيرة التحول نحو قطاع تبريد صديق للمناخ. ويساهم ذلك في خلق الجاهزية للسوق وتعزيز منظومة التبريد المستدام من خلال بناء قدرات الفنيين، ورفع مستوى الوعي في السوق، والاستفادة من التقنيات الكفؤة المتاحة. وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث غالبًا ما يكون الاستثمار في قطاع التبريد محدودًا، يمكن لخطة العمل الوطنية للتبريد أن تسهم في:

- تمكين تطوير مشروعات تبريد مستدام قابلة للتمويل البنكي: توفر هذه الخطط رؤية طويلة الأجل وتوجهًا سياساتيًا واضحًا، مما يحد من عدم اليقين الاستثماري، ويعطي إشارة على التزام الحكومات بالتبريد المستدام، وهو ما يشجع القطاع الخاص على المشاركة.
- تحفيز الطلب على تقنيات التبريد المستدام: تعزز خطط العمل الوطنية للتبريد اعتماد تقنيات تبريد كفؤة في استهلاك الطاقة وذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي من خلال معايير الأداء الأدنى للطاقة، أو معايير الأداء العالي للطاقة، أو أدلة المشتريات المستدامة، ونظم بطاقات كفاءة الطاقة، وحملات التوعية العامة، كما تشجع على تطوير قدرات التصنيع والخدمات المحلية لحلول التبريد المستدام. ويجب أن تستهدف حملات التوعية النساء والرجال بفعالية لضمان تثقيف صناع القرار في المنازل حول حلول التبريد الكفؤة بناءً على احتياجاتهم وتفضيلاتهم.
- إتاحة الحوافز المالية: تحدد خطط العمل الوطنية للتبريد فرص الحوافز المالية، مثل الإعانات، والإعفاءات الضريبية، والسندات الخضراء، لدعم الاستثمار في التبريد المستدام وتسهيل الوصول إلى التمويل الدولي للمناخ والمساعدات التنموية.
- تعزيز شراكات القطاعين العام والخاص (PPPs): تحدد خطط العمل الوطنية للتبريد فرص شراكات القطاعين العام والخاص في مجالات مثل التبريد المناطقي، وترميم المباني، واستعادة وسائط التبريد وإعادة تدويرها، كما تحد من مخاطر الاستثمار الخاص من خلال توفير الدعم الحكومي.
- إتاحة آليات التمويل المبتكرة: يمكن لخطط العمل الوطنية للتبريد الاستفادة من تمويل المناخ، والتمويل المختلط، والتمويل القائم على النتائج (RBF)، ونماذج مثل التبريد كخدمة (CaaS) لجذب الاستثمار الخاص، وتقليل التكاليف الأولية، وتسريع اعتماد تقنيات التبريد المستدام.

من خلال إرساء إطار سياسات شامل، تعمل خطة العمل الوطنية للتبريد كدليل للتدابير التنظيمية، وآليات الحوافز، واستراتيجيات الاستثمار. إذ توفر خارطة طريق واضحة لتحقيق أهداف التبريد الوطنية، بما يضمن المساءلة والتنسيق الفعال. ويتحقق ذلك من خلال:

- تحديد أهداف وجداول زمنية واضحة وقابلة للقياس لعملية التنفيذ.
- تطوير أطر تنظيمية لمعايير الأداء الأدنى للطاقة، والتحول في وسائط التبريد، واشتراطات البناء.
- إنشاء آلية تنسيق وطنية.
- تقديم رؤية طويلة الأجل، تضمن قابلية مشروعات التبريد للتمويل البنكي وتسمح باستقرار الاستثمار.
- تحديد أولويات الاستثمار في البنية التحتية وبناء القدرات.
- تحديد وتعزيز الحوافز المالية لتقنيات التبريد المستدام.

6. الدفع بنهج تآزري يستفيد من الروابط المشتركة مع الأجندات الحكومية الأخرى، ومواءمة سياسات التبريد عبر قطاعات وأبعاد متعددة.

وتكمن القوة الأساسية لهذه الخطط في قدرتها على تجاوز الحواجز القطاعية، وتعزيز نهج شامل ومتكامل للتبريد المستدام. وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث تتقاطع مختلف الأجندات الحكومية، تُمثل هذه الخطط آلية تنسيق بالغة الأهمية لمواءمة قطاع التبريد مع أهداف التنمية الوطنية، مع تعزيز التعاون بين الوزارات في الوقت ذاته.

تعمل خطط العمل الوطنية للتبريد على مواءمة قطاع التبريد مع أهداف التنمية الوطنية، بما في ذلك ما يلي:

- **الصحة والرفاه:** يُعد تعزيز الوصول إلى التبريد المستدام أمرًا بالغ الأهمية للمنطقة التي تتعرض لدرجات حرارة شديدة بشكل متزايد. ويُمثل النهج المتكامل - الذي يجمع بين التبريد السلبي لخفض الطلب، والأنظمة الميكانيكية المُحسنة، والخفض التدريجي لوسائط التبريد ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي - أهمية خاصة للفئات الأكثر عرضة للمخاطر، وللبلدان شديدة التأثر حيث تواجه شرائح واسعة من السكان مخاطر صحية متزايدة.[12]
- **أمن الطاقة:** يسهم تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة وإدماج تقنيات التبريد التي تعمل بالطاقة المتجددة في الحد من اعتماد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على الوقود الأحفوري.
- **الأمن المائي:** يسهم تعزيز استراتيجيات التبريد السلبي وإدماج تقنيات التبريد الكفؤة في استهلاك المياه، مثل تقنية التبريد المناطقي، في معالجة ندرة المياه في المنطقة مع تحسين الوصول إلى التبريد. وينطبق هذا أيضًا على مراكز البيانات، حيث يمكن لأبراج التبريد التبخيري التقليدية أن تستهلك كميات هائلة من المياه، ويتبخر ما يصل إلى 80% منها، مما يجعل حلول التبريد الكفؤة أمرًا بالغ الأهمية.[13]
- **الأمن الغذائي:** يسهم تعزيز سلاسل التبريد الموثوقة والمستدامة في الحد من الفاقد من الأغذية.
- **إمدادات وسائط التبريد:** تعزيز إدارة دورة حياة وسائط التبريد، والحد من تسربها، وتشجيع عمليات الاسترداد وإعادة التدوير والاستصلاح للحد من هدر وسائط التبريد. كما تقدم إدارة دورة حياة وسائط التبريد فائدة ثانوية هامة تتمثل في تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة التشغيلية، حيث تقلل من التسرب في الأنظمة وتضمن التشغيل الأمثل طوال عمرها الافتراضي.
- **التخطيط العمراني:** تعزيز التنمية العمرانية المستدامة من خلال ضمان إدماج عناصر التبريد المستدام بفعالية في التخطيط العمراني.
- **النمو الاقتصادي:** تحفيز قطاعات التصنيع والخدمات المحلية من خلال حشد استثمارات القطاعين العام والخاص في تقنيات التبريد المستدام. وتساهم هذه التقنيات في التنويع الاقتصادي، وتوفير الوظائف، والحد من خسائر الإنتاجية المرتبطة بارتفاع درجات الحرارة، بما يتماشى مع الاستراتيجيات الاقتصادية الوطنية.[14]

وتتمثل إحدى الفرص الفريدة للمنطقة في الإمكانات التي تتمتع بها خطط العمل الوطنية للتبريد لتكون محفزًا للتعاون الإقليمي في مجال التبريد المستدام، وتحقيق التوافق في السياسات والمعايير لتوسيع نطاق العمل، وتعزيز تبادل المعرفة، ونقل التكنولوجيا، وآليات التمويل المبتكرة. يتيح تقارب الأطر التنظيمية، وآليات الرصد والتحقق، فضلاً عن الأسواق التجارية الأوسع نطاقًا، إمكانات أكبر للاعتماد واسع النطاق لتقنيات التبريد المستدام.

12 البلدان شديدة التأثر هي البلدان التي يُنذر بتعرضها لدرجات حرارة مرتفعة ومستمرة، وتضم أيضًا أعدادًا كبيرة من السكان المعرضين لمخاطر عالية نتيجة عدم الوصول إلى التبريد بسبب الفقر وفجوات الوصول إلى الكهرباء.

13 https://www.nasuca.org/wp-content/uploads/2025/02/2025-06-10-NASUCA-Data-Centers-Final-Schneider.pdf

14 https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_711919.pd

02 سياق التبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

يستعرض هذا القسم سياق التبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث يُؤطر أربعة عناصر أساسية لا غنى عنها لخطط العمل الوطنية المواءَمة للتبريد، وهي: الوصول العادل إلى التبريد، والتبريد السلبي، وكفاءة استهلاك الطاقة، وتقنيات التبريد المستدام، والمواءمة مع الأهداف المناخية والتنموية.

1-02 الوصول العادل إلى التبريد

وفقًا لمبادرة الطاقة المستدامة للجميع، تضم ثلاث عشرة دولة من أصل سبع عشرة دولة عضوًا في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة نسبًا كبيرة من السكان المعرضين لمخاطر عالية (انظر الجدول (1). تعريف مخاطر الوصول إلى التبريد: 19 للاطلاع على التعريف)؛ وذلك بسبب الافتقار إلى الوصول إلى التبريد، مما يعرضهم لمخاطر صحية ناجمة عن موجات الحر، وتلف الأغذية، والمخاطر المترتبة على عدم كفاءة سلاسل التبريد الخاصة بالأدوية والمنتجات الزراعية، فضلاً عن انخفاض الإنتاجية. وتزداد وتيرة وشدة ظواهر الحر الشديد، التي تتفاقم بسبب تغير المناخ، مما يجعل الوصول إلى تقنيات التبريد أمرًا ضروريًا للبقاء على قيد الحياة وتحقيق الرفاه. وتشمل البلدان شديدة التأثر[15] كلاً من الجزائر، وجيبوتي، ومصر، والعراق، وموريتانيا، والمغرب، والصومال، والسودان، واليمن. في حين تشمل البلدان غير شديدة التأثر الأردن، ولبنان، والضفة الغربية وقطاع غزة، والجمهورية العربية السورية. وتُبرز مبادرة الطاقة المستدامة للجميع السودان كواحد من البلدان التسعة الأشد حرجًا[16] على مستوى العالم.

يُعد الوصول إلى التبريد مكونًا حيويًا للتنمية المستدامة، وله تداعيات واسعة النطاق على الصحة، والأمن الغذائي، والنمو الاقتصادي. ويشير تقرير آفاق التبريد لعام 2023 إلى أن 78% من سكان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا معرضون لدرجات متفاوتة من المخاطر. ومن الضروري معالجة الفجوات في التبريد وضمان عدم ترك أحد خلف الركب في مسار التحول نحو مستقبل تبريد مستدام. ومع وضع البلدان لخطط العمل الوطنية للتبريد الخاصة بها، يجب أن يكون إعطاء الأولوية للوصول العادل إلى التبريد وحماية الفئات الأكثر عرضة للمخاطر من تداعيات الحرارة الشديدة حجر الزاوية في استراتيجياتها. ومن خلال القيام بذلك، يمكن لبلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تعزيز القدرة على الصمود، وخفض الانبعاثات، وتحسين جودة حياة أكثر من 335 مليون شخص يفتقرون إلى الوصول إلى التبريد في المنطقة. يؤثر الافتقار إلى هذه الحلول بشكل غير متناسب على النساء والرجال بطرق متباينة، بما يشمل الأسر ذات الدخل المنخفض، والمجتمعات الريفية وشبه الحضرية، والأسر التي تعيلها نساء، والمسنين والمسنات، والأشخاص ذوي الإعاقة، والنازحين قسرًا، والعاملين في القطاعات غير الرسمية. لذلك، ينبغي لخطط العمل الوطنية للتبريد تشخيص الاحتياجات والقيود المتباينة القائمة على النوع الاجتماعي، وضمان اتخاذ تدابير موجهة لتحقيق الحصول العادل على التبريد. من المهم الإشارة إلى أن سلاسل التبريد الغذائية السليمة تساعد في تجنب الفاقد والمهدر من الأغذية، والذي يمكن أن يؤدي إلى انبعاثات كبيرة من غاز الميثان عند إلقائه في مكبات النفايات، وانبعاث[17] الجسيمات الدقيقة (PM2.5)[18] عند حرقه في الهواء الطلق. وتمثل معالجة هذه التفاوتات أهمية محورية في سبيل تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs)، بما في ذلك القضاء على الجوع (الهدف 2 - SDG2)، والصحة الجيدة والرفاه (الهدف 3 - SDG 3)، والمساواة بين الجنسين (الهدف 5 - SDG5)، والوصول إلى الطاقة (الهدف 7 - SDG 7)، والعمل المناخي (الهدف 13 - SDG 13).

15 البلدان شديدة التأثر هي البلدان التي تواجه درجات حرارة مرتفعة ومستمرة، وتضم أعدادًا كبيرة من السكان المعرضين للمخاطر نتيجة الفقر ومحدودية الوصول إلى الكهرباء اللازمة للتبريد.

16 البلدان التي تضم أكبر عدد من السكان المعرضين للمخاطر على مستوى العالم.

17 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNEP%20-%20Webinar%20on%20Food%20Security%20in%20the%20NDCs%203.0%20of%20the%20MENA%20Region%20.pdf

18 عند اختلاط المواد البلاستيكية بالمخلفات الغذائية.

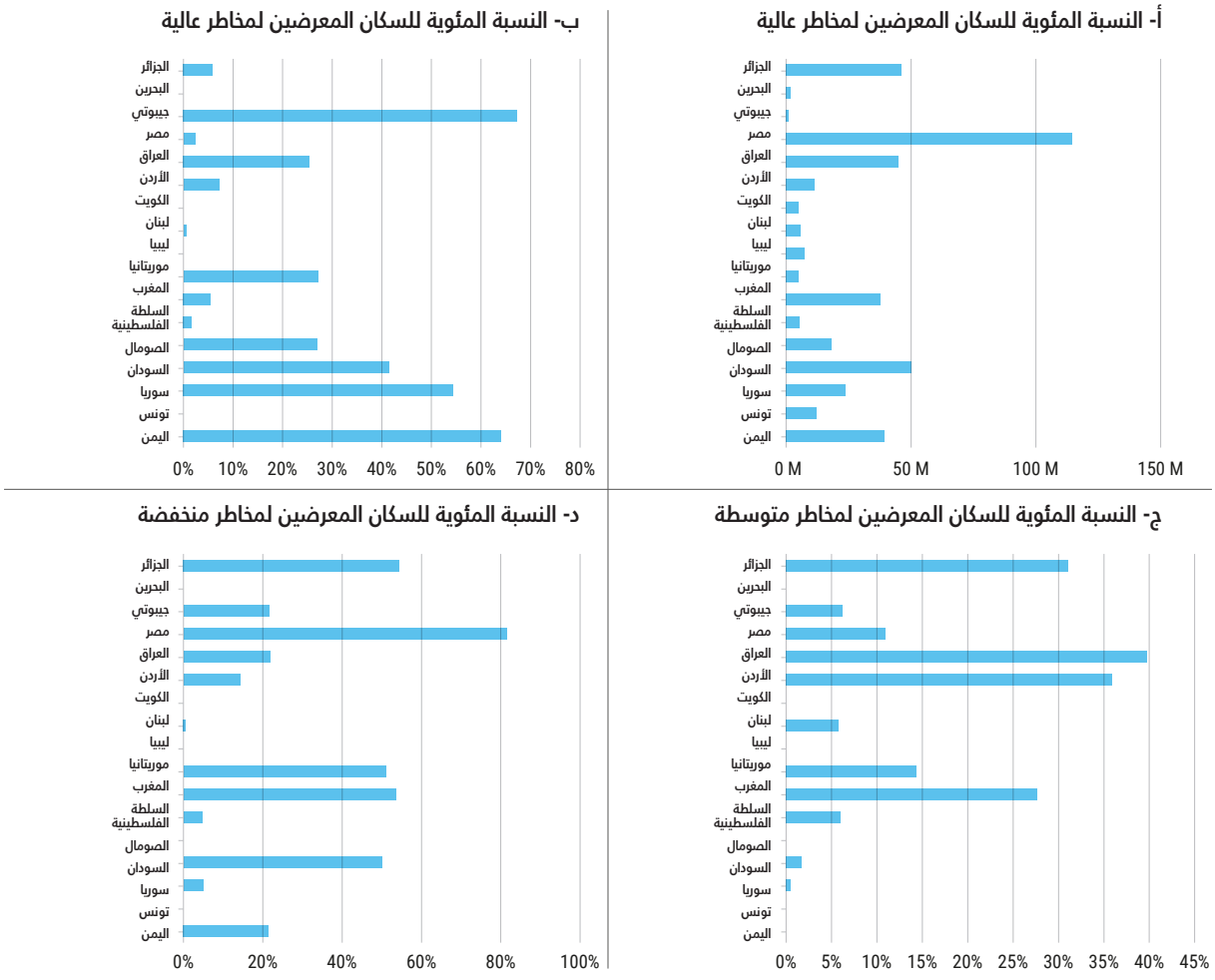
وفقًا لتعريف مبادرة الطاقة المستدامة للجميع لمخاطر الوصول إلى التبريد، كما هو ملخص في «الجدول (1). تعريف مخاطر الوصول إلى التبريد: 19»، يُلاحظ وجود تباين كبير في مستويات الخطر بين بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. ففي بعض البلدان، تقع نسبة تزيد عن 50% من السكان ضمن فئة المخاطر العالية، مثل جيبوتي، واليمن، وسوريا؛ وتتراوح هذه النسبة بين 25% و50% ضمن نفس الفئة في بلدان مثل العراق، وموريتانيا، والصومال، والسودان. وفي بلدان أخرى، تقع نسبة تزيد عن 50% من السكان ضمن فئة المخاطر المتوسطة، بما في ذلك مصر، والجزائر، والسودان، والمغرب، وموريتانيا؛ بينما تضم العديد من البلدان نسبة تزيد عن 30% من سكانها ضمن فئة المخاطر المنخفضة، مثل العراق، والأردن، والجزائر. ويوضح الشكل 1-(أ) خريطة مصورة لعدد سكان الدول الأعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، في حين توضح الأشكال 1-(ب-د) النسب المئوية المقابلة للسكان المعرضين لمخاطر عالية ومتوسطة ومنخفضة فيما يتعلق بالوصول إلى التبريد، على التوالي.

الجدول (1) تعريف مخاطر الوصول إلى التبريد:[19]

	مخاطر عالية		مخاطر متوسطة	مخاطر منخفضة
طيف المخاطر	- انعدام الوصول إلى الكهرباء - الدخل تحت خط الفقر - سوء التهوية والبناء - انعدام وسائل تبريد الأغذية - افتقار المزارعين إلى سلاسل التبريد - تعرض اللقاحات لدرجات حرارة مرتفعة		- الوصول إلى الكهرباء - مستويات دخل منخفضة - القدرة على تشغيل مروحة؛ مبانٍ مُشيدة وفق معايير قديمة - تبريد الأغذية - حصول المزارعين على سلاسل تبريد متقطعة الموثوقية - تعرض اللقاحات لدرجات حرارة مرتفعة في بعض الأحيان	- إمدادات كهرباء كاملة وموثوقة - دخل متوسط فأعلى - منازل جيدة البناء، قدأتتضمن عزلاً حراريًا، وتصميمًا سلبيًا، وأنظمة تكييف هواء - تبريد الأغذية بشكل موثوق - توفر سلاسل تبريد تخضع لتحكم دقيق لبضائع المزارعين واللقاحات
السكان المعرضون للمخاطر	فقراء الريف	فقراء الحضر	ذوو الدخل المتوسط الأدنى	ذوو الدخل المتوسط
مؤشرات المخاطر	- الافتقار إلى الطاقة - سكان يعيشون في مناطق ريفية بأقل من 1.90 دولار/يوم	- الافتقار إلى الوصول إلى الطاقة - سكان يعيشون في أحياء حضرية فقيرة بدخل أقل من 1.90 دولار/يوم	- سكان يعيشون بدخل أقل من 10.01 دولار/يوم خارج نطاق الفقر الريفي أو الحضري	- سكان يعيشون بدخل يتراوح بين 10.01 و20 دولار/يوم

19 https://www.seforall.org/chilling-prospects-2022/global-access-to-cooling-gaps

الشكل (2) الدول الأعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، وعدد السكان، والنسبة المئوية للمعرضين لمخاطر الوصول إلى التبريد [2023]



مدعوم من Bing © GeoNames, Microsoft, OpenStreetMap, TomTom

المصدر: مبادرة الطاقة المستدامة للجميع، تقرير آفاق التبريد: فجوات الوصول إلى التبريد عالميًا لعام2023 [20]

2-02 التبريد السلب

استندت المشاورات، التي أُجريت عبر اجتماعات افتراضية فردية مع نقاط الاتصال الرئيسية و/أو وحدات الأوزون الوطنية في ثماني دول أعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، إلى استبيان منهجي. وخلال هذه المقابلات، طُرحت على نقاط الاتصال مجموعة من الأسئلة المتعلقة بطموحات الدول في مجال التبريد، وأولوياتها، ووضعها الحالي.

ومن خلال المشاورات والبحث المكتبي التكميلي، تبين أن تسعًا من أصل 17 دولة عضوًا في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة قد اعتمدت اشتراطات طاقة المباني؛ غير أن العديد من البلدان لا تزال تفتقر إلى هذه الاشتراطات، وغالبًا ما تكون آليات الإنفاذ ضعيفة، ولا يتم دمج تدابير التبريد السلبي بشكل كافٍ.

دراسة الحالة (4)
اشتراطات البناء

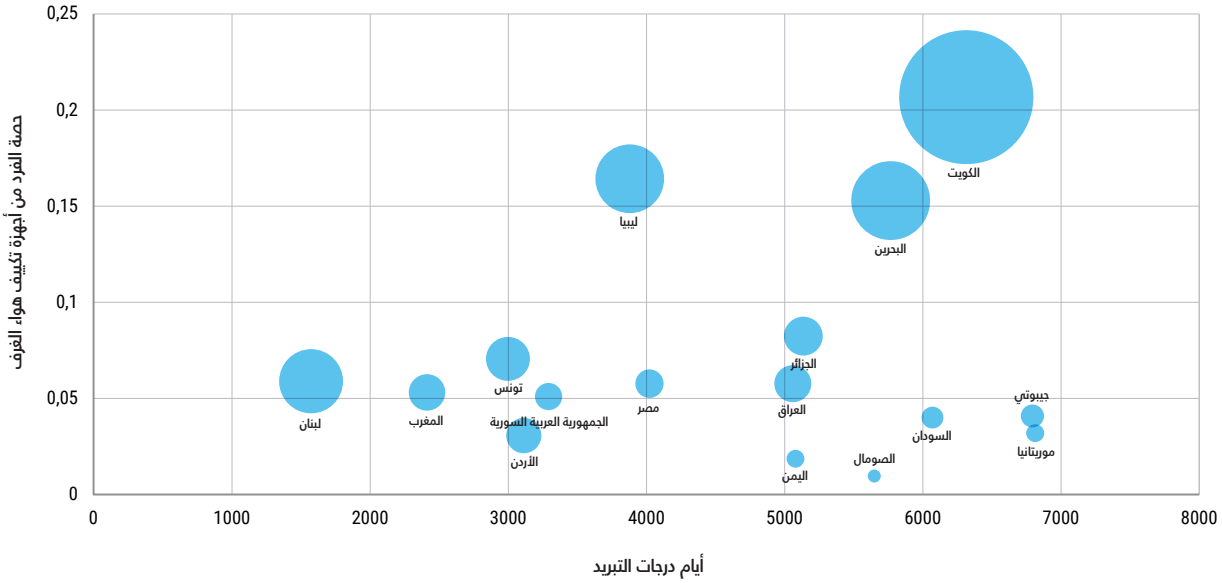
20 https://www.seforall.org/our-work/research-analysis/chilling-prospects-series/chilling-prospects-global-access-to-cooling-gaps-2023

3-02 كفاءة استهلاك الطاقة في المعدات

وفقًا لـ "مبادرة التبريد الأخضر"، يتسبب قطاع التبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في إجمالي انبعاثات يبلغ 132.14 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (منها 37.38 مليون طن انبعاثات مباشرة، و94.76 مليون طن انبعاثات غير مباشرة). وتُشير تقديرات المبادرة إلى أن معدات تبريد المساحات الموجودة مسؤولة عن 36% و43% من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة من إجمالي انبعاثات التبريد، على التوالي.

يُقدر العدد الحالي لمعدات التبريد الموجودة المستخدمة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بنحو 23.3 مليون وحدة، وتعمل في منطقة تتراوح فيها أيام درجات التبريد (CDD)[21] من 1573 إلى 6814 يومًا. ويوضح الشكل (3) أن حصة الفرد من أجهزة تكييف هواء الغرف المستخدمة تبلغ ذروتها في البلدان التي تسجل معدلات مرتفعة في كل من أيام درجات التبريد والناتج المحلي الإجمالي (GDP) للفرد. ومع ذلك، فإنه يُبرز أيضًا التفاوت في الوصول إلى التبريد في البلدان ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة، كما يتضح من حصة الفرد من أجهزة تكييف هواء الغرف المستخدمة والمتوفرة في الكويت والبحرين مقارنةً بموريتانيا والسودان وجيبوتي والصومال. ويُعد هذا مثالًا ينطبق على أجهزة تكييف الغرف وحدها؛ بينما تُظهر تقنيات التبريد الأخرى اتجاهات مماثلة كما هو موضح في الشكل (3)، والذي يستند إلى المعلومات المتاحة في بيانات البلدان الخاصة بمبادرة التبريد الأخضر.[22]

الشكل (3) حصة الفرد من أجهزة تكييف هواء الغرف (RAC) مقابل أيام درجات التبريد لسبع عشرة دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا



.Bubble size is indicative of the per capita GDP

21 أيام درجات التبريد: هي وحدة قياس مُصممة لتتبع استهلاك الطاقة. وتُمثل عدد الدرجات التي يتجاوز فيها متوسط درجة الحرارة اليومية 18 درجة مئوية. ويتم تجميع أيام الدرجات اليومية للحصول على القيم السنوية.

22 https://www.green-cooling-initiative.org/country-data#!total-emissions/all-sectors/absolute

كشفت المشاورات والمراجعة المكتبية اللاحقة عن فجوات كبيرة في معايير كفاءة التبريد في جميع أنحاء المنطقة. ومن بين الدول السبع عشرة الأعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، طبقت عشر دول معايير الأداء الأدنى للطاقة الإلزامية لأجهزة تكييف هواء الغرف، وتمتلك ثلاث دول معايير مماثلة للثلاجات، بينما تعكف دولة واحدة بنشاط على تطوير معايير الأداء الأدنى للطاقة لفئة واحدة أو أكثر من معدات التبريد. ومع ذلك، أظهرت المشاورات التي أُجريت مع ثماني دول أن أربع دول فقط قد سنت معايير الأداء الأدنى للطاقة الإلزامية لمنتجات تبريد معينة، في حين تقوم دولتان حاليًا بتطوير هذه المعايير. ويؤكد ذلك الحاجة إلى دعم فني ومالي إضافي لتوسيع نطاق تغطية معايير الأداء الأدنى للطاقة وإنفاذها. وتقدم تقييمات وفورات الدول الصادرة عن مبادرة «متحدون من أجل الكفاءة» (U4E)[23] لمحة عامة أولية عن الوفورات الإضافية المحتملة التي يمكن أن تحققها الدول إذا اعتمدت معايير الأداء الأدنى للطاقة الخاصة بها أو واءمتها مع اللوائح النموذجية للمبادرة.[24]

4-02 تقنيات التبريد المستدام

تتمثل العناصر الرئيسية في التأثير البيئي الشامل لدورة الحياة، مع التركيز على وسائط التبريد واستهلاك الطاقة، والقدرة على تحمل التكاليف وسهولة الحصول عليها، والمرونة، وتلبية الاحتياجات البشرية والمجتمعية. وفي هذا القسم، نُركز على سلسلة التبريد باعتبارها مجالًا ناشئًا للحاجة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وعلى دائرية وسائط التبريد من خلال إدارة دورة حياة وسائط التبريد، ودمج الطاقة المتجددة، ومقاييس كفاءة استهلاك الطاقة لتحقيق التبريد المستدام.

1-4-02 سلاسل التبريد (تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة عن سلاسل التبريد، مبادرة سلاسل التبريد)

يُعد الوصول إلى التبريد أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق الأمن الغذائي أيضًا. ويُقدر تقرير آفاق التبريد افتقار ما يقرب من 500 مليون من صغار المزارعين وبائعي الأغذية في البلدان النامية إلى إمكانية الوصول إلى التخزين المبرد، مما يؤدي إلى خسائر كبيرة في مرحلة ما بعد الحصاد. وتؤدي سلاسل التبريد غير الفعالة أو المعدومة إلى تلف الأغذية، وانخفاض دخل المزارعين، وارتفاع أسعار المواد الغذائية للمستهلكين. ومن خلال معالجة فجوات التبريد، يمكن للبلدان الحد من هدر الأغذية، وتحسين الأمن الغذائي، وتعزيز الإنتاجية الزراعية.

يمكن تعريف سلسلة التبريد على النحو التالي: "سلسلة الإجراءات والمعدات المُطبقة للحفاظ على منتج ما ضمن نطاق درجات حرارة منخفضة محددة من مرحلة الحصاد/الإنتاج وحتى الاستهلاك، بما في ذلك الزراعة/صيد الأسماك، ومعالجة الأغذية، والتخزين المبرد، والنقل، والخدمات الغذائية، والعرض، والاستخدامات المنزلية، فضلًا عن المنتجات الخاصة مثل المنتجات الطبية واللقاحات."[25]

يُعد قطاع سلسلة التبريد قطاعًا معقدًا ينتج عنه انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الانبعاثات المباشرة لوسائط التبريد، والاستهلاك غير المباشر للطاقة، وغيرها من الانبعاثات المباشرة المرتبطة بفقد الأغذية، والانبعاثات غير المباشرة المرتبطة بالعمليات المعنية. وعلى هذا النحو، يجب أن تدرك عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد أهمية قطاع سلسلة التبريد وتُحدد بدقة النطاقات التي ينبغي تغطيتها، نظرًا لتأثيرها النهائي على الانبعاثات، وكذلك على إمكانية الوصول إلى إمدادات غذائية مستدامة وميسورة التكلفة (أهداف التنمية المستدامة 2، 3، 9، 12، و13).

وتستند المنهجية التي طورها المجلس العالمي لسلسلة تبريد الأغذية وبرنامج عمل الأوزون التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى استبيان يُقسم قطاع سلسلة التبريد فرعيًا إلى الإنتاج الأولي، ومعالجة الأغذية والمشروبات، والتخزين بالجملة، والنقل المبرد، وتجارة التجزئة للأغذية والمشروبات، والخدمات الغذائية، والقطاعات السكنية. وتُطبق بعض هذه القطاعات في جميع دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، في حين أن لبعضها الآخر قابلية تطبيق محدودة، كما هو موضح في الشكل (4).

23 https://united4efficiency.org/countries/country-assessments/

24 https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines/.

25 [1] مبادرة مشتركة بين المجلس العالمي لسلسلة تبريد الأغذية (GFCCC) وبرنامج عمل الأوزون التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) نحو سلسلة تبريد مستدام: قاعدة بيانات سلسلة التبريد، المفهوم والمنهجية، http://www.foodcoldchain.org/wp-content/uploads/2021/07/GFCCC-UNEP-Cold-Chain-Database-Methodology-Final.pdf

الشكل (4) القطاعات الفرعية لسلاسل التبريد، واحتياجات منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ومعدلات الوصول الحالية (قيم استرشادية).

	الإنتاج الأولي	معالجة الأغذية والمشروبات	التخزين المبرد بالجملة	النقل المبرد	معالجة الأغذية والمشروبات	تجارة التجزئة للأغذية والمشروبات	القطاعات السكنية
قابلية التطبيق في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	البعض	المعظم	الكل	الكل	الكل	الكل	الكل
إمكانية الوصول في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	متوسط	متوسط/مرتفع	متوسط/مرتفع	متوسط/مرتفع	متوسط	متوسط	متوسط/منخفض
الملاحظات	الأكثر أهمية بالنسبة للدول المنتجة للغذاء (الزراعة و/أو مصايد الأسماك)			الأكثر أهمية في البلدان ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة ويتطلب اهتمامًا خاصًا	تتباين التكنولوجيا السائدة	مستويات متفاوتة من دولة إلى أخرى	قد يمثل الوصول تحديًا في بعض الدول

تتنوع خيارات تكنولوجيا سلسلة التبريد المستدام باختلاف القطاع، مع التركيز على القطاعات الكبرى ذات الاهتمام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وبشكل عام، تتوفر وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي على نطاق واسع لأنظمة التبريد الصناعية الكبيرة المستخدمة في الإنتاج الأولي، ومعالجة الأغذية والمشروبات، والتخزين المبرد بالجملة، فضلاً عن التطبيقات السكنية. وهناك بعض الحلول المتاحة لوسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي لتجارة التجزئة للأغذية والمشروبات، وقطاع الخدمات الغذائية، بالإضافة إلى خيارات محدودة منها للنقل المبرد. وفي حين أن وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي متوفرة على نطاق واسع لجميع القطاعات، فمن المهم التمييز بين التوافر وإمكانية الوصول[26] تقنيات سلسلة التبريد المستدام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. فبعض التقنيات المتوفرة لا يمكن الوصول إليها بسهولة، ولن يصبح الأمر كذلك إلا من خلال التنفيذ الفعال لخطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في المنطقة.

وفيما يتعلق بخيارات كفاءة استهلاك الطاقة في سلاسل التبريد، من المهم أولاً التفكير في تقليل حمل التبريد (التبريد السلبي) ثم تحسين كفاءة معدات التبريد.

يمكن تقليل حمل التبريد من خلال:

- تحسين العزل الحراري (مثل زيادة سُمك العزل، أو استخدام رغوة ذات موصلية حرارية أقل، أو استخدام ألواح العزل المفرغة من الهواء).
- إضافة أبواب لواجهات العرض.
- تقليل تسرب الحرارة والرطوبة.
- أو تقليل مصادر الحرارة، وما إلى ذلك.

يمكن تحسين كفاءة معدات التبريد عبر الجمع بين ما يلي:

- استخدام ضواغط عالية الكفاءة (تحسن في الكفاءة بنسبة تصل إلى 15% مقارنةً بالضواغط المرجعية).[27]
- مبادلات حرارية محسنة.
- التحديد الأمثل لأحجام المكونات.
- أنظمة تحكم محسنة.
- مكونات موازنة النظام ذات كفاءة أعلى.
- تقنية الضواغط ذات السرعة المتغيرة التي أظهرت مستقبلاً واعدًا في تحسين الكفاءة بنسبة تتراوح بين 25 إلى 30% مقارنةً بالضواغط المرجعية.[24]
- التقنيات الرقمية المتقدمة، مثل المستشعرات الذكية، وأنظمة الصيانة التنبؤية، والتحسين القائم على الذكاء الاصطناعي، لمراقبة الأداء وتعديل العمليات في الوقت الفعلي.

26 تعني "التكنولوجيا المتوفرة" في المقام الأول أن تقنية معينة موجودة ويمكن الحصول عليها ومن المحتمل استخدامها. من ناحية أخرى، تشير "التكنولوجيا التي يمكن الوصول إليها" إلى التكنولوجيا المُصممة أو المُطورة أو المُعدلة لتكون قابلة للاستخدام على نطاق واسع من قِبل أفراد ذوي قدرات اقتصادية وتقنية متنوعة

27 برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021، فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي 2021: القرار XXXI/7 - استمرار توفير المعلومات بشأن التقنيات الموفرة للطاقة وذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي (المجلد 4)، https://ozone.unep.org/system/files/documents/TEAP-EETF-report-may2021.pdf

أخيرًا، يُعد تحسين إمكانية الوصول إلى سلاسل تبريد موثوقة ومستدامة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أمرًا بالغ الأهمية لتعزيز الأمن الغذائي والتخزين الآمن للإمدادات الطبية. ويمكن أن تلعب خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا دورًا حيويًا في هذا الصدد من خلال دعم الحكومات الوطنية في وضع أُطر استراتيجية وتحديد تطوير سلسلة التبريد كمجال تدخل رئيسي. وتُظهر المبادرات، مثل صندوق التبريد العادل[28] (Fair Cooling Fund)، كيف يمكن للدعم المالي الموجه أن يدفع عجلة الابتكار في حلول سلسلة التبريد المستدام. وأخيرًا، أثبتت الحلول المبتكرة مثل نموذج «التبريد كخدمة» فعاليتها في تحسين إمكانية الوصول؛[29] ويمكن الاستفادة من هذا النهج في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا – لا سيما في سلسلة تبريد الأغذية الزراعية للحد من فقد الأغذية بعد الحصاد.

دراسة الحالة (9) نيجيريا – مشروع كول سايكل (CoolCycle)

2-4-02 إدارة دورة حياة وسائط التبريد (تقرير فرقة عمل فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي)

تمثل إدارة دورة حياة وسائط التبريد إطار سياسات متكامل يهدف إلى الحد من الانبعاثات المباشرة لوسائط التبريد الصادرة عن أجهزة التبريد وتكييف الهواء والمضخات الحرارية، مع تقليل الحاجة إلى إنتاج وسائط تبريد جديدة، والتأكد في نهاية المطاف من التخلص من وسائط التبريد بطريقة مسؤولة. وتكتسب إدارة دورة حياة وسائط التبريد أهمية خاصة بالنسبة للجهات المعنية بتقديم خدمات الصيانة فقط، والتي تستحوذ على حوالي 75% من استهلاك وسائط التبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

تتمثل المراحل الرئيسية لإدارة دورة حياة وسائط التبريد فيما يل:

1. منع تسرب وسائط التبريد أثناء مراحل التصميم، والتصنيع، والتركيب، والتشغيل.
2. استرداد وسائط التبريد أثناء الصيانة وفي نهاية العمر الافتراضي (EOL)، و
3. إعادة الاستخدام (إما من خلال إعادة التدوير أو الاستصلاح)، أو
4. تدمير وسائط التبريد المستردة التي لا تلبي متطلبات الجودة القياسية.

تواجه الكوادر الفنية العاملة في مجال التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد (HVAC&R) في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تحديات تشغيلية خاصة تؤثر بشكل مباشر على جودة مخرجات قطاع التبريد واستدامتها. وغالبًا ما يعمل الفنيون في بيئات قاسية ذات درجات حرارة مرتفعة، لا سيما خلال مواسم ذروة التبريد، في حين يواجهون ضغوطًا شديدة لتلبية الطلب المتزايد على الخدمات. ويدفع هذا التفاوت الموسمي في أعباء العمل نحو سرعة إنجاز المهام على حساب الالتزام بإجراءات التركيب، والصيانة، والتعامل مع وسائط التبريد. ونتيجة لذلك، تساهم الممارسات الشائعة - مثل إجراء اختبارات غير كافية للتسرب، والاسترداد غير السليم لوسائط التبريد، والتشغيل الأولي المتسرع للأنظمة - في زيادة انبعاثات وسائط التبريد وانخفاض كفاءة المعدات.

يُعد إدماج إدارة دورة حياة وسائط التبريد في خطة العمل الوطنية للتبريد لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أمرًا مهمًا لضمان قيام كل دولة بالنظر إلى هذه الإدارة كسياسة متكاملة في مرحلة مبكرة، وفهم تأثيرها الأساسي على الانبعاثات المباشرة وتأثيرها الثانوي على الانبعاثات غير المباشرة. وسيتطلب التنفيذ الفعال لإدارة دورة حياة وسائط التبريد إحداث تحولات فنية، وسياساتية، وسلوكية.

28 https://www.seforall.org/data-stories/ashden-fair-cooling-fund

29 https://www.seforall.org/data-stories/using-data-science-for-agricultural-cold-chains

ولسد هذه الفجوات، تعكف دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على الارتقاء بمهارات الكوادر الفنية وتجنب التسرب أثناء التركيب والتشغيل، وذلك في الغالب من خلال تمويل من الصندوق متعدد الأطراف التابع لبروتوكول مونتريال (MLF). ومع ذلك، لا يزال توافر معدات استرداد وسائط التبريد محدودًا، لا سيما للتشغيل السريع في البيئات ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة. بالإضافة إلى ذلك، يعمل الصندوق متعدد الأطراف، من خلال الوكالات المنفذة الدولية، على تطوير بعض المشروعات التجريبية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا والمتعلقة بإعادة استخدام وسائط التبريد، وتحديدًا مرافق الاستصلاح الأكثر تنظيمًا. وأخيرًا، تُعد عمليات تدمير وسائط التبريد محدودة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ولا يزال التمويل المتاح غير كافٍ لتطوير مشروع تجريبي في هذا المجال.

يمكن أن تؤدي إدارة دورة حياة وسائط التبريد إلى زيادة إمدادات وسائط التبريد المتاحة، خاصة بالنسبة للجهات المعنية بتقديم خدمات الصيانة فقط - مثل العديد من الجهات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا - والتي تتمتع بمرونة أقل في نهجها الرامي إلى الإلغاء التدريجي أو الخفض التدريجي لاستهلاك وسائط التبريد. ويوفر المنع الفعال للتسرب وإعادة استخدام وسائط التبريد أدوات إضافية للدول للحد من الإنتاج والاستهلاك، مما يساعد في الامتثال لبروتوكول مونتريال. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تساهم إدارة دورة حياة وسائط التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا للدول. وحاليًا، تتلقى 89 دولة من دول المادة 5 دعمًا من الصندوق متعدد الأطراف لتطوير قوائم حصر لبنوك المواد المستنفدة للأوزون (ODS) ومركبات الهيدروفلوروكربون (HFC) وخطط العمل الوطنية. ويجب إدماج البيانات المستمدة من قوائم الحصر في خطط العمل الوطنية للتبريد والمساهمات المحددة وطنيًا، ويمكن حساب أي عمليات تدمير محتملة في المستقبل ضمن المساهمات المحددة وطنيًا. ويمكن للدول أيضًا مراجعة إمكانية تطبيق أسواق الكربون بموجب المادة 6 من اتفاق باريس على تطبيقات إعادة استخدام وسائط التبريد وتدميرها. كانت المعلومات المتاحة حول إدارة وسائط التبريد في المنطقة محدودة. ويُعد تكوين فهم سليم لمعدلات تسرب وسائط التبريد المرجعية، وعمليات استرداد وسائط التبريد وإعادة تدويرها وإعادة استخدامها، فضلًا عن مرافق التدمير في المنطقة، خطوة تمهيدية مهمة للبدء في أي سياسات فعالة لإدارة دورة حياة وسائط التبريد أو أنشطة بناء القدرات.

وفي غياب عمليات حصر دقيقة لإدارة دورة حياة وسائط التبريد، يمكن للدول الاستعانة بتنقيح عام 2019 للمبادئ التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) لعام 2006 بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الدفيئة، المجلد 3، الفصل 7،[30] لتقدير قوائم الحصر الخاصة بها وحجم تسرب وسائط التبريد. وقد تختار الدول التي تفتقر إلى المعلومات المباشرة المتاحة لبعض الاستخدامات النهائية استخدام تقديرات "سيناريو الحالة الأسوأ" الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، كما هو موضح في الجدول XXY (الصفحة التالية).

30 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (2019) .(IPCC). تنقيح عام 2019 للمبادئ التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام 2006 بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الدفيئة. الزراعة والغابات واستخدامات الأراضي الأخرى، 4، 824، المجلد 3، الفصل 7. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/3_Volume3/19R_V3_Ch03_Chemical_Industry.pdf

الجدول XXY كمية شحنة وسيط التبريد، وكفاءة الاسترداد طوال دورة الحياة، والشحنة الأولية المتبقية، وتقديرات الحالة الأسوأ لعوامل انبعاث الشحنة عند الشحن، والتسرب التشغيلي السنوي.[30]

التطبيق الفرعي	الشحنة (كجم)	العمر الافتراضي (سنوات)	عوامل الانبعاثات (نسبة مئوية من الشحنة الأولية)		انبعاثات نهاية العمر الافتراضي (نسبة مئوية)	
			في وقت الشحن	الفقد السنوي أثناء التشغيل	كفاءة الاسترداد	الشحنة الأولية المتبقية
أجهزة التبريد المنزلية	0.05 إلى 0.5	12 إلى 20	1%	0.5%	0 إلى 70%	0 إلى 80%
أجهزة التبريد التجارية المدمجة	0.2 إلى 6	10 إلى 15	3%	15%	0 إلى 70%	0 إلى 80%
أجهزة التبريد التجارية المتوسطة والكبيرة	50 إلى 2,000	7 إلى 15	3%	35%	0 إلى 70%	0 إلى 100%
أجهزة تبريد النقل	3 إلى 8	6 إلى 9	1%	50%	0 إلى 70%	0 إلى 50%
أجهزة التبريد الصناعية بما في ذلك معالجة الأغذية والتخزين المبرد	10 إلى 10,000	15 إلى 30	3%	25%	0 إلى 70%	0 إلى 100%
مبردات السوائل	10 إلى 2,000	15 إلى 30	1%	15%	0 إلى 70%	0 إلى 100%
أجهزة تكييف الهواء السكنية والتجارية بما في ذلك المضخات الحرارية	0.5 إلى 100	10 إلى 20	1%	10%	0 إلى 70%	0 إلى 80%
مكيفات الهواء المتنقلة (MAC)	بحرية: 5 إلى 6500 سكك حديدية: 10 إلى 30 حافلات: 4 إلى 18 أخرى: 0.5 إلى 2	9 إلى 16	0.5%	بحرية: 40% أخرى: 20%	0 إلى 70%	0 إلى 50%

دراسة الحالة (8) كفاءة استهلاك الطاقة، وإدارة دورة حياة وسائط التبريد (LRM)، والتحول

3-4-02 دمج الطاقة المتجددة

يشير التبريد المتكامل بالطاقة المتجددة إلى الأنظمة التي تدمج استراتيجيًا مصدرًا أو أكثر من مصادر الطاقة المتجددة – مثل الطاقة الشمسية (الكهروضوئية والحرارية)، والطاقة الحرارية الأرضية، والكتلة الحيوية، وطاقة الرياح – والتي غالبًا ما تقترن بأنظمة تخزين الطاقة (الحرارية والكهربائية) وأنظمة التحكم الذكية، لتقديم خدمات التبريد. ويُعد تكامل النظام أمرًا رئيسيًا للتأكيد على نهج التصميم الشامل الذي يُحسّن تدفقات الطاقة، ويُعظم الاستفادة من الطاقة المتجددة، ويعزز الكفاءة الكلية للنظام والفعالية من حيث التكلفة. ويؤدي استخدام الطاقة المتجددة إلى خفض الانبعاثات غير المباشرة بشكل كبير، وعند نشرها بطريقة لامركزية، يمكنها أيضًا توسيع نطاق إمكانية الوصول إلى التبريد في المناطق التي تعاني من محدودية الربط بالشبكة الكهربائية أو انعدامه.

تشمل بعض التقنيات الرئيسية للتبريد المتكامل بالطاقة المتجددة ما يلي:

- تقنيات التبريد التي تعمل بالطاقة الحرارية الأرضية: استخدام الحرارة الأرضية لتشغيل تقنيات التبريد بالامتصاص أو الامتزاز.
- يمكن استخدام المكامن الحرارية الأرضية الباردة وأنظمة التخزين الحراري كمصب حراري للتبريد في حال توفر درجة حرارة مناسبة، أو كمصب حراري لأنظمة تكييف الهواء لتحسين كفاءتها في استهلاك الطاقة.
- تقنيات التبريد بالطاقة الشمسية الحرارية: استخدام الحرارة الشمسية لتشغيل تقنيات التبريد بالامتصاص أو الامتزاز.
- التقنيات المدمجة بالطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV): استخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية إما لدعم أنظمة الانضغاط البخاري أو تشغيلها خارج الشبكة بالكامل. ويتطلب التشغيل خارج الشبكة استخدام البطاريات الكهربائية و/أو أنظمة تخزين الطاقة الحرارية.
- تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية الهجينة (PVT): استخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية لتشغيل المكونات الكهربائية (مثل المراوح والمضخات)، والطاقة الشمسية الحرارية لتشغيل دورة الامتصاص/الامتزاز.

في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، اكتسبت تقنيات التبريد بالطاقة المتجددة زخمًا متزايدًا في ظل سعي الدول لإيجاد حلول مصممة خصيصًا لتناسب مناخها ومواردها من الطاقة وأولوياتها التنموية. وقد كانت دولة الإمارات العربية المتحدة رائدة في تنفيذ مشروع تجريبي للتبريد بالامتصاص بالطاقة الحرارية الأرضية[31] ومشروعات تبريد واسعة[32] النطاق. كما خضعت تقنيات التبريد بالطاقة الشمسية الحرارية للاختبار في دول الخليج للحد من ذروة الطلب على الكهرباء خلال الأشهر الأكثر حرارة، في حين يتزايد اعتماد الأنظمة التي تعمل بالطاقة الشمسية الكهروضوئية في كل من البيئات الحضرية والريفية. وتساهم أجهزة التبريد بالطاقة الشمسية الكهروضوئية خارج الشبكة في سد فجوة إمكانية الوصول وتحسين سلسلة التبريد للأغذية واللقاحات في المناطق النائية في شمال أفريقيا والمشرق العربي. وتخضع النُهج الهجينة التي تستخدم أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية للاستكشاف من أجل دمج توليد الكهرباء والحرارة لتحقيق الأداء الأمثل باستخدام تقنيات منفصلة للتبريد المحسوس والتبريد الكامن.

ومن المهم مواءمة أهداف التبريد بالطاقة المتجددة مع المساهمات المحددة وطنيًا. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة خفض انبعاثات قطاع التبريد؛ ومع ذلك، فإنه يتطلب إدماجًا ذكيًا في التخطيط الحضري ومبادرات المدن الذكية، والإلغاء التدريجي لدعم الوقود الأحفوري لتهيئة تكافؤ الفرص.

يمكن تحقيق الاستخدام واسع النطاق لتقنيات التبريد بالطاقة المتجددة من خلال التطورات التكنولوجية، لا سيما في أنظمة التحكم الذكية، بما في ذلك استخدام الذكاء الاصطناعي (AI) وإنترنت الأشياء (IoT). ويمكن استخدام هذه التقنيات لتحسين عمليات النظام وإطالة أمد جدواها الاقتصادية.

وعلى الرغم من التقدم الكبير، تعيق العديد من التحديات الاعتماد واسع النطاق للتبريد المتكامل بالطاقة المتجددة:

- يتطلب تذبذب الطاقة المتجددة إدماجًا فعالًا لأنظمة تخزين الطاقة وأنظمة الإدارة الذكية.
- لا يزال الاستثمار الأولي يمثل حاجزًا، لا سيما في الأسواق الحساسة للأسعار.
- توجد فجوة معرفية بين المستخدمين النهائيين، وصناع السياسات، وحتى بعض المتخصصين في هذه الصناعة.
- يمكن أن يؤدي غياب السياسات الداعمة أو تضاربها وتعقيد عمليات استخراج التصاريح إلى إبطاء وتيرة النشر.

ومن الأهمية بمكان أن تأخذ خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في الاعتبار دمج الطاقة المتجددة في قطاع التبريد كوسيلة للحد من الانبعاثات غير المباشرة وتحسين إمكانية الوصول إلى التبريد. ويجب أن تعمل التوصيات المتوازنة لسياسة خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد على الترويج لهذه التقنيات واقتراح التدخلات ذات الصلة لزيادة معدلات نفاذها إلى السوق.

31 https://htmaterialsscience.com/tabreed-wins-district-cooling-initiative

32 https://thesustainabletimes.com/uae-defence-solar-district-cooling-abu-dhabi

4-4-02 الحفاظ على الطاقة وكفاءتها

يُعد تحسين كفاءة الطاقة أمرًا رئيسيًا للحد من الانبعاثات غير المباشرة المرتبطة بالتبريد. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تقليل الطلب على التبريد (كفاءة طاقة المبنى/الأحمال) أو كفاءة طاقة المعدات.

استراتيجيات التبريد السلب

تقلل استراتيجيات التبريد السلبي والحلول القائمة على الطبيعة من الطلب على التبريد الميكانيكي، ويمكن أن تخفض بشكل كبير من استهلاك الطاقة الكهربائية المرتبط به. كما يمكن تطبيقها على نطاق المبنى من خلال اشتراطات طاقة المباني، أو على النطاق الحضري من خلال تخطيط المدن واشتراطات المدن المستدامة.

تشمل بعض تقنيات التبريد السلبي على نطاق المبنى دمج العناصر المعمارية التي تقلل من الكسب الحراري الشمسي، وتضمين حلول التهوية الطبيعية والتظليل. كما تتميز بتنفيذ تصميمات متقدمة لغلاف المبنى لتقليل الكسب الحراري، مثل زيادة المقاومة والكتلة الحرارية للغلاف، واستخدام الزجاج العازل. وقد تشير أيضًا إلى استخدام الأسطح الباردة لتقليل الكسب الحراري الشمسي. بالإضافة إلى ذلك، يشمل التبريد السلبي تقليل الحمل الحراري لسلسلة التبريد (مثل زيادة العزل، وتقليل تسرب الهواء، وإضافة أبواب لواجهات العرض، وما إلى ذلك).

تُعد تدابير التخطيط الحضري، مثل المساحات الخضراء والأرصفة الباردة، أمرًا بالغ الأهمية لنهج التبريد السلبي المتكامل. وكذلك حلول التبريد القائمة على الطبيعة (مثل التظليل بالأشجار، أو التبخر النتحي، أو الممرات الباردة، أو الأسطح/الواجهات الخضراء، وأنظمة التخضير العمودية على نطاق المبنى).

أظهر بحث مكتبي شمل 21 دولة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا[33] أن 10 دول قد اعتمدت اشتراطات طاقة المباني، وأن 7 دول تطبق هذه الاشتراطات بشكل جزئي أو على المستوى دون الوطني أو تمتلك مسودات أو تطبيقًا محدودًا لها، في حين لا تمتلك 4 دول أي اشتراطات أو لوائح لطاقة المباني. وقد تبيّن أن التدابير السلبية مدمجة بشكل جيد في اشتراطات طاقة المباني، وأن المتطلبات المتعلقة بالقيم المحددة لغلاف المبنى منتشرة على نطاق واسع. وأخيرًا، أظهرت 13 دولة استخدامها إما لنظام وطني لشهادات المباني الخضراء أو إقبالًا كبيرًا على اعتماد الأنظمة الدولية (مثل شهادة الريادة في مجالي الطاقة والتصميم البيئي (LEED) أو منهجية تقييم الأداء البيئي لمؤسسة أبحاث البناء (BREEAM)، بينما تبذل دولتان جهودًا جزئية في إصدار شهادات المباني الخضراء، وتفتقر 6 دول إلى أي جهود في هذا الشأن.

تمتلك معظم دول مجلس التعاون الخليجي (الإمارات العربية المتحدة، وقطر، والمملكة العربية السعودية، والكويت، والبحرين، وعُمان) اشتراطات طاقة مباني رسمية و/أو لوائح للمباني الخضراء توظف متطلبات صريحة لغلاف المبنى والتصميم السلبي. ومع ذلك، يتفاوت إنفاذ هذه الاشتراطات وصرامتها من دولة إلى أخرى، ومن إمارة/هيئة إلى أخرى. أما بالنسبة لدول شمال أفريقيا (الجزائر، ومصر، وليبيا، والمغرب، وتونس)، فهناك تباين ملحوظ في تنفيذ اشتراطات طاقة المباني ونهج التعامل معها؛ حيث تمتلك مصر والمغرب وتونس اشتراطات وطنية أو أنظمة لوضع بطاقات الكفاءة أكثر وضوحًا، في حين تتسم الأوضاع في الجزائر وليبيا بتفاوت أكبر. وفي المشرق العربي والدول الأصغر (الأردن، ولبنان، وفلسطين)، تبيّن امتلاك الأردن معايير ومبادرات تصنيف وطنية أكثر وضوحًا؛ بينما يمتلك لبنان وفلسطين مبادئ توجيهية وطنية/بلدية وأنظمة تصنيف محلية متنامية، إلا أن الإنفاذ على المستوى الوطني لا يزال متباينًا. وتفتقر الدول ذات القدرات المنخفضة (موريتانيا، والصومال، والسودان، وجيبوتي، واليمن) إلى اشتراطات وطنية قابلة للإنفاذ لطاقة المباني، وتعتمد بدلًا من ذلك على المشروعات الممولة من المانحين، أو استراتيجيات الطاقة الوطنية، أو تتبنى معايير أجنبية. وأخيرًا، عادةً ما تمتلك الدول المتأثرة بالنزاعات (العراق، وليبيا، وسوريا، واليمن) لوائح جزئية أو نظرية، لكن التنفيذ والإنفاذ يمثلان العوائق الرئيسية؛ مع وجود جهود ناشئة في عدة دول لتصنيف المباني الخضراء.

دراسة الحالة (5) التبريد السلبي للمبان

دراسة الحالة (6) الوصول إلى التبريد عبر التبريد السلبي

دراسة الحالة (9) أمثلة من الهند ونيجيرياعلى التبريد السلب

33 تمثل هذه الدول 17 دولة عضو في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، بالإضافة إلى عُمان، وقطر، والمملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة. وقد تضمن البحث المكتبي مراجعات للأوراق البحثية المنشورة وموارد الأمم المتحدة التالية: جاوم، ت.، ولوبسشر، ج. (2021). اشتراطات طاقة المباني: مراجعة لحالة استراتيجيات التنفيذ في الجنوب العالمي. المجلة الدولية للبيئة المبنية والاستدامة، 9(1)، 39–53، https://doi.org/10.11113/ijbes.v9.n1.871، التحليلات| المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة، https://rise.esmap.org/countries، البناء الأخضر - الصفحة الرئيسية.

المعدات الموفرة للطاقة

تدمج بعض قطاعات التبريد بين مكونات كفاءة طاقة التبريد (الأحمال والمعدات)، كما هو الحال في الثلاجات ومعدات التبريد التجارية المدمجة، بينما تفصل قطاعات أخرى هذه المكونات إلى كفاءة طاقة أحمال المبنى وكفاءة طاقة المعدات، مثل أنظمة تكييف هواء الغرف والأنظمة التجارية.

بالنسبة لأنظمة التبريد المنزلية، يُعد كيلوواط ساعة/سنة[34] المقياس النموذجي المدمج لكفاءة الطاقة. وعادةً ما يُقدر هذا المقياس كدالة للحجم الإجمالي المُعدَّل (مُقاسًا باللتر) لحجرة التبريد، ويُسمح بزيادته خطيًا بزيادة حجم حجرة التبريد. وكلما انخفضت قيمة (كيلوواط ساعة/سنة)، زادت كفاءة الثلاجة.

وبالمثل، بالنسبة للثلاجات التجارية المدمجة، يُقاس المقياس النموذجي المدمج لكفاءة الطاقة عادةً بكيلوواط ساعة/سنة[35]. ومع ذلك، وتبعًا لنوع المعدات، قد تُسوّى هذه القيمة بحسب حجم العرض (باللتر) أو مساحة العرض (بالمتر المربع). وتُشير القيمة الأقل لكيلوواط ساعة/سنة لنفس حجم المعدات إلى كفاءة أعلى في استهلاك الطاقة.

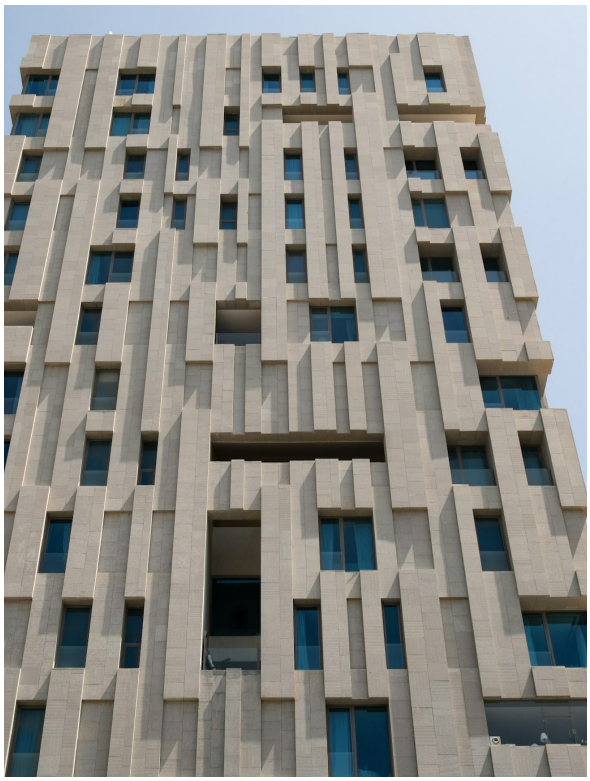
أما بالنسبة لمعدات تكييف الهواء، فمن المهم أولاً تقليل حمل المبنى لتقليل حجم معدات تكييف الهواء. ويمكن تحقيق تقليل حمل المبنى من خلال تدابير التبريد السلبي، أو الامتثال لاشتراطات طاقة المباني، أو تطبيق أنظمة أعلى لتصنيف طاقة المباني، مثل "شهادة الريادة في مجالّي الطاقة والتصميم البيئي" (LEED) أو "استدامة" (Estidamah) أو "نظام تقييم الهرم الأخضر" (GPRS)، وما إلى ذلك. وعادةً ما تُقاس كفاءة طاقة المبنى بواط/متر مربع، حيث يُفضل الحصول على القيم الأقل.

تُقيَّم كفاءة معدات تكييف الهواء السكنية عادةً باستخدام نسبة كفاءة استهلاك الطاقة الموسمية (SEER، وحدة حرارية بريطانية/واط)، أو عامل الأداء الموسمي للتبريد (CSPF، واط/واط)، وعامل الأداء السنوي (APF، واط/واط)، لمراعاة تشغيل المضخات الحرارية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام نسبة كفاءة استهلاك الطاقة المُقدرة (EER، وحدة حرارية بريطانية/واط)، ومعامل الأداء (COP، واط/واط)، ومعامل أداء التدفئة (COPH، واط/واط) لتقييم أداء الوحدة في ظل الظروف القياسية المُقدرة. وتُشير القيم الأعلى لكل من نسبة كفاءة استهلاك الطاقة الموسمية وعامل الأداء الموسمي للتبريد وعامل الأداء السنوي ومعامل الأداء ومعامل أداء التدفئة إلى كفاءة أعلى في استهلاك الطاقة، وما يقابلها من استهلاك أقل للطاقة.[36]

تطبق الدول استراتيجيًا معايير الأداء الأدنى للطاقة وبطاقات كفاءة الطاقة بالتزامن لتعزيز سوق ديناميكي ومتطور للمنتجات الموفرة للطاقة. وتعمل معايير الأداء الأدنى للطاقة كآلية لـ "دفع السوق" من خلال الحظر القانوني لبيع الأجهزة الأقل كفاءة، مما يُلزم الشركات المصنعة بالابتكار وتحسين الأداء الأساسي للطاقة في منتجاتها. وفي الوقت ذاته، توفر بطاقات الطاقة معلومات واضحة وقابلة للمقارنة حول كفاءة المنتجات، مما يخلق تأثيرًا لـ "جذب السوق"؛ حيث يُمكن المستهلكون المطلعون من اختيار طرازات أكثر كفاءة، وهو ما يكافئ الشركات المصنعة التي تتجاوز المعايير الدنيا. ولا يقتصر هذا النهج المزدوج على إحداث تحول في السوق من خلال إقصاء المنتجات غير الفعالة وتشجيع الإقبال على المنتجات الأفضل فحسب، بل يضع أيضًا حجر الأساس للتطبيق التدريجي لمعايير الأداء الأدنى للطاقة الأكثر صرامة بمرور الوقت، مما يضمن التحسين المستمر في الكفاءة الإجمالية لاستهلاك الطاقة.

التقنيات البديلة

بعيدًا عن التقنيات التقليدية، هناك خيارات بديلة لتوفير التبريد بكفاءة في الدول ذات درجات الحرارة المحيطة المرتفعة. ومن أبرز هذه الخيارات أنظمة التبريد المناطقي وغيرها من التقنيات غير التقليدية. ويُسلط هذا القسم الضوء على لمحة عامة عن أنظمة التبريد المناطقي وفوائدها.



34 مبادرة متحدون من أجل الكفاءة، المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية لأجهزة التبريد الموفرة للطاقة والصديقة للمناخ، https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-refrigerating-appliances/، تاريخ الاطلاع: 2 يونيو 2025.

35 مبادرة متحدون من أجل الكفاءة، المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية لمعدات التبريد التجارية الموفرة للطاقة والصديقة للمناخ، https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-commercial-refrigeration-equipment/، تاريخ الاطلاع: 2 يونيو 2025.

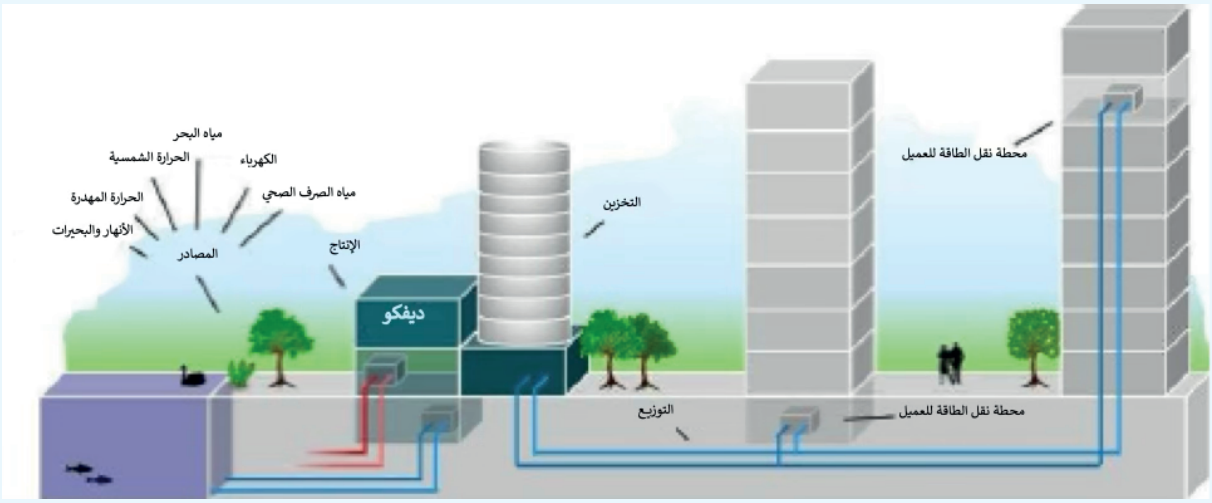
36 مبادرة متحدون من أجل الكفاءة، المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية لمكيفات الهواء الموفرة للطاقة والصديقة للمناخ، https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners/، تاريخ الاطلاع: 2 يونيو 2025.

إطار -XX: أنظمة التبريد المناطقي:

While The implementation of alternative delivery mechanisms such as District Cooling Systems could be promoted at the في حين يمكن تعزيز تنفيذ آليات التوصيل البديلة، مثل أنظمة التبريد المناطقي، بوتيرة متسارعة؛ تمضي عدة دول في الجنوب العالمي قدمًا نحو اعتماد أنظمة التبريد المناطقي، بما في ذلك الإمارات العربية المتحدة، وتونس، والهند، والفلبين، وماليزيا، وسنغافورة، والصين، وغيرها. وتتفاوت كفاءة معدات التبريد المركبة في الموقع واستهلاكها لوسائط التبريد تفاوتًا كبيرًا اعتمادًا على المنتج، وتصميم المبنى ونظام التبريد، والتشغيل والصيانة، بل وحتى هيكل ملكية المبنى. وبشكل عام، في المناطق الحضرية ذات الكثافة العالية، يكون استخدام الطاقة ووسائط التبريد لأغراض تكييف الهواء أقل بكثير إذا تم ربط مجموعات من المباني، أو حتى مجمعات سكنية بأكملها، بنظام التبريد المناطقي (DCS).

يقوم نظام التبريد المناطقي بتوزيع طاقة التبريد (ضخها واسترجاعها) في شكل مياه مبردة من محطة مركزية لتبريد المناطق إلى مبانٍ متعددة، وذلك من خلال شبكة توزيع من الأنابيب المعزولة تحت الأرض لأغراض تبريد المساحات وتبريد العمليات. ويشتري المستخدمون الأفراد المياه المبردة لمبانيهم الخاصة من مشغّل نظام التبريد المناطقي، ولا يحتاجون إلى تركيب مبردات أو أبراج تبريد خاصة بهم. ويمكن أن تشمل مصادر الإمداد للمحطة المركزية التبريد الحر من الأنهار أو البحيرات أو البحار؛ والمبردات الكهربائية الكبيرة عالية الكفاءة؛ والمبردات الامتصاصية المتصلة بمصادر الحرارة المهدرة مثل القطاع الصناعي، ومراكز البيانات، وأنظمة الصرف الصحي، ومحارق النفايات؛ والمبردات الامتصاصية المتصلة بمصادر الطاقة المتجددة مثل الغلايات الشمسية الحرارية، والغلايات الحرارية الأرضية، وغلايات الوقود الحيوي؛ ومحطات التوليد الثلاثي التي تستخدم الغاز، أو الكتلة الحيوية، أو الغاز الحيوي. وعلى الصعيد العالمي، تتفاوت أحجام أنظمة التبريد المناطقي بشكل كبير، بدءًا من خدمة مبنيين فقط وحتى خدمة مدينة بأكملها. ويمكن لنظام التبريد المناطقي أن يخدم مجموعة واسعة ومتنوعة من الأحمال، من بينها، على سبيل المثال لا الحصر، المكاتب التجارية، والفنادق، والوحدات السكنية والصناعية، ومراكز البيانات، وسلاسل التبريد، والساحات الرياضية، ومراكز التسوق، والمدارس، والمباني المؤسسية، والمستشفيات.

الشكل A: رسم تخطيطي لنظام التبريد المناطقي النموذجي (شركة ديفكو لمشروعات طاقة المناطق [Devcco District Energy Venture]، 2018)



تنتج المصادر عالية الكفاءة و/أو المتجددة المذكورة أعلاه المياه المبردة في محطة تبريد المناطق، والتي تُوزَّع بعد ذلك على محطات نقل الطاقة الموجودة في قاعدة كل مبنى، حيث يُستخدم هذا التبريد في نظام تكييف الهواء المركزي بالمبنى. ويتكون نظام التبريد المناطقي النموذجي من المكونات التالية:

- محطة المبردات المركزية: لتوليد المياه المبردة لأغراض التبريد.
- شبكة التوزيع: لتوزيع المياه المبردة على المباني.
- محطة المستهلك الفرعية: لربط النظام مع دوائر تكييف الهواء بالمباني..

الفوائد: يوفر نظام التبريد المناطقي مجموعة واسعة من الفوائد مقارنةً بأنظمة التبريد التقليدية المركبة في الموقع، والتي تشمل كفاءة الطاقة، واستهلاك وسائط التبريد، والعمليات التشغيلية المثلى، وغيرها. ووفقًا للتقارير، فإنه يستهلك كهرباء أقل بنسبة 35% و20% مقارنةً بأنظمة تكييف الهواء التقليدية المبردة بالهواء، وأنظمة تكييف الهواء الفردية المبردة بالماء التي تستخدم أبراج التبريد، على التوالي. كما أن تجميع الطلب من خلال دمج العديد من ملفات الأحمال المتنوعة يوفر وفورات الحجم التي تتيح لأنظمة التبريد المناطقي الاستفادة الفعالة من حيث التكلفة من التقنيات المستدامة وعالية الكفاءة، مثل التوليد الثلاثي، والتي تكون أقل جدوى من الناحيتين الاقتصادية والفنية للمباني الفردية. وعلاوةً على ذلك، تجعل أحمال التبريد المجمعة تطبيق التقنيات البديلة المبتكرة - مثل التبريد الحر من مياه البحيرات أو الأنهار أو المحيطات، واسترداد المياه الرمادية وإعادة استخدامها، وتخزين الطاقة الحرارية، واحتجاز الحرارة الصناعية المهدرة، وما إلى ذلك - أكثر جدوى، حيث إنها تقلل التكلفة والأثر البيئي المرتبطين بتقنيات تبريد المساحات. بالإضافة إلى ذلك، يوفر التبريد المناطقي فائدة هائلة لمُلّاك المباني تتمثل في إعفائهم من شراء محطات تكييف الهواء، وتركيبها وتشغيلها وصيانتها، والتي تستهلك أجزاءً كبيرة من ميزانياتهم السنوية. وأخيرًا، يتيح النهج المركزي للتبريد المناطقي الاستخدام الآمن والخاضع للرقابة لوسائط التبريد الصديقة للبيئة، والتي لا تكون مناسبة أو متاحة على مستوى المباني الفردية.

5.02 التكامل مع الأهداف المناخية والتنموية

في المناطق التي يهيمن عليها الطلب على طاقة التبريد مثل منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا - حيث يُقدر أن يتضاعف الطلب على التبريد بأكثر من ثلاث مرات على مدى العقود القادمة[37]، تُعد مواءمة استراتيجيات التبريد مع خطط تنفيذ كيغالي، والمساهمات المحددة وطنيًا، واستراتيجيات تغير المناخ للوصول إلى الحياد الكربوني، وتعهد التبريد العالمي (GCP) أمرًا بالغ الأهمية. ويُعد دمج خطط العمل الوطنية للتبريد مع الأهداف المناخية والتنموية الأوسع نطاقًا بمثابة فرصة للدول لمعالجة الطلب المتزايد على التبريد وتحسين إمكانية الوصول إليه في الوقت ذاته، مع المضي قدمًا في الوفاء بالتزاماتها المناخية. في المناطق التي يهيمن عليها الطلب على طاقة التبريد مثل منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا - حيث يُقدر أن يتضاعف الطلب على التبريد بأكثر من ثلاث مرات على مدى العقود القادمة[38]، تُعد مواءمة استراتيجيات التبريد مع خطط تنفيذ كيغالي، والمساهمات المحددة وطنيًا، واستراتيجيات تغير المناخ للوصول إلى الحياد الكربوني، وتعهد التبريد العالمي أمرًا بالغ الأهمية. وبالنسبة لدول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تواجه كلًا من ارتفاع درجات الحرارة وتزايد الطلب على التبريد، يضمن إدماج اعتبارات التبريد ضمن عمليات التخطيط المناخي بقاء مسارات التنمية متوافقة مع المناخ ومتمحورة حول الإنسان، مما يجنبها الارتهان لبنية تحتية للتبريد غير فعالة وعالية الانبعاثات، وهو ما من شأنه أن يقوض الأهداف المناخية طويلة الأجل.

وعند ربط خطط العمل الوطنية للتبريد صراحةً بأطر المساهمات المحددة وطنيًا، يمكن للدول إطلاق العنان لموارد مالية أكبر، والحصول على المساعدة الفنية، ودعم التنفيذ لمبادرات التبريد من خلال آليات التمويل المناخي.

وتوفر أدوات مثل دليل التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا الصادر عن تحالف التبريد التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ودليل المساهمات المحددة وطنيًا بشأن الملوثات المناخية قصيرة العمر الصادر عن تحالف المناخ والهواء النظيف نُهجًا منظمة لإدماج التبريد في السياسات المناخية الوطنية، معالجةً بذلك كلًا من التخفيف (مثل وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، والأنظمة عالية الكفاءة) والتكيف (مثل المرونة في مواجهة الحرارة، والوصول العادل).

علاوة على ذلك، يمكن لخطط تنفيذ كيغالي أن تربط بين استراتيجيات الخفض التدريجي لوسائط التبريد وترقيات الكفاءة لتعظيم المنافع المناخية. وبالمثل، فإن إدماج التبريد في خطط التكيف الوطنية (NAPs) يضمن تحقيق منافع تكيف مشتركة، بما في ذلك خطط عمل الحرارة الحضرية، والتبريد السلبي في البنية التحتية العامة، والوصول العادل للتبريد للفئات الضعيفة، والتصميم الحضري المرن مناخيًا.

37 برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2023، تقرير مراقبة التبريد العالمية 2023: الحفاظ على البرودة - كيفية تلبية الطلب على التبريد مع خفض الانبعاثات، https://www.unep.org/resources/global-cooling-watch-2023

38 Foonote is missing !!!!!!!

في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، بدأ التبريد في الظهور ضمن أطر المساهمات المحددة وطنيًا، على الرغم من التفاوت في التغطية. وتشير مصر، والأردن، ولبنان، والصومال، والإمارات العربية المتحدة صراحةً إلى التبريد بأشكال مختلفة، بدءًا من التبريد بالطاقة الشمسية وتبريد المناطق، وصولًا إلى الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون، وتدابير كفاءة استهلاك الطاقة، وخطط العمل الوطنية للتبريد، في حين لا تزال معظم الدول الأخرى في مراحلها المبكرة. ويشير هذا إلى تنامي الإدراك بأهمية التبريد كأولوية للتخفيف وبناء المرونة، فضلًا عن الحاجة إلى تعميمه بشكل منهجي في جميع أنحاء المنطقة. ويوفر دليل التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا الصادر عن تحالف التبريد التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة إرشادات حول إدماج قطاع التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا. وتتضمن هذه الإرشادات منهجية ومخططًا توجيهيًا لإدماج قطاع التبريد بفعالية في هذه المساهمات. ويقدم دليل تحالف التبريد نهجًا تدريجيًا لمختلف قطاعات التبريد، بما يشمل -على سبيل المثال لا الحصر- التبريد السلبي في المباني وكفاءة الطاقة في تقنيات التبريد، وذلك لرفع سقف الطموحات الوطنية بشأن خفض الانبعاثات. كما يركز الدليل بشكل رئيسي على التكيف مع الحرارة الشديدة في المدن، ويوضح الخطوات اللازمة لإدراج استراتيجيات التكيف بهدف تعزيز إمكانية الوصول إلى التبريد من خلال المساهمات المحددة وطنيًا. وعلاوة على ذلك، يضمن الدليل جدوى تنفيذ المساهمات المحددة وطنيًا من خلال توفير إطار للرصد والإبلاغ والتحقق لتتبع تدابير التبريد المدرجة فيها. وبالإضافة إلى ذلك، يقدم دليل المساهمات المحددة وطنيًا بشأن الملوثات المناخية قصيرة العمر الصادر عن تحالف المناخ والهواء النظيف نُهجًا مستدامة للتبريد من أجل تعزيز المساهمات المحددة وطنيًا، وإطارًا شاملًا لهذا الإدماج، كما يوضح كيف يمكن لتدخلات التبريد -بما في ذلك تقنيات وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي- أن تحقق تخفيضات كبيرة في كل من انبعاثات غازات الدفيئة والملوثات المناخية قصيرة العمر، بما فيها مركبات الهيدروفلوروكربون، مع تعزيز أهداف التنمية المستدامة المتعددة.

وبالنسبة لدول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تواجه كلًا من ارتفاع درجات الحرارة وتزايد الطلب على التبريد، يضمن إدماج اعتبارات التبريد ضمن عمليات التخطيط المناخي بقاء مسارات التنمية متوافقة مع المناخ ومتمحورة حول الإنسان، مما يجنبها الارتهان لبنية تحتية للتبريد غير فعالة وعالية الانبعاثات، وهو ما من شأنه أن يقوض الأهداف المناخية طويلة الأجل. سلط تحالف المناخ والهواء النظيف الضوء على فرص السياسات المناخية والمخاطر المقابلة لعدم اتخاذ إجراءات بشأنها، مع التركيز على قطاع التبريد، كما هو موضح في الجدول (2).

ووفقًا لدليل التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا الصادر عن تحالف التبريد، تُعد خطط العمل الوطنية للتبريد الخطوة الأولى نحو إدماج التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا. وعند ربط هذه الخطط صراحةً بأطر المساهمات المحددة وطنيًا، يمكن للدول إطلاق العنان لموارد مالية أكبر، والحصول على المساعدة الفنية، ودعم التنفيذ لمبادرات التبريد من خلال آليات التمويل المناخي.

وتشير إرشادات تحالف المناخ والهواء النظيف إلى مشاركة وحدات الأوزون الوطنية (NOUs) بشكل مكثف في عمليات جمع المعلومات لتقدير انبعاثات الغازات المفلورة (f-gas) بناءً على متطلباتها الدولية (الإبلاغ بموجب بروتوكول مونتريال). ويمكن لإدارات الطاقة والمباني الأخرى داخل الحكومة توفير بيانات حاسمة تتعلق بانخفاض استهلاك الطاقة في قطاع التبريد نتيجة لتنفيذ التدابير الجديدة. ويمكن أن تدعم هذه البيانات تقارير الشفافية لفترة السنتين وغيرها من أشكال الإبلاغ بموجب إطار الشفافية المُعزَّز.

الجدول (2) السياسات المناخية الرئيسية المتعلقة بالتبريد والتي توضح الفرص مقابل مخاطر التقاعس عن العمل.

الفئة	الفرصة	مخاطر التقاعس عن العمل
تطبيقات التبريد بغرض الراحة		
التخفيف	الانتقال إلى وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، وإدارة دورة حياة وسائط التبريد، والتبريد المناطقي، وتقنيات التبريد غير التقليدية.	زيادة انبعاثات الغازات المفلورة نتيجة للاستهلاك والإنتاج والتسرب.
أمن الطاقة	يؤدي تنفيذ تقنيات التبريد السلبي وتدابير كفاءة استهلاك الطاقة إلى تحقيق فوائد مزدوجة تتمثل في: خفض استهلاك الطاقة والتكاليف المرتبطة به، فضلاً عن تقليل الحمل على شبكة الطاقة، مما يؤدي إلى تحسين أمن الطاقة.	ارتفاع الانبعاثات غير المباشرة لمكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2eq) المرتبطة باستهلاك الكهرباء؛ وارتفاع ذروة الحمل الكهربائي على الشبكة؛ وزيادة تكاليف المرافق؛ وزيادة التفاوت في إمكانية الوصول إلى الخدمات.
التكيف مع مخاطر الحرارة	دعم تحسين إمكانية الوصول إلى التبريد المستدام، بما في ذلك للفئات السكانية الأكثر ضعفًا.	عدم قدرة الفئات السكانية الضعيفة على تحمل تكاليف التبريد المستدام، واستمرار استخدام تقنيات التبريد غير الفعالة والملوثة للمناخ.
أوجه عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية وبين الجنسين	يمكن للتبريد السلبي أن يوسع نطاق الراحة الحرارية ليشمل المجتمعات الضعيفة والمحرومة، مما يحسن المساواة الاجتماعية والاقتصادية وبين الجنسين، في حين أن اعتماد أجهزة تبريد ذات كفاءة أعلى يمكن أن يزيد من الدخل المتاح للإنفاق ويعزز الرفاهية العامة.	سيؤدي الفشل في معالجة أوجه عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية وبين الجنسين في قطاع التبريد بغرض الراحة إلى تعميق الفوارق القائمة، مما يترك الفئات السكانية الضعيفة أكثر عرضة للحرارة الشديدة ويحرمها من فوائد حلول التبريد المستدامة والمرنة.
سلاسل التبريد		
التكيف المتعلق بالأمن الغذائي	تعمل سلاسل التبريد المستدامة والموثوقة على تعزيز الأمن الغذائي ودعم النمو الاقتصادي.	استمرار هدر الأغذية في القطاعات الزراعية والسمكية؛ مما يؤدي إلى عدم كفاية الوصول إلى الغذاء، وفقدان الأرباح طوال سلسلة إنتاج الغذاء.
التكيف المتعلق بالصحة	ضمان التشغيل الآمن في المرافق الصحية والحفاظ على صلاحية الأدوية واللقاحات.	تعريض المرضى والعاملين الصحيين للإجهاد الحراري، وهدر الأدوية واللقاحات، وضعف إمكانية الوصول إلى المنافع الصحية. زيادة المخاطر الصحية للجميع: تفاقم الحالات الصحية (أمراض القلب والأوعية الدموية، وأمراض الجهاز التنفسي، وما إلى ذلك)، وزيادة خطر الإصابة بضربات الشمس والإنهاك الحراري.
التنمية الاقتصادية	تعزيز الاقتصادات المحلية من خلال توفير الوظائف في قطاعات التبريد المستدامة، وتحسين الإنتاجية، وتعزيز مرونة الشركات.	خسائر اقتصادية بسبب تراجع الإنتاجية، وزيادة تكاليف انقطاع الأعمال أثناء موجات الحر، وضياع فرص توفير الوظائف.
أوجه عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية وبين الجنسين	يوفر تعزيز سلاسل تبريد الأدوية والمنتجات الزراعية فرصة حيوية لتقليل خسائر ما بعد الحصاد وضمان الوصول العادل إلى اللقاحات والأدوية، مع تمكين المرأة - التي تلعب أدوارًا رئيسية في الزراعة والرعاية الصحية والأسواق غير الرسمية - من خلال تحسين سبل عيشها.	يهدد إهمال الاستثمار في بنية تحتية عادلة لسلاسل التبريد بتكريس انعدام الأمن الغذائي، والتفاوتات الصحية، والتهميش الاقتصادي، لا سيما بالنسبة للمرأة.

ثمة عنصر مهم آخر ضمن البنية المناخية والبيئية الدولية التي تتناول التبريد، ألا وهو تعهد التبريد العالمي.[39] وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، انضمت **جيبوتي، ولبنان، والمغرب، والصومال، وتونس، وسوريا، والإمارات العربية المتحدة** إلى هذا التعهد. ومن خلال هذا التعهد، تلتزم الحكومات الموقعة (الأطراف الموقعة) باتخاذ إجراءات عالمية تعاونية لخفض الانبعاثات المرتبطة بالتبريد بنسبة لا تقل عن 68% بحلول عام 2050 مقارنة بمستويات عام 2022. ويدعم ذلك المبادرة العالمية المتمثلة في هدف الحفاظ على الاحترار عند 1.5 درجة مئوية وتحقيق الحياد الكربوني من خلال تدابير متكاملة للتخفيف والتكيف. وتلتزم الأطراف الموقعة بالتصديق على تعديل كيغالي بحلول عام 2024، مع الاستفادة من الصندوق متعدد الأطراف التابع لبروتوكول مونتريال للخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون وتعزيز الكفاءة أثناء فترات الانتقال من مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون.

وعلاوة على ذلك، تلتزم هذه الأطراف برفع المتوسط العالمي لتصنيف كفاءة مكيفات الهواء الجديدة بنسبة 50% مقارنة بمستويات عام 2022 بحلول عام 2030، وذلك بالتزامن مع تطبيق معايير الأداء الأدنى للطاقة، واشتراطات طاقة المباني الوطنية أو دون الوطنية (التي تتضمن التبريد السلبي)، وسياسات المشتريات الخاصة بوسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي.

كما تلتزم الأطراف الموقعة بنشر خطط العمل الوطنية للتبريد الخاصة بها بحلول عام 2026، حيث يمكن استخدامها لتوجيه إجراءات التبريد الوطنية لدعم التزامات تعهد التبريد العالمي. وبالإضافة إلى ذلك، تدعم الأطراف الموقعة إدارة دورة حياة الفلوروكربون، وشراكات البحث الدولية (مثل التبريد المعتمد على الطاقة المتجددة)، واستراتيجيات المشتريات العامة لدفع عجلة نشر التبريد منخفض الكربون.

39 جيبوتي، ولبنان، والمغرب، وتونس، والصومال، والجمهورية العربية السورية هي الدول الست الأعضاء في المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة الموقعة حاليًا على تعهد التبريد العالمي، وتُعد الإمارات العربية المتحدة دولة إضافية من منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا موقعة على هذا التعهد..

03

عملية تطوير خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

توفر خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إطارًا لمعالجة تحديات التبريد بطريقة شمولية ومستدامة. ويجب أن تضع الخطة أولوية لتوفير إمكانية الوصول إلى التبريد - لا سيما في البلدان شديدة التأثر 11 - كهدف أساسي، لضمان أن تكون حلول التبريد ميسورة التكلفة، وفعالة، وصديقة للبيئة. وتشمل العناصر الرئيسية لخطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ما يلي:

- الوصول العادل: يجب أن تركز السياسات على الوصول إلى الفئات السكانية المحرومة من الخدمات (بما في ذلك النساء والأطفال)، بما يشمل المجتمعات الريفية وذات الدخل المنخفض.
- كفاءة استهلاك الطاقة: تعزيز تقنيات التبريد الموفرة للطاقة وتحسين كفاءة المعدات (على سبيل المثال، من خلال معايير الأداء الأدنى للطاقة وبرامج وضع البطاقات). وبالتوازي مع ذلك، تعزيز استراتيجيات التبريد السلبي لتقليل حمل التبريد.
- تقنيات التبريد المستدام: التحول نحو حلول وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، وتقليل الانبعاثات المباشرة لوسائط التبريد من خلال نهج شامل لإدارة دورة حياة وسائط التبريد، واعتماد تقنيات تبريد بديلة، بما في ذلك الحلول غير القائمة على وسائط التبريد مثل التقنيات غير التقليدية والتبريد المناطقي.
- التكامل مع الأهداف المناخية والتنموية: ينبغي لخطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أن تتواءم مع الالتزامات المناخية الوطنية، مثل المساهمات المحددة وطنيًا، وتعهد التبريد العالمي، والأجندات التنموية الأوسع نطاقًا لتعظيم المنافع المشتركة.

وينبغي لنهج منهجية خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أن يضمن اتباع مسار متكامل تشارك فيه جميع الجهات الحكومية المعنية لتعزيز أوجه التآزر.

يُعد إعداد خطة عمل وطنية شاملة للتبريد مهمة معقدة تتطلب وقتًا وموارد كبيرة. ولتبسيط هذه العملية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، تمت مواءَمة المنهجية الشاملةفي هذه الوثيقة لتناسب دول المنطقة بشكل أفضل بناءً على دراسة مفصلة. وتهدف منهجية[40] خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إلى توفير إطار مرن يمكن تكييفه مع الاحتياجات والأولويات الخاصة لمختلف البلدان.

وتتمثل المبادئ الرئيسية لهذه المنهجية فيما يلي:

- **النهج الشمولي:** مراعاة الترابط بين مختلف قطاعات التبريد واستخداماته النهائية (على سبيل المثال، التبريد بغرض الراحة مع تأثير التبريد السلبي، وسلاسل التبريد، وإدارة دورة حياة وسائط التبريد، وتأثير التبريد بغرض الراحة على ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية).
- **التخطيط الاستراتيجي:** الموازنة بين الأولويات العاجلة والأهداف طويلة الأجل.
- **الإطار المعياري:** السماح باتباع نهج مرحلي لإعداد خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.
- **الوصول العادل:** ضمان إمكانية وصول الجميع إلى حلول التبريد.

وتُقِر المنهجية المواءَمة لخطة العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بأن نهج «الحل الموحد الذي يناسب الجميع» لا يجدي نفعًا مع خطط العمل الوطنية للتبريد. وعوضًا عن ذلك، فهي تؤكد على:

- القدرة على التكيف: يمكن للدول تخصيص المنهجية المواءَمة بناءً على سياقها الفريد (الأولويات، والموارد، وتوافر البيانات). ويتيح ذلك المرونة لكل من الخطط الشاملة والتطوير المرحلي.
- التبسيط وتحديد الأولويات: تهدف المنهجية المواءَمة إلى أن تكون سهلة الاستخدام، وأن ترشد الدول نحو إعطاء الأولوية لجمع البيانات التي يمكن إدارتها، والتركيز على احتياجاتها ومواردها العاجلة.

40 برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2021؛ "منهجية خطة العمل الوطنية للتبريد: المنهجية الشاملة لإعداد خطة عمل وطنية للتبريد"، تحالف التبريد، جمعية هندسة الكهرباء والطاقة (AEEE)، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لآسيا والمحيط الهادئ (UNESCAP)، مجموعة البنك الدولي، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، برنامج كيغالي لكفاءة التبريد (K-CEP)، مبادرة الطاقة المستدامة للجميع (SEforALL)، الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GiZ)، مبادرة متحدون من أجل الكفاءة (U4E)، برنامج عمل الأوزون (OzonAction)، برنامج وضع العلامات التعاونية ومعايير الأجهزة (CLASP)، مؤسسة طاقة الصين، جامعة برمنغهام، https://coolcoalition.org/national-cooling-action-plan-methodology.pdf

تهدف عملية تطوير المنهجية إلى تزويد معظم دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بمسار عمل يعطي الأولوية للتبريد الصديق للمناخ، مع التركيز على القياس الكمي للطلب المُلبَّى على التبريد بأقل قدر من استخدام الموارد المتاحة لها. وتدمج تحليلات البيانات المقترحة معايير تقييم الاحتياجات الخاصة بمبادرة الطاقة المستدامة للجميع لتعزيز إمكانية الوصول إلى التبريد وتقليل الأثر المناخي. ويرتبط هذا النمو بأهداف التنمية المستدامة المتمثلة في القضاء على الجوع (الهدف 2)، والصحة الجيدة والرفاه (الهدف 3)، والعمل اللائق ونمو الاقتصاد (الهدف 8)، والحد من أوجه عدم المساواة (الهدف 10).

وتدعو المنهجية إلى اتباع نهج متكامل لتلبية احتياجات التبريد، مع التركيز على الاستراتيجيات الأربع الرئيسية التالية:

1. **تقليل حمل التبريد:** خفض الطلب على الطاقة لأغراض التبريد إلى الحد الأدنى من خلال التصميم الفعال للمباني وتقنيات التبريد السلبي.
2. **حلول التبريد الفعالة:** توظيف معدات وتقنيات التبريد الموفرة للطاقة لتوفير التبريد المطلوب بأقل قدر من استهلاك الطاقة والمياه الصالحة للشرب وتقليل الانبعاثات.
3. **تحسين عمليات التبريد:** تنفيذ أفضل الممارسات للتشغيل والصيانة، فضلاً عن تشجيع التغييرات في سلوك المستخدمين لضمان توفير التبريد بكفاءة.
4. **الخفض التدريجي الفعال لمركبات الهيدروفلوروكربون:** الاعتماد على تقنيات وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي وتنفيذ إدارة دورة حياة وسائط التبريد للخفض التدريجي الفعال لهذه المركبات.

ومن خلال الجمع بين هذه الاستراتيجيات والتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، يمكن للدول أن تقلل بشكل كبير من انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بالتبريد، لتقترب من مستوى انبعاثات التبريد القريبة من الصفر.

1.03 لمحة عامة عن تطوير خطة العمل الوطنية للتبريد

تتألف منهجية خطة العمل الوطنية للتبريد عادةً من ثلاث مراحل متسلسلة: التقييم السياقي والتخطيط، وتقييم الطلب على التبريد، والتوليف وصياغة خطة العمل الوطنية للتبريد. وتتطلب عملية إعداد الخطة تعاونًا فعالاً بين الجهات المعنية كما هو موضح في الشكل (5).

الشكل (5) مراحل تطوير خطة العمل الوطنية للتبريد – لمحة عامة[30]

2.03 المرحلة الأولى: تقييم السياق والتخطيط

تتضمن هذه المرحلة التأسيسية: 1) رسم خريطة السياق القُطري لتقييم الظروف الأساسية للتبريد، وتحديد العناصر الأساسية والأولويات، و2) عملية التخطيط والعمل التحضيري لخطة العمل الوطنية للتبريد كما هو موضح في الشكل (6).

الشكل (6) الخطوات المتضمنة في المرحلة الأولى من عملية الإعداد النموذجية لخطة العمل الوطنية

1.2.03 الخطوة الأولى: رسم خريطة السياق القُطري

يتعين أن تبدأ خطة العمل الوطنية للتبريد بتشكيل فريق أساسي، يضم وكالات التنمية والاستشاريين. وينبغي أن يضم هذا الفريق الجهة الحكومية المالكة لخطة العمل الوطنية للتبريد منذ البداية. ويجب أن يشمل التقييم الشامل لمشهد التبريد في أي بلد فهمًا لاحتياجاته من التبريد، والعوامل الاجتماعية والاقتصادية، والأولويات الوطنية، ومحركات النمو مثل النمو السكاني، ونمو الدخل، والتوسع الحضري، واتجاهات البناء. كما ينبغي مراعاة العوامل الأخرى ذات الصلة، مثل اتجاهات التكنولوجيا، وقاعدة تصنيع معدات التبريد، وسلوكيات الشراء في السوق.

تُعد كل من المعلومات الكمية والنوعية مكونات أساسية لرسم خريطة السياق القُطري. ويجب على الدول الاستفادة من البحوث المتاحة، مثل قواعد البيانات الحكومية، وأبحاث السوق، والقاعدة المعرفية للمنظمات متعددة الأطراف. ويمكن سد الفجوات في البيانات بالاستعانة بآراء الخبراء المتخصصين. ويهدف إطار تقييم البيانات إلى تيسير الرسم الشامل لخريطة التبريد الوطنية من خلال جمع بيانات سياقية رفيعة المستوى خلال المرحلة الأولية من إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد. ويساعد هذا الإطار في تحديد نطاق الخطة، وتحديد أولويات التبريد الخاصة بكل بلد، وتوجيه جهود جمع البيانات المستهدفة عبر مختلف قطاعات استهلاك التبريد.[41] يوضح الجدول (3) "اعتبارات البيانات لرسم خريطة رفيعة المستوى لدول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا" مختلف اعتبارات البيانات رفيعة المستوى على مستوى البلد مع أهدافها المرجوة. وفي حين أن هذه قائمة مقترحة، فقد ترغب الدول في اختيار/إضافة ما هو أكثر صلة بها. بالإضافة إلى ذلك، من المهم ملاحظة أن البيانات قد تكون كمية أو نوعية.

41 يمكن الاطلاع على "أطر تقييم البيانات" عبر الإنترنت من خلال (https://drive.google.com/drive/folders/1enVBADUd7vQRNzQf3zYVghOXj1cg9psg?usp=drive_link).

©Who's Denilo ?/Unsplash.com

الجدول (3) اعتبارات بيانات رسم خريطة السياق القُطري رفيعة المستوى لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الفئة	الهدف	البيانات النموذجية المُجمعة	الموارد النموذجية
المحركات الاجتماعية والاقتصادية لنمو الطلب على التبريد	رسم خريطة لمحركات النمو الشاملة والاتجاهات الكلية للطلب على التبريد.	– النمو السكاني – نمو الناتج المحلي الإجمالي – نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي – معدل التوسع الحضري – معدلات الوصول إلى الطاقة – الأهداف القُطرية رفيعة المستوى المتعلقة بالكهربة، والأمن الغذائي، وتحسين الوصول إلى الرعاية الصحية. – التركيبة السكانية للفئات الضعيفة (كبار السن، والأطفال، والفئات ذات الدخل المنخفض) المعرضة بشكل خاص للحرارة الشديدة ملاحظة: يجب أن تتضمن هذه البيانات تصنيفًا سياقيًا مفصلاً حسب الجنس، والعمر، والحالة الاجتماعية والاقتصادية، والموقع الجغرافي، وغيرها من العوامل ذات الصلة متى كان ذلك مناسبًا ومتاحًا. وسيساعد هذا التصنيف في الكشف عن أوجه الضعف الاجتماعية والخاصة بالجنسين لدعم تدخلات التبريد الأكثر استهدافًا وتخصيصًا.	المصادر الأولية: – بيانات التعداد السكاني الوطني – وزارات الطاقة والبيئة – وزارات التخطيط العمراني والبناء، ووزارات الزراعة، والموارد المائية/الري، والشؤون الاجتماعية المصادر الثانوية: المنظمات الدولية مثل الأمم المتحدة، وصندوق النقد الدولي (IMF)، والبنك الدولي، ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO).
رسم خريطة المناخ	تقييم الظروف المناخية السائدة والمتغيرة وتأثيرها على السكان.	– أنواع المناخ – خصائص درجة الحرارة والرطوبة النسبية (RH) – التغيرات الموسمية – أيام درجات التبريد – درجة الحرارة العظمى المطلقة مقارنة بالمتوسط؛ درجة الحرارة العظمى السنوية مقارنة بالمتوسط – موجات الحر – المناطق المعرضة للإجهاد الحراري ونسبة السكان المعرضين للخطر بسبب الإجهاد الحراري – معدلات المراضة والوفيات المرتبطة بالإجهاد الحراري – التأثير على سلسلة تبريد الأغذية الزراعية التي لا تخدمها معدات التبريد الميكانيكي بشكل كافٍ	التركيز على الأثر المناخي الواسع: الاستعانة بهيئة الأرصاد الجوية الوطنية - وفي حال عدم توفرها، الاستعانة بالبيانات/النماذج المتاحة للجمهور.
مُعلمات شبكة الكهرباء	تحديد مُعلمات شبكة الكهرباء والتغيرات المستقبلية التي تؤثر على طاقة التبريد والانبعاثات.	– كفاءة تحويل الطاقة الأولية – الفواقد الفنية والتجارية الكلية (AT&C) – كثافة/معامل الكربون في الشبكة (والاتجاهات المستقبلية) – موثوقية إمدادات الطاقة – مرونة الشبكة في مواجهة موجات الحر والظواهر الجوية المتطرفة	وزارة الطاقة قد تشمل مصادر البيانات الثانوية منظمات دولية مرموقة مثل وكالة الطاقة الدولية (IEA).
الالتزامات الدولية	إرساء إطار تحفيزي لخطة العمل الوطنية للتبريد استنادًا إلى الاتفاقيات العالمية التي تؤثر على أهداف الخطة وأولوياتها.	– المساهمات القطاعية المحتملة في المساهمات المحددة وطنيًا – تعديل كيغالي (الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون، وإدارة دورة حياة وسائط التبريد، إلخ) – أهداف التنمية المستدامة لعام 2030 – تعهد التبريد العالمي – الأولويات بموجب خطط التكيف الوطنية – مبادرة مهمة الابتكار	يمكن الحصول على هذه المعلومات من الإدارات الحكومية.
الأهداف والخبرات الوطنية واعتمادها	رسم خريطة للتوجيهات والأهداف الداخلية المتعلقة بالتبريد وتنفيذها.	– أهداف كفاءة استهلاك الطاقة – السياسات المتعلقة بتدابير الحفاظ على وسائط التبريد (إدارة دورة حياة وسائط التبريد) – خفض الانبعاثات الكربونية – المشهد التنظيمي والسياساتي رفيع المستوى المتعلق بالتبريد – الأهداف المتعلقة بالطاقة المتجددة، وفقر الطاقة، وأمن الطاقة – خطط العمل الوطنية أو دون الوطنية المتعلقة بالحرارة والصحة	خرائط طريق السياسات العامة التي تنطبق على أكثر من قطاع من قطاعات استهلاك التبريد (مثل وزارات الطاقة، والبيئة، والزراعة، والمباني والتنمية العمرانية، إلخ).
قطاعات استهلاك التبريد والقطاعات المرتبطة بها	إعطاء الأولوية لقطاعات استهلاك التبريد الرئيسية.	– قطاعات استهلاك التبريد وحجمها النسبي رفيع المستوى – القطاعات المرتبطة (وسائط التبريد، والخدمات، إلخ) – السكان الذين يمكنهم الوصول إلى التبريد (النشط والسلبي) – تحليل سلسلة تبريد الأغذية الزراعية (بما في ذلك مشكلات إمكانية الوصول)	يجب الحصول على هذه البيانات من أدبيات ثانوية موثوقة صادرة عن منظمات دولية ووطنية.
الموارد المالية	تحديد الأدوات المالية التي تدعم/تؤثر على التحول إلى التبريد المستدام (مثل الإعانات، والحوافز، وتسهيلات الائتمان الميسرة، والمنح الخاصة بإمكانية الوصول إلى التبريد، وكفاءة استهلاك الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة في قطاعات التبريد).	– إعانات تكاليف الطاقة – دعم شراء المعدات والأجهزة عالية الكفاءة (الإعانات، والمنح، والقسائم) – التخفيضات والائتمانات الضريبية – مصادر التمويل (عامة/خاصة، بنوك التنمية الوطنية (NDBs)، بنوك التنمية متعددة الأطراف (MDBs)، مؤسسات التمويل الدولية (IFIs)) – سياسات المشتريات العامة – المساعدة الفنية والتدريب – آليات تمويل حلول التبريد الموجهة نحو التكيف في المجتمعات الضعيفة (إن وجدت)	في حين تُبلغ بنوك التنمية متعددة الأطراف عن استثماراتها في كفاءة استهلاك الطاقة، يوجد حد أدنى من الإبلاغ عن أنشطة التبريد. وبالنسبة لبنوك التنمية الوطنية، يمكن الحصول على البيانات، ولكنها غير كافية.

الفئة	الهدف	البيانات النموذجية المُجمعة	الموارد النموذجية
رسم خريطة الجهات المعنية الرئيسية	رسم خريطة الجهات المعنية عبر القطاعين العام والخاص والمجتمع المدني لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد.	- القطاع العام: الوزارات المعنية على المستوى المركزي والوكالات المرتبطة بها، والدوائر الحكومية، إلخ. - القطاع الخاص: الاتحادات الصناعية، والشركات المصنعة للمعدات/وسائط التبريد، وممثلو قطاع الخدمات. - المجتمع المدني والأوساط الأكاديمية: المنظمات غير الحكومية (NGO)/غير الهادفة للربح، والمؤسسات التعليمية، إلخ	
موارد البيانات والقدرات القُطرية	تحديد نطاق موارد البيانات الأساسية والخبرات الداخلية.	- قواعد البيانات/البحوث الحكومية الحالية - المصادر غير الحكومية الموثوقة - خبراء التبريد/الصناعة الداخليون - قدرات تحليل البيانات والنمذجة	
أخرى	رسم خريطة للعوامل الإضافية التي تؤثر على عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد	- الاستيراد مقابل الإنتاج المحلي - عوائق/مخاطر الاستثمار - الأنشطة الاقتصادية الرئيسية (السياحة، والزراعة)	

تشمل أهداف رسم خريطة السياق القُطري تقييم المشهد السياسي فيما يتعلق بالتبريد، ورسم خريطة للسياسات والبرامج الحالية ذات الصلة بالتبريد، وتقديم سياق مدعوم بالبيانات للملف التعريفي للتبريد في البلد، ورسم خريطة للقاعدة المعرفية والموارد المتاحة. ويتمتع كل قطاع بخصائص فريدة، مما يعكس الحجم والأهمية النسبية لقطاعات التبريد المختلفة. وتوفر خريطة السياق رؤية نوعية وكمية لقطاعات التبريد في البلاد، مع تسليط الضوء على الفروق الدقيقة والأولويات. كما تتيح دراسة الموارد والقدرات المتاحة في البلاد. ويرد ملخص للإرشادات النوعية للخطوة (١) في الجدول (٤): إرشادات نوعية للخطوة (١) من خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. حددت المقابلات المُجراة خلال المرحلة الأولية لخطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تكييف هواء الغرف وسلاسل التبريد كأكبر قطاعات السوق.

ورغم أن قدرات التصنيع تختلف بشكل كبير بين دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فيشير الطلب المرتفع باستمرار على خدمات الصيانة إلى أن إدارة دورة حياة وسائط التبريد تُعد مكونًا حاسمًا في المشهد الصناعي لقطاع التبريد.

وفي حين تفتقر الدول غالبًا إلى إحصاءات السوق التفصيلية، يمكنها الاستعانة بالبيانات الحالية المستمدة من تقارير بروتوكول مونتريال حول استهلاك وسائط التبريد كمؤشر بديل لتقدير رصيد المعدات، خاصة بالنسبة للدول المصنعة. أما بالنسبة للدول المقتصرة على تقديم الخدمات، فيمكن أن تساعد رموز النظام المنسق (HS codes) في تقدير الواردات السنوية من المعدات. ويمكن الحصول على مزيد من الرؤى من مصادر البيانات الثانوية مثل مبادرة التبريد الأخضر، والتي تتضمن تنبؤات حول مخزون المعدات والنمو المستقبلي حسب القطاع. وفي ظل غياب بيانات محددة لاستهلاك الكهرباء لأجهزة التبريد، يمكن إجراء تصنيف مفصل لبيانات ميزان الطاقة الوطني، ويمكن استخدام مؤشرات بديلة مثل النمو السكاني، ومعدلات التوسع الحضري، ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، والبيانات المناخية (أيام درجات التدفئة/التبريد) لنمذجة الطلب المستقبلي على التبريد.

الجدول (4) إرشادات نوعية للخطوة (1) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

مجال التركيز	السؤال/الهدف	الجوانب المراد استكشافها (سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)
تكوين قطاع التبريد والمشهد الصناعي	أين تشتد الحاجة إلى التبريد/استخدامه في البلاد؟	رسم خريطة القطاعات (أولي/رفيع المستوى): - برد الأماكن (المباني) - كييف الهواء المتنقل/وسائل النقل - سلسلة التبريد والتبريد التجاري (الزراعة/الأغذية، الرعاية الصحية) - برد العمليات الصناعية (المنسوجات، مراكز البيانات، إلخ) - المنشآت الحيوية التي تتطلب تبريدًا تكيفيًا (مثل المستشفيات وملاجئ الطوارئ)
	ما الخدمات/الصناعات المهمة المرتبطة بالتبريد (غير المباشرة/من الدرجة الثانية)؟	الصناعات/الخدمات ذات الصلة: - صيانة/خدمة المعدات - استرداد وسائط التبريد، وإعادة تدويرها، واستصلاحها - البحث والتطوير في مجال التبريد - خدمات تصميم المباني المقاومة لتغير المناخ والتعديل التحديثي
ممارسات التبريد الحالية وديناميكيات السوق	ما الخصائص الاجتماعية والثقافية وخصائص السوق المتعلقة بممارسات التبريد؟	الممارسات والخصائص: - سلوكيات التبريد عبر القطاعات - المعدات النموذجية المستخدمة - مستويات كفاءة السوق - وعي المستخدم/الجهات المعنية - سلوكيات الشراء وديناميكيات اتخاذ القرار - رضا المستخدم - قدرات التصنيع - استراتيجيات التكيف الثقافي لمواجهة الحرارة (مثل تقاليد التبريد السلبي والأماكن العامة المظللة)
	ما العوامل/العوائق الكامنة أمام الطلب على التبريد الصديق للمناخ؟	العوائق: - إمكانية الحصول على التمويل - توافر المعلومات للمستهلكين - القدرات المهنية/الخدمية - العوائق التشريعية (قوانين السلامة، والمعايير)
	ما عوامل التمكين لتحفيز الطلب على التبريد الصديق للمناخ؟	عوامل التمكين: - الأدوات المالية (الإعانات والحوافز) - بناء القدرات (المهنية والخدمية) - تطوير السياسات (معايير الأداء الأدنى للطاقة، واشتراطات البناء، ومعايير السلامة)
محركات نمو الطلب على التبريد	ما الذي يحرك الطلب على التبريد في البلاد؟	محركات الطلب: - الديموغرافية/الاجتماعية والاقتصادية: النمو السكاني، والتوزيع الحضري/الريفي، ومعدل التوسع الحضري، والنمو الاقتصادي/نمو القوة الشرائية، ونمو الكهربة. - المناخية/البيئية: الظروف المناخية (أيام الحرارة الشديدة، والتغيرات الموسمية)، وموجات الحر، والجزر الحرارية الحضرية - إمكانية الوصول: احتياجات التبريد غير الملباة، والسكان المعرضون لخطر الحرارة - أخرى: خطط إزالة الكربون من الشبكة، والمحركات الفريدة الخاصة بقطاعات معينة ملاحظة: يجب أن تتضمن هذه البيانات تصنيفًا سياقيًا مفصلاً حسب الجنس، والعمر، والوضع الاجتماعي والاقتصادي، والموقع الجغرافي، والعوامل الأخرى ذات الصلة، عند الاقتضاء وعند توفر البيانات. سيساعد هذا التصنيف المفصل في الكشف عن أوجه الضعف الاجتماعية والخاصة بالجنسين لدعم تدخلات التبريد الأكثر استهدافًا وتخصيصًا.
	ما معدل النمو الحالي والمتوقع للطلب على التبريد؟	معدل النمو: - المعلومات الاستقصائية الأولية (البحوث، والخبراء، والجمعيات، والوكالات) - النمو المُقدر/المتوقع (المعدات، واستهلاك الطاقة، في ظل سيناريوهات التكيف مع المناخ، إن وجدت)
الآثار الحالية والمستقبلية للتبريد	ما الآثار الواسعة - الحالية والمستقبلية - للتبريد في ظل سيناريو العمل المعتاد (BAU) ونموه المتوقع؟	الآثار (في ظل سيناريو العمل المعتاد): - الاجتماعية والاقتصادية: فقدان الصحة/الإنتاجية، وعدم المساواة الاجتماعية، وإضافات قدرات التوليد، وانقطاع التيار الكهربائي/تأثيرات الشبكة. - البيئية: الانبعاثات الكربونية المباشرة/غير المباشرة، وتفاقم ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية.
	ما هي مُعلمات شبكة الكهرباء؟	شبكة الكهرباء: - كثافة الكربون في الشبكة - فواقد النقل - خطط إزالة الكربون من الشبكة - مرونة الشبكة في ظل الإجهاد الحراري الشديد (قيود قدرة الشبكة)

مجال التركيز	السؤال/الهدف	الجوانب المراد استكشافها (سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)
المشهد السياساتي المتعلق بالتبريد	ما الالتزامات/الأهداف الدولية والمحلية للبلاد التي تتقاطع مع التبريد؟	الالتزامات/الأهداف: - العالمية: المساهمات المحددة وطنيًا (اتفاق باريس)، وإدارة وسائط التبريد (تعديل كيغالي)، وأهداف التنمية المستدامة لعام 2030، وخطط التكيف الوطنية، وأطر عمل مواجهة الحرارة والصحة. - الوطنية: خفض الانبعاثات الكربونية، ومتطلبات كفاءة الطاقة، والراحة الحرارية، والأمن الغذائي، والصحة/السلامة.
	ما المشهد السياساتي الحالي لمعالجة الطلب المتزايد على التبريد؟	المشهد السياساتي: - البرامج/المبادرات (على المستوى الاتحادي/الحكومي) - الروابط المتبادلة بين السياسات
رسم خريطة الجهات المعنية بالتبريد	ما الجهات المعنية الحكومية الرئيسية (الوزارات المعنية) التي تتقاطع مع التبريد؟	الجهات المعنية الحكومية: - البيئة/تغير المناخ - الطاقة/الكهرباء (الطاقة الجديدة والمتجددة) - الإسكان/التنمية الحضرية/الريفية - العلوم/التكنولوجيا - الزراعة - الصناعات والمشروعات متناهية الصغر والصغيرة والمتوسطة - النقل - كفاءة استهلاك الطاقة، أو التمويل، أو الكيانات الحكومية الأخرى التي تعمل مع سلسلة إمداد التبريد - وزارات الصحة، وإدارة الكوارث، والحماية الاجتماعية من أجل تعزيز المرونة في مواجهة الحرارة
	ما الجهات المعنية غير الحكومية الرئيسية في حوار التبريد في البلاد؟	الجهات المعنية غير الحكومية: - الشركات المصنعة للمعدات/وسائط التبريد - الاتحادات الصناعية - الأوساط الأكاديمية/البحثية - المجتمع المدني - التنسيق/المواءمة بشأن إجراءات التبريد بين القطاعات المختلفة - المنظمات غير الحكومية الإنسانية والصحية العاملة في مجال التكيف مع الإجهاد الحراري
المعلومات والموارد المتاحة	ما مستوى توافر البيانات في البلاد؟	توافر البيانات: - المعلومات الاستقصائية الأولية حول أنواع البيانات - المصادر الرئيسية (وحدات الأوزون، وزارة الطاقة، التعداد السكاني، خدمات الأرصاد الجوية، الاتحادات) - إمكانية الوصول إلى البيانات، وجودتها، وقيمتها (مدى حداثتها)
	من سيتولى إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد؟	إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد: - الخبرات/القدرات داخل البلاد - الموارد التي يمكن الاستفادة منها

دراسة الحالة 2 رسم خريطة السياق القُطري في مصر

تهدف هذه الخطوة إلى تحديد احتياجات وتحديات التبريد بالغة الأهمية، وبناء حالة داعمة لتبني التبريد المستدام من أجل الوفاء بالالتزامات المناخية الوطنية والعالمية. كما تسلط الضوء على الفجوات والفرص المحتملة للتدخلات الفورية وطويلة الأجل ومستوى جاهزية كل منها. وتضمن هذه الخطوة تحقيق المواءمة بين مختلف الجهات المعنية في قطاع التبريد، وتوجه الخطوات التالية من خلال تقديم تقييم سياقي يساعد في رسم الخطوط العريضة والعناصر الأساسية لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد في البلاد.

2.2.03 الخطوة الثانية 2: التخطيط والعمل التحضيري لخطة العمل الوطنية للتبريد

يجب أن تُصمم خطة العمل الوطنية للتبريد خصيصًا لتناسب السياق المحدد لكل بلد، وأولوياته، وموارده، ومدى إلحاح الحاجة إلى اتخاذ الإجراءات. كما يجب أن تضمن دمج التحليلات البيئية وتحليلات النوع الاجتماعي في عملية التخطيط وإعداد السياسات، وذلك لتقييم الآثار المتباينة لسياسات التبريد، وتعديل التدابير التي تعزز الاستدامة البيئية والمساواة بين الجنسين.

تتضمن مرحلة التخطيط والأعمال التحضيرية تحديد نطاق خطة العمل الوطنية للتبريد وخطوطها العريضة، بالاستناد إلى عملية رسم خريطة السياق القُطري. ويُعد تحديد جهة حكومية محورية، مثل وحدة الأوزون الوطنية، أمرًا بالغ الأهمية لضمان التعاون الفعال وحشد التأييد من مختلف الجهات الحكومية. كما يُعد وضع آلية للمشاركة الفعالة للجهات المعنية المتعددة أمرًا ضروريًا لتحقيق التآزر بين مختلف القطاعات. وقد يشمل ذلك تشكيل فرق عمل متعددة التخصصات، وإرساء هيكل حوكمة لهذه الفرق، واعتماد عملية لإشراك الجهات المعنية تعمل على التوفيق بين المصالح المتنوعة، مما يضمن حشد تأييد واسع النطاق للسياسات والحلول المقترحة. ومن المهم تشكيل اللجنة التوجيهية المشتركة بين الوزارات الخاصة بخطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بحلول هذه المرحلة. وتمثل هذه اللجنة التوجيهية النواة الأساسية لتوجيه عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد. ويجب أن تتضمن أدوارًا ومسؤوليات واضحة لمختلف المشاركين لضمان إعداد الخطة في الوقت المناسب وتنفيذها في المستقبل.

ويَرِد ملخص للإرشادات النوعية للخطوة (2) في الجدول (5)، مع تسليط الضوء على بعض الاعتبارات الرئيسية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الجدول (5) إرشادات نوعية للخطوة (2) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المجالات المراد استكشافها	الجوانب المرتبطة (سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)
الفريق الأساسي وموارد خطة العمل الوطنية للتبريد	- الجهة القيادية: تحديد الجهة الحكومية الأكثر فاعلية (وزارة البيئة (وحدة الأوزون) أو وزارة الطاقة) بناءً على الديناميكيات الإقليمية. النظر في إمكانية التنسيق المشترك بين الوزارات. • تشكيل الفريق: ضمان تمثيل متوازن، يشمل: • الخبراء الفنيين (المناخ، والطاقة، والهندسة، والحد من مخاطر الكوارث، والصحة) • أخصائيي السياسات (اللوائح التنظيمية، والتمويل). • ممثلي القطاع الخاص (الاتحادات الصناعية، والشركات المصنعة) • المجتمع المدني/الأوساط الأكاديمية (منظمات المجتمع المدني (CSOs)، والمنظمات غير الحكومية، والمؤسسات البحثية) • ضمان تمثيل متوازن بين الجنسين في الفرق الأساسية ومجموعات العمل الخاصة بخطة العمل الوطنية للتبريد. تعزيز إشراك الخبيرات والممارسات وقادة المجتمع من النساء في أدوار صنع القرار والأدوار الفنية - الموارد: الاستفادة من قواعد البيانات الوطنية الحالية، والمراكز البحثية الإقليمية (مثل المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة)، والشراكات الدولية (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، والبنك الدولي). النظر في اتفاقيات تبادل البيانات
أولويات خطة العمل الوطنية للتبريد وأهدافها	- الأهداف العامة: إعطاء الأولوية للأهداف التي تتماشى مع خطط التنمية الوطنية والتحديات الإقليمية: • كفاءة طاقة التبريد • خفض الانبعاثات الكربونية (اتفاق باريس) • الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون (تعديل كيغالي) • المرونة المناخية (التخفيف من الإجهاد الحراري) • التطوير المستدام لسلسلة التبريد (الأمن الغذائي) • توفير الوظائف في قطاعات التبريد المستدام • التأكيد على الترابط بين المياه والطاقة في التبريد • معالجة التحديات المناخية الصحراوية
الوزارة / الجهة الحكومية المحورية	- الملكية: تحديد ما إذا كانت وزارة واحدة ستتولى القيادة أم أن هناك حاجة إلى نهج تعاوني. مراعاة الحساسيات السياسية وآليات التنسيق الحالية المشتركة بين الوزارات - عملية الاعتماد: • توضيح مسار الاعتماد الرسمي، بما في ذلك التغييرات التشريعية المحتملة والمشاورات مع الجهات المعنية. • النظر في تأثير الرؤى التنموية الوطنية والقيادة على عملية الاعتماد.
نطاق خطة العمل الوطنية للتبريد والجداول الزمنية	- التركيز القطاعي: إعطاء الأولوية للقطاعات ذات التأثير الأكبر والجدوى الأعلى (مثل المباني السكنية، وسلسلة التبريد). - القياس الكمي وتقييم الاحتياجات غير المُلباة: اتباع نهج مرحلي، بدءًا بالبيانات المتاحة مع تحسين المنهجيات تدريجيًا. مراعاة الفجوات في البيانات الإقليمية وبناء القدرات لجمع البيانات. - الآفاق والمعالم الرئيسية: المواءمة مع خطط التنمية الوطنية (مثل رؤية 2030) وتحديد معالم رئيسية واقعية. مراعاة التحولات السياسية المحتملة وتأثيرها على الجداول الزمنية. - الإطار الزمني للإعداد: إنشاء جدول زمني واقعي، مع مراعاة التأخيرات البيروقراطية المحتملة والحاجة إلى إشراك الجهات المعنية بشكل شامل. تكييف الجداول الزمنية مع حالات عدم اليقين السياسي والاقتصادي على المستوى الإقليمي.
هيكل إشراك الجهات المعنية المتعددة	- مجموعات العمل: تشكيل مجموعات عمل خاصة بقطاعات معينة مع تمثيل متنوع للقطاعات ذات الصلة، والنوع الاجتماعي، والخبرات. مراعاة دور الخبراء الإقليميين والمنظمات الدولية. تيسير المشاركة الشاملة، والوصول إلى المعلومات في الوقت المناسب، مع مراعاة الحواجز اللغوية، والنوع الاجتماعي، والحساسيات الثقافية. الاستفادة من الشبكات الإقليمية الحالية. - إدماج المساهمات: وضع عملية واضحة لجمع مساهمات مجموعات العمل، وتحليلها، وإدماجها. ضمان الشفافية، والمساءلة، وحلقات التغذية الراجعة.
هيكل حوكمة خطة العمل الوطنية للتبريد	- الإشراف والتعاون: تشكيل لجنة توجيهية مشتركة بين الوزارات بأدوار ومسؤوليات واضحة. ضمان التواصل والتنسيق المنتظمين بين مجموعات العمل. ضمان المواءمة مع آليات التنسيق الوطنية الحالية ومعالجة الانعزال البيروقراطي المحتمل. - المواءمة المشتركة بين القطاعات: وضع آلية لإدماج التوصيات الخاصة بكل قطاع في خطة عمل وطنية متماسكة للتبريد. النظر في إسناد دور لأمانة فنية لدعم جهود التنسيق.

تُحدد في هذه الخطوة المُعلّمات العامة، ومجالات التركيز، والنطاق، والعمق، والجهات المعنية الرئيسية لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد في البلاد.

3.03 المرحلة الثانية: تقييم الطلب على التبريد

يمثل التقييم القائم على البيانات للطلب على التبريد جوهر منهجية خطة العمل الوطنية للتبريد. وتدرس المرحلة الثانية الطلب الحالي والمستقبلي عبر مختلف القطاعات، واستهلاك الطاقة، واستخدام وسائط التبريد، وانبعاثات غازات الدفيئة. ويُلخص الشكل (7) الخطوتين اللتين تتضمنهما هذه المرحلة.

الشكل 7 الخطوات المتضمنة في المرحلة الثانية من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد.

03.3.1 الخطوة الثالثة: التقييم القطاعي للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد

تتضمن هذه الخطوة القياس الكمي للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد لجميع القطاعات ذات الصلة. وتشمل تحديد خط الأساس، والذي يتضمن الطلب الملبّى وغير الملبّى على التبريد (انظر الإطار X) والآثار المرتبطة به مثل استهلاك الطاقة، وأحمال الذروة (وما يقابلها من تأثير على استقرار الشبكة)، وانبعاثات غازات الدفيئة، والطلب على وسائط التبريد. ويجب توقع النمو المستقبلي للانبعاثات المرتبطة بالتبريد عند مستويات مختلفة من التدخل، بما في ذلك سيناريو نمو العمل المعتاد وسيناريو نمو التدخل. ويساعد هذا التقييم المقارن في توجيه التوصيات الخاصة بكل قطاع لمعالجة نمو التبريد بشكل مستدام. ويُعد جمع البيانات أمرًا بالغ الأهمية، ويجب على البلدان الاستفادة من موارد المنظمات الموثوقة ومتعددة الأطراف. وتقدم أطر تقييم البيانات33 إرشادات حول مدخلات البيانات، والحسابات، والنتائج. ويَرِد ملخص للإرشادات النوعية للخطوة (3) في الجدول (6)؛ وتتوفر المزيد من المعلومات في الجدول (5) من المنهجية الشاملة لإعداد خطة عمل وطنية للتبريد.[32]

الإطار 1: احتياجات التبريد الملبّاة وغير الملبّاة

فهم احتياجات التبريد:

تُميز الوثيقة بين احتياجات التبريد «الملبّاة» و«غير الملبّاة»:

- **الطلب الملبّى على التبريد:** وهو الطلب الحالي، ونموه، الذي تتم تلبيته حاليًا من خلال حلول التبريد الميكانيكية، وينعكس ذلك في حجم استهلاك الطاقة ووسائط التبريد.
- **الطلب غير الملبّى على التبريد:** ويُمثل نسبة السكان الذين يفتقرون إلى إمكانية الوصول إلى خدمات تبريد مستدامة وميسورة التكلفة لتلبية احتياجاتهم الأساسية. ويتم تحديد هذه الفئات السكانية من خلال تقييم عوامل مثل مدى التعرض للحرارة الشديدة، وإمكانية الوصول إلى الكهرباء، ومستويات الفقر.

وفي حين أن القياس الكمي لكلا النوعين من الطلب على التبريد يُعد أمرًا أساسيًا لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد، فلا يزال القياس الدقيق للاحتياجات غير الملبّاة يمثل تحديًا بسبب الافتقار إلى نماذج معتمدة.

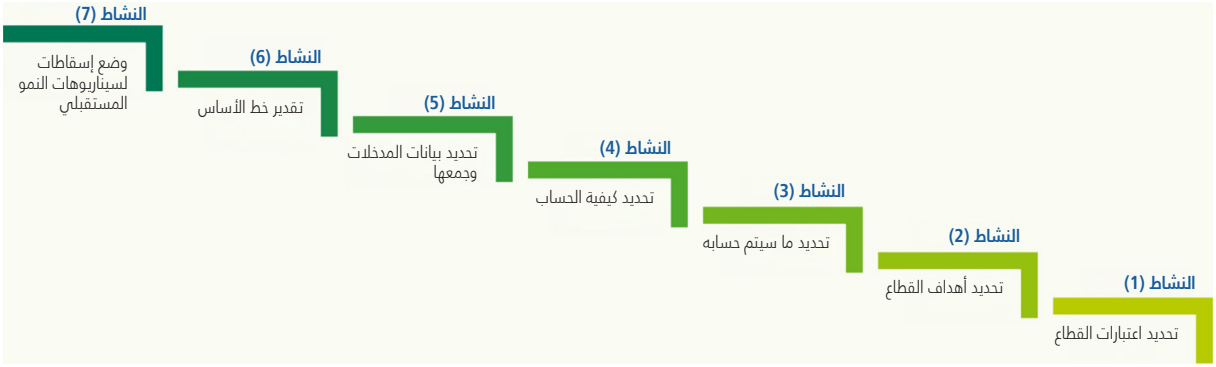
تطوير مبنى البنك التجاري الدولي (CIB) في مصر

تهدف أطر تقييم البيانات إلى تقديم إرشادات بدلاً من قواعد صارمة، مما يتيح لفريق إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد تكييفها لتناسب الاحتياجات، والقدرات، والموارد المتاحة الخاصة ببلدانهم. وتتضمن هذه الأطر خصائص مرنة لدعم تقييمات الطلب على التبريد في مختلف السياقات، وتُعطي الأولوية للبيانات الأساسية لتجنب إثقال كاهل الفرق التي تُعد الخطة للمرة الأولى. وعلاوة على ذلك، تتميز هذه الأطر بسهولة الاستخدام وتوفر ملاحظات إرشادية وافية. كما تُحدد مدخلات البيانات الرئيسية لتقدير الطلب الحالي والمستقبلي على التبريد، مع توفير مسارات مختلفة للتحليل والحساب. ورغم أن هذه الأطر لا تهدف إلى أن تكون عملية نمذجة شاملة، إلا أنها قادرة على تيسير الإجراءات ذات الأولوية لتبني التبريد الصديق للمناخ، ويمكن استخدام نتائجها كمدخلات لعمليات النمذجة إذا لزم الأمر. وتوفر الأطر الخاصة بتبريد المساحات في المباني، وسلسلة تبريد الأغذية، وسلسلة تبريد الرعاية الصحية، على وجه التحديد، إرشادات متقدمة لفريق إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد لمراعاة الطلب غير الملبّى على التبريد، وتقييم مدى الافتقار إلى الوصول إلى التبريد في البلاد. وتُنفذ أطر تقييم البيانات من خلال سلسلة من الأنشطة، كما هو موضح في الشكل (٨) ومُفصّل في الأقسام التالية.

الجدول (6) إرشادات نوعية للخطوة (3) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المجالات المراد استكشافها	الجوانب المرتبطة (سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)
نقاط بيانات التبريد لكل قطاع	– احتياجات البيانات التفصيلية للقطاعات الرئيسية: المباني (السكنية والتجارية)، وسلاسل التبريد (الزراعة والرعاية الصحية)، والتبريد الصناعي، والنقل. يجب أن تتضمن هذه البيانات تصنيفًا سياقيًا مفصلاً حسب الجنس، والعمر، والحالة الاجتماعية والاقتصادية، والموقع الجغرافي، وغيرها من العوامل ذات الصلة، متى كان ذلك مناسبًا ومتاحًا. وسيساعد هذا التصنيف في الكشف عن أوجه الضعف الاجتماعية والخاصة بالجنسين لدعم تدخلات التبريد الأكثر استهدافًا وتخصيصًا. – الطلب الملبّى (الانضغاط البخاري): • حصر التقنيات: التركيز على تقنيات تكييف الهواء السائدة (الوحدات المنفصلة، وتكييف الهواء المركزي)، وأنظمة التبريد، ومدى انتشارها في السوق. مراعاة البيانات الخاصة بالأنظمة المبرَّدة بالماء مقابل الأنظمة المبرَّدة بالهواء، والأداء في درجات الحرارة المحيطة المرتفعة، وتأثير الرمال/الغبار. • البيانات الكمية: عدد وحدات تكييف الهواء، ومتوسط السعة، وكفاءة استهلاك الطاقة (نسبة كفاءة استهلاك الطاقة/معامل الأداء)، ووقت التشغيل، وعامل التنوع، والتوزيع العمري، ونوع وسائط التبريد/حجم الشحنة/نسبة التسرب. – الطلب الملبّى (التقنيات الأخرى): • بيانات عن المراوح، والمبردات التبخيرية، والتقنيات الناشئة (التبريد المناطقي، والتبريد السلبي). • تقييم إمكانات التبريد السلبي في العمارة التقليدية وتصميم المباني الحديثة. توثيق دور الحلول القائمة على الطبيعة وتحسينات غلاف المبنى في الحد من الهشاشة المناخية. – الطلب غير الملبّى: معدلات ملكية الأسر لأجهزة تكييف الهواء، وإمكانية الوصول إلى الكهرباء (الفوارق بين المناطق الحضرية والريفية)، واستراتيجيات التبريد السلبي، وسعة سلاسل التبريد المطلوبة، وبيانات الفاقد من الأغذية. التركيز على الفئات السكانية الأكثر ضعفًا ومدى إمكانية وصولها إلى التبريد. تقييم تأثير الإجهاد الحراري على إنتاجية العمالة.
مصادر البيانات	– إشراك الجهات المعنية المتعددة: الاستفادة من مجموعات العمل الحالية (الخطوة 2) للوصول إلى البيانات. – طرق جمع البيانات: • البحوث الأولية/الثانوية، وقواعد البيانات الحكومية (مكاتب الإحصاء، ووزارات الطاقة)، وتقارير القطاع (الشركات المصنعة لمعدات التبريد، والموزعون). • مقابلات الخبراء، والاستبيانات، وتقارير استقصاء السوق. • اتفاقيات مشاركة البيانات مع القطاع الخاص • مراكز البحوث الإقليمية (مثل المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة)
مستوى الثقة في البيانات	تقييم جودة البيانات: – حداثة البيانات، والشفافية، ومنهجية تحديد المصادر، والتحيزات المحتملة، والكميات المُستمدة، والاتساق مع مجموعات البيانات الأخرى. – موثوقية البيانات – لا سيما عند جمعها من القطاعات غير الرسمية والمناطق ذات البنية التحتية المحدودة للبيانات.
الجوانب الحساسة للبيانات	– متانة البيانات: تقييم متانة البيانات لإجراء المقارنات الدولية وصياغة السياسات. مراعاة التداعيات السياسية والاقتصادية للبيانات المتعلقة باستهلاك الطاقة، والانبعاثات، والهشاشة. – التأييد الحكومي: قياس مستوى التأييد الحكومي وإمكانية اتخاذ إجراءات سياساتية قائمة على البيانات. التعامل مع الاختلافات المحتملة في تفسير البيانات وأولويات السياسات بين الجهات الحكومية.
الافتراضات/البيانات البديلة	التخطيط للطوارئ: – وضع استراتيجيات لمعالجة فجوات البيانات: مشاورات الخبراء، والبيانات البديلة من مناطق مشابهة، وتقنيات الاستقراء. – وضع سيناريوهات لمسارات النمو الاقتصادي والديموغرافي المختلفة. مراعاة تأثير إسقاطات تغير المناخ على الطلب المستقبلي على التبريد. – شفافية الافتراضات: التوثيق الواضح لجميع الافتراضات والبيانات البديلة المستخدمة في التقييم.

الشكل (8) الأنشطة الرئيسية المتضمنة في الخطوة الثالثة من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد.



النشاط (1): تحديد اعتبارات القطاع

أولاً، تركز خطة العمل الوطنية للتبريد على تحديد الاعتبارات الرئيسية لكل قطاع من القطاعات المستهلكة للتبريد، مثل تبريد المساحات في المباني، وسلاسل تبريد الأغذية، ومعدلات التوسع العمراني، وذلك لفهم النمو المتوقع في الطلب على التبريد وتنفيذ التدخلات. كما تقوم بحصر التقنيات السائدة والفئات الفرعية للقطاع ضمن نطاق خطة العمل، وفهم مدى نضج القطاع فيما يتعلق بسياسات وبرامج كفاءة استهلاك الطاقة والاستدامة. ويساعد ذلك في توجيه التدخلات قصيرة، ومتوسطة، وطويلة الأجل لتحقيق أثر ملموس.

النشاط (2): تحديد أهداف القطاع

في هذا النشاط من عملية تقييم البيانات، تُحدد الأهداف الخاصة بكل قطاع لضمان الاستخدام الفعال للموارد.

النشاط (3): تحديد ما سيتم حسابه

في هذا النشاط، ستوجه إرشادات الإطار ومدى توفر البيانات في البلاد عملية حساب المقاييس الرئيسية (الانبعاثات المباشرة، والانبعاثات غير المباشرة، ومتوسط كفاءة الأجهزة في استهلاك الطاقة، وأحمال الذروة/الضغط على شبكة الكهرباء، وإمكانية الوصول إلى التبريد، إلخ) لكل قطاع بما يتماشى مع أهداف القطاع.

النشاط (4): تحديد كيفية الحساب

إجراء تقييم شامل للبيانات المتاحة، والموارد الحسابية، والخبرات المتخصصة، يليه اختيار المسار المناسب لتحليل البيانات.

النشاط (5): تحديد بيانات المدخلات وجمعها

لتقدير النتائج الرقمية لسيناريوهات التبريد المختلفة بدقة، من الضروري إجراء عملية شاملة لجمع البيانات باتباع أطر تقييم البيانات[٣٣]. ويشمل ذلك:

- البيانات **الحكومية: التعاون مع الجهات الحكومية المعنية للوصول إلى البيانات الرسمية المتعلقة باستهلاك الطاقة، والنمو السكاني، ونمو المساحات المبنية، وفقدان البنية التحتية الخضراء والزرقاء، والمؤشرات الاقتصادية والاجتماعية، ومعدلات التوسع العمراني، والاتجاهات المناخية، والمؤشرات السياساتية والتنظيمية والمؤسسية.**
- **البحوث المكتبية: إجراء مراجعات شاملة للأدبيات الخاصة بتقارير القطاع، وتحليلات السوق، والمنشورات الفنية لجمع المعلومات عن التقنيات الحالية، واتجاهات السوق، وأفضل الممارسات.**
- **التقييم الفعلي للسوق: جمع البيانات الأولية مباشرةً من السوق لتعكس الأنواع النموذجية، ووسائط التبريد المستخدمة، وأداء أجهزة ومواد التبريد المبيعة في قطاع المباني من حيث استهلاك الطاقة.**
- **إشراك الجهات المعنية: التفاعل مع مجموعة متنوعة من الجهات المعنية، بما في ذلك الاتحادات الصناعية، والشركات المصنعة، والموزعين، وصناع السياسات، ومنظمات المجتمع المدني، لجمع الرؤى، والتحقق من صحة البيانات، وت**حديد الفجوات المعرفية.

ومن خلال الجمع بين مصادر البيانات هذه، يمكن لفريق إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد بناء مجموعة بيانات متينة لتوجيه عملية صنع القرار وتحديد أولويات حلول التبريد الفعالة.

النشاط (6): تقدير خط الأساس

يجب تقدير خط الأساس بدقة، إذ ستُبنى عليه الإسقاطات المستقبلية، وينبغي أن تكون سنة الأساس حديثة قدر الإمكان ومدعومة ببيانات كافية ومُحدّثة. كما يجب أن تتضمن العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي ستتطلب الرصد والإبلاغ. وينبغي تحديد هذه المؤشرات في أقرب وقت ممكن.

مشروع إعادة تأهيل مباني "وصل للعقارات"، دبي – الإمارات العربية المتحدة

© لقطة بطائرة مُسيّرة بعدسة هيني شومان

النشاط (7): وضع إسقاطات لسيناريوهات النمو المستقبلي للتبريد الصديق للمناخ

يتضمن هذا النشاط نمذجة نمو الطلب المستقبلي على التبريد في ظل ثلاثة سيناريوهات رئيسية:

1. سيناريو العمل المعتاد (استمرار الوضع الراهن): يضع هذا السيناريو إسقاطات للمسار المستقبلي للطلب على التبريد بناءً على الاتجاهات الحالية والسياسات المُعلنة، دون أي تدخلات إضافية كبيرة صديقة للمناخ.
2. سيناريو السياسات الوطنية: يرسم هذا السيناريو المسار المتوقع للطلب على التبريد بناءً على تنفيذ السياسات الوطنية المُعتمدة حاليًا والمتعهد بها رسميًا، مع مراعاة التدابير التنظيمية، ومعايير كفاءة استهلاك الطاقة، والتحولات التكنولوجية الطبيعية (مثل التحول إلى تقنيات موفرة للطاقة وذات جدوى اقتصادية عالية)، والتزامات التحول في استخدام وسائط التبريد.
3. سيناريو الحياد الكربوني: يستكشف هذا السيناريو الأثر المحتمل لتنفيذ الاستراتيجيات والسياسات التي توصي بها خطة العمل الوطنية للتبريد على الطلب المستقبلي على التبريد. ويسلط الضوء على إمكانات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

لوضع إسقاطات لهذه السيناريوهات، يمكن للبلدان استخدام مجموعة متنوعة من الأدوات، بدءًا من حاسبات جداول البيانات البسيطة وصولًا إلى تقنيات النمذجة المتقدمة. ويجب أن يتماشى الإطار الزمني لهذه الإسقاطات مع الأهداف المناخية وأهداف الطاقة طويلة الأجل للبلاد.

تُعد خطة العمل الوطنية للتبريد قادرة على تحقيق فوائد بيئية، واجتماعية، واقتصادية كبيرة على المديين المتوسط والطويل إذا كانت جيدة الهيكلة وركزت على التنفيذ في الوقت المناسب. ومن خلال تحديد أهداف طموحة وإعطاء الأولوية لحلول التبريد الصديقة للمناخ، يمكن للبلدان التخفيف من آثار تغير المناخ وضمان مستقبل مستدام.

دراسة الحالة (1) التقييم القطاعي للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد في الأردن

سيحدد هذا التحليل خط الأساس للطلب على التبريد وآثاره في البلاد، مما يوفر رؤى حول النمو المستقبلي، وأفضل التدخلات المناسبة للبلاد. وسيحدد ذلك مسارات التدخل المثلى لتعزيز التبريد المستدام، مستعرضًا إمكانية تحقيق إنجازات قطاعية كبيرة من حيث توفير الطاقة، وخفض الانبعاثات، وتعزيز المرونة المناخية، وتحقيق الفوائد الاجتماعية والاقتصادية في ظل تنفيذ استراتيجي لسيناريو أفضل تدخل. وسيشكل ذلك الأساس لتطوير توصيات خطة العمل الوطنية للتبريد وإرساء مسار مستدام لتلبية الطلب على التبريد.

الإطار 2. تقييم الطلب على التبريد في سلاسل التبريد

تكتسب جميع أنواع المواد الغذائية السبعة (اللحوم والدواجن، والمأكولات البحرية، ومنتجات الألبان والبيض، والفاكهة، والخضروات، والمشروبات، وسائر المنتجات المُصنعة) أهميةً وصلةً وثيقة بدرجات متفاوتة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. ويمكن إجراء عملية جمع البيانات الخاصة بسلاسل التبريد على مرحلتين كما يلي:

- المرحلة الأولى: المستوى العام؛ استخدام مصادر البيانات الوطنية لجمع ما يلي:
  - إحصاءات إنتاج الأغذية
  - عدد مرافق السلاسل الغذائية ذات الصلة (بما في ذلك المخزونات حيثما أمكن)
  - مستويات الفاقد من الأغذية (النسبة المئوية الإجمالية للفاقد)
- المرحلة الثانية: البيانات التفصيلية؛ من خلال البحوث والاستقصاءات الميدانية للعينات لجمع تفاصيل حول ما يلي:
  - مخزون المعدات وتطبيقاتها في كل قطاع فرعي ثانوي.
  - استهلاك/كفاءة الطاقة لكل نوع من معدات سلاسل التبريد.
  - نوع وسيط التبريد الرئيسي المستخدم، وحجم الشحنة النموذجي، ومعدل التسرب النموذجي لوسيط التبريد، وممارسات الصيانة النموذجية لكل نوع من معدات سلاسل التبريد.
  - تقديرات الفاقد من الأغذية، وأسبابه، والانبعاثات المرتبطة به.
  - النفقات الرأسمالية والتشغيلية الأساسية (CAPEX/OPEX) للأنواع المختلفة للقطاعات الفرعية الثانوية لسلاسل التبريد.

2.3.03 الخطوة الرابعة: التوصيات والحلول الخاصة بكل قطاع

تتضمن الخطوة الرابعة إجراء تحليل خاص بكل قطاع لتحديد الحلول والمسارات المستقبلية للتعامل مع نمو التبريد في كل قطاع. ويشمل ذلك تقييم الطلب على التبريد، وتحديد الأولويات، والمكاسب السريعة، والتدخلات عالية التأثير. ويُعد إشراك الجهات المعنية من القطاعين العام والخاص، والمجتمع المدني أمرًا بالغ الأهمية لفرز الإجراءات، مع مراعاة سهولة التنفيذ، والآثار المحتملة، وأوجه التآزر مع السياسات الحكومية الحالية. ويعرض الجدول (7) ملخصًا للإرشادات النوعية المُكيَّفة لتلائم سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الجدول (7) إرشادات نوعية للخطوة (4) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

السؤال المراد استكشافه	الجوانب المرتبطة (سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)
التدخلات المكثفة / المتسارعة	– التوصيات الخاصة بكل قطاع: تجميع النتائج المستخلصة من الخطوة (3) "تقييم الطلب" والخطوة (5) "سيناريوهات التدخل" لإعداد توصيات تفصيلية لكل قطاع رئيسي (المباني، وسلاسل التبريد، والصناعة، والنقل). معالجة التحديات الفريدة في المنطقة: • التكيف مع الحرارة الشديدة من خلال التبريد السلبي لمعالجة فجوة الوصول إلى التبريد. • التكيف مع الحرارة الشديدة من خلال التدابير السلوكية والتدابير المجتمعية والنظامية. • التكيف مع الحرارة الشديدة من خلال الحلول القائمة على الطبيعة. • تحسين كفاءة المعدات • التبريد الموفر للمياه (الترابط بين المياه والطاقة في تقنيات التبريد). • سلاسل تبريد مستدامة لتحقيق الأمن الغذائي (الترابط بين الغذاء والطاقة في سلاسل التبريد). • تحديات إدارة دورة حياة وسائط التبريد. • استخدام أنظمة التبريد المناطقي في مناطق ارتفاع الطلب لتقليل استهلاك الكهرباء والمياه. • دمج الطاقة المتجددة في أنظمة التبريد. – تحديد الأولويات والتنفيذ المرحلي: • تصنيف التوصيات إلى قصيرة الأجل (مكاسب سريعة)، ومتوسطة الأجل (حلول قابلة للتوسع)، وطويلة الأجل (استراتيجيات تحوّلية) – مع مراعاة الموازنة بين الاستقرار السياسي والاقتصادي عند التنفيذ المرحلي للتدخلات. • تحديد التدخلات عالية التأثير ومنخفضة التكلفة للتنفيذ الفوري – مع مراعاة قيود الموارد المحتملة والتعقيدات البيروقراطية.
تحديد أولويات التوصيات	– جدوى التنفيذ: • تقييم سهولة التنفيذ بناءً على توافر الموارد (المالية، والبشرية، والفنية)، والتعديلات في الإطار التنظيمي، وتأييد الجهات المعنية. • تقييم قدرة قطاع التبريد المحلي (التصنيع/الخدمات) على تبني التقنيات الجديدة. • فهم الفوائد المحتملة المراعية للفروق بين الجنسين الناتجة عن تحسين إمكانية الوصول إلى التبريد، والتنمية الاقتصادية، وتوفير الوظائف. – الأثر والمنفعة: تقييم الأثر المحتمل للتوصيات على استهلاك الطاقة، والبنية التحتية للكهرباء، وخفض الانبعاثات، واستهلاك وسائط التبريد، وإمكانية الوصول إلى التبريد (الراحة الحرارية وسلاسل التبريد) – خاصةً للفئات الأكثر ضعفًا، والتنمية الاقتصادية وتوفير الوظائف، والمرونة المناخية والتكيف.
التآزر مع السياسات والبرامج الحالية	– مواءمة السياسات: تقييم السياسات الجديدة جذريًا مقابل السياسات المتوافقة مع خطط التنمية الوطنية، واستراتيجيات الطاقة، والسياسات المناخية، واشتراطات البناء الحالية. – الروابط والتكامل: تحديد الروابط بين توصيات/تدخلات خطة العمل الوطنية للتبريد والبرامج الحكومية الحالية (مثل برامج كفاءة استهلاك الطاقة، ومبادرات الزراعة المستدامة، ومشروعات التنمية الحضرية، وإدارة وسائط التبريد، وإمكانية الوصول إلى التبريد، والترابط بين المياه والطاقة في التبريد). – المساءلة والملكية: ربط التوصيات بالجهات الحكومية المعنية (الوزارات، والهيئات) وتحديد أدوار ومسؤوليات واضحة للتنفيذ. تجنب التنفيذ الفردي ، وتعزيز التنسيق بين الوزارات، وإنشاء آليات واضحة للرصد والتقييم بمنأى عن أي تأثير سياسي متحيز.

تُحدد هذه الخطوة الأولويات الخاصة بكل قطاع، والتدخلات السريعة وعالية التأثير، والتدخلات الاستراتيجية طويلة الأجل لدعم مساعي البلاد نحو التبريد الصديق للمناخ.

وفي حين توفر المنهجية الشاملة لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد32 مجموعة غنية من المعلومات والموارد المحتملة، يُقدم الإطار (X) قائمة بالموارد الإضافية التي قد تعود بالنفع على منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الإطار (3): موارد إضافية

تحالف التبريد

- منصة قيّمة للمعرفة، والأدوات، والتعاون الدولي في مجال التبريد المستدام.
- يضم حاسبة إلكترونية تُدعى «حاسبة التبريد»، وهي أداة لتقييم سيناريوهات عام 2050 مُصممة لمساعدة الجهات المعنية في التخطيط لإزالة الكربون من قطاع التبريد.
- يضم «قاعدة بيانات» شاملة للبيانات، ودراسات الحالة، والمعلومات المتعلقة بشتى جوانب التبريد المستدام، مثل كفاءة استهلاك الطاقة في التبريد، ووسائط التبريد البديلة، واستراتيجيات التبريد السلبي. ويمكن لهذه المعلومات أن تدعم صنع القرار القائم على الأدلة في عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد.
- يُقدم قسم «الموارد الرئيسية» تقارير رئيسية، وموجزات سياسات، ومنشورات أخرى صادرة عن تحالف التبريد وشركائه.

الصندوق متعدد الأطراف لتنفيذ بروتوكول مونتريال

- أرشيف يضم أكثر من 10,000 قرار يعود تاريخها إلى عام 1991.
- أدلة تفصيلية ونماذج لتقديم المشروعات.
- معلومات عن فرص التمويل.
- نتائج المشروعات الإيضاحية وبطاقات الأداء الدورية.
- نشرات إخبارية سنوية.
- صحائف وقائع تقدم رؤى مستمرة حول أداء الصندوق وإنجازاته.

مبادرة التبريد الأخضر

- بيانات قُطرية حول سيناريوهات الانبعاثات التاريخية، وسيناريو العمل المعتاد، وسيناريوهات التدخل.
- مراجعات تكنولوجية ودراسات حالة.
- مبادئ توجيهية.

برنامج كول أب

- نماذج لخطط العمل الوطنية للتبريد والوثائق الداعمة (مصر، والأردن، ولبنان، وتركيا في مراحل تنفيذ مختلفة).
- المشهد التكنولوجي
- المشهد السياساتي
- المشهد التمويل

سلسلة تقارير آفاق التبريد التابعة لمبادرة الطاقة المستدامة للجميع

- بيانات حول إمكانية الوصول إلى التبريد.
- تقييم احتياجات التبريد.
- دراسات حالة لحلول التبريد المستدام.

كما تتوفر موارد إضافية حول الخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون، ونوافذ التمويل الجديدة لكفاءة استهلاك الطاقة في الصندوق متعدد الأطراف، والمساهمات المحددة وطنيًا، واستراتيجيات إدارة دورة حياة وسائط التبريد، وذلك من خلال الصندوق متعدد الأطراف ومنصة التبريد التابعة لتحالف المناخ والهواء النظيف على التوالي. ويواصل تحالف المناخ والهواء النظيف العمل عن كثب مع دول المادة 5 لتنفيذ استراتيجيات شاملة لإدارة دورة حياة وسائط التبريد، ومواءمة الإجراءات الوطنية مع الأهداف المناخية العالمية، وتعزيز التعاون الدولي لتسريع تبني حلول التبريد المستدام.

- أدلة وأدوات المشروعات| الصندوق متعدد الأطراف
- إدارة دورة حياة وسائط التبريد| تحالف المناخ والهواء النظيف
- إرشادات حول نُهج التبريد المستدام لتعزيز المساهمات المحددة وطنيًا | تحالف المناخ والهواء النظيف.

مبادرة متحدون من أجل الكفاءة

- تقدم نُهج سياسات متكاملة لانتقال مستدام ومُجدٍ اقتصاديًا نحو الأجهزة الموفرة للطاقة – بما في ذلك معدات التبريد.
- منصة قيمة للإرشادات، والمعرفة، والأدوات، والموارد القيمة
- توفر إمكانات توفير الطاقة وخفض الانبعاثات القُطرية الأولية نتيجة تبني تدابير سياسات مختلفة للأجهزة المختلفة – بما في ذلك التبريد.
- معلومات حول إرشادات المشتريات المستدامة.
- دعم تنفيذ أنظمة تسجيل المنتجات

UNEP Global Alliance for Buildings and Construction

- خرائط طريق عالمية وإقليمية ترسم المسارات نحو قطاع مباني وتشييد خالٍ من الانبعاثات، وفعال، ومرن.
- توفير موارد حول المشروعات الرائدة، ومنصة لمواد البناء المستدامة، وقاعدة بيانات شاملة.
- توفير معلومات تفصيلية حول مجموعة واسعة من المواضيع ذات الصلة بقطاع المباني، بما في ذلك التمويل، والتبريد السلبي، والتدفئة النظيفة، والتكيف، وغيرها الكثير.
- استضافة فعاليات دورية لدعم قطاع التبريد السلب

معهد باسيف هاوس (Passive House Institute):

- يقدم موارد مجانية ومواد تعليمية لبناء القدرات في مجال البناء السلبي.
- يوفر معلومات حول المباني السلبية، والمتطلبات، وأدلة المستخدمين، وتقنيات التجديد.

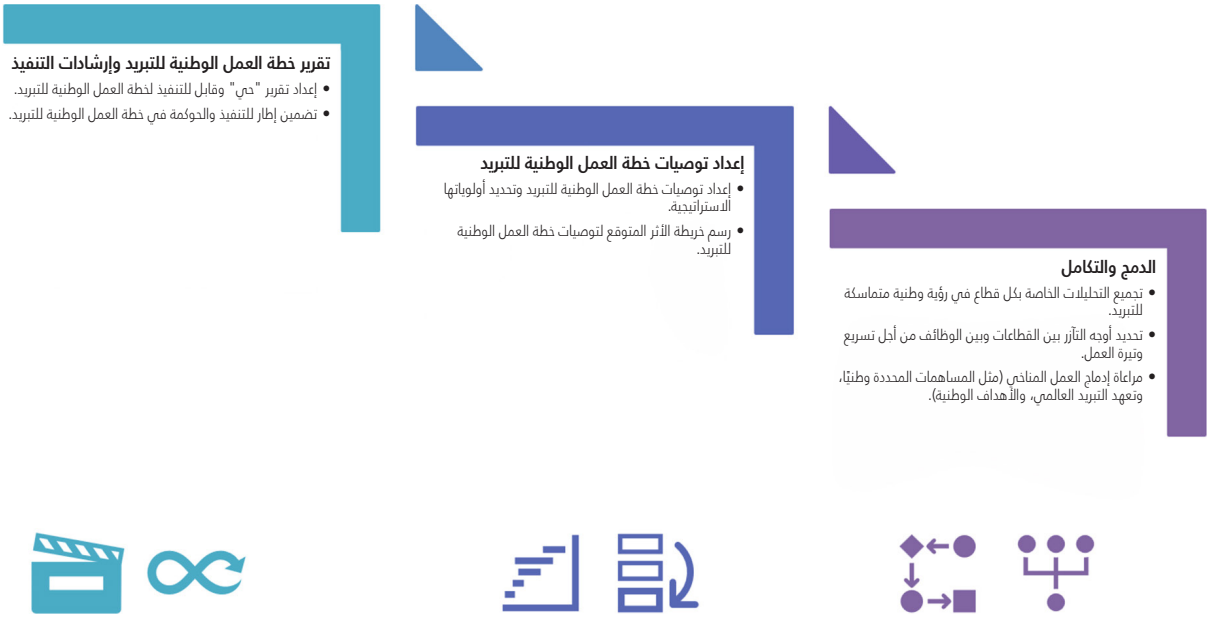
موارد أخرى ذات صلة بالبناء السلبي:

- وصف المنتدى الاقتصادي العالمي ونظرته المستقبلية للإسكان السلبي.
- منظمة الموئل من أجل الإنسانية (Habitat for Humanity)؛ المذكرة الفنية للطاقة الحضرية 08: التبريد السلبي.
- معهد باسيف هاوس في نيوزيلندا (PHINZ) الذي يوفر مواد تدريبية وثروة من دراسات الحالة.
- المعهد الهندي للمستوطنات البشرية (IIHS) الذي يوفر موارد شاملة لبناء القدرات تتعلق بالتنمية الحضرية المستدامة ويُجري أبحاثًا متطورة في مجال التبريد السلبي

4.03 المرحلة الثالثة: التوليف وإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد

تدمج المرحلة الثالثة جميع أنشطة خطة العمل الوطنية للتبريد وتحليلاتها وصولاً إلى إعداد خطة العمل، كما هو مُلخص في الشكل (9). وتتضمن هذه المرحلة توحيد التقييمات الخاصة بكل قطاع في مشهد تبريد وطني متماسك، مع تحديد أوجه التآزر بين القطاعات، ووضع أهداف وتوصيات قابلة للتنفيذ تحظى بتأييد واسع من الجهات المعنية. ويُعد ضمان الإشراك الفعال للجهات المعنية أمرًا بالغ الأهمية في هذه المرحلة لتحقيق نتائج شاملة ومنافع متكاملة.

الجدول (9) ملخص المرحلة الثالثة من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد



1-4-03 الخطوة الخامسة: الدمج والتكامل

يُعد دمج تقييمات الطلب على التبريد الخاصة بكل قطاع في نظرة عامة وطنية متماسكة أمرًا أساسيًا لإعداد خطة عمل وطنية شاملة للتبريد. ومن خلال تجميع البيانات من مختلف القطاعات، يمكن لصناع السياسات اكتساب رؤى أعمق حول مسار النمو الإجمالي للتبريد في البلاد، والأهمية النسبية لكل قطاع، وأوجه التآزر المحتملة بين القطاعات المختلفة. ويُسهم هذا التحليل في تحديد المجالات ذات الأولوية للتدخلات وصياغة التوصيات الرئيسية لخطة العمل الوطنية للتبريد، مثل مواءمة جهود كفاءة استهلاك الطاقة مع جهود الانتقال في استخدام وسائط التبريد. وفي نهاية المطاف، يتيح هذا النهج المتكامل اتباع مسار أكثر استراتيجية وتأثيرًا لتعزيز حلول التبريد الصديقة للمناخ.

الإطار (4): اعتبارات الإدماج في المساهمات المحددة وطنيًا – النهج (تحالف التبريد)

يُعد دليل تحالف التبريد منهجية تتألف من ثلاث مراحل لدمج التبريد المستدام في المساهمات المحددة وطنيًا:

1. تحديد خط الأساس بما يتماشى مع المساهمات المحددة وطنيًا (مركبات الهيدروفلوروكربون والانبعاثات المرتبطة بالطاقة.
2. صياغة الأهداف: وضع أهداف خاصة بكل قطاع تتماشى مع الأهداف المناخية الوطنية الأوسع. ويؤكد الدليل أهمية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد لتكون أساسًا للإدماج في المساهمات المحددة وطنيًا، وإرساء قاعدة البيانات، ووضع خطة التنفيذ.
3. إنشاء هياكل حوكمة مشتركة بين الوزارات لتعزيز التعاون عبر قطاعات الطاقة، والصحة، والزراعة، إلى جانب تطوير نُظم قوية للقياس والإبلاغ والتحقق (MRV) (مؤشرات الأداء الرئيسية: تخفيضات انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ومعدلات إمكانية الوصول إلى التبريد).

ويقدم الدليل دراسات حالة لدول تشارك استراتيجياتها. فعلى سبيل المثال، أدمجت نيجيريا وكمبوديا خطط عملهما الوطنية للتبريد في مساهماتهما المحددة وطنيًا، مع التركيز على البنية التحتية المرنة في مواجهة الحرارة، والتبريد السلبي، والكفاءة، إلى جانب توسيع نطاق الوصول إلى الطاقة في المناطق الريفية. وتعمل غرينادا نحو أن تصبح أول دولة خالية من مركبات الهيدروفلوروكربون من خلال مبادرات تركز على تدريب الفنيين وإعادة تدوير وسائط التبريد. في حين أدمجت الإمارات العربية المتحدة اعتبارات التبريد عبر قطاعات متعددة، مع إعطاء الأولوية للتبريد المناطقي وتكييف الهواء الموفر للطاقة من أجل خفض الانبعاثات. وأدرجت فيتنام التبريد في مساهماتها المحددة وطنيًا واستراتيجيات تغير المناخ للوصول إلى الحياد الكربوني. وتُثبت هذه الأمثلة إمكانية نجاح الاستراتيجيات المخصصة حسب السياق، والمدعومة بتعاون قوي من الجهات المعنية، في تحقيق نتائج مهمة وقابلة للقياس.

يُعد دليل تبريد المساهمات المحددة وطنيًا أمرًا جوهريًا لإعطاء الأولوية للتبريد ضمن خطط العمل الوطنية للتبريد. ويحث البلدان على تبني أهداف تبريد قابلة للقياس، وتعزيز الحوكمة المشتركة بين القطاعات. ومن خلال تحويل التبريد من مسؤولية مناخية متزايدة إلى حجر زاوية للتنمية منخفضة الكربون، يمكن للبلدان تحقيق فوائد صحية واقتصادية ومناخية جوهرية لمجتمعاتها الأكثر هشاشة، محولةً بذلك هذا التحدي العالمي إلى فرصة لبناء مرونة منصفة.

الإطار (5): اعتبارات الإدماج في المساهمات المحددة وطنيًا – خيارات السياسات (تحالف المناخ والهواء النظيف): يتضمن دليل المساهمات المحددة وطنيًا الصادر عن تحالف المناخ والهواء النظيف:

1. التنفيذ المُعجَّل لتعديل كيغالي: يمكن إبراز خطط تنفيذ تعديل كيغالي والإجراءات المرتبطة بها في المساهمات المحددة وطنيًا باعتبارها التزامات تخفيف واضحة. ومع ذلك، من الضروري تحديد الاحتياجات المالية، والمتطلبات التكنولوجية، والترتيبات المؤسسية بموجب الأطر الوطنية، والإقليمية، والدولية.
2. الحد من استهلاك الطاقة المرتبط بالتبريد: يُحقق تخفيضات كبيرة وغير مباشرة في انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ويدعم أهداف الطاقة الوطنية. وينطوي ذلك على استراتيجيتين متكاملتين::
3. إدارة دورة حياة وسائط التبريد يضمن إدماج نهج شامل لإدارة دورة حياة وسائط التبريد في المساهمات المحددة وطنيًا المواءمة مع أهداف بروتوكول مونتريال، مع تحقيق منافع مناخية، واقتصادية، ومنافع الامتثال. وتشمل الإدارة الفعالة لوسائط التبريد عمليات التتبع، والاسترداد، وإعادة التدوير، والتدمير. كما أنها تقلل من الانبعاثات الصادرة عن بنوك وسائط التبريد، مما يدعم إمكانية الوصول إلى تبريد مستدام وصديق للمناخ..
4. الانتقال المبكر والطوعي إلى البدائل ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي: يمكن للبلدان تحقيق مكاسب مناخية مبكرة من خلال الانتقال قبل الجدول الزمني المحدد في تعديل كيغالي، لا سيما من خلال التحول المباشر من مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون أو مركبات الهيدروفلوروكربون ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي، إلى وسائط تبريد ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي في القطاعات المجدية. تحول استراتيجية القفز التكنولوجي هذه دون إنشاء بنوك مستقبلية لوسائط التبريد، وتتجنب الارتهان للتقنيات الوسيطة الأقل سلامة من الناحية البيئية. ومع ذلك، يهدد سد فجوة الوصول إلى التبريد باستخدام تكنولوجيات تفتقر للكفاءة بتفاقم الانبعاثات، وهدر الطاقة، والتكاليف الاقتصادية. ولذا، يجب على البلدان إعطاء الأولوية للحلول المستدامة والفعالة لتحقيق الإنصاف والمرونة المناخية.

كإرشاد عام لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، من المهم ضمان اتساق الوحدات عبر القطاعات والقطاعات الفرعية من أجل تجميع فعال على المستوى الوطني. ومن المهم أيضًا وجود اتساق بين الطلب على التبريد (مثل حمل التبريد في المباني، ومعدات التبريد، وغرف التبريد، والشاحنات المبردة، وما إلى ذلك) وإمدادات سيناريوهات التبريد (مثل السعة التبريدية لأنظمة تكييف الهواء والتبريد، وما إلى ذلك). ويُعد تحديد أنماط استخدام المعدات أمرًا مهمًا لفهم ساعات التشغيل السنوية، وبالتالي، الاستهلاك السنوي للطاقة. على سبيل المثال، تعمل المباني السكنية في بعض دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع في فصل الصيف (3600 ساعة أو أكثر/سنويًا)، بينما لا تعمل في دول أخرى إلا عند إشغالها (1600 ساعة أو أقل/سنويًا). كما يعتمد تشغيل معدات التبريد السكنية على العادات الثقافية؛ حيث يعتمد الحمل بشكل أساسي على نمط التعبئة، وعدد مرات فتح الباب في اليوم، ولأي مدة. وفي نهاية المطاف، يمكن تجميع الاستهلاك السنوي للطاقة على مستوى الوحدة للوصول إلى استهلاك الطاقة السنوي لمخزون المعدات.

كما يمكن لمجموعات العمل الخاصة بكل قطاع اشتقاق عوامل تحويل للقطاعات المختلفة بناءً على جانب الطلب (مثل كيلوواط ساعة/متر مربع للمباني السكنية والتجارية، وكيلوواط ساعة/طن تبريد (TR) لغرف التبريد والتبريد التجاري، وطن مكافئ نفط (toe)/طن تبريد للشاحنات المبردة، وما إلى ذلك). ويتطلب ذلك وجود قدرات محلية، ويعتمد بشكل كبير على مدى توفر بيانات المخزون في الخطوة (3).

قد تتضمن السيناريوهات المستقبلية طرقًا لسد فجوات الوصول إلى التبريد، والتي يجب أخذها في الاعتبار أثناء خطوة الدمج والتكامل. ويجب استخدام المقاييس التي تم تطويرها بشكل متسق، مثل الاستهلاك الأولي للطاقة (طن مكافئ نفط)، أو الانبعاثات المكافئة (طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون – tCO2e). وتُعد أحد المحاذير التي يجب مراعاتها هنا هو التقدير المستقبلي للطن المكافئ للنفط وطن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، والذي يتأثر إلى حد كبير بقدرة دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على تنفيذ خطط الانتقال إلى الطاقة المتجددة الخاصة بها. وهذا ما تحركه في المقام الأول الأوضاع السياسية والاقتصادية الوطنية.

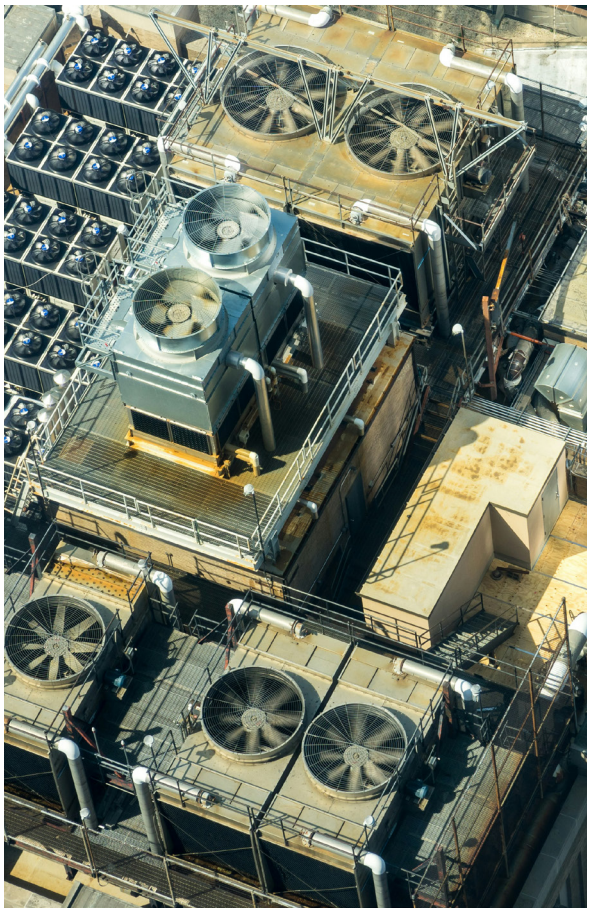
توصي خطة العمل الوطنية للتبريد الخاصة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بتطوير لوحة بيانات حية ومتعددة الأبعاد لإيصال مخرجات الخطوة (5) خلال اجتماع التشاور مع الجهات المعنية. ويجب إعداد لوحة البيانات كوثيقة حية يمكنها تجميع البيانات من مختلف القطاعات والقطاعات الفرعية، وعرض المعلومات الإجمالية للطاقة/الانبعاثات مع التدخلات وبدونها.

توحد هذه الخطوة التقييمات القطاعية في تقييم وطني موحد للتبريد، مما يعطي رؤية حول الأهمية النسبية للقطاعات بناءً على النمو المتوقع للطلب وأثر التدخلات. كما تُسلط الضوء على الفرص المتاحة لإجراءات تآزرية بين القطاعات.

2.4.03 الخطوة السادسة: إعداد توصيات خطة العمل الوطنية للتبريد

يجمع هذا النشاط بين العمل على استخلاص توصيات خطة العمل الوطنية للتبريد، وإرساء مسارات تكاملية لتبريد منخفض الأثر المناخي. وتتمثل الخطوة الأساسية الأولى في توحيد التدخلات الخاصة بكل قطاع في قائمة شاملة من الحلول. وتنطوي هذه العملية على تجميع هذه التدخلات، وتحديد أوجه التآزر والترابط المحتملة بين إجراءات السياسات، وضمان المواءمة مع الجهود الجارية. والأهم من ذلك، يُعد الإشراك الفعال لجميع الجهات المعنية من القطاعين العام والخاص طوال هذه المرحلة أمرًا حيويًا للتوفيق بين المصالح المتنوعة، وضمان أقصى قدر من التأييد، وكذلك ضمان التنفيذ الفعال للتوصيات النهائية لخطة العمل الوطنية للتبريد.

ويمكن لهيئة حوكمة، مثل لجنة توجيهية تضم ممثلين عن الوزارات المعنية، تيسير التوافق الضروري بين الجهات المعنية. وتُعد هذه الهيئة أساسية لمراجعة مخرجات خطة العمل الوطنية للتبريد، وتقييم التوصيات في ضوء الأهداف الوطنية، وضمان مواءمتها مع السياسات والبرامج القائمة، مما يُسهم بالتالي في الحصول على دعم مشترك بين الوزارات.



عادةً ما تندرج التوصيات ضمن ثلاث فئات رئيسية:

- **التدخلات التنظيمية:** خطوات تأسيسية لتوسيع نطاق التبريد المستدام، بما في ذلك بطاقات كفاءة الطاقة، ومعايير الأداء الأدنى للطاقة، واشتراطات طاقة المباني، ومعايير انبعاثات المَرْكبات. بالإضافة إلى ذلك، قد تبرز الحاجة إلى إطار تخطيطي/تنظيمي على المستوى الوطني ومستوى المدن للتبريد المناطقي؛ من أجل تمكين تطوير تكنولوجيات تبريد موفرة للموارد. وأخيرًا، قد تبرز الحاجة تدريجيًا إلى أطر مؤسسية متقدمة لاستراتيجيات مثل التدخلات في المباني وإدارة الطاقة في جانب الطلب.
- **التدخلات التكنولوجية:** تعزيز كفاءة تكنولوجيات التبريد الحالية، واستكشاف تكنولوجيات بديلة ومنخفضة الاستهلاك للطاقة، واستخدام وسائط تبريد مختلفة، وتوفير حلول تبريد للمناطق غير المتصلة بالشبكة أو ذات الشبكة الضعيفة، وإجراء أنشطة البحث والتطوير للتوصل إلى حلول تبريد مبتكرة وذات أثر مناخي منخفض.
- **تمكين السوق (الأدوات الداعمة):** دعم سوق التبريد المستدام من خلال أدوات مختلفة، مثل:
  - الأدوات المالية، مثل إعانات الديون، ونماذج الأعمال المبتكرة للتبريد المستدام، والمشتريات العامة.
  - توفير إمكانية الحصول المُنصف على التمويل للشركات التي تقودها النساء في قطاع التبريد، وضمان ظروف عمل عادلة وآمنة.
  - بناء قدرات المؤسسات والمهنيين، مثل تدريب الفنيين، وتعزيز مشاركة المرأة في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، والتدريب المُوجّه للمرأة والشباب في مجال التبريد المستدام.
  - رفع وعي المستهلكين والجهات المعنية.

وتُستغل هذه الأدوات الداعمة على النحو الأمثل عند دمجها مع التدخلات على صعيد السياسات أو التكنولوجيا لتعظيم أثرها ومنافعها.

وعادةً ما تكون الآثار التكاملية للتدخلات المجتمعة أكبر من الآثار المترتبة على التدخلات الفردية. على سبيل المثال، تكون تدابير السياسات أكثر فعالية عند اقترانها ببناء القدرات المؤسسية ورفع مستوى الوعي لدى المستخدمين والجهات المعنية. وتستفيد التكنولوجيات الفعالة ومسارات وسائط التبريد بشكل كبير من المساعدة المالية والفنية. وبالتالي، يتطلب التصدي لتحديات التبريد بفعالية اتباع نهج متعدد المحاور، ومُصممًا خصيصًا ليناسب ظروف السوق في البلد.

وينبغي أن تقترح التوصيات تدخلات تلبي ما يل:

- **تُمثل نهجًا شاملاً لتبريد منخفض الأثر المناخي:** ويشمل ذلك الحد من الطلب المستقبلي على التبريد من خلال استراتيجيات التبريد السلبي، وتعظيم الكفاءة باستخدام تكنولوجيات تتطلب طاقة أقل وتستخدم وسائط تبريد ذات قدرة أقل على إحداث الاحترار العالمي، وتحسين عمليات التبريد من خلال التدخلات في سلوك المستخدمين وممارسات الصيانة الجيدة.
- **تستفيد من أوجه التآزر بين العمليات والقطاعات: وينطوي ذلك على تسخير جميع موارد الطاقة المتاحة لتحقيق إمكانية الوصول الشامل إلى التبريد.**
- **تجمع بين أدوات السياسات، والتكنولوجيا، ومُمكنات السوق على النحو الأمثل.**
- **تتواءم مع الأهداف رفيعة المستوى للبلد، والالتزامات الدولية، والأولويات الوطنية.**

وعادةً ما تنطوي قائمة التوصيات على مفاضلة بين مستوى الجهد، والأثر المتوقع، والتكلفة المرتبطة به. ومن المهم أن يدرس فريق إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد هذه المفاضلة بعناية، وأن يُحدد أولويات التوصيات لضمان تحقيق البلد لأهدافه. وقد يضع فريق إعداد الخطة التدخلات التي تتميز بالاكتفاء الذاتي على المدى الطويل في مقدمة الأولويات – خاصةً إذا أصبحت ذاتية التمويل (مثل تقنيات التبريد المناطقي المجدية).

يشير مستوى الجهد إلى حجم الجهد المتوقع لتنفيذ التوصية. وعند تحديد مستوى الجهد، ينبغي للبلدان استكشاف التحديات المحتملة، فضلاً عن مُمكنات التنفيذ. ويمكن أن يكون مستوى الجهد مؤشرًا على المدة الزمنية والموارد المالية اللازمة لتنفيذ التدخلات المختلفة.

يصف الأثر المتوقع إجمالي وفورات الطاقة وتخفيضات الانبعاثات التي يمكن أن تُعزى إلى كل توصية أو تدخل. وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، من المهم أيضًا مراعاة جوانب مثل إمكانية الوصول إلى التبريد، ودائرية وسائط التبريد. وأخيرًا، من المهم بحث مدى مواءمة الأثر المتوقع والمنافع المشتركة الاجتماعية والاقتصادية الأخرى مع أولويات البلد و/أو أهداف التنمية المستدامة.

تشير التكلفة المرتبطة إلى التقديرات الخاصة بالتوصيات أو التدخلات المُقترحة. وينبغي لفريق إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد إدراج تقديرات تقريبية أو تصنيفًا للموارد المالية للتوصيات المُقترحة، مثل التدابير منخفضة أو متوسطة أو عالية التكلفة. وستكون هذه المعلومات مفيدة للبلدان أثناء عملية تحديد الأولويات، مع مراعاة جانب التكلفة والمنفعة بشكل عام، وليس فقط تكلفة التنفيذ الأولية.

الجدول (8) إرشادات نوعية للخطوة (6) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المعيار	الأسئلة التوجيهية	الاعتبارات
مستوى الجهد	- عوائق السياسات والعوائق التنظيمية: • هل هناك أي تغييرات مطلوبة في إطار السياسات أو الإطار التنظيمي القائم؟ - تتمتع دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بدرجات متفاوتة من النضج التنظيمي. فبعضها يمتلك اشتراطات بناء ومعايير كفاءة استهلاك طاقة راسخة، في حين لا تزال دول أخرى في طور إعداد هذه الأطر. - يمكن أن يخلق وجود إعانات الطاقة عوائق كبيرة على صعيد السياسات، حيث إنها غالبًا ما تُثبط تبني التقنيات الموفرة للطاقة. ويجب أن تعالج خطط العمل الوطنية للتبريد هذا الأمر - سيؤثر الاستقرار السياسي والكفاءة البيروقراطية لكل بلد بشكل كبير على القدرة على تنفيذ سياسات جديدة - العوائق المؤسسية: • ما عدد الهيئات/الجهات المعنية التي يجب إشراكها؛ وهل هناك أي تعقيدات ناتجة عن تعدد الهيئات؟ - قد يكون التنسيق المشترك بين الوزارات غائبًا أو محفوفًا بالتحديات في بعض دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. • هل تتوفر قدرات مؤسسية كافية؟ - يفتقر المهنيون في مجال التبريد إلى الخبرة الفنية اللازمة لتنفيذ التبريد المستدام. - يُعد إشراك القطاع الخاص في صنع السياسات أمرًا مهمًا لضمان التأييد. - ما مدى كثافة الموارد التي ستتطلبها عملية التنفيذ؟ • هل تتوفر الموارد البشرية الماهرة؟ - يُمثل توفر العمالة الماهرة لتركيب وصيانة تكنولوجيات التبريد المتقدمة مبعث قلق. - تُمثل الموارد المالية أيضًا عاملاً مؤثرًا. فبعض دول المنطقة لديها إمكانية الحصول على تمويل كبير، بينما تعتمد دول أخرى على المساعدات الدولية. • هل تتوفر التكنولوجيات اللازمة لدعم التوصية؟ - من المهم التمييز بين توفر التكنولوجيا وإمكانية الحصول عليها. - تعاني بعض دول المنطقة من قيود مالية كبيرة. - تقييم المُمكنات المحتملة التي يمكن أن تدعم التنفيذ • هل توجد أي أوجه تآزر مع المخططات والبرامج الحكومية القائمة؟ - تمتلك العديد من دول المنطقة "رؤية 2030"، وأهدافًا مُحددة للتنمية المستدامة، ومساهمات مُحددة وطنيًا مُوثقة. ويجب أن تسعى خطط العمل الوطنية للتبريد إلى إيجاد أوجه تآزر مع هذه المبادرات. - التعاون الإقليمي؛ سياسيًا، وفنيًا، وماليًا	- تحديد الهيئة المعنية القادرة على توجيه عملية التنفيذ والتنسيق بين الوزارات المعنية، وكذلك كيانات القطاع الخاص قدر الإمكان. - توفير جداول زمنية تتعلق بصياغة السياسات وتنفيذها قدر الإمكان. - بناءً على المعلومات المتاحة، تقييم التوصيات التي يمكن الشروع في تنفيذها على المدى القصير، والمتوسط، والطويل.
التكلفة المرتبطة	- ما الحجم المتوقع للاستثمار الأولي (تدابير منخفضة التكلفة، ومتوسطة التكلفة، وعالية التكلفة)؟ - ما مصادر التمويل القائمة أو المحتملة للتوصية المُقترحة؟	- بالإضافة إلى التكلفة الأولية، ينبغي مراعاة الفعالية المتوقعة من حيث التكلفة للتدبير المُقترح (نسبة ممتازة للتكلفة والمنفعة، ونسبة متوسطة للتكلفة والمنفعة، ونسبة منخفضة للتكلفة والمنفعة) بالتزامن مع ذلك أثناء عملية تحديد الأولويات.
الأثر المتوقع	- ما حجم تخفيضات الطاقة والانبعاثات في ضوء التزامات البلد (الوطنية والعالمية)؟ • نظرًا لارتفاع الطلب على التبريد في المنطقة، يمكن أن يكون لتدخلات التبريد المستدام أثر كبير على استهلاك الطاقة وانبعاثات الغازات الدفيئة. - إلى أي مدى تساعد هذه التخفيضات البلد على تلبية المساهمات المحددة وطنيًا الحالية وصياغة مساهمات مستقبلية؟ - ما مدى قابلية الإجراء المُوصى به للتوسع؟ - ما المنافع المشتركة الاجتماعية والاقتصادية المرتبطة بهذه الإجراءات؟ ما مدى دعمها لأولويات البلد وأهداف التنمية المستدامة؟ • تُعد إمكانية الوصول إلى التبريد عاملاً مهمًا يجب مراعاته في إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد. - من هم المستفيدون المستهدفون؟ وأي شريحة من السكان تستهدفها التوصية (الحكومة، أو المناطق الريفية، أو المناطق الحضرية، أو الشركات المصنعة، أو المزارعين)؟	- تحديد المكاسب السريعة ومجالات التدخل التي ستُسفر عن أعلى الآثار بما يتماشى مع أولويات البلد. على سبيل المثال: وفورات الطاقة ومنافع الشبكة، وخفض الانبعاثات، والمنافع الاجتماعية والاقتصادية للسكان، بما يشمل على سبيل المثال لا الحصر، الإنصاف في مجال الطاقة، والأمن الغذائي، والمنافع الصحية، وما إلى ذلك.

قد ترغب البلدان في التفكير في استخدام مصفوفات تحديد الأولويات لربط التوصيات/التدخلات المختلفة بالمعايير الأكثر ملاءمة للبلد. وعادةً ما تكون هذه المصفوفات من رتب عليا؛ ومع ذلك، يمكن تبسيطها لتصبح مصفوفات ثنائية الأبعاد، كما هو الحال عند الاكتفاء بمراعاة مستوى الجهد والأثر المتوقع. وفي هذه الحالة، ستكون التوصيات ذات الأولوية القصوى هي تلك التي تندرج ضمن فئة التوصيات منخفضة الجهد وعالية الأثر. وقد يتضمن أحد الأمثلة على مصفوفات تحديد الأولويات المُعلّمات التالية: الجهد/التكلفة، وعوائق السوق، والآثار المناخية. وسيتم تقييم مؤشر أولوية مُركّب بحيث تحظى التدابير ذات الجهد/التكلفة المنخفضة وعوائق السوق المنخفضة والآثار المناخية العالية بأعلى أولوية، بينما تحظى التدابير ذات الجهد/التكلفة العالية وعوائق السوق العالية والآثار المناخية المنخفضة بأدنى أولوية. وينبغي للبلدان بعد ذلك أن تدرس المفاضلات بين التدابير ذات الجهد/التكلفة العالية وعوائق السوق العالية والآثار المناخية العالية، مقابل التدابير ذات الجهد/التكلفة المنخفضة وعوائق السوق المنخفضة ولكن بآثار مناخية منخفضة.

Table X Example Prioritization Matrix for Sustainable Cooling Measures

التدخل / التدبير	الجهد والتكلفة (1=منخفض، 5=مرتفع)	عوائق السوق (1=منخفض، 5=مرتفع)	الأثر المناخي وأثر الطاقة (1=منخفض، 5=مرتفع)	الأولوية المُركّبة (مرتفعة = مكسب سريع)	ملاحظات
نشر مراوح السقف / المراوح العمودية	1	1	4	★★★★☆	تكلفة منخفضة جدًا، وإمكانية الاعتماد على نطاق واسع؛ تقلل من الطلب على مكيفات الهواء بشكل كبير.
الأسطح الباردة والطلاء العاكس	2	2	5	★★★★★	استراتيجية تبريد سلبي مُثبتة، تقلل من الحمل الحراري للمبنى، وقابلة للتوسع في المناخات الحارة.
حملات التوعية العامة وتغيير السلوك (تغيير درجات الحرارة المضبوطة، صيانة مكيفات الهواء)	1	1	4–3	★★★★☆	أثر فوري، وتكلفة لا تُذكر، ولكنها تتطلب تواصلاً مستمرًا.
الإضاءة الموفرة (LED) لتقليل الاكتساب الحراري الداخلي	1	1	3	★★★★☆	تقلل من حمل التبريد وتسهم في خفض فواتير الكهرباء.
تحسين معايير غلاف المبنى (المباني الجديدة)	3	3	5	★★★☆☆	أثر كبير على المدى الطويل، ولكن الاعتماد أبطأ بسبب اشتراطات البناء والإنفاذ.
معايير الأداء الأدنى للطاقة لمكيفات الهواء (كفاءة أعلى، ووسائط تبريد ذات قدرة أقل على إحداث الاحترار العالمي)	4	3	5	★★★☆☆	أثر رئيسي، ولكنها تتطلب تدخلات على صعيد السياسات/التنظيم وجاهزية السوق.
التبريد المناطقي في المناطق الحضرية المكتظة	5	4		★★☆☆☆	أثر كبير ولكنها كثيفة رأس المال، وليست مكسبًا سريعًا.
التبريد القائم على الطبيعة (الأشجار في المناطق الحضرية، هياكل التظليل)	2	2	4	★★★★☆	جهد معتدل، وتكلفة منخفضة نسبيًا، ومنافع مشتركة إضافية (الصحة، وجودة الهواء).

ينبغي لفريق إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد تجميع قائمة بالمنافع المتوقعة من تنفيذ التوصيات، مثل الآثار المناخية وآثار الطاقة، وسعات الشبكة المُتجنَّبة، وتخفيضات الانبعاثات. كما ينبغي لهم إرساء روابط لدعم الالتزامات الوطنية والدولية، مثل اتفاق باريس وتعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال (على سبيل المثال إدارة دورة حياة وسائط التبريد). كما ينبغي تسليط الضوء على المنافع الاجتماعية والاقتصادية (مثل إمكانية الوصول إلى التبريد، وتحسين سلسلة التبريد)، لا سيما فيما يتعلق بأهداف التنمية المستدامة والأهداف الوطنية. وينبغي تقييم المنافع نقديًا لتسهيل تحليل التكلفة والمنفعة.

تقدم هذه الخطوة توصيات عملية لتلبية احتياجات التبريد في البلد، وتقترح مسارات قابلة للتنفيذ، وتسعى إلى تحقيق التوافق بين الجهات المعنية الرئيسية والكيانات الحكومية.

03-4-3 الخطوة السابعة: وثيقة خطة العمل الوطنية للتبريد

تتمثل الخطوة الأخيرة في عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد في صياغة وثيقة الخطة، مع ضمان تضمينها العناصر الأساسية اللازمة لوضعها موضع التنفيذ. وتشمل العناصر الرئيسية التي ينبغي تضمينها إطارًا للتنفيذ والحوكمة، وبروتوكولاً للرصد، وعوامل النجاح الرئيسية، وعملية لإعادة المعايرة لإبقاء الخطة قابلة للتنفيذ ومُحدثة.

وتتضمن العناصر الرئيسية لوثيقة خطة العمل الوطنية للتبريد ما يلي:

1. سياق التبريد:
   - السياق الاجتماعي والاقتصادي: لمحة عامة عن محركات نمو الطلب على التبريد، والاتجاهات الكلية، وإمكانية الوصول إلى التبريد.
   - سياق السياسات: لمحة عامة عن السياسات، والبرامج، والالتزامات الدولية الرئيسية، مثل بروتوكول مونتريال واتفاق باريس.
   - السياق الفني وسياق السوق: لمحة عامة عن تقنيات التبريد السائدة، وممارسات الكفاءة، وسلوكيات السوق.

وقد ترغب دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في تضمين سرديات مُحددة للسياق، مثل تلك المتعلقة بإمكانية الوصول إلى التبريد، والطقس الحار، وسلسلة التبريد، وإدارة وسائط التبريد، والمزيج المستقبلي لتوليد الكهرباء والانبعاثات.

2. مقدمة خطة العمل الوطنية للتبريد وتوجهاتها:
   - دوافع الانطلاق (مثل الالتزامات الدولية، والأجندة الوطنية، والإرادة السياسية).
   - الأهداف العريضة، والنطاق، والحدود.
   - المصطلحات الرئيسية والسيناريوهات المستقبلية.
   - الافتراضات الشاملة وهيكلية التقرير.
3. إطار إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد: وصف لمجموعات الجهات المعنية، ومجموعات العمل، واللجان الإشرافية المشاركة.
4. لمحة عامة مُجمعة للتبريد على الصعيد الوطني:
   - مقارنة بين القطاعات للطلب على التبريد، واستهلاك طاقة التبريد، والانبعاثات.
   - وفورات الطاقة المحتملة النسبية لكل قطاع.
5. تقييم الطلب القطاعي على التبريد ومخرجاته:
   - متطلبات التبريد الحالية والمستقبلية، والطلب على وسائط التبريد، واستخدام الطاقة.
   - الأولويات الخاصة بكل قطاع وفرص التدخل الاستراتيجي.
6. التوصيات ذات الأولوية في خطة العمل الوطنية للتبريد:
   - أوجه التآزر والترابط بين التدخلات على صعيد السياسات.
   - معايير تحديد أولويات التوصيات وأثرها المتوقع.
7. إرشادات التنفيذ:
   - إطار التنفيذ والحوكمة.
   - الروابط بين توصيات خطة العمل الوطنية للتبريد والكيانات الحكومية.
   - بروتوكول الرصد، وعوامل النجاح الرئيسية، وعملية إعادة المعايرة.

يضمن تضمين إرشادات التنفيذ أن تكون خطة العمل الوطنية للتبريد قابلة للتنفيذ، ومدعومة بلجنة حوكمة، وأنظمة رصد، وموارد مالية من مختلف بنوك التنمية وجهات التمويل الوطنية. كما تضمن هذه الخطوة بقاء الخطة بمثابة "وثيقة حية"، قابلة للتحديث ببيانات ومعلومات جديدة.

وتُصيغ هذه الخطوة خطة العمل الوطنية للتبريد في شكل خطة قابلة للتنفيذ، ذات ملكية وحوكمة محددتين، وذلك لتوجيه ورصد التنفيذ وإجراء التعديلات المستقبلية متى لزم الأمر.

5-03 المرحلة الرابعة: إطار تنفيذ خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد، والرصد والإبلاغ والتقييم

تتمثل الغاية من المرحلة الأخيرة من منهجية خطة العمل الوطنية للتبريد في إرساء إطار لتنفيذ الخطة ورصد التقدم المحرز فيها بمرور الوقت، كما هو موضح في الشكل (10). وتُعد هذه المرحلة حاسمة لضمان جني الحكومة والجمهور لثمار خطة العمل الوطنية للتبريد، وضمان التنسيق السليم لجميع الجهود.

الشكل (10) ملخص المرحلة الرابعة من عملية إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد

1-5-03 الخطوة الثامنة: إرساء إطار التنفيذ

بمجرد اعتماد وثيقة خطة العمل الوطنية للتبريد كـ "وثيقة حية"، يجب على نقطة الاتصال الحكومية عرض الخطة على الوزارات المعنية و/أو مجلس الوزراء وحشد التأييد اللازم لاعتمادها. بعد ذلك، ينبغي لنقطة الاتصال تنسيق عملية إرساء إطار تنفيذي يُسند مسؤوليات واضحة لمختلف الوزارات المعنية. ويُستحسن تشكيل لجنة توجيهية مشتركة بين الوزارات للإشراف على تنفيذ خطة العمل الوطنية للتبريد. وأخيرًا، من الأهمية بمكان أن تضع البلدان إطارًا لتمويل التبريد المستدام استرشادًا بالنتائج الرئيسية المستخلصة من مراحل إعداد خطة العمل الوطنية المواءَمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، مع الاستفادة من أطر التمويل الإقليمية المتاحة، مثل:

- الصندوق الوطني لإدارة الطاقة والطاقات المتجددة والتوليد المشترك (FNMEERC)، والبرنامج الوطني لكفاءة الطاقة (PNME)، وبرنامج "طاقة نظيفة" في الجزائر[42].
- المرحلة الثانية من مرفق تمويل الاقتصاد الأخضر (GEFF II) في مصر.
- صندوق الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بالأردن (JREEEF) - برامج القطاع السكني في الأردن.
- العمل الوطني لكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة (NEEREA)، ومرفق تمويل الاقتصاد الأخضر في لبنان، والمشروع الوطني للمضخات الحرارية، وبرنامج الأجهزة المنزلية الإيطالية الموفرة للطاقة (IEEHA) في لبنان.

42 https://meetmed.org/wp-content/uploads/2024/04/meetMED-Guidebook-2024-.pdf

الجدول (xx) إرشادات نوعية للخطوة (8) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

النشاط الرئيسي	الإرشادات
عرض خطة العمل الوطنية للتبريد على صناع القرار	- تقديم عرض موجز ومبني على الأدلة لخطة العمل الوطنية للتبريد إلى مجلس الوزراء أو هيئة صنع القرار المماثلة. - التأكيد على مواءمة خطة العمل الوطنية للتبريد مع أهداف التنمية الوطنية (أمن الطاقة، والعمل المناخي، والصحة، والمرونة، والوظائف الخضراء). - التأكيد على الطبيعة الشاملة لعدة قطاعات لخطة العمل الوطنية للتبريد، وكيفية مساهمتها في تحقيق أهداف تنموية وطنية متعددة. - تكييف العرض ليتناسب مع الاهتمامات والأولويات المحددة لكل من الوزارات المعنية ومجلس الوزراء.
إرساء الملكية المؤسسية	- تكليف وزارة تنسيقية رائدة (غالبًا ما تكون وزارة الطاقة، أو البيئة، أو التخطيط) وتفويضها بصلاحية الإشراف على التعاون عبر القطاعات - تحديد وحدات تنسيق واضحة داخل كل وزارة من الوزارات المعنية (مثل البيئة، والطاقة، والصحة، والإسكان، والتنمية الحضرية، والمالية، والتعليم، والزراعة) - إضفاء الطابع الرسمي على الأدوار من خلال توجيهات رسمية، أو مذكرات تفاهم، أو قرارات من مجلس الوزراء.
تشكيل لجنة توجيهية مشتركة بين الوزارات	- إلزامية تمثيل الوزارات الرئيسية، والهيئات الوطنية للمعايير، والمؤسسات المالية، وجمعيات القطاع الخاص، ومنظمات المجتمع المدني. - تحديد المسؤوليات، مثل رصد التقدم، وحل النزاعات، والمواءمة مع الالتزامات الدولية (اتفاق باريس، وتعديل كيغالي، وأهداف التنمية المستدامة). - إنشاء أمانة لتقديم الدعم الفني والإداري وفي مجال إعداد التقارير.
وضع إطار تمويلي لتمويل أنشطة خطة العمل الوطنية للتبريد	- حصر مصادر التمويل الوطنية والإقليمية (الصناديق الخضراء، ومرافق تمويل المناخ، وبنوك التنمية، والجهات المانحة الثنائية، واستثمارات القطاع الخاص). - إعطاء الأولوية لنُهج التمويل المختلط التي تجمع بين التمويل العام، والقروض الميسرة، واستثمارات القطاع الخاص. - ضمان دعم استراتيجية التمويل لكل من تدخلات جانب العرض (التكنولوجيات الفعالة، والتحول في استخدام وسائط التبريد) وتدابير جانب الطلب (التبريد السلبي، وتغيير السلوك، واشتراطات البناء).

دراسة الحالة (7)
التمويل

2-5-03 الخطوة التاسعة: إرساء إطار للرصد والإبلاغ والتقييم والرصد والتحقق والإنفاذ (MRE)/(MVE)

في أعقاب اعتماد خطة العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وبدء تنفيذها، يُعد إرساء إطار شامل للرصد والإبلاغ والتقييم و/أو الرصد والتحقق والإنفاذ أمرًا بالغ الأهمية. وستكون هذه الأطر بمثابة حجر الزاوية لضمان المشاركة الفعالة من الوزارات المعنية ومختلف الجهات المعنية، ودفع عجلة التقدم الجماعي نحو تحقيق الأهداف الوطنية للتبريد المستدام.

الجدول (9) إرشادات نوعية للخطوة (9) من خطة العمل الوطنية المواءمة للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المبدأ الرئيسي والهدف	الإرشادات		القيمة
الشفافية والمساءلة	ضمان سهولة وصول جميع الجهات المعنية إلى البيانات ونتائج التقييم		تعزيز المساءلة وبناء الثقة
اتخاذ القرارات القائمة على البيانات	جمع بيانات عالية الجودة وتحليلها		اتخاذ قرارات مستنيرة لتخصيص الموارد
إشراك الجهات المعنية	الإشراك الفعال والمستمر لجميع الجهات المعنية: العامة والخاصة والمدنية إرساء دورات مراجعة منتظمة لتعديل خطة العمل الوطنية للتبريد استجابةً للتقدم التكنولوجي، والفرص المالية، وديناميكيات السوق		تعزيز الزخم نحو النجاح وتحقيق عمل أكثر شمولاً وتكاملاً واستنارة في مجال التبريد
الإدارة التكيفية	تيسير التحسين المستمر		مواصلة تعديل الخطة وتنقيحها
المقاييس الكمية والنوعية	المقاييس الكمية: - خفض استهلاك الطاقة - خفض انبعاثات وسائط التبريد - الحد من الفاقد والمهدر من الأغذية - الاستثمارات المالية	المقاييس النوعية: - فعالية تنفيذ السياسات - رضا الجهات المعنية - التغيرات السلوكية	دعم الامتثال للالتزامات الدولية وانتقال قطاع التبريد نحو التبريد المستدام
المواءمة مع الأهداف الوطنية والدولية	المواءمة مع أهداف التنمية الوطنية، فضلاً عن الالتزامات الدولية مثل اتفاق باريس وتعديل كيغالي.		اتساق البيانات (مثل تقارير الشفافية لفترة السنتين، والإبلاغ عن مركبات الهيدروفلوروكربون، وما إلى ذلك).

تتمثل المكونات الرئيسية لإطار الرصد والإبلاغ والتقييم في إرساء خط أساس، وهو ما يتم عادة خلال الخطوة (3) من خطة العمل الوطنية للتبريد في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ثم تحديد مؤشرات واضحة وقابلة للقياس لخط الأساس. ويلي ذلك وضع نظام لتتبع التقدم المحرز نحو تحقيق الأهداف الوطنية، باستخدام مزيج من المؤشرات الكمية والنوعية. وتشمل بعض مؤشرات الأداء الرئيسية ما يلي:

- تحسينات كفاءة استهلاك الطاقة في معدات التبريد (كيلوواط / طن تبريد).
- التقدم المحرز في إدارة دورة حياة وسائط التبريد
- خفض الانبعاثات الوطنية لغازات الدفيئة من قطاع التبريد
- اعتماد تكنولوجيات التبريد المستدام
- تنفيذ اشتراطات طاقة المباني والمواصفات القياسية
- المنافع الاجتماعية والاقتصادية (مثل زيادة الإنتاجية، والحد من هدر الأغذية، وزيادة إمكانية الوصول إلى التبريد للفئات الضعيفة، وتبريد السلع (مثل الأدوية، وما إلى ذلك)، والحد من الإجهاد الحراري للعمال، وما إلى ذلك).
- الاستثمارات المالية في مشروعات التبريد المستدام.

يُعد إطار الرصد والتحقق والإنفاذ مكونًا حاسمًا في أي نظام تنظيمي أو نظام لتنفيذ السياسات، لا سيما في القطاعات المتعلقة بالبيئة والطاقة مثل التبريد المستدام. ويضمن إطار الرصد والتحقق والإنفاذ الفعال الامتثال للمواصفات القياسية والالتزامات، وقياسها بشفافية، وإنفاذها. ويتضمن ستة أنشطة رئيسية:

1. الرصد: ينطوي على الجمع المنهجي للبيانات لتتبع الأداء والامتثال للسياسات، أو المواصفات القياسية، أو الأهداف. ويمكن تحقيق ذلك من خلال أنظمة جمع البيانات ومراقبة السوق.
2. التحقق: يضمن أن البيانات المُبلغ عنها أو المُقاسة دقيقة، وموثوقة، وممتثلة للمتطلبات المحددة. وينطوي هذا النشاط على الاختبار المستقل للمنتجات، أو إجراء عمليات تدقيق للمرافق، أو التحقق من الصحة القائم على المشروعات. وينبغي أن يتضمن طرقًا موحدة لاختيار الوحدات أو الحالات لاختبارات التحقق.
3. الإنفاذ: يُستخدم لضمان الامتثال، وتصحيح حالات عدم الامتثال أو المعاقبة عليها. وينبغي تحديد سلطة قانونية بوضوح لإرساء أساس قانوني لإجراءات الإنفاذ (الغرامات، أو سحب المنتجات من السوق، أو إلغاء التراخيص، وما إلى ذلك). ويُفضل وجود عقوبات متدرجة أو متناسبة اعتمادًا على شدة عدم الامتثال أو تكراره، ووضع متطلبات للجهات الفاعلة غير الممتثلة لتصحيح المشكلات (مثل تحسين تصميم المنتج، أو الإشعار العام). وينبغي مراجعة معايير الامتثال دوريًا لمراعاة التغيرات في السياسة الوطنية والنضج التكنولوجي.
4. الترتيبات المؤسسية: تحدد أدوار ومسؤوليات مختلف الوكالات والجهات الفاعلة. وعادةً ما تُناط قيادة جهود الرصد والتحقق والإنفاذ بوزارة أو سلطة وطنية. وينبغي لهذه الجهة الرائدة التنسيق بين الوزارات، والجمارك، ومختبرات الفحص، وجهات الإنفاذ لضمان التشغيل الفعال. وبالإضافة إلى ذلك، من الأهمية بمكان توفير التدريب المناسب والموارد اللازمة للوكالات، والمفتشين، والجهات المعنية في القطاع. وأخيرًا، ينطوي هذا النشاط على إشراك الجهات المعنية، بما في ذلك الشركات المصنعة، والمجتمع المدني، والجمهور.
5. إدارة البيانات والشفافية: تتيح التتبع والتحليل والإبلاغ الفعال عن نتائج الرصد والتحقق والإنفاذ. وفي هذا النشاط، ينبغي للحكومة إنشاء قواعد بيانات مركزية مزودة بأنظمة آمنة لجمع البيانات وإدارتها من مختلف الجهات المعنية. ومن شأن ذلك أن يجعل بيانات محددة من الرصد والتحقق والإنفاذ متاحة للرقابة العامة أو القطاعية. وينبغي للجهة الرائدة الاستفادة من أنظمة تكنولوجيا المعلومات (مثل السجل الرقمي للمنتجات) من أجل الرصد عن بُعد، أو التنبيه الآلي، أو التتبع في الوقت الفعلي.
6. التغذية الراجعة والتحسين المستمر: تسمح بتنقيح السياسات وآليات الرصد والتحقق والإنفاذ بمرور الوقت. ومن خلال هذا النشاط، ستُجري الجهة الرائدة تقييمًا دوريًا لفعالية السياسات وأدوات الرصد والتحقق والإنفاذ. ويمكن تحقيق ذلك باستخدام نهج الإدارة التكيفية الذي يُعدّل سياسات التبريد المستدام بناءً على نتائج الرصد والتحقق والإنفاذ، ويدمج التغذية الراجعة في التخطيط المستقبلي وتبادل المعرفة على الصعيد الدولي.

يقدم الجدول (10) ملخصًا للمكونات النموذجية للرصد والتحقق والإنفاذ للأنشطة المختلفة المذكورة أعلاه في ثلاثة مكونات تنظيمية لسياسات التبريد المستدام: معايير الأداء الأدنى للطاقة، وإدارة وسائط التبريد، واشتراطات البناء.

الجدول 10 مثال على مكونات الرصد والتحقق والإنفاذ للأنشطة المختلفة ذات الصلة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المكونات	معايير الأداء الأدنى للطاقة	وسائط التبريد	اشتراطات البناء
الرصد	مراقبة الأسواق والإقرارات	سجلات الاستيراد وتقارير التسرب	مراجعة التصاريح، والتفتيش الميداني
التحقق	الفحص المخبري وعمليات التدقيق	عمليات تدقيق الحصص وفحوصات الإتلاف	اختبار غلاف المبنى والتشغيل التجريبي
الإنفاذ	الغرامات والسحب من السوق	عقوبات الحصص والترخيص	حجب تصاريح البناء/شهادات الإشغال
المؤسسات	وزارات الطاقة والجمارك	وزارات البيئة والمستوردون	وزارات البناء، والسلطات الحضرية والمفتشون
إدارة البيانات	قواعد بيانات المنتجات، وسجل بطاقات كفاءة الطاقة	التتبع الوطني + الربط الجمركي	أنظمة إصدار التصاريح والتفتيش الإلكترونية
حلقة التغذية الراجعة	رفع معايير الأداء الأدنى للطاقة بمرور الوقت	تعديل الحصص وتوسيع نطاق الإتلاف	تحديث الاشتراطات وتحسين التدريب

04

المضي قدمًا: التصدي للتحديات الإقليمية والنهوض بالتبريد المستدام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

يُعد إعداد خطط العمل الوطنية للتبريد خطوة أولى مهمة في إرساء رؤية واضحة وإطار عمل للتبريد المستدام في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وتوفر هذه الخطط الأساس اللازم لتلبية احتياجات التبريد المُلحة بالتوازي مع المواءمة مع الأولويات المناخية والتنموية. وللانتقال من مرحلة التخطيط إلى إحداث الأثر الفعلي، يمكن للبلدان تعزيز القدرات الفنية والمؤسسية من خلال برامج تدريبية موجهة، وتعزيز التنسيق بين الجهات الفاعلة الوطنية ودون الوطنية والقطاعية، مما يُمكن من تنفيذ السياسات، والمواصفات القياسية، والبرامج بفعالية أكبر وعلى نطاق واسع. وتتمتع المنطقة بإمكانات هائلة للتعاون الإقليمي بشأن مواءمة معايير الأداء الأدنى للطاقة وبطاقات كفاءة الطاقة، وهو ما من شأنه أن يرفع سقف الطموح، ويدعم الإنفاذ، ويتغلب على تجزئة السوق، ويسرع وتيرة اعتماد تقنيات التبريد الفعالة والصديقة للمناخ. وبالمثل، يقدم النهج الإقليمي للقياس والتحقق (M&V) حلاً أكثر فعالية من حيث التكلفة مقارنةً بجهود كل بلد على حدة، وذلك من خلال الاستفادة من الموارد المشتركة وأفضل الممارسات لضمان إعداد تقارير رصينة.

وبناءً على هذا الأساس، يمكن للبلدان وضع خرائط طريق استثمارية تحدد الاحتياجات التمويلية، ومصادر رأس المال المحتملة، وآليات تعبئة الموارد لحلول التبريد المستدام. ويمكن ربط هذه الخرائط بحزمة من المشروعات القابلة للتمويل التي تعالج أولويات التخفيف والتكيف معًا؛ بدءًا من نشر التكنولوجيات عالية الكفاءة ووسائط التبريد الصديقة للمناخ، وصولاً إلى توسيع نطاق إمكانية الحصول المنصف على التبريد، والبنية التحتية القادرة على الصمود مناخيًا. ويمكن للبلدان أن تضمن الإدماج الدقيق لإنجازات برامج التبريد في آليات الإبلاغ الوطنية والدولية، سواء من الناحية الفنية (مثل الانبعاثات المتجنبة من غازات الدفيئة، ووفورات الطاقة) أو الاقتصادية (مثل توفير الوظائف، وخفض فواتير الطاقة).

ويضمن هذا الإدماج الاستراتيجي أن يصبح التبريد المستدام ركيزة أساسية للتنمية القادرة على الصمود مناخيًا ضمن الاستراتيجيات الوطنية، مثل استراتيجية الطاقة المستدامة المتكاملة لعام 2040 (ISES 2040) في مصر والخطط المماثلة في جميع أنحاء المنطقة، مما يرسم معالم حاضر ومستقبل يتسمان بالاستدامة والازدهار الحقيقيين.

05

دراسات الحالة

دراسة الحالة (1): التقييم القطاعي للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد في الأردن

قبل بدء إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد في الأردن، أجرى برنامج كول أب تقييمًا قطاعيًا للطلب الحالي والمستقبلي على التبريد في الدولة. وستكون دراسة التوقعات هذه مدخلًا مهمًا في مرحلة النمذجة ضمن إعداد خطة العمل الوطنية للتبريد، إذ يمكن الاستفادة من نهج النمذجة والعديد من مدخلات البيانات. شملت دراسة التوقعات قطاعي تكييف الهواء السكني والتجاري، فضلًا عن قطاع التبريد التجاري. ووُسّع نطاق النمذجة المُجراة لخطة العمل الوطنية للتبريد ليشمل قطاعات تبريد إضافية، مثل تكييف الهواء المتنقل، والتبريد الصناعي، وتبريد وسائل النقل، والتبريد السكني.

ولوضع نمذجة دقيقة تعكس واقع قطاع التبريد الأردني، تم اتباع نهج قائم على إشراك جهات معنية متعددة. وجُمعت المدخلات والبيانات من خلال مشاركة الجهات الحكومية، وقطاع الصناعة، وقطاع التمويل، والأوساط الأكاديمية. وضمنت هذه العملية التعاونية، التي قادتها وزارة البيئة وبرنامج كول أب، أن تعكس النمذجة التقنيات المستخدمة حاليًا بدقة، وكفاءة استهلاك الطاقة في المباني، والبيئة السياساتية.

وشملت التحديات محدودية البيانات المتعلقة بالوضع الحالي لقطاع التبريد، لا سيما فيما يخص تكييف الهواء والتبريد التجاري. وعُولجت فجوة البيانات من خلال جمع البيانات الأولية ميدانيًا، ووضع افتراضات صادق عليها خبراء القطاع. كما أُجريت مقابلات مع خبراء من قطاع الصناعة لضمان واقعية الافتراضات المتعلقة باتجاهات السوق المستقبلية والتطور التكنولوجي.

وضمن جمع البيانات والتحقق من صحتها للتغلب على فجوات البيانات أن تكون النمذجة دقيقة قدر الإمكان. وفيما يتعلق بالمدخلات السياساتية الخاصة بالبيئة التنظيمية الحالية والمستقبلية، تمكن برنامج كول أب من الاستعانة بالرؤى المستخلصة من تقرير التحليل التنظيمي للأردن.

وأظهرت الدراسة أن قطاع التبريد يتوقع زيادة بمقدار خمسة أضعاف في وحدات تكييف الهواء بحلول عام 2050، وزيادة بنسبة 35% في التبريد التجاري، مما يؤدي إلى ارتفاع كبير في الطلب على الكهرباء بأكثر من 3.5 ضعفًا، في حين أن الانبعاثات (المباشرة وغير المباشرة على حد سواء) قد ترتفع ارتفاعًا كبيرًا في حال عدم التدخل.

وتضع الدراسة نماذج لأربعة سيناريوهات، تتراوح من الاتجاه الحالي (P0) إلى ثلاثة سيناريوهات للتخفيف (P1-P3) معروضة في [Error! Reference source not found.]، حيث يُظهر السيناريو (P3) النتائج الأكثر طموحًا، بما في ذلك خفض الطلب على الكهرباء بنسبة 46%، وخفض الانبعاثات بنسبة تصل إلى 73% بحلول عام 2050. وتؤكد هذه النتائج على الحاجة إلى اتخاذ إجراءات مبكرة وطموحة تشمل كفاءة استهلاك الطاقة، والتحول في استخدام وسائط التبريد، والسياسات الداعمة لتحقيق أهداف الاستدامة والمناخ.

وفي حين حُدثت النمذجة منذ ذلك الحين وستُدرج في خطة العمل الوطنية للتبريد الأردنية المنشورة، فإن النهج والخطوات المتخذة كانت حاسمة للعمل الذي أُنجز لاحقًا في نمذجة الخطة.

الشكل (11) توقعات برنامج كول أب وإجراءات التخفيف

43 https://www.cooluppprogramme.org/knowledge-base/reports/regulatory-analysis-jordan/

44 https://www.cooluppprogramme.org/knowledge-base/reports/cooling-sector-prospects-study-jordan/

45 ثلاثة سيناريوهات للتخفيف: التوقع (P1) تأثير معتدل، التوقع (P2): تأثير عالٍ، التوقع (P3): تأثير عالٍ +.

دراسة الحالة (2):
رسم خريطة السياق القُطري في مصر (برنامج كول أب)

أجرى برنامج كول أب دراسة حول وضع قطاع التبريد في مصر ونشرها.[46] وقدمت الدراسة لمحة عامة عن أسواق تكييف الهواء، والتبريد التجاري، ووسائط التبريد. ورغم أن هذه الدراسة سبقت خطة العمل الوطنية للتبريد بأكثر من عام، كان الفهم الأعمق لسياق قطاع التبريد الوطني مهمًا في تحديد الحاجة إلى خطة عمل سياساتية شاملة مثل خطة العمل الوطنية للتبريد.

وتمثّل أحد مكامن القوة الرئيسية لتقرير حالة قطاع التبريد في الجمع الشامل للبيانات من خلال مقابلات الخبراء والنماذج العالمية، مما وفر رؤى حول الوضع الراهن لأسواق تكييف الهواء والتبريد التجاري. وكانت مقابلات الخبراء حاسمة لاكتساب رؤى حول أجزاء السوق التي لم تتوافر عنها بيانات، وللمصادقة على مخرجات النماذج العالمية على المستوى الوطني المصري.

وعلاوة على تقرير حالة قطاع التبريد الذي ركز على السوق، أعد برنامج كول أب أيضًا تقارير حول المشهد التمويلي[47] والسياساتي[48] فيما يتعلق بالتبريد في مصر. وقدمت هذه التقارير مجتمعة لمحة عامة شاملة عن قطاع التبريد بأكمله في مصر، ومثّلت عملية رسم لخريطة السياق.

وحددت عملية رسم الخريطة الحاجة إلى تعزيز الوعي وبناء القدرات بين الجهات المعنية فيما يتعلق بوسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، حيث أدت المخاوف المتعلقة بالسلامة ونقص المعرفة إلى عرقلة اعتمادها. وبالإضافة إلى ذلك، أدى غياب اللوائح الوطنية المتعلقة بالغازات المفلورة وعدم اكتمال التصديق على تعديل كيغالي إلى خلق حالة من عدم اليقين القانوني[49]، مما أعاق التخطيط والاستثمار طويل الأجل في تقنيات التبريد المستدام. وأظهر رسم خريطة السياق القُطري أن مصر تتمتع بإمكانات سوقية قوية لحلول التبريد الموفرة للطاقة والصديقة للمناخ، لا سيما في ظل توافر المزيد من الدعم التنظيمي والمالي والفني.

وقد أرسى رسم الخريطة هذا الأساس لإعداد خطة العمل الوطنية للتبريد، حيث قدم فهمًا سياقيًا أعمق لقطاع التبريد في مصر. كما حدد التوصيات والاستراتيجيات السياساتية الأولية لتعزيز التبريد المستدام في مصر، وأظهر إمكانية ضمان مسارٍ للتبريد المستدام باتباع نهج سياساتي منسق من خلال خطة العمل الوطنية للتبريد.

دراسة الحالة (3) :
معايير الأداء الأدنى للطاقة في لبنان

تُحدد خطة العمل الوطنية للتبريد في لبنان[50]، بدعم من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، التدابير الرئيسية الرامية إلى الانتقال بالدولة نحو التبريد المستدام والفعال. وتُبرز الخطة الحاجة إلى إرساء معايير الأداء الأدنى للطاقة وأنظمة لبطاقات الكفاءة الخاصة بالثلاجات ومكيفات الهواء، في ظل افتقار لبنان حاليًا إلى هذه الأدوات التنظيمية.

كما تُقدِّر تكلفة تنفيذ نظام لتوفير الحوافز والتخلص من هذه الأجهزة بنحو ١٨٧,٥ مليون دولار أمريكي على مدى تسع سنوات. وتُحدد الخطة تحديات حاسمة، مثل انخفاض كفاءة الأجهزة، ومحدودية الحوافز السوقية للمنتجات الموفرة للطاقة، وغياب آليات الإنفاذ.

وتشمل التدابير المقترحة وضع معايير طموحة للأداء الأدنى للطاقة، وتشجيع استخدام وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي، والارتقاء بالقدرات الفنية في قطاع الصيانة، وتطوير آليات تمويلية لدعم استبدال الأنظمة غير الفعالة. وصُممت هذه الإجراءات لخفض استهلاك الكهرباء، وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة، والمواءمة مع التزامات لبنان المناخية بموجب تعديل كيغالي واتفاق باريس.

بيد أن الأزمات الاقتصادية والسياسية المستمرة في لبنان عرقلت تنفيذ هذه السياسات، مما أدى إلى تأجيل الإنفاذ التنظيمي واعتمادها في السوق. ورغم هذه العقبات، يسّر برنامج كول أب مبادرات لبناء القدرات، شملت برامج تدريبية للفنيين على أنظمة التبريد الموفرة للطاقة، وأرسى الأساس لتحقيق تقدم مستقبلي في مجال التبريد المستدام.

46 https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/cooling-sector-status-report-egypt
47 https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/insights-into-egypts-refrigeration-and-air-conditioning-finance-landscape
48 https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/regulatory-analysis-egypt
49 صُدّق على تعديل كيغالي في مصر منذ ذلك الحين، بتاريخ 22 أغسطس 2023.
50 https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-11/undp-summary-of-national-cooling-action-plans.pdf

دراسة الحالة (4):
اشتراطات البناء المُحسَّنة.

تُبرز خارطة الطريق الإقليمية للمباني والتشييد في المنطقة العربية الصادرة عن التحالف العالمي للمباني والتشييد[51] دور اشتراطات البناء المُحسَّنة كدراسة حالة بالغة الأهمية في الارتقاء بممارسات التشييد المستدام. وأحرزت عدة دول عربية تقدمًا ملحوظًا عبر تحديث اشتراطات طاقة المباني لتضمين معايير كفاءة استهلاك الطاقة، لا سيما في الإنشاءات الجديدة.

فعلى سبيل المثال، نفذ الأردن تحديثات على اشتراطات البناء الوطنية لدمج متطلبات العزل الحراري وتسخين المياه بالطاقة الشمسية. وبالمثل، استحدث المغرب لوائح حرارية للمباني بهدف الارتقاء بأداء الطاقة.

وترمي هذه الاشتراطات المُحسَّنة إلى خفض الطلب على الطاقة، وتحديدًا لأغراض التبريد، والذي يكتسي أهمية كبرى في المنطقة نظرًا لمناخها الحار.

وتؤكد خارطة الطريق ضرورة وجود آليات إنفاذ فعالة، وبناء قدرات السلطات المحلية، وإشراك الجهات المعنية لضمان نجاح تنفيذ هذه الاشتراطات المُحسَّنة. وتكتسي هذه الجهود أهمية محورية في مواءمة قطاع التشييد في المنطقة مع الأهداف المناخية الوطنية وأهداف اتفاق باريس.

دراسة الحالة (5):
التبريد السلبي في المباني.

يُمثّل مسكن دار العقود في عمّان، الأردن[52] (الشكل 11) نموذجًا لدمج استراتيجيات التصميم السلبي ضمن مشروع «BUILD_ME». ويضم هذا المنزل المخصص لأسرة واحدة، والذي صممه المهندس المعماري ماهر أبو سمرة (من مكتب ماس للتصميم - MAS Design Studio)، عناصر معمارية إسلامية ومتوسطية تقليدية؛ مثل الجدران الحجرية الحاملة، والأسقف المقببة، والقباب، والفناء المركزي.

وتُوظَّف هذه العناصر، المتجذرة في التصميم المحلي، استراتيجيًا لتحسين التهوية الطبيعية والراحة الحرارية، ومن ثم تقليل الاعتماد على أنظمة التبريد الميكانيكية. وقدم فريق مشروع "BUILD_ME" الدعم الفني لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في المبنى، مبرهنًا على إمكانية تطويع مبادئ التصميم التقليدية لتلبية أهداف الاستدامة المعاصرة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الشكل (12)
مسكن دار العقود
في عمّان، الأردن

51 https://globalabc.org/sites/default/files/2023-05/GlobalABC%20Regional%20Roadmap%20for%20Buildings%20and%20Construction%20in%20the%20Arab%20Region.pdf

52 https://www.buildings-mena.com/info/dar-al-oqoud-amman-jordan

دراسة الحالة (6):
الوصول إلى التبريد عبر التبريد السلب

يُلبي مشروع "كون" (KONN) للمنازل النمطية في الأردن (الشكل 12)[53] الحاجة الملحة إلى مساكن ميسورة التكلفة ومستدامة مزودة بحلول تبريد ملائمة. وصُممت هذه المنازل النمطية المخصصة لأسرة واحدة، والتي طورها مكتب عريقات معماريون (Uraiqat Architects)، لتكون اقتصادية وموفرة للطاقة في آن واحد. وتعاون مشروع "BUILD_ME" مع شركة كون لتنفيذ تدابير كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة، مع التركيز على تعزيز إمكانية الوصول إلى التبريد للسكان.

ومن خلال دمج تقنيات البناء النمطي الذكي واستراتيجيات التبريد السلبي، تحافظ المنازل على درجات حرارة داخلية مريحة مع تقليل استهلاك الطاقة إلى الحد الأدنى. وتُبرز دراسة الحالة هذه إمكانية الجمع بين التصميم المبتكر والتكنولوجيات الموفرة للطاقة لتحسين توفير التبريد في المساكن ميسورة التكلفة داخل منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الشكل (13)
مشروع "كون" (KONN) للمنازل النمطية

دراسة الحالة (7):
التمويل

قيّم برنامج كول أب في الأردن الجدوى الاقتصادية للانتقال نحو وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي وأنظمة تبريد أكثر كفاءة في المتاجر الكبرى والمباني السكنية. وأثبتت النتائج الجدوى المالية، بمرور الوقت، للاستثمارات الأولية في وسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي وتكنولوجيات التبريد الموفرة للطاقة، لا سيما عند اقترانها بالحوافز السياساتية وأدوات التمويل الأخضر. وتُعد هذه الجهود بمنزلة نماذج قابلة للمحاكاة لتوسيع نطاق حلول المباني والتبريد المستدامة في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

على سبيل المثال، نفذ البنك المركزي المصري مبادرة استراتيجية تُلزم البنوك بتخصيص 20% من محافظها الإقراضية لدعم المشروعات الصغيرة والمتوسطة (SMEs)، بما يشمل الارتقاء بكفاءة استهلاك الطاقة (EE) وتحسين تقنيات التبريد.

ويكمل ذلك التعاون الدولي، لا سيما مع البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD)، الذي أطلق برامج مخصصة للتمويل الأخضر لتعزيز الاستثمار في حلول التبريد النظيف.

وتسهم أدوات مثل الائتمان الأخضر المتجدد، وشراكات القطاعين العام والخاص (PPP)، والدعم المقدم من صناديق مثل صندوق المناخ الأخضر (GCF) في الحد من مخاطر الاستثمارات في تقنيات التبريد الموفرة للطاقة ووسائط التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي (GWP). وتُثبت هذه الهياكل المالية قدرة أدوات التمويل المخصصة على دفع عجلة الاعتماد واسع النطاق للتبريد المستدام في مصر، لتكون بمنزلة نموذج يُحتذى به لغيرها من دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.[54]

53 https://www.buildings-mena.com/info/pilot-projects-phase-ii-2019-2021?utm_source=chatgpt.com

54 https://www.coolupprogramme.org/knowledge-base/reports/cooling-sector-status-report-egypt/

دراسة الحالة (8):
كفاءة استهلاك الطاقة، وإدارة دورة حياة وسائط التبريد (LRM)، والتحول في استخدام وسائط التبريد[55]

في عام 2019، أطلقت الحكومة المغربية، بالتعاون مع الجهات المعنية في قطاع الصناعة والشركاء غير الحكوميين، نادي مشتري مكيفات الهواء للقطاع المصرفي في المغرب (Morocco Banker's Air Conditioner (AC) Buyers Club). واستهدفت المبادرة تيسير الحصول على مكيفات هواء الغرف عالية الكفاءة وذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي بأسعار تنافسية وميسورة.

وكشف تقييم أولي عن هيمنة الوحدات ذات كفاءة الطاقة الاسمية المنخفضة على مخزون مكيفات هواء الغرف المركّبة في المغرب، والتي تستخدم في المقام الأول وسيط التبريد (HCFC-22)، مع وجود بعض الوحدات العاملة بوسيط التبريد (R-410A). وغالبًا ما كانت هذه الوحدات تعاني من سوء التركيب وقصور الصيانة، مما ساهم في زيادة استهلاك الطاقة. وعلاوة على ذلك، رُصدت تأثيرات كبيرة لظاهرة الجزر الحرارية الحضرية في المدن محل الدراسة.

ولمعالجة هذه الإشكاليات، أطلق نادي المشترين، بشراكة مع بنك أفريقيا، مشروعًا استرشاديًا لاستبدال مكيفات هواء الغرف المتقادمة بطرازات متطورة. وشملت هذه الجهود تطوير مقياس جديد للبصمة الكربونية لدورة الحياة يراعي عوامل مثل:

- توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها في ظل درجات حرارة محيطة مرتفعة.
- تأثير الجزر الحرارية الحضرية، بما في ذلك تكدس مكثفات مكيفات الهواء.
- الكثافة الكربونية للطلب الهامشي على الطاقة خلال ساعات الذروة وخارجها.

ورُكّبت وحدتان تقليديتان من مكيفات هواء الغرف، ووحدتان حديثتان تعملان بتكنولوجيا العاكس وتستخدمان وسيط التبريد (HFC-32)، مع إخضاعها للمراقبة في فروع بنك أفريقيا في مراكش، إحدى أشد مدن المغرب حرارة. وتُلخّص النتائج الرئيسية لهذه الدراسة أدناه:

البيان	الموقع	وسيط التبريد	معامل الأداء/استهلاك الطاقة	تكلفة الطاقة
خط الأساس (1)	فروع بنك أفريقيا في دار السعادة، مراكش	HCFC-22	معامل الأداء = 2.0 1,800 كيلوواط ساعة/سنة	2,680 درهمًا (280 دولارًا أمريكيًا)
خط الأساس (2)	فروع باب دكالة، مراكش	HCFC-22	معامل الأداء = 2.8 1,200 كيلوواط ساعة/سنة	1,650 درهمًا (170 دولارًا أمريكيًا)
الوحدة البديلة	فروع بنك أفريقيا في دار السعادة، مراكش	HFC-32	معامل الأداء = 5.3 650 كيلوواط ساعة/سنة	790 درهمًا (80 دولارًا أمريكيًا)

وأثبتت مكيفات هواء الغرف العاملة بتكنولوجيا العاكس ووسيط التبريد (HFC-32) إمكانية تحقيق وفورات في الطاقة تصل إلى 70% مقارنة بوحدات خط الأساس. وفضلًا عن الكفاءة، أبرز المشروع الفوائد الاقتصادية والبيئية الناجمة عن الاسترداد والتدمير الآمن لوسائط التبريد المتقادمة (مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون، ومركبات الهيدروفلوروكربون ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي) باستخدام أفران الأسمنت المحلية.

ورغم محدودية حجم العينة وعدم ضبطها لمتغيرات مثل حركة الأبواب، أو معدلات الإشغال، أو التفضيلات السلوكية، تشير النتائج بوضوح إلى قدرة استبدال مكيفات الهواء القديمة، ومتدنية الكفاءة، ورديئة الصيانة، على إحداث تخفيضات ملموسة في استهلاك الكهرباء. ويسهم ذلك في تنقية الهواء، وحماية المناخ، وتحسين الصحة العامة. وعلاوة على ذلك، يمكن توجيه وفورات الطاقة نحو إنفاق الأسر والشركات على السلع والخدمات المحلية، مما يعزز رفاه المجتمع والمرونة الاقتصادية.

55 https://igsd.org/wp-content/uploads/2021/05/Morocco-BMCE-Bank-of-Africa-RAC-Pilot-Final-6-April-2021.pdf

دراسة الحالة (9):
سد فجوة الوصول إلى التبريد – حلول قابلة للتوسع

في فصول الصيف القائظة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، قد يكون الوصول إلى التبريد مسألة بقاء. ومع ذلك، تفتقر العديد من المجتمعات إلى خدمات التبريد الموثوقة، بالتزامن مع تسبب تغير المناخ في الارتفاع الحاد لدرجات الحرارة وزيادة الطلب. وأظهر تقرير آفاق التبريد لعام 2022 الصادر عن مبادرة الطاقة المستدامة للجميع افتقار شخص واحد من بين كل سبعة أشخاص عالميًا (1.2 مليار نسمة) إلى حلول التبريد الملائمة، مما يهدد قدرتهم على النجاة من الحرارة الشديدة، أو تخزين الغذاء، أو تلقي اللقاحات. وتقف منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في الخطوط الأمامية لهذه الأزمة. وفي مصر، على سبيل المثال، ارتفع متوسط درجات الحرارة بأكثر من 0.5 درجة مئوية لكل عقد خلال العقود الأخيرة، مع تصاعد استخدام الكهرباء بنسبة 6% سنويًا في ظل سعي السكان لاتقاء الحر. وبحلول عام 2050، يُتوقع ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الداخلية في تركيا بمقدار 2.5 درجة مئوية. وتُثقل هذه الطفرة في الطلب على التبريد كاهل أنظمة الطاقة، وتكشف عن "فجوة الوصول إلى التبريد" الآخذة في الاتساع أمام الفئات الأشد فقرًا والأكثر ضعفًا. وبدون تدخل، تواجه منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خيارًا قاسيًا بين تلبية احتياجات التبريد الملحة، أو تكريس الاستهلاك غير المستدام للطاقة وزيادة الانبعاثات.

لم يعد التبريد ضربًا من الرفاهية؛ بل هو مسألة مساواة وخدمة يجب تقديمها لمستحقيها. وتُظهر التجارب في الهند ونيجيريا استراتيجيات عملية وقابلة للمحاكاة، قادرة على سد "فجوة الوصول إلى التبريد" بالتوازي مع المضي قدمًا نحو تحقيق الأهداف المناخية.

وفي الأحياء الحضرية العشوائية في الهند، أطلق صندوق ماهيلا للإسكان (Mahila Housing Trust) برنامج رفقاء المناخ (Climate Saathis)، لتدريب النساء على العمل كمدققات للطاقة وقائدات محليات في مجال المناخ. وتعمل هؤلاء النساء على الترويج للأجهزة الموفرة للطاقة، وأساليب التبريد السلبي مثل الأسطح المطلية باللون الأبيض، فضلاً عن التوعية المنزلية حول الاستخدام المستدام للطاقة. ونجح المشروع في تركيب أكثر من 200 سقف نمطي و500 سقف عاكس لأشعة الشمس، مما أدى إلى خفض درجات الحرارة الداخلية بمقدار يصل إلى 6 درجات مئوية، ومساعدة الأسر على توفير أكثر من 700 ألف دولار أمريكي سنويًا من تكاليف الطاقة.

تستجيب مدينة مومباي، التي تعاني من تفاقم تأثير الجزر الحرارية الحضرية، عبر تطوير حلول قائمة على الطبيعة. ومن المتوقع أن تؤدي الغابة الحضرية ومنتزه حماية الطبيعة في منطقة ماروال بمساحة 3.2 فدان إلى خفض درجات الحرارة المحلية بمقدار يصل إلى 3.0 درجات مئوية، فضلاً عن توفير مساحات خضراء ملحة لأكثر من 170 ألف نسمة. ويشكل هذا المشروع جزءًا من خطة العمل المناخي الأوسع للمدينة الرامية إلى زيادة الغطاء النباتي الحضري وبناء القدرة على الصمود في مواجهة الحرارة المتزايدة.

وفي نيجيريا، حيث يواجه أكثر من 114 مليون نسمة مخاطر عالية بسبب الافتقار إلى حلول التبريد، استحدثت الحكومة اشتراطات كفاءة طاقة المباني التي تشجع على اتباع استراتيجيات التصميم السلبي؛ بما في ذلك التظليل الشمسي، والتهوية الطبيعية، وعزل الأسطح. وتُظهر المشروعات الاسترشادية قدرة هذه التدابير على خفض الطلب على طاقة التبريد بنسبة تصل إلى 44%، بينما نجحت ابتكارات مثل الجدران الخضراء في لاغوس في خفض درجات الحرارة الداخلية بمتوسط 2.3 درجة مئوية في المساكن ميسورة التكلفة.

وفي نيجيريا أيضًا، يسهم مشروع كول سايكل في مكافحة تلف الأغذية عبر توفير غرف تبريد تعمل بالطاقة الشمسية للمحاصيل الطازجة. ويهدف مشروع كول سايكل - وهو مبادرة تشارك في قيادتها شبكة الشباب للتنمية المستدامة (YSDN) - إلى تقليل خسائر ما بعد الحصاد، وتعزيز الأمن الغذائي، وترشيد استخدام الطاقة النظيفة. ويمثل المشروع نهجًا رياديًا للتحول في القطاع الزراعي في نيجيريا عبر دمج الطاقة المتجددة وتكنولوجيا التخزين المبرد، سعيًا لإحداث ثورة في الأمن الغذائي وتحسين سبل العيش.

وتُثبت هذه التجارب إمكانية تحقيق التبريد المستدام من خلال تمكين المجتمع، ووضع الأطر السياساتية، واعتماد التبريد السلبي والابتكار. ومن خلال تطويع هذه النهج بما يلائم السياقات المحلية، تستطيع الحكومات والمجتمعات حول العالم تلبية احتياجات التبريد المتزايدة دون تفاقم الانبعاثات، مما يضمن تحقيق فوائد صحية واقتصادية ومناخية للفئات السكانية الأكثر ضعفًا.

شكر خاص لشركاء التمويل التابعين لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. لأكثر من 50 عامًا، عمل برنامج الأمم المتحدة للبيئة بصفته الهيئة العالمية الرائدة المعنية بالبيئة، حيث حشد الجهود من خلال الأدلة العلمية، ورفع مستوى الوعي، وبناء القدرات، وجمع الجهات المعنية. وقد أصبح برنامج العمل الأساسي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ممكنًا بفضل المساهمات المرنة من الدول الأعضاء والشركاء الآخرين في صندوق البيئة والصناديق الكوكبية لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. تتيح هذه الصناديق حلولاً مرنة ومبتكرة لمواجهة تغير المناخ، وفقدان الطبيعة والتنوع البيولوجي، والتلوث والنفايات.

ادعم برنامج الأمم المتحدة للبيئة. استثمر في الإنسان والكوكب.
www.unep.org/funding

UN environment programme

www.unep.org
unep-communication-director@un.org