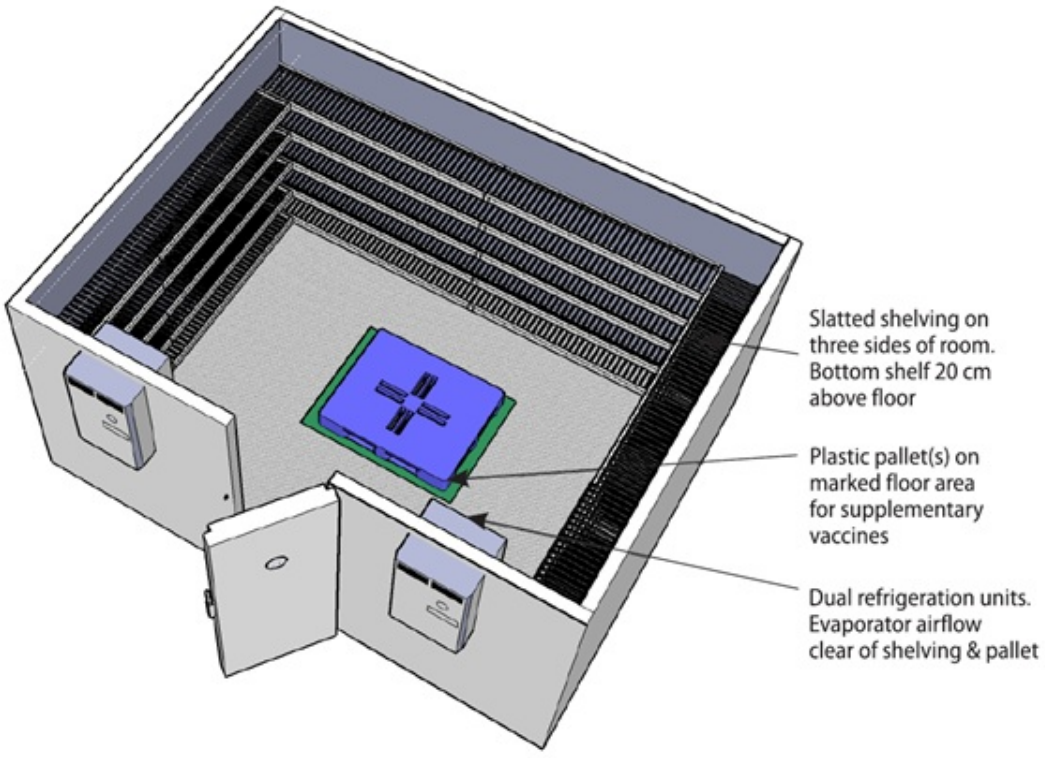
غرف التبريد والتجميد

عادةً ما يتم بناء غرف التبريد والتجميد حسب الطلب وتكون مخصصة لتخزين البضائع التي تشغل درجات حرارة منخفضة تقليديًا. يتضمن ذلك المنتجات التي تقل درجة حرارتها عن درجة التجمد، بالإضافة إلى المنتجات الصحية التي تتراوح درجة حرارتها بين +2 درجة مئوية إلى +8 درجة مئوية. عادةً ما يتم بناء الغرف ذات سعة التخزين البارد أو المجمد خصيصًا لمتطلبات التخزين، وتخضع لدرجات أعلى من التحكم، مثل سعة المراقبة المستمرة أو أنظمة الطاقة الاحتياطية. وتتطلب غرف التبريد والتجميد أيضًا معدات وعزلاً متخصصًا.

في معظم العمليات، تمثل العناصر التي يلزم تخزينها بدرجة حرارة أقل من 8 درجات مئوية عادةً جزءًا صغيرًا من إجمالي حجم الحمولة. عادةً لا يلزم أن تكون غرف التخزين الباردة التي تمت معايرتها بشكل صحيح كبيرة، ويجب أن يكون حجمها مثاليًا لتلبية متطلبات التخزين الفعلية والمعروفة فقط. في كثير من الحالات، سوف تلبي الثلاجة/المجمد الكهربائية المستقلة متطلبات التخزين لمعظم الوكالات. يمكن أن تمثل غرف التخزين البارد استثمارًا ماليًا كبيرًا، ونظرًا إلى مدى حالات الطوارئ والتمويل المتاح، يتم التخطيط لمثل هذه الغرف عادةً فقط عندما يكون حجم عناصر التخزين البارد الواردة كبيرًا، أو عندما يكون من المعروف أن مدة المشروع طويلة.

غرفة التبريد القابلة للمشي فيها:



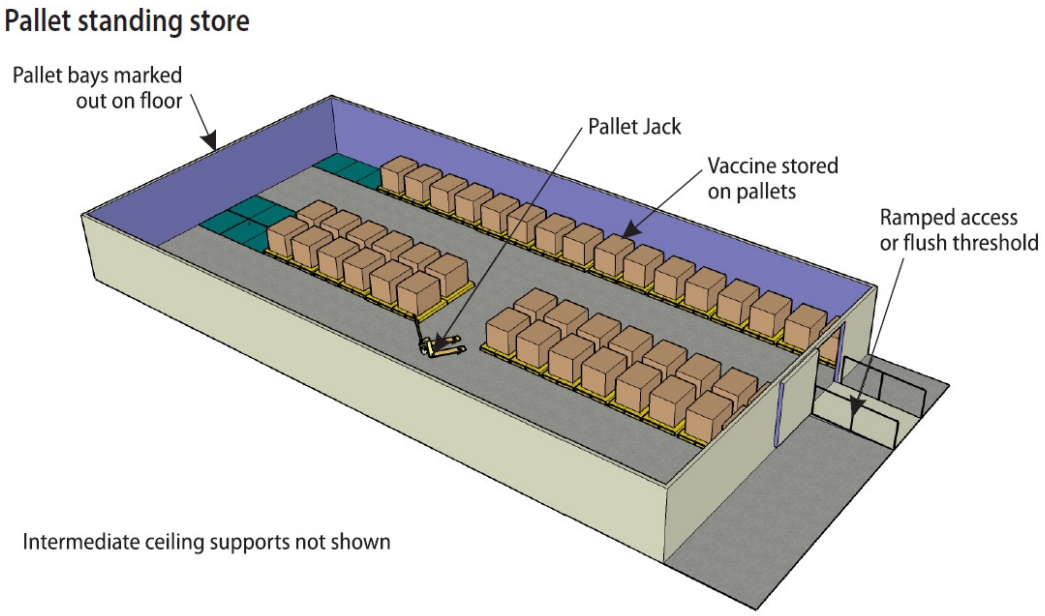
في الحالات التي تحتاج فيها الوكالات الإنسانية إلى مساحات تخزين مبردة كبيرة، أو حتى بحجم المستودع، فمن المستحسن بشدة أن تتحدث الوكالات مع متخصص مرخص أو تحاول الاستعانة بمصادر خارجية لتوفير مساحة التخزين

لمزود تجاري تابع لجهة خارجية. تُعد مساحات التخزين المبردة أو المستودعات المبردة واسعة النطاق شائعة إلى حد ما بين الشركات المصنعة الكبرى، أو بين السلطات الوطنية، ولا يختلف عملها بشكل عام عن مساحات التخزين المبردة الأصغر، ومع ذلك، يجب أن يشرف على التكاليف والتعقيدات المرتبطة ببناء وصيانة هذه المرافق فقط متخصصون ذوو خبرة.

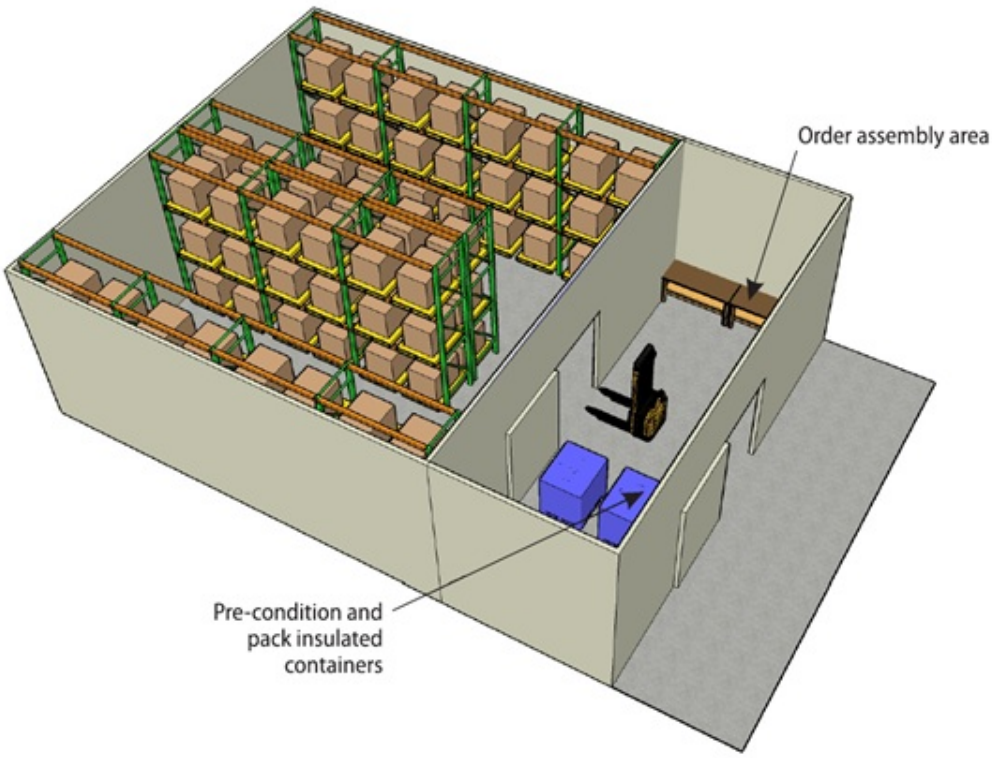
بالإضافة إلى التبريد على نطاق صناعي، قد تشمل الميزات الأخرى للمستودعات المبردة ما يلي:

- منطقة التجميع أو التعبئة - وهي منطقة تستخدم لتجميع المنصات النقالة أو المجموعات والتي توجد أيضًا داخل مساحة مبردة.
- الأبواب/حجرات التحميل المتخصصة - يجب أن تحتوي الأبواب وحجرات التحميل على عزل مناسب، أو رفارف بلاستيكية، أو حتى مراوح مصممة خصيصًا لمنع فقدان الحرارة من خلال الفتحات إلى العالم الخارجي.

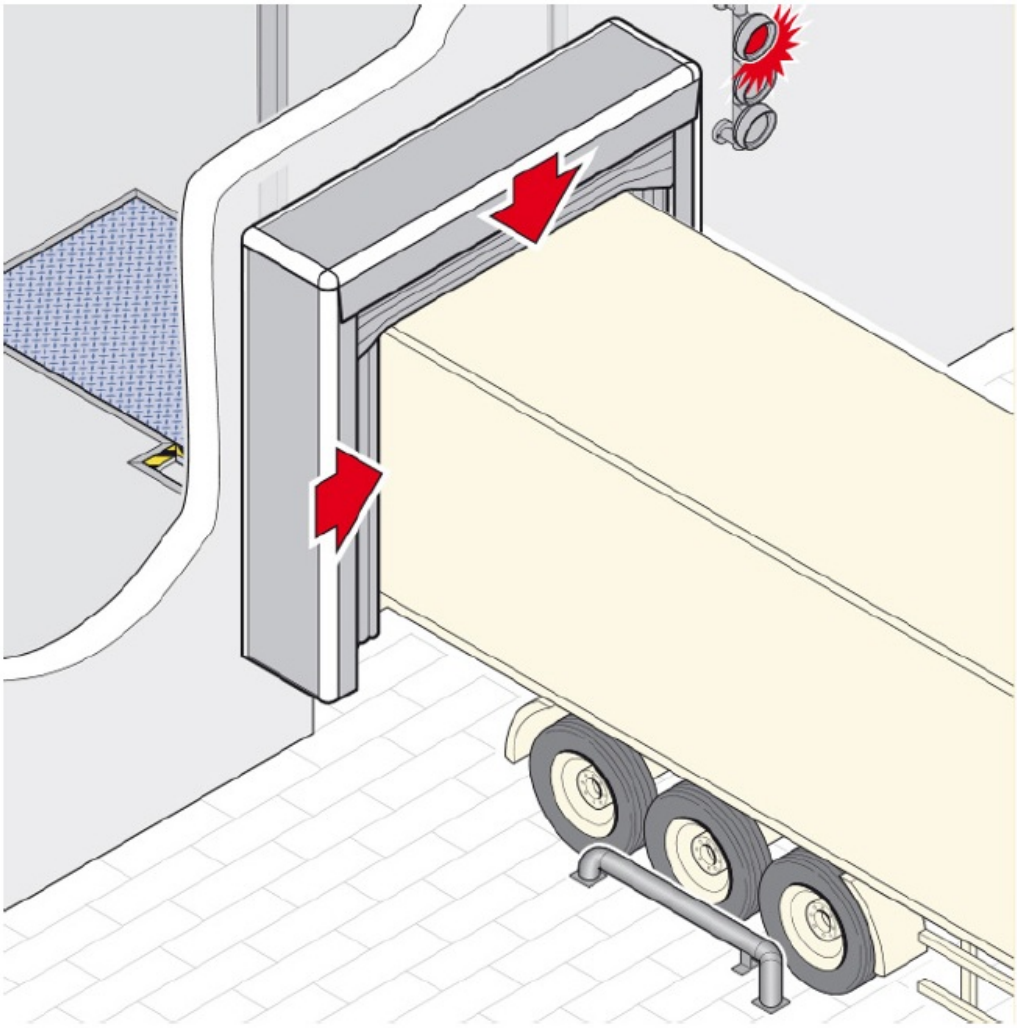
منطقة تخزين المنصات النقالة ذات التحكم في درجة الحرارة:



تخزين على أرفف مرتفعة مع التحكم في درجة الحرارة مع مجموعة التجميع/الطلب:



ختم رصيف خاضع للتحكم في درجة الحرارة:



المصدر: *منظمة الصحة العالمية - تصميم وشراء مرافق التخزين*

ثلاجات ومجمدات مستقلة

قد تتطلب بعض السلع الصحية وبعض احتياجات التخزين الإنسانية المتعلقة بالصحة استخدام مجمدات أو ثلاجات مستقلة فقط. تميل الثلاجات والمجمدات إلى أن تكون مفيدة لحفظ اللقاحات وغيرها من العناصر الصيدلانية ذات الحجم الصغير، حيث إن سعة الثلاجات صغيرة نسبيًا. ومع ذلك، فإن الثلاجات والمجمدات تشكّل بدائل جيدة عندما تكون الكميات المعروفة من العناصر المخزنة منخفضة الحجم، أو عندما لا تتوفر أي بدائل أخرى. بالإضافة إلى ذلك، قد تكون هناك حاجة إلى ثلاجات ومجمدات مستقلة لتخزين الثلج وحزم التبريد إذا كان من المطلوب إعادة تأهيل صناديق سلسلة التبريد السلبية.

تمامًا مثل مكيفات الهواء، تنتج الثلاجات والمجمدات أيضًا عوادم حرارية. إذا تم الاحتفاظ بالثلاجات/المجمدات داخل منشأة المستودع، فيجب أن تكون هناك تهوية مناسبة لتجنب تراكم الحرارة الزائدة، ويجب أن يكون المخططون على دراية بالتأثير الذي قد تحدثه درجات الحرارة المرتفعة على المخزونات الأخرى الموجودة في نفس المنشأة. في الحالات

التي تتواجد فيها عدة مجمدات و/أو ثلاجات في نفس موقع التخزين، فقد تكون هذه مشكلة تتطلب اهتمامًا خاصًا.

تكوينات الثلاجات والمجمدات

بالرغم من أن المعدات الأساسية فقط قد تكون متاحة في العديد من السياقات الميدانية، هناك تكوينات خاصة قد ترغب المنظمات الإنسانية التي تحتفظ بالعناصر الطبية المبردة في أخذها في الاعتبار.

ثلاجات/مجمدات طبية – هناك مجموعة متنوعة من المجمدات والثلاجات الطبية المصممة خصيصًا للحفاظ على العناصر الطبية باردة ومجمدة. يتم تنظيم الثلاجات والمجمدات الطبية دوليًا من خلال التأهيل المسبق لمنظمة الصحة العالمية. قد تتضمن بعض خصائص وحدات الثلاجة/المجمد ما يلي:

- منظمات الحرارة/وحدات التبريد ذات المعايرة العالية.
- نقاط ضبط محددة بوضوح.
- إنشاء نسخ احتياطية لأنظمة البطاريات في حالة انقطاع التيار الكهربائي.
- أنظمة إنذار في حالة حدوث تغيرات في درجات الحرارة.
- نوافذ شفافة لتسهيل تحديد المحتويات دون الحاجة إلى فتح الأبواب.

غالبًا ما تكون المجمدات والثلاجات المتخصصة ذات حجم مناسب أيضًا، ومصممة لتلبية الطلب المتوقع فقط على نطاقات درجات الحرارة المحددة، مما يعني أنه يمكن شراؤها بأحجام صغيرة نسبيًا، ويمكن تخزين متطلبات درجات الحرارة المختلفة في وحدات مختلفة.

ينبغي للمنظمات الإنسانية، قدر الإمكان، تجنب استخدام الثلاجات والمجمدات المخصصة للمستهلكين العاديين لحفظ

أي مواد صحية لها نطاقات درجات حرارة محددة للغاية، أو للعناصر الصحية التي يمكن أن تتلف بسهولة أثناء الرحلات. على سبيل المثال، تتمتع اللقاحات بقدرة منخفضة للغاية على تحمل درجات الحرارة التي تقع خارج النطاقات المحددة. بدون نقاط ضبط محددة بوضوح ومراقبة دقيقة، قد لا يكون المجمد العادي المخصص للمستهلك كافيًا لتخزين مثل هذه المواد الحساسة.

إذا كانت الوكالات تخطط لاستخدام ثلاجات أو مجمدات مخصصة للمستهلكين، فسوف ترغب في تقييم سعة الوحدات بدقة، بما في ذلك:

- تسجيل درجات الحرارة داخل الغرفة لمدة 5-7 أيام *قبل* تخزين العناصر التي يمكن التحكم في درجة حرارتها لضمان بقاء درجات الحرارة ثابتة وضمن النطاقات المتوقعة. يجب أن تتم المراقبة بنفس الطريقة التي تتم بها في المستودعات الخاضعة للتحكم في درجة الحرارة، حيث يتم تسجيل درجات الحرارة مرة كل بضع ساعات.
- إذا كان ذلك ممكنًا، ينبغي للوكالات استخدام مسجلات درجة الحرارة داخل الثلاجات/المجمدات لتخطيط أي انحرافات في درجة الحرارة أثناء الوظائف.
- قم بتثبيت مصدر طاقة عالمي (UPS) مع نظام إنذار في حالة انقطاع التيار الكهربائي.

الثلاجات/المجمدات ذات التحميل العلوي - الطريقة الشائعة للحفاظ على الطاقة/منع فقدان الحرارة هي استخدام الثلاجات والمجمدات ذات التحميل العلوي. تفتح وحدات التحميل العلوي من الأعلى بدلاً من الجانب، حيث يهبط الهواء البارد إلى الأسفل، تقل فرصة تسرب الهواء البارد، مما يزيد من طاقة الثلاجة أو المجمد. مثل وحدات المستهلك، هناك أيضًا ثلاجات ومجمدات ذات تحميل علوي من الدرجة الطبية والتي يجب أخذها في الاعتبار عند الشراء.

الطاقة المستمرة

تتطلب الثلاجات والمجمدات الوصول إلى طاقة ثابتة، خاصة عند تخزين اللقاحات. ونظرًا إلى أن الطاقة المستمرة لا تتوفر دائمًا في جميع المواقع الميدانية التي قد يعمل بها العاملون في المجال الإنساني، فهناك مجموعة متنوعة من خيارات الطاقة التي ينبغي أخذها في الاعتبار.

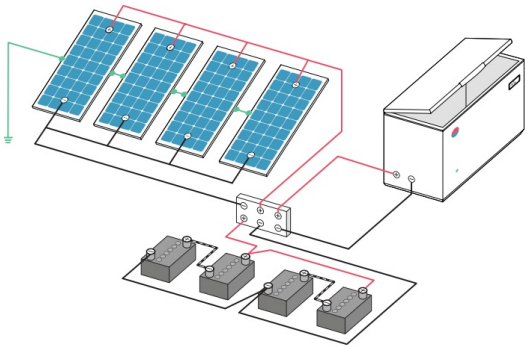
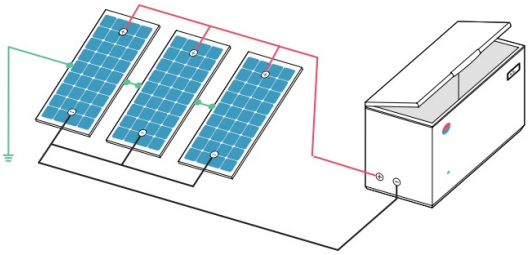
ثلاجات الضغط: الطاقة الإضافية – عادةً ما تأتي الثلاجات والمجمدات الأساسية في نماذج تعمل بالكهرباء، مماثلة لتلك المستخدمة في الإعدادات المنزلية. قد تأتي بعض المجمدات والثلاجات المصممة خصيصًا لإدارة اللقاحات والسلع الطبية الأخرى مزودة بأنظمة احتياطية مدمجة للبطارية تمكن الوحدات من الاستمرار في الحفاظ على التبريد النشط لفترات انقطاع التيار الكهربائي المتقطع. إن النسخ الاحتياطية للطاقة المدمجة لن توفر الطاقة بشكل عام لأكثر من بضع ساعات، ويجب على المستخدمين مراجعة إرشادات الشركة المصنعة والمقارنة مع انقطاعات الطاقة المتوقعة في مناطق التخزين.

الثلاجات التي تعمل بالامتصاص: تعمل بالكيروسين/الغاز – يتم تشغيل الثلاجات والمجمدات المنفصلة تمامًا عن الشبكة بالكيروسين وأشكال أخرى من الغاز القابل للاحتراق. يتم تشغيل الثلاجات/المجمدات التي تعمل بالغاز عادةً باستخدام أسطوانات غاز مضغوطة أو غازات سائلة. تُستخدم الغازات لإشعال شعلة تجريبية تسخن ملفًا مغلقًا بشكل دائم ومصمم كيميائيًا لإنتاج تأثير تبريد. أصبحت الثلاجات التي تعمل بالغاز، على الرغم من استخدامها على نطاق واسع، أقل شيوعًا ببطء بسبب المخاطر الصحية ومخاطر الحرائق المرتبطة باستخدامها. بالإضافة إلى ذلك، ستظل المجمدات/الثلاجات التي تعمل بالغاز بحاجة إلى إمدادات الوقود، وأي انقطاع في هذه الإمدادات سيؤدي إلى توقف الوحدات عن العمل. اعتمادًا على حجم أسطوانة الغاز أو وحدات الثلاجة، قد تحتاج الثلاجات/المجمدات التي تعمل بالغاز إلى المراقبة والتغيير بشكل متكرر.

الطاقة الشمسية - مع انخفاض تكاليف البطاريات والألواح الشمسية، زاد استخدام وحدات التبريد التي تعمل بالطاقة الشمسية، خاصة في المناطق النائية. لا تختلف أساسيات استخدام الطاقة الشمسية للتبريد عن أساسيات استخدام الطاقة الشمسية لأي جهاز كهربائي آخر. لمزيد من المعلومات، يرجى الرجوع إلى أقسام أنظمة الطاقة الشمسية وأنظمة النسخ الاحتياطي للبطارية. ومن المهم الإشارة إلى أنه عند استخدام أنظمة الطاقة الشمسية والبطاريات للثلاجات والمجمدات، تعتمد هذه الوحدات على الكهرباء، ويجب أن يكون مصدر الطاقة كافيًا لتلبية احتياجاتها الاستهلاكية. تستهلك الثلاجات والمجمدات عادة كمية كبيرة من الكهرباء، خاصة في المناخات الدافئة.

في كثير من الحالات، قد تختار المنظمات الإنسانية تركيب الألواح الشمسية و/أو البطاريات خصيصًا للمجمدات والثلاجات المستقلة. تقدم العديد من الشركات المصنعة مجمدات وثلاجات مستقلة تعمل بالطاقة الشمسية والتي يمكن لهذه المنظمات شراؤها. عند التحقق من المجمدات/الثلاجات التي تعمل بالطاقة الشمسية أو البطاريات الاحتياطية، من المهم ملاحظة الفرق بين الطاقة "الشمسية المباشرة" و"طاقة البطارية الشمسية".

- الطاقة الشمسية المباشرة – يتم ربط الثلاجة/المجمد مباشرةً باللوحة الشمسية دون أي بطارية وسيطة، مما يعني عدم إنتاج كهرباء بينما لا تسطع الشمس مباشرة على الألواح. ستواجه الثلاجات/المجمدات التي لا تحتوي على بطارية احتياطية مدمجة انقطاعات في التيار الكهربائي أثناء الليل.
- طاقة البطارية الشمسية - تحتوي الثلاجات/المجمدات التي تعمل بالبطارية الشمسية على نظام بطارية منظم بين الوحدة والألواح الشمسية، مما يسمح للبطاريات بامتصاص الطاقة طوال اليوم وتوزيعها ببطء خلال الليل. سيدعم نظام النسخ الاحتياطي للبطارية المصمم جيدًا متطلبات الطاقة للثلاجة/الفريزر بشكل كامل، مما يضمن عدم انقطاع الطاقة، حتى أثناء حالات الطوارئ. يجب أن يحتوي نظام النسخ الاحتياطي للبطارية على مواد تحكم أمان كافية مثل أي نظام بطارية قيد الاستخدام.

ثلاجة تعمل بالبطارية الشمسية	ثلاجة تعمل بالطاقة الشمسية المباشرة
	

المصدر: *منظمة الصحة العالمية - الثلاجات والمجمدات التي تعمل بالطاقة الشمسية لتخزين اللقاحات*

في حالة انقطاع التيار الكهربائي المستمر/نقص الطاقة دون وجود بديل للطاقة الاحتياطية، يجب وضع بروتوكولات لضمان الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية للسلع المخزنة داخل الثلاجات والمجمدات أثناء انقطاع التيار الكهربائي. قد يشمل ذلك ما يلي:

- توجيه الموظفين بعدم فتح الوحدات أثناء انقطاع الكهرباء.
- استخدام مسجلات بيانات درجة الحرارة.
- استخدام الثلج والكمادات الباردة لتعزيز التحكم في درجة الحرارة.

صيانة الثلاجات والمجمدات

سوف تتدهور الثلاجات والمجمدات مع مرور الوقت. قد تشمل علامات التدهور ما يلي:

- تكاثف أو تكوّن الجليد على الجانب الخارجي من الثلاجات.
- يتم استخدام محرك الضاغط لتوليد دورات تبريد لفترات زمنية طويلة أو متكررة بشكل ملحوظ.
- لا يصبح الجزء الداخلي من الوحدات باردًا أبدًا، أو يصل إلى نقطة ضبط معينة.

تتضمن إجراءات الصيانة المقترحة للثلاجات والمجمدات الطبية ما يلي:

- الحفاظ على نظافة الوحدات عن طريق غسلها بانتظام بمحلول ماء وصابون خفيف.
- الحرص على إبقاء أختام الأبواب نظيفة، وتجنب تراكم المواد بين الطيات وفي الزوايا.
- إزالة تراكمات الجليد (استخدم نظام إزالة الجليد أو مكشطة غير حادة).
- الحفاظ على أنابيب الصرف خالية من الحطام.
- تنظيف ملف المكثف (الريش) وتأكد من خلو الريش ومروحة التبريد والشبكات من الغبار والوبر والحطام.