



المبادئ التوجيهية التنظيمية النموذجية  
معلومات داعمة

سبتمبر 2019

# ثلاجات صديقة للبيئة وموفرة للطاقة

صندوق البيئة العالمية  
الاستثمار في كوكبنا



**KIGALI**  
COOLING EFFICIENCY PROGRAM



## شكر وعرفان

يتقدم المؤلفون الرئيسيون "براياي هولوج" من مبادرة "متحدون من أجل الفعالية" ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة و"ون يونغ بارك" و"نيهار شاه" من مختبر لورنس بيركلي الوطني (LBNL) و"نوه هورويتز" و"أليكس هيلبراند" من مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية بالشكر والعرفان لكل من يلي على مساهماته القيّمة بصفتها مراجعًا:

- راشد علي عبد الله مفوض اللجنة الإفريقية للطاقة  
عاطف مرزوق مفوض الاتحاد الإفريقي - قسم الطاقة  
تولغا أبادين شركة أرسيليك التركية  
جوتش هارلون شركة BSH للأجهزة المنزلية  
مارسيلو باديلو وزارة الطاقة بجمهورية تشيلي  
لي بنغ تشنغ المعهد الوطني للتوحيد القياسي بالصين  
ماري باتون برنامج التعاون في مجال وضع مقاييس العلامات والأجهزة (CLASP)  
نعمي واجورا برنامج التعاون في مجال وضع مقاييس العلامات والأجهزة (CLASP)  
فيليب مونزينجر الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)  
ميريام فريش الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)  
فريد إيشوغا مركز التميز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة لدول شرق إفريقيا  
مايكل كيزا مركز التميز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة لدول شرق إفريقيا  
تشارلز ديارا مركز المجموعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا للطاقة المتجددة والكفاءة في استخدام الطاقة  
فيكتور ساندبرغ شركة إلكترولوكس  
إس. بي جارنيك شركة خدمات كفاءة الطاقة الهندية (EESL)  
هان وي مؤسسة الطاقة الصينية  
أنطوان دوراند معهد الأبحاث فراونوفر أي إس إي  
نورا ستيرورير التحالف العالمي للمباني والتشييد  
ميكويل بينارش فريق تقديم المساعدة للطاقة المستخدمة بالمنزل  
أنيت ماتبادال مستشار مستقل  
جيمس وولف مستشار مستقل  
فرانك غاو الرابطة الدولية للنحاس  
هال ستيلمان الرابطة الدولية للنحاس  
كيرى سونج الرابطة الدولية للنحاس  
كيفن لين الوكالة الدولية للطاقة  
جون دولاك الوكالة الدولية للطاقة  
كيارا دلماسترو الوكالة الدولية للطاقة  
سوماي فون أمويسوك المعهد الدولي للحفاظ على الطاقة  
ديدييه كولوم المعهد الدولي للتبريد  
غابرييل دريفوس برنامج كفاءة التبريد في كيجالي  
داي هون كيم مركز تقييم التبريد وتكييف الهواء بكوريا  
هيي جيونج كانج مركز تقييم التبريد وتكييف الهواء بكوريا  
جينهو يو مركز تقييم التبريد وتكييف الهواء بكوريا  
يونيون يونغ تشوي معمل الاختبارات بكوريا
- فيرجيني ليتشيرت مختبر لورنس بيركلي الوطني (LBNL)  
هيونهو تشوي شركة إل جي للإلكترونيات  
خوان روساليس شركة Mabe  
فابيو غارسيا منظمة الطاقة بأمريكا اللاتينية (OLADE)  
جايمي جيلين من منظمة الطاقة لأمريكا اللاتينية (OLADE)  
أسعد محمود الهيئة الوطنية الباكستانية لكفاءة وحفظ الطاقة  
سارة إبراهيم المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة  
ماجد محمود المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة  
كوداكواشي ندهلوكولا مركز الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة  
بمجموعة التنمية لدول جنوب إفريقيا  
إينوسون كووان شركة سامسونج للإلكترونيات  
يونسجيك تشو شركة سامسونج للإلكترونيات  
لي جونج شركة سانها هولدنجر جروب  
لين جي هوانغ شركة سانها هولدنجر جروب  
عثماني سي الرابطة السنغالية للمهندسين وفنيي التبريد  
ستيفن كوبرثويت وزارة البيئة والغذاء والشؤون الريفية بالملكة المتحدة  
هيلينا راي دي أسيس السياحة المستدامة ضمن برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
بسام الاسعد خبير استشاري  
مادلين إدل مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
ماركو دوران مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
باتريك بليك مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
بول كيليت مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
سهير الهمامي مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
إريك أنتوي أجي مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة  
مركز المجموعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة - مبادرة الثلاثات ومكيفات الهواء  
موريس كاييتاري مبادرة "متحدون من أجل الكفاءة" - برنامج الأمم المتحدة للبيئة - مبادرة راندا للتبريد  
توبي بيترز جامعة برمنجهام  
باول وايد شركة Waide Strategic Efficiency  
ماركو سيوري شركة Whirlpool  
أشوك ساركار مجموعة البنك الدولي  
عمر عبد العزيز مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا

تقدم هذه الوثيقة السياق المنطقي الذي تقوم عليه المبادئ التوجيهية للتنظيم النموذجي الخاص بأجهزة التبريد الصديقة للمناخ والمتسمة بالكفاءة في استخدام الطاقة. وتتضمن شرًا موجزًا للنطاق العمل، وفئات المنتجات، واتجاهات السوق والسياسة المتبعة لكفاءة الطاقة وأنواع مواد التبريد (غاز/سائل التبريد). تشير المبادئ التوجيهية للتنظيم النموذجي إلى معيار اللجنة الكهربائية التقنية الدولية (IEC) رقم 2015:62552 الخاص باختبار وقياس استهلاك الطاقة. تحتاج الدول أن تكون على علم إما بهذا المعيار وإما بغيره من النهج التي تخطط لاتباعها خلال أطر عملهم التنظيمية.

تستهلك أجهزة التبريد قدرًا كبيرًا من الكهرباء أثناء الاستخدام العادي، وأمامنا فرصة كبيرة لتحسين فاعلية استخدام الطاقة من حيث التكلفة والانتقال إلى مواد تبريد ذات إمكانية احتباس حراري عالمي (GWP) أقل. إن أجهزة التبريد ذات الفاعلية من حيث استهلاك الطاقة غالبًا ما تكون معزولة بشكل أفضل، وبالتالي تتمتع بالقدرة على الحفاظ على درجات الحرارة عندما تكون الطاقة الكهربائية غير مستقرة، مقارنة بطرز أجهزة التبريد غير الفعالة من حيث استهلاك الطاقة. لقد قامت مبادرة "متحدون من أجل الفعالية" ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة (U4E) بإصدار تقييمات مدخرات الدول (تم تحديثها بدءًا من سبتمبر 2019) من أجل الحصول على تقييم لاقتصاديات 150 دولة من الدول النامية والناشئة التي تُحدد مدخراتها السنوية في الطاقة الكهربائية، وتخفيضات انبعاثات الغازات الدفيئة، ومدخرات فاتورة الكهرباء الخاصة بالمستهلكين إذا تبنت هذا الدول المبادئ التوجيهية للتنظيم النموذجي.<sup>1</sup>

يستخلص الجدول التالي معلومات من التقييمات لإعطاء أمثلة على التأثيرات السنوية المقدرة في عام 2030 إذا تبنت كل الدول - في المناطق التي تم أخذ عينات منها - الحد الأدنى المقترح من متطلبات مواد التبريد وترشيد استهلاك الطاقة. يمكن النظر في مجموعات مختلفة من الدول - من خارج القائمة المبسطة التالية - وذلك بمراجعة المجموعة الكاملة لتقييمات مدخرات الدولة.

المدخرات السنوية المقدرة التي تبدأ في عام 2030 بناءً على سيناريو الطموح الأدنى (MEPS)				
المنطقة	الكهرباء (تيراوات في الساعة)	محطات توليد الطاقة (500 ميجاوات لكل محطة)	ثاني أكسيد الكربون (مليون طن)	الناحية المالية - فاتورة الكهرباء (مليون دولار أمريكي)
إفريقيا	11.3	5	7.8	910.2
أمريكا الوسطى	5.9	3	3.5	478.3
جنوب شرق آسيا <sup>2</sup>	9.1	4	6.2	979.9
غرب آسيا <sup>3</sup>	7.4	3	6.5	604.8

<sup>1</sup> تتوفر تقييمات مدخرات الدولة على رابط الموقع الإلكتروني التالي: <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments>

<sup>2</sup> بروناي دار السلام وكمبوديا وإندونيسيا وجمهورية لاو الديمقراطية الشعبية. جمهورية ماليزيا وميانمار والفلبين وسنغافورة وتايوان وتيمور الشرقية وفيتنام

<sup>3</sup> أرمينيا وأذربيجان والبحرين وجورجيا والعراق وإسرائيل والأردن والكويت ولبنان وعمان وفلسطين وقطر والمملكة العربية السعودية والجمهورية العربية السورية وتركيا والإمارات العربية المتحدة واليمن.

## إخلاء المسؤولية

لا تتضمن التحديدات المستخدمة وعرض المواد في هذا المنشور التعبير عن أي رأي من جانب "برنامج الأمم المتحدة للبيئة" بشأن الوضع القانوني لأي دولة أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو السلطات التابعة لها، أو فيما يتعلق بترسيم خريطتها أو حدودها. علاوة على ذلك، فإن الآراء المعرب عنها لا تمثل بالضرورة القرار أو السياسة المعلنة "برنامج الأمم المتحدة للبيئة"، ولا تعني الإشارة إلى أسماء تجارية أو عمليات تجارية تأييداً لها.

قد تكون المعلومات الواردة في هذا المنشور عرضة للتغيير دون إشعار. بينما اجتهد المؤلفون في التأكد من الحصول على المعلومات من مصادر موثوقة، يظل "برنامج الأمم المتحدة للبيئة" غير مسؤول عن أي أخطاء أو عمليات حذف، أو عن النتائج التي تم التوصل إليها بناءً على استخدام هذه المعلومات. يتم تقديم جميع المعلومات "كما هي" دون أي ضمان لأكملها أو دقتها أو توقيتها أو النتائج التي تم التوصل إليها نتيجة لاستخدام هذه المعلومات، ودون أي ضمان من أي نوع، سواء صريحاً كان أو ضمنياً، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر ضمانات الأداء والرواج السوقي واللياقة لغرض معين.

لن يتحمل "برنامج الأمم المتحدة للبيئة" أو الشركات ذات الصلة أو المساهمون أو الشركاء أو الوكلاء أو موظفهم أي مسؤولية تجاهك أو تجاه أي شخص آخر عن أي فعل أو تصرف يتصل بالمعلومات الواردة هنا أو يتعلق بها. ينطبق إخلاء المسؤولية هذا على أي أضرار أو مسؤولية، ولن يتحمل "برنامج الأمم المتحدة للبيئة" بحال من الأحوال المسؤولية أمامك عن أي أضرار غير مباشرة أو تبعية أو تحذيرية أو عرضية أو عقابية، بما في ذلك خسارة الأرباح، حتى لو تم إخطارنا بتلك الأضرار.

لمزيد من المعلومات، يرجى التواصل مع:

برنامج الأمم المتحدة للبيئة - مبادرة "متحدون من أجل الفعالية"

(U4E)

قسم الاقتصاد

فرع الطاقة والمناخ والتكنولوجيا

Building VII, Rue Miollis 1

Paris, 75015

FRANCE (فرنسا)

هاتف: + 33(0)33 14 37 44 1

فاكس: + 33(0)33 14 37 44 1

البريد الإلكتروني: u4e@un.org

<http://united4efficiency.org/>

## جدول المحتويات

i.....	شكر وعرفان
ii.....	مقدمة
iii.....	إخلاء المسؤولية
1 .....	1. نطاق المبادئ التوجيهية التنظيمية النموذجية وفئات المنتجات
2 .....	2. الاتجاهات في استهلاك الطاقة ومتطلبات أداء أجهزة التبريد
4 .....	3. الحد الأدنى لكفاءة الطاقة: المقارنة المرجعية ومستوى المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية
9 .....	4. التعرف على أجهزة التبريد الفعالة من حيث استهلاك الطاقة
13 .....	المراجع
14 .....	الملحق 1. فئات منتجات أجهزة التبريد

## قائمة الجداول

- الجدول 1: العوامل المستخدمة لتحديد (تعريف) فئات المنتجات إلى معايير فعالية أجهزة التبريد من حيث استهلاكها للطاقة..... 1
- الجدول 2: مقارنة المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية ذات معايير الاختيار - الثلاجات ..... 5
- الجدول 3: مقارنة المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية مع معايير الاختيار - الثلاجة ذات المجمد ..... 6
- الجدول 4: مقارنة المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية مع معايير محددة - المجمدات ..... 7
- الجدول 5: فئات منتجات أجهزة التبريد في الاقتصاديات المختارة ..... 14
- الجدول 6: لائحة الاتحاد الأوروبي الجديدة المستندة إلى طريقة استعمال الحجرة ..... 14
- الجدول 7: فئات منتج أجهزة التبريد في الولايات المتحدة وكندا والمكسيك ..... 15

## قائمة الأشكال

- الشكل 1: معدل استهلاك وحدة الطاقة العادي للجهاز الجديد المكون من ثلاجة ومجمد معًا ..... 3
- الشكل 2: متطلبات استهلاك الطاقة السنوية للثلاجات الخالية من الصقيع في الهند ..... 4
- الشكل 3: مقارنة بين الحد الأقصى لمتطلبات استخدام الطاقة للثلاجات ذات المجمد (25 درجة مئوية) ..... 8
- الشكل 4: مقارنة متطلبات استخدام الطاقة القصوى للثلاجات (25 درجة مئوية) ..... 8
- الشكل 5: فئات فعالية المنتجات الخالية من الصقيع في الهند ..... 9
- الشكل 6: فئات فعالية الثلاجات ذات التبريد المباشر في الهند ..... 10
- الشكل 7: التوزيع الفعلي (2016-2010) والتوزيع المتوقع (2017-2030) لفئات توزيع مبيعات الثلاجات ذات الفئات الفعالة في الاتحاد الأوروبي ..... 11
- الشكل 8: الطاقة التي تستهلكها الثلاجات واتجاهات الأسعار الحقيقية - الولايات المتحدة ..... 11
- الشكل 9: الطاقة التي تستهلكها الثلاجات واتجاهات الأسعار الحقيقية - أستراليا ..... 12

## الاختصارات والرموز

إزالة الصقيع التلقائية	AD
الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة السنوي	AECMax
رابطة مصنعي الأجهزة المنزلية	AHAM
المعهد الوطني الأمريكي للمعايير	ANSI
الحجم المعدل	AV
مكتب كفاءة الطاقة	BEE
كاليفورنيا	CA
حجيرة	comp
وزارة الطاقة الأمريكية	DOE
التصميم البيئي	ED
ملصق بيانات الطاقة	EL
الاتحاد الأوروبي	EU
المجمد	FR
إمكانية الاحتباس الحراري العالمي	GWP
الهيدروكربون	HC
اللجنة الكهروتقنية الدولية	IEC
المنظمة الدولية للمعايير	ISO
مختبر لورنس بيركلي الوطني	LBNL
إزالة الصقيع يدويًا	MD
المعايير الدنيا لأداء الطاقة	MEPS
القانون الوطني لحفظ طاقة الأجهزة	NAECA
الإزالة التلقائية الجزئية للصقيع	PAD
الثلاجة	RE
الثلاجة ذات المجمد	RE-FR
المعايير والوسم (وضع بطاقة تعريفية على الجهاز)	S&L
موزع الثلج المثبت في الباب	TDID
الولايات المتحدة الأمريكية	U.S
متحدون من أجل الفعالية	U4E



## 1. نطاق المبادئ التوجيهية التنظيمية النموذجية وفئات المنتجات

تعتمد معايير كفاءة الطاقة والوسم (وضع بطاقة تعريف الطاقة على الجهاز) (اختصارها S&L) على قيم استهلاك الطاقة المستخلصة من معايير الاختبار. وبينما نرى أن معيار قياس استهلاك طاقة الثلاجات متشابهًا بين الدول على نطاق واسع، إلا أن عددًا من العوامل يمكن أن يؤدي إلى بعض الاختلافات في قيم استهلاك الطاقة (مثل: وات/ اليوم أو وات/ العام) بين الدول المختلفة، وعلى الأخص بسبب مواصفات درجة الحرارة المحيطة المختلفة ودرجة الحرارة الداخلية للحجيرات وميزات إضافية أخرى عند إجراء الاختبار. وتبعًا لذلك، تنتج أنواع منتجات أجهزة التبريد حسب خصائص السوق وحسب اختلاف المنظور التنظيمي. تؤدي الاختلافات في شروط الاختبار و/أو استخدام نتائج الاختبار إلى ظهور قيم مختلفة لاستهلاك الطاقة؛ مما يجعل المقارنة بين المناطق صعبة.

يوضح الجدول 1 العوامل الرئيسية التي تم وضعها في الحسبان عند النظر في معايير كفاءة الطاقة لأجهزة التبريد. توضح الجداول رقم 5 و6 و7 في الملحق 1 أمثلة على فئات المنتجات المحددة في المعايير الإقليمية. تستخدم الولايات المتحدة 18 فئة من المنتجات، بينما يستخدم الاتحاد الأوروبي (EU) حاليًا 10 فئات وغالبًا ما تستخدم دول أخرى مجموعة متنوعة متشابهة. ومع ذلك، في وقت كتابة هذا الدليل، كان معيار الاتحاد الأوروبي قيد المراجعة ولن يكون به هذه الفئات. من المتوقع أن يكون النهج المبسط بمثابة نقطة انطلاق معقولة لأولئك الذين يضعون توجيهات اللوائح النموذجية نُصب أعينهم. لذلك يُنص على متطلبات الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة لأجهزة التبريد ضمن ثلاث فئات واسعة النطاق من المنتجات التي يمكن تعديلها وفقًا لخصائص السوق الخاصة بالدولة أو المنطقة وحسب المنظور التنظيمي.

الجدول 1: العوامل المستخدمة لتحديد (تعريف) فئات المنتجات إلى معايير فعالية أجهزة التبريد من حيث استهلاكها للطاقة

الهيكلة أو النوع	فئات المناخ	الدمج أو القائم بذاته	إزالة الصقيع	صانع الثلج	الحجم
الثلاجة	ثلاجة فقط، أو ثلاجة ذات حجيرة المجمد	شبه استوائي (ST)، واستوائي (T)، وشبه معتدل (SN)، ومعتدل (N)	يدوية، وأتوماتيكية بالكامل، وأتوماتيكية جزئيًا	تكوين الثلج في الحجيرة المثبتة في الباب	مثل: فئة المنتج ذات حجم مُعدل أقل من 300 لتر
الثلاجة ذات المِجِّد	المجمد المثبت من أعلى، والمجمد المثبت من أسفل، والمجمد المثبت على الجانب				
المِجِّد	المجمد الصندوقي (الباب يفتح في وضع أفقي)، والمجمد القائم (الباب يفتح في وضع رأسي)				
حسب الحجيرة*					

\* تستند متطلبات استهلاك الطاقة في معيار الاتحاد الأوروبي الجديد إلى حجيرات فردية.

يتم عادة اعتماد ثلاثة معايير لأجهزة التبريد في مختلف الدول. تعتمد العديد من الدول معايير اللجنة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 62252 أو تشير إليها. على سبيل المثال، لدى كل من البرازيل والصين ولوائح الاتحاد الأوروبي لعام 2009 وجمهورية كوريا،<sup>1</sup> وجنوب إفريقيا معايير قائمة على معايير اللجنة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 62552:2007 والتي تستخدم درجة حرارة محيطية تبلغ 25 درجة مئوية. وقد تم تطوير معيار اللجنة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 62552:2015 مؤخرًا بما يتواءم مع اختبارات التبريد الدولية ومقاييس الكفاءة للمنشآت السكنية. وقد انتقل بالفعل كل من الصين ودولة تايبه الصينية، والاتحاد الأوروبي (قيد المراجعة) وإندونيسيا وكينيا وماليزيا وتايلاند - أو يخططون لذلك - إلى معيار IEC 62552 الذي يقيس استهلاك الطاقة عند درجة حرارة 16 درجة مئوية و32 درجة مئوية؛ مما يوفر معلومات محسنة بشأن الأداء الميداني المرجح لأجهزة التبريد.

تستخدم أستراليا ونيوزيلندا معيار الاختبار الموحد رقم AS/NZS 4474:2018 والذي يستخدم درجة حرارة محيطية تبلغ 32 درجة مئوية لأدنى معايير أداء الطاقة الدنيا (MEPS) و22 درجة مئوية لمصطلحات تسمية بيانات الجهاز. يتوافق معيار الاختبار الهندي إلى حد كبير مع معيار AS/NZS 4474.1 السابق الذي استخدم درجة حرارة محيطية تبلغ 32 درجة مئوية.

<sup>1</sup> تُعرف أيضًا باسم كوريا الجنوبية.

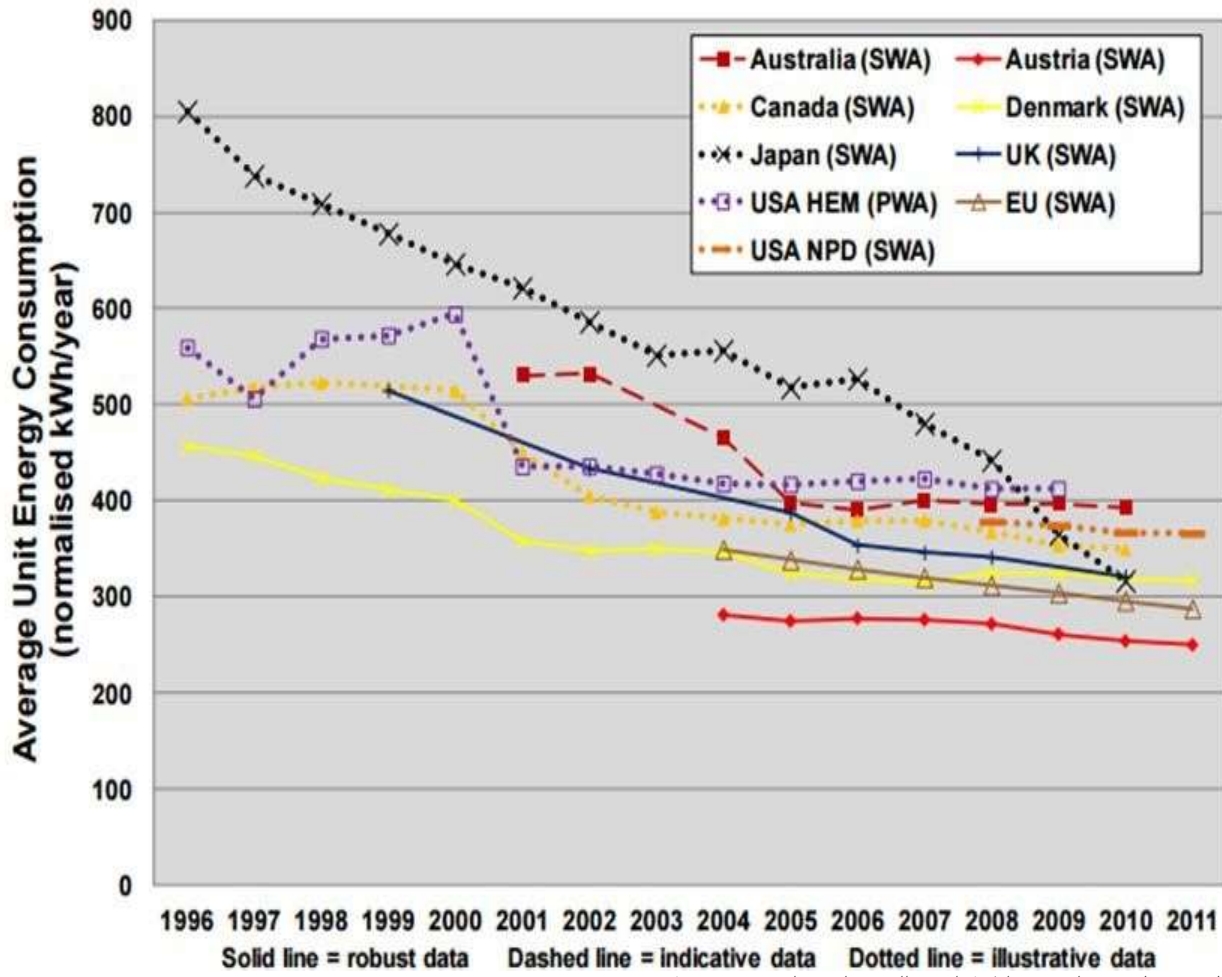


تستند المعايير في كندا والمكسيك والولايات المتحدة الأمريكية إلى معيار اختبار المعهد الأمريكي للمعايير الوطنية/رابطة مصنعي الأجهزة المنزلية (ANSI/AHAM). يستند معيار الاختبار إلى درجة الحرارة المحيطة والتي تبلغ 32.2 درجة مئوية (90 درجة فهرنهايت) لحساب آثار ترك باب الثلاجة مفتوحًا وإدخال طعام الساخن بها وآثار ذلك على استهلاك الطاقة.

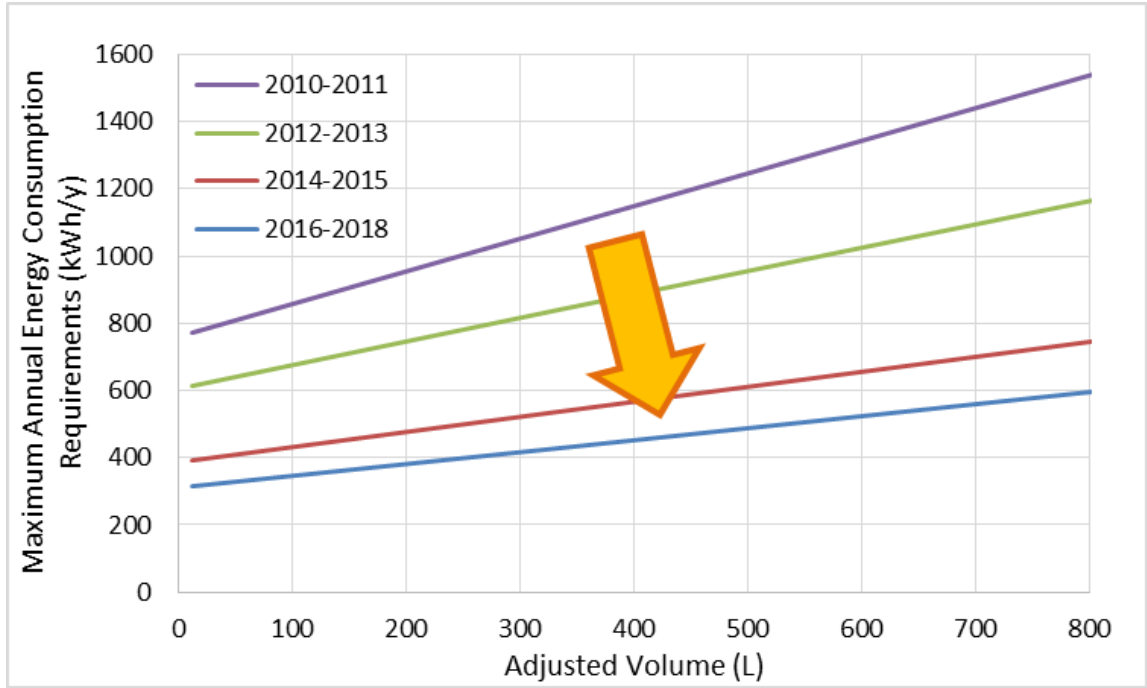
عادة ما تُصمم أجهزة التبريد للاستخدام المنزلي للعمل في درجة حرارة محيطية تبلغ 16 درجة مئوية أو أكثر. لكن توجد بعض الأجهزة في بيئات ذات درجات حرارة أقل أو أعلى. تتوافق المعايير القائمة على درجة حرارة 32 درجة مئوية و24 درجة مئوية (أو 25 درجة مئوية) باستمرار مع العديد من المعايير الإقليمية الحالية. لا يزداد استهلاك أجهزة التبريد للطاقة بشكل خطي بين 16 درجة مئوية و32 درجة مئوية (انظر هارينغتون 2015 لمزيد من التفاصيل). إن الأداء الفعلي عند 25 درجة مئوية هو الأقرب إلى الأداء (مستكمل خطيًا بالأداء المقيس عند 16 درجة مئوية و32 درجة مئوية) في درجة حرارة 24 درجة مئوية منه في درجة 25 درجة مئوية. بينما نجد أن 0.5 و0.5 هما العاملان الرياضيان لدرجة 24 درجة مئوية، ويمثلان بشكل أفضل الأداء الفعلي عند 25 درجة مئوية. ومن ثم فإن المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية تحتوي على درجة حرارة مرجعية تبلغ 24 درجة مئوية (يتم تحديد الأداء حسب الأداء المقيس عند 16 درجة مئوية و32 درجة مئوية) للتواءم بذلك مع مسودة معيار الاتحاد الأوروبي.

## 2. الاتجاهات في استهلاك الطاقة ومتطلبات أداء أجهزة التبريد

في عام 2012، قُدِّر متوسط الاستهلاك السنوي للكهرباء الناتج عن استخدام ما يقرب من 1,4 مليار من الثلاجات والمجمدات في جميع أنحاء العالم بحوالي 450 كيلوواط في الساعة لكل وحدة (بارثيل وجوتز 2012). انخفض متوسط استهلاك الطاقة لكل وحدة من الثلاجات المنزلية في الاقتصادات الكبرى (الشكل 1)؛ إذ وصل إلى أقل من 400 كيلوواط سنويًا (الوكالة الدولية للطاقة E 4 2014). أظهرت دراسة من إحدى الأسواق الإفريقية أن الثلاجة ذات المجمد النموذجية (الحجم الصافي 280 لترًا) التي تستهلك 700 كيلوواط في الساعة سنويًا قبل اعتماد معايير الطاقة ستخفض إلى 350-450 كيلوواط في الساعة سنويًا أو أقل إذا اعتمدت معايير أداء الطاقة الدنيا المناسبة (U4E 2017)، وتتحسن بشكل أكبر وملحوظ مع مرور الوقت بعد إدخال المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية حيز التنفيذ. على سبيل المثال، أصبحت متطلبات استهلاك الطاقة في الهند للثلاجات الخالية من الصقيع أكثر صرامة بنحو 60 في المائة للفترة ما بين 2016-2019 مقارنةً بالفترة ما بين 2010-2011 (الشكل 2). في عام 2018، أعلنت المكسيك عن معاييرها المنقحة لأجهزة التبريد، بالتوازم مع معايير كندا والولايات المتحدة الحالية. ومن المتوقع خفض استهلاك الطاقة بنسبة 35 في المائة مقارنةً بالإصدار السابق (اللجنة الوطنية المكسيكية للاستخدام الفعال للطاقة 2018). سيتم تنفيذ المراجعة لمدة ثلاث سنوات: على المنتجات ذات سعة أكبر من أو تساوي 550 لترًا في عام 2018، والمنتجات ذات سعة 400 لتر أو أكبر وتلك الأقل من 550 لترًا في عام 2019، والمنتجات ذات سعة أقل من 400 لتر في عام 2020.



الشكل 1. معدل استهلاك وحدة الطاقة العادي للجهاز الجديد المكون من ثلاثة ومجموعاً  
 SWA = متوسط المبيعات المرجحة؛ PWA = المعدل المرجح للمنتج؛ USA HEM: البيانات المستمدة من مجلة الطاقة المنزلية؛ USA NPD: مصادر  
 البيانات من خدمة تتبع البيع بالتجزئة لمجموعة NPD  
 المصدر: الوكالة الدولية للطاقة - معدات الاستخدام النهائي الموفرة للطاقة [IEA 4E] لعام 2014



الشكل 2: متطلبات استهلاك الطاقة السنوية للثلاجات الخالية من الصقيع في الهند  
المصدر: مكتب كفاءة الطاقة (2015)

يتم تحديد متطلبات استخدام الطاقة عادةً من خلال الكميات المعدلة من المنتجات الفردية وحسب درجة الحرارة المحيطة ودرجات حرارة الأجزاء المعنية وما إلى ذلك. لا يمكن مقارنة متطلبات المعايير الحالية مباشرة؛ نظرًا لوجود نُهج ومعلومات مختلفة يجري البحث والنظر فيها؛ مما ينتج عنه بعض التعقيد والتنوع في طريقة تنظيم هذه المنتجات.

### 3. الحد الأدنى لكفاءة الطاقة: المقارنة المرجعية ومستوى المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية

يوفر تحديد المتطلبات التي تتوافق مع تحوّل الأسواق المتوقع في الاقتصادات الناشئة الرئيسية التي تمتلك سياسات قوية تعطي إشارة سياسة مهمة للمصنعين الذين يبيعون أيضًا إلى الأسواق التي تستهدفها المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية: ذات معايير أداء الطاقة الدنيا (MEPS) وملصقات بيانات الأجهزة القديمة جدًا، أو غير المطبقة، أو غير الإلزامية. ستساعد مجموعة من المتطلبات الشائعة أو المقارنة الشركات المُصنّعة على الاستعداد لتقديم منتجات يمكن بيعها على نطاق أوسع، بهدف فتح مزيد من وفورات الحجم بحيث يمكن الوصول إلى الحلول الموفرة للطاقة على نطاق واسع. إن الجمع بين الانتقال نحو كفاءة أعلى مع الانتقال نحو مواد تبريد ذات قدرة أقل على إحداث احتباس حراري عالمي من شأنه أن يسمح للصناعة باستغلال أوجه التآزر في إعادة تصميم المعدات وإعادة تجهيز خطوط التصنيع لمتابعة كلتا الفرصتين في وقت واحد. توضح الجداول 2 و 3 و 4 مقارنات توضيحية للمبادئ التوجيهية للوائح النموذجية ذات المعايير المحددة لدرجات حرارة مرجعية تبلغ 24 درجة مئوية و 32 درجة مئوية.

الجدول 2: مقارنة المبادئ التوجيهية للوائح النموجية ذات معايير الاختيار - الثلاجات<sup>1</sup>

الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة السنوي (AECmax، كيلوواط ساعة / عام) في الثلاجات		درجة الحرارة المرجعية
إزالة الصقيع تلقائيًا	إزالة الصقيع يدويًا	24 درجة مئوية
<p><b>Refrigerator (automatic defrost, 24°C)</b></p> <p>US (2014), Mexico (2022) Group 3A&amp;13A estimated for 24°C India (2016-2019) Frost Free estimated for 24°C Model Regulation EU MEPS (2021) EU MEPS (2024)</p>	<p><b>Refrigerator (manual defrost, 24°C)</b></p> <p>US (2014), Mexico (2022) Group 1A&amp;11A estimated for 24°C India (2020) Direct Cool estimated for 24°C Model Regulation EU MEPS (2021) EU MEPS (2024)</p>	
<p><b>Refrigerator (automatic defrost, 32°C)</b></p> <p>US (2014), Mexico (2022) Group 3A&amp;13A India (2016-2019) Frost Free Model Regulation EU MEPS (2021) estimated for 32°C EU MEPS (2024) estimated for 32°C</p>	<p><b>Refrigerator (manual defrost, 32°C)</b></p> <p>US (2014), Mexico (2022) Group 1A&amp;11A India (2020) Direct Cool Model Regulation EU MEPS (2021) estimated for 32°C EU MEPS (2024) estimated for 32°C</p>	32 درجة مئوية

ملاحظات:

- بالنسبة للثلاجات، يُفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 24 درجة مئوية وفقًا للمعايير الهندية والمكسيكية أقل بنسبة 35 في المائة من استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية. ومن المفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية وفقًا لمعايير الاتحاد الأوروبي أكبر بنسبة 35 في المائة من استهلاك الطاقة عند 24 درجة مئوية.
- بالاستناد إلى الثلاجات ذات حجرة الطعام الطازج فقط.

<sup>1</sup> يحتوي المعيار الأمريكي على متطلبات مختلفة للمنتجات التي يقل حجمها عن 220 لترًا.

الجدول 3: مقارنة المبادئ التوجيهية للوائح التبريد مع معايير الاختيار - الثلاجة ذات المجمد

الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة السنوي (كيلوواط ساعة / العام) في الثلاجة ذات المجمد		درجة الحرارة المرجعية
إزالة الصقيع تلقائياً	إزالة الصقيع يدوياً	24 درجة مئوية
		24 درجة مئوية
		32 درجة مئوية

ملاحظات:

- بالنسبة للثلاجات ذات المجمد، يُفترض أن استهلاك الطاقة عند 24 درجة مئوية وفقاً للمعايير الهندية والمكسيكية أقل بنسبة 25 في المائة من استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية. ومن المفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية وفقاً لمعايير الاتحاد الأوروبي أكبر بنسبة 25 في المائة من استهلاك الطاقة عند 24 درجة مئوية.
- استناداً إلى الثلاجات ذات البابين الخالية من الصقيع، يمثل حجم حجرة الأغذية الطازجة 70 في المائة من إجمالي حجم التخزين.

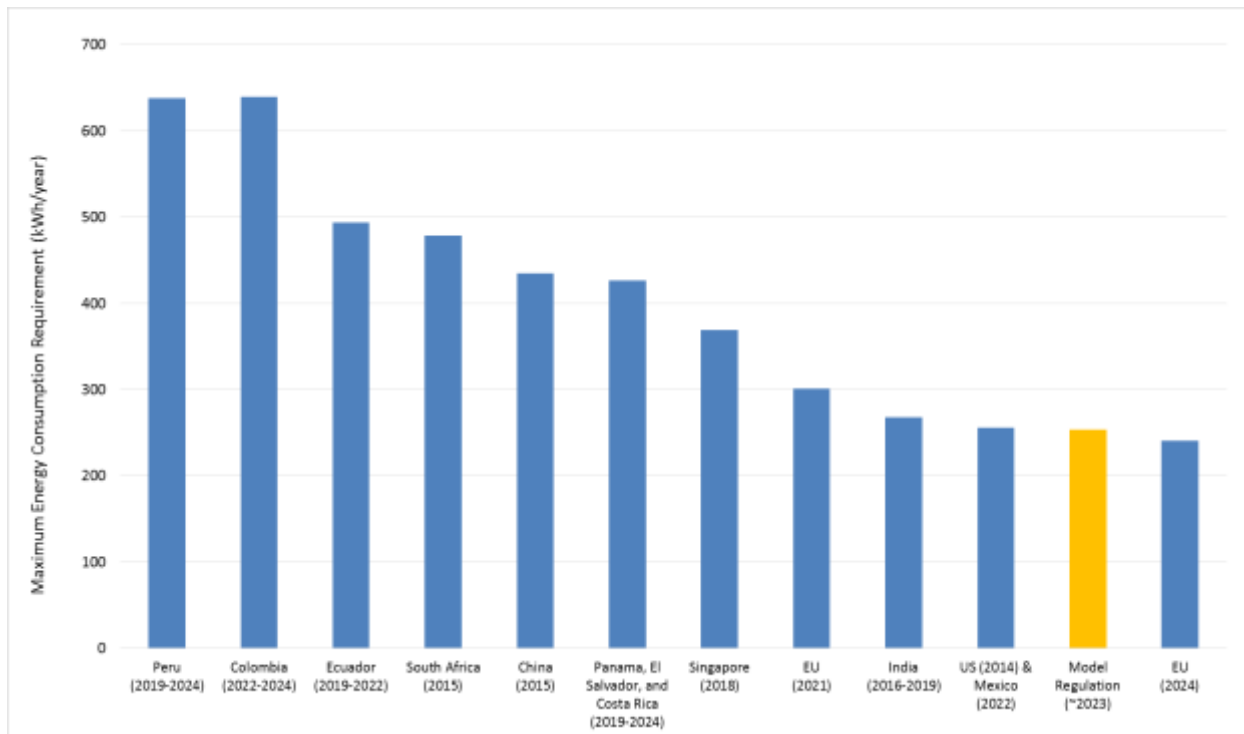
الجدول 4: مقارنة المبادئ التوجيهية للوائح النمذجية مع معايير محددة - المجمدات

الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة السنوي (كيلوواط ساعة / العام) في المجمدات		درجة الحرارة المرجعية
إزالة الصقيع تلقائياً	إزالة الصقيع يدوياً	24 درجة مئوية
		32 درجة مئوية

ملاحظات:

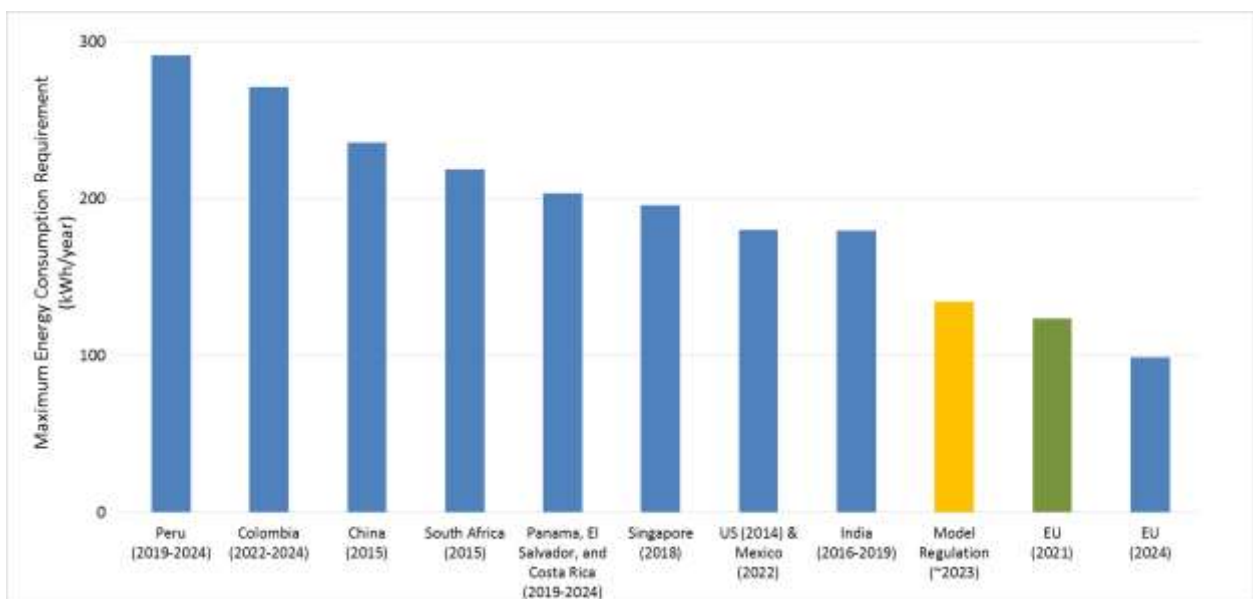
- بالنسبة للمجمدات، يفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 24 درجة مئوية وفقاً للمعايير الهندية والمكسيكية أقل بنسبة 30 في المائة من استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية. من المفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية وفقاً لمعايير الاتحاد الأوروبي أكبر بنسبة 20 في المائة من استهلاك الطاقة عند 24 درجة مئوية.
- وفقاً لمعيار الولايات المتحدة، يوجد عامل تصحيح بدون أبعاد قدره 0.7 لاستهلاك الطاقة في المجمدات الصندوقية التي يفتح بابها لأعلى و0.85 لاستهلاك الطاقة في المجمدات القائمة رأسياً. تم تطبيق عوامل التصحيح هذه في المقارنة.
- نظراً لأن نوع مجمدات إزالة الصقيع تلقائياً يميل عادةً إلى الحاجة إلى طاقة أكثر من النوع المزود بإزالة الصقيع اليدوي، فإن المبادئ التوجيهية للوائح النمذجية تعمل على موازنة المتطلبات بشكل أكبر مع نوع إزالة الصقيع آلياً.

يوضح الشكلان 3 و 4 مقارنات بين متطلبات الحد الأقصى لاستخدام الطاقة للثلاجات ومجمدات الثلاجات في مختلف اقتصادات الدول؛ مما يدل على وجود اتجاه مماثل للنتائج التي تمت مناقشتها أعلاه، فمثلاً، يُسمح للثلاجة ذات المجمد (بحجم 300 لتر صافي) باستهلاك 240–640 كيلوواط في الساعة سنوياً اعتماداً على معايير أداء الطاقة الدنيا (MEPS). تتماثل متطلبات المبادئ التوجيهية للوائح النمذجية مع متطلبات المعايير الحالية للولايات المتحدة ومسودة معايير الاتحاد الأوروبي. من المتوقع أن تكون مبادئ التوجيهية للوائح النمذجية فعالة من حيث التكلفة في العديد من البلدان، ويرجع ذلك أساساً إلى أن الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي قد حددا هذه المتطلبات وفقاً للتحليلات الفنية والاقتصادية القوية، وهي أسواق كبيرة تؤثر على تكلفة وتوافر هذه المنتجات على نطاق أوسع.



الشكل 3: مقارنة بين الحد الأقصى لمتطلبات استخدام الطاقة للثلاجات ذات المجمد (25 درجة مئوية)  
المصدر: تحليل مختبر لورنس بيركلي الوطني (LBNL)  
ملاحظات:

1. بالنسبة للثلاجة ذات المجمد، يُفترض أن يقل استهلاك الطاقة عند درجة حرارة 25 مئوية وفقاً للمعايير في كولومبيا وبنما والسلفادور وكوستاريكا والهند والمكسيك وسنغافورة والولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 25 في المائة عن استهلاك الطاقة عند درجة حرارة 32 مئوية. ومن المفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية وفقاً لمعايير الاتحاد الأوروبي أكبر بنسبة 25 في المائة من استهلاك الطاقة عند 25 درجة مئوية. أما متطلبات جنوب إفريقيا فتعادل فئة الاتحاد الأوروبي الحالية.
2. أما الحد الأقصى لمتطلبات استخدام الطاقة في الهند والولايات المتحدة والمكسيك وبلدان أخرى فهو للنوع الخالي من الصقيع، وللثلاجات ذات المجمد؛ سواء المزودة بتقنية إذابة الصقيع التلقائية مع المجمد المثبت بالأعلى من دون صانع الثلج التلقائي، وللثلاجات ذات المجمد، على التوالي، على النحو المحدد في المعايير.
3. تستند المقارنة إلى حسابات الأجهزة التي تجمع بين الثلاجة والمجمد ذات البابين الخالية من الصقيع ذات حجم تخزين 300 لتر وتمثل حجرة التجميد فيها 30 في المائة من إجمالي الحجم.



الشكل 4: مقارنة متطلبات استخدام الطاقة القصوى للثلاجات (25 درجة مئوية)  
المصدر: تحليل مختبر لورنس بيركلي الوطني (LBNL)



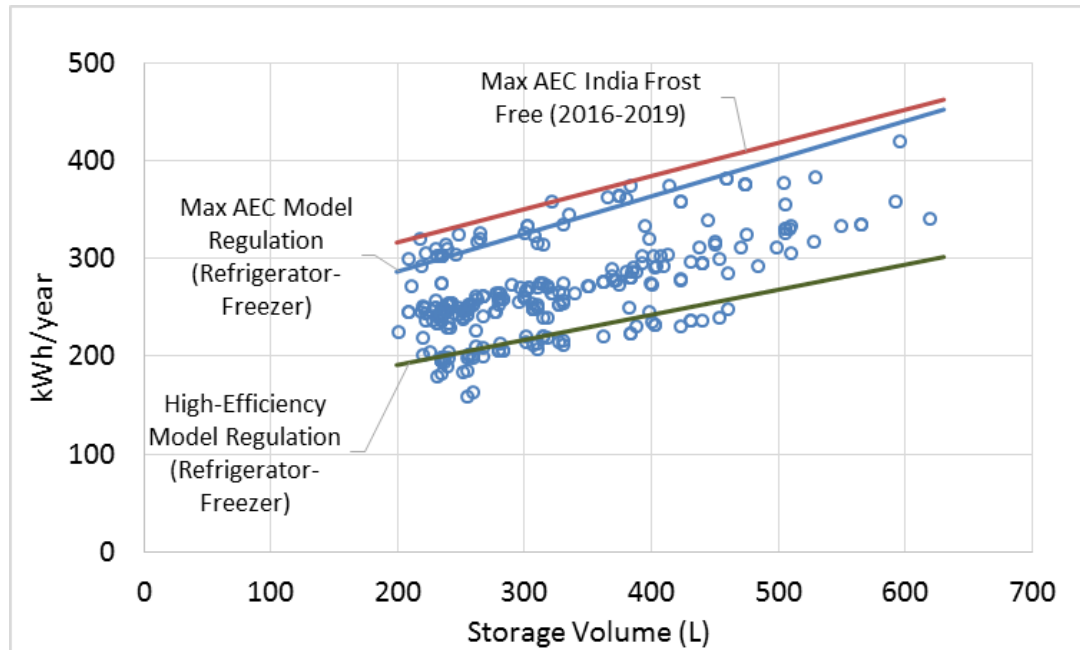
- a. بالنسبة للثلاجات (ومعظمها منتجات صغيرة الحجم)، يُفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند درجة حرارة 25 مئوية وفقًا للمعايير في كل من كولومبيا وبنما والسلفادور وكوستاريكا والهند والمكسيك وسنغافورة والولايات المتحدة الأمريكية أقل بنسبة 35 في المائة من استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية. ومن المفترض أن يكون استهلاك الطاقة عند 32 درجة مئوية وفقًا لمعايير الاتحاد الأوروبي أكبر بنسبة 35 في المائة من استهلاك الطاقة عند 25 درجة مئوية. أما متطلبات جنوب إفريقيا فتعادل فئة الاتحاد الأوروبي الحالية.
- b. إن الحد الأقصى لمتطلبات استخدام الطاقة في الهند والولايات المتحدة/المكسيك وبلدان أخرى هو من النوع الذي يتميز بالتبريد المباشر، للثلاجات ذات الشكل المضغوط - حيث تتم إزالة الصقيع يدويًا، وللثلاجات التي بدون حجرة تجميد، على التوالي، كما هو محدد في المعايير.
- c. تعتمد المقارنة على العمليات الحسابية الخاصة بالثلاجة ذات الباب الواحد ذات سعة تخزين 200 لتر.

يحدد معيار اللجنة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 62552:2015 طرق الاختبار لتحديد فعالية معالجة الأحمال وفعالية استهلاك الطاقة بواسطة الملحقات الثانوية (كالمسخانات المضادة للتكثيف وصناعات الثلج الأوتوماتيكية التي يجري التحكم فيها حسب درجة الحرارة المحيطة). تضيف بعض المعايير الإقليمية فعالية معالجة الأحمال و/أو استهلاك الطاقة الثانوي لتعيين الحد الأقصى لمتطلبات استهلاك الطاقة السنوية. على سبيل المثال، يضيف مشروع لائحة الاتحاد الأوروبي استهلاك الطاقة الثانوي لأجهزة التبريد التي تحتوي على سخانات مضادة للتكثيف التي يتم التحكم بها حسب درجة الحرارة المحيطة. يتمثل مقياس كفاءة معالجة الأحمال في تقدير واقعي لاستهلاك الطاقة الذي ساهمت به تفاعلات المستخدم (مثل: مقدار الطاقة الإضافية المستخدمة لإزالة الحرارة من تفاعلات المستخدم مع الثلاجة مثل فتح باب الثلاجة وتبريد أطعمة ومشروبات ساخنة بوضعها بالثلاجة). على سبيل المثال، يتم حساب فعالية معالجة الأحمال عند 24 درجة مئوية لتوسيم الطاقة في أستراليا (بدءًا من عام 2021 فصاعدًا) استنادًا إلى كفاءة معالجة الأحمال المقيسة عند 32 درجة مئوية و16 درجة مئوية (هارينجتون 2018).

ركزت معظم معايير كفاءة استخدام الطاقة لأجهزة التبريد على استهلاك الطاقة في درجة حرارة محيطية واحدة، مع إيلاء اهتمام قليل لفعالية معالجة الأحمال في أي درجة حرارة محيطية أو استهلاك طاقة في درجات حرارة محيطية أخرى (هارينجتون 2015). وتشجع قياسات استهلاك الطاقة الجديدة هذه الشركات المصنعة على تحسين أداء طاقة منتجاتها في ظل ظروف حقيقية، لكنها قد تزيد من تكاليف الامتثال أيضًا. لا يزال تطبيق قياسات استهلاك الطاقة بحاجة لمزيد من الاستكشاف والمناقشة.

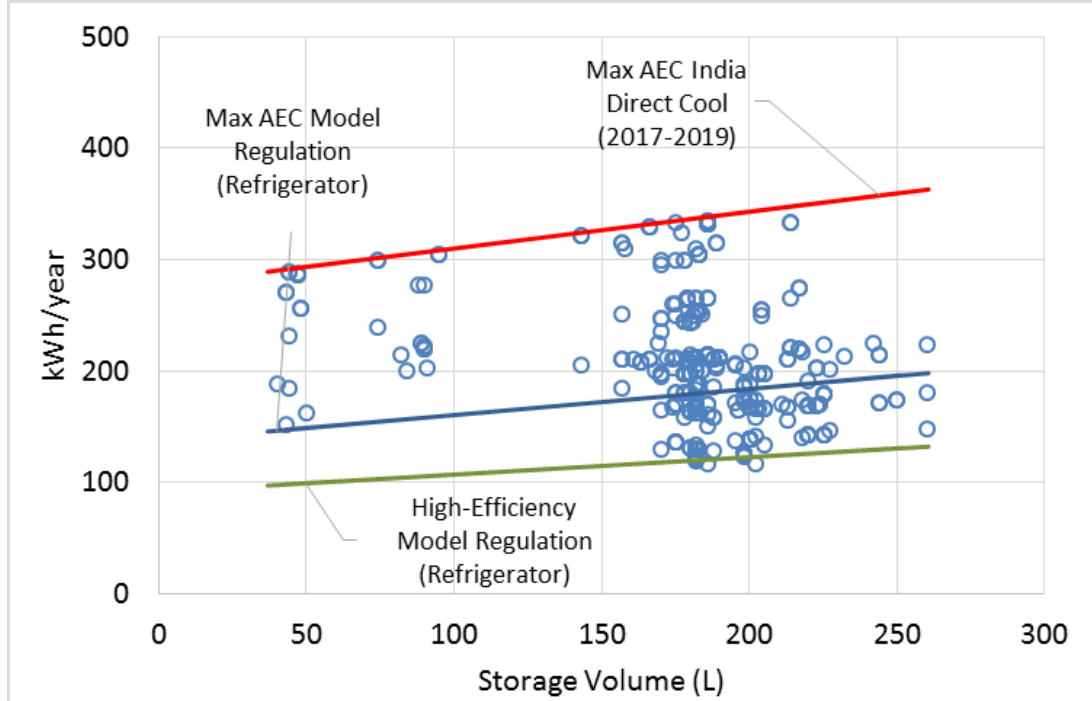
#### 4. التعرف على أجهزة التبريد الفعالة من حيث استهلاك الطاقة

إن المستوى العالي من الفعالية في المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية يعادل 1.5 مرة من كفاءة الفعالية المنخفضة (أي: الحد الأقصى لاستخدام الطاقة)، لكنه مشابه أو أقل من مستويات الفعالية التي تحققها أفضل التقنيات المتاحة حاليًا. على سبيل المثال، تشير التقديرات إلى أن 54 من أصل 315 من طرز الثلاجات الخالية من الصقيع (سعة 200-620 لترًا) في الهند تفي بمتطلبات الفعالية في المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية (الشكل 5). يُقدر عدد قليل فقط من 366 طرازًا من ثلاجة التبريد المباشر (سعة 40-260 لترًا) في الهند بالوفاء بمتطلبات المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية ذات الفعالية العالية (الشكل 6).



الشكل 5: فئات فعالية المنتجات الخالية من الصقيع في الهند

المصدر: عمل المؤلفين حسبما جاء في قاعدة بيانات مكتب كفاءة الطاقة [BEE]

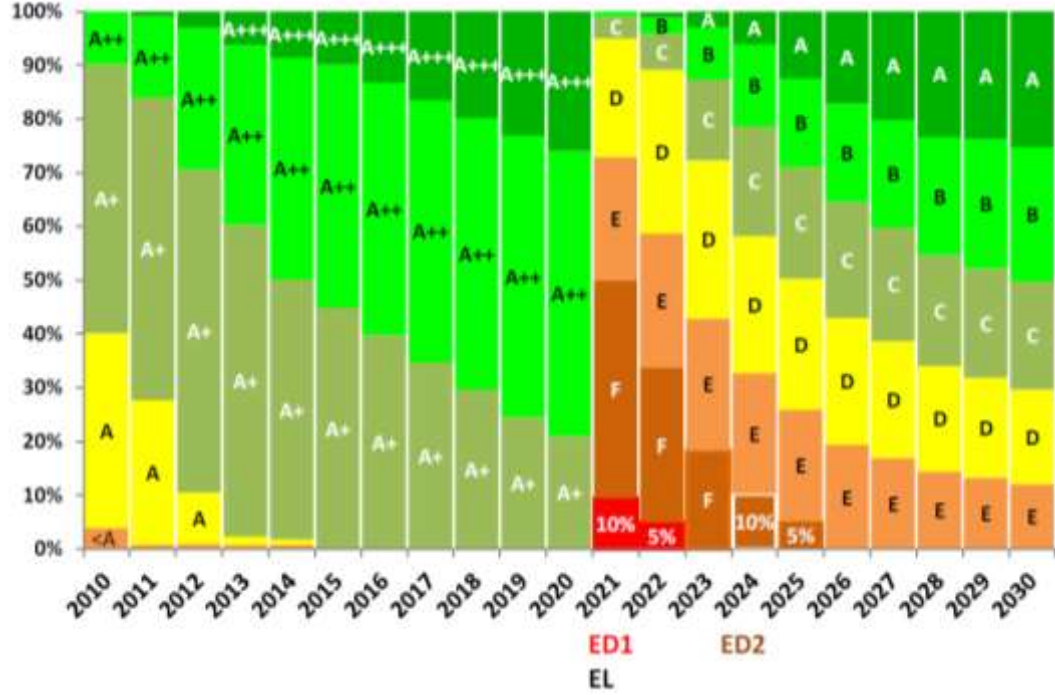


الشكل 6: فئات فعالية الثلاجات ذات التبريد المباشر في الهند  
المصدر: عمل المؤلفين حسبما جاء في قاعدة بيانات مكتب كفاءة الطاقة (BEE)

يُقدر أن خمسة وعشرين طرازًا من بين 32 طرازًا من أكثر طرز الثلاجات أحادية الباب (A+++ ) كفاءة في الاتحاد الأوروبي تفي بمتطلبات المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية ذات الفعالية العالية، ويقدر عدد 25 طرازًا من 55 طرازًا من أكثر الطرز فعالية من طرز الثلاجات ذات المجمد التي تشتمل على بابين في الاتحاد الأوروبي أنها تفي بتلك المتطلبات. يقدر أن جميع (71 من 71) من الطرز الأكثر كفاءة من المجمدات في الاتحاد الأوروبي تفي بمتطلبات المبادئ التوجيهية للوائح النموذجية عالية الفعالية.

يعمل أكثر من 500 مليون من الثلاجات المنزلية التي تستخدم الهيدروكربونات (HC) ذات القدرة المنخفضة على إحداث احتباس حراري عالمي (GWP) كموايد تبريد منتشرة بالفعل عالميًا (حسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة 2015)، مما يتيح أيضًا التشغيل الفعال من حيث استهلاك الطاقة مقارنةً بموايد التبريد القديمة المستخدمة في الماضي. واليوم تتوفر في السوق أجهزة التبريد عالية الفعالية التي تستخدم مواد التبريد هذه ذات القدرة المنخفضة على إحداث احتباس حراري عالمي، مع زيادة حصتها في السوق على مستوى العالم.

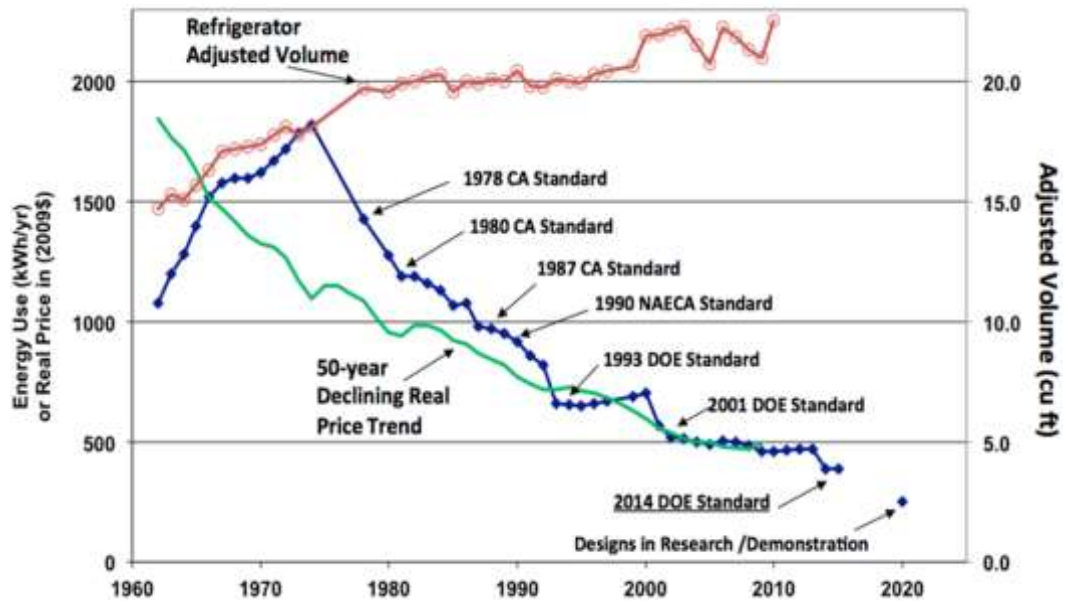
تعد مادة R-600a (الهيدروكربونات -600a) مادة التبريد القياسية للثلاجات والمجمدات المنزلية الأوروبية. يوضح تقرير موقع Topten للاتحاد الأوروبي (2018) والاتحاد الأوروبي (2019) أن متوسط كفاءة أجهزة التبريد في منطقة الاتحاد الأوروبي قد تحسن بنسبة 37 في المائة خلال الفترة ما بين 2004-2015. حيث تم تأهيل جميع المنتجات تقريبًا كفاءة A+ أو أعلى منذ عام 2012 (الشكل 7). ستعود لوائح الاتحاد الأوروبي إلى مقياس A-G؛ مما يتطلب وجود آلية إعادة التدرج القياسي بين التصنيفات الحالية والمستقبلية. أما الفئة G الجديدة فهي مشابهة تقريبًا للفئة الحالية A+ أو أعلى.



الشكل 7: التوزيع الفعلي (2016-2010) والتوزيع المتوقع (2030-2017) لفئات توزيع مبيعات الثلاجات ذات الفئات الفعالة في الاتحاد الأوروبي المصدر: الاتحاد الأوروبي 2019

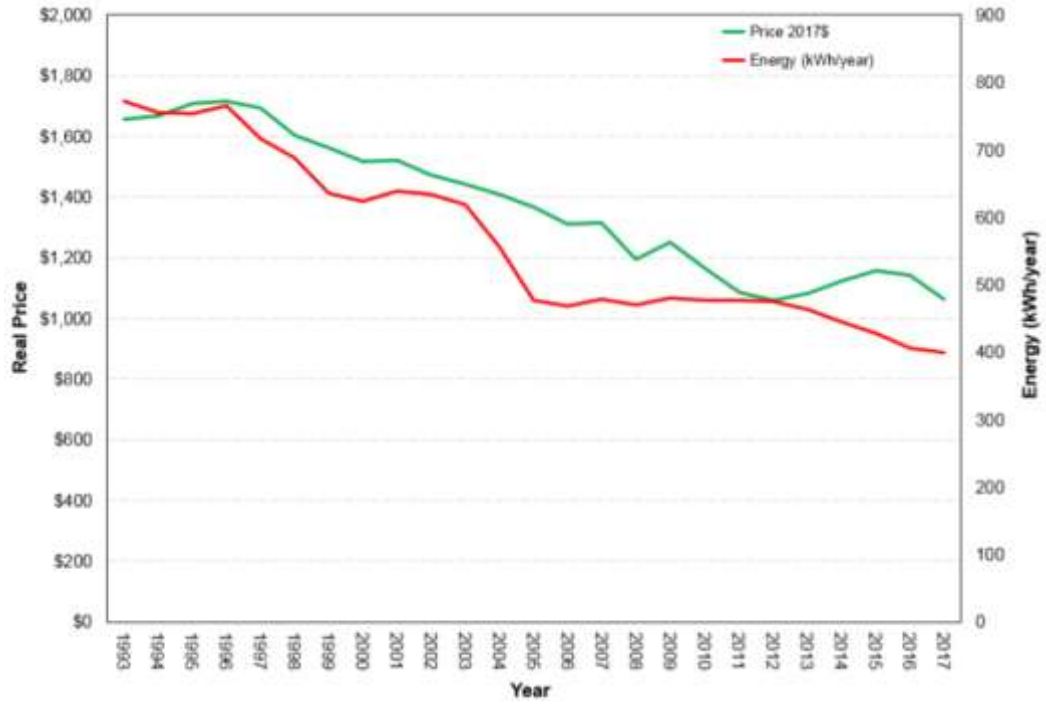
ملحوظة: سيتم تطبيق متطلبات وسم الطاقة الجديدة للاتحاد الأوروبي (EL) والتصميم البيئي (ED) من عام 2021 فصاعدًا. كما ستتحسن متطلبات التصميم البيئي أيضًا من عام 2024 فصاعدًا. من المتوقع أن تبلغ حصة الطرز المؤهلة للفئة G من فئات استهلاك الطاقة عالية الكفاءة بنسبة 10 في المائة في عام 2021 و 5 في المائة في عام 2022. من المتوقع أن تبلغ حصة الطرز المؤهلة للفئة F من فئات استهلاك الطاقة عالية الكفاءة بنسبة 10 في المائة في عام 2024 و 5 في المائة في عام 2025.

أظهرت العديد من الدراسات أن أسعار الأجهزة بالأرقام الحقيقية استمرت في الانخفاض رغم التحسينات الكبيرة في الفعالية. مثل الدراسة التي قام بها "فان بسكرك" وآخرون. (2014) تبين أن طرح معايير الأجهزة وتحديثها، بما فيها معايير الثلاجات، ليس مرتبطًا بزيادة طويلة الأجل في سعر الشراء والانخفاض المتسارع في معايير ما بعد تكلفة دورة الحياة. يوضح الشكلان 8 و 9 اتجاهات استهلاك الطاقة والأسعار الحقيقية للثلاجات في الولايات المتحدة وأستراليا.



الشكل 8: الطاقة التي تستهلكها الثلاجات واتجاهات الأسعار الحقيقية - الولايات المتحدة

المصدر: مختبر لورنس بيركلي الوطني (LBNL)  
 CA = كاليفورنيا، DOE = وزارة الطاقة الأمريكية، NAECA = القانون الأمريكي للحفاظ على الطاقة للأجهزة الوطنية



الشكل 9. الطاقة التي تستهلكها الثلاجات واتجاهات الأسعار الحقيقية - أستراليا  
 المصدر: كومنولث أستراليا، وزارة البيئة والطاقة 2017

- مكتب كفاءة الطاقة. (2015). الجدول الزمني - 1 ثلاجة خالية من الصقيع (نو فروست). المراجعة رقم 4، 17 ديسمبر 2015. الهند.
- العنوان: ( Barthel, C., and Götz, T. (2012) إجمالي إمكانية توفير الطاقة في جميع أنحاء العالم من الثلاجات والمجمدات المحلية مع نتائج مفصلة عن 11 منطقة في العالم. معهد فويرتال للمناخ والبيئة والطاقة.
- [http://www.bigee.net/media/filer\\_public/2012/12/04/bigee\\_doc\\_2\\_refrigerators\\_freezers\\_worldwide\\_potential\\_20121130.pdf](http://www.bigee.net/media/filer_public/2012/12/04/bigee_doc_2_refrigerators_freezers_worldwide_potential_20121130.pdf).
- كومولث أستراليا، وزارة البيئة والطاقة (2017). بيان تأثير تنظيم القرار - الثلاجات والمجمدات المنزلية. مبادرة مشتركة بين الحكومات الأسترالية وحكومات الولايات والأقاليم ونيوزيلندا.
- <http://www.energyrating.gov.au/sites/new.energyrating/files/documents/Decision-RIS-Household-Refrigerators-Freezers.pdf>.
- الاتحاد الأوروبي (2019). لائحة لجنة المفوضية (الاتحاد الأوروبي) ... / ... بتاريخ 11.3.2019 المكمل للائحة (EU) 2017/1369 للبرلمان الأوروبي والمجلس فيما يتعلق بوسم الطاقة - أي وضع بطاقة تعريفية على الأجهزة - لأجهزة التبريد وإلغاء لائحة لجنة المفوضية (الاتحاد الأوروبي) رقم 2010/1060.
- هارينجتون، ل. (2018). *الثلاجات المنزلية: منهجية نمذجة الطاقة للامتثال لمعايير أداء الطاقة الدنيا (MEPS) عام 2021*.  
<http://energyrating.gov.au/document/technical-paper-household-refrigerators-energy-modelling-methodology-meps-2021-compliance>.
- هارينجتون، ل. (2015). *أجهزة التبريد المنزلية: اقتراح خوارزمية حسابية جديدة للتصنيف باستخدام النجوم كطريقة لاختبار اللجنة الكهروتقنية الدولية - وضع نظام التصنيف بالنجوم الجديد للثلاجات والمجمدات المنزلية في أستراليا ونيوزيلندا باستخدام طريقة الاختبار الخاصة باللجنة الكهروتقنية الدولية رقم IEC62552-3*.
- <http://energyrating.gov.au/document/report-household-refrigeration-appliances-new-star-rating-algorithm-proposal-iec-test>.
- وكالة الطاقة الدولية - معدات الاستخدام النهائي الفعالة من حيث استهلاك الطاقة (2014). رسم الخرائط والمقارنة المعيارية لأجهزة التبريد المنزلية.
- اللجنة الوطنية المكسيكية للاستخدام الفعال للطاقة (2018). *Mejora en 35 per cent la Eficiencia de los Refrigeradores Domésticos en México*. 2 يوليو.  
<https://www.gob.mx/conuee/articulos/mejora-en-35-la-eficiencia-de-los-refrigeradores-domesticos-en-mexico>.
- منظمة Tipten الاتحاد الأوروبي (2018). *الثلاجات والمجمدات المنزلية: توصيات وضع السياسات*.  
[http://www.topten.eu/uploads/File/20180124\\_Domestic\\_refrigeration\\_PolicyRecommendations.pdf](http://www.topten.eu/uploads/File/20180124_Domestic_refrigeration_PolicyRecommendations.pdf).
- مبادرة "متحدون من أجل الفعالية" ومرفق البيئية العالمية (2017). *تسريع الاعتماد العالمي للثلاجات الصديقة للمناخ والفعالة من حيث استهلاك الطاقة*.  
<https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/11/U4E-RefrigerationGuide-201801-Final-R1-1.pdf>.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2015). *بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون. تقرير التكنولوجيا والتقييم الاقتصادي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. نيروبي*.  
[http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-27/presession/Background\\_per\\_cent20Documents\\_per\\_cent20are\\_per\\_cent20available\\_per\\_cent20in\\_per\\_cent20English\\_per\\_cent20only/TEAP\\_Task-Force-XXVI-9\\_Update-Report\\_September-2015.pdf](http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-27/presession/Background_per_cent20Documents_per_cent20are_per_cent20available_per_cent20in_per_cent20English_per_cent20only/TEAP_Task-Force-XXVI-9_Update-Report_September-2015.pdf).
- Chu, S. (2014). و Van Buskirk, R.D., Kantner, C.L.S., Gerke, B.F. "التحقيق بأثر رجعي في معايير فعالية استهلاك الطاقة: لعل السياسات القديمة هي التي أدت إلى الانخفاضات طويلة الأجل في تكاليف الأجهزة." *خطابات البحوث البيئية* 9 (114010).  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/11/114010/pdf>.

## الملحق 1. فئات منتجات أجهزة التبريد

الجدول 5: فئات منتجات أجهزة التبريد في الاقتصاديات المختارة

الهند	سنغافورة	جمهورية كوريا	الاتحاد الأوروبي (الوائح القديمة) و عدة دول في آسيا وإفريقيا وأمريكا اللاتينية	أستراليا ونيوزيلندا
1. ثلاجة تبريد مباشر 2. مجمد خالٍ من الصقيع (نو فروست)	1. ثلاجة بدون مجمد (الحجم المعتدل $\geq 900$ لتر) 2. ثلاجة ذات مجمد (الحجم المعتدل $\geq 300$ لتر) 3. ثلاجة ذات مجمد (300 لتر > الحجم المعتدل $\geq 900$ لتر) 4. ثلاجة بمجمد وموزع الثلج مثبت في الباب (الحجم المعتدل $\geq 900$ لتر)	1. ثلاجة 2. الثلاجة ذات المجمد (الحجم المعتدل > 500 لتر) 3. الثلاجة ذات المجمد (500 لتر $\geq$ الحجم المعتدل > 1000 لتر بدون موزع الثلج المثبت في الباب) 4. الثلاجة ذات المجمد (500 لتر $\geq$ الحجم المعتدل > 1000 لتر بدون موزع الثلج المثبت في الباب) 5. الثلاجة ذات المجمد (الحجم المعتدل $\leq 1000$ لتر بدون موزع الثلج المثبت في الباب) 6. الثلاجة ذات المجمد (الحجم المعتدل $\leq 1000$ لتر بموزع الثلج المثبت في الباب) غير مضمن نوع جهاز المجمد فقط	1. ثلاجة مزود بحجيرة أو أكثر للأطعمة الطازجة 2. ثلاجة تخزين طويل الأمد، لتخزين النبيذ كبيرة بحجيرة ذات تقييم 0-نجمة 3. ثلاجة تخزين طويل الأمد بحجيرة ذات تقييم 0-نجمة 4. ثلاجة ذات حجيرة بتقييم 1 نجمة 5. ثلاجة ذات حجيرة بتقييم 2 نجمة 6. ثلاجة ذات حجيرة بتقييم 3 نجمة 7. الثلاجة ذات المجمد 8. مجمد قائم 9. مجمد أفقي 10. أجهزة التبريد متعددة الاستخدامات وأجهزة التبريد الأخرى	1. ثلاجة بدون حجيرة منخفضة درجة الحرارة، إزالة صقيع تلقائي 2. ثلاجة بحجيرة صناعة ثلج أو بدونها، إزالة صقيع يدويًا (ثلاجات المحلات) 3. ثلاجة بحجيرة صناعة الثلج أو بدونها، وتضم حجيرة الطعام المجمد قصير الأمد 4. الثلاجة ذات المجمد، ثلاجة بإزالة صقيع تلقائي ومجمد بإزالة صقيع يدوي 5B. الثلاجة ذات المجمد، إزالة صقيع تلقائي، المجمد مثبت في الأسفل 5S. الثلاجة ذات المجمد، إزالة صقيع تلقائي، بعضها بجانب بعض 5T. الثلاجة ذات المجمد، إزالة صقيع تلقائي، المجمد مثبت في الأعلى 6C. مجمد أفقي، كل أنواع الإزالة صقيع 6U. مجمد رأسي قائم، إزالة صقيع يدويًا 7. مجمد رأسي قائم، إزالة صقيع تلقائي

AD = إزالة صقيع تلقائي، AV = الحجم المعتدل، comp = حجيرة، FR = مجمد، MD = إزالة الصقيع يدويًا، RE = ثلاجة، RE-FR = الثلاجة ذات المجمد، TDID = موزع الثلج المثبت في الباب

الجدول 6: لائحة الاتحاد الأوروبي الجديدة المستندة إلى طريقة استعمال الحجيرة

نوع الحجيرة	عوامل النمذجة	عوامل التصحيح
البوفيه		
تخزين النبيذ		
مكان تخزين		
طعام طازج		
میزد		
0-نجمة وصناعة الثلج	<ul style="list-style-type: none"> <li>عامل الحجم المعتدل</li> <li>عامل الجمع بين الثلاجة والمجمد في جهاز واحد</li> <li>عامل استهلاك الطاقة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>إزالة الصقيع يدويًا</li> <li>إزالة الصقيع تلقائيًا</li> </ul>
1-نجمة		
2-نجمة		
3-نجوم		
المجمد (4 نجوم)		

الجدول 7: فئات منتج أجهزة التبريد في الولايات المتحدة وكندا والمكسيك

الولايات المتحدة وكندا والمكسيك	
الثلاجة ذات المجمد والثلاجة باستثناء كل الثلاجات ذات خاصية إزالة الصقيع يدويًا	1
كل الثلاجات ذات إزالة الصقيع تلقائيًا	1A
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بشكل جزئي	2
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أعلى وبدون صانع ثلج تلقائي	3
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أعلى بدون صانع ثلج تلقائي	BI-3
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أعلى بصانع ثلج تلقائي وبدون موزع ثلج مثبت في الباب	3I
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أعلى بصانع ثلج تلقائي وبدون موزع الثلج المثبت في الباب	3I-BI
كل الثلاجات - إزالة الصقيع تلقائيًا	3A
كل الثلاجات المدمجة - إزالة الصقيع تلقائيًا	3A-BI
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا مثبت من الجانب وبدون صانع الثلج التلقائي	4
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب وبدون صانع الثلج التلقائي	BI-4
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب وبدون موزع الثلج المثبت في الباب	4I
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب وبصانع الثلج التلقائي وبدون موزع الثلج المثبت في الباب	4I-BI
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأسفل وبدون صانع الثلج التلقائي	5
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأسفل وبدون صانع الثلج التلقائي	BI-5
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأسفل وبصانع الثلج التلقائي وبدون موزع الثلج المثبت في الباب	5I
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأسفل وبصانع الثلج التلقائي وبدون موزع الثلج المثبت في الباب	5I-BI
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأسفل وبصانع الثلج التلقائي وبموزع الثلج المثبت في الباب	5A
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأسفل وبموزع الثلج المثبت في الباب	5A-BI
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الأعلى وبموزع الثلج المثبت في الباب	6
الثلاجة ذات المجمد - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب وبموزع الثلج المثبت في الباب	7
الثلاجة ذات المجمد المدمج - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب وبموزع الثلج المثبت في الباب	BI-7
مجمد رأسي قائم بخاصية إزالة الصقيع يدويًا	8
مجمد رأسي قائم بخاصية إزالة الصقيع تلقائيًا وبدون صانع الثلج التلقائي	9
مجمد رأسي قائم بخاصية إزالة الصقيع تلقائيًا وبصانع الثلج التلقائي	9I
مجمد رأسي قائم بخاصية إزالة الصقيع تلقائيًا وبدون صانع الثلج التلقائي	BI-9
مجمد رأسي قائم بخاصية إزالة الصقيع تلقائيًا وبصانع الثلج التلقائي	9I-BI
مجمد أفقي يفتح بابه لأعلى وكل المجمدات الأخرى باستثناء المجمد مضغوط الشكل	10
مجمد أفقي يفتح بابه لأعلى بخاصية إزالة الصقيع تلقائيًا	10A
ثلاجة مضغوطة الشكل - ثلاجة ومجمد باستثناء كل الثلاجات ذات خاصية إزالة الصقيع يدويًا	11
كل الثلاجات مضغوطة الشكل - بخاصية إزالة الصقيع يدويًا	11A
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - بخاصية إزالة الصقيع يدويًا بشكل جزئي	12
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أعلى	13
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أعلى وبصانع الثلج التلقائي	13I
كل الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا	13A
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب	14
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من الجانب وبصانع الثلج التلقائي	14I
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أسفل	15
الثلاجة ذات المجمد مضغوطة الشكل - إزالة الصقيع تلقائيًا بمجمد مثبت من أسفل وبصانع الثلج التلقائي	15I
مجمد مضغوط الشكل رأسي بخاصية إزالة الصقيع يدويًا	16
مجمد مضغوط الشكل رأسي بخاصية إزالة الصقيع تلقائيًا	17
مجمد مضغوط الشكل أفقي يفتح بابه لأعلى	18

PAD = إزالة الصقيع تلقائيًا بشكل جزئي



