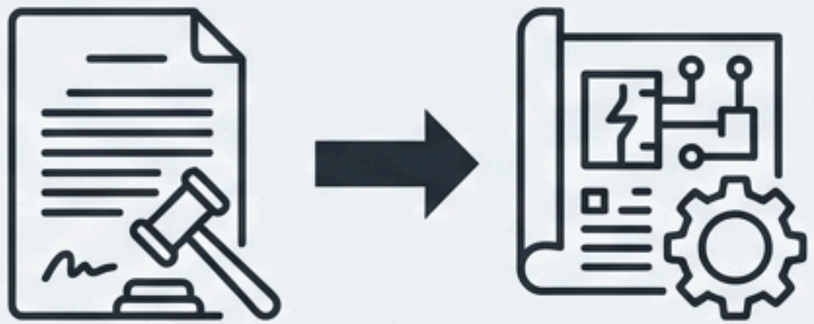
التفويض القانوني: لماذا يعد تصنيف المواقع الخطرة إلزاميًا؟

- يوضّح أن المرجع القانوني الرئيسي في الولايات المتحدة هو معيار إدارة السلامة والصحة المهنية (OSHA) رقم **29. 1910.307**، والذي يُعرف باسم 'المناطق المصنفة (Hazardous (Classified) Locations)'.
- يؤكد هذا المعيار على **ضرورة استخدام المعدات والأساليب المعتمدة** للمناطق الخطرة لضمان سلامة العاملين.
- يشير معيار OSHA بشكل مباشر إلى **الكود الكهربائي الوطني (NFPA 70 / NEC)** باعتباره المرجع الفني الأساسي الذي يحدد كيفية التصنيف ومتطلبات التركيب.
- **الخلاصة:** معيار OSHA 1910.307 هو **القانون، والكود الكهربائـــي** الوطني (NEC) هو **الدليل الفني** لتحقيق الامتثال.



القانون: معيار OSHA 29 CFR 1910.307

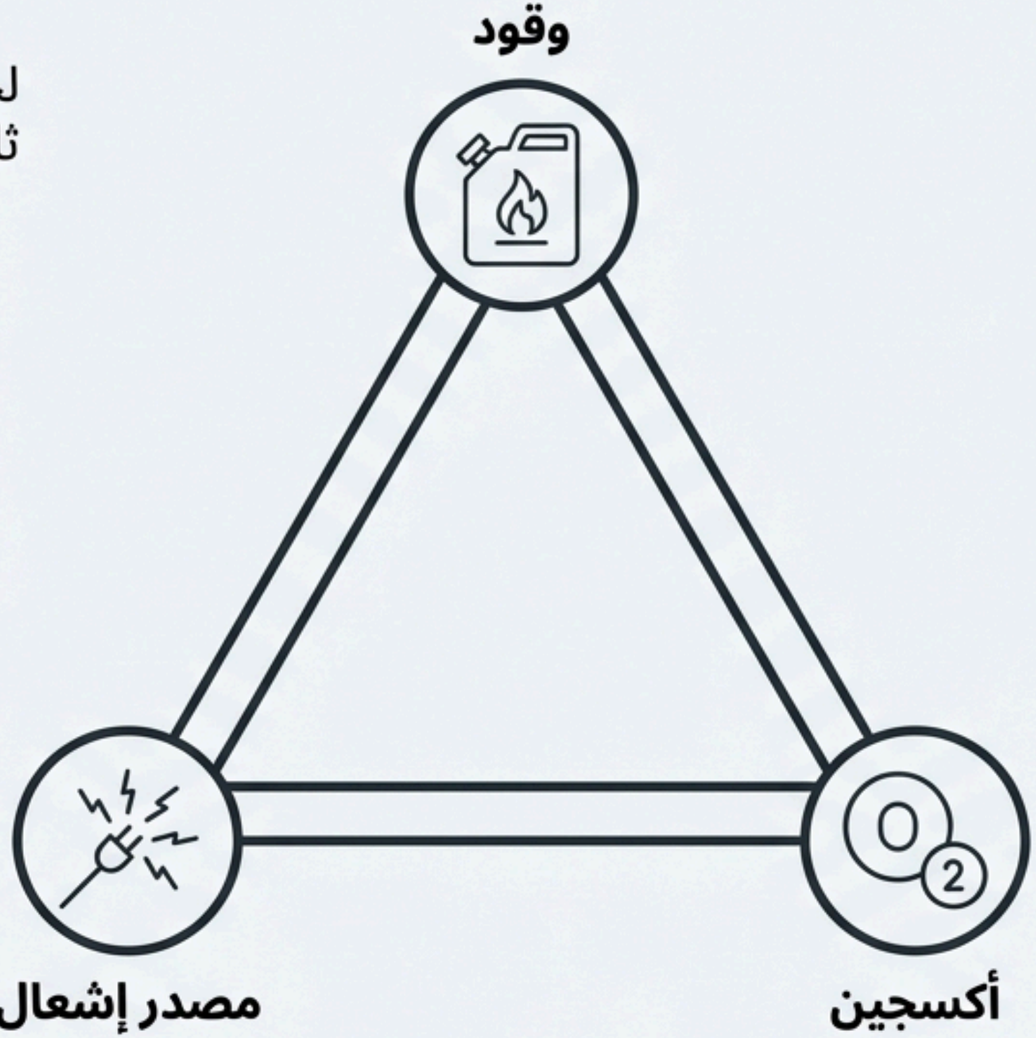
الدليل الفني: NEC / NFPA 70

شركة تامر شراكي للتدريب والاستشارات
EGYPT
TSTC
Tamer Shiraki For Training & Consultancy company

فهم الخطر: العناصر الثلاثة الأساسية للاشتعال

مصادر الإشعال الكهربائية المحتملة تشمل:

- الشرر والأقواس الناتجة عن التشغيل العادي العادي للمعدات (مثل المفاتيح والموصلات).
- درجات الحرارة المرتفعة للأسطح (مثل المصابيح والمحركات).
- الشرر الناتج عن عطل كهربائي (مثل قصر الدائرة).



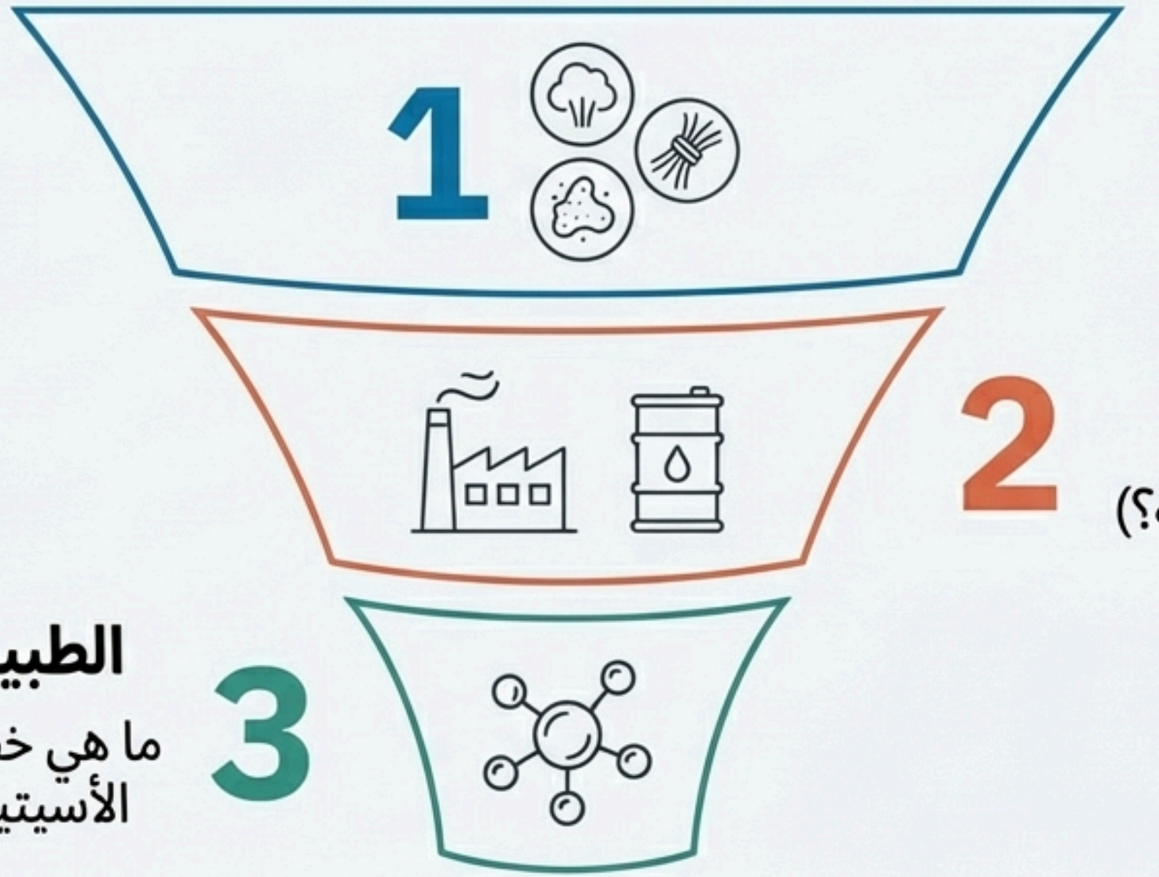
لحدوث حريق أو انفجار، يجب أن تتواجد ثلاثة عناصر في نفس الوقت:

1. **وقود:** غازات أو أبخرة أو أتربة قابلة للاشتعال بكميات كافية.
2. **أكسجين:** عادة ما يكون من الهواء المحيط.
3. **مصدر إشعال:** شرارة أو سطح ساخن.

أنظمة تصنيف المواقع الخطرة تهدف إلى منع التقاء هذه العناصر الثلاثة من خلال التحكم في مصادر الإشعال المحتملة، خاصة المعدات الكهربائية.

إطار NEC للتحكم في المخاطر: نظام تصنيف من ثلاثة أجزاء

يقوم الكود الكهربائي الوطني (NEC) بتصنيف المواقع الخطرة بشكل منهجي للإجابة على ثلاثة أسئلة حاسمة حول المادة الخطرة:



1 النوع (Class)

ما هي طبيعة المادة؟ (غاز، غبار، أم ألياف؟)

2 الحالة (Division)

ما هي احتمالية وجودها؟ (في الظروف العادية أم غير العادية؟)

3 الطبيعة (Group)

ما هي خصائصها الانفجارية المحددة؟ (مثل الأسيتيلين، الهيدروجين، إلخ.)

يُستخدم هذا النظام المكون من ثلاثة أجزاء لتحديد المعدات الكهربائية وطرق التركيب الصحيحة بدقة لكل موقع.

الخطوة الأولى: تحديد نوع المادة - الفئات (Classes)

يتم تصنيف المواقع أولاً بناءً على الحالة الفيزيائية للمادة الخطرة الموجودة.

الفئة III (Class III)

مناطق خطرة بسبب وجود **ألياف أو أنسجة قابلة للاشتعال بسهولة.**

أمثلة:

مصانع النسيج، محالج القطن، ورش النجارة التي تنتج نشارة الخشب.

الفئة II (Class II)

مناطق خطرة بسبب وجود **أتربة قابلة قابلة للاحتراق.**

أمثلة:

صوامع الحبوب، مطاحن الدقيق، المصانع التي تستخدم أو تخزن مساحيق الألومنيوم أو المغنيسيوم.

الفئة I (Class I)

مناطق توجد بها **غازات أو أبخرة قابلة للاشتعال** بكميات كافية لتكوين خليط قابل للانفجار.

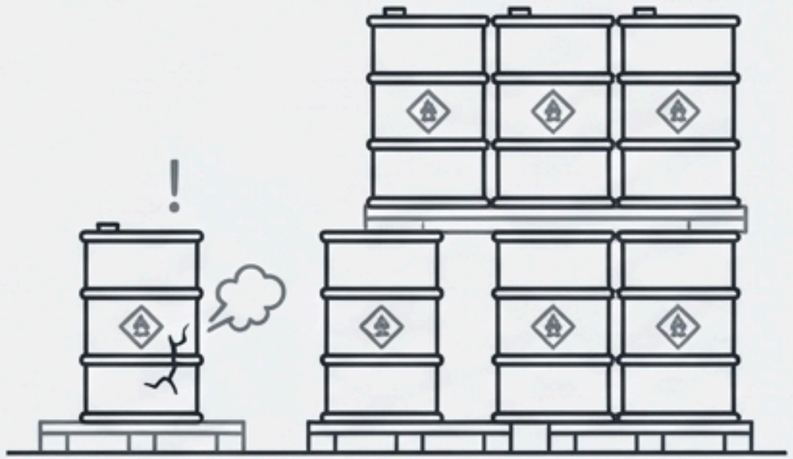
أمثلة:

مصافي البترول، مناطق تخزين البنزين، مناطق رش الدهانات، محطات الغاز.

الخطوة الثانية: تحديد احتمالية وجود الخطر - الأقسام (Divisions)

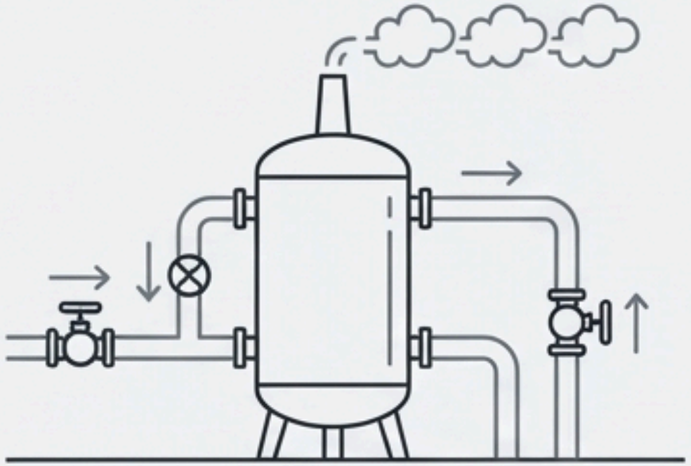
بعد تحديد الفئة، يجب تحديد الظروف التي من المحتمل أن توجد فيها المادة الخطرة.

القسم 2 (Division 2)): الظروف غير العادية



- يتم التعامل مع المواد الخطرة أو تخزينها في حاويات أو أنظمة مغلقة، ولا يمكن أن تتسرب إلا في حالة **التمزق العرضي أو عطل غير طبيعي في المعدات.**
- **مثال:** غرفة تخزين تحتوي على براميل مغلقة بإحكام لسوائل قابلة للاشتعال؛ يكون الخطر موجودًا فقط إذا **تسرب** أحد البراميل.

القسم 1 (Division 1): الظروف العادية



- توجد تركيزات خطرة من المادة القابلة للاشتعال بشكل مستمر، متقطع، أو دوري في **ظروف التشغيل العادية.**
- يمكن أن توجد أيضًا بسبب عمليات الإصلاح أو الصيانة المتكررة أو التسرب.
- **مثال:** منطقة قريبة من صمامات التنفيس في مصفاة بترول، أو داخل كابينة رش الدهان أثناء التشغيل.

الخطوة الثالثة: تحديد طبيعة الخطر - مجموعات الفئة I (الغازات والأبخرة)

يتم تقسيم غازات وأبخرة الفئة I إلى أربع مجموعات (من A إلى D) بناءً على درجة حرارة الاشتعال، وضغط الانفجار، وخصائص أخرى.

المجموعة	المادة الممثلة	أمثلة إضافية	ملاحظات
Group A	الأسيتيلين	(لا يوجد)	يتميز بضغوط انفجار عالية للغاية.
Group B	الهيدروجين	بيوتادين، أكسيد الإيثيلين	غازات ذات خطورة مساوية للهيدروجين.
Group C	الإيثيلين	إيثيل الإيثر، سيكلوبروبان	-
Group D	البروبان والبنزين	أسيتون، كحول، بيوتان، الغاز الطبيعي	المجموعة الأكثر شيوعًا للمواد القابلة للاشتعال.

الخطوة الثالثة (تابع): مجموعات الفئة II (الأتربة القابلة للاحتراق)

يتم تصنيف أتربة الفئة II إلى ثلاث مجموعات (E، F، G) بناءً على **درجة حرارة الاشتعال** و**التوصيلية الكهربائية للماد**ة، وهي خاصية هامة بشكل خاص للأتربة المعدنية.

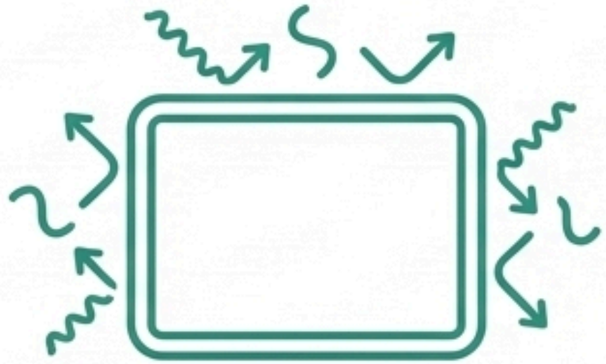
المجموعة (Group)	نوع الغبار (Dust Type)	أمثلة (Examples)
Group E	أتربة معدنية موصلة للكهرباء	ألومنيوم، مغنيسيوم، وغيرها من الأتربة المعدنية التجارية.
Group F	أتربة كربونية (بعضها موصل)	أسود الكربون، فحم حجري، فحم الكوك.
Group G	أتربة أخرى غير موصلة	دقيق، حبوب، نشا، سكر، خشب، بلاستيك، كيماويات.

ملاحظة: الفئة III (الألياف) لا يتم تقسيمها إلى مجموعات.

من التصنيف إلى الحماية: اختيار المعدات المناسبة

بمجرد تصنيف الموقع (الفئة، القسم، المجموعة)، يتم تحديد تصميم المعدات الكهربائية لمنع الاشتعال.
لكل فئة متطلبات تصميم مختلفة بشكل أساسي.

الفئة III: منع دخول الألياف

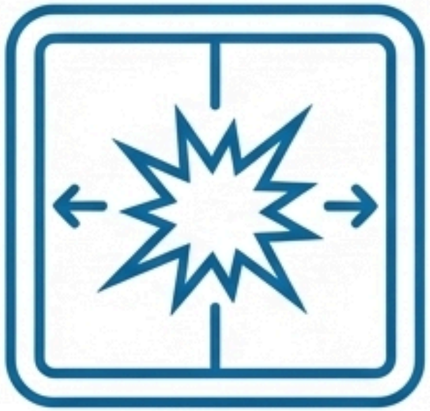


مصممة لمنع دخول الألياف ومنع خروج الشرر أو الحرارة التي قد تشعل الألياف المتراكمة على الجهاز.

الفئة II: عزل الغبار

مصممة لمنع دخول الغبار إلى المكونات الداخلية (عازلة لاشتعال الغبار - Dust-Ignition Proof).
لا تحتاج إلى احتواء انفجار، بل منعه.

الفئة I: احتواء الانفجار



مصممة في أغلفة قوية (مقاومة للانفجار - Explosion-Proof) لاحتواء أي انفجار داخلي وتبريد الغازات الساخنة قبل خروجها.

نظرة عن قرب: كيف تعمل المعدات المقاومة للانفجار (Explosion-Proof)؟

لا تهدف المعدات المقاومة للانفجار إلى منع دخول الغازات، بل تفترض أنها ستدخل. التصميم يركز على **احتواء الانفجار** الذي قد يحدث بالداخل.

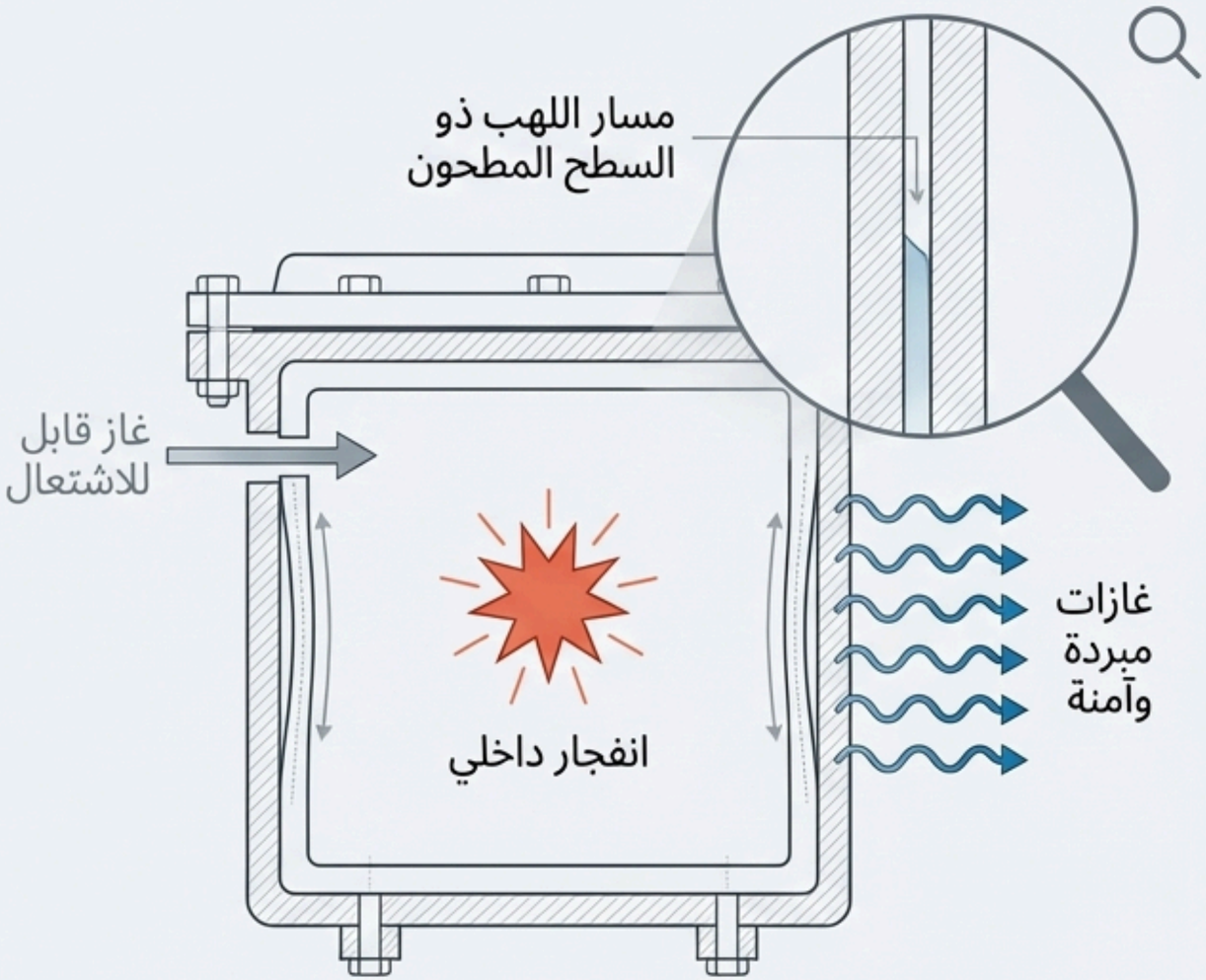
المتطلب الأول: القوة

يجب أن يكون الغلاف قويًا بما يكفي لتحمل ضغط الانفجار الداخلي دون أن يتمزق.

المتطلب الثاني: مسارات اللهب (Flame Paths)

يجب أن يوفر الغلاف مسارًا للغازات المحترقة عالية الضغط للهروب، ولكن فقط بعد تبريدها وإخماد لهبها.

- يتم تحقيق ذلك من خلال فجوات دقيقة للغاية بين الأسطح (مثل الأغطية والأجسام).
- تشمل الأنواع: **مسار اللهب ذو السطح المطحون** و**مسار اللهب الملولب**.



ما وراء مقاومة الانفجار: مفاهيم الحماية الرئيسية

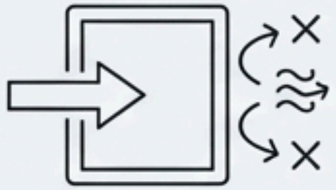
بالإضافة إلى الأغلفة المقاومة للانفجار، توجد طرق حماية متعددة، غالبًا ما يشار إليها بالرمز 'Ex'، ولكل منها مبدأ تشغيل فريد.

غلاف مقاوم للانفجار (Ex d)

المبدأ: الاحتواء. يحتوي الانفجار ويبرد الغازات.

السلامة الجوهرية (Ex i)

المبدأ: الحد من الطاقة. الطاقة في الدائرة منخفضة جدًا لدرجة أنها لا تستطيع إحداث شرارة قابلة للاشتعال.

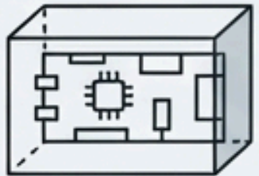


الضغط/التطهير (Ex p)

المبدأ: العزل. يتم إبقاء ضغط الهواء النظيف داخل الغلاف أعلى من الخارج لمنع دخول الغازات الخطرة.

السلامة المعززة (Ex e)

المبدأ: المنع. تصميم عالي الجودة يمنع تكون الشرر أو درجات الحرارة المرتفعة في التشغيل العادي.



التغليف (Ex m)

المبدأ: الإحاطة. يتم تغليف المكونات بالكامل في مركب صلب لعزلها عن الجو المحيط.

منظور بديل: نظام الفئة/القسم مقابل نظام المناطق (Zones)

بالإضافة إلى نظام الفئة/القسم التقليدي في أمريكا الشمالية، يعترف الكود الكهربائي الوطني (NEC) أيضًا بنظام المناطق (Zone System) المستخدم دوليًا (المستند إلى معايير IEC).

يقسم هذا النظام المواقع إلى ثلاث مناطق بناءً على تكرار ومدة وجود المادة الخطرة.

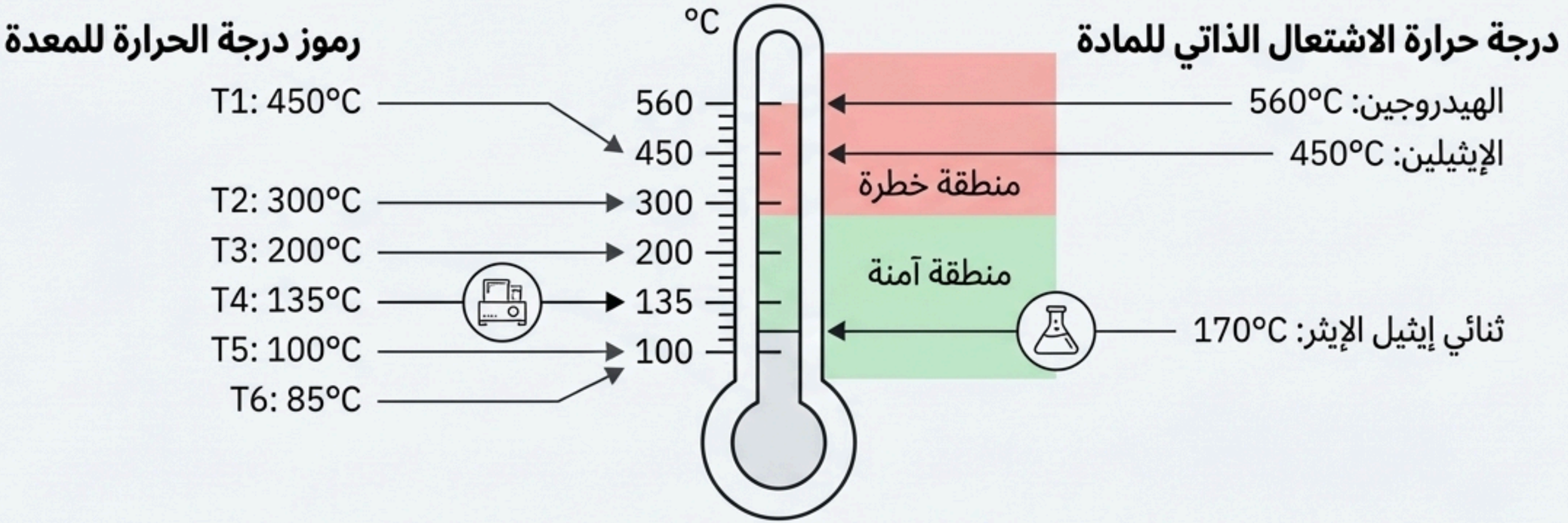
الوصف (Description of Hazard Presence	نظام الفئة/القسم (Class/Division System)	نظام المناطق (Zone System)
وجود الخطر بشكل مستمر أو لفترات طويلة.	(لا يوجد مكافئ مباشر، ولكنها جزء من Division)	Zone 0
من المحتمل وجود الخطر في ظروف التشغيل العادية.	Class I, Division 1	Zone 1
من غير المحتمل وجود الخطر في الظروف العادية، وإذا حدث، يكون لفترة قصيرة فقط.	Class I, Division 2	Zone 2

الحماية من الحرارة: أهمية رموز درجة الحرارة (T-Codes)

بغض النظر عن طريقة الحماية، يجب ألا يصبح سطح المعدات الكهربائية نفسه مصدرًا للاشتعال.

درجة حرارة الاشتعال الذاتي (AIT) هي أدنى درجة حرارة يمكن أن تشتعل عندها مادة ما تلقائيًا دون وجود شرارة أو لهب.

يتم تعيين رمز درجة حرارة (T-Code) لكل قطعة من المعدات المعتمدة، والذي يمثل أقصى درجة حرارة سطح يمكن أن تصل إليها.



القاعدة الذهبية

يجب أن يكون رمز درجة حرارة المعدة (T-Code) دائمًا **أقل** من درجة حرارة الاشتعال الذاتي (AIT) لأي مادة خطرة موجودة في المنطقة.

ملخص تصنيف المواقع الخطرة

ملخص مرئي كامل لنظام تصنيف NEC للمواقع الخطرة، يجمع بين الفئات والأقسام والمجموعات.

الفئة I (غازات وأبخرة)		
المجموعات	**Division 1**	**Division 2**
A: أسيتيلين, B: هيدروجين, C: إيثر, D: هيدروكربونات.	متفجرة وخطرة في الظروف العادية.	لا توجد عادة بتركيز قابل للانفجار.
الفئة II (أتربة)		
المجموعات	**Division 1**	**Division 2**
E: أتربة معدنية, F: أتربة كربونية, G: أتربة حبوب.	كميات قابلة للاشتعال من الغبار معلّقة عادة في الهواء.	الغبار ليس معلقًا عادة... توجد طبقات من الغبار.
الفئة III (ألياف وأنسجة)		
المجموعات	**Division 1**	**Division 2**
(لا توجد مجموعات)	يتم التعامل معها أو استخدامها في التصنيع.	مخزنة أو يتم التعامل معها في التخزين.

تواصلوا معنا

شركة تامر شراكي للتدريب والاستشارات (TSTC)

33 Al Fareeda Tower, Saif Street, first floor, Sidi Beshr Qebli-Qism El-Montaza, Alexandria, Egypt

015501399444 -011477999299

info@tstc.com.eg

www.tstc.com.eg

امسح الكود لزيارة موقعنا الإلكتروني