



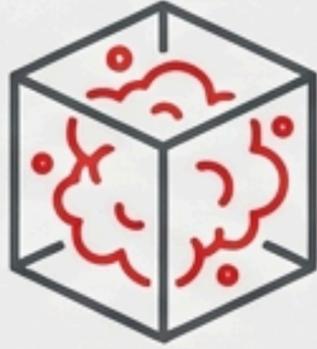
هندسة الأمان في الأماكن المحصورة

الدليل التشغيلي المرجعي لمنهجية IICP للعمل الآمن (الدروس 121-130)



الفخ الهندسي: متى نُصنف المكان كـ "محصور"؟

هندسياً، لكي يُصنف المكان بأنه "محصور"، يجب أن تجتمع فيه 3 شروط أساسية:



تكوين هندسي يحجز المخاطر:
تصميمه يسمح بتراكم الغازات السامة
أو استنزاف الأكسجين.



غير مصمم للتواجد المستمر:
صُنع لتخزين المواد أو التفاعلات
الكيميائية.



محدودية الدخول والخروج:
مداخل ضيقة تعيق الإخلاء
السريع.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

لا تثق في حواسك، ثق في أجهزتك. العين
لا ترى الغاز. كل مكان محصور هو مكان
قاتل حتى يثبت كاشف الغازات العكس.

التصنيف الإداري للمخاطر

الأماكن التي تتطلب تصريح دخول (PRCS): هي الأماكن المحصورة
التي تحتوي على خطر فعلي أو محتمل. هذا الدليل مخصص
للتعامل معها.

القاتل الصامت: تشريح المخاطر الجوية بنسبة 60% من الوفيات



الغازات القابلة للاشتعال

الحد الأدنى للانفجار. LEL 10%
القاعدة الصارمة: يُمنع الدخول تماماً إذا
وصلت النسبة إلى 10% من ال-LEL.



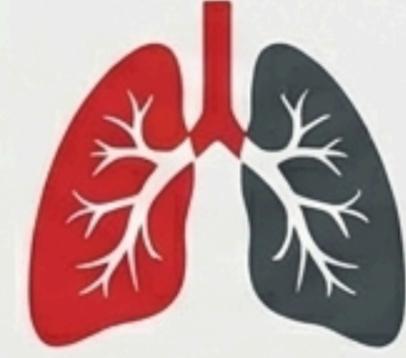
الغازات السامة

H2S

كبريتيد الهيدروجين: غاز البيض الفاسد.
يقتل بنفس واحد بتركيزات عالية.

CO

أول أكسيد الكربون: القاتل الهادي.
يلتصق بالدم أسرع بـ 200 مرة من
الأكسجين.



مستويات الأكسجين

< 19.5%

الخطر القاتل: نقص يؤدي لفقدان الوعي
والوفاة بسبب تفاعلات الصدأ أو إطلال
الغازات.

> 23.5%

خطر الانفجار: أي شرارة تتحول لحريق
مهول.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

أنفك ليس جهاز قياس.

غاز H2S يخدعك برائحته في البداية، ثم يشل أعصاب
الشم لتظن أن الخطر زال، بينما هو يقتلك بصمت.

التحديات الفيزيائية والميكانيكية: عندما يتحرك المكان ضدك

2

المخاطر الميكانيكية

شفرات الخلط والسيور الناقلة
الدوارة. لا دخول دون عزل
طاقة تام.



5
ثوانٍ



1

خطر الغمر والردم

المواد السائبة أو التدفق
المفاجئ للسوائل.
5 ثوانٍ فقط هي كل ما يتطلبه
الأمر للفرق التام ومنع الصدر
من التنفس.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

المكان المحصور لا يرحم الأخطاء الميكانيكية.
في الأماكن المحصورة، خطر الغمر يحدث في لمح البصر:
لا تدخل صومعة أبداً دون حزام أمان ونظام سحب جاهز.



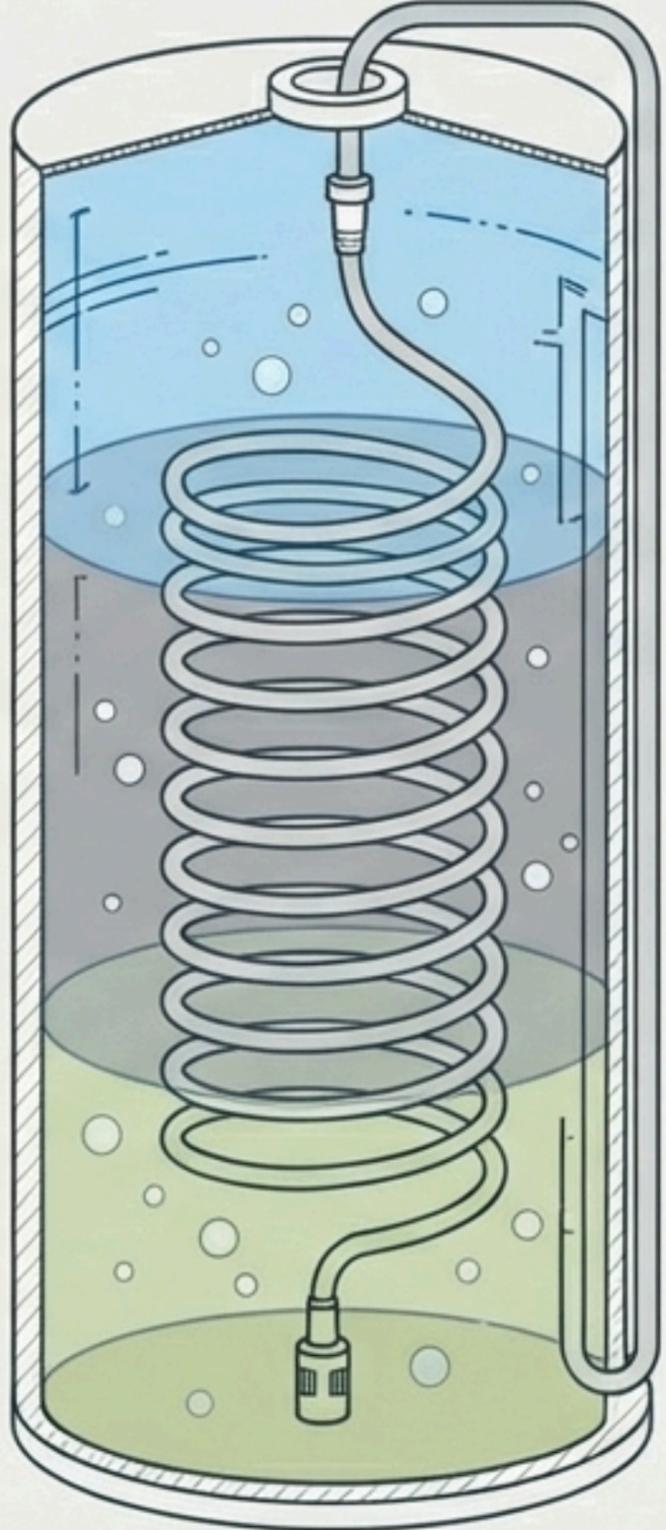
3

البيئة القاسية

الإجهاد الحراري: درجات حرارة مميتة مع ضعف التهوية.
الضوضاء: صعوبة سماع المراقب.
الإضاءة: إلزامية استخدام 24 فولت لتجنب الصعق.

حاسة الشم التقنية: تكنولوجيا الاستشعار والقياس الطبقي

الطبقة العليا:
الغازات الخفيفة
(مثل الميثان).



الطبقة الوسطى:
غازات بوزن الهواء (مثل
أول أكسيد الكربون).

الطبقة السفلى:
الغازات الثقيلة (مثل
كبريتيد الهيدروجين).

قاعدة القياس:
انتظر ثانية
واحدة لكل قدم
من الخرطوم.



الجهاز الرباعي
يقيس 4 عناصر: O2, LEL, H2S, CO.

اختبار الصدمة (Test)
(Bump) هو إجراء يومي
للتأكد من الإنذارات.

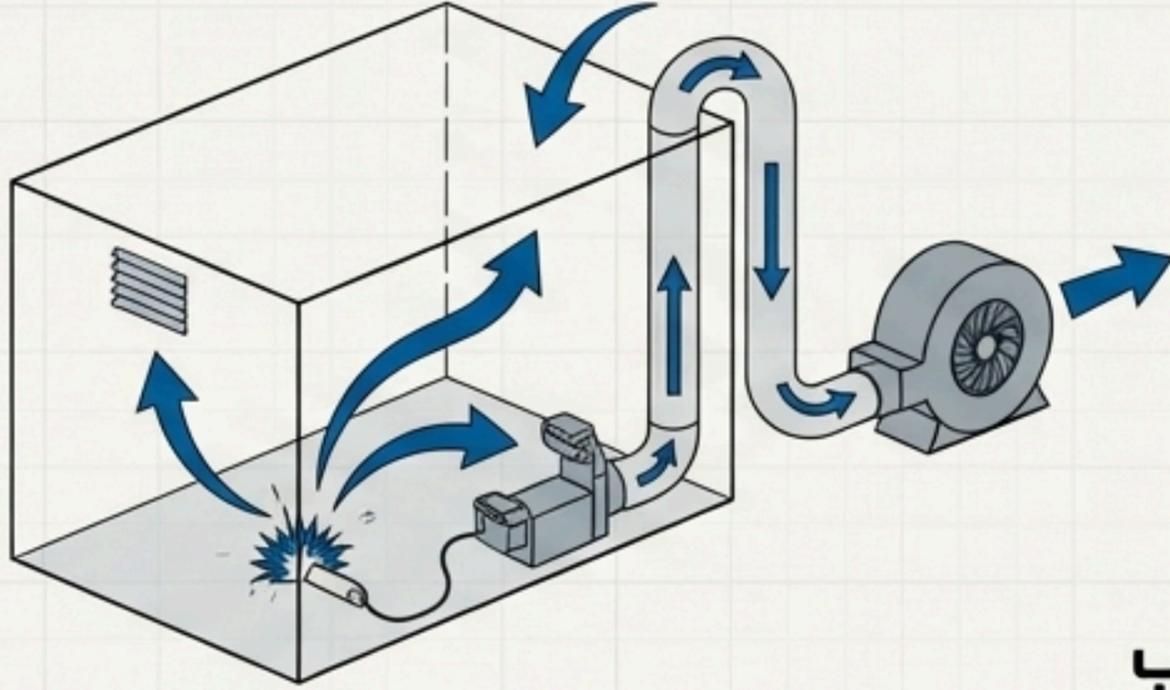


المعايرة (Calibration) هي
ضبط دقيق كل 6 أشهر.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

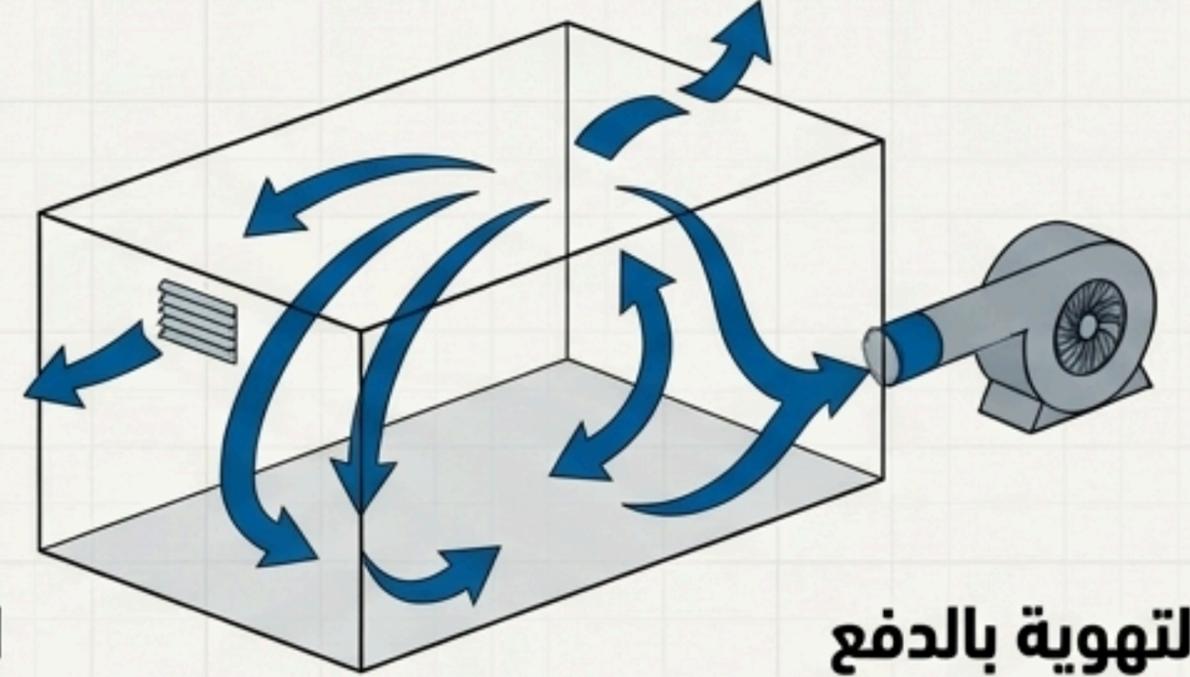
الجهاز الذي لم يُختبر، هو رهان على حياتك.
المستشعرات قد تتعرض للتسمم وتتوقف عن العمل دون علمك.
لا تقبل جهازاً لم يخضع لاختبار الصدمة في بداية الوردية.

استراتيجيات التهوية الميكانيكية: تطهير بيئة العمل



التهوية بالسحب

سحب الهواء الملوث بضغط سالب (مثالي لأعمال اللحام).



التهوية بالدفع

ضخ هواء نقي بضغط موجب لتخفيف الملوثات.

هندسة قنوات الهواء

الوصول للأعماق لتجنب المناطق الميتة.

الفصل التام بين مسار سحب الهواء النقي ومسار عادم الهواء الملوث لمنع إعادة التدوير.

التهوية الطبيعية غير مقبولة هندسياً في المخاطر العالية.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

لا تخط بين الهواء النقي وهواء الضواغط.

يُمنع استخدام هواء أدوات الضغط للتهوية لاحتمالية تلوثه بأول أكسيد الكربون أو الزيت. استخدم مراوح البلاور المخصصة فقط.

20

القاعدة الذهبية للتطهير

تبديل حجم هواء المكان بالكامل

20 مرة على الأقل قبل إعطاء

الإذن بالدخول.

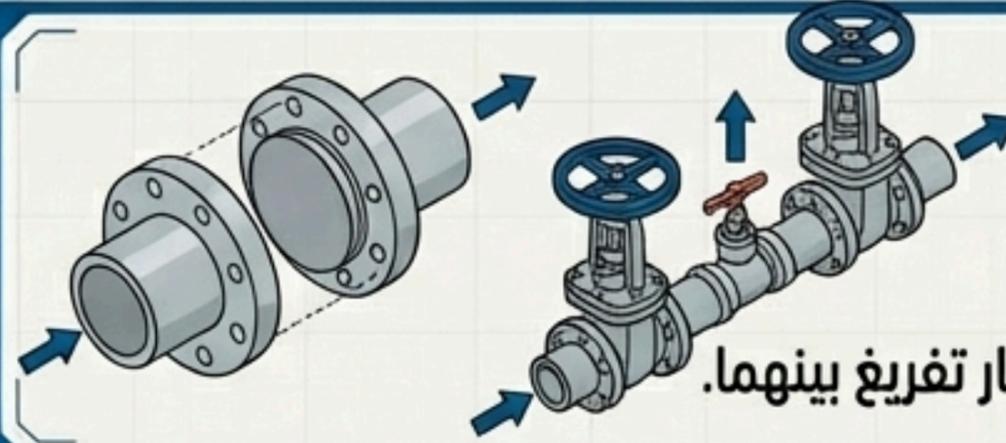
العزل التام وصفر طاقة



نصيحة مهندس HSE لليوم:

قفل واحد لا يحمي الجميع.

إذا كان هناك 5 عمال، يجب
وضع 5 أقفال مختلفة.
القاعدة هي: قفل لكل عامل.
حياتك في جيبك، ومفتاح
قفلك معك وحدك.



العزل الميكانيكي

التعمية: قرص صلب يمنع مرور قطرة واحدة.
الفصل المادي: إزالة جزء من الأنبوب.
الحجز المزدوج والتصريف: إغلاق صمامين وفتح مسار تفريغ بينهما.



العزل الكهربائي LOTO

L (القفل): قفل شخصي على القاطع.
O (الوسم): بطاقة تعريف بالمسؤول.
T (الاختبار): محاولة التشغيل لإثبات العزل.



Zero
Pressure

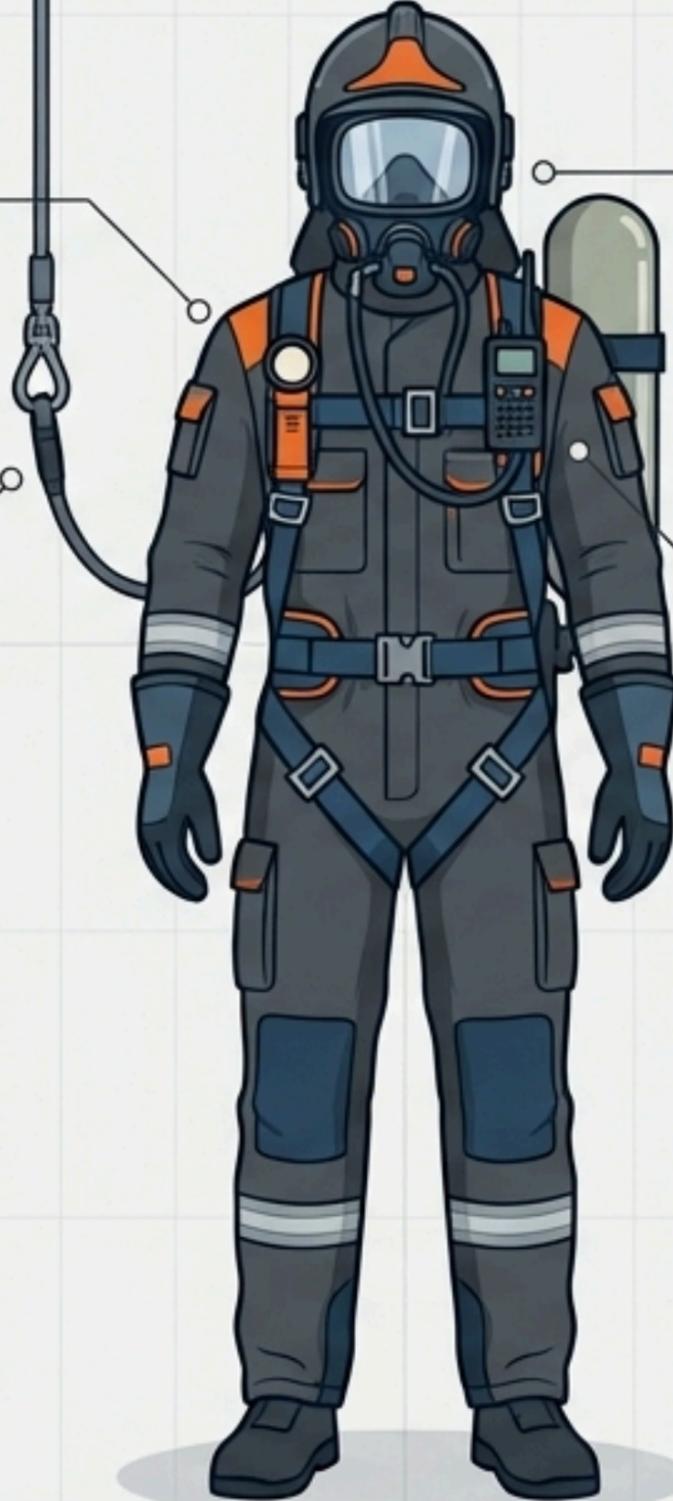
التحقق من صفر طاقة

تفريغ الضغط المتبقي، وتأمين الأجزاء المتحركة
بالجاذبية، وتفريغ المكثفات.

درع النجاة الأخير: معدات الحماية الشخصية المتخصصة

إضاءة وتواصل ATEX
أجهزة مانعة للانفجار لا تصدر أي شرارة حرارية أو كهربائية.

حبل النجاة
متصل بظهر العامل والرافعة الخارجية للسحب الفوري.



نظام التنفس

جهاز مستقل SCBA للطوارئ، أو نظام خط هواء للعمل الطويل. أقنعة الغبار ممنوعة كلياً.

حزام الأمان المكتمل

مُجهز بنقاط تعليق عند الكتفين لسحب عمودي آمن دون إصابة العمود الفقري.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

**المعدة التي لا تجيد استخدامها
لن تنقذك.**

توزيع معدات تنفس على عمال بلا تدريب أو اختبار ملائمة يسبب الذعر ويدفعهم لخلعها والموت اختناقاً.

حارس البوابة: المراقب الصارم

المراقب هو خط الدفاع الأول والوحيد. عيناه لا تفارق المداخل، ووظيفته المراقبة، لا المساعدة الفنية.

ترسانة المراقب

- سجل الدخول والخروج.
- جهاز كاشف غازات بخرطوم استشعار.
- راديو ATEX وصافرة إنذار.
- وقوف دائم بجوار رافعة الإنقاذ.

المهام الجوهرية

تواصل مستمر بصري وصوتي مع العمال. 

منع الدخول غير المصرح. 

مراقبة مستمرة للغازات من الخارج. 

السلطة المطلقة لإصدار أمر الإخلاء الفوري. 



نصيحة مهندس HSE لليوم:

**يُمنع منعاً باتاً على المراقب دخول المكان
المحصور للإنقاذ.**

أكثر من 50% من الضحايا هم منقذون محتملون. المراقب المشتت بهاتف أو
بمهمة أخرى هو ثغرة تترك العمال في الداخل بلا حماية.

سباق مع الزمن: هندسة الإنقاذ والدقائق الحرجة

الساعة الذهبية

6 دقائق وما بعدها

0 - 4 دقائق

بداية تلف خلايا الدماغ والموت السريري.

نافذة النجاة المفتوحة: احتمالية نجاة عالية دون تلف دماغي.

الاستنتاج الهندسي: يجب أن يكون فريق الإنقاذ على مسافة لا تزيد عن 3 دقائق، وإلا لا تسمح بالدخول.

التدرج في مستويات الإنقاذ

1. الإنقاذ الذاتي:

إخلاء العامل لنفسه فور
سماع الإنذار.

2. الإنقاذ من الخارج:

الأفضل هندسياً. سحب
المصاب بالرافعة دون
إدخال أرواح جديدة.

3. الإنقاذ بالدخول:

الملاذ الأخير.
ينفذه فريق طوارئ
مجهز بـ SCBA فقط.



نصيحة مهندس HSE لليوم:

لا تجعل من نفسك الضحية
الثانية.

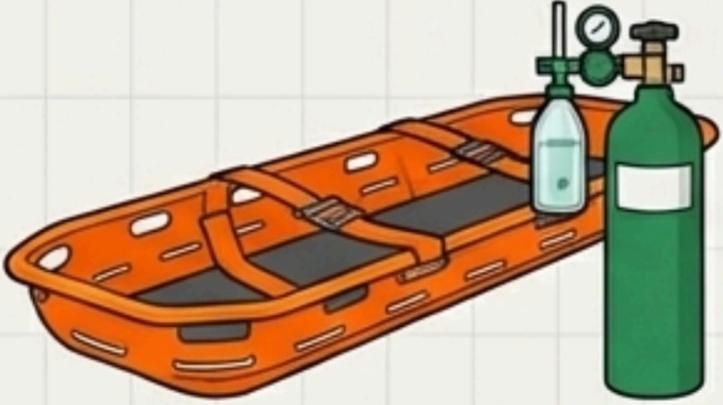
أكبر مأساة هي دخول الزملاء لإنقاذ صديقهم دون أجهزة تنفس.
الأبطال الحقيقيون هم من يلتزمون بروتوكول الإنقاذ
الميكانيكي من الخارج.

جاهزية الطوارئ: مثلث الإنقاذ الذهبي

لإتمام عملية إنقاذ ناجحة، يجب تكامل 3 عناصر تقنية لا غنى عنها في الموقع:

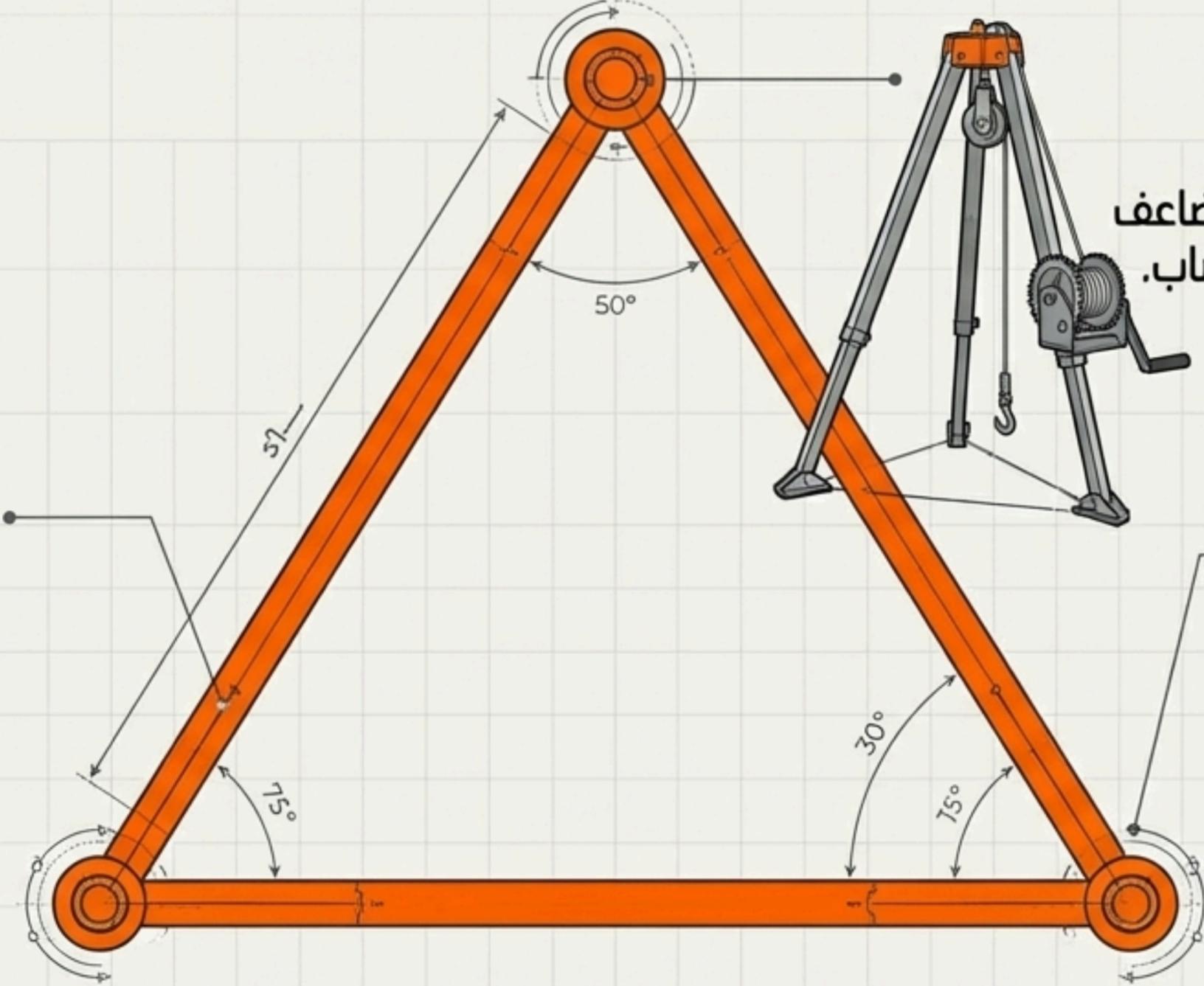
الرفع الميكانيكي

حامل ثلاثي القوائم مزود برافعة تضاعف القوة للسحب الرأسي السريع للمصاب.



الدعم الطبي الفوري

نقالة صلبة مخصصة للأماكن الضيقة وجهاز إنعاش أكسجين جاهز للاستخدام الفوري على فوهة الخزان.



التواصل الطارئ

زر إنذار فوري متصل بغرفة العمليات أو فريق الإسعاف لتقليص زمن الاستجابة.

إجراء تمرين وهمي لهذه المنظومة هو شرط أساسي قبل بدء المشاريع الكبرى.

الإغلاق القانوني والهندسي: نهاية دورة العمل

العمل لا ينتهي بخروج العمال، بل ينتهي بالإغلاق الموثق لتصريح العمل عبر 3 خطوات صارمة:

1. بروتوكول الخروج والنظافة

- إحصاء دقيق للأفراد بالاسم.
- إحصاء المعدات لضمان عدم نسيان أدوات قد تسبب كوارث لاحقاً، وتنظيف المخلفات.

2. إعادة الحالة الأصلية

- فك العزل: إزالة أقفال LOTO والتعمية المعدنية بشكل آمن.
- إحكام إغلاق المداخل بمساميرها الكاملة.

3. استخلاص الدروس

- اجتماع الفريق لتحليل التحديات الميدانية وتوثيقها قانونياً.

نصيحة مهندس HSE لليوم:

**"التصريح المفتوح هو
جرح في جسد الأمان."**

ترك التصريح مفتوحاً في نهاية الوردية قد يدفع شخصاً آخر للدخول ظناً منه أن المكان مؤمن. الأمان يبدأ بتخطيط وينتهي بتوثيق رسمي.