

أجهزة مراقبة درجة الحرارة للنقل

على غرار مراقبة درجات الحرارة في المستودعات، تتوفر مجموعة متنوعة من تقنيات وأجهزة مراقبة درجة الحرارة لمراقبة درجة حرارة المواد الصحية أثناء النقل. يمكن أن تأتي هذه الأجهزة في شكل:

- **الأجهزة الكهربائية** – الأجهزة التي تتطلب الطاقة ويمكنها عادةً الاتصال بجهاز كمبيوتر.
- **المواد الكيميائية** – أجهزة مراقبة تعتمد على التفاعلات الكيميائية لإنتاج مؤشرات لظروف درجة الحرارة.
- **سلبية** – مؤشرات درجة الحرارة غير قادرة على التواصل مع الخوادم الخارجية أو إطلاق الإنذارات.
- **نشطة** – جهاز لديه القدرة على إرسال بيانات مستمرة إلى نقطة بيانات مركزية ويمكن استخدامه لمعرفة درجات الحرارة في الوقت الحقيقي.

سيتم تحديد أنواع أجهزة المراقبة المستخدمة من خلال عوامل مثل مدة الشحن، ونطاقات درجة الحرارة المطلوبة، واحتياجات قابلية إعادة الاستخدام، والوصول إلى البنية التحتية الأساسية، والظروف الواقعية على الأرض، والمتطلبات الحيوية الأخرى. في السياقات الإنسانية الحديثة، عادةً ما يتم توصيل الإمدادات الإنسانية إلى الميل الأخير دون وجود وسائل نقل محكومة بدرجة الحرارة أو مراقبة كافية. في حالة عدم توفر مراقبة كافية لدرجة الحرارة لجميع العناصر، يجب ضمان إعطاء الأولوية لأجهزة تسجيل البيانات للمنتجات الأكثر حساسية وعالية المخاطر. وقد لا يكون من الضروري في جميع الحالات مراقبة العناصر الصيدلانية والصحية التي ينبغي الاحتفاظ بها في نطاق من +15 درجة مئوية إلى +25 درجة مئوية، وقد ترغب الوكالات الإنسانية فقط في تنفيذ المراقبة في المنبع أو في ظروف أكثر استقراراً. وفي الوقت نفسه، قد تتطلب القوانين المحلية أو الوطنية في الواقع مراقبة جميع الشحنات الخاصة للتحكم في درجة حرارتها في جميع الأوقات، مع وجود أدلة موثقة.

ينبغي للوكالات العاملة في السياقات الإنسانية أن تضع خطة مراقبة منطقية بناءً على المتطلبات على الأرض. في حالة حدوث اختناقات في مراقبة درجة الحرارة الشاملة، يمكن تطبيق تدابير التخفيف، مثل تضمين مسجل بيانات واحد للشحنة بأكملها بشكل عشوائي. يمكن للمنظمة بعد ذلك جمع البيانات وتحليلها بعد وصول الإمدادات إلى وجهتها.

بالإضافة إلى ذلك، تميل أجهزة مراقبة درجة الحرارة النشطة إلى أن تكون معقدة للغاية، أو باهظة الثمن، أو تتطلب تدريباً وبنية أساسية غير متاحة في معظم السياقات الإنسانية. في كثير من الأحيان، يستخدم مقدمو الخدمات التجارية المراقبة النشطة في الشحنات الدولية الكبيرة، أو لحمولات المركبات بأكملها مثل شاحنات التبريد أو حاويات التبريد، ولكن المنظمات الإنسانية الفردية من المرجح أن تتطلب مجموعة متنوعة من تقنيات المراقبة عندما وحيثما يكون ذلك مطلوباً. قد تشمل بعض أجهزة مراقبة درجة الحرارة السلبية الأكثر شيوعاً ما يلي:

أجهزة تسجيل بيانات درجة الحرارة – أصبحت أجهزة تسجيل بيانات درجة الحرارة هي أجهزة مراقبة درجة الحرارة الأكثر استخداماً لمعظم الشحنات المتوسطة إلى الصغيرة. أجهزة تسجيل درجة الحرارة هي أجهزة مراقبة إلكترونية صغيرة وسلبية عادةً، حيث يمكنها مراقبة درجة الحرارة بشكل مستمر لمدة تصل إلى أسابيع في المرة الواحدة، اعتماداً على الجهاز. وتتمثل ميزة مسجل بيانات درجة الحرارة في أنه يعرض "تاريخاً" زمنياً لظروف درجة الحرارة طالما كان الجهاز قيد التشغيل، ويمكن لشركات الشحن أن تشهد تقلبات في درجات الحرارة أو حتى رؤية رحلات متعددة لدرجة الحرارة مختومة

زمنياً بأحداث العالم الحقيقي. سيساعد هذا جهات الشحن على تحديد المشكلات والعمل مع شركات النقل والموظفين لإصلاحها.

تتوفر مجموعة متنوعة من أجهزة تسجيل البيانات في السوق، بما في ذلك أجهزة تسجيل البيانات التي يمكن توصيلها مباشرة بمنافذ USB وتنزيل البيانات، وأجهزة تسجيل البيانات التي تحتوي على شاشات إلكترونية على الجانب، وأجهزة تسجيل البيانات التي تحتوي على نطاقات درجة حرارة قابلة للبرمجة، وأجهزة تسجيل البيانات التي يمكن إعادة شحنها وإعادة استخدامها. يعتمد النوع العام والمتطلبات الخاصة بعلامة تجارية مسجل البيانات على احتياجات جهة الشحن.



بمجرد تنشيطها، يمكن إسقاط أجهزة تسجيل بيانات درجة الحرارة في صندوق أو حزمة من المواد الصحية واسترجاعها على الطرف الآخر. يمكن استخدام أجهزة تسجيل بيانات درجة الحرارة عند شحن صناديق فردية، أو عند شحن منصات نقالة أو كميات كبيرة من العناصر، ويمكن استخدامها عند الشحن عبر شركات نقل متعددة أو وسائل نقل متعددة.

عند استخدام أجهزة تسجيل بيانات درجة الحرارة، ينبغي للمنظمات الإنسانية ما يلي:

- فهم متطلباتها العامة - ما هي نطاقات درجات الحرارة المطلوبة، وما هي المدة التي ستتطلبها المراقبة، وهل ستكون هناك حاجة لإعادة استخدام الجهاز؟
- مراجعة إرشادات الشركة المصنعة ودليل التعليمات.
- التأكد من أن كل من المرسلين والمستقبلين يفهمون كيفية استخدام الأجهزة ويفهمون أهميتها.
- الحصول على خطة لاستعادة البيانات والنسخ الاحتياطي لها من أجهزة تسجيل بيانات درجة الحرارة في نقاط الاستقبال، والاستعداد لمراجعة البيانات واتخاذ الخطوات التصحيحية في حالة تحديد أي مشاكل.

التطور التكنولوجي باستمرار، ويتم تطوير إصدارات أحدث من أجهزة تسجيل البيانات بشكل مستمر. يجب على موظفي الخدمات اللوجستية إجراء دراسة سوقية لأحدث التقنيات عند اختيار المنتج.

المؤشرات الكيميائية - وتسمى أيضًا بالعلامات أو مؤشرات تغير الطور. وتعتبر الأكثر سهولة في الاستخدام وإمكانية الوصول إليها، فهي تستند إلى مادة كيميائية مشربة على ورق مقوى يغير مظهره تحت درجة حرارة معينة. هناك نوعان من المؤشرات الكيميائية:

- فيما يلي أمثلة على هذه الأجهزة:



النوع التدريجي تسجل المؤشرات الكيميائية أحياناً عدة بطريقة تراكمية. عند تجاوز حد درجة الحرارة، يتم تنشيط التفاعل ويبدأ المؤشر في التغير. بالإضافة إلى ذلك، فإن زيادة انتهاكات درجة الحرارة يزيد من عملية التغير. عادةً ما يتخذ مؤشر هذا النوع من الأجهزة شكل تغيير تدريجي في اللون على طول شريط ورقي.

[illegible]

بطاقة مراقبة سلسلة التبريد (CCM)

جهاز مراقبة درجة الحرارة الورقي الذي يغير اللون بشكل لا رجعة فيه وبمعدل ثابت. يتم إرفاق شرائط المؤشر ببطاقة تُطبع عليها تعليمات الاستخدام.

تقدم بطاقات مراقبة سلسلة التبريد تحذيرًا عند حدوث تعرض مفرط للحرارة أثناء النقل. ويتم استخدامها في المقام الأول حتى يمكن للشحنات الدولية مراقبة شحنات اللقاح المجفف بالتجميد حيث يتم استخدام الثلج الجاف. قد تكون بطاقات مراقبة سلسلة التبريد لشحنات اللقاح الوطنية مناسبة إذ يستغرق التسليم عدة أيام.



جهاز مراقبة قنينة اللقاح (VVM):

هو ملصق حساس للحرارة يغير لونه تدريجيًا وبشكل لا رجعة فيه عند تعرض اللقاح للحرارة. إذ يحذر العامل الصحي عند وجوب التخلص من قنينة نظرًا لاحتمالية تلف اللقاح بسبب التعرض للحرارة. للحصول على إرشادات حول كيفية تفسير مراقب قنينة اللقاح، يرجى الرجوع إلى إرشادات منظمة الصحة العالمية حول [كيفية مراقبة درجات الحرارة في سلسلة إمداد اللقاح](#).

مؤشرات التجميد الإلكترونية - تستخدم للتحقق مما إذا كانت الشحنات معرضة لدرجات حرارة التجمد أثناء التخزين أو النقل. يتم تشغيل مؤشر الإنذار وعرضه (يتغير من "√" إلى "X") إذا تعرض لدرجات حرارة أقل من -0.5 درجة مئوية لمدة 60 دقيقة متواصلة. لتجنب التلاعب الضار، بمجرد تشغيل التنبيه، لا يمكن التراجع عنه. وإذا حدث ذلك، فإن الجهاز لم يعد قابلاً للاستخدام ويجب التخلص منه. خلاف ذلك، يمكن استخدام الجهاز حتى انتهاء صلاحية البطارية المدمجة. تؤكد أيقونة "النقطة" المتقطعة المراقبة النشطة.



مؤشرات الشحن الإلكترونية - أجهزة أكثر تعقيدًا تُظهر ما إذا كان المنتج قد تعرض لدرجات حرارة تتجاوز إعدادات التنبيه المخصصة. فهي تسجل درجة الحرارة على فترات منتظمة خلال مدة معينة (لا تتجاوز عادة 20 يومًا بسبب امتلاء الذاكرة). ولديها شاشة رقمية توضح ما إذا كانت المادة التي يتم شحنها قد تجاوزت حدود التنبيه.

يتم تثبيت مؤشرات الشحن على بطاقة ملونة (صفراء أو زرقاء) مع وجود قسم إدخال بيانات على جانب واحد، والذي تقوم الشركة المصنعة بتعبئته عند نقطة الإرسال، إلى جانب قسم التعليمات والتوضيح على الجانب الخلفي للمستلم. وتكون المؤشرات الصفراء خاصة بالعناصر الحساسة للبرودة، والمؤشرات الزرقاء للعناصر الحساسة للحرارة.

لا يمكن إعادة استخدام هذه الأجهزة بمجرد تشغيل أجهزة الإنذار أو انقضاء الوقت المبرمج. بالإضافة إلى ذلك، فإن عتبات إنذار الحرارة و/أو التجميد خاصة بالمنتج، مما يعني أن الجهاز غير قابل لإعادة الاستخدام مع منتجات مختلفة عن تلك المقصودة في الأصل. يمكن لبعض العلامات التجارية تنزيل بيانات درجة الحرارة على جهاز الكمبيوتر. مما يتيح للمستلمين تحديد ما إذا كانت الشحنات قد تعرضت لدرجات حرارة عالية أو منخفضة بشكل مفرط؛ كما أنه يساعد وكالة المشتريات في تحديد متى وأين وإلى أي مدى تم تجاوز حدود درجة الحرارة.

