Cool Up
Upscaling Sustainable Cooling

التقرير الخاص بحالة قطاع التبريد في مصر:

تحليل هيكل السوق الحالي والتوجهات والرؤى حول قطاع التبريد وتكييف الهواء

التقرير الخاص بحالة قطاع التبريد في مصر:
تحليل هيكل السوق الحالي والتوجهات والرؤى حول قطاع التبريد وتكييف الهواء

www.cooluppprogramme.org
تويتر
الرسائل الإخبارية
البريد الإلكتروني

Supported by:

based on a decision of
the German Bundestag

برنامج كوول أب Cool Up هو جزء من مبادرة المناخ الدولية، التي تدعمها وزارة البيئة وحماية الطبيعة والسلامة النووية وحماية المستهلك بناءً على قرار معتمد من مجلس النواب الألماني الاتحادي (البوندستاغ).

المعلومات والآراء الواردة في هذه المطبوعة تخص المؤلفين، ولا تعكس بالضرورة الرأي الرسمي لمبادرة المناخ الدولية أو وزارة البيئة وحماية الطبيعة والسلامة النووية وحماية المستهلك.

أعد المؤلفين المخرجات الواردة هنا بغرض استخدامها في برنامج كوول اب فحسب. وتمثل الأعمال المنجزة المقدمة في هذه الوثيقة الرأي المهني للمؤلفين بناءً على المعلومات المتاحة في وقت إعداد هذا التقرير. ولا يتحمل شركاء اتحاد كوول اب مسؤولية استخدام الغير للمخرجات أو الاعتماد عليها أو أي قرارات تستند إلى التقرير. ويرجى العلم أن قراء التقرير يتحملون التبعات المترتبة على اعتمادهم على التقرير أو البيانات والمعلومات والنتائج والآراء الواردة فيه. فالآراء الواردة هنا تعود إلى المؤلفين ولا تمثل بالضرورة آراء حكومات مصر والأردن ولبنان وتركيا وألمانيا.

جهة النشر

Guidehouse Germany GmbH
10C .Albrechtstr
Germany ,Berlin 10117
297735790 30(0) 49+
www.guidehouse.com
Guidehouse Germany GmbH 2022 ©

المؤلفون

المؤلفون الرئيسيون:
أحمد حسن، ونورهان الدلال (مجموعة التنمية المتكاملة)
Jan Grözinger, Nesen Surmeli-Anac (Guidehouse)

المؤلفون المساهمون:
فاطمة الخضرجي، وباسم بدوي، ومي عادل (مجموعة التنمية المتكاملة)

Sven Schimschar, Eslam Mohamed Mahdy Youssef, Katja Dinges, Andrea Dertinger, Alexander Pohl (Guidehouse)

Sanjeev Tamhane, Zuhal Ürgüplü Sanal (Frankfurt School of Finance and Management)
محمد عبد الحميد (المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة)

مراجعة:
محمد صالحين (مجموعة التنمية المتكاملة)
Markus Offermann, Carsten Petersdorff, Katja Eisbrenner (Guidehouse)
Barbara Gschrey (Öko-Recherche)
Mathias Safarik, Ronny Mai (Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH)

التاريخ

مارس 2022

للتواصل

التواصل معنا من خلال info@coolupprogramme.org.
أو قُم بزيارة موقعنا الإلكتروني على شبكة الإنترنت www.coolupprogramme.org.

1. مقدمة ..... Error! Bookmark not defined.
1.1. برنامج كوول أب ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.1. هدف التقرير ونطاقه ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.1. تعديل كيغالي ..... **Error! Bookmark not defined.**
2. لمحة عامة ..... Error! Bookmark not defined.
1.2. تحديد المشهد ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.2. لمحة عامة عن الاقتصاد على المستوى الكلي ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.2.2. استهلاك الكهرباء ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.2.2. انبعاثات قطاع التبريد وتكييف الهواء ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2. ملامح السياسات العامة ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.2. ملامح التمويل ..... **Error! Bookmark not defined.**
3. المنهجية المُتبعة ..... Error! Bookmark not defined.
1.3. التعريفات ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.3. فئات المباني وأنواع الأجهزة المستخدمة في نطاق برنامج كوول أب .. **Error! Bookmark not defined.**
3.3. النهج المُتبع في جمع البيانات ..... **Error! Bookmark not defined.**
4. موجز بأهم النتائج والتوصيات ..... Error! Bookmark not defined.
5. سوق تكييف الهواء ..... Error! Bookmark not defined.
1.5. إجمالي المباني وإمكانات السوق ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.5. خصائص ومستجدات السوق ..... **Error! Bookmark not defined.**
1.2.5. التكنولوجيات الشائعة ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.2.5. توجهات ومحركات السوق ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.5. حجم وهيكل السوق ..... **Error! Bookmark not defined.**
6. سوق التبريد التجاري ..... Error! Bookmark not defined.
1.6. شرائح السوق والتكنولوجيات الشائعة ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.6. توجهات ومحركات السوق ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.6. حجم وهيكل السوق ..... **Error! Bookmark not defined.**
7. سوق التبريد ..... Error! Bookmark not defined.
1.7. سوق التبريد الحالية ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.7. توافر مواد التبريد الطبيعية ذات القدرة المنخفضة على إحداث احترار عالمي 25
1.2.7. توافر أنظمة التبريد المشحونة بمواد تبريد ذات قدرة منخفضة على إحداث احترار عالمي 25
2.2.7. توافر أنظمة التبريد المشحونة بمواد تبريد طبيعية 25
8. مزيد من الرؤى حول قطاع التبريد **26**
1.8. أكثر مواد التبريد ملائمة 26
2.8. ارتفاع معدلات التسرب وسوء الصيانة 27
3.8. أهم العوامل المؤثرة في قرار الشراء 28
1.3.8. قطاع تكييف الهواء 28
2.3.8. قطاع التبريد التجاري 29
9. المراجع **30**

الأشكال

شكل 1 انبعاثات قطاع التبريد وتكييف الهواء (2016) 5

شكل 2 إجمالي المباني في مصر في 2020 13

شكل 3 حصة مساحة الأرضية غير المكيفة (= إمكانية النمو) في المباني السكنية وغير السكنية 14

شكل 4 استيراد وتصدير أنظمة تكييف الهواء (2019) 19

شكل 5 حصة التقنيات في عام 2018 (حصة عدد الأنظمة المباعة)..... 19

الجداول

جدول 1 الجدول الزمني للتخلص التدريجي من استهلاك مركبات الهيدروفلوروكربون في البلدان الشريكة في برنامج كوول أب..... 3

جدول 2 نظرة عامة على أنظمة التكييف المركبة في كل فئة من فئات المباني الحالية 15

جدول 3 نظرة عامة على أنظمة التكييف المركبة في كل فئة من فئات المباني المشيدة حديثًا 16

جدول 4 متوسط كفاءات الطاقة في المباني والمعدات الجديدة وأفضل التكنولوجيات المتاحة محليًا ودوليًا 17

جدول 5 نظرة عامة على فئات المباني وأنظمة التبريد التجاري في مصر 22

جدول 6 مواد التبريد الرئيسية المستخدمة في أجهزة التكييف الموجودة حاليًا والجديدة في مصر ..... **Error! Bookmark not defined.**

جدول 7 مواد التبريد شائعة الاستخدام في قطاع التبريد التجاري 25

جدول 8 الخصائص الرئيسية لأكثر مواد التبريد الطبيعية ملائمة..... 27

الاختصارات

AC	تكييف الهواء
AHU	وحدة مناولة الهواء
BSRIA	جمعية بحوث ومعلومات خدمات البناء
CBE	البنك المركزي المصري
CLASP	البرنامج التعاوني لوضع بطاقات التعريف والمعايير للأجهزة
CO_2	ثاني أكسيد الكربون
COP	معامل الأداء
DC	تبريد المناطق
DX	التمدد المباشر
EBRD	البنك الأوروبي لإعادة الأعمار والتنمية
EE	كفاءة الطاقة
EER	نسبة كفاءة الطاقة
EGP	جنيه مصري
EGYPRA	البرنامج المصري لتشجيع بدائل مواد التبريد منخفضة القدرة على إحداث الاحترار العالمي
F-gas	الغازات المفلورة
FI	مبادرة تمويلية
FY	عام مالي
GCF	صندوق المناخ الأخضر
GCI	مبادرة التبريد الأخضر
GDP	إجمالي الناتج المحلي
GHG	غازات الدفيئة
GWP	احتمالية الاحترار العالمي
HCFC	مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون
HFC	مركبات الهيدروفلوروكربون
HFO	مركبات الهيدروفلوروأوليفين
HPMP	خطة إدارة التخلص التدريجي من مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون
HVAC	التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
IEA	وكالة الطاقة الدولية
IFI	مؤسسة مالية دولية
IKI	مبادرة المناخ الدولية
IMF	صندوق النقد الدولي

IPCC	الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ
IRENA	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
JRAIA	الرابطة اليابانية لصناعة التبريد وتكييف الهواء
kW	كيلوواط
m^2	متر مربع
MENA	الشرق الأوسط وشمال إفريقيا
MEP	الهندسة الميكانيكية والكهربائية والسباكة
MEPS	معايير أداء الطاقة الدنيا
MP	بروتوكول مونتريال
MSME	المشروعات الصغيرة و المتوسطة و متناهية الصغر
MSMEDA	جهاز تنمية المشروعات الصغيرة و المتوسطة و متناهية الصغر
MT	طن متري
$MtCO_2e$	ميغا طن من مكافيء ثاني أكسيد الكربون
MW	ميغاواط
NCP	الخطة الوطنية للتبريد
NCPL	الخطة الوطنية للتبريد في لبنان
NEEAP	خطة العمل الوطنية لكفاءة الطاقة
NOU	وحدة الأوزون الوطنية
ODS	المادة (المواد) المستنفدة لطبقة الأوزون
PFI	المؤسسات المالية الشريكة
PPP	الشراكة بين القطاعين العام والخاص
PTAC	تكييف الهواء الطرفي المعبأ (وحدة)
R1234ze	HFO-1234ze (مركب هيدروفلوروكربون غير مشبع، أوليفين هيدروفلور)
R134a	HFC-123a (رباعي فلورو الإيثان)
R22	HCFC-22 (كلورو فلورو الميثان)
R290	HC-290، البروبان (هيدروكربون)
R32	HFC-32 (ثنائي فلورو الميثان)
R404A	خليط مكون من مركبات الهيدروفلوروكربون R143a :(ثلاثي فلورو الإيثان)، و R125(خماسي فلورو الإيثان)، و R134a (رباعي فلورو الإيثان)
R407C	خليط مكون من المركبات الهيدروفلوروكربونية R32 :(ثنائي فلورو الميثان) و R125(رباعي فلورو الإيثان)، و 1،1،1،2 - رباعي فلورو الإيثان
R410A	خليط مكون من المركبات الهيدروفلوروكربونية R32 :(ثنائي فلورو الميثان) و R125 (خماسي فلورو الإيثان)

R600a	HC-600a، أيزوبيوتان (هيدروكربون)
R717	NH3-717، الأمونيا (مادة تبريد طبيعية)
R718	الماء (مادة تبريد طبيعية)
R744	ثاني أكسيد الكربون (مادة تبريد)
RAC	تبريد وتكييف الهواء
RCREEE	المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
RE	الطاقة المتجددة
RTOC	لجنة الخيارات الفنية للتبريد وتكييف الهواء والمضخات الحرارية
SME	المشروعات الصغيرة ومتناهية الصغر
TR	طن من التبريد
UAC	تكييف الهواء الوحداوي
UAE	الإمارات العربية المتحدة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة للتنمية
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
UNIDO	منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو)
UK	المملكة المتحدة
US	الولايات المتحدة
VRF	نظام التبريد متغير التدفق
W	واط

1. مقدمة

مع توقع زيادة الطلب على الطاقة بنسبة 50٪ بحلول عام 2040،[1] تواجه بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مجموعة من التحديات المتعلقة بتغير المناخ، فتشمل تحديات الطاقة في المنطقة النمو السكاني السريع، والتوسع الحضري، والبنية التحتية الهشة للطاقة. وفي الوقت نفسه، يمثل التبريد في المنازل المجهزة بتكييف الهواء بالفعل مصدرًا رئيسيًا لاستهلاك الطاقة في المنطقة. كما أنه من المتوقع أن يزداد استخدام التبريد لأنه مع تحسن مستوى المعيشة، تستخدم المزيد من الأسر أنظمة تكييف الهواء، ومع ذلك هناك إمكانية كبيرة لتوفير الطاقة عند استبدال العديد من أنظمة التبريد والتكييف ذات كفاءة الطاقة المنخفضة المستخدمة حالياً بأخرى ذات كفاءة عالية. وهناك تأثير مناخي آخر ناجم عن التبريد يأتي من مواد التبريد التي لا تزال تستخدم في العديد من مكيفات الهواء والثلاجات اليوم. فمثل هذه مواد التبريد ذات القدرة العالية على إحداث الاحترار العالمي هي أقوى 2000 مرة (انبعاثات غازات الدفيئة المباشرة) بالنسبة للمناخ من ثاني أكسيد الكربون وبدائل مواد التبريد الطبيعية. لذلك فإنه بدون تنفيذ سياسات عامة أخرى ، قد ترتفع الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة من التبريد والتجميد بنسبة 90٪ فوق مستويات عام 2017 بحلول عام 2050، مما يؤدي إلى حلقة ردود فعل مفرغة.

1.1. برنامج كوول أب (Cool Up)

يشجع برنامج كوول أب Cool Up التغير التكنولوجي المتسارع والتنفيذ المبكر لتعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال واتفاقية باريس في كل من مصر، والأردن، ولبنان، وتركيا. ويركز البرنامج على إتاحة مواد التبريد الطبيعية والحلول الموفرة للطاقة للتخفيف من آثار ارتفاع الطلب على التبريد. ويعتمد نهج برنامج كوول أب Cool Up على أربع ركائز: تقليل الطلب على التبريد، والخفض التدريجي لمركبات الهيدروفلوروكربون، واستبدال وإعادة تدوير المعدات ومواد التبريد غير الفعالة، والتدريب ورفع الوعي.

يركز نهج البرنامج متعدد القطاعات على قطاع التكييف السكني والتجاري (تكييف الهواء) وعلى قطاع التبريد التجاري.

ويهدف البرنامج إلى تطوير قدرة مؤسسية دائمة وزيادة نشر تكنولوجيات التبريد المستدامة في السوق. ومن أجل التمكين من تحول سوق التبريد نحو تكنولوجيات التبريد المستدامة، سيقوم برنامج كوول أب بما يلي:

- تعزيز الحوار عبر القطاعات بين الجهات الفاعلة الوطنية لتعزيز إحساسهم بالملكية لتشجيع إحداث أثر طويل المدى.
- تطوير الإجراءات والسياسات التي من شأنها خلق بيئة تنظيمية داعمة.
- تطوير آليات مالية وهياكل تمويلية للتمكين من تحول سوق التبريد.
- دعم نشر وتعميم التكنولوجيات الحالية والناشئة التي تحتوي على مواد التبريد الطبيعية.
- توفير الموارد اللازمة لتنمية القدرات في مجال التبريد المستدام في البلدان الأربعة الشريكة.

في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، يشكل التبريد مصدرًا رئيسيًا لاستهلاك الطاقة، التي تنتج انبعاثات غير مباشرة من غازات الدفيئة وتساهم في استنفاد طبقة الأوزون والاحترار العالمي. ولذلك، يسعى برنامج كوول أب إلى مواجهة هذا التحدي في البلدان الشريكة من خلال التخفيف من الآثار السلبية لغازات التبريد من خلال تعزيز التغيير التكنولوجي المتسارع وتسهيل التنفيذ المبكر لتعديل كيغالي واتفاقية باريس.

وينقسم البرنامج إلى ثلاث محاور:

- السياسات واللوائح
- التكنولوجيا والأسواق
- التمويل ونماذج الأعمال

2.1. هدف التقرير ونطاقه

يعد تقرير حالة قطاع التبريد هو الأول في سلسلة من التقارير التي سيصدرها برنامج كوول أب. و يهدف هذا التقرير إلى تقديم لمحة عامة عن قطاع التبريد، مما سيضع الأساس لإجراء المزيد من الأعمال ضمن إطار البرنامج، كما سيسهل اتخاذ جميع صناع القرار من الأطراف المعنية في القطاعين العام والخاص للقرارات المدروسة.

[1] British Patrol, "BP Energy Outlook 2018 Edition"

وفي الدول الشريكة - مصر والأردن ولبنان وتركيا - بالكاد تتوفر دراسات مفصلة حول سوق التبريد وهي تُعَد ضرورية لفهم الوضع الحالي وتوجيه سوق تكييف الهواء والتبريد نحو الاستدامة.

ويعرض تقرير وضع قطاع التبريد مجموعة من البيانات المتاحة حول قطاعات التركيز،[2] ومنها أجهزة التكييف في المباني السكنية وغير السكنية والتبريد التجاري في المباني غير السكنية. وعلى الرغم من أن هذا التقرير يركز على تلك القطاعات، فمن أجل الشمولية كذلك، يلخص شكل السياسات الحالية ويستعرض عدة أنواع من السياسات واللوائح (مثل البروتوكولات الدولية والاستراتيجيات الوطنية والقوانين والمعايير والقواعد)، فضلاً عن ملامح التمويل.

والتقرير منظم على النحو التالي:

- يستعرض الفصل 2 لمحة موجزة عن البلد يتبعها ملخصات رفيعة المستوى تخص السياسات والقطاعات المالية.
- يعرض الفصل 3 نظرة عامة على التدابير المُتخذة لتوجيه أنشطة برنامج كوول أب، متضمنًا توضيح للتعريفات ونطاق البيانات وأوجه القصور في الدراسة.
- يلخص الفصل الرابع أهم نتائج هذا التقرير.
- يركز الفصلان 5 و6 على وضع قطاع تكييف الهواء وأسواق التبريد التجاري، كما يوفران بيانات حول أعداد المباني الحالية، وإمكانات السوق، وخصائصه ومستجداته.
- يناقش الفصل 7 مواد التبريد التقليدية المستخدمة في الدولة.
- يعرض الفصل 8 رؤى حول أهمية مواد التبريد الطبيعية، وأهمية الصيانة، وأهم العوامل التي تؤثر في قرار الشراء.

3.1. تعديل كيغالي

تعتمد معظم أنظمة التبريد على مواد تبريد ذات قدرة عالية على التسبب في الاحترار العالمي، مما يؤدي إلى انبعاثات مباشرة عالية من دائرة التبريد. وعليه، اعتُمد بروتوكول مونتريال في عام 1987 يخفض تدريجياً استهلاك المواد المستنفدة لطبقة الأوزون وإنتاجها – وعلى رأسها مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون- وذلك وفقًا لجداول زمنية مختلفة للبلدان المتقدمة والنامية (المعروفة بالبلدان المشار إليها بالمادة 5). وإدراكًا منه بالتهديدات التي تنتج عن الغازات المفلورة على المناخ العالمي ولاسيما مركبات الهيدروفلوروكربون، قرر المجتمع الدولي عام 2016 في كيغالي (رواندا) إجراء تعديل على بروتوكول مونتريال. وبدخول تعديل كيغالي حيز التنفيذ في 1 يناير 2019، صار هناك تركيز على الخفض التدريجي لتلك المُركبات عالميًا لتقليل إنتاج مركبات الهيدروفلوروكربون واستهلاكها بنسبة تزيد عن 80٪ خلال الثلاثين عامًا القادمة.
بالنسبة للدول الشريكة في برنامج كوول أب - مصر والأردن ولبنان وتركيا[3] - تُطبق الجداول الزمنية نفسها للتخلص التدريجي من مركبات الهيدروفلوروكربون بموجب تعديل كيغالي (انظر الجدول 1).
يُعرَف خط الأساس على أنه متوسط استهلاك الدولة من مركبات الكربون الهيدروفلوروكربون لعام 2020 و2021 و2022 بالإضافة إلى أن 65٪ من خط الأساس يُخصص لمركبات الهيدروكلوروفلوروكربون.

[2] هذا التقرير ليس جزءًا من عمل إعداد التقارير الحكومية الوطنية بموجب بروتوكول مونتريال؛ إذ أنه لا يشكل تقريرًا أساسيًا رسميًا وليس جزءًا من قائمة جرد مركبات الهيدروفلوروكربون.

[3] وتعد هذه البلدان من البلدان النامية (بلدان المادة 5) بموجب بروتوكول مونتريال. وتتبع البلدان العاملة بالمادة 5 جداول زمنية مختلفة للتخلص التدريجي عن تلك التي تتبعها البلدان الصناعية.

الجدول 1 الجدول الزمني للتخلص التدريجي من استهلاك مركبات الهيدروفلوروكربون في البلدان الشريكة في برنامج كوول أب

الخطوات	الجدول الزمني للتخلص التدريجي
1	تجميد 100٪ من خط الأساس 2024-2028
2	التخلص التدريجي بنسبة 10٪ من خط الأساس لـ 2029-2034
3	التخلص التدريجي بنسبة 30٪ من خط الأساس لـ 2035-2039
4	التخلص التدريجي بنسبة 50٪ من خط الأساس لـ 2040-2044
5	التخلص التدريجي بنسبة 80٪ من خط الأساس عام 2045

تهيئ السنوات القادمة العديد من الفرص وتفرض تحديات أمام إحداث تحول في قطاع التبريد وتقديم بدائل للمواد المستنفدة لطبقة الأوزون ومركبات الهيدروفلوروكربون تتسم بالاستدامة والقدرة على الصمود أمام تحديات المستقبل.

وفي العديد من البلدان خلال السنوات الماضية، أدى استبدال مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون إلى إدخال مركبات الهيدروفلوروكربون في تطبيقات التبريد الرئيسية. ومع ذلك، بسبب الجدول الزمني لخفض استهلاك مركبات الهيدروفلوروكربون المذكور في تعديل كيغالي، لم تعد مركبات الهيدروفلوروكربون تمثل بدائل مستدامة للمواد المستنفدة لطبقة الأوزون. فتمكين الاستفادة من البدائل المستدامة، مثل مواد التبريد الطبيعية، يمنع التحول من مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون إلى مركبات الهيدروفلوروكربون ومن مركبات الهيدروفلوروكربون إلى بدائل صديقة للبيئة منخفضة القدرة على التسبب في احترار عالمي. ويُطلق على هذا الاستبدال المباشر في وقت مبكر من عملية التحول اسم "القفزة النوعية" ويخلق فرصًا لتقليل الانبعاثات، وتوفير الطاقة، والاستثمار في التكنولوجيا القادرة على مواجهة التحديات المستقبلية.

وفي العقد الماضي، أُجريت العديد من الأبحاث على نطاق واسع عن مواد التبريد الطبيعية والتدابير المراعية للمناخ (التي يُشار إليها باسم "التقنيات غير العينية[4]"). وتُطرح أمثلة على مثل هذه التقنيات تجاريًا في جميع أنحاء العالم (مثل التبريد السلبي للمباني). وكذلك، تم الوصول إلى حلول تقنية لتطبيقها في تعزيز كفاءة الأنظمة المعتمدة على مواد التبريد الطبيعية.

[4] الأنظمة التي لا تعتمد على دورة ضغط البخار باستخدام مادة تبريد غازية.

2. لمحة عامة

1.2. تحديد المشهد

تتمتع مصر بمناخ جاف حار يغلب عليه الطابع الصحراوي، وارتفع متوسط درجات الحرارة السنوية بالبلاد بمقدار 0.53 درجة مئوية خلال العقود الثلاثة الماضية[5]. وفي مصر، يزيد عدد أيام درجات التبريد بأكثر من ستة أضعاف عن أيام درجات التدفئة، مما يعادل أكثر من 1800 يوم درجة تبريد سنويًا[6]. ونادرًا ما تنخفض أيام درجات التبريد في مصر عن 30 يومًا ويمكن أن ترتفع لتصل إلى 460 يوم (تتوفر المزيد من المعلومات حول أيام درجات التبريد هنا). واستمر ارتفاع استهلاك الطاقة في مصر في جميع القطاعات ليصل إلى 13.9 مليون طن مكافئ نفط في عام 2018[7]. وتعد مصر من بين البلدان التي تشهد أعلى معدلات زيادة في استهلاك الكهرباء عالميًا بمعدل سنوي يبلغ حوالي 6.2%[8]، ويشكل التبريد جزءًا كبيرًا من هذا الاستهلاك.

2.2. لمحة عامة عن الاقتصاد على المستوى الكلي

ووفقًا لأحدث البيانات الصادرة من صندوق النقد الدولي، تجاوز عدد سكان مصر عتبة 102.9 مليون نسمة في عام 2021، وبلغ إجمالي الناتج المحلي للبلاد 358 مليار يورو[9]، بمعدل نمو يقدر بحوالي 3.3% في عام 2021. ومن المتوقع أن يزداد معدل نمو إجمالي الناتج المحلي ليصل إلى 5.6% بحلول عام 2025[10].

تهدف سياسات الدولة إلى دعم عملية الانتعاش الاقتصادي مع الحفاظ على الاستقرار على صعيد الاقتصاد الكلي. وتهدف أجندة الإصلاح الهيكلي إلى تحقيق نمو أكثر شمولية واستدامة بقيادة القطاع الخاص بهدف خلق فرص عمل دائمة وتحسين القدرة على مواجهة الصدمات الخارجية. وأثر هذا الإصلاح والنمو الاقتصادي الأخير تأثيرًا قويًا في سوق العقارات وقطاع الطاقة. وعلى الرغم من أن استدامة النمو الاقتصادي على المدى الطويل في مصر لم يؤكد بعد، يبدو أن النمو حتمي في قطاع الطاقة وسوق العقارات وفي التصنيع المحلي لأنظمة التبريد[11]، علمًا بأن هذه القطاعات جميعها ذات صلة ببرنامج كوول أب، ويمكن دعمها من خلال أنشطة مصممة خصيصًا.

1.2.2. استهلاك الكهرباء

زاد استهلاك الكهرباء في مصر خلال العقدين الماضيين بمتوسط معدل نمو سنوي يبلغ حوالي 6.2%، وهو من بين أعلى معدلات نمو استهلاك الكهرباء عالميًا.[12] ويستحوذ قطاع البناء على أكثر من نصف إجمالي استهلاك الكهرباء في البلاد، إذ مثل استهلاك القطاع السكني نسبة 42%، يليه القطاع التجاري بنسبة 6%، والمنشآت العامة بنسبة 6%.[13] ويعود استهلاك حوالي 26% من الكهرباء في المباني السكنية إلى أجهزة التكييف والتبريد في حين يعود حوالي 35%-40% من استهلاك الكهرباء لأغراض التبريد وأجهزة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء الأخرى في المباني غير السكنية[14].

توقعت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة[15] زيادة في استهلاك الكهرباء بنسبة 125% بحلول عام 2030 مقارنة بعام 2014، ويعود 80% من هذا الاستهلاك إلى زيادة الطلب في قطاع البناء بسبب الطلب المتزايد على أنظمة التبريد بشكل أساسي.

---

[5] World Bank, "Climate Change Knowledge Portal"

[6] المصادر: https://xp20.ashrae.org/standard169/169_2013_a_20201012.pdf, https://meteonorm.com/en/

[7] المصادر: https://www.iea.org/countries/egypt

[8] Mordor Intelligence, "Egypt Construction Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecast 2021-2026"

[99] All data given in USD in the original source has been converted to EUR. 1 USD has been converted to 0.90 EUR, based on European Central Bank, "Euro foreign exchange reference rates" European Central Bank

[10] International Monetary Fund, "Arab Republic of Egypt"

[11] International Monetary Fund, "IMF Executive Board Completes the Second Review under the Stand-By Arrangement (SBA) for the Arab Republic of Egypt and Concludes 2021 Article IV Consultation"

[12] International Monetary Fund, "IMF Executive Board Completes the Second Review under the Stand-By Arrangement (SBA) for the Arab Republic of Egypt and Concludes 2021 Article IV Consultation"

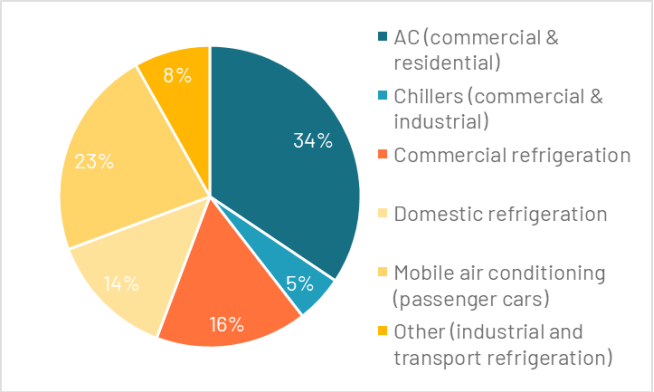
[13] Mordor Intelligence, "Egyot Construction Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecast 2021-2026"

[14] Ministry of Electricity Egypt, "2018/2019 Fiscal Year Data"

[15] International Renewable Energy Agency, "Renewable Energy Outlook Egypt"

2.2.2. انبعاثات قطاع التبريد وتكييف الهواء

تتراوح حصة الانبعاثات المباشرة بين 15% إلى 40% من إجمالي انبعاثات القطاع وفقًا لدراسات شتى[16][17]. وتستورد مصر حاليًا[18] 100% من مواد التبريد، كما تفتقر مصر إلى دراسات خاصة بها وحدها حول انبعاثات قطاع التبريد وتكييف الهواء. وضعت مبادرة التمويل الأخضر[19] نموذجًا رقمياً يوفر بيانات خاصة بقطاع التبريد وتكييف الهواء حول التقنيات القائمة والمبيعات والانبعاثات (وإمكانيات توفير الطاقة). وينسب هذا النموذج أكثر من نصف إجمالي الانبعاثات (المباشرة وغير المباشرة) الصادرة من قطاع تبريد وتكييف الهواء للقطاعات الفرعية لتكييف الهواء والتبريد التجاري، إذ تشكل انبعاثات أنظمة تكييف الهواء التجارية والسكنية حوالي 34% من إجمالي الانبعاثات، كما تشكل أنظمة التبريد التجاري حوالي 16% من الإجمالي (انظر الشكل 1). وينسب نموذج مبادرة التبريد الأخضر 5% من الانبعاثات إلى أنظمة التبريد (القطاعات الصناعية والتجارية). وتُعزى الانبعاثات المتبقية إلى بقية قطاعات تبريد وتكييف الهواء الأخرى (تكييف الهواء المتنقل في سيارات الركاب، وشاحنات تبريد، والتبريد المنزلي والصناعي)[20].



شكل 1 انبعاثات قطاع التبريد وتكييف الهواء (2016)

3.2. ملامح السياسات العامة

لقد أحرزت مصر تقدمًا فيما يخص الالتزامات المتعلقة ببروتوكول مونتريال من خلال تنفيذ عدة برامج وتطبيق قوانين وآليات سياسية أخرى مثل القواعد والمعايير. وتم تحليل هذه الآليات التي تحكم قطاع التبريد وتكييف الهواء في مصر لتحديد أهم نقاط القوى والضعف فيما يتعلق بعملية التخلص التدريجي من مركبات الهيدروفلوروكربون، واستخدام مواد مبردة طبيعية، وتقليل الطلب على التبريد. ويغطي التحليل الدوري الفئات الأربعة من أدوات السياسة العامة وفقًا للتسلسل التالي: أ) البروتوكولات والالتزامات الدولية، ب) الخطط والاستراتيجيات الوطنية، ج) القوانين والأنظمة ذات الصلة بقطاع تبريد وتكييف الهواء، د) المعايير والقواعد.

وبيّن التحليل أن مصر قد أوفت بالتزاماتها تجاه بروتوكول مونتريال وتعديلاته من خلال تنفيذ عدة برامج ذات الصلة، وسن قوانين، وإعداد خطط، ووضع قواعد ومعايير إضافية. واستطاعت مصر بذلك ألا تتعدى حدود استهلاك المواد المستنفدة لطبقة الأوزون الموضحة في جدول التخلص التدريجي. وكذلك، وضعت مصر تشريعات وطنية تغطي جوانب مختلفة من عملية التخلص التدريجي من المواد المستنفدة لطبقة الأوزون، والحد من مركبات الهيدروفلوروكربون، وتقليل استهلاك الطاقة. وتُطبق معظم القوانين الحالية تطبيقًا سليمًا. وفيما يتعلق بالمواصفات ومعايير أداء الطاقة الدنيا، فالمعايير المتعلقة بأجهزة ونظم التبريد تُطبق وتُراقب بشكل فعال، فعلى سبيل المثال، صار كل من تحسين كفاءة استهلاك الطاقة لأجهزة تكييف

---

[16] انظر على سبيل المثال:

National Ozone Unit Lebanon, "Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon"
Egypt Environment Agency Affairs, "National Ozone Unit Activities"
Campbell, Kalanki, and Sachar, "Solving the Global Cooling challenge"

[17] تمت الحسابات بناءً على:

Build_ME, "Towards a Low-Carbon Building Sector in the MENA Region"
United States Environmental Protection Agency, "Stationary Refrigeration Leak Repair Requirements"
California Air Resources Board, "Potential Impact of the Kigali Amendment on California HFC Emissions"
United States Environmental Protection Agency, "Stationary Refrigeration Leak Repair Requirements"

[18] Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, "Field survey results for AC market in Egypt"

[19] Green Cooling Initiative, "Global greenhouse gases emissions from the RAC Sector"

[20] جاء التحليل بناءً على مبادرة التمويل الأخضر

الهواء والتبريد، وتطبيق ومعايير أداء الطاقة الدنيا، وتوسيم نظم تكييف المباني أمورًا إلزامية. وعلى النقيض، تُستخدم معايير أداء الطاقة الدنيا للمباني حاليًا بوصفها إرشادات فحسب.

أظهر التحليل الدوري لبرنامج كوول اب والمقابلات التي أجريت مع الخبراء أن هناك بعض العوائق التي تحول دون الانتقال إلى التبريد المستدام ورفع مستوى مواد التبريد الطبيعية في قطاع التبريد وتكييف الهواء. والأهم من ذلك أن عملية التصديق على تعديل كيغالي لم تنته بعد (في وقت كتابة هذا التقرير في مايو 2022) مما خلق حالة من عدم اليقين القانوني وإعاقة قطاع التصنيع والمستخدمين النهائيين عن التخطيط والاستثمار طويل الأجل. وفي هذا السياق، يمكن للاستراتيجيات والخطط الوطنية (مثل خطة التبريد الوطنية والاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ 2050 وخطة العمل الوطنية المحدثة لكفاءة الطاقة) أن تعكس بشكل أفضل تحول السوق الذي يتطلبه تعديل كيغالي. وعلاوة على ما سبق، لا توجد لوائح وطنية مصرية حالية معنية بالغازات المفلورة، مما يترك مجالاً لإجراء تحسينات بغرض الحد من التسرب واسترجاع الغازات المفلورة والمعالجة المناسبة لمواد التبريد المستخدمة والانتقال إلى بدائل الغاز المفلور وتدريب الفنيين وما إلى ذلك. وثمة عقبات أخرى متمثلة في مخاوف السلامة المتعلقة باستخدام بدائل الغازات المفلورة التي يمكن معالجتها أيضًا من خلال رفع الوعي وبناء القدرات. ولم تصل مستويات الوعي حول مواد التبريد الطبيعية إلى الحد المطلوب بعد بين مختلف أصحاب المصلحة، وبالتالي يلزم زيادة أنشطة التوعية وبناء القدرات.

وبناءً على هذا التحليل، تم استخلاص بعض التوصيات السياسية الرئيسية لدعم إعداد الأطر السياسية التي يُسترشد بها في عملية الانتقال نحو التبريد المستدام واستخدام المواد المبردة الطبيعية. ويتوفر تقريرٌ مفصلٌ يضم تحليلاً كاملاً وقائمة بالتوصيات السياسية على موقع برنامج كوول أب .

4.2. ملامح التمويل

يتألف القطاع المصرفي في مصر من 38 بنكًا، ومع ذلك تستحوذ البنوك الستة الأكبر على حوالي 68.3٪ من إجمالي الأصول. ويراقب البنك المركزي المصري أداء البنوك المؤثرة محليًا مراقبة دورية من أجل تقليل المخاطر العامة التي قد تتسبب فيها ، وتعزيز نزاهة القطاع المصرفي. ومثّل القطاع المصرفي 89.6٪ من إجمالي أصول النظام المالي في نهاية السنة المالية 2019/2018. كما استمرت محفظة القروض في النمو وتوفير التمويل لجميع القطاعات الاقتصادية، إذ بلغ إجمالي القروض المقدمة حوالي 0.096 تريليون يورو [21] في السنة المالية 2019/2018 و0.111 تريليون يورو في يونيو 2020. وتُنسب الحصة الأكبر من القروض إلى الشركات (72%)، في حين تُوجه الحصة الباقية إلى قطاع البيع بالتجزئة (15%) وقطاع المشروعات الصغيرة والمتوسطة (13%). كما ساهمت إصلاحات الاقتصاد الكلي في مصر في استقرار الاقتصاد في السنوات الأخيرة، وسمحت للبلاد بدخول أزمة كوفيد-19 بحسابات مالية أفضل ومستوى كاف نسبيًا من احتياطي النقد الأجنبي.

وتستورد مصر أنظمة تكييف الهواء وأنظمة التبريد التجارية بالإضافة إلى مكونات الأنظمة المشابهة، مثل مبردات الهواء ولفائف المروحة والضاغطات (كومبرسور). وتجمع مصر ما يقرب من 92٪ من أنظمة تكييف الهواء المباعة في البلاد، وكذلك معظم مكونات أنظمة تكييف سبليت (التي تشكل 90٪ من السوق) وتُختبر محليًا. وتنتج شركات تصنيع معدات التبريد المحلية خزائن عرض المنتجات والمجمدات والثلاجات الصندوقية. كما تُصدر مصر أنظمة تكييف الهواء سبليت إلى عدد كبير من البلدان، منها الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية وتونس وغيرها. وتمول البنوك التجارية المصرية الواردات والصادرات من خلال منتجات تمويل التجارة التقليدية مثل ائتمان التصدير. ومن ناحية أخرى، يجري تمويل عمليات التصنيع والتوزيع والبيع بالتجزئة باعتبارها جزء من تمويل الشركات، بما في ذلك تمويل رأس المال العامل. ويعتمد معظم التمويل على البيانات المالية. وغالبًا ما يستفيد العملاء الأفراد في قطاع البيع التجزئة من القروض الشخصية لتمويل شراء الأجهزة.

ويتسم القطاع المالي في مصر بالنشاط الكبير، ويسعى ليكون في المقدمة من ناحية تطبيق مبادئ التمويل المستدام. فيعمل البنك المركزي المصري على اعتماد وتطبيق مبادئ الخدمات المصرفية المسؤولة الخاصة بالمبادرة المالية التابعة لمبادرة الأمم المتحدة للبيئة في جميع البنوك في القطاع. كما تتبنى العديد من البنوك المصرية المعايير العالمية المتعلقة بالتمويل المستدام وتشجعها. وكذلك، تعمل المؤسسات المالية الدولية بالتعاون مع البنوك المحلية على تعزيز الاستثمارات في مشاريع الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة. وعلاوة على ما سبق، يُوجَّه اهتمامٌ متزايد في القطاع نفسه إلى آليات خاصة، مثل صندوق المناخ الأخضر. وبوجه عامة، يُعَد "التمويل الأخضر" أحد المواضيع المهمة التي باتت تحظى بمزيد من الاعتراف والاهتمام. ولتسريع التحول إلى الاقتصاد الأخضر، أصدرت وزارة المالية مؤخرًا أول سندات سيادية خضراء في مصر ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

وتقدم مبادرة البنك المركزي المصري دعمًا للأعمال المصرية في الشركات الصغيرة والمتوسطة بقيمة 10.132 مليون يورو وبفائدة تنافسية للغاية تبلغ 5%، بهدف مساعدة المشاريع القائمة في التطوير والتوسع والاستبدال والتجديد (متضمنة تدابير كفاءة استهلاك الطاقة). وتُنفذ هذه المبادرة من خلال التزام البنوك المصرية بتخصيص 20% على الأقل من محافظها

[21] تم تحويل جميع العملات غير اليورو إلى اليورو باستخدام سعر الصرف للبنك المركزي الأوروبي في 5 يوليو.

لدعم 350،000 شركة من الشركات الصغيرة والمتوسطة. كما أُطلق جهاز تنمية المشروعات الصغيرة و المتوسطة و متناهية الصغر في أبريل 2017 ليمثل دعمًا إضافيًا لتمويل الشركات الصغيرة والمتوسطة سواء من خلال القروض المباشرة أو غير المباشرة.

وتقدم الصناديق الدولية الجزء الأكبر من الدعم المقدم للتمويل الأخضر، سواء من خلال التمويل المباشر للمؤسسات المالية المحلية أو من خلال القروض المباشرة للمؤسسات الشريكة المحلية. ويعد البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية هو البنك الأكثر نشاطًا في هذا المجال، إذ رفع الوعي والقدرة على الاستثمار في التكنولوجيا النظيفة بشكل ملحوظ، كما أطلق مؤخرًا برنامجين لتعزيز التمويل الأخضر وتحسين سلاسل القيم بهدف تعزيز النمو الأخضر للاقتصاد المصري.

الائتمان الأخضر المتجدد هو النهج التمويلي الأكثر تطبيقًا في مصر، يليه نهج القائمة الإيجابية الذي يسهل تنفيذه في القطاعين التجاري والسكني. ويمكن استخدام نهج الشراكة بين القطاعين العام والخاص للنظم الحكومية في مشاريع التبريد القائمة على الاستدامة. كما يمكن استخدام نهج الشراكة بين القطاعين العام والخاص في مشاريع تبريد المناطق. وبالنسبة لمصادر التمويل، قد تلعب البنوك التجارية دورًا كبيرًا في توفير التمويل اللازم.

3. المنهجية المُتبعة

تمثلت الخطوة الأولى في إعداد تقرير وضع قطاع التبريد في تكوين فهم لحالة قطاع التبريد وتكييف الهواء. وتُستخدم مجموعة التدابير التالية لتوجيه أنشطة البرنامج للحفاظ على وضوح التعريفات ونطاق البيانات وأوجه القصور في الدراسة.

1.3. التعريفات

يستخدم البرنامج التعريفات التالية:

- التبريد المستدام هو تبريد ميسور التكلفة وآمن يلبي احتياجات المستخدم بأقل تأثير ممكن في البيئة؛ وعلى وجه التحديد، فهو يعني غياب مواد التبريد الضارة بالبيئة مثل الغازات المفلورة، وانخفاض الطلب على الطاقة من خلال رفع كفاءتها، واستيعاب إمدادات الطاقة المتجددة بالكامل.
- ترتبط انبعاثات غازات الدفيئة المباشرة بمادة التبريد المفقودة عند تشغيل كل جهاز (عند تسربها أو عند تشغيل الجهاز أو عند التخلص منه بعد انتهاء عمره الافتراضي).
- انبعاثات غازات الدفيئة غير المباشرة هي تلك المتعلقة بتوليد الكهرباء المستخدمة للتبريد.
- قطاع التبريد وتكييف الهواء:
  - التبريد: التبريد المنزلي والتجاري والصناعي والنقلي
  - تكييف الهواء: تصنيع أجهزة تكييف الهواء السكنية والتجارية (مثل مبردات الهواء)
  - قطاع خدمات تكييف الهواء
- تكييف الهواء (يُشار إليه غالبًا باسم AC أو A/C أو air con) هو عملية إزالة الحرارة والرطوبة من المساحات الداخلية. وتنتشر هذه العملية في الأوساط السكنية والتجارية.
- يشمل نطاق التبريد التجاري الأنظمة الثابتة المستخدمة لتخزين الأطعمة والمشروبات وعرضها في مرافق البيع بالتجزئة (محلات السوبر ماركت والمتاجر) ومقدمي خدمات الطعام (المطاعم والفنادق) وليس على عمليات التبريد ذاتها. ويُعرّف برنامج الأمم المتحدة للبيئة أنظمة التبريد التجارية على أنها أنظمة تتضمن عادةً وحدات مستقلة أو وحدات تكثيف أو وحدات مركزية لا تتجاوز سعتها في الغالب 200 كيلوواط وتحافظ على درجات الحرارة بين -25 درجة مئوية و 8 درجات مئوية[22].
- يشمل التخزين البارد التابع لقطاع التبريد التجاري غرف تخزين مبردة على نطاق تجاري التي عادةً ما تكون مجهزة بوحدات تكثيف أو وحدات مركزية بسعة تصل إلى 200 كيلوواط. وتعمل هذه الأجهزة بوصفها مخازن لمنتجات الأغذية والمشروبات وتختلف عن التخزين البارد على النطاق الصناعي الذي يستخدم في معالجة الأطعمة والمشروبات وتخزينها أو في عملية تصنيع البتروكيماويات والكيماويات والأدوية. ويمكن أن تتراوح سعة هذه الأنظمة من 5 ميغا واط إلى 30 ميغا واط[23].
- مواد التبريد الاصطناعية هي مواد من أصل اصطناعي (لا توجد في الطبيعة)، وتشمل مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون وغيرها من المواد.
- مواد التبريد الطبيعية هي مواد غير اصطناعية يمكن العثور عليها في الطبيعة.
- نسبة كفاءة الطاقة W / W تقيس معدل كفاءة الطاقة لأجهزة التبريد بالواط (W). ويتوافق تصنيف نسبة كفاءة الطاقة الأعلى مع كفاءة أعلى في استهلاك الطاقة.
- يتكون قطاع المباني السكنية من مباني تأوي أسرة واحدة أو أسر متعددة.
- يشمل قطاع المباني غير السكنية المكاتب العامة والخاصة، والمنشآت الخاصة بالتعليم والصحة، والمنشآت الاجتماعية، والفنادق والمطاعم، ومحلات البيع بالجملة وبالتجزئة، والمباني الأخرى (مثل المنشآت الرياضية)، في حين لا يضم المباني والمستودعات الصناعية والزراعية والسمكية.

[22] Definition based on United Nations Environment Programme, "Presession Documents: Workshop on Hydrofluorocarbon Management"

[23] United Nations Environment Programme, "2018 Report of the Refrigeration, Air Conditiong and Heat Pumps Technical Options Committee"

2.3. فئات المباني وأنواع الأجهزة المستخدمة في نطاق برنامج كوول أب

قطاع تكييف الهواء

- فئات البناء: يركز برنامج كوول أب على المباني السكنية؛ أي المباني التي تأوي أسرة واحدة أو أسر متعددة، وعلى المباني غير السكنية، أي المكاتب العامة والخاصة ومرافق التعليم والصحة و المنشآت الاجتماعية والفنادق والمطاعم ومحلات تجارة الجملة والتجزئة ومباني أخرى (مثل المنشآت الرياضية).
- أنواع المعدات (أنظمة تكييف الهواء): على الرغم من توفر العديد من التكنولوجيات المختلفة في السوق، يمكن حصرها في قطاعات التكنولوجيا الرئيسية التالية التي تُستخدم لوصف خصائص السوق[24]. ويمكن تقسيم أنظمة تكييف الهواء بوجه عام إلى أنظمة مركزية ولامركزية.
  - يوفر تكييف الهواء الأنبوبي التبريد (أو التدفئة) من خلال نظام من مجاري الهواء. وتتكون الوحدة المركزية من ضاغط (كومبرسور) ومكثف ووحدة مناولة الهواء، وتقع عادةً في الغرفة العلوية أو البدروم. ويُوزع الهواء البارد (أو الساخن) في أنحاء المبنى من خلال مجاري الهواء وفتحات التهوية. وتُسمى هذه الأنظمة أيضًا بأنظمة تكييف الهواء المركزية التي يمكن تصنيفها بوجه عام إلى نوعين: مكيفات هواء سبليت المركزية ذات الوحدات المنفصلة (ذات مجاري هواء منفصلة) ومكيفات الهواء المركزية المعبأة[25].
  - وتشتمل أنظمة تكييف الهواء غير الأنبوبية على مكونين رئيسيين: وحدة خارجية ووحدة مناولة هواء داخلية بها ملف المبخر والمروحة. ويربط كل من سلك الكهرباء ومصرف المكثفات وأنابيب التبريد وأنابيب الشفط بين الوحدات الداخلية والخارجية. ويمكن أن تكون وحدات تكييف الهواء غير الأنبوبية أنظمة مركزية وغير مركزية[26].
  - وحدات صغيرة مستقلة: تشتمل على مكيفات هواء النافذة والحائط ، ووحدات تكييف الهواء الطرفي المعبأة، ويتم تضمين جميع المكونات في صندوق واحد لتوفير هواء مكيف لمنطقة داخلية واحدة.
  - وحدات سبليت المنفصلة: تتكون أنظمة تكييف الهواء ذات الوحدات المنفصلة من وحدة داخلية وأخرى خارجية، وتوفر تكييفًا لمنطقة داخلية واحدة.
  - أنظمة التكييف متعددة الوحدات المنفصلة وأنظمة التبريد متغيرة التدفق: تتكون الأنظمة متعددة الوحدات من وحدة خارجية واحدة وعدة وحدات داخلية، وتعد أنظمة التبريد متغيرة التدفق من تلك الأنظمة المتطورة متعددة الوحدات. ويمكن لعدة وحدات خارجية أن تدعم العديد من الوحدات الداخلية (حتى 64 وحدة)، ويمكن ضبط الوحدات الداخلية كل على حدة.
  - الوحدات المعبأة (مثل مكيفات السطح): توضع جميع مكونات الجهاز في صندوق واحد. وعادةً ما تركب الوحدات المعبأة في الأماكن المفتوحة (على الأسطح والشُرف) وتوفر التبريد عن طريق توصيل الهواء المكيف إلى مساحة داخلية واحدة أو أكثر
  - مبردات الهواء: هي وحدات التوليد المركزية الباردة باعتبارها جزء من نظام تكييف مركزي، ويمكن تصنيفها إلى ثلاث مجموعات:
    1. المبردات القائمة على التبريد بالماء العذب أو المالح المضغوط
    2. المبردات القائمة على التبريد بالهواء المضغوط
    3. المبردات القائمة على الامتصاص (الامتصاص أو الامتزاز)
  - تُوصل المبردات بأنظمة التوزيع (الهواء أو الماء) أو أنظمة التوصيل (وحدات لفائف المروحة أو الحزم المبردة أو الأسقف).

---

[24] المصادر الرئيسية لهذه التعريفات هي :

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat, "FACT SHEET 7 Small Self Contained Air Conditioning"

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat, "FACT SHEET 8 Small Split Air Conditioning"

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat, "FACT SHEET 9 Large Air-Conditioning (air-to-air)"

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat, "FACT SHEET 10 Water chillers for air conditioning"

United Nations Environment Programme, "2018 Report of the Refrigeration, Air Conditiong and Heat Pumps Technical Options Committee"

[25] CIELO, "Ducted vs. Ductless Air Conditioning Systems"

[26] CIELO

قطاع التبريد التجاري

يركز برنامج كوول اب على قطاع التبريد التجاري، أما التبريد المنزلي والصناعي غير مشمولين في نطاق البرنامج.

- فئات المباني: تركز على متاجر الزاوية والمطاعم ومحلات السوبر ماركت والفنادق، التي تشتمل على مناطق للتخزين بالتبريد.
- أنواع المعدات (أنظمة التبريد التجاري): تغطي الأنواع الثلاثة الرئيسية للمعدات[27]: المعدات المستقلة، ووحدات التكثيف، والأنظمة المركزية (لمحلات السوبر ماركت). وتُستخدم أنواع المعدات المختلفة في شتى فئات المباني.
  - تفضل معظم محلات السوبر ماركت المتوسطة والكبيرة استخدام الأنظمة المركزية لأنها عادة ما تكون أكثر كفاءة في استخدام الطاقة من وحدات التكثيف وثلاجات العرض الإضافية. وتتراوح مساحة منطقة البيع في محلات السوبر ماركت التي تستخدم نظام التبريد المركزي من 400 متر مربع إلى 20000 متر مربع.
  - ويشيع استخدام وحدات التكثيف في المتاجر المتوسطة والصغيرة، وغالبًا ما توجد في منافذ بيع الوجبات السريعة والمطاعم والحانات ومتاجر الزاوية، وهي تسمح بتوصيل عدد أقل من الخزانات بالنظام، وتشغل مساحة أقل، وعادة ما تكون أسهل في التركيب، مقارنةً بالنظام المركزي.
  - عادةً ما تكون أنظمة التبريد المستقلة أنظمة قائمة بذاتها، مثل مجمدات الآيس كريم وصناديق العرض وماكينات البيع، وغالبًا ما تُوصف بأنها وحدات مستقلة لأنها أنظمة مغلقة لا تتطلب قدرًا كبيرًا من أعمال التركيب.

3.3. النهج المُتبع في جمع البيانات

تم جمع البيانات الخاصة بهذا التقرير من مصادر رئيسية وثانوية شتى.

- أُستقيت **البيانات الرئيسية** من مقابلات الخبراء والزيارات الميدانية، إذ أُجريت حوالي 15 مقابلة لمجموعة متنوعة من الخبراء الذين يمثلون شركات التصنيع والتجميع وتجار الجملة والمهندسين المعماريين واستشاريي الهندسة الميكانيكية والكهربائية والسباكة ومطوري المشاريع في كل دولة من الدول شريكة. وقد انتهت الزيارات الميدانية في بعض البلدان.
- أُستقيت **البيانات الثانوية** من مجموعة متنوعة من المنشورات التي تغطي المصادر الإحصائية والوثائق الوطنية (مثل خطة التبريد الوطنية في لبنان[28] أو مخزون مركبات الهيدروفلوروكربون في الأردن من منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو)[29])، وشركات دراسة السوق (مثل جمعية بحوث ومعلومات خدمات البناء في تركيا ومصر[30])، وكذلك من خلال مراجعة الأدبيات، والمعلومات إقليمية مثل البرنامج التعاوني لوضع بطاقات التعريف والمعايير للأجهزة[31] أو المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة[32].

لنهج البيانات هذا أوجه قصور، مثل غياب بعض النُهج المنظمة لجمع البيانات (مثل البيانات المتعلقة باستهلاك مركبات الهيدروفلوروكربون، وقواعد بيانات تركيب التكنولوجيات، لا سيما في قطاع التبريد التجاري)، وصعوبة الحصول على البيانات الرسمية، وغياب المعلومات المرجعية عن البيانات المتاحة، والتفاوت الكبير بين البيانات عن النقطة نفسها في المصادر المختلفة. ونظرًا لحالة البيانات في القطاعات الفرعية المذكورة سلفًا، يسلّم هذا التقرير بوجود ثغرات في البيانات وبأن البيانات تم جمعها من مصادر مختلفة، مما يؤدي إلى وجود تباينات. وبغية تقليل أوجه القصور، استخدم برنامج كوول أب أساليب مختلفة مثل تحليل مصادر البيانات المختلفة، والتقييم المُقارن، وتحليل الموثوقية، والاستعانة بآراء الخبراء.

[27] United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat, "FACT SHEET 4 Commercial Refrigeration"
[28] National Ozone Unit Lebanon, "Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon"
[29] United Nations Industrial Development Organization, "HFC Inventory of Jordan"
[30] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"
[31] Klinckenberg and Smith, "Scoping Study for Commercial Refrigeration Equipment"
Waide, van der Sluis, and Michineau, "CLASP Commercial refrigeration equipment: mapping and benchmarking"
[32] Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, "Field survey results for AC market in Egypt"

أُستخدمت العديد من الاستراتيجيات للتعامل مع محدودية البيانات. ففي حالة عدم توفر قيم خاصة بالبلد، تم سد ثغرات البيانات باستخدام معلومات من الدراسات العالمية، مثل تلك الدراسات التي أجراها كل من الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ[33]، والوكالة الدولية للطاقة[34]، ولجنة الخيارات الفنية للتبريد وتكييف الهواء والمضخات الحرارية، ومعهد روكي ماونتن[35]، و البرنامج التعاوني لوضع بطاقات التعريف والمعايير للأجهزة[36]، وكذلك باستخدام بيانات من نموذج عالمي طورته مبادرة التبريد الأخضر[37] بالاستعانة بالمعرفة المكتسبة من مقابلات الخبراء.

ويذكر النموذج العالمي، الذي طورته مبادرة التبريد الأخضر[38]، بيانات حول الأنظمة المستخدمة في المباني والمبيعات، كما يعرض توقعات عن أنظمة تكييف الهواء (أيضًا تكييف الهواء بالتبريد) وأنظمة التبريد التجارية، ويتناول القطاعات الفرعية الأخرى في مجال التبريد وتكييف الهواء. وفي نهج النموذج العالمي، تتأثر القيم الخاصة بالبلد بدرجة مختلفة من عدم اليقين.

يقوم النقص الملحوظ في البيانات الشاملة عن التوجهات الحالية في سوق التبريد وتكييف الهواء في البلدان الشريكة بتسليط الضوء على ضرورة إجراء مزيد من التقييمات والجمع المنتظم للبيانات.

ستُراقب مؤشرات البيانات الرئيسية طوال مدة البرنامج، وستنعكس هذه المؤشرات في تحديثات أنشطة البرنامج والتوصيات.

[33] Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change"

[34] International Energy Agency, "The Future of Cooling - Opportunities for energy efficient air conditioning"

[35] Campbell, Kalanki, and Sachar, "Solving the Global Cooling Challenge"

[36] Waide, van der Sluis, and Michineau, "CLASP Commercial refrigeration equipment: mapping and benchmarking"

[37] Green Cooling Initiative, "Global greenhouse gases emissions from the RAC Sector". The model estimates data on installed equipment in the stock (as well as sales figures) for AC cooling equipment and for the commercial refrigeration sector.

[38] مبادرة التبريد الأخضر

4. موجز بأهم النتائج والتوصيات

يوجد في مصر مجموعة من العلامات التجارية المحلية والعالمية في سوق تكييف الهواء والتبريد التجاري. ويهيمن المصنعون الوطنيون على سوق أجهزة التكييف السكنية لأنظمة سبليت ذات الوحدات المنفصلة. ولمعظم العلامات التجارية العالمية الكبرى شركاء وطنيون في مصر يصنعون منتجاتهم تحت أسمائهم، إذ تُصنع بعض التقنيات التجارية مثل وحدات مناولة الهواء وملفات المراوح في مصر، في حين تُستورد أنظمة التبريد متغيرة التدفق ومبردات الهواء. وتشجع الرسوم الجمركية المرتفعة على المنتجات المستوردة (حوالي 40٪ من قيمة المنتج) على التصنيع المحلي.

وتتمثل العوامل المحركة لسوق التكييف في مصر في النمو الاقتصادي، والظروف الجوية القاسية، والتوسع الحضري، والنمو السكاني، وأنشطة البناء الجديدة، وارتفاع أسعار الكهرباء، وتوافر التقنيات الجديدة. فبات الطلب على تقنيات التكييف المختلفة مدفوعًا بتركيب أنظمة التكييف في المباني الجديدة، وتركيب مزيد من الأجهزة في المباني الموجودة بالفعل (لزيادة عدد الغرف المكيفة)، واستبدال أنظمة التكييف التالفة. وفي فئات المباني الجديدة، يتم تركيب أنظمة تكييف الهواء في حوالي 90٪ من المباني السكنية الجديدة، وتقريبًا 80٪ في منشآت البيع بالتجزئة و90٪ -100٪ من المباني الجديدة الخاصة بالفنادق والمكاتب والرعاية الصحية. وفي المباني السكنية الموجودة، تشكل المساحة المكيفة حوالي 73٪، ومع ذلك توجد إمكانات نمو كبيرة في سوق التبريد في مصر.

ومن المتوقع أن تواصل أكبر فئة من فئات تكييفات الهواء، وهي أنظمة تكييف سبليت، نموها في المستقبل. وعلى الرغم من انخفاض عدد أنظمة التبريد متغيرة التدفق في المطلق، من المتوقع أن يزداد عددها زيادة ملحوظة نسبيًا في المستقبل، وأن تنخفض مبيعات تكييفات هواء، مما يؤدي إلى تناقص حصتها السوقية في المستقبل.

تتميز الأنظمة الموجودة والجديدة بكفاءة طاقة أقل من أفضل التكنولوجيات المتاحة في السوق، مما يعني زيادة إمكانات توفير الطاقة. ويتراوح معدل كفاءة استهلاك الطاقة أو معامل الأداء لأنظمة تكييف الهواء في المباني الحالية بين 2.7 و3.7، وتتراوح كفاءة طاقة أغلبية الأنظمة بين حوالي 2.9-3.2، وهذا أقل بكثير من أفضل نطاق كفاءة طاقة موجود. فكان الحد الأدنى لمتطلبات أداء الطاقة قبل يونيو 2020 هو الفئة ج في معامل الأداء أو نسبة كفاءة الطاقة البالغ 3.26. وبعد يونيو 2020، صار الفئة ب بمعامل الأداء يبلغ 3.51، واعتبارًا من يونيو 2022 فصاعدًا، سيكون 3.81.

ويعتمد سوق التبريد التجاري اعتمادًا كبيرًا على استيراد الوحدات، لاسيما الضواغط ووحدات التحكم، من كبرى الشركات المصنعة العالمية. وعادةً ما تقوم أهم قطاعات السوق، وهي متاجر الزاوية، بتركيب وحدات التبريد المستقلة في المطاعم ومحلات سوبر ماركت. كما أدى التوسع الحضري إلى زيادة بناء محلات السوبر ماركت الجديدة ومتاجر الزاوية، مما دفع السوق إلى توفير تقنيات تبريد قابلة للتركيب، مثل غرف التبريد (reach-in refrigerators) والمجمدات وخزائن العرض.

وتُستورد مواد التبريد المستخدمة في قطاع التبريد والتجميد المصري. وتعد مادة كلوروفلوروالميثان (HCFC-22 أو R22) المستنفدة للأوزون هي مادة التبريد الرئيسية المستخدمة في المعدات الموجودة، ونجحت مركبات الهيدروفلوروكربون في أن تحل محلها. ولا يزال هناك محدودية في استخدام بدائل أخرى لمركبات الهيدروكلوروفلوروكربون، بما في ذلك ثنائي فلورو الميثان (R32) ومزائج أخرى من مركبات الكربون الهيدروفلوروكربون ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي. ولم تُستخدم بعد مواد التبريد الطبيعية على نطاق تجاري في مكيفات الهواء والتبريد التجاري.

ومن المتوقع استمرار نمو سوق معدات التبريد في مصر بوجه عام. ويتطلب هذا النمو الكبير في السوق توفير تقنيات تبريد مستدامة ومواد تبريد طبيعية في وقت مبكر باعتبارها بديل مباشر لمنع الآثار المحتملة لاحتكار مواد التبريد الضارة. وتمتلك مصر القدرة على إقامة سوق وطنية للتبريد الطبيعي، مما قد يقلل من اعتمادها على الواردات، لا سيما من الأنظمة المنفصلة. ويتيح التحول إلى مواد التبريد الطبيعية الفرصة لتطوير وتوسيع صناعة التبريد الوطنية. وتشمل التحديات الرئيسية المتصورة لامتصاص مواد التبريد الطبيعية مشاكل السلامة وتكاليفها.

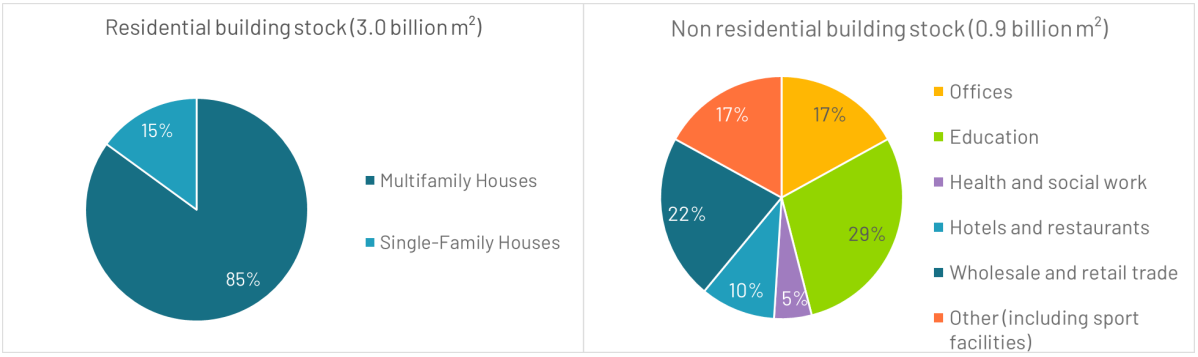
يمكن لمصر مواجهة هذه التحديات وإقامة سوق لمواد التبريد الطبيعية من خلال الاستفادة من أنشطتها المُنفذة في نطاق برنامج كوول أب لزيادة المعرفة التقنية من أجل تحسين كفاءة الطاقة، وتوفير خيارات تكنولوجيا التبريد القائمة على الاستدامة، وتعزيز قطاع تصنيع التبريد وتنامي الاهتمام بالتمويل المستدام، ودعم الإطار التنظيمي لمعالجة استخدام مواد التبريد المختلفة وإدارة التخلص منها بعد انتهاء العمر الافتراضي للجهاز.

5. سوق تكييف الهواء

- من المتوقع أن يستمر نمو سوق معدات التبريد بشكل عام.
- ثمة إمكانات كبيرة لتوفير الطاقة؛ فالمعدات والوحدات الجديدة المثبتة لها كفاءة طاقة أقل من أفضل التقنيات المتاحة.
- تتمثل المحركات الرئيسية للسوق في القطاع السكني في النمو الاقتصادي (القدرة على تحمل التكاليف)، والظروف الجوية القاسية (قرار خاص بشراء نظام تكييف هواء)، وأنشطة البناء الجديدة.
- يهيمن المصنعون المحليون، الذين يمثلون العلامات التجارية العالمية الكبرى، على السوق الوطنية للمكيفات، ومع ذلك غالبًا ما يتم استيراد أنظمة التبريد متغيرة التدفق ومبردات الهواء.
- أنظمة سبليت (غير الأنبوبية) هي نوع النظام الشائع في السوق بشكل عام (من حيث التركيب والبيع كل عام) في المباني غير السكنية الكبيرة، في حين تعد المبردات هي التكنولوجيا الرئيسية، ويُطبق تبريد المناطق على نطاق واسع في المدن الجديدة.

1.5. إجمالي المباني وإمكانات السوق

في مصر، تشكل المباني السكنية غالبية مساحة البناء (3.9 مليار متر مربع) بنسبة (75٪). وتضم هذه المساحة السكنية وحدات سكنية لأسر متعددة بنسبة ٨٥٪، بينما تشغل وحدات سكنية لأسرة واحدة باقي المساحة. وتستحوذ المباني التعليمية ومنشآت البيع بالجملة وبالتجزئة والمكاتب على أعلى حصة في مساحة الطوابق غير السكنية (29٪ و22٪ و17٪ على التوالي، انظر الشكل 2[39]). وفي الآونة الأخيرة، تراوح معدل البناء الجديد في القطاع السكني بين 2٪ و2.5٪ سنويًا[40].



شكل 2 إجمالي المباني في مصر في عام 2020[41]

في القطاع السكني، تتوفر أنظمة تكييف الهواء في حوالي نصف الوحدات السكنية (مجموع الحصص موضحة في الشكل 3 باللون الأزرق الفاتح والأصفر[42]). وفي الوحدات السكنية المزودة بنظام تكييف، تعد حوالي نصف الغرف أي نصف مساحة الأرضية مكيفة (55٪)[43]، مما يعني أن 27٪ من إجمالي المساحة المأهولة بالسكان أو الغرف مكيفة الهواء (الحصة موضحة باللون الأصفر في الشكل 3)[44]، وأن حوالي 73٪ من مساحة الأرض غير مكيفة (مجموع الحصص موضحة باللون الأزرق الفاتح والأزرق الغامق في الشكل 3).

وتختلف الصورة في قطاع المباني غير السكنية؛ فحوالي 85٪ من المباني مجهزة بنظام تكييف واحد على الأقل[45]. وفي هذه المباني، حوالي 85٪ من مساحة الأرض مكيفة[46] مما يعني أن حوالي 72٪ من إجمالي مساحة الطابق التجاري مكيف وحوالي 28٪ غير مكيف.

---

[39] Guidehouse, "Guidehouse Global Building Stock Model". The model uses comprehensive residential and non-residential building stock data from more than 50 countries and has been used in several European and international projects.

[40] Central Agency for Public Mobilization and Statistics, "Total number of housing units of the system (government / public / public / private)"

[41] جاءت الأرقام بناءً على: Guidehouse, "Guidehouse Global Building Stock Model"

[42] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

[43] مقابلات الخبراء

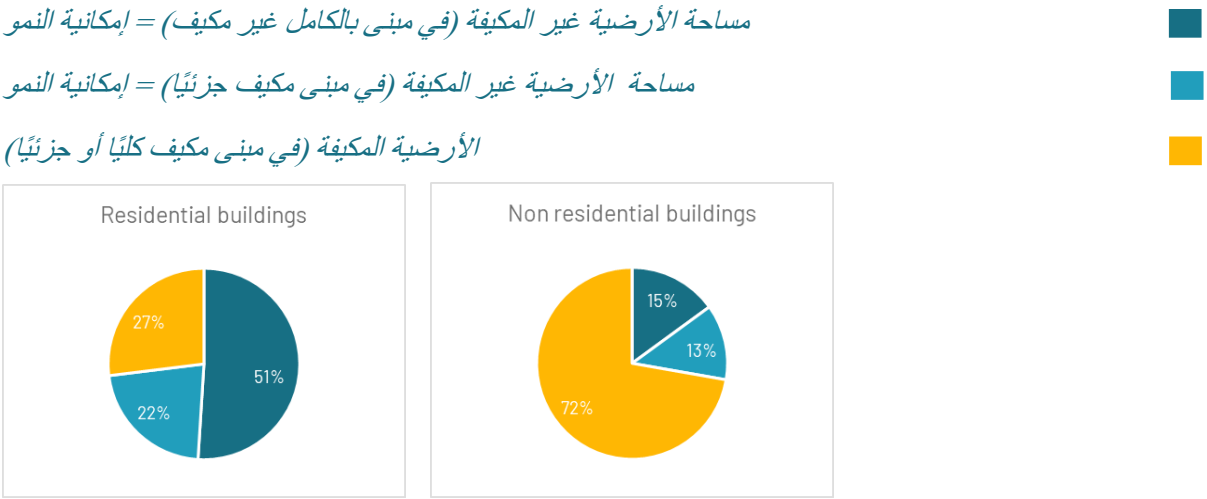
[44] حوالي نصف (49٪) الوحدات السكنية مزودة بنظام تكييف. وفي هذه الوحدات السكنية، حوالي 55٪ من الغرف أو مساحة الأرضية مكيفة. بضرب هذه الأرقام، يمكن تقدير الحصة من إجمالي مساحة الأرضية المكيفة (49٪ * 55٪ = 27٪).

[45] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018", Expert Interviews

[46] مقابلات الخبراء

وتمثل منطقة النمو المحتملة لمبيعات معدات التبريد مساحة الأرضية في المباني الموجودة الخالية من أنظمة التكييف حتى الآن.

ووفقًا للنهج العلمية، يتم تحديد الحد الأقصى لعدد أجهزة التكييف في المباني من خلال تحديد أقصى حد لتشبع السوق القائم على المناخ والتوافر في السوق اعتمادًا على متوسط دخل الأسرة[47]. وفي هذا السياق، يتم تعريف معدل تركيب معدات التبريد على أنه حصة الوحدات السكنية والمباني غير السكنية التي يوجد بها نظام تكييف واحد على الأقل.



شكل 3 حصة مساحة الأرضية غير المكيفة (= إمكانية النمو) في المباني السكنية وغير السكنية

قطاع البناء الجديد هو مجال نمو محتمل رئيسي في المبيعات لا يظهر في هذا الرسم التوضيحي.

ومن المتوقع أن ينمو السوق بوجه عام في المستقبل.

2.5. خصائص ومستجدات السوق

يهيمن المصنعون المحليون على سوق أجهزة تكييف الهواء في مصر، فلمعظم العلامات التجارية العالمية الكبرى شركاء وطنيون في مصر لتصنيع التقنيات الخاصة بهم، لاسيما أجهزة التكييف الصغيرة مثل أنظمة سبليت، وملفات التبريد، والمراوح، ووحدات مناولة الهواء. ولبعض الشركات العالمية كيان محلي في السوق المصري، مثل دايكن وسامسونج. ومن أبرز الشركات المصنعة المحلية: العربي طيبة، ويونيون اير، وميراكو، وكاريير، وإل جي، وفريش، إذ يمثلون شركات دولية مثل يورك، وجري، وكاريير، وتراني، وسافير، وهيتاتشي إما عن طريق التصنيع المحلي لأجهزة التكييف وتجميعها أو من خلال كونهم موردًا ومستوردًا للتقنيات[48]. ولا يزال الموردون المحليون يستورد أنظمة التبريد متغيرة التدفق والمبردات[49].

[47] McNeil et al., *Bottom-Up Energy Analysis System - Methodology and Results*

[48] مقابلات الخبراء

[49] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

1.2.5 التكنولوجيات الشائعة

على الرغم من وجود العديد من التقنيات المختلفة في السوق، فيمكن حصرها في قطاعات التكنولوجيا التالية، التي تُستخدم لوصف خصائص السوق بتوسع:

- أنظمة صغيرة قائمة بذاتها
- أنظمة سبليت الفردية ذات الوحدات المنفصلة
- أنظمة التبريد متعددة الوحدات المنفصلة ومتغيرة التدفق
- الأنظمة المعبأة (مثل أنظمة السطح)
- مبردات الهواء

للإطلاع على تعريف كل فئة، انظر الفصل 2.

يعد نظام سبليت الفردي ذي الوحدات المنفصلة (غير الأنبوبي على الأغلب) هو نوع نظام تكييف الهواء الأكثر انتشارًا في المباني الموجودة بحصة تبلغ حوالي 85%، ولاسيما في فئات المباني السكنية والمكتبية ومنشآت التجارة بالتجزئة. أما في المباني غير السكنية الكبيرة، مثل مراكز التسوق ومباني الرعاية الصحية، تعد المبردات التكنولوجيا الشائعة. وتشكل أنظمة تكييف الأسطح وأنظمة التبريد متغيرة التدفق وأنظمة تكييف هواء النافذة حصة صغيرة في المباني الموجودة. وللأنظمة متعددة الوحدات المنفصلة حصة تكاد لا تُذكر في المباني الموجودة[50].

يقدم الجدول 2 نظرة عامة على أكثر التقنيات المناسبة في المباني الحالية في كل جزء من أجزاء المبنى.

جدول 2 نظرة عامة على أنظمة تكييف الهواء في كل فئة من فئات المباني الموجودة[51]

	تقنيات تكييف الهواء شائعة الاستخدام - حصة كبيرة*	ثاني أكثر تقنيات تكييف الهواء المُستخدمة شيوعًا - حصة صغيرة*	ثالث أكثر تقنيات تكييف الهواء المُستخدمة شيوعًا - حصة صغيرة جدًا*	حصة ضئيلة*
	أنظمة سبليت الفردية ذات الوحدات المنفصلة غير الأنبوبية	نظام سبليت الفردي ذي الوحدات المنفصلة الأنبوبية	مبردات الهواء	الأنظمة المعبأة (مثل أنظمة السطح)	الأنظمة متعددة الوحدات المنفصلة ومتغيرة التدفق	الأنظمة القائمة بذاتها (مثل تكييف الهواء من نوع النافذة وتكييف الهواء الطرفي المعبأ)
وحدات سكنية لأسرة واحدة						
وحدات سكنية لأسر متعددة						
الفنادق						
المكاتب						
منشآت البيع بالتجزئة (مثل محلات السوبر ماركت)						
منشآت الرعاية الصحية						

[50] Expert Interviews, The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

[51] مقابلات الخبراء

*تشير الحصة السوقية إلى الحصة في قطاع البناء المعني، **وليس** في السوق بالكامل.

يعرض الجدول 3 لمحة عامة على أكثر التقنيات المناسبة في قطاع البناء الجديد حسب نوع المبنى.

تُباع أنظمة سبليت الفردية ذات الوحدات المنفصلة بشكل أساسي لقطاعي المباني السكنية وغير السكنية، ولاسيما للمباني الإدارية وأيضًا لمنشآت البيع بالتجزئة ومحلات السوبر ماركت. وتُباع مبردات الهواء عادةً للمباني غير السكنية الكبيرة، مثل الفنادق الكبيرة ومراكز التسوق والمستشفيات، في حين تُباع أنظمة التبريد متغيرة التدفق في الغالب للسوق السكني (وحدات الأسرة الواحدة) ومنشآت البيع بالتجزئة والمباني الإدارية[52].

جدول 3 نظرة عامة على أنظمة تكييف الهواء في كل فئة من فئات المباني المُشيدة حديثًا[53]

تقنيات تكييف الهواء شائعة الاستخدام - حصة كبيرة*	ثاني أكثر تقنيات تكييف الهواء المُستخدمة شيوعًا - حصة صغيرة*	ثالث أكثر تقنيات تكييف الهواء المُستخدمة شيوعًا - حصة صغيرة جدًا*	حصة سوقية ضئيلة*

	أنظمة سبليت الفردية ذات الوحدات المنفصلة غير الأنبوبية	نظام سبليت الفردي ذي الوحدات المنفصلة الأنبوبية	مبردات الهواء	الأنظمة المعبأة (مثل أنظمة السطح)	أنظمة تكييف الهواء المركزية (متعددة الوحدات المنفصلة ومتغيرة التدفق)	الأنظمة القائمة بذاتها (مثل تكييف الهواء من نوع النافذة وتكييف الهواء الطرفي المعبأ)
وحدات سكنية لأسرة واحدة						
وحدات سكنية لأسر متعددة						
الفنادق						
المكاتب						
منشآت البيع بالتجزئة (مثل محلات السوبر ماركت)						
منشآت الرعاية الصحية						

*تشير الحصة السوقية إلى الحصة في قطاع البناء المعني، **وليس** في السوق بالكامل.

لأنظمة التكييف المُركبة في المباني نسبة كفاءة الطاقة في نطاق 2.7-3.7 (المباني الموجودة)، وتبلغ كفاءة الأغلبية 2.9-3.2[54]، وهو أقل بكثير من أفضل نطاق كفاءة متاح[55]. وكان الحد الأدنى لمتطلبات أداء الطاقة قبل يونيو 2020 هو الفئة ج بنسبة كفاءة طاقة تبلغ 3.26. وبعد يونيو 2020، تغير الحد الأدنى ليكون الفئة ب بقيمة 3.51. واعتبارًا من يونيو 2022 فصاعدًا، سيبلغ هذا الحد 3.81[56].

يقدم **الجدول 4** لمحة عامة على نطاق ومتوسط كفاءات التقنيات المركبة حاليًا في المباني، والمعدات الجديدة، وأفضل التقنيات المتاحة.

[52] مقابلات الخبراء
[53] مقابلات الخبراء
[54] مقابلات الخبراء
[55] CLASP, "Environmentally Harmful Dumping of Inefficient and Obsolete Air Conditioners in Africa"
[56] Egyptian Standard No. 3795: Energy Efficiency Label Requirements for Air Conditioner

جدول 4 متوسط كفاءات الطاقة في المباني والأنظمة الجديدة وأفضل التقنيات المتاحة محليًا ودوليًا[57]

نوع النظام	متوسط الكفاءة (النطاق) في المباني (نسبة كفاءة الطاقة 35/27)	كفاءة الأنظمة في المباني الجديدة	أفضل كفاءة متاحة*	
			على المستوى الوطني (نسبة كفاءة الطاقة 35/27)	على المستوى الدولي (نسبة كفاءة الطاقة 35/27)
نوع النافذة	٢.٨-٣	لا تتوفر بيانات	-	-
أنظمة سبليت الفردية ذات الوحدات المنفصلة	٣.٠ (٤.٢-٤.٢)	٣.٥-٥.٢	٣٨.٥	٦.٥
أنظمة التبريد متغيرة التدفق/ متعددة الوحدات المنفصلة	(٤.٥-٥.٣)	٤.٥-٥.٣	٤.٥	٤.٤ / ٥.٠
مبردات الهواء	٣.٠ (٤-٤.٢)	٣.٥- ٢.٧	٤	**١.٦-٣.٩
الأنظمة الأنبوبية المركزية (مثل أنظمة السطح)	٣.٨٥	لا تتوفر بيانات	٢.٤	٣.٤

*وفقًا للمواصفة EN 14511

**نسبة كفاءة الطاقة 7/12 درجة مئوية // 35/30 درجة مئوية وفقًا للمواصفة EN 14511؛ وهي نسبة كفاءة الطاقة لمبرد الهواء فقط وليس نظام تكييف الهواء بأكمله. أما بالنسبة للأنظمة بأكملها، ستكون النسبة أقل بكثير حسب نوع نظام التوزيع والنقل ("الهواء فقط" أم "الهواء + الماء" أم "الماء" فقط).

التوصيف: برغي معبأ، أقل من 400 كيلوواط: 6.0؛ طرد مركزي، معبأ، أقل من 600 كيلوواط: 6.1؛ برغي، معبأ، أقل من 400 كيلوواط: 3.9؛ طرد مركزي، معبأ، أقل من 600 كيلوواط: 4.2

يتم إحلال نظام تكييف الهواء النموذجي (باستثناء مبردات الهواء) كل 7-10 سنوات[58].

تبريد المناطق

اقترنت الطفرة العمرانية الأخيرة في مصر ببناء مدن كبيرة جديدة، فبدأ اعتماد أنظمة تبريد المناطق في بعض المدن الجديدة، لا سيما في العواصم الإدارية الجديدة، ومن المحتمل أن يتم اعتماده في مدينة العلمين الجديدة، وهذه المشاريع هي في الأساس مشاريع تجارية وإدارية كبيرة. ويتمثل التحدي الرئيسي أمام مشاريع تبريد المناطق في أن السوق ليس على دراية بها كما أن لوائح الدولة لا تسمح باعتمادها. ولكن تستمر الجهود لإدراج مشاريع تبريد المناطق في القانون المصري القادم الخاص بالمدن المستدامة الجديدة من خلال جهود الدراسات الرائدة التي أجرتها اليونيدو وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. ومنذ الحصول على موافقة السلطات السياسية لتنفيذها في العاصمة الجديدة، اكتسبت العاصمة شعبية بسبب هذه الجهود المشتركة. وتشمل بعض مشاريع تبريد المناطق التي نُفذت في مصر القرية الذكية (15000 طن) في الجيزة، وحرم الجامعة الأمريكية (5000 طن)، ومصنع منتجع الجلالة لتبريد المناطق (4800 طن)[59]، ومنطقة الأعمال المركزية في العاصمة الجديدة (55000 طن)، ومحطات تبريد منطقة كيان (60،000 طن)[60].

وتتسم أنظمة تبريد المناطق بارتفاع تكاليفها الرأسمالية رغم انخفاض تكاليفها التشغيلية مقارنة بأنظمة تكييف المناطق الداخلية الفردية، بسبب وفورات الحجم وعوامل التنوع. وتتمتع أنظمة تبريد المناطق أيضًا بالعديد من الفوائد البيئية فضلاً عن أنها أكثر موثوقية مقارنة بالأنظمة التقليدية[61].

2.2.5. توجهات ومحركات السوق

يُعَد الطلب على تقنيات التكييف المختلفة مدفوعًا بالتركيبات في المباني الجديدة، والتركيبات الجديدة في المباني الموجودة (لزيادة حصة الغرف المكيفة)، وإحلال أنظمة التكييف المعطلة. وتم توضيح منطقة نمو المبيعات المحتملة في المباني الموجودة في الفصل 1.5.

---

[57] Expert Interviews, Eurovent Certita, *Eurovent Certita Certification*

[58] CLASP, "Environmentally Harmful Dumping of Inefficient and Obsolete Air Conditioners in Africa"

[59] 1 طن متري = 3.517 كيلوواط.

[60] مقابلات الخبراء

[61] مقابلات الخبراء

وتتمثل العوامل الرئيسية المحركة لنمو المبيعات في قطاع المباني السكنية الحالي في زيادة القدرة على تحمل التكاليف (نمو الناتج المحلي الإجمالي)، والنمو السكاني، وتغيير أنماط الطقس (زيادة أيام درجة التبريد في موجات الحرارة الزمنية، وما إلى ذلك). وهذه العوامل تدفع نمو المبيعات في المباني الموجودة بسبب تركيبات الأجهزة للمرة الأولى[62].

وتُعَد فئات المباني الجديدة سوقًا مهمًا آخر لزيادة مبيعات أنظمة التكييف في القطاعين السكني والتجاري. وهذا القطاع يحركه النمو السكاني، وزيادة إجمالي الناتج المحلي، والتوسع الحضري بشكل أساسي.

وفي القطاع السكني، تم تجهيز حوالي 90٪ من جميع المباني السكنية الجديدة بأنظمة تكييف الهواء. وفي قطاع المباني غير السكنية، الذي يحتوي على سوق أكثر تشبعًا في فئات المباني الموجودة مقارنة بالقطاع السكني، يعد قطاع البناء الجديد هو المحرك الرئيسي لنمو المبيعات، إذ يقوم ما بين 80٪ (من منشآت البيع بالتجزئة)، و90٪ -100٪ من أنواع المباني غير السكنية الجديدة الأخرى مثل الفنادق والمكاتب ومباني الرعاية الصحية بتركيب أنظمة تكييف هواء[63].

وأدى ظهور المدن الحضرية المُشيدة حديثًا، مثل العواصم الإدارية الجديدة ومدينة العلمين الجديدة ومدينة المنصورة الجديدة وغيرها إلى نمو سريع في مبيعات جميع أنواع الأنظمة في سوق التكييف السكني وغير السكني على مدى السنوات الخمس الماضية.

- تعد مبيعات أنظمة سبيلت الفردية ذات الوحدات المنفصلة مدفوعة بالنمو الاقتصادي وأنماط الطقس (مما يؤدي إلى الرغبة في زيادة المساحة المكيفة أو القيام بتركيب أجهزة تكييف هواء لأول مرة)، بالإضافة إلى بناء المدن الجديدة.
- ويزداد عدد أنظمة التبريد متغيرة التدفق سريعًا في السوق. ونظرًا لكفاءتها العالية، تكتسب هذه الأنظمة شعبية متزايدة بين الاستشاريين والموردين للوحدات السكنية الجديدة التي تضم أسرة واحدة، والمباني الإدارية الجديدة، والفنادق، والمنشآت التعليمية.
- وتحرك المباني غير السكنية الجديدة (الكبيرة)، مثل محلات السوبر ماركت الكبيرة والفنادق والمستشفيات، مبيعات مبردات الهواء. كما يؤدي توفر الغاز الطبيعي بسعر زهيد، وانخفاض تكاليف الصيانة، والعمر الافتراضي الطويل، وارتفاع أسعار الكهرباء إلى زيادة مبيعات مبردات الامتصاص في المباني غير السكنية الكبيرة. وهذا النوع من المبردات بدأ يحظى باهتمام وشعبية بين الاستشاريين.
- تتناقص شعبية الوحدات المعبأة (وحدات السطح) بين الاستشاريين، ولاسيما في المباني الجديدة.
- يتمثل الدافع الرئيسي وراء استخدام تبريد المناطق هو بناء المدن الجديدة، ولاسيما العواصم الإدارية الجديدة[64][65].

سيزداد إحلال أجهزة التبريد القديمة التي وصلت إلى نهاية عمرها الافتراضي وفقًا لزيادة مخزون أجهزة التبريد[66].

3.2.5. حجم وهيكل السوق

يقدر إجمالي عدد أنظمة تكييف الهواء المركبة في المباني الموجودة في مصر بحوالي 5.3 مليون نظام تكييف و0.28 مليون مبرد (وحدة)[67].

وفي عام 2018، بلغت قيمة سوق التكييف المصري 280 مليون يورو بمبيعات 520 ألف وحدة[68]. وذكرت دراسة أخرى قيمة أعلى نسبيًا، إذ تم بيع حوالي 580،000 وحدة (في عام 2017)، و92٪ منها هي وحدات تم تجميعها محليًا[69]. وتشجع الرسوم الجمركية المرتفعة على المنتجات المستوردة (حوالي 40٪ من قيمة المنتج) التصنيع المحلي[70].

وفي عام 2019، صدرت مصر أنظمة تكييف هواء بقيمة حوالي 30 مليون يورو، واستوردت أنظمة تكييف بقيمة 149 مليون يورو. وكانت أهم البلدان المستهدفة للتصدير هي ليبيا، والمملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة، وتونس.

---

[62] مقابلات الخبراء

[63] مقابلات الخبراء

[64] مقابلات الخبراء

[65] Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, "Field survey results for AC market in Egypt"

[66] مقابلات الخبراء

[67] Green Cooling Initiative, "Global greenhouse gases emissions from the RAC Sector", Shah et al., "Benefits of Leapfrogging to Superefficiency and Low Global Warming Potential Refrigerants in Room Air Conditioning"

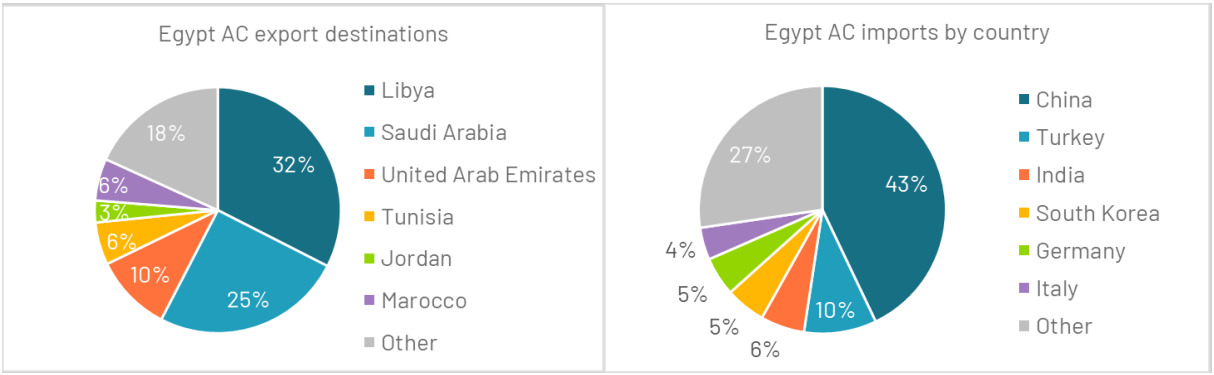
The number for chillers contains the commercial and industrial sectors.

[68] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

[69] CLASP, "Environmentally Harmful Dumping of Inefficient and Obsolete Air Conditioners in Africa"

[70] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

أما دول المنشأ الرئيسية للواردات هي الصين، وتركيا، والهند، وكوريا الجنوبية، وألمانيا، وإيطاليا. ويوضح الشكل 4 دول المقصد (التصدير) والمنشأ (الاستيراد)[71].

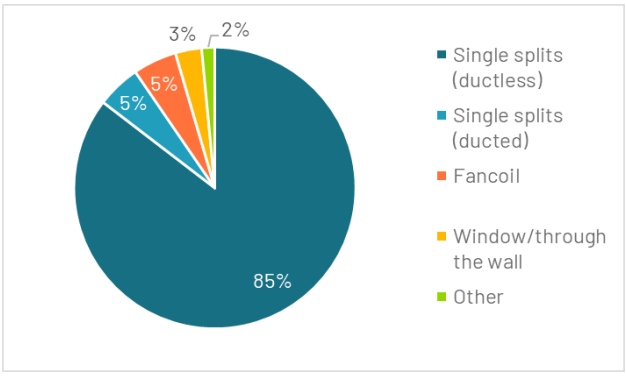


شكل 4 استيراد وتصدير أنظمة تكييف الهواء (2019)

وتمثل وحدات سبليت سلعة التصدير والاستيراد الرئيسية، إذ تم تصدير حوالي 73000 وحدة واستيراد 92000 وحدة في عام 2018[72]. ويتم إنتاج معظم وحدات مناولة الهواء وأنظمة لفائف المروحة محليًا، ويتم استيراد معظم مبردات الهواء إلى جانب جميع أنظمة التبريد متغيرة التدفق (حوالي 1800 وحدة في عام 2018)[73].

وتهيمن أنظمة سبليت الفردية ذات الوحدات المنفصلة على السوق بقوة، من حيث عدد الوحدات المباعة، إذ تمثل أكثر من 90٪ من السوق (85٪ منها غير أنبوبية). ومن التقنيات الأخرى التي تُباع هي أنظمة لفائف المروحة (5٪)، ووحدات تكييف الهواء من نوع النافذة أو الحائط (3٪). أما النسبة المتبقية 2٪ (غير ذلك في الرسم) تشمل وحدات مناولة الهواء، وأنظمة تكييف السطح، ومبردات الهواء، وأنظمة التبريد متغيرة التدفق[74]. ويوضح الشكل 5 حصص الأنظمة. ومن الناحية المالية، تزداد حصة مبردات الهواء ووحدات مناولة الهواء.

شكل 5 حصة التقنيات في عام 2018 (حصة عدد الأنظمة المباعة)



يتم بيع حوالي 80٪-85٪ من الحصة السوقية إلى المباني السكنية والباقي 15٪-20٪ إلى المباني غير السكنية.[75]

ومن المتوقع أن تواصل أكبر فئات مكيفات الهواء، وهي أنظمة سبليت، نموها في المستقبل. وعلى الرغم من انخفاض عدد أنظمة التبريد متغيرة التدفق في المطلق، من المتوقع أن تشهد نموًا قويًا نسبيًا في المستقبل. ومن المتوقع أيضًا أن يزداد نمو

[71] Observatory of Economic Complexity, "Trade Data"

[72] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

[73] جمعية بحوث ومعلومات خدمات البناء

[74] جمعية بحوث ومعلومات خدمات البناء

[75] The Japanese Refrigeration and Air Conditioning Industry Association, "World Air Conditioner Demand in 2017". JRAIA provides a slightly lower number for the commercial sector. Its statistic does not consider chillers, so it is underestimating the commercial sector slightly.

قطاع المبردات، وأن يستمر انخفاض تستمر وحدات تكييف الهواء من نوع النافذة، مما يؤدي إلى انخفاض حصتها السوقية في المستقبل[76].

[76] The Building Services Research & Information Association, "Split Systems 2018"

6. سوق التبريد التجاري

- يعتمد سوق التبريد التجاري في مصر اعتمادًا كبيرًا على الواردات، خاصة واردات الضواغط (كومبرسور) ووحدات التحكم من كبرى الشركات المصنعة العالمية.
- وتتمثل أهم فئات السوق التي تستخدم أنظمة التبريد التجارية في متاجر الزاوية والمطاعم ومحلات السوبر ماركت.
- وتستحوذ الوحدات القائمة بذاتها على أعلى حصة في الأجهزة المُركبة.
- تُعَد كفاءة الأجهزة الجديدة آخذة في التحسن، وحصة الأجهزة الفعالة آخذة في الازدياد.
- ويؤدي معدل التوسع الحضري المتزايد إلى زيادة بناء محلات السوبر ماركت الجديدة ومتاجر الزاوية. كما يحرك قطاع البناء الجديد السوق نحو تقنيات التبريد المختلفة مثل ثلاجات العرض الرأسية والمجمدات وخزائن العرض في متاجر الزاوية ومحلات السوبر ماركت (الصغيرة).

1.6. فئات السوق والتكنولوجيات الشائعة

تتمثل التقنيات الثلاثة شائعة الاستخدام في تطبيقات التبريد التجارية في الأنظمة القائمة بذاتها، ووحدات التكثيف، والأنظمة المركزية[77] (للإطلاع على التعريفات، انظر الفصل 2).

وتُستخدم الوحدات القائمة بذاتها، مثل خزانات العرض والثلاجات الصندوقية في المباني الصغيرة غير السكنية، مثل متاجر الزاوية ومحلات السوبر ماركت الصغيرة. وصُممت الأنظمة الأكبر مزودة بوحدات التكثيف لتكون محطات تبريد مركزية بها ضواغط، وعادةً ما يتم تركيبها في محلات السوبر ماركت الكبيرة. وتُستخدم الأنظمة المركزية مثل أنظمة الأرفف المركزية بشكل أساسي في الأجهزة الكبيرة كتغذية خزانات العرض في محلات السوبر ماركت الكبيرة[78].

وحجم السعة النموذجي هو 0.1 كيلوواط - 1 كيلوواط لنظام التكييف التجاري القائم بذاته، و2 كيلوواط - 20 كيلوواط لنظام التكثيف، وما بين 40 كيلوواط و200 كيلوواط للنظام المركزي[79]. وبالنظر إلى متوسط السعات المذكورة، نجد أن وحدات التكثيف والأنظمة المركزية تستهلك أكثر من نصف استهلاك الطاقة، والأرقام المؤكدة غير متوفرة.

وتستحوذ وحدات التكثيف والوحدات المركزية على حصة كبيرة من إجمالي استهلاك الطاقة في قطاع التبريد[80].

وتهيمن محلات السوبر ماركت (الكبيرة والصغيرة)، ومتاجر الزاوية، والفنادق، مخازن التبريد على قطاع التبريد التجاري في مصر. وتُستخدم مخازن التبريد في محلات السوبر ماركت ومخازن التبريد التجارية[81] والتبريد الصناعي وقطاعات أخرى، مثل المطاعم. وتعد وحدات التكثيف هي تكنولوجيا التخزين البارد شائعة الاستخدام في معظم قطاعات البيع بالتجزئة الصغيرة والمتوسطة الحجم، أما بالنسبة للأنظمة التجارية الكبيرة، فالنظام المركزي هو التكنولوجيا الأكثر شيوعًا[82].

يعرض الجدول 5 لمحة عامة على أنواع المباني وأنظمة التبريد والتقنيات الشائعة[83].

[77] مقابلات الخبراء

[78] Environmental Investigation Agency, "Pathway to Net-Zero"

[79] Expert Interviews; United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat, "FACT SHEET 4 Commercial Refrigeration"

[80] مقابلات الخبراء

[81] تشير مخازن التبريد التجارية إلى المستودعات والمرافق ضمن سلسلة التبريد لشركات الأغذية والمشروبات. فهم الوسيط بين المنتجين وتجار التجزئة والمصدرين وغيرهم.

[82] مقابلات الخبراء

[83] مقابلات الخبراء

الجدول 5 لمحة عامة على فئات المباني وأنظمة التبريد التجاري في مصر[84]

نوع البناء (فئة السوق)	نظام التبريد	التكنولوجيا
المطاعم والفنادق ومحلات السوبر ماركت الكبيرة	غرف التبريد والتجميد	ضواغط مركزية
محلات السوبر ماركت الكبيرة	خزائن العرض (المفتوحة أو المغلقة)	ضواغط مركزية أو مبردة بالماء
محلات السوبر ماركت الصغيرة والكبيرة		قائمة بذاتها
محلات السوبر ماركت الصغيرة والكبيرة	ثلاجات ومجمدات العرض الرأسية	ضواغط مركزية أو مبردة بالماء
محلات السوبر ماركت الصغيرة ومتاجر الزاوية والمطاعم		قائمة بذاتها
محلات السوبر ماركت الكبيرة	الثلاجات أو المجمدات الصندوقية	مركزية
محلات السوبر ماركت الصغيرة والمطاعم والفنادق		قائمة بذاتها
متاجر الزاوية والفنادق	خزائن العرض الصغيرة للمشروبات (مغلقة)	قائمة بذاتها

يتم إحلال أنظمة التبريد التجارية كل 20-40 سنة. وعادةً ما يتم استخدام الأنظمة وصيانتها حتى نهاية عمرها الافتراضي الفني ثم بيعها على أنها خردة (أي تحتوي على معادن)[85].

2.6. توجهات ومحركات السوق

يمكن ملاحظة التوجه المشابه لسوق مكيفات الهواء في قطاع التبريد التجاري، وهو أن: بناء مدن جديدة مع زيادة عدد السكان والتوسع الحضري يحقق مبيعات أجهزة التبريد التجاري[86].

فذكر الخبراء الذين تمت مقابلتهم أن سوق التبريد التجاري لم يتغير كثيرًا في العشرين إلى الثلاثين عامًا الماضية. ومع ذلك، ونظرًا لتحسن أداء الطاقة في الأجهزة الجديدة، تزداد الحصة السوقية الأجهزة الفعالة زيادة طفيفة[87].

وعلى مستوى نظام التبريد، ذكر الأشخاص الذين أُجريت معهم مقابلات بعض التوجهات والعوامل المحركة الحديثة[88]:

- زيادة تركيبات غرف التجميد والتبريد الجديدة (أنظمة مركزية) نتيجة بناء مدن جديدة، والتوسع الحضري، وبناء محلات السوبر ماركت الكبيرة.
- تعد ثلاجات ومجمدات العرض الرأسية التي تعمل بالخدمة الذاتية (القائمة بذاتها) شائعة الاستخدام في المناطق الحضرية والريفية، ويزداد عددها بسبب النمو السكاني والتوسع الحضري.
- ويشيع استخدام خزائن العرض الصغيرة للمشروبات (المغلقة والقائمة بذاتها) الاستخدام في المناطق الحضرية والريفية، ويزداد عددها عام بعد عام بسبب النمو السكاني والتوسع الحضري.

3.6. حجم وهيكل السوق

يقدر نموذج مبادرة التبريد الأخضر العدد الإجمالي لأنظمة التبريد التجارية المركبة في مصر بحوالي 1.07 مليون (وحدة)[89].

[84] مقابلات الخبراء
[85] مقابلات الخبراء
[86] مقابلات الخبراء
[87] مقابلات الخبراء
[88] مقابلات الخبراء

[89] Green Cooling Initiative, "Global greenhouse gases emissions from the RAC Sector"

من المفترض أن يكون للأنظمة القائمة بذاتها حصة كبيرة بين جميع أنظمة التبريد التجارية المركبة في مصر (يعتمد التقدير على بيانات من دول أخرى ودراسات عالمية[90]).

وكان من المتوقع أن يصل عدد أنظمة التبريد التجارية المباعة في مصر إلى حوالي 87،900 وحدة في عام 2020[91]. ويمكن افتراض أن معظم هذه الأنظمة يمكن توصيلها بالكهرباء[92].

وفي محلات السوبر ماركت، يتم استخدام وحدات العرض والثلاجات بشكل أساسي. وحسب المقابلات التي أُجريت الخبراء، يُنسب ما يقرب من 65٪ من حجم مبيعات (من الناحية المالية) محلات السوبر ماركت إلى الأنظمة التي يمكن توصيلها بالكهرباء (لا يتم تضمين التبريد المتنقل)[93].

وفيما يتعلق بمخازن التبريد، التي تمثل ركيزة أساسية في سوق التبريد التجاري، يُنسب ما يقرب من 60٪ من حجم المبيعات إلى مخازن التبريد في محلات السوبر ماركت، و15٪ لمخازن التبريد التجارية، و20٪ للتبريد الصناعي، و5٪ للقطاعات المتبقية، مثل المطاعم وأنشطة أخرى غير رسمية. ونادرًا ما تكون البيانات الخاصة بمخازن التبريد الصغيرة متاحة لأن معظم وحدات التخزين البارد مُصنعة محليًا، وسوقها غير رسمي في الغالب[94].

ويركز المصنعون المحليون على تقنيات، مثل خزانات العرض والمجمدات والثلاجات وملفات المروحة، ويعتمدون على واردات الضواغط ووحدات التحكم من كبرى الشركات المصنعة العالمية، مثل كوبلاند، وبيتزر، ودانفوس، وغيرها[95].

[90] The share in Lebanon was about 95% in 2018 (source: National Ozone Unit Lebanon, "Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon"), and the average share in the Middle East was about 87% in 2009 (source: Waide, van der Sluis, and Michineau, "CLASP Commercial refrigeration equipment: mapping and benchmarking")

[91] Green Cooling Initiative, "Global greenhouse gases emissions from the RAC Sector"

[92] مقابلات الخبراء

[93] Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, "Field survey results for AC market in Egypt"

[94] المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

[95] مقابلات الخبراء

7. سوق التبريد

- جميع مواد التبريد المستخدمة محليًا في مصر مستوردة.
- R22 (HCFC-22) هي مادة التبريد الرئيسية في أجهزة التبريد الحالية، ويتم استبداله بمركبات الهيدروفلوروكربون (مثل خلائط مركبات الهيدروفلوروكربون، ومنها R410A).
- ويتعلق أحد التحديات في السنوات القادمة بأنظمة التكييف التجارية الكبيرة، التي لا تزال تعتمد على مادة التبريد R22، خاصة في وحدات الخدمة ذات الأعمار الافتراضية الأعلى نسبيًا.
- تُشحن وحدات سبليت، التي غالبًا ما تُصنع محليًا، بـ R410A؛ ويبدو أن الطلب على R22 يتراجع بشكل كبير. وتستخدم تكنولوجيات التبريد متغيرة التدفق، التي يتم توريدها إلى السوق المصري، مادة R410A فحسب.
- تنطلق نسبة كبيرة من الانبعاثات في أثناء الصيانة وإعادة تعبئة غاز التبريد.

1.7. سوق التبريد الحالية

في عام 2018، تم استيراد ما يقرب من 4600 طن متري من مواد تبريد مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون[96].

وتستورد مصر مواد التبريد بشكل رئيسي من الهند والولايات المتحدة والصين بحصة سوقية تقدر بـ40٪ و30٪ و15٪ على الترتيب؛ وتستورد نسبة 15٪ المتبقية من دول أخرى، مثل إيطاليا والمكسيك وغيرها. والعلامات التجارية الرئيسية الموردة هي هانيويل، وكيمورز/ دبونت[97]، وإس آر إف، ومافرون، وتاسيتي[98].

وفي قطاع تكييف الهواء، مادة التبريد الأكثر استخدامًا في أجهزة التبريد الحالية هي R22 (HCFC-22)[99]. كما يتم التحول التدريجي من R22 إلى R410A، ويتم توفير معظم المنتجات الجديدة (95٪ من جميع الأنظمة الجديدة التي تدخل السوق اعتبارًا من عام 2020) مشحونة بمواد تبريد هيدروفلوروكربونية (مثل R410A). و تشتمل مواد تبريد مركبات الهيدروفلوروكربون الأخرى في السوق على مزيج مركب هيدروفلوروكربوني وهو R407C و R134a[100]. ونادرًا ما تستخدم الشركات المصنعة لمعدات التبريد وتكييف الهواء في مصر البدائل الأخرى لمركبات الهيدروكلوروفلوروكربون، مثل R32 وHFOs (R1234ze). وتستخدم مبردات الهواء بالامتصاص الماء (R718) كمادة تبريد [101] بانتظام. وحتى الآن، لم تدخل مواد التبريد الطبيعية السوق المصري تجاريًا، ويبدو أن هذا مرتبط بشكل أساسي بمخاوف السلامة المتعلقة بالقابلية للاشتعال والسمية (خاصة بالنسبة للأمونيا R717) والضغط المرتفع (مشكلة أساسية في ثاني أكسيد الكربون كمبرد R744).

يلخص الجدول 6 مواد التبريد شائعة الاستخدام في أنظمة تكييف الهواء في مصر.

---

[96] No data on HFC import or HFC consumption has been identified as part of the desk research. United Nations Environment Programme, "Project Proposal: Egypt"; United Nations Environment Programme and United Nations Industrial Development Organization, "EGYPRA – Promotion of Low Promotion of Low-GWP Refrigerants for the Air Conditioning Industry in Egypt"

[97] كيمورز هي شركة تصنيع كيميائية أمريكية تأسست في عام 2015 كشركة فرعية تابعة لشركة دبونت.

[98] Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, "Field survey results for AC market in Egypt"

[99] CLASP, "Environmentally Harmful Dumping of Inefficient and Obsolete Air Conditioners in Africa"

[100] مقابلات الخبراء

[101] مقابلات الخبراء

جدول 6 أهم مواد التبريد المستخدمة في أجهزة تكييف الهواء الموجودة حاليًا والجديدة في مصر[102]

أهم مواد التبريد المستخدمة في الأجهزة المُركبة بالفعل				أهم مواد التبريد المستخدمة في الأجهزة الجديدة			
نظام أحادي الكتلة (نوع النافذة)	وحدات تكييف هواء سبليت المنفصلة	الوحدات المعبأة	مبردات الهواء	نظام أحادي الكتلة (نوع النافذة)	وحدات تكييف هواء سبليت المنفصلة	الوحدات المعبأة	مبردات الهواء
R22	R22(في وحدات سبليت) وR410A (في أنظمة التبريد متغيرة التدفق وفي أنظمة سبليت)	R22 وR407C وR410A	R410A و R134a و R1234ze	R22	R22 (في أنظمة سبليت و R32 (في أنظمة التبريد متغيرة التدفق) وR134a و R410A (في أنظمة التبريد متغيرة التدفق وفي أنظمة سبليت)	R22 وR407C وR410A	R410A و R407C وR134a و R1234ze و R718

ويرتبط أحد التحديات في السنوات القادمة بأنظمة التكييف التجارية الكبيرة، التي لا تزال تعتمد على مادة التبريد R22، لاسيما في وحدات الخدمة ذات الأعمار الافتراضية الأعلى نسبيًا. وعلى النقيض، يبدو انخفاض الطلب على R22 بشكل ملحوظ بالنسبة لوحدات سبليت الصغيرة التي يتم تصنيعها في الغالب محليًا والمشحونة بالفعل بـR410A. ويتم توريد أنظمة التبريد متغيرة التدفق إلى السوق المصري مع استخدام مادة التبريد R410A فقط[103]. وتعمل وحدة الأوزون الوطنية، باعتبارها جزء من امتثال مصر إلى تعديل كيغالي، بالتعاون مع الوكالات الدولية مثل اليونيدو وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، مع الشركات المصنعة المحلية لبدء التحول إلى مواد التبريد الأخرى ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي.

وفي قطاع التبريد التجاري، فمادة التبريد الأكثر استخدامًا في جميع أنواع الأنظمة الحالية في قطاع التبريد التجاري هي R22 (HCFC) (أنظمة قائمة بذاتها، وأنظمة تكثيف، وأنظمة مركزية). أما في الأنظمة الجديدة، فمواد التبريد شائعة الاستخدام هي R134a (HFC) R404A. وبالنسبة للتبريد المنزلي (خارج نطاق برنامج كوول أب)، بدأت مادة التبريد R600a تحظى باهتمام بدلاً من R134a[104].

يلخص الجدول 7 مواد التبريد شائعة الاستخدام في أنظمة التبريد التجارية في مصر[105].

جدول 7 مواد التبريد شائعة الاستخدام في قطاع التبريد التجاري

أهم مواد التبريد المستخدمة في الأجهزة المُركبة بالفعل			أهم مواد التبريد المستخدمة في الأجهزة الجديدة		
وحدات التكثيف	الأنظمة المركزية	الأنظمة التجارية القائمة بذاتها	وحدات التكثيف	الأنظمة المركزية	الأنظمة التجارية القائمة بذاتها
HCFC-22			R410A وR404A		R134a و

[102] مقابلات الخبراء
[103] مقابلات الخبراء
[104] مقابلات الخبراء
[105] مقابلات الخبراء

2.7. توافر مواد التبريد الطبيعية ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي المنخفضة

1.2.7. توافر أنظمة التبريد المشحونة بمواد تبريد طبيعية ذات قدرة منخفضة على إحداث الاحترار العالمي المنخفضة

من المتوقع أن تصدق مصر على تعديل كيغالي في وقت قريب (انظر الفصل 4.2)، وقد بدأت في حث المصنعين المحليين على اتخاذ خطوات جادة نحو التخلص التدريجي من مواد التبريد الهيدروفلوروكربونية، مثل R410A. وعلاوة على ما سبق، في عام 2014، تم إطلاق البرنامج المصري للتشجيع على استخدام بدائل مواد التبريد منخفضة القدرة على إحداث الاحترار العالمي (EGYPRA) باعتباره جزء من الأنشطة التمكينية لقطاع تكييف الهواء لتقييم البدائل منخفضة القدرة على إحداث الاحترار العالمي[106]. وفي هذه المبادرة[107]، تم اختبار العديد من مواد التبريد منخفضة القدرة على إحداث الاحترار العالمي لتحل محل R22 وR410A. وحاليًا، تعمل وحدة الأوزون الوطنية، جنبًا إلى جنب مع الوكالات الدولية مثل اليونيدو وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وبالتعاون مع الشركات المصنعة المحلية للتحول من R410A إلى R32 في مكيفات هواء سبليت، ويعد هذا حلاً مؤقتًا. ويبدو أن بعض مصنعي مكيفات هواء سبليت يفكرون في تحويل إنتاجهم إلى مزيج من مركبات الهيدروفلوروأوليفين والهيدروفلوروكربون. ومع ذلك، لا تزال تبدو الإجراءات الوطنية لتسهيل استيعاب الحلول الصديقة للبيئة والمثبتة في المستقبل في تطبيقات التبريد وتكييف الهواء، مثل مواد التبريد الطبيعية، غير كافية وتحتاج إلى التعزيز.

2.2.7. توافر أنظمة التبريد المشحونة بمواد التبريد الطبيعية

لا تستخدم مواد التبريد الطبيعية على نطاق واسع في مصر، والاستثناء الوحيد في ذلك هي مادة التبريد R717 (الأمونيا)، التي تُستخدم في قطاع التبريد التجاري والصناعي الكبير. ومع ذلك، مع ارتفاع أسعار الكهرباء وانخفاض أسعار الغاز الطبيعي مؤخرًا، بدأ العديد من الاستشاريين والمطورين النظر في مبردات الهواء بالامتصاص التي تعمل بالغاز، باعتبارها بديل للمبردات الكهربائية التقليدية. ولم يتم استخدام مادة التبريد R290 حتى الآن. كما بدأت مادة التبريد R600a أن تحظى ببعض الاهتمام باعتبارها بديل لـR134a، ولكن للثلاجات والمجمدات المنزلية فقط حتى الآن[108].

[106] Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol, "Project Proposal: Egypt"

[107] اللجنة التنفيذية للصندوق متعدد الأطراف لتنفيذ بروتوكول مونتريال

[108] مقابلات الخبراء

8. مزيد من الرؤى حول قطاع التبريد

1.8. أكثر مواد التبريد الطبيعية ملائمة

تعد مواد التبريد الطبيعية، بسبب عدم قدرتها على إحداث الاحترار العالمي أو قدرتها المنخفضة على إحداثه، خيارًا مستدامًا ومثبتًا في المستقبل في مجال التبريد بالضغط. وتتمثل المزايا الأخرى لمواد التبريد الطبيعية في تكاليفها المنخفضة والمستقرة وكفاءتها العالية[109] وتوافرها. ومع ذلك، ثمة بعض التحديات المرتبطة بالتعامل معها، مثل قابلية الهيدروكربونات للاشتعال (مثل R290 "البروبان"). لذا، يجب مواجهة مخاوف السلامة المحتملة من خلال تطبيق بعض التدابير المتعلقة بأنظمة التبريد وتكييف الهواء؛ فعلى سبيل المثال، تحديد متطلبات الأنظمة التي تتجاوز سعة معينة لوضع الغاز القابل للاشتعال في غرفة الآلات، والسماح بالوصول للفنيين المدربين فقط، وللتهوية واكتشاف التسرب. وتعد مؤهلات ومهارات الموظفين التقنيين لتركيب معدات وأنظمة التبريد وتكييف الهواء وإصلاحها وصيانتها ذات أهمية بالغة، لاسيما بالنسبة لمواد التبريد الطبيعية. فلابد من معرفة فنية إضافية وخبرة عملية للتعامل مع مواد التبريد الطبيعية بأمان بسبب خصائصها الكيميائية والفيزيائية. فتشمل الخبرة الحالية لفنيي التبريد وتكييف الهواء في البلدان النامية في المقام الأول التعامل مع مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون، ولكنها لا تشمل التعامل مع مواد التبريد الطبيعية أو التعامل معها بشكل محدود.

وبسبب الافتقار إلى التنظيم، لا يوجد دافع قوي وراء التحول إلى مواد التبريد الطبيعية في صناعات مركبات الهيدروفلوروكربون التقليدية. وعلاوة على ما سبق، تنخفض أحجام مبيعات العدد المحدود من أنظمة التبريد وتكييف الهواء التي تعتمد على مواد التبريد الطبيعية المتاحة في الأسواق.

يلخص الجدول 8 مجالات التطبيق والخصائص الرئيسية لأكثر مواد التبريد الطبيعية ملائمة.

جدول 8 الخصائص الرئيسية لأكثر مواد التبريد الطبيعية ملائمة[110][111]

اسم التبريد مادة	احتمالية الاحترار العالمي (بعد 100 عام)	أهم مجالات التطبيق	المميزات	العيوب
R290 (البروبان)	3	▸ وحدات تكييف هواء الغرف (أحادي الكتلة ووحدات سبليت) ▸ مبردات الهواء الصغيرة ▸ أنظمة التبريد التجاري القابلة للتوصيل بالكهرباء	▸ كفاءة عالية ▸ لا توجد تكلفة إضافية كبيرة ▸ متوفر	▸ شديد الاشتعال (=> حدود الشحن)
R600a (الأيزوبيوتان)	3	▸ الثلاجات القائمة بذاتها	▸ كفاءة طاقة عالية ▸ تقنية شائعة	▸ شديد الاشتعال (ولكن بسبب انخفاض الشحنات والتغليف الجيد للتطبيقات الرئيسية ليست مشكلة كبيرة)

[109] يتمتع البروبان (R290) والأمونيا (R717) على وجه التحديد بخصائص حرارية أفضل من مواد التبريد التقليدية.

[110] Azar and Nosbers, "Implications of natural refrigerants for cooling technologies" – Converting from HFCs/HCFCs to natural refrigerants"

[111] Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change"

اسم التبريد	مادة	احتمالية الاحترار العالمي (بعد 100 عام)	أهم مجالات التطبيق	المميزات	العيوب
R717 (الأمونيا)		0	▸ مبردات الهواء ▸ أنظمة التبريد المركزي	▸ كفاءة ممتازة لتطبيقات درجات الحرارة المنخفضة (أقل بكثير من 0 درجة مئوية) ▸ سهل التشغيل والصيانة ▸ ضغط تشغيل منخفض	▸ سام (لكن منخفض الخطورة، إذ يمكن شم رائحته قبل أن يصل إلى التركيز الحرج) ▸ مسبب لتآكل النحاس الأحمر والأصفر والبرونز شديد الاشتعال (=> حدود الشحن)
R744 (ثاني أكسيد الكربون)		1	▸ تبريد محلات السوبر ماركت ▸ الانظمة المزدوجة (تدفئة وتبريد)	▸ غير قابل للاشتعال ▸ السائل ذو درجة الحرارة العالية لاستخلاص الحرارة ▸ غير سام ▸ أنظمة لا تتطلب قدر كبير من الصيانة ▸ غير قابل للتآكل	▸ يتطلب أنظمة أكثر تعقيدًا بسبب ضغوط التفريغ العالية ▸ درجة حرارة حرجة منخفضة جدًا (31 درجة مئوية)

2.8. ارتفاع معدلات التسرب وسوء الصيانة

- تحسين الصيانة مهم لتقليل معدلات التسرب وتحسين كفاءة الطاقة في المستقبل.
- معدلات التسرب الحالية مرتفعة إلى حد ما في قطاع التبريد التجاري (تصل إلى 20٪ -40٪ سنويًا في وحدات التكثيف والأنظمة المركزية).
- عادةً ما يؤدي غياب إدارة نهاية العمر الافتراضي لمواد التبريد إلى انطلاق 100٪ من غاز التبريد في الهواء في أثناء مرحلة التخلص منه.
- ثمة حاجة ملحة إلى رفع وعي أولئك المشاركين في عملية التخلص من مواد التبريد وبناء قدراتهم.
- ثمة حاجة إلى تطبيق آليات الرصد والتقييم وإقامة المرافق اللازمة لضمان التخلص الآمن من مواد التبريد.

تعد الصيانة الدورية عاملاً مهمًا لتقليل الانبعاثات المباشرة من أجهزة التبريد وتكييف الهواء. ويؤدي سوء الصيانة إلى ارتفاع معدلات تسرب مادة التبريد وانخفاض كفاءة النظام. والصيانة النموذجية في قطاع التبريد وتكييف الهواء هي خدمة منتظمة (سنوية في الغالب) لاستبدال المرشح وإجراء فحوصات متعلقة بالكهرباء والتنظيف المنتظم وفحص شحن غاز التبريد. أما بالنسبة لأنظمة التكييف الأصغر، لا تكون الصيانة النموذجية سنوية؛ بل حين يقع خلل فني ما في النظام نفسه. وفي أثناء الصيانة، غالبًا ما تُطلق شحنة مادة التبريد الكاملة في الغلاف الجوي، ويحتاج النظام إلى إعادة الشحن بالكامل (باستثناء الأنظمة الكبيرة التي قد تحتوي على مستقبل سائل)[112].

ويتمثل أحد التحديات الرئيسية في بناء قدرات فنيي خدمات التبريد والمشاركين الآخرين في السوق، مثل فنيي تركيب مكيفات الهواء، وشركات خدمات تكييف الهواء، وفنيي الإصلاح لمعالجة التسرب وتحسين مهارات الصيانة[113].

ويؤكد ملاك محلات السوبر ماركت على عدم إجراء أي صيانة دورية أو فنية لأنظمة التبريد التجارية؛ ويعتمد ذلك على خطط الصيانة والإحلال الخاصة بشركة النظام. وأكثر طلبات الصيانة التي تُجرى للأنظمة هي تنظيف وحدات التكثيف التي تعتمد على حالة الطقس (مغبر أم لا)، وعادةً ما تُجرى سنويًا باعتبارها جزء من خدمة ما بعد البيع التي توفرها الشركة المصنعة[114].

[112] مقابلات الخبراء

[113] National Ozone Unit Lebanon, "Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon"

[114] مقابلات الخبراء

ووفقًا لمقابلات أجريت في الدول الشريكة، تتراوح معدلات التسرب السنوية في الدول المختلفة بين 5٪ و10٪ في أنظمة التكييف. وبالنسبة لأنظمة المبردات، تتراوح النسبة بين حوالي 15٪-20٪ و20٪-40٪ في أنظمة التبريد التجارية الكبيرة (الأنظمة المستقلة لديها معدلات تسرب منخفضة في الأغلب)[115].

وتوفر الدراسات المتاحة قيمًا بنفس الترتيب من حيث الحجم[116]. ويُقدر الطلب على خدمات التبريد وتكييف الهواء على المستوى الوطني بحوالي 40٪ -60٪ من احتياج القطاع الفرعي بأكمله (تكييف الهواء والتبريد التجاري)[117].

وعادة ما يتم تفكيك أنظمة التبريد وتكييف الهواء، في نهاية عمرها الافتراضي التقني، لإعادة استخدام بعض الأجزاء أو المكونات كقطع غيار لأنظمة أخرى. أما مواد التبريد، فلا يتم التخلص منها بشكل سليم، أي من دون اتخاذ أي احتياطات. ويؤدي عدم وجود تشريع لإدارة نهاية العمر الافتراضي (للنفايات) إلى ارتفاع انبعاثات غازات التبريد في الغلاف الجوي في مرحلة التخلص منه، والتي يمكن بدورها، وحسب معدل التسرب السنوي، أن تزيد ما يصل إلى مضاعفات الكمية الأولية[118].

تتمثل التحديات الرئيسية لتحسين إدارة نهاية العمر الافتراضي في غياب:

- توعية المشاركين في عملية التخلص من غازات التبريد بتدابير السلامة.
- آليات الرصد والتقييم.
- الحاجة إلى المرافق والموارد التي تضمن التخلص الآمن من مواد التبريد.

تشمل التحديات الرئيسية للتخلص الآمن غياب:

- مساحة تخزين لمواد التبريد المستخدمة.
- المعدات المناسبة لمعالجة مواد التبريد في أوساط الفنيين.
- توعية القائمين بالتركيب والفنيين.
- اللوائح الإلزامية للتخلص الآمن[119].

3.8. أهم العوامل المؤثرة في قرار الشراء

- تكلفة الاستثمار المقدمة دافعًا رئيسيًا وراء قرار شراء نوع معين من أنظمة تكييف الهواء.
- غالبًا ما يتخذ أصحاب المنازل في المباني الموجودة قرارات الشراء بناءً على المشاورات مع القائمين بالتركيب أو غيرهم من الأشخاص الموثوق فيهم.
- في المنازل الجديدة، تؤثر آراء المهندسين المعماريين واستشاريي الهندسة الكهربائية والميكانيكية والسباكة في نوع أنظمة تكييف الهواء المستخدمة.
- في المباني غير السكنية الكبيرة، تؤثر المعايير الدولية في نوع أنظمة تكييف الهواء المستخدمة.
- وبالنسبة للتبريد التجاري، تصنع العديد من العلامات التجارية نظام التبريد الخاص بها من أجل توزيع منتجاتها في محلات السوبر ماركت (أنظمة قائمة بذاتها في الأغلب).

---

[115] مقابلات الخبراء

[116] National Ozone Unit Lebanon, "Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon"
CLASP, "Environmentally Harmful Dumping of Inefficient and Obsolete Air Conditioners in Africa"
United Nations Environment Programme, "Presession Documents: Workshop on Hydrofluorocarbon Management" For AC systems, the UNEP factsheets with its global scope consider the typical leakage rates 1%-6 %; for commercial refrigeration systems and for standalone equipment to be 5%-20%; for the condensing unit and centralized systems to be in the same order of magnitude.
Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change"
National Ozone Unit Lebanon, "Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon"

[117] Assumption based on:
Government of Turkey, "Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2019"
United Nations Industrial Development Organization, "HFC Inventory of Jordan"
United Nations Environment Programme, "Presession Documents: Workshop on Hydrofluorocarbon Management"

[118] مقابلات الخبراء

[119] مقابلات الخبراء

1.3.8. قطاع تكييف الهواء

ينظر معظم الأطراف الفاعلة في السوق الذين جرت مقابلتهم إلى التكلفة، ولاسيما تكلفة الاستثمار المقدمة، على أنها العامل الرئيسي الذي يؤثر في قرارات الشراء الخاصة بتكييف الهواء وأنظمة التبريد التجاري. وتشمل العوامل الأخرى التي تؤثر في قرار الشراء الموثوقية وسهولة الصيانة. أما بالنسبة لأنظمة التكييف على وجه التحديد، فالترشيحات الشخصية (من القائمين بالتركيب أو البائعين) هي المؤثر الأكبر[120].

ونظرًا لأن الطرف الذي يتخذ قرارات شراء معينة قد يختلف حسب نوع المبنى، ستتم مناقشة السمات ذات الصلة على النحو التالي.

بالنسبة للمباني السكنية القائمة التي يعيش فيها ملاك المنازل، عادةً ما يقرر الملاك أي نظام تكييف هواء يجب شراؤه بناءً على التشاور مع القائمين بالتركيب أو غيرهم من الأشخاص الموثوق فيهم. وفي المنازل الجديدة، تؤثر آراء المهندسين المعماريين واستشاريي الهندسة الكهربائية والميكانيكية والسباكة ومعايير البناء التي يجب اتباعها في قرار الشراء، رغم أن صاحب المنزل[121] هو صاحب القرار النهائي.

وفي المنازل المؤجرة، عادةً ما يقرر أصحاب العقارات تركيب مكيفات جديدة. ورغم أن مالكي الشقق يتحملون تكلفة الاستثمار، فإنهم لا يستفيدون استفادة مباشرة من التركيب، لذا فإن قدرتهم على استرداد التكلفة من المستأجرين هي المتحكم الرئيسي في اتخاذ قرار تركيب مكيفات جديدة. وبالنسبة للمجمعات السكنية الكبيرة المؤجرة، يمكن أن يساهم المخططون أو المهندسون المعماريون أو الاستشاريون في اتخاذ هذا القرار. وتضطلع القدرة على استرداد الاستثمار عن طريق الإيجار بدور مهم[122] حسب حالة السوق.

في المباني غير السكنية، تتخذ الشركة أو المشروع الذي يستخدم المبنى قرارات شراء أنظمة تكييف الهواء الجديدة بناءً على ترشيحات استشاري الهندسة الكهربائية والميكانيكية والسباكة المتعاقد معهم أو اتباع معايير الدولة للشركات الكبيرة. وفي المباني الجديدة، يقرر المهندسون المعماريون أو المخططون أو الاستشاريون ما النظام الذي سيتم تركيبه[123].

في المتاجر الكبرى أو المطاعم أو الفنادق، يمكن اتخاذ قرارات شراء أنظمة تكييف الهواء مسبقًا من خلال الإطلاع المعايير الحالية (الدولية أحيانًا) للشركة الأم بناءً على توصيات استشاري الهندسة الكهربائية والميكانيكية والسباكة المتعاقد معهم. أما في محلات السوبر ماركت الصغيرة أو المطاعم أو الفنادق أو متاجر الزاوية، يتخذ صاحب المتجر مباشرة هذه القرارات، وأحيانًا يعمل بنصيحة البائعين أو القائمين بالتركيب أو استشاريي الهندسة الكهربائية والميكانيكية والسباكة[124].

2.3.8. قطاع التبريد التجاري

غالبًا ما توفر العلامات التجارية الكبيرة معداتها للمتاجر ومحلات السوبر ماركت، كما تتبع بشكل رئيسي إرشاداتها ومعاييرها الخاصة حسب حجم كل متجر واحتياجاته. وهذه المعدات والبدائل الجديدة هي في الأساس أنظمة قائمة بذاتها، وتعتمد على خطط الموردين والمصنعين في قطاع الأغذية والمشروبات. فتوفر لهم هذه الأنظمة المصممة خصيصًا في الأساس لمنتجاتهم.

وفي محلات السوبر ماركت الكبيرة أو المطاعم أو الفنادق، يمكن تحديد قرارات الشراء مسبقًا من خلال المعايير الحالية (الدولية أحيانًا) للشركة الأم بناءً على توصيات استشاريي الهندسة الكهربائية والميكانيكية والسباكة المُتعاقد معهم. أما في محلات السوبر ماركت الصغيرة أو المطاعم أو الفنادق أو متاجر الزاوية، يتخذ صاحب المتجر هذه القرارات على الفور، وأحيانًا يأخذ بنصيحة البائعين أو القائمين بالتركيب أو الاستشاريون، متأثرًا بعوامل مثل التكلفة والحجم والموثوقية واسم العلامة التجارية وسهولة للصيانة[125].

[120] مقابلات الخبراء
[121] مقابلات الخبراء
[122] مقابلات الخبراء
[123] مقابلات الخبراء
[124] مقابلات الخبراء
[125] مقابلات الخبراء

9. المراجع

Azar, Antoine, and Ramona Nosbers. “Implications of natural refrigerants for cooling technologies – Converting from HFCs/HCFCs to natural refrigerants: A guide for refrigeration manufacturers.” GIZ, Eschborn, May 2018.

British Patrol. “BP Energy Outlook 2018 Edition.” London, UK, 2018. https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf.

Build_ME. “Towards a Low-Carbon Building Sector in the MENA Region.” https://www.buildings-mena.com/.

California Air Resources Board. “Potential Impact of the Kigali Amendment on California HFC Emissions: Estimates and Methodology used to Model Potential Greenhouse Gas Emissions Reductions in California from the Global Hydrofluorocarbon (HFC) Phase-down Agreement of October 15, 2016, in Kigali, Rwanda (“Kigali Amendment”).” California, December 15, 2017.

Campbell, Iain, Ankit Kalanki, and Sneha Sachar. “Solving the Global Cooling Challenge: How to Counter the Climate Threat from Room Air Conditioners.” 2018. https://rmi.org/wp-content/uploads/2018/11/Global_Cooling_Challenge_Report_2018.pdf.

Campbell, Ian, Ankit Kalanki, and Sneha Sachar. “Solving the Global Cooling challenge: How to Counter the Climate Threat from Room Air Conditioners.” Rocky Mountain Institute, New York, November 2018.

Central Agency for Public Mobilization and Statistics. “Total number of housing units of the system (government / public / public / private).” Central Agency for Public Mobilization and Statistics Egypt, 2019.

CIELO. “Ducted vs. Ductless Air Conditioning Systems.” https://www.cielowigle.com/blog/ducted-vs-ductless-air-conditioning-systems/.

CLASP. “Environmentally Harmful Dumping of Inefficient and Obsolete Air Conditioners in Africa.” CLASP; IGSD, June 24, 2020.

Egypt Environment Agency Affairs. “National Ozone Unit Activities.” 2020. https://www.eeaa.gov.eg/en-us/topics/air/ozone/nationalactivities.aspx.

Environmental Investigation Agency. “Pathway to Net-Zero: Cooling Product List.” Environmental Investigation Agency, London, March 2021.

European Central Bank. “Euro foreign exchange reference rates.” https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

Eurovent Certita. *Eurovent Certita Certification: Reliable product performance data for energy-efficient buildings*. Eurovent Certita. https://www.eurovent-certification.com/en/.

Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol. “Project Proposal: Egypt.” United Nations Environment Programme, 2019. https://open.unido.org/api/documents/17333153/download/EgyptHPMPStageII-7932.pdf.

Expert Interviews, June - August 2021. Selected market actors from different sectors: Manufacturer, Assembler, Wholesale, Dealer, Architect, MEP (mechanical, electrical, plumbing) consultant, Project developer (anonymous).

Government of Turkey. “Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2019: National Investory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change.” 2021. https://unfccc.int/documents/271544.

Green Cooling Initiative. “Global greenhouse gases emissions from the RAC Sector.” Accessed September 1, 2021. https://www.green-cooling-initiative.org/country-data/#!total-emissions/all-sectors/absolute.

Guidehouse. “Guidehouse Global Building Stock Model.” 2021.

Intergovernmental Panel on Climate Change. “Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Chapter 2: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing.” Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf.

International Energy Agency. “The Future of Cooling - Opportunities for energy efficient air conditioning.” International Energy Agency (IEA), 2018.

International Monetary Fund. “Arab Republic of Egypt.” https://www.imf.org/en/Countries/EGY#countrydata.

International Monetary Fund. “IMF Executive Board Completes the Second Review under the Stand-By Arrangement (SBA) for the Arab Republic of Egypt and Concludes 2021 Article IV Consultation.” International Monetary Fund, Washington, 2021. https://www.imf.org/en/News/Articles/2021/06/23/pr21193-egypt-imf-execboard-completes-2ndrev-under-the-sba-concludes-2021aiv.

International Renewable Energy Agency. “Renewable Energy Outlook Egypt.” International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2018. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Oct/IRENA_Outlook_Egypt_2018_En.pdf.

Klinckenberg, Frank, and Winton Smith. “Scoping Study for Commercial Refrigeration Equipment: Mapping and Benchmarking Project - Results.” KLINCKENBERG CONSULTANTS; PUDDLE CONSULTANCY; Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP), October 2012.

McNeil, Michael A., Virginie E. Letschert, de Rue Can La Stephane, and Jing Ke. *Bottom-Up Energy Analysis System - Methodology and Results*., 2012, https://doi.org/10.2172/1210915.

Ministry of Electricity Egypt. “2018/2019 Fiscal Year Data.” 2021.

Mordor Intelligence. “Egyot Construction Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecast 2021-2026.” 2020. https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/egypt-construction-market.

National Ozone Unit Lebanon. “Guidance for Integrating Efficient Cooling in National Policies in Lebanon.” 2021. https://www.lb.undp.org/content/lebanon/en/home/library/guidance-for-integrating-efficient-cooling-in-national-policies-.html.

Observatory of Economic Complexity. “Trade Data.” https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/jor/all/168415/2019/.

Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency. “Field survey results for AC market in Egypt.” 2019.

Shah, Nihar, Max Wei, Virgine Letschert, and Amol Phadke. “Benefits of Leapfrogging to Superefficiency and Low Global Warming Potential Refrigerants in Room Air

Conditioning: Energy Technologies Area." Berley National Laboratory, Berkley, October 2015.

The Building Services Research & Information Association. "Split Systems 2018: Egypt." Report 61099/2, BSRIA, Bracknell, December 2018.

The Japanese Refrigeration and Air Conditioning Industry Association. "World Air Conditioner Demand in 2017: Inverter & Refrigerant ratio." JRAIA, April 2018.

The World Bank. "Energy Efficiency and Rooftop Solar PV Opportunities in Cairo and Alexandria." 2017. https://documents1.worldbank.org/curated/en/578631498760292189/pdf/Final-Output-Summary.pdf.

United Nations Environment Programme. *Presession Documents: Workshop on Hydrofluorocarbon Management*., 2015.

United Nations Environment Programme. "2018 Report of the Refrigeration, Air Conditiong and Heat Pumps Technical Options Committee: 2018 Assessment." United Nations Environment Programme, Kenya, 2019. https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/RTOC-assessment-report-2018_0.pdf.

United Nations Environment Programme. "Project Proposal: Egypt: HCFC phase-out management plan for Egypt." United Nations, November 29, 2019.

United Nations Environment Programme, and United Nations Industrial Development Organization. "EGYPRA – Promotion of Low Promotion of Low-GWP Refrigerants for the Air Conditioning Industry in Egypt." 2019. https://www.ozonactionmeetings.org/system/files/egypra_report_1.pdf.

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat. "FACT SHEET 10 Water chillers for air conditioning." April 2015.

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat. "FACT SHEET 4 Commercial Refrigeration." UNEP Ozone Secretariat, Bangkok, April 20, 2015.

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat. "FACT SHEET 7 Small Self Contained Air Conditioning." UNEP Ozone Secretariat, Bangkok, April 20, 2015.

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat. "FACT SHEET 8 Small Split Air Conditioning." UNEP Ozone Secretariat, Bangkok, April 20, 2015.

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat. "FACT SHEET 9 Large Air-Conditioning (air-to-air)." UNEP Ozone Secretariat, Bangkok, April 20, 2015.

United Nations Industrial Development Organization. "HFC Inventory of Jordan." 2018. https://www.ccacoalition.org/en/resources/jordan-hfc-inventory.

United States Environmental Protection Agency. "Stationary Refrigeration Leak Repair Requirements."

Waide, Paul, Sietze van der Sluis, and Thomas Michineau. "CLASP Commercial refrigeration equipment: mapping and benchmarking." Waide Strategic Efficiency Ltd; CLASP, January 2014.

World Bank. "Climate Change Knowledge Portal."