وزارة التربية والتعليم

رؤية عُمان 2040 OmanVision

الصحة والسلامة المهنية

Health, Safety and Environment

الصف الثاني عشر · كتاب الطالب · الفصل الدراسي الثاني

الجمعية العمانية للطاقة
Oman Energy Association

الطبعة التجريبية
١٤٤٧ هـ – ٢٠٢٦ م

وزارة التربية والتعليم

الصحة والسلامة المهنية

Health, Safety and Environment

الصف الثاني عشر · كتاب الطالب · الفصل الدراسي الثاني

الجمعية العمانية للطاقة
Oman Energy Association

الطبعة التجريبية
١٤٤٧ هـ – ٢٠٢٦ م

المغفور لـه
السلطان قابوس بن سعيد
-طيّب اللّه ثراه-

حضرة صاحب الجلالـة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
-حفظه اللّه ورعاه-

سلطنة عُمان

(المحافظات والولايات)

النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

يا رَبَّنا احْفَظْ لنا جَلالَةَ السُّلْطان
وَالشَّعْبَ في الأَوْطان بِالْعِزِّ والأَمان
وَلْيَدُمْ مُؤَيَّدًا عاهِلاً مُمَجَّدًا
بِالنُّفوسِ يُفْتَدى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فارْتَقي هامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ ضياء
وَاسْعَدي وَانْعَمي بِالرَّخاء

ترتكز مناهج التخصصات الهندسية والصناعية في التعليم المهني والتقني على التطبيق العملي في ورش التدريب المجهزة باشتراطات الأمن والسلامة؛ وذلك وفق إرشادات وخطوات وأسس تقويم مضمنة في الإطار العام للمناهج، والأنشطة العملية، والخطط التدريسية للوحدات الدراسية، ووثيقة تقويم تعلم الطلبة. وتحوي الوحدات المضمنة في هذا الكتاب على المحتوى المعرفي النظري فقط من المنهج.

ألف هذا الكتاب فريق من المتخصصين تحت إشراف الجمعية العمانية للطاقة (أوبال) الشريك الاستراتيجي في تطبيق التخصصات الهندسية والصناعية، وروجع من عدد من المختصين التربويين من وزارة التربية والتعليم، والمديرية العامة للكليات المهنية والكلية المهنية بالسيب (وزارة العمل).

جميع حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم، ولا يجوز الطبع أو التصوير أو إعادة نسخ الكتاب كاملاً أو مجزأً أو ترجمته أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حالة الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.

جمعية مهنية مرخصة من وزارة التنمية الاجتماعية منذ عام ٢٠٠١م، تضم في عضويتها أكثر من ٥٠٠ مؤسسة تعمل في قطاع الطاقة – والذي يعد أهم قطاع اقتصادي في سلطنة عمان – وتشمل هذه المؤسسات المنتجين والمشغلين والمقاولين والموردين. وتقوم الجمعية بالشراكة مع وزارة العمل ووزارة الطاقة والمعادن وبالتعاون مع المؤسسات والشركات العاملة بالقطاع برصد هيكلة سوق العمل، وتحليل احتياجاته من الكوادر، وبناء القدرات، وتطوير كفاءة الموارد البشرية، وتعزيز الجودة، وبناء المعايير المهنية، وتطوير البرامج التدريبية والتعليمية واعتمادها من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والابتكار.

تقديم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير المرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

يأتي تطبيق التعليم المهني والتقني في مرحلة التعليم ما بعد الأساسي (١١-١٢) استجابة للتوجيهات السامية لحضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم -حفظه الله ورعاه- الداعية إلى تطوير التعليم بمستوياته وأنواعه المختلفة، والاهتمام بالمخرجات التعليمية للالتحاق بسوق العمل ومؤسسات التعليم العالي، وتطبيقا لرؤية عُمان ٢٠٤٠ التي أكدت على أهمية إيجاد مناهج تعليمية مواكبة لمتطلبات التنمية المستدامة ومهارات المستقبل، ومعززة للقيم، ومراعية لمبادئ الدين الإسلامي، والهوية العمانية، ومستلهمة من تاريخ عمان وتراثها الثري.

ويهدف التعليم المهني والتقني إلى دعم التنوع في المسارات التعليمية، وإكساب الطلبة المعارف والمهارات المهنية التي تهيؤهم لسوق العمل وتؤهلهم للالتحاق بمؤسسات التعليم العالي، وتنمية اتجاهاتهم وقيمهم المهنية الإيجابية، وتحفيزهم للالتحاق بالمهن المختلفة، وتوفير بيئة جاذبة للتعلم تساعد الطلبة على اكتساب المعارف وتنمية مهاراتهم المختلفة.

وتحرص وزارة التربية والتعليم على تطبيق التعليم المهني والتقني من خلال تحقيق الشراكات مع القطاعات الاقتصادية في كافة مراحل التخطيط والتنفيذ، ويشمل ذلك تحديد التوجهات والمجالات والتخصصات وتحليل الاحتياجات. ويأتي تدريس التخصصات الهندسية والصناعية لطلبة الصفين الحادي عشر والثاني عشر بالتعاون مع قطاع الطاقة ممثلا بالجمعية العمانية للطاقة (أوبال) بصفتها شريكا استراتيجيا في تدريس المواد التخصصية، من خلال عدد من المؤسسات التدريبية الخاصة المعتمدة من وزارة العمل.

وقد بُنيت المناهج الدراسية للتعليم المهني والتقني (التخصصات الهندسية والصناعية) استنادا إلى المعايير المهنية الوطنية التي تم تطويرها في ضوء الإطار الوطني للمؤهلات، وإلى قانون التعليم المدرسي في تنظيم مجالات العمل التربوي، ومبادئ فلسفة التعليم المؤكدة على تهيئة الفرص المناسبة لبناء الشخصية المتكاملة للمتعلمين، وتعزيز قيم العمل والإنتاج لدى الطلبة، وصقل مهاراتهم، وتعزيز قدراتهم وميولهم المهنية، وتمكينهم من مهارات ريادة الأعمال والابتكار.

إن هذا الكتاب بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات يأتي متوافقا مع خصوصية البيئة العمانية والهوية الثقافية للمجتمع العماني، إذ يعدّ مصدرا معرفيا ومهاريا خصبا متضمنا تطبيقات مهنية داعمة لتعلم الطلبة.

سائلة الله العلي القدير لأبنائنا الطلبة التوفيق والنجاح، وتحقيق ما يصبون إليه من تطلعات وآمال؛ لخدمة هذا الوطن العزيز تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم حفظه الله ورعاه.

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية
وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

تقديم 1

الوحدة الأولى

إدارة الصحة والسلامة والبيئة

(Health, Safety and Environment Management) 5

الوحدة الثانية

المواد الخطِرة

(Hazardous Substances) 49

الوحدة الثالثة

مراقبة الغازات

(Gas Monitoring) 117

ملحق

تطبيقات عملية في الصحة والسلامة والبيئة

(Practical Applications in Health, Safety and Environment) 153

الوحدة الأولى

إدارة الصحة والسلامة والبيئة

Health, Safety and Environment Management

محتويات الوحدة الأولى

الدرس الأول

مقدمة في إدارة الصحة والسلامة والبيئة

(Introduction to Health, Safety and Environment Management) 8

الدرس الثاني

ثقافة الصحة والسلامة والبيئة

(Health, Safety and Environment Culture) 14

الدرس الثالث

الأحداث والحوادث

(Incidents and Accidents) 19

الدرس الرابع

الإبلاغ عن الأحداث والحوادث

(Incidents and Accidents Reporting) 25

الدرس الخامس

التحقيق في الأحداث

(Incident Investigation) 31

الدرس السادس

توثيق وحفظ سجلات الحوادث والأحداث

(Documentation and Record Keeping in Incident and Accident Reporting) 40

أسئلة الوحدة 48

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتَّبع قواعد الصحة والسلامة المهنية في الورش التدريبية.
- يعرّف مفهوم إدارة الصحة والسلامة والبيئة، ودورها في حماية الأفراد والممتلكات.
- يعرّف المفاهيم الأساسية لإدارة الصحة والسلامة والبيئة.
- يُحدد العناصر الرئيسية في نظام إدارة الصحة والسلامة والبيئة.
- يشرح مسؤوليات الإدارة العُليا والمشرفين ومسؤولي الصحة والسلامة والعاملين والمقاولين ضمن نظام الصحة والسلامة والبيئة.
- يفسّر مفهوم ثقافة الصحة والسلامة والبيئة وأثرها في أداء المؤسسة.
- يُقارن بين أنواع الحوادث والأحداث في مواقع العمل.
- يُصنِّف الأحداث حسب شدتها.
- يُحدّد الخطوات الأساسية للإبلاغ عن الحوادث.
- يشرح الخطوات الفورية بعد وقوع الحادث، وطرق حفظ موقع الحادث بعد وقوعه.
- يشرح أهمية التوثيق وحفظ السجلات في تقارير الحوادث والأحداث ودورها في تحسين السلامة.
- يتعرَّف أفضل الممارسات في توثيق الحوادث.
- يُحدد طُرق حفظ السجلات وشروط تنظيمها.
- يعرّف أنواع الوثائق والسجلات في الإبلاغ عن الحوادث.
- يعرّف مفهوم التحقيق في الحوادث وأهدافه العامة.
- يُحدد الأسباب والعوامل المسببة للأحداث.
- يتعرَّف طرق تحليل الحوادث.
- يُقارن بين أنواع التحقيق المختلفة حسب مستوى الحادث.
- يصف مراحل التحقيق الأساسية وجمع الأدلة من موقع الحدث.
- يقترح إجراءات تصحيحية ووقائية مناسبة لمنع تكرار الحوادث.

ملخص الوحدة

تتناول هذه الوحدة مفهوم إدارة الصحة والسلامة والبيئة، وأهميتها في تحقيق بيئة عمل آمنة ومُستدامة، تُعنى بحماية الأفراد والممتلكات، ويتعرّف الطالب من خلالها العناصر الأساسية للنظام، مثل: إعداد السياسات، وعمليات التخطيط، وآليات التنفيذ، ووسائل المراجعة، إضافة إلى منهجية التحسين المستمر، وتوضّح الوحدة دور القيادة والمشرفين والعاملين في تطبيق مبادئ السلامة وتعزيز روح المسؤولية المشتركة، وتشمل كذلك دراسة أنواع الحوادث وأسبابها وطرق الإبلاغ عنها والتحقيق فيها بهدف منع تكرارها، مع التأكيد على أهمية التوثيق وحفظ السجلات ودورهما في تحسين الأداء والامتثال للتشريعات ذات الصلة، وتهدف الوحدة إلى ترسيخ ثقافة السلامة والبيئة، وتعزيز ممارسات الاستدامة من أجل حماية الإنسان والبيئة في مواقع العمل.

الدرس الأول

مقدمة في إدارة الصحة والسلامة والبيئة

(Introduction to Health, Safety and Environment Management)

تُعدّ إدارة الصحة والسلامة والبيئة (HSE Management) من الركائز الأساسية لأي مؤسسة ناجحة تسعى إلى تحقيق التوازن بين الإنتاجية العالية والحفاظ على سلامة الإنسان والبيئة، وتهدف هذه الإدارة إلى الوقاية من الإصابات والأمراض المهنية، وتقليل الخسائر المادية والبشرية الناتجة عن الحوادث، مع الالتزام بالتشريعات المحلية والمعايير الدولية ذات الصلة بإدارة الصحة والسلامة والبيئة (HSE).

ولا تقتصر أهمية إدارة (HSE) على القطاعات الصناعية فقط، بل تمتد إلى المؤسسات التعليمية، والخدمية، والطبية، وكل بيئة عمل تتعامل مع موارد بشرية أو مواد خطِرة أو معدّات تقنية، فمن خلال تطبيق أنظمة (HSE) الفعّالة، تتمكن المؤسسات من حماية العاملين والمجتمع، وتقليل التلوث البيئي، وتعزيز سمعتها لتكون مؤسسات مسؤولة ومستدامة.

ويمثّل تطبيق مبادئ (HSE) استثمارًا مباشرًا في العنصر البشري، إذ تُسهم في بناء بيئة عمل آمنة تُعزز الثقة، وتزيد من الكفاءة والإنتاجية، وتدعم أهداف «رؤية عُمان 2040» في بناء مجتمع يتمتع بالسلامة والصحة والاستدامة.

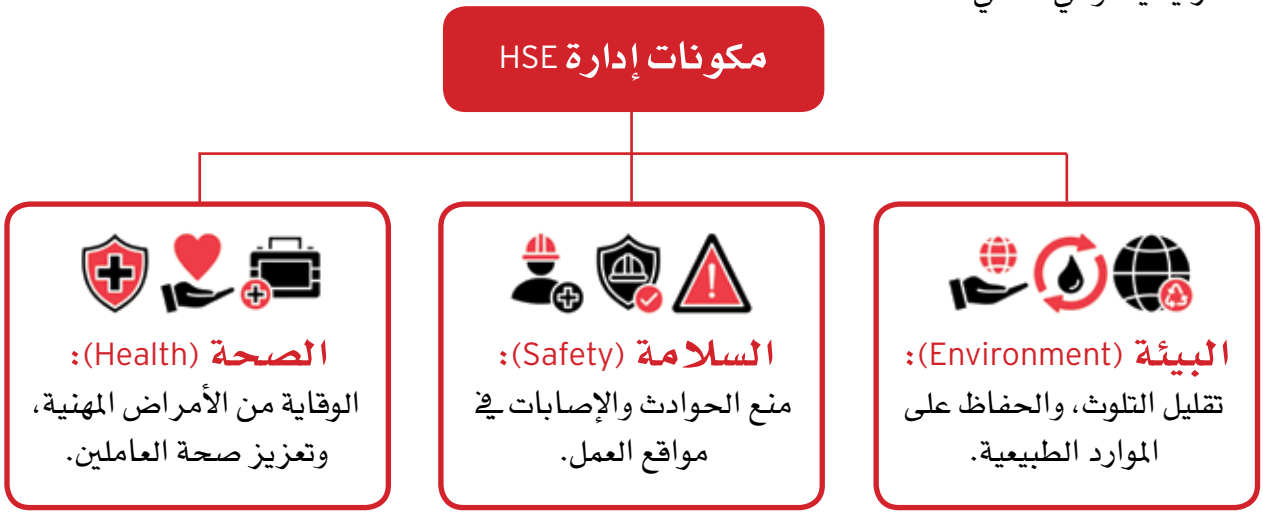
إدارة الصحة والسلامة والبيئة (HSE Management):

هو مجموعة من السياسات والإجراءات والأدوار والمسؤوليات التي تضعها المؤسسة لتنظيم العمل بأمان واستدامة.

المفاهيم الأساسية لإدارة الصحة والسلامة والبيئة
(Fundamental Concepts of HSE Management)

تُعد إدارة (HSE) عنصرًا أساسيًّا في أي مؤسسة تهدف إلى توفير بيئة عمل آمنة ومُستدامة، حيث يُسهم تطبيق الإجراءات الوقائية الفعّالة وتعزيز التعاون بين جميع العاملين في تقليل المخاطر المحتملة، وحماية الأفراد والممتلكات والبيئة من أي تأثيرات سلبية.

ويُعد فهم المفاهيم الأساسية لإدارة (HSE) الخطوة الأولى نحو بناء ثقافة سلامة حقيقية تضمن استمرارية العمل وتحافظ على صحة الإنسان وسلامة البيئة، وتتكون إدارة الصحة والسلامة والبيئة من ثلاثة محاور رئيسية، وهي كالآتي:



وتعتمد إدارة (HSE) على منهج استباقي (Approach Proactive) لتحديد المخاطر والسيطرة عليها قبل حدوثها من خلال التخطيط والتحسين المستمر، وفيما يأتي المفاهيم الأساسية لإدارة (HSE):

المفهوم	التعريف
الأخطار (Hazards)	أي مصدر محتمل للضرر، مثل المواد الكيميائية، أو الكهرباء، أو العمل في الأماكن المرتفعة.
المخاطر (Risks)	مدى احتمال وقوع الضرر وشدته الناتجة عن الخطر.
إجراءات التحكم (Control Measures)	الخطوات أو التدابير المتخذة للقضاء على المخاطر، أو تقليل احتمالية حدوثها، أو تخفيف شدتها.
ثقافة السلامة (Safety Culture)	مجموعة القِيَم والمواقف المشتركة بين العاملين التي تعكس مدى التزام المؤسسة بالسلامة.
التحسين المستمر (Continuous Improvement)	عملية منتظمة تهدف إلى مراجعة أداء نظام السلامة وتطويره للوصول إلى أعلى مستويات الكفاءة.

العناصر الرئيسية في نظام إدارة الصحة والسلامة والبيئة
(Key Elements of HSE Management System)

يتكون نظام إدارة (HSE) من مجموعة من العناصر المترابطة التي تضمن استمرارية الأداء والسلامة، وتشمل هذه العناصر ما يأتي:

العنصر	الوصف
السياسة والالتزام القيادي (Policy and Leadership Commitment)	بيان واضح من الإدارة العُليا يؤكد التزام المؤسسة بالصحة والسلامة والبيئة، ويُظهر دعم القيادة لتطبيق نظام (HSE) بفاعلية.
التخطيط وتقييم المخاطر (Planning and Risk Assessment)	تحديد المخاطر المحتملة، وتقييم درجة خطورتها، ووضع أهداف ومعايير واضحة لتحقيق السلامة.
التنفيذ والتشغيل (Implementation and Operation)	تطبيق البرامج والإجراءات التدريبية، وتخصيص الموارد البشرية والمادية اللازمة؛ لضمان التنفيذ السليم للنظام.
المتابعة والقياس (Monitoring and Measurement)	متابعة الأداء، وتقييم فاعلية الإجراءات من خلال عمليات الفحص والتدقيق الدوري.
التحقيق في الأحداث (Incident Investigation)	دراسة وتحليل أسباب الحوادث والأحداث بهدف منع تكرارها وتحسين الإجراءات الوقائية.
المراجعة والتحسين المستمر (Implementation and Operation)	مراجعة النظام مراجعة دورية، وتحديث السياسات والإجراءات لضمان التطوير المستمر في أداء إدارة (HSE).

الأدوار والمسؤوليات في إدارة الصحة والسلامة والبيئة
(Roles and Responsibilities in HSE Management)

تقوم إدارة (HSE) على فكرة مهمة جدًّا، وهي أن السلامة ليست مسؤولية شخص واحد فقط، بل هي مسؤولية جميع الأفراد داخل المؤسسة، ولتحقيق بيئة عمل آمنة وصحية، لا بد أن يُشارك الجميع – بدءًا من الإدارة العُليا وصولًا إلى العاملين – في تطبيق إجراءات السلامة ومتابعتها باستمرار؛ لأن أي خطأ صغير قد يؤدي إلى مخاطر كبيرة.

وتتمثل أهمية وضوح الأدوار والمسؤوليات داخل المؤسسة فيما يأتي:

- تجنُّب التداخل في المهام أو ضعف التنفيذ.
- تسهيل عمليات المراجعة والتقييم.
- تعزيز ثقافة السلامة والمسؤولية المشتركة.
- سرعة الاستجابة في حالات الطوارئ (Emergency Response).
- تحقيق التواصل الفعّال بين مختلف المستويات الإدارية.

الإدارة العُليا (Top Management)

تؤدي الإدارة العُليا دورًا محوريًّا في تأسيس وتفعيل نظام إدارة (HSE)، وهي الجهة التي تُحدد الاتجاه العام والسياسات والإطار التنفيذي، حيث تُمثل القيادة الفاعلة حجر الأساس في بناء ثقافة مؤسسية قائمة على السلامة والالتزام، من خلال تولّي المسؤوليات الآتية:

- وضع سياسة (HSE) واضحة ومكتوبة تُعبّر عن التزام المؤسسة بالسلامة والصحة والبيئة.
- تخصيص الموارد المالية والبشرية والتقنية اللازمة لتطبيق النظام.
- دعم ثقافة السلامة، وتعزيز الوعي بين جميع المستويات الإدارية.
- تحديد الأهداف الإستراتيجية لبرامج (HSE)، ومتابعة مؤشرات الأداء.
- المشاركة في مراجعات الأداء الدورية (Periodic Performance Reviews).
- التأكد من الامتثال للمعايير المحلية والدولية، مثل: (ISO 14001)، و(ISO 45001).

■ المشرفون (Supervisors)

يُعد المشرفون حلقة الوصل الرئيسية بين الإدارة والعاملين، إذ تقع على عاتقهم مسؤولية الإشراف الميداني على تنفيذ إجراءات السلامة ومتابعة الأداء اليومي في مواقع العمل، ويشكّلون عنصرًا أساسيًّا في ضمان الالتزام بمعايير الصحة والسلامة والبيئة من خلال التوجيه المباشر للعاملين، وتعزيز ثقافة الوقاية داخل بيئة العمل، ومن مسؤوليات المشرفين ما يأتي:

- التأكد من أن جميع العاملين مدرَّبون على إجراءات السلامة قبل البدء بالعمل.
- تنفيذ اجتماعات السلامة اليومية (Toolbox Talks) لرفع الوعي بالمخاطر.
- مراقبة الالتزام باستخدام معدات الوقاية الشخصية (PPE) استخداما صحيحا.
- الإبلاغ عن المخاطر أو الممارسات غير الآمنة إلى ضابط السلامة فورًا.
- التحقيق الأولي في الحوادث البسيطة، وإرسال التقارير اللازمة.
- تشجيع العاملين على الإبلاغ عن الحوادث الوشيكة (Near Misses).

■ مسؤولو الصحة والسلامة (HSE Officers)

مسؤول (HSE) هو المختص المسؤول عن تنسيق وتطبيق ومتابعة جميع جوانب نظام السلامة داخل المؤسسة، ويعمل بالتعاون مع جميع الأقسام لضمان الالتزام بالسياسات والإجراءات، ويُمثل الجهة الفنية المتخصّصة التي تُترجم خطط السلامة إلى ممارسات عملية في مواقع العمل، ومن مسؤوليات مسؤول (HSE) ما يأتي:

- إجراء عمليات التفتيش الميداني (Safety Inspections) دوريا.
- إعداد تقارير الحوادث (Accident Reports)، وتحليل أسبابها الجذرية (Root Cause Analysis).
- تنظيم برامج التدريب والتوعية للعاملين حول مخاطر العمل.
- تطوير وتحديث خطة الطوارئ (Emergency Response Plan)، وتدريب الفِرَق عليها.
- مراقبة تخزين واستخدام المواد الخطِرة (Hazardous Materials Management).
- متابعة تطبيق لوائح الجهات التنظيمية، مثل (وزارة العمل).
- تقديم التوصيات للإدارة العُليا لتحسين أداء إدارة (HSE) باستمرار.

العاملون (Employees)

يُعد العاملون خط الدفاع الأول عن السلامة في أي مؤسسة، إذ يُمثلون الفئة الأكثر احتكاكًا بالمخاطر اليومية في مواقع العمل، ويُعد التزامهم بالإجراءات والتعليمات الوقائية عاملًا أساسيًّا في نجاح نظام إدارة (HSE)، نظرًا لدورهم العملي المباشر في تنفيذ السياسات على أرض الواقع وتعزيز ثقافة السلامة من خلال السلوك الواعي والمسؤول، وتتمثل مسؤوليات العاملين فيما يأتي:

- الالتزام بتعليمات السلامة، وعدم تجاوز الإجراءات المقررة.
- استخدام معدَّات الوقاية الشخصية (PPE) استخدامًا سليمًا.
- الإبلاغ الفوري عن أي خطر، أو حادث، أو حالة غير آمنة.
- المشاركة في تدريبات (HSE) المقررة من المؤسسة.
- الحفاظ على بيئة العمل نظيفة ومنظمة (Housekeeping).
- دعم زملائه في تطبيق ثقافة «السلامة أولاً (Safety First)».

المقاولون (Contractors)

يُشكّل المقاولون جزءًا أساسيًّا من منظومة العمل داخل المؤسسة، وغالبًا ما يعملون في بيئات تشغيلية متعددة داخل الموقع، الأمر الذي يفرض عليهم الالتزام التام بمعايير وإجراءات الصحة والسلامة والبيئة المعتمدة في المؤسسة الرئيسية، ويُعد امتثالهم لهذه المتطلبات ضمانًا لاستمرارية العمل بأمان، وتقليلًا لاحتمال وقوع الحوادث، أو الإخلال بالإجراءات التنظيمية، وتشمل مسؤوليات المقاولين ما يأتي:

- الالتزام بجميع سياسات وإجراءات (HSE) الخاصة بالموقع.
- توفير مدربين ومشرفين مؤهلين في مجال السلامة.
- التأكد من صلاحية المعدات والأدوات قبل استخدامها.
- إعداد خطط عمل آمنة (Job Safety Analysis (JSA)) لكل نشاط ميداني.
- التعاون مع فريق (HSE) في عمليات التفتيش والتدقيق.

الدرس الثاني

ثقافة الصحة والسلامة والبيئة

(Health, Safety and Environment Culture)

تُعد ثقافة الصحة والسلامة والبيئة من الركائز الأساسية في أي مؤسسة تطمح إلى تحقيق بيئة عمل آمنة ومُستدامة، فهي الإطار العام من القِيَم والمعتقدات والسُّلوكيات والممارسات التي تتبناها المؤسسة والعاملون فيها بهدف منع الحوادث والإصابات والأمراض المهنية، وضمان بيئة عمل آمنة وصحية.

عناصر بناء ثقافة الصحة والسلامة والبيئة
(Elements of HSE Culture)

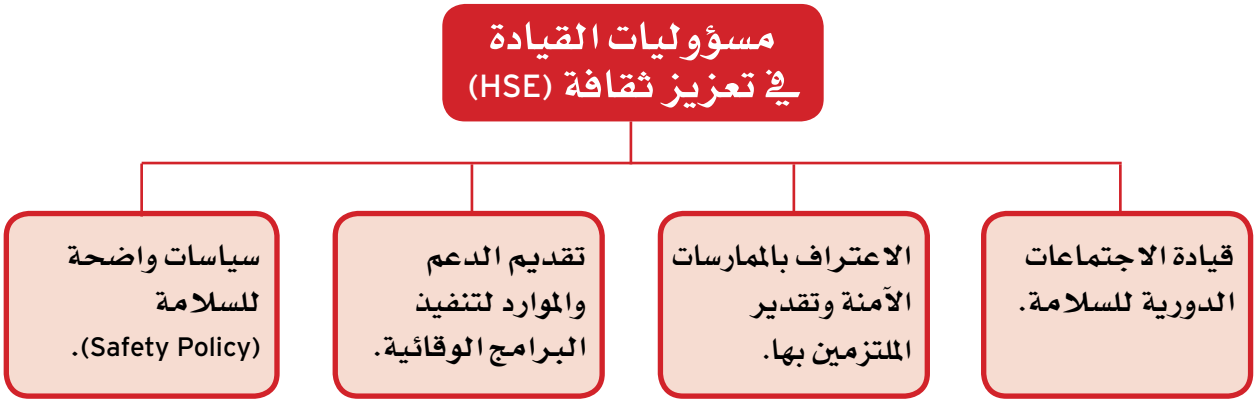
تُسهم عناصر بناء ثقافة (HSE) في تعزيز الوعي بالمخاطر، ورفع مستوى الالتزام داخل بيئة العمل، ويوضح الجدول الآتي أبرز هذه العناصر، ودورها في دعم هذه الثقافة:

القيادة (Leadership)	القدوة الإيجابية التي تُقدمها الإدارة العُليا في الالتزام بالسلامة.
الاتصال (Communication)	وضوح التعليمات، وتبادل المعلومات حول المخاطر والإجراءات.
الكفاءة (Competence)	تدريب العاملين وتأهيلهم لأداء مهامهم بأمان.
المشاركة (Involvement)	إشراك العاملين في القرارات ومناقشة الحوادث والمخاطر.
التعلُّم (Learning)	استخلاص الدروس من الحوادث السابقة وتحسين الأنظمة.
الثقة (Trust)	علاقة شفافة بين جميع المستويات الإدارية.
المساءلة (Accountability)	وضوح المسؤوليات ومحاسبة كل طرف عند الإخلال بالإجراءات.

■ دور القيادة في تعزيز ثقافة الصحة والسلامة والبيئة

(Role of Leadership in HSE Culture):

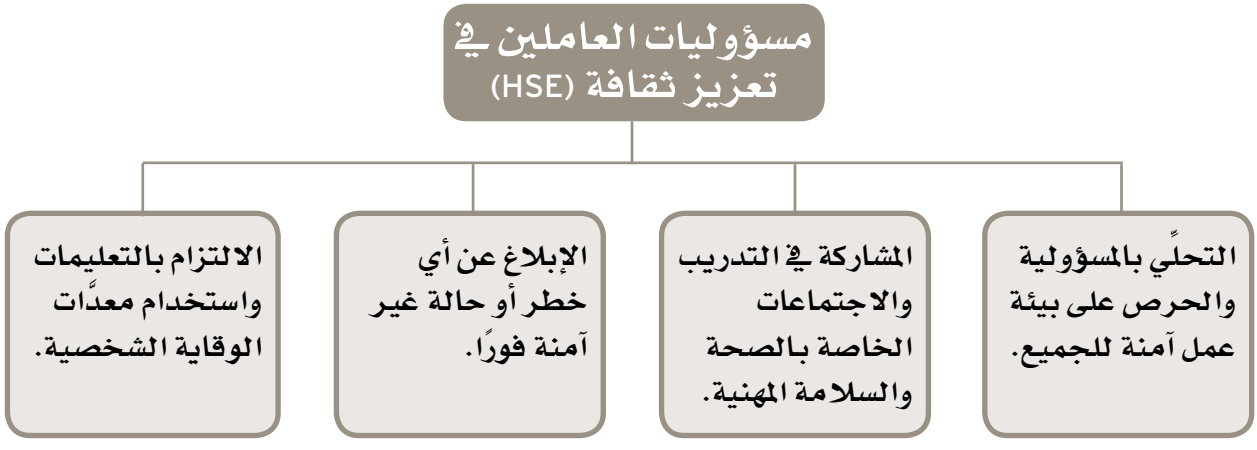
تُمثّل القيادة المحرّك الأساسي لتعزيز ثقافة (HSE) في المؤسسات، إذ ينعكس التزام القادة على التزام العاملين، وفيما يأتي المسؤوليات الرئيسية للقيادة في دعم ثقافة (HSE):



■ دور العاملين في دعم ثقافة الصحة والسلامة والبيئة

(Role of Employees in HSE Culture):

العاملون هم أساس نجاح ثقافة السلامة؛ لأنهم أكثر من يتعامل مع المخاطر يوميًّا، ويجب أن يُدرك كل موظف أن السلامة ليست مسؤولية الإدارة فقط، بل واجب شخصي وجماعي، وفيما يأتي واجبات العاملين في دعم ثقافة (HSE):



العوامل المؤثرة في ثقافة الصحة والسلامة والبيئة
(Factors Affecting HSE Culture)

تتأثر ثقافة (HSE) بعدد من العوامل التي تُحدد مدى قوتها واستمراريتها داخل المؤسسة، فهناك عناصر داخلية تتعلق بطريقة القيادة والتدريب والتواصل بين الأفراد، وأخرى خارجية ترتبط بالتشريعات وظروف العمل والضغوط التشغيلية، ويُساعد فهم هذه العوامل الإدارة والعاملين على تعزيز السُّلوك الإيجابي، وتجنُّب الممارسات التي تُضعف ثقافة السلامة في بيئة العمل، ويوضح الجدول الآتي العوامل المؤثرة في ثقافة (HSE):

العامل	الأثر
أسلوب القيادة (Leadership Style)	كلما كانت القيادة تشاركية ومشجعة، زادت قوة الثقافة.
التدريب والتوعية (Training and Awareness)	التدريب المستمر يبني الوعي، ويقلل الحوادث.
الاتصال (Communication)	ضعف التواصل يؤدي إلى سوء فهم الإجراءات.
ضغط العمل والإجهاد (Workload and Stress)	الإرهاق يقلل من الالتزام بالإجراءات.
التحفيز والتقدير (Recognition)	المكافآت للسلوك الآمن تشجع على الالتزام الذاتي.
الحوادث السابقة (Past Accidents)	التعلم من الحوادث الماضية يحسّن الممارسات المستقبلية.

قياس ثقافة الصحة والسلامة والبيئة
(Measuring HSE Culture)

يُعد قياس ثقافة (HSE) خطوة أساسية لفهم مدى التزام المؤسسة وممارسات العاملين تجاه السلامة؛ فالثقافة لا يمكن ملاحظتها مباشرة، لكنها تُقاس من خلال السُّلوكيات والمواقف (Behaviors & Attitudes)، وكيفية تفاعل الأفراد مع الإجراءات والتعليمات والسياسات التنظيمية (Procedures & Policies).

يُسهم قياس ثقافة (HSE) في تمكين المؤسسات من تحديد نقاط القوة ونقاط الضعف، ووضع خطط تطوير مستمرة تتماشى مع أهداف السلامة التشغيلية (Operational Safety Goals)، ويهدف قياس ثقافة (HSE) إلى الآتي:

1. تحديد مدى وعي العاملين بمخاطر العمل والتزاماتهم الشخصية.
2. تقييم فاعلية القيادة في دعم قِيَم السلامة.
3. قياس درجة التواصل والانفتاح في الإبلاغ عن الحوادث.
4. تحديد الاتجاه العام للسلوك التنظيمي تجاه السلامة.
5. وضع مؤشرات كمية ونوعية لمستوى الثقافة السائدة في المؤسسة.
6. دعم خطط التطوير والتحسين المستمر.

أدوات قياس ثقافة الصحة والسلامة والبيئة
(Tools for Measuring HSE Culture)

لقياس الثقافة التنظيمية للسلامة، تُستخدم مجموعة من الأدوات المنهجية تجمع بين التحليل الكمي (Quantitative) والتحليل النوعي (Qualitative)؛ مما يساعد على تكوين صورة شاملة عن مستوى ثقافة الصحة والسلامة والبيئة داخل المؤسسة، ويوضح الجدول الآتي أبرز هذه الأدوات ومُخرجاتها:

الأداة	الوصف	المخرجات
استبيانات الثقافة (Safety Culture Surveys)	نماذج أسئلة تقيس تصورات العاملين حول السلامة والقيادة والتواصل.	بيانات كمية يمكن تحليلها إحصائيًّا.
المقابلات (Interviews)	مقابلات شخصية، أو جماعية لفهم السلوكيات والدوافع وراءها.	معلومات نوعية تفصيلية.
الملاحظة الميدانية (Field Observation)	مراقبة سلوك العاملين في بيئة العمل أثناء الأنشطة اليومية.	تقييم السلوك الواقعي ومطابقته للإجراءات.
تحليل الأحداث السابقة (Previous Incidents & Near Miss Analysis)	مراجعة تقارير الأحداث والحوادث الوشيكة لتحديد الأنماط المتكررة.	مؤشرات على نقاط ضعف في الثقافة أو التدريب.
ورش العمل (Workshops & Focus Groups)	جلسات تفاعلية لمناقشة مفاهيم السلامة والتحديات.	توليد أفكار وحلول جماعية للتحسين.

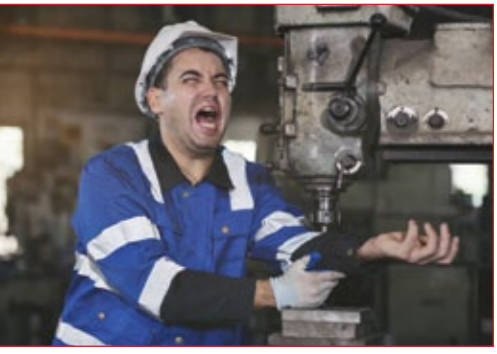
مؤشرات قياس ثقافة الصحة والسلامة والبيئة
(HSE Culture Indicators)

تُقاس ثقافة (HSE) من خلال مجموعة من المؤشرات التي تعكس مستوى الوعي والسلوك والأداء داخل المؤسسة، وتُعرف هذه المؤشرات باسم مؤشرات ثقافة السلامة (Safety Culture Indicators)، أو مؤشرات الأداء لثقافة الصحة والسلامة والبيئة (HSE Culture KPIs)، وتنقسم إلى نوعين رئيسيين، يوضحهما الجدول الآتي:

النوع	الوصف	أمثلة عملية
مؤشرات استباقية (Leading Indicators)	تقيس الأنشطة الوقائية، وسلوك العاملين قبل وقوع الحوادث.	عدد الاجتماعات التوعوية، ونسبة حضور التدريب، وعدد تقارير الحوادث الوشيكة، ومعدل الالتزام باستخدام معدَّات الوقاية الشخصية.
مؤشرات تفاعلية (Lagging Indicators)	تقيس النتائج بعد وقوع الأحداث أو الإصابات.	عدد الحوادث، ومعدل الإصابات (Total Recordable Incident Rate (TRIR))، وعدد أيام العمل المفقودة (Lost Time Injury (LTI))، وتكاليف الحوادث.

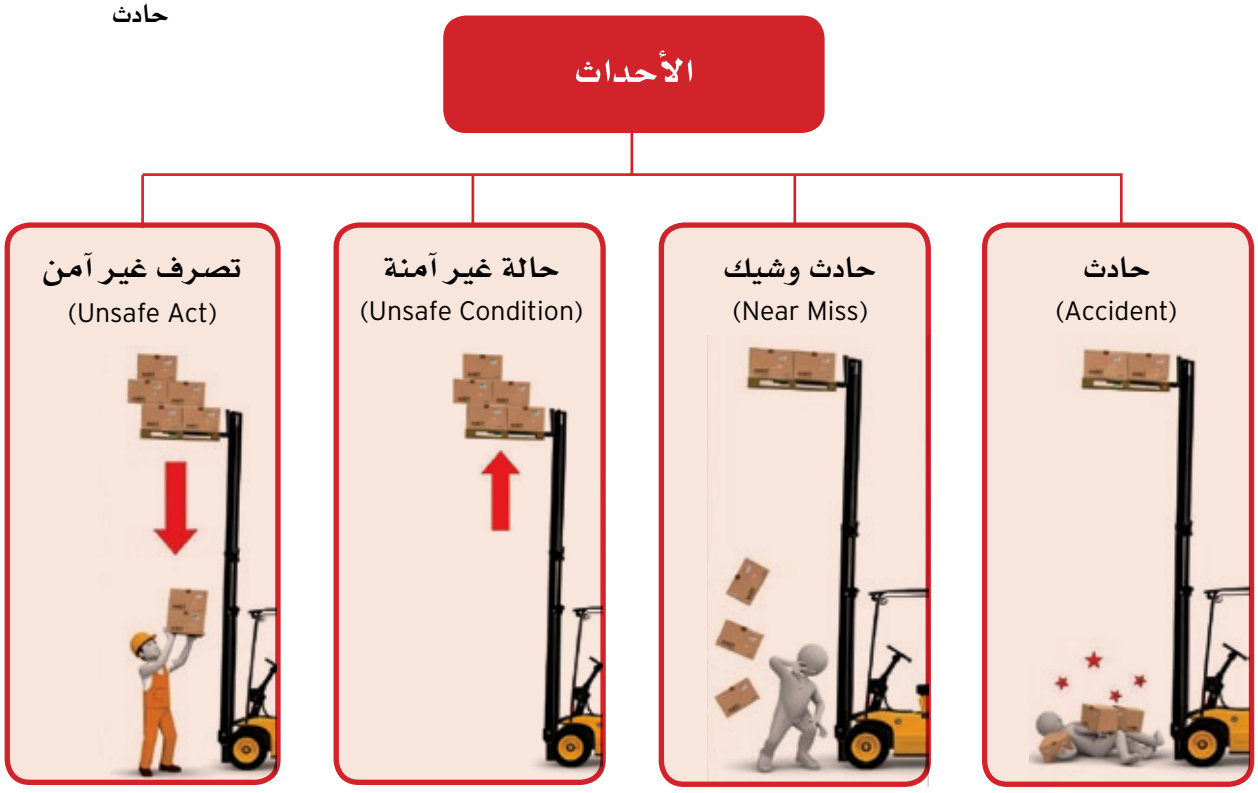
الأحداث والحوادث

(Incidents and Accidents)



حادث

تُعد الأحداث والحوادث من أهم المؤشرات على أداء السلامة في أي مؤسسة، إذ لا تنجم غالبًا عن سبب واحد، بل عن تفاعل مجموعة من العوامل البشرية والتنظيمية والفنية، ويُسهم فهم هذه الأحداث والحوادث وتحليلها بأساليب علمية في منع تكرارها من خلال تطبيق إجراءات تصحيحية ووقائية فعّالة، ويوضح المخطط الآتي أنواع الأحداث وتقسيماتها:



ويوضح الجدول الآتي أبرز المصطلحات المرتبطة بالأحداث والحوادث، وتعريف كل منها:

المصطلح	التعريف
الحدث (Incident)	حدث غير مقصود قد يؤدي إلى أذى، لكنه يُشير إلى خلل في النظام أو الممارسة.
الحادث (Accident)	حدث غير متوقع يؤدي إلى إصابة أو ضرر للممتلكات أو البيئة.
الحادث الوشيك (Near Miss)	حدث لم يسبب ضررًا أو إصابة، لكنه كان يمكن أن يؤدي إلى حادث لو لم يُتَجنب.
الحالة غير الآمنة (Unsafe Condition)	وضع مادي أو بيئي غير آمن يمكن أن يؤدي إلى إصابة أو حادث.
التصرف غير الآمن (Unsafe Act)	سلوك صادر من شخص يخالف قواعد، أو تعليمات السلامة أثناء أداء العمل.

الفرق بين الحادث والحادث الوشيك

لفهم طبيعة المخاطر وكيفية الوقاية منها، يوضح الجدول الآتي الفرق بين الحادث والحادث الوشيك:

العنصر المقارن	الحادث (Accident)	الحادث الوشيك (Near Miss)
النتيجة	حدث ضرر فعلي (إصابة، أو تلف، أو تسرُّب، أو خسارة).	لم يحدث ضرر فعلي، ولكن كان ممكنًا أن يحدث.
التبعات	يتطلب علاجًا وتحقيقًا رسميًّا وإبلاغ الجهات.	يستلزم الإبلاغ والتحليل لتجنب الحوادث المستقبلية.
التأثير	تأثير مباشر في الأشخاص أو الممتلكات أو البيئة.	تأثير محتمل لو لم يُتدارَك.
الأولوية في التحقيق	عالية جدًّا.	متوسطة إلى عالية (بحسب خطورة الحالة).
مثال	سقوط عامل من السُّلَّم وتعرضه لإصابة.	انزلاق العامل من السلم لكنه أمسك بالحافة، ولم يُصَب.

يُصنَّف الحدث حادثًا وشيكًا (Near Miss) إذا لم تحدث أي إصابة أو ضرر مادي، رغم وجود خطر واضح، ويُعد الحدث حادثًا (Accident) في الحالات الآتية:

1. ينتج عنه ضرر فعلي ملموس، مثل:
   - إصابة جسدية (كالجروح، والحروق، والكسور).
   - ضرر مادي (كسر، أو تلف، أو احتراق معدَات).
   - ضرر بيئي (تسرُّب، أو تلوُّث).
2. يؤدي إلى توقف العمل، أو الإنتاج.
3. يحتاج إلى تدخل طبي، أو علاج إسعافي.
4. ينتج عنه خسارة مالية، أو زمنية.

أنواع الحوادث (Types of Accidents)

تتنوع الحوادث في بيئات العمل بحسب مصدر الخطر وطبيعة النشاط، ويُساعد فهم هذه الأنواع في اتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة والحد من المخاطر، ويوضح الجدول الآتي أبرز أنواع الحوادث المختلفة مع وصف مختصر وأمثلة لكل نوع:

أنواع الحوادث	الوصف	أمثلة
ميكانيكية (Mechanical Accidents)	ناتجة عن معدّات، أو أدوات غير مؤمنة أو غير صالحة.	انكسار رافعة، أو سقوط حمولة أثناء الرفع.
كهربائية (Electrical Accidents)	تحدث نتيجة ملامسة تيار كهربائي، أو توصيل غير آمن.	صعق كهربائي عند لمس كابل مكشوف.
كيميائية (Chemical Accidents)	ناجمة عن التعامل غير الصحيح مع المواد الخطِرة.	تسرُّب مادة حمضية، أو تفاعل كيميائي غير متحكم به.
حرارية (Thermal Accidents)	بسبب درجات الحرارة العالية، أو مصادر حرارة مفتوحة.	حروق أثناء اللِّحام، أو قرب الأفران.
بيولوجية (Biological Accidents)	مرتبطة بالكائنات الدقيقة، أو المواد العضوية.	تعرُّض موظف لعدوى من مادة بيولوجية ملوثة.
إرجونومية (Ergonomic Accidents)	نتيجة تحميل جسدي، أو حركة خاطئة أثناء العمل.	إصابات الظهر من رفع أحمال ثقيلة.
الانزلاق والتعثر (Slip and Trip)	تحدث بسبب الأرضيات المبتلة، أو العوائق في الممرات.	انزلاق عامل على سطح مبلل في الورشة.

تصنيف الأحداث حسب شدتها
(Classification of Incidents by Severity)

يُعد فهم شدة الأحداث عنصرًا مهمًّا في تعزيز السلامة داخل بيئة العمل، إذ يساعد هذا التصنيف على تقدير مستوى الخطورة المرتبط بكل حدث، وتحديد نوع الاستجابة المطلوبة، ويُعرَّف تصنيف الأحداث حسب شدتها بأنه وضع كل حدث ضمن مستوى خطورة محدد بناءً على أثره الفعلي أو المحتمل في الأشخاص، أو الممتلكات، أو البيئة.

ويُسهم هذا التصنيف في تمكين المؤسسة من الآتي:

- تحديد مدى الحاجة إلى إجراء تحقيق تفصيلي.
- تقييم تأثير الحدث في الأشخاص والممتلكات والبيئة.
- اختيار خطة الاستجابة المناسبة، وتنفيذ الإجراءات التصحيحية الفعّالة.

ويوضح الجدول الآتي تصنيف الأحداث حسب الشدة:

نوع الحدث	الوصف التفصيلي	الإجراءات المطلوبة
حدث بسيط (Minor Incident)	حدث طفيف لم يسفر عن أي إصابة أو إصابة غير خطيرة، أو خسائر مادية كبيرة، وقد يتطلب علاجًا بسيطًا في الموقع فقط أو لا يتطلب.	■ تسجيل الحدث في السجلات. ■ مراجعة سريعة للأسباب. ■ اتخاذ إجراءات تصحيحية بسيطة.
حدث متوسط (Moderate Incident)	حدث أدى إلى إصابة تحتاج إلى علاج طبي محدود، أو توقف مؤقت في العمل، أو خسارة مالية متوسطة.	■ إجراء تحقيق داخلي رسمي. ■ رفع تقرير إلى إدارة السلامة. ■ مراقبة تنفيذ الإجراءات التصحيحية.
حدث جسيم (Major Incident)	حدث أدى إلى إصابة خطيرة، أو وفاة، أو خسائر مادية، أو بيئية كبيرة، وقد يؤثر في سمعة المؤسسة، أو يؤدي إلى تدخل الجهات الحكومية.	■ بدء تحقيق شامل (Full Investigation). ■ إخطار الجهات التنظيمية فورًا. ■ إعداد تقرير تفصيلي، وتحليل السبب الجذري.

العوامل التي تحدد شدة الحدث
(Severity Determination Factors)

تختلف شدة الأحداث بحسب مجموعة من العوامل التي تساعد في تحديد مستوى الخطورة، وتأثير الحدث في الأشخاص، والممتلكات والبيئة، وفيما يأتي أبرز العوامل المستخدمة في تحديد شدة الحدث:

العوامل	حدث بسيط	حدث متوسط	حدث جسيم
نوع الإصابة	جرح بسيط.	كسر، أو حرق متوسط.	وفاة، أو عجز دائم.
حجم الضرر المادي	تلف بسيط في أداة صغيرة.	تلف في مُعِدَّة رئيسية.	تدمير كامل لموقع، أو مُعِدَّة كبيرة.
التأثير البيئي	تسرُّب بسيط جرى احتواؤه.	تسرُّب متوسط إلى التربة.	تلوث واسع، أو حريق كيميائي.
التأثير التشغيلي	عدم توقف العمل.	توقف قصير في العمل.	توقف طويل، أو إغلاق موقع.

التكاليف المحتملة بعد وقوع حادث في مكان العمل

عندما يقع حادث في مكان العمل، لا تقتصر الخسائر على الإصابات، أو الأضرار المباشرة، بل تمتد إلى خسائر مالية وتنظيمية ومعنوية قد تؤثر في المؤسسة بأكملها، فالحوادث المهنية يمكن أن تؤدي إلى تدهوُر سمعة المؤسسة، وتعطّل الإنتاج، وزيادة النفقات التأمينية، بل وأحيانًا إلى المساءلة القانونية.

كل حادث له تكلفة، بعضها ظاهر وبعضها خفي، ولكن جميعها يمكن الوقاية منها.

■ أنواع التكاليف (Types of Costs):

تنقسم التكاليف إلى ثلاثة أنواع، كالآتي:

إصابة عامل في موقع الإنشاء

1. **التكاليف المباشرة (Direct Costs):**

هي التكاليف التي يمكن تحديدها وقياسها بسهولة، وتشمل الآتي:

- تكاليف العلاج الطبي والإسعافات الأولية.
- تعويضات إصابات العمل.
- إصلاح، أو استبدال المعدَّات التالفة.
- الخسائر الناتجة عن تلف المواد الخام، أو المنتجات.
- مثال: إصابة عامل في موقع الإنشاء تؤدي إلى الآتي:
  - تكلفة علاج.
  - تعويض.
  - إصلاح معدة متضررة.

خسارة العقود

2. **التكاليف غير المباشرة (Indirect Costs):**

هي التكاليف التي لا تظهر في السجلات المالية بسهولة، لكنها تؤثر بعمق في المؤسسة، مثل:

- توقُّف الإنتاج، أو التأخير في تسليم المشاريع.
- الوقت المهدور في التحقيق، وإعادة التنظيم.
- خسارة العقود.
- تدريب موظف بديل.
- انخفاض معنويات الفريق.
- ارتفاع أقساط التأمين المستقبلية.
- فقدان ثقة العملاء، أو الشركاء.

تدهور السمعة

3. **التكاليف الخفيَّة (Hidden Costs):**

هي التكاليف التي لا تُسجل رسميًّا، ولكنها تُسبب أضرارًا كبيرة على المدى البعيد، وتشمل الآتي:

- تدهور السمعة المؤسسية.
- انخفاض إنتاجية العاملين بسبب الخوف أو القلق.
- ارتفاع معدل تبدُّل الموظفين (Turnover).
- ضعف العلاقة مع الجهات التنظيمية، أو العملاء.
- فقدان الفرص التجارية المستقبلية.

الإبلاغ عن الأحداث والحوادث

(Incidents and Accidents Reporting)

الإبلاغ عن الأحداث والحوادث

يشكّل الإبلاغ عن الحوادث والأحداث عنصرًا أساسيًا في نظام إدارة (HSE)، فهو يساعد المؤسسة على اكتشاف الخلل مبكرًا واتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة، ولا يقتصر الإبلاغ على الحوادث الجسيمة، بل يشمل أيضًا الحوادث البسيطة والحوادث الوشيكة، ويجب أن يكون الإبلاغ خلال (24) ساعة إلى حد أقصى من وقوع الحادث، وبعض المؤسسات تشترط الإبلاغ الفوري خلال أول ساعة للحوادث الجسيمة.

ويوضح الجدول الآتي المراحل الأساسية لعملية الإبلاغ عن الحوادث:

المرحلة	الوصف	الجهة المسؤولة
الإجراء الفوري (Immediate Action)	التأكد من سلامة الأشخاص المتأثرين، وإيقاف مصدر الخطر إن أمكن.	العامل/أول من شاهد الحادث.
الإخطار الأولي (Notification)	إبلاغ المشرف المباشر أو مسؤول HSE فورًا.	العامل المعني.
تأمين الموقع (Securing the Area)	عزل مكان الحادث لمنع الدخول أو تدمير الأدلة.	مشرف الموقع/مسؤول السلامة.
جمع المعلومات المبدئية (Preliminary Information)	تسجيل الوقت، والتاريخ، والموقع، والأشخاص المشاركين.	الشخص المُبلِّغ أو الشاهد.
إعداد التقرير المبدئي (Report Completion)	ملء نموذج التقرير المعتمد مع وصف الحادث بالتفصيل.	مسؤول السلامة أو المشرف.

الخطوات الفورية بعد وقوع الحادث
(Immediate Steps After an Accident)

الاستجابة الفورية لحادث عمل

عند وقوع حادث أو حدث في بيئة العمل، يصبح الوقت عاملًا حاسمًا في التفريق بين الاستجابة الفعّالة والفوضى المحتملة، لذلك من الضروري أن يكون جميع العاملين، أو المتدربين على دراية بالخطوات الفورية (Immediate Actions) التي يجب اتخاذها مباشرة بعد أي حادث مهما كان بسيطًا، وتهدف هذه الإجراءات إلى الآتي:

- حماية الأرواح.
- منع تفاقم الأضرار.
- حفظ الأدلة للتحقيق.
- تسريع الاستجابة الطبية والإدارية.

وفيما يأتي الخطوات الفورية بعد وقوع الحادث:

1. **تقييم الموقف بسرعة** (Assess the Situation Quickly)

تهدف هذه الخطوة إلى تحديد طبيعة الحادث، وخطورته لتحديد نوع الاستجابة المناسبة، ويكون ذلك من خلال الآتي:

- التأكد من مدى خطورة الموقف: هل هناك مصابون؟ هل يوجد خطر مستمر (نار، أو كهرباء، أو غاز)؟
- عدم التسرع بالدخول إلى مكان الحادث إن لم يكن آمنًا.
- تقدير حجم الحادث: هل هناك أي حاجة لمساعدة فورية؟

2. **تأمين النفس والموقع** (Ensure Personal and Site Safety)

الهدف من هذه الخطوة هو تجنُّب وقوع إصابات إضافية وضمان سلامة جميع الموجودين، وتشمل الإجراءات الآتية:

- إبعاد الموجودين عن الخطر المباشر (نار، أو دخان، أو مواد كيميائية).
- استخدام معدّات الوقاية الشخصية قبل التدخل (القفازات، والكمامات، والنظارات).
- عدم نقل المصاب إلا إذا كان هناك خطر مؤكد، مثل: (حريق أو انهيار).
- وضع علامات تحذير، أو حواجز مؤقتة حول مكان الحادث لمنع الدخول.
- تأمين المكان؛ لتجنُّب وقوع حادث ثانٍ أشد خطورة.

3. تقديم الإسعافات الأولية (Provide First Aid)

تهدف الإسعافات الأولية إلى تقليل حدة الإصابة، وحماية حياة المصاب إلى حين وصول المساعدة الطبية، ويجب التعامل مع هذه المرحلة وفق المهارات المكتسبة ومستوى التدريب كالآتي:

- إذا كان العامل مدربًا على الإسعافات الأولية، بإمكانه التعامل فورًا مع الحالات البسيطة، مثل: الجروح أو الحروق الطفيفة.
- في حال الإصابات الخطيرة (النزيف، أو فقدان الوعي، أو الكسور):
  - طلب الدعم الطبي فورًا.
  - عدم تحريك المصاب إلا للضرورة القصوى.
  - استخدام صندوق الإسعافات الأولية (First Aid Kit) المتاح في كل موقع.
- مراقبة تنفس المصاب ونبضه، وطمأنته حتى وصول الفريق الطبي.

يجب أن تحتوي كل ورشة أو مختبر على منطقة إسعاف محددة بوضوح مع خريطة معلقة تبين موقعها.

4. إخطار الجهات المعنية (Notify Responsible Personnel)

عند التعامل مع الحالة ميدانيًّا وضمان السلامة الأولية، يصبح من الضروري تفعيل نظام الطوارئ الداخلي واتخاذ الإجراءات الرسمية لضمان سرعة الاستجابة ودقة المعالجة، وتشمل هذه الإجراءات ما يأتي:

- إبلاغ المشرف المباشر، أو مسؤول الصحة والسلامة.
- استخدام وسيلة الإبلاغ الرسمية: الهاتف الداخلي، أو نظام الإشعارات، أو نموذج الإبلاغ الأولي.
- تقديم المعلومات الأساسية فورًا، التي تشمل الآتي:
  - نوع الحادث (ميكانيكي، أو كهربائي، أو كيميائي، أو غيره).
  - الموقع الدقيق (اسم الورشة أو القسم).
  - عدد المصابين.
  - ما إذا كان الخطر ما زال قائمًا.

5. السيطرة على الوضع (Control the Situation)

تهدف مرحلة السيطرة على الوضع إلى الحد من انتشار الخطر ومنع تفاقم تأثيره، وذلك من خلال اتخاذ إجراءات سريعة وآمنة تتوافق مع طبيعة الحادث، وتشمل الإجراءات الآتية:

- في حال وجود تسرُّب كيميائي تُستخدم مواد الامتصاص المناسبة.
- في حال نشوب حريق صغير تُستخدم مطفأة الحريق المناسبة، مثل: (CO_2)، أو البودرة، أو الرغوية.
- في حال كسر أو انهيار مُعِدَّة يجب إيقاف التشغيل، ووضع بطاقة (خارج الخدمة).
- إغلاق مصادر الطاقة (كهرباء، أو غاز، أو ضغط هواء) في المنطقة المتأثرة.

6. توثيق الملاحظات الأولية (Record Initial Observations)

تأتي خطوة توثيق الملاحظات الأولية جزءًا أساسيا من إجراءات ما بعد الحادث، فهي تُساعد في حفظ المعلومات المهمة التي يعتمد عليها التحقيق لاحقًا، ولضمان دقة التحقيق، يجب تسجيل البيانات الآتية في مذكرة، أو نموذج أولي:

- الوقت والتاريخ.
- الموقع.
- الأشخاص المتورطين أو الشهود.
- الظروف المحيطة (الإضاءة، والحرارة، والرطوبة، والأصوات، إلخ)
- الإجراءات التي اتُخِذت مباشرة بعد الحادث.

7. التعاون مع فريق التحقيق (Cooperate with Investigation Team)

يُسهم التعاون مع فريق التحقيق في ضمان جمع معلومات دقيقة وتحليل الأسباب الجذرية للحادث، ويشمل ذلك الإجراءات الآتية:

- الإجابة بصدق ووضوح على أسئلة لجنة التحقيق.
- عدم الخوف من ذكر الأخطاء إذا حدثت، فالغرض هو التعلم، وليس العقاب.
- تقديم أي صور أو أدلة تساعد في فهم تسلسل الأحداث.
- عدم تغيير أي شيء في موقع الحادث قبل التوثيق الكامل إلا بتوجيه رسمي.

8. استئناف العمل بأمان (Resume Work Safely)

التأكد من أن بيئة العمل أصبحت آمنة تمامًا قبل العودة إلى المهام هو خطوة أساسية بعد الانتهاء من الإجراءات الفورية والتعامل مع الحادث، ويشمل ذلك الإجراءات الآتية:

- التأكد من معالجة الخطر أو إزالته بالكامل.
- مراجعة التعليمات الجديدة أو التحسينات المضافة بعد التحقيق.
- المشاركة في جلسة (Toolbox Talk) لتبادل الدروس المستفادة.
- تنفيذ تعليمات مسؤول (HSE) قبل استئناف النشاط.

حفظ موقع الحادث بعد وقوعه (Preserving the Accident Scene)

بعد وقوع أي حادث، تكون المعلومات الأولية والأدلة المادية عنصرًا حاسمًا في الوصول إلى السبب الجذري للحادث؛ مما يجعل حفظ موقع الحادث خطوة أساسية ضمن نظام إدارة الصحة والسلامة والبيئة، وأي تدخل عشوائي، مثل تنظيف الموقع، أو تحريك الأدوات قبل التوثيق الرسمي قد يؤدي إلى فقدان أدلة مهمة تُعيق التحقيق وتمنع اتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة، وتتمثل أهمية الحفاظ على موقع الحادث في الآتي:

- حماية الأدلة المادية التي تساعد في تحديد الأسباب المباشرة والجذرية.
- منع التلاعب أو إخفاء الحقائق.
- مساعدة فِرَق التحقيق في إعداد تقارير دقيقة وموضوعية.
- تحسين سياسات وإجراءات السلامة المستقبلية.
- ضمان الامتثال للمعايير التنظيمية، مثل وزارة العمل، والمعيار (ISO 45001).

■ الخطوات الرئيسية لحفظ موقع الحادث (Key Steps in Preserving the Scene):

عند حدوث أي حادث في موقع العمل، يتحول المكان إلى مصدر أساسي للمعلومات التي يمكن أن تكشف تسلسل الأحداث والعوامل المؤدية إليها، ولضمان دقة التحقيق وموثوقية النتائج، يجب الحفاظ على موقع الحادث دون أي تغيير حتى وصول فريق التوثيق والتحقيق، ومن أجل ذلك، تُتبع مجموعة من الخطوات المنظمة التي تضمن سلامة الموقع وحماية الأدلة، وتشمل ما يأتي:

الخطوة	الإجراء	مثال
تأمين الموقع (Secure the Area)	عزل منطقة الحادث باستخدام حواجز، أو شريط تحذيري؛ لمنع الأشخاص غير المخولين من الدخول.	وضع شريط أصفر حول آلة سقطت منها حمولة ثقيلة.
إيقاف العمليات (Stop Operations)	إيقاف المعدَّات أو العمليات المجاورة مؤقتًا؛ لضمان عدم حدوث إصابات إضافية.	فصل الكهرباء عن منطقة الحادث في ورشة كهربائية.
السيطرة على الأخطار (Control Hazards)	معالجة أي مصدر خطر مستمر (تسرُّب، أو نار، أو ضغط، أو غازات)؛ للحفاظ على سلامة المكان حتى وصول التحقيق.	إغلاق صمام الغاز وتسريب الهواء قبل دخول المحققين.
منع العبث بالموقع (Prevent Disturbance)	منع تنظيف الموقع، أو تحريك أي شيء بداخله إلا بتصريح رسمي؛ إلى أن يكتمل التوثيق.	إبقاء أدوات اللِّحام والمعدَات في مكانها دون تغيير.
توثيق الموقع (Document the Scene)	تصوير المكان، وتسجيل الملحوظات، ورسم مخطط للموقع، فالتوثيق يدعم التحقيق الفني لاحقًا.	التقاط صور بانورامية لموقع الانزلاق مع تحديد موقع الضحية.
تحديد الشهود (Identify Witnesses)	تدوين أسماء كل من كان حاضرًا، أو لاحظ الحادث، حيث تساعد المعلومات الشفوية في فهم التسلسل الزمني.	تسجيل أقوال زملاء العامل المصاب فورًا.
تسليم الموقع للتحقيق (Handover to Investigation Team)	تسليم الموقع رسميًا لفريق التحقيق الذي يبدأ التحليل الفني بناءً على الأدلة الأصلية.	توقيع نموذج تسليم موقع الحادث للإدارة.
استئناف التشغيل بعد الحصول على الإذن (Resume only after Authorization)	لا يُستأنف العمل إلا بعد مراجعة الموقع والموافقة، ويكون ذلك بعد التأكد من إزالة كل المخاطر وتوثيق كل شيء.	استئناف العمل بعد اعتماد تقرير التحقيق من قسم (HSE).

التحقيق في الأحداث

(Incident Investigation)

يُعد التحقيق في الأحداث أحد العناصر الأساسية في نظام إدارة الصحة والسلامة والبيئة، فهو لا يُجرى بغرض اللوم أو العقوبة، بل بهدف التعلّم والتحسين المستمر ومنع تكرار الحوادث في المستقبل.

التحقيق في الأحداث (Incident Investigation): هو عملية منهجية ومنظمة تهدف إلى جمع وتحليل الحقائق المتعلقة بحادث، أو حدث لتحديد الأسباب الجذرية، ووضع إجراءات تصحيحية ووقائية تمنع تكرار الحادث.

التحقيق في الأحداث

كل حدث هو نتيجة فشل في النظام، وليس خطأ شخص واحد فقط.

وينقسم التحقيق في الأحداث إلى نوعين رئيسيين كالاتي:

النوع	النطاق	الهدف
تحقيق أولي (Preliminary Investigation)	فوري وميداني.	توثيق سريع للأحداث.
تحقيق تفصيلي (Detailed Investigation)	شامل ومنهجي.	تحليل شامل لجميع الأسباب.

وتختلف مستويات التحقيق وفقًا لخطورة الحدث وطبيعته؛ مما يضمن اختيار منهجية التحقيق المناسبة والجهة المسؤولة عن التنفيذ، ويوضح الجدول الآتي أنواع الأحداث ومستوى التحقيق المطلوب لكل منها:

نوع الحدث	مستوى التحقيق	المسؤول
حدث بسيط (Minor Incident)	تحقيق أولي وسريع.	المشرف المباشر.
حدث متوسط (Moderate Incident)	تحقيق إداري رسمي.	قسم (HSE)/ لجنة داخلية.
حدث جسيم (Major Incident)	تحقيق مُوسّع متعدد التخصصات.	لجنة تحقيق عُليا/جهة خارجية.

الأسباب والعوامل المسببة للأحداث
(Incidents Causes and Contributing Factors)

لفهم كيفية وقوع الأحداث وتحليل أسبابها بدقة، من الضروري التعرف على التسلسل الذي يقود إلى الحدث؛ فالأحداث لا تحدث فجأة، بل نتيجة تفاعل عدة عوامل مترابطة تظهر على ثلاثة مستويات رئيسية، وهي الأسباب المباشرة، والأسباب غير المباشرة، والأسباب الجذرية، وفيما يأتي توضيح لكل مستوى منها:

1. **الأسباب المباشرة** (Immediate Causes):

الإضاءة الضعيفة

السبب المباشر هو الذي يحدث مباشرة قبل وقوع الحدث أو الواقعة، وهو السبب الذي أدى مباشرة إلى الحدث غير المخطط وغير المرغوب فيه، ولو أُزيل أو جرى تعديله لكان بالإمكان منع وقوع هذا الحدث غير المرغوب، مثل:

- استخدام الأدوات بطريقة خاطئة.
- تجاوز التعليمات.
- عدم ارتداء معدات الوقاية الشخصية.
- الإضاءة الضعيفة.
- الأسلاك المكشوفة.
- المعدات غير المؤمنة.

2. **الأسباب غير المباشرة** (Underlying Causes):

غياب الصيانة الدورية

هو سبب غير مرئي أو فكرة أساسية تُعد الأهم في تسلسل الأسباب المؤدية للحدث، ورغم أنها ليست واضحة أو يسهل ملاحظتها، إلا أنها تُسهم جوهريا في وقوع الحدث، مثل:

- ضعف الإشراف أو الرقابة.
- نقص التدريب أو الخبرة.
- سوء التخطيط للعمل.
- غياب الصيانة الدورية.

3. الأسباب الجذرية (Root Causes):

السبب الجذري هو السبب الأساسي والعميق المرتبط بالنظام الذي أدى إلى وقوع الحدث أو الواقعة، وهو الذي يُظهر واحدًا أو أكثر من الإخفاقات القابلة للتصحيح داخل النظام، مثل:

- قصور في نظام الإدارة.
- ضعف ثقافة السلامة المؤسسية.
- عدم تطبيق إجراءات التشغيل القياسي (Standard Operating Procedure (SOP)).
- عدم الالتزام بالمعايير، أو السياسات.

طُرق جمع المعلومات (Information Gathering Methods)

عند التحقيق في الأحداث لابد من جمع المعلومات التي تُعد ركيزة التحقيق، ويكون ذلك من خلال الآتي:

1. **الملاحظة المباشرة (Direct Observation):**
   زيارة الموقع وتدوين كل ما يُلاحظ.
2. **المقابلات (Interviews):**
   إجراء مقابلات مع الشهود والعاملين بأسلوب موضوعي وغير اتهامي.
3. **الوثائق والسِّجلات (Records & Documents):** فحص سجلات الصيانة، والتدريب، والتفتيش، وساعات العمل.
4. **الصور والرسومات (Photos & Sketches):**
   تصوير الموقع ورسم تخطيطي لتوضيح العلاقة المكانية بين العناصر.
5. **تحليل العيِّنات (Physical Evidence):**
   جمع الأدوات أو المواد المتسببة للتحليل الفني، مثل: (كابل محترق، أو قطعة معدنية مكسورة).

تحليل الحوادث (Accident Analysis)

التحليل هو الخطوة التي تسمح بفهم تسلسل الأحداث لتحديد سبب الحادث الحقيقي، لذلك يُستخدم نموذج الأسباب المتعددة (Multiple Cause Model) الذي يربط بين العوامل البشرية والتنظيمية والفنية، ويوضح الجدول الآتي أبرز أدوات التحليل المستخدمة في نماذج التحقيق الحديثة، مع شرح مختصر لكل أداة وطريقة تطبيقها:

نموذج الأسباب المتعددة (Multiple Cause Model):

يقوم نموذج الأسباب المتعددة على فكرة أن الحادث لا يحدث نتيجة لسبب واحد فقط، بل نتيجة تفاعل مجموعة من الأسباب التي تشمل أسباب مباشرة، وأسباب غير مباشرة، وأسباب جذرية.

الأداة	الوصف	أمثلة
مخطط عظم السمكة (Fishbone Diagram)	أداة لتحديد الأسباب المحتملة للحادث عبر محاور مختلفة تشمل: الإنسان، والمعدات، والمواد، والبيئة، والإدارة، وتساعد على تنظيم وتحليل الأسباب مرئيًا.	تحليل حادث انزلاق بسبب تسرُّب زيت، أو خطأ بشري عبر تحديد كل محور مؤثر في الحادث، مثل: ضعف الصيانة، أو الإهمال في التنظيف.
تقنية اللِّماذات الخمسة (5 Why's Technique)	أسلوب بسيط للوصول إلى السبب الجذري عبر طرح سؤال «لماذا؟» خمس مرات متتالية حتى الوصول إلى السبب الأساسي غير المباشر.	1. لماذا سقط العامل؟ لأن الأرض مبتلة. 2. لماذا مبتلة؟ بسبب تسرُّب. 3. لماذا حدث التسرُّب؟ لأن الصيانة لم تُنفذ. 4. لماذا لم تنفذ الصيانة؟ بسبب عدم وجود معدَّات الصيانة. 5. لماذا لا توجد معدات صيانة؟ بسبب عدم توفير الإدارة للمعدَّات.
تحليل الحواجز (Barrier Analysis)	أسلوب يفحص ما إذا كانت الحواجز الوقائية (Preventive Barriers) موجودة وفعالة أثناء وقوع الحادث، مثل أنظمة التهوية، أو الحواجز المادية، أو إجراءات الإغلاق.	فحص فاعلية نظام التهوية قبل العمل في مكان مغلق لمعرفة إذا جرى تفعيله وتدقيقه من قبل المشرف المسؤول.

الأداة	الوصف	أمثلة
تحليل شجرة الخطأ (Fault Tree Analysis (FTA))	أداة تحليل منطقية تمثل العلاقة بين الأحداث التي تسببت في وقوع الحادث، وتبدأ من النتيجة النهائية (Top Event)، وتتفرع إلى أسباب فرعية حتى الوصول إلى السبب الجذري.	تحليل حادث انفجار في خزان وقود من خلال تحديد سلسلة من الأحداث (تسرُّب ← اشتعال ← فشل في نظام الأمان).
تحليل شجرة الأحداث (Event Tree Analysis (ETA))	أداة تُستخدم لتوقع النتائج المحتملة بعد وقوع حدث رئيسي، وتُساعد على تحديد مستوى الخطورة والاحتمالات.	تطبيقها على تسرُّب غاز، لمعرفة ما إذا كانت الأنظمة التلقائية، أو استجابة العاملين منعت الحريق أم لا.
مُخطط تدفق السبب والأثر (Cause and Effect Flow Chart)	أسلوب يُستخدم لتوثيق التسلسل الزمني للأحداث التي أدت إلى الحادث تفصيليا، لتوضيح العلاقة بين الفعل والنتيجة.	مراجعة خطة التعامل مع المواد الكيميائية لمعرفة إذا دُرِّب الفريق عليها، وتوثيق ذلك من قبل مسؤول السلامة.
تحليل السبب والمنع (Cause and Prevention Analysis)	أسلوب يُركز على تحديد السبب المباشر، ثم وضع إجراء وقائي دائم لمنع التكرار، وليس فقط العلاج المؤقت.	فحص صلاحية أجهزة قياس الغازات قبل دخول مكان مغلق لمعرفة ما إذا جرت معايرتها، والتأكد من دقتها من قبل الفني المسؤول.
تحليل الخطر والعمل (Job Hazard Analysis (JHA))	أسلوب يحدد المخاطر المحتملة في كل خطوة من خطوات العمل لتجنب وقوع الحوادث قبل حدوثها.	يستخدم في تقييم مهام، مثل: أعمال الرفع، أو اللِّحام لتحديد نقاط الخطر ووضع ضوابط وقائية مسبقة.
تحليل السبب الجذري المتكامل (Comprehensive Root Cause Analysis (RCA))	أسلوب يدمج بين أدوات متعددة مثل (Fishbone) و(5 Whys) و(Barrier Analysis) في نموذج موحد يحدد العلاقة بين الأسباب البشرية، والتقنية، والإدارية.	يستخدم في الحوادث الكبرى التي تتطلب تحقيقًا شاملاً وتوثيقًا رسميًّا ضمن تقارير (ISO 45001).

إعداد تقرير التحقيق (Incident Investigation Report)

تقرير التحقيق ليس مجرد نموذج إداري، بل هو وثيقة رسمية شاملة تمثل خلاصة عملية جمع وتحليل المعلومات بعد الحدث، ويهدف التقرير إلى الآتي:

- توثيق ما حدث بدقة وفق تسلسل زمني.
- تحديد الأسباب المباشرة والجذرية علميًّا.
- اقتراح الإجراءات التصحيحية والوقائية.
- توفير أدلة للامتثال التنظيمي أمام الجهات الرقابية.
- بناء قاعدة بيانات للمؤسسة تُستخدم لتحليل الأحداث وتطوير نظام (HSE).

ولابد للتقرير أن يتّصف بالآتي:

- **الموضوعية** (Objectivity): خالٍ من الاتهامات أو الآراء الشخصية.
- **الدقة** (Accuracy): يعتمد على حقائق موثقة وأدلة حقيقية.
- **الوضوح** (Clarity): مكتوب بلُغة مهنية وسهلة الفهم.
- **التنظيم** (Structure): يحتوي على تسلسل منطقي للأحداث.
- **القابلية للتحليل** (Analytical Value): يُستخدم مرجَعًا لتقييم الأداء، وتحسين السياسات.

مكونات التقرير التفصيلية (Detailed Report Components)

تتضمن تقارير التحقيق في الأحداث مجموعة من العناصر الأساسية التي تضمن وضوح المعلومات ودقة التحليل، وفيما يأتي المكونات التفصيلية التي يجب أن يحتوي عليها أي تقرير تحقيق مكتمل:

1. الصفحة التعريفية (Cover and General Information Page)

يجب أن تحتوي هذه الصفحة على البيانات الأساسية لتسهيل الرجوع إليها لاحقًا، وهي كما يوضحها الجدول الآتي:

العنصر	الوصف
رقم التقرير (Report No)	رقم مرجعي فريد للتقرير وفق نظام الأرشفة المؤسسي.
الوقت والتاريخ (Date & Time)	وقت وتاريخ وقوع الحدث بدقة (بالتاريخ الميلادي/الهجري عند الحاجة).
الموقع (Location)	الموقع الجغرافي أو القسم الذي حدث فيه الحدث (ورشة، أو مختبر، أو موقع خارجي).
نوع الحدث (Type of Incident)	مثل: تسرب كيميائي، أو انزلاق.
اسم المُبلِّغ (Reported by)	اسم الشخص الذي أبلغ عن الحدث ووظيفته.
المشرف المسؤول (Supervisor in Charge)	اسم المشرف المسؤول وقت وقوع الحدث.

2. الوصف الزمني للحدث (Chronological Description of the Incident)

يجب أن يتضمن تسلسلًا زمنيًّا دقيقًا للأحداث كالآتي:

- ما الذي كان يُفعل قبل الحدث مباشرة؟
- كيف بدأ الحدث؟
- ما الذي حدث بعده مباشرة؟
- كيف جرى التعامل معه في اللحظات الأولى؟

3. الأشخاص المعنيون والشهود (People Involved and Witnesses)

تُذكر أسماء جميع الأطراف ذات العلاقة كالآتي:

- المصاب (إن وُجد)، والوظيفة، والقسم.
- زملاء العمل الذين شاهدوا الواقعة.
- المشرف أو المدرب الموجود أثناء الحادث.
- أسماء المشاركين في التعامل الفوري، أو الإسعاف.

4. الصور والرسومات التوضيحية (Photographs and Sketches)

- تُرفق صور واضحة من زوايا متعددة للموقع والمعدَّات المتضررة.
- يُرسم مخطط مبسط يوضح موقع الحادث واتجاه الحركة.
- تُضاف أسهم وأرقام إشارة (Labels) لتوضيح تفاصيل الصورة.
- يجب أن تتضمن الصور تاريخًا رقميًّا.

5. تحليل الأسباب (Cause Analysis)

تُذكر كل الأسباب التي أدت إلى الحدث بالتسلسل الآتي:

1. **الأسباب المباشرة:**
   العوامل، أو التصرفات التي أدت مباشرة إلى وقوع الحدث.
2. **الأسباب غير المباشرة (Contributing Causes):**
   ظروف بيئية، أو تنظيمية أسهمت في الحدث.
3. **الأسباب الجذرية (Root Causes):**
   الخلل الأساسي في النظام، أو الإدارة أو التدريب.

6. الإجراءات المتخذة فورًا (Immediate Actions Taken)

- الإسعافات الأولية التي قُدمت.
- إيقاف المعدَّات أو المصادر الخطرة.
- إبلاغ الجهات المعنية (طاقم العمل، ومشرف العمال، ومسؤول HSE).
- تنظيف الموقع، أو عزله بأمان.

7. التوصيات وخطة العمل (Recommendations and Action Plan)

أ. **التوصيات (Recommendations):**

في نهاية التقرير لابد من ذكر التوصيات المبنية على تقرير التحقيق، مثل:

- تركيب إنذارات أو أجهزة استشعار إضافية.
- تدريب العاملين على مخاطر مشابهة.
- مراجعة سياسة التفتيش والنظافة.

ب. **خطة العمل (Action Plan):**

بناء على التقرير والتوصيات توضع خطة عمل تصحيحية، مثل:

الإجراء	المسؤول	المدة الزمنية	المخرجات المتوقعة
تركيب سجادات مانعة للانزلاق	قسم الصيانة	أسبوع	تقليل حوادث الانزلاق بنسبة (80%).
تدريب إضافي على تنظيم ونظافة مواقع العمل	مسؤول السلامة	أسبوعان	رفع الوعي الإجرائي للعاملين.
تحديث إجراء النظافة (SOP)	قسم إدارة الجودة	شهر	توحيد آليات المتابعة والتفتيش.

8. التواقيع والمصادقات (Signatures and Approvals)

- توقيع مُعِد التقرير (Investigator).
- توقيع المشرف العام.
- توقيع مسؤول HSE.
- اعتماد الإدارة العُليا.

9. المرفقات (Attachments):

- صور الموقع.
- رسومات تخطيطية.
- إفادات الشهود.
- تقارير الإسعافات الأولية.
- نتائج تحليل العينات (إن وجدت).
- استمارات الإجراءات التصحيحية والوقائية (Corrective and Preventive Action (CAPA)).

توثيق وحفظ سجلات الحوادث والأحداث

(Incident and Accident Documentation and Record Keeping)

يُعدّ التوثيق وحفظ السجلات لتقارير الحوادث عنصرين أساسيين في نظام إدارة (HSE)، ولا يقتصر التوثيق على إعداد تقرير مكتوب، بل هو عملية منهجية تشمل جمع المعلومات، ومراجعتها، واعتمادها، ثم بعد ذلك أرشفتها؛ لضمان جاهزيتها عند الحاجة.

ويوضح الجدول الآتي أهمية التوثيق وحفظ السجلات في تقارير الحوادث والأحداث:

الغرض	الشرح	مثال
الامتثال القانوني (Legal Compliance)	الالتزام بمتطلبات الجهات التنظيمية، مثل وزارة العمل، والمعيار (ISO 45001) التي تشترط الاحتفاظ بتقارير الحوادث لفترة زمنية محددة.	الاحتفاظ بتقرير الحادث لمدة (5) سنوات.
تحسين السلامة (Safety Improvement)	تحليل البيانات التاريخية لاكتشاف الأنماط المتكررة للأخطاء، وتطوير الإجراءات الوقائية.	بعد مراجعة السجلات، تبين أن أغلب الحوادث تقع أثناء النقل الداخلي، إذا لابد من تحديث سياسة قيادة المركبات.
التحقيق والتحليل (Investigation and Analysis)	تزويد فريق التحقيق بالمعلومات الدقيقة لتحديد الأسباب الجذرية.	الاطلاع على سجل صيانة المعدات لتحديد ما إذا كان الخلل تقنيًا، أو سلوكيًّا.
إثبات الالتزام والمسؤولية (Accountability and Transparency)	يُظهر مدى التزام المؤسسة بالإجراءات الوقائية.	تقديم السجلات أثناء التدقيق، أو دليلا على الالتزام.
الدعم القانوني (Legal Protection)	تُستخدم السجلات أدلةً في حال حدوث نزاع قانوني، أو مطالبة تأمينية.	تقرير الحادث يثبت أن العامل تلقى تدريب السلامة قبل الحادث.
التقييم المستمر (Continuous Evaluation)	المراجعة الدورية للسجلات لتحسين الأداء المؤسسي.	مقارنة معدل الحوادث السنوي لتقييم فاعلية البرامج التدريبية.

مسؤوليات الموظفين والإدارة (Roles and Responsibilities)

يوضح الجدول الآتي مسؤوليات الموظفين والإدارة في التوثيق:

العامل /المتدرب	الإبلاغ عن الحوادث، وتعبئة النموذج الأولي بدقة.
المشرف (Supervisor)	مراجعة صحة البيانات، واعتماد التقارير قبل الإرسال.
مسؤول الصحة والسلامة (HSE Officer)	حفظ السجلات، ومتابعة الإجراءات التصحيحية.
الإدارة العُليا (Management)	تخصيص الموارد لتطوير نظام السجلات ومتابعة الأداء.

أنواع الوثائق والسجلات في الإبلاغ عن الحوادث (Types of Documents and Records Used for Accident Reporting)

عند توثيق الحوادث تُستخدم أنواع مختلفة من الوثائق والسجلات في الإبلاغ عن الحوادث، وهي كالآتي:

النوع	الوصف	الجهة المسؤولة
نموذج الإبلاغ الأولي (Initial Incident Report Form)	يُستخدم للإبلاغ الفوري عن الحادث متضمنًا الوقت والمكان والإجراء الأولي.	الشاهد/المشرف المباشر.
تقرير التحقيق (Accident Investigation Report)	وثيقة تحليل الأسباب المباشرة والجذرية والإجراءات التصحيحية.	مسؤول HSE/ لجنة التحقيق.
سجل الإسعافات الأولية (First Aid Log)	يُسجل جميع الحالات التي تلقت علاجًا أوليًا في الموقع.	قسم الطب المهني أو المشرف الصحي.
سجل التدريب على السلامة (Safety Training Record)	يوضح أسماء العاملين الذين تلقوا تدريبات متعلقة بالسلامة.	قسم التدريب/الموارد البشرية.
سجل الصيانة الدورية (Maintenance Log)	يتضمن مواعيد وتفاصيل الصيانة للمعدَّات لتحديد الأعطال.	القسم الفني/الهندسي.
سجل الحوادث الوشيكة (Near Miss Log)	يُسجل الأحداث التي كادت أن تؤدي إلى حادث حقيقي.	مسؤولو (HSE) والمشرفون.

النوع	الوصف	الجهة المسؤولة
سجل التصحيحات (Corrective Action Register)	يتتبع تنفيذ التوصيات بعد كل حادث أو تدقيق.	الإدارة/فريق (HSE).
نماذج الشهود (Witness Statements)	إفادات الأفراد الذين شهدوا الحادث.	فريق التحقيق.
تقارير الطوارئ (Emergency Response Reports)	تُوثق حالات الإخلاء، أو الحرائق، أو الاستجابات الطارئة.	فريق الطوارئ/ فريق (HSE).

أفضل الممارسات في التوثيق (Best Practices in Documentation)

عند التوثيق لابد من اتباع التعليمات الآتية:

1. **الدقة والوضوح (Accuracy & Clarity):**
   يُراعى تسجيل الحقائق دون مبالغة أو حذف، مع تجنُّب التقديرات غير المؤكدة، أو العبارات العامة.
2. **التوقيت المناسب (Timeliness):**
   يُفضّل إعداد التقرير فور وقوع الحادث، أو خلال (24) ساعة إلى حد أقصى؛ لضمان دقة المعلومات وموثوقيتها.
3. **استخدام النماذج الموحدة (Standardized Forms):**
   تُستخدم النماذج الرسمية الموحدة؛ لضمان الاتساق في أسلوب التقارير وسهولة مراجعتها وتدقيقها من قبل الجهات المختصة.
4. **المراجعة والتوقيع (Verification and Approval):**
   تخضع جميع التقارير للمراجعة من قبل المشرف المباشر ومسؤول الصحة والسلامة قبل أرشفتها، أو اعتمادها رسميًّا.

طرق توثيق موقع الحادث
(Methods of Documenting the Accident Scene)

يُعد توثيق موقع الحادث خطوة أساسية في عملية التحقيق والتحليل، فهو يساعد على تسجيل جميع الأدلة والملحوظات قبل أن تتغير أو تختفي، وكلما كان التوثيق دقيقًا ومنظمًا، زادت دقة التحقيق وسهولة تحديد الأسباب الحقيقية للحادث، وتُستخدم عدة طُرق للتوثيق حسب نوع الحادث وطبيعة الموقع، وتشمل ما يأتي:

1. التصوير الفوتوغرافي (Photography Documentation):

- التقاط صور عامة للموقع تُظهر المشهد الكامل.
- أخذ لقطات قريبة للتفاصيل المهمة، مثل الأدوات، والبقع، والأضرار، ومواقع الأشخاص.
- يفضّل استخدام كاميرا رقمية تحتوي على تاريخ وتوقيت تلقائي.
- ترتيب الصور زمنيًا مع كتابة ملحوظات توضح ما جرى تصويره.

- **مثال:**

تصوير لوحة كهربائية محترقة تُظهر نقطة البداية للاشتعال، وصورة أخرى من زاوية بعيدة لتوضيح موقعها.

2. الرسم التخطيطي (Sketching the Scene):

- رسم خريطة مبسطة لموقع الحادث تُظهر الآتي:
  - اتجاه الحركة.
  - موقع المصاب.
  - المعدَّات أو الآلات المستخدمة.
  - مواقع الدخول والخروج.
- استخدام الأبعاد التقديرية لتوضيح المسافات بين العناصر.

- **مثال:**

رسم يوضح مكان سقوط عامل في الورشة، مع تحديد المسافة بين السُّلَّم وموضع السقوط وخط سير العامل.

3. **الملحوظات الكتابية** (Written Notes):

- كتابة وصف شامل لما لوحظ في الموقع فورًا بعد الحادث، حيث تُعد هذه الملحوظات أساسًا للتقرير النهائي، ويشمل ذلك الآتي:
  - الوقت والتاريخ.
  - الحالة الجوية والإضاءة.
  - الروائح أو الأصوات غير المعتادة.
  - أسماء الحاضرين، أو الشهود.

4. **جمع الأدلة المادية** (Physical Evidence Collection):

- الاحتفاظ بالأدوات أو القِطَع التالفة في أكياس مُعَنونة ومختومة.
- استخدام قفازات؛ لتجنُّب التلوث، أو نقل البصمات.
- وضع بطاقة تعريفية لكل دليل (الرقم، والوصف، والموقع).
- تسليم الأدلة رسميًّا لفريق التحقيق مع سجل استلام.
- **مثال:**

جمع أجزاء من حبل منقطع في موقع رفع حمولة وإرساله للتحليل لمعرفة سبب القطع.

5. **الفيديو أو التسجيل الصوتي** (Video/Audio Recording):

- الاستفادة من تسجيلات كاميرات المراقبة (CCTV) المتوفرة في الموقع كجزء من توثيق موقع الحادث.
- تسجيل مقاطع فيديو قصيرة تُظهر المشهد الكامل والحركة داخل الموقع.
- يمكن تسجيل شهادات الشهود صوتيًّا فور وقوع الحادث لتوثيق أقوالهم بدقة.

6. **النماذج الرقمية والتقارير الإلكترونية** (Digital Documentation):

- استخدام تطبيقات وأنظمة إدارة الحوادث.
- إدخال البيانات والصور والملحوظات مباشرة في النظام الإلكتروني.
- تُمكن هذه الأنظمة من حفظ السجلات بأمان وتُسهل الوصول.

شروط حفظ السجلات (Record Retention Requirements)

توجد هناك الكثير من الشروط لحفظ السجلات تعتمد تفاصيلها على المؤسسة وارتباطها بالمؤسسات الأخرى والقوانين التي تتبعها، وتشترك كل المؤسسات في النقاط الرئيسية الآتية:

1. **المدة الزمنية (Retention Period):**
تُحدد حسب نوع السجل، وغالبًا تتراوح بين (3) إلى (10) سنوات أو أكثر في القضايا القانونية.
2. **السِّرِّية وحماية البيانات (Confidentiality & Data Protection):**
تُحفظ السِّجلات في أماكن آمنة ومحدودة الوصول، مع الالتزام الكامل بسياسات حماية البيانات للحفاظ على خصوصية الأفراد.
3. **سهولة الوصول (Accessibility):**
يجب أن تكون السجلات متاحة فقط للمخولين من فرق (HSE) والإدارة.
4. **سلامة البيانات (Data Integrity):**
يُمنع تعديل، أو حذف أي سِجل دون إذن رسمي.
5. **النسخ الاحتياطي (Backup):**
يُنشأ نظام نسخ احتياطي دوري للسجلات الإلكترونية في خوادم آمنة.
6. **التحول الرقمي (Digital Record Keeping):**
يُوصى بالاعتماد على الأنظمة الإلكترونية في حفظ السجلات وإدارتها؛ لتسهيل عملية البحث والاسترجاع، وتحسين كفاءة التتبع والتحليل.

طُرق حفظ السجلات (Methods of Record Keeping)

توجد عدة طُرق لحفظ سجلات ووثائق الأحداث كالآتي:

1. **الحفظ الورقي** (Paper-Based System):
   - حفظ الملفات في خزائن معدنية مقاومة للحريق.
   - تصنيفها حسب السنة أو نوع الحادث.
   - استخدام رموز مرجعية (Reference Codes) لكل تقرير.
   - **مثال:**

ملف بعنوان (07/HSE/INC/2025) يرمز إلى حادثة (HSE) في يوليو (2025).

2. **الحفظ الإلكتروني** (Digital or Electronic System):
   - استخدام أنظمة إدارة إلكترونية.
   - رفع الوثائق في منصة إلكترونية، وتأمينها بكلمة مرور.
   - تسهيل البحث باستخدام خاصية الفهرسة (Indexing) والكلمات المفتاحية.
   - **مثال:**

إدخال تقرير الحادث على النظام الإلكتروني، وإرفاق الصور ة والملحوظات، وربط التقرير بتقرير الصيانة.

3. **الحفظ الهجين** (Hybrid System):
   - الجمع بين الحفظ الورقي والرقمي؛ لضمان المرونة والنسخ الاحتياطي.
   - تُحفظ النسخ الإلكترونية للرجوع السريع، والنُّسخ الورقية للأرشفة القانونية طويلة المدى.

تنظيم السِّجلات (Record Organization)

يوضح الجدول الآتي طرق تنظيم السِّجلات:

العنصر التنظيمي	الوصف
الترقيم (Numbering System)	استخدام رمز فريد لكل حادث لتسهيل التتبع.
الفهرسة (Indexing)	تنظيم السجلات حسب السنة، أو نوع الحادث، أو الموقع.
نظام الوصول (Access Control)	تحديد من يمكنه الاطلاع أو التعديل على الملفات.
المتابعة والتدقيق (Audit and Review)	المراجعة الدورية للتأكد من اكتمال السجلات وصحتها.

أسئلة الوحدة

1. عرّف إدارة الصحة والسلامة والبيئة، واذكر الهدف الأساسي منها في بيئة العمل.
2. ما الفرق بين الأخطار والمخاطر مع تقديم مثال واحد من الورشة.
3. اشرح دور المشرف في تطبيق إجراءات الصحة والسلامة داخل الورش المهنية.
4. ما المقصود بثقافة الصحة والسلامة المهنية؟
5. اذكر مثالًا لسلوك إيجابي يعزز ثقافة السلامة داخل بيئة العمل.
6. كيف يمكن أن يسهم الطالب في تحسين ثقافة السلامة داخل الورشة؟
7. ما الفرق بين الحدث والحادث؟
8. ما المقصود بالحادث الوشيك ، ولماذا يُعد الإبلاغ عنه مهمًّا؟
9. صنّف حادثًا بسيطًا وحادثًا شديدًا مع ذكر سبب لتصنيف كل منهما.
10. اذكر ثلاثة أنواع شائعة من الحوادث التي قد تحدث في ورش التعليم المهني.
11. ما الآثار المباشرة للحوادث على الأفراد أو المعدات؟
12. ما الآثار غير المباشرة للحوادث على المؤسسة أو وقت الإنجاز؟
13. لماذا يُعد الإبلاغ المبكر عن الحوادث جزءًا أساسيًّا من نظام السلامة؟
14. ما المعلومات الرئيسية التي يجب تضمينها في تقرير الحادث؟
15. ما مسؤولية العامل، أو الطالب عند وقوع حادث داخل الورشة؟
16. لماذا يجب عدم تحريك الأشياء في موقع الحادث قبل اكتمال إجراءات التحقيق؟
17. ما أهمية الاحتفاظ بسجلات وتقارير الحوادث لفترة زمنية محددة؟
18. اذكر نوعين من السجلات التي تُستخدَم في التوثيق داخل نظام (HSE).
19. ما الهدف من التحقيق في الحوادث داخل الورشة؟
20. اذكر مثالًا لسبب مباشر، ومثالًا لسبب جذري لحادث معين.
21. كيف يمكن أن تُسهم الإجراءات التصحيحية والوقائية في منع تكرار الحوادث مستقبلًا؟

الوحدة الثانية

المواد الخطِرة

Hazardous Substances

محتويات الوحدة الثانية

الدرس الأول

المواد الكيميائية ومخاطرها

(Chemical Substances and their Risks) 52

الدرس الثاني

تصنيف المواد الكيميائية وترميزها

(Classification and Labeling of Chemicals) 62

الدرس الثالث

صحيفة بيانات السلامة الكيميائية

(Safety Data Sheet (SDS)) 67

الدرس الرابع

نظام التحكم في المواد الخطِرة على الصحة

(Control of Substances Hazardous to Health (COSHH)) 75

الدرس الخامس

التعامل الآمن مع المواد الكيميائية

(Safe Chemical Handling) 81

الدرس السادس

بيان طريقة العمل الآمنة

(Safe Work Method Statement (SWMS)) 95

الدرس السابع

تنظيم ونظافة مواقع العمل

(Housekeeping) 104

الدرس الثامن

إدارة النفايات الخطِرة

(Hazardous Waste Management) 111

أسئلة الوحدة 116

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يُطبّق قواعد الصحة والسلامة المهنية في الورش التدريبية.
- يعرّف مفهوم المواد الكيميائية، وأنواعها، وخصائصها في بيئات العمل المختلفة.
- يشرح طرق دخول المواد الكيميائية إلى الجسم، وتأثيراتها الصحية الحادة والمزمنة.
- يُميز بين أنواع المخاطر الكيميائية المرتبطة بالمواد الكيميائية.
- يُفسر حدود التعرض الكيميائي، وأثرها في سلامة العاملين.
- يتعرف تصنيف المواد الكيميائية وترميزها وفق نظام التصنيف والترميز العالمي.
- يتعرّف دلالات الرموز التحذيرية.
- يُحلل ملصقات المواد الكيميائية.
- يعرّف صحيفة بيانات السلامة الكيميائية وأهميتها.
- يحدد المعلومات الأساسية الموجودة في صحيفة بيانات السلامة الكيميائية.
- يتعرّف المعلومات المتعلقة بالسلامة والوقاية.
- يشرح خطوات طلب المواد الكيميائية والإجراءات الواجب اتباعها قبل وأثناء وبعد الاستلام.
- يطبّق إجراءات النقل الآمن للمواد الكيميائية باستخدام وسائل الحماية المناسبة.
- يتعرّف تصنيفات المواد وخصائصها.
- يطبّق إرشادات التعامل الآمن مع المواد الكيميائية عمليًّا.
- يشرح مفهوم بيان طريقة العمل الآمنة، وأهميته.
- يحدد المكوّنات الأساسية لبيان طريقة العمل الآمنة.
- يحلل مهمة عمل إلى خطوات لتحديد المخاطر وتقدير مستويات خطورتها.
- يوضح أهمية تنظيم ونظافة موقع العمل.
- يشرح منهجية (S5) وخطواتها الخمس، ودورها في رفع الكفاءة والسلامة.
- يطبق مبادئ تنظيم مكان العمل.
- يقيّم مستوى التنظيم في موقع ما باستخدام قائمة فحص التنظيم والترتيب في بيئة العمل.
- يعرّف النفايات الخطِرة وأنواعها ومخاطرها على الإنسان والبيئة.
- يوضح أهم اللوائح الوطنية والدولية المنظمة لإدارة النفايات الخطِرة.
- يشرح خطوات إدارة النفايات الخطِرة من الفرز حتى التخلص النهائي.

ملخص الوحدة

تُركز هذه الوحدة على تعريف الطلبة بالمواد الخطِرة، وأنواعها، وخصائصها، وتوضّح طُرق دخول المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان والعوامل المرتبطة بها، وتُبيّن المخاطر والآثار الصحية والبيئية التي يمكن أن تنتج عن التعرُّض لها سواء على المدى القصير أو الطويل، بالإضافة إلى ذلك، يتعلم الطلبة كيفية قراءة صحيفة بيانات السلامة وفهم المعلومات الأساسية التي تحتويها، مثل: درجة الخُطورة، وإجراءات الوقاية، وطرق التخزين السليم.

وفي الجانب التطبيقي، يتعرف الطلبة خطوات التعامل الآمن مع المواد الخطِرة بدءًا من استلامها وتخزينها حتى استخدامها والتخلص من نفاياتها بطريقة آمنة تحافظ على صحة الأفراد والبيئة، ويتعلم الطلبة تفسير الرموز والإشارات التحذيرية الموجودة على العُبوات الكيميائية وكيفية الاستجابة السليمة لها.

المواد الكيميائية ومخاطرها

(Chemical Substances and their Risks)

تُعد المواد الكيميائية أحد الركائز الأساسية في التطور الصناعي والعلمي والتقني، إذ تؤدي دورًا محوريًّا في مجالات متعددة تشمل الصناعة، والزراعة، والتعليم، والرعاية الصحية، وعلى الرغم من الفوائد الواسعة لاستخدامها، فإن سوء إدارتها قد يؤدي إلى مخاطر صحية وبيئية جسيمة.

مواد كيميائية خطِرة تحمل إشارات تحذيرية

وفقًا لتقديرات منظمة العمل الدولية (International Labour Organization (ILO))، يتعرض أكثر من مليار عامل حول العالم بانتظام لمواد كيميائية خطِرة في أماكن عملهم، مثل: الأبخرة، والغبار، والغازات، والملوثات الصناعية، وتُشير الإحصاءات العالمية إلى أن التعرض المهني للمواد الكيميائية يتسبب في ما يزيد عن (370) ألف حالة وفاة مُبكرة سنويًّا، وفي تقرير مشترك بين منظمة الصحة العالمية (World Health Organization (WHO)) ومنظمة العمل الدولية (ILO) حول تقديرات الوفيات المهنية (2021)، أُشير إلى أن ما يقارب (1.9) مليون وفاة تُسجَّل سنويًّا على مستوى العالم بسبب الأمراض والإصابات المهنية، وتشمل نسبةٌ معتبرة منها حالاتٍ ناجمة عن التعرض المهني للمواد الكيميائية.

المواد الكيميائية (Chemical Substances):

هي مواد تتكوّن من عناصر مختلفة، ويمكن أن تكون صلبة أو سائلة أو غازية، نستخدمها في حياتنا اليومية وفي الصناعة، وبعضها آمن وبعضها قد يكون خطيرًا إذا استُخدم بطريقة غير صحيحة.

ويتبين من الإحصائيات السابقة أن الحوادث الناتجة عن المواد الكيميائية تتطلب تعزيز إجراءات السلامة الكيميائية، كون هذه المواد منتشرة في مختلف جوانب الحياة اليومية؛ مما يجعل الالتزام بوسائل الوقاية والتعامل الآمن ضرورة لضمان حماية الأفراد والبيئة، وتستند مفاهيم السلامة الكيميائية إلى مجموعة من الأسس العلمية والتقنية المتكاملة، من أبرزها ما يأتي:

- **علم السُّموم (Toxicology):**
  دراسة تأثير المواد الكيميائية في الكائنات الحية.
- **علم السُّموم البيئية (Ecotoxicology):**
  دراسة تأثير الملوثات الكيميائية في النظم البيئية.

التعامل مع المواد الكيميائية

دخول المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان
(Chemical Entry to Human Body)

يُعد دخول المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان من أهم المفاهيم في مجال السلامة والصحة المهنية، إذ تُساعد معرفة طُرق دخولها على فهم كيفية انتقال المواد الكيميائية إلى داخل الجسم، وتأثيرها في أعضائه ووظائفه الحيوية، وتعتمد درجة خُطورة المواد الكيميائية على الآتي:

- **التركيب الكيميائي للمادة** (Chemical Composition of the Substance):
فتركيبها الكيميائي يحدد درجة سُميتها، وتفاعلها مع غيرها.
- **تركيز المادة الكيميائية** (Chemical Concentration):
كلّما زاد تركيز المادة الكيميائية زادت خطورتها وتأثيرها في جسم الإنسان.
- **طريقة التعرُّض** (Exposure Method):
سواء كان عن طريق الاستنشاق، أو الملامسة الجلدية أو الابتلاع.
- **مدة التعرُّض للمادة الكيميائية** (Duration of Exposure):
فالتعرُّض لمدة زمنية قصيرة بتركيز مرتفع قد يسبب تأثيرات حادة (Acute Effects)، بينما يؤدي التعرُّض الطويل أو المتكرر حتى لتركيز منخفض إلى تأثيرات مزمنة (Chronic Effects)، مثل: أمراض الكبد، أو الأعصاب.
- **طبيعة بيئة العمل** (Work Environment):
تُؤثر ظروف بيئة العمل في مدى انتشار المواد الكيميائية وتأثيرها؛ ففي الأماكن المغلقة ضعيفة التهوية، تتراكم الأبخرة والغازات بسرعة؛ مما يزيد من خطر التسمم، أو الاشتعال، وتؤدي درجة الحرارة والرطوبة دورًا في سرعة تبخر المواد وانتشارها في الجو.
- **معدَّات الحماية الشخصية** (Personal Protective Equipment (PPE)):
مدى استخدام العاملين لمعدَّات الوقاية الشخصية.

درجة خطورة المواد الكيميائية
(Degree of Chemical Hazard):
مستوى الأذى أو التأثير الضار الذي يمكن أن تُحدثه المادة الكيميائية في صحة الإنسان، أو البيئة عند التعرُّض لها.

التأثيرات الحادة
(Acute Effects):
هي التأثيرات الصحية التي تظهر بسرعة بعد التعرُّض لمادة خطرة، وغالبًا خلال دقائق أو ساعات، مثل التسمم أو التهيّج أو فقدان الوعي.

التأثيرات المزمنة
(Chronic Effects):
هي التأثيرات الصحية التي تتطور ببطء نتيجة التعرُّض المتكرر أو الطويل الأمد لمادة خطرة، وقد تظهر بعد أسابيع أو أشهر أو حتى سنوات، مثل: أمراض الجهاز التنفسي، أو السرطان.

وتُشير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2023) إلى أن أكثر من (30%) من الإصابات المهنية في القطاعات الصناعية ترتبط بالتعرض غير المباشر للمواد الكيميائية عبر أحد هذه الطُرق، ويوضح الجدول الآتي طُرق دخول المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان وأعراضها:

الاستنشاق (Inhalation)

الوصف	يُعدّ أكثر المسارات شُيوعًا، حيث تدخل الأبخرة، أو الغازات، أو الجُسيمات الدقيقة إلى الرئتين، ثم إلى مجرى الدم، مُسببة تهيجًا، أو تلفًا في الأنسجة.
الأعراض	الصداع، والدوار، وضيق في التنفس، وتهيُّج الأنف والعينين والحلق، وفقدان التركيز.
أمثلة	استنشاق أبخرة المذيبات، أو غاز الكلور، أو غبار الإسمنت.

الامتصاص عبر الجلد أو العينين (Skin Absorption/Eye Contact)

الوصف	تخترق بعض المواد الجلد، أو الأغشية المخاطية للعين وتصل إلى الدم، مُسببة تفاعلات موضعية، أو تأثيرات سُمّية.
الأعراض	احمرار، أو حروق، أو حكة، أو التهاب، أو فقاعات جلدية، أو تهيج العين، أو تشوش الرؤية.
أمثلة	ملامسة الأحماض أو القلويات المركزة، أو المذيبات العضوية.

الابتلاع (Ingestion)

الوصف	يحدث عند تناول طعام، أو شراب ملوث بالمواد الكيميائية، أو لمس الفم بالأيدي الملوثة أثناء العمل.
الأعراض	غثيان، وقيء، وألم في البطن، ودوار، وفقدان الوعي في الحالات الشديدة.
أمثلة	الابتلاع العرضي لبقايا المبيدات، أو المذيبات، أو المواد الأكّالة.

الحقن العرضي (Accidental Injection)

الوصف	دخول المواد الكيميائية إلى الجسم نتيجة وخز الجلد بأدوات حادة ملوثة، أو زجاج مكسور.
الأعراض	ألم أو احمرار في موقع الوخز، وتورم، والتهاب، وأعراض تسمُّم عام إذا وصلت المادة إلى الدم.
أمثلة	وخز إبرة ملوثة في المختبر، أو تسرُّب مادة أثناء أخذ عينة.

طُرق دخول المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان

المخاطر المرتبطة بالمواد الكيميائية
(Risks Associated with Chemicals)

تنبع خُطورة المواد الكيميائية من خصائصها الفيزيائية والكيميائية، ومن طريقة تعامُل الإنسان معها؛ فبعض المواد قد تكون سامة، أو قابلة للاشتعال، أو متفاعلة مع غيرها، بينما قد تؤدي أخرى إلى تلوث طويل الأمد في الهواء، أو المياه، أو التربة، وفيما يأتي أنواع المخاطر المرتبطة بالمواد الكيميائية:

نوع المخاطر	الوصف	أمثلة
المخاطر الصحية (Health Risks)	تنشأ عن تعرُّض جسم الإنسان إلى المواد الكيميائية تعرضًا فوريا أو تراكميا؛ مما يؤدي إلى تأثيرات صحية، مثل: التسمُّم، أو تهيُّج الجلد والعينين والجهاز التنفسي، أو التأثير في الأعضاء الحيوية.	الغازات السامة (الكلور)، والمذيبات العضوية (الزيلين)، والمواد المسرطنة (البنزين).
المخاطر الفيزيائية (Physical Risks)	ترتبط بالخصائص الفيزيائية للمادة، مثل: القابلية للاشتعال، أو الانفجار، أو التفاعل مع مواد أخرى؛ مما قد يؤدي إلى حوادث خطيرة.	الإيثانول، والنترات، وفوق الأكاسيد.
المخاطر البيئية (Environmental Risks)	تنتج عن تسرُّب المواد الكيميائية إلى الهواء، أو المياه، أو التربة، مُسببة تلوثًا يؤثر في الكائنات الحية والنُّظم البيئية.	مبيدات الآفات الزراعية، والمعادن الثقيلة (الزئبق، والرصاص)، والنفايات الصناعية.
المخاطر التشغيلية والإدارية (Operational and Managerial Risks)	تظهر نتيجة غياب اللوائح التنظيمية، أو ضعف الرقابة، أو نقص تدريب العاملين على أساليب السلامة والتعامل الآمن.	غياب صحيفة بيانات السلامة (SDS)، وتخزين المواد المتفاعلة معًا، والاستخدام الخاطئ لمعدَّات الوقاية الشخصية.
المخاطر النفسية والاجتماعية (Psychosocial Risks)	تنجم عن التوتر أو الضغط النفسي في بيئات العمل عالية الخُطورة؛ مما يؤدي إلى ضعف التركيز وزيادة احتمالية الحوادث.	الضغط المهني في المختبرات، والخوف من التعرُّض، وبيئة العمل غير الآمنة.

ويوضح الجدول الآتي التأثيرات الصحية في جسم الإنسان حسب نوع المادة الكيميائية:

نوع المادة الكيميائية	أمثلة	التأثير على الجسم
الأحماض القوية	حمض الكبريتيك، وحمض الهيدروكلوريك.	تآكل الجلد والعينين.
القواعد القوية	هيدروكسيد الصوديوم، والأمونيا.	حروق شديدة، وتمزق الأنسجة.
المذيبات العضوية	الأسيتون، والتولوين.	تسبب تهيجا للجلد وتأثيرات عصبية.
الغازات السامة	الكلور، وكبريتيد الهيدروجين.	الاختناق، والتسمم.
المواد المؤكسدة	بيروكسيد الهيدروجين، والنترات.	تفاعل وانفجار عند الملامسة.
السوائل القابلة للاشتعال	الإيثانول، والبنزين.	مخاطر الحريق والانفجار.

معدَّات السلامة والطوارئ الخاصة بالمواد الكيميائية في موقع العمل
(Site Chemicals Safety and Emergency Equipment)

نظرًا لارتباط المواد الكيميائية بالعديد من المخاطر في مواقع العمل، فإن الالتزام بارتداء معدَّات الوقاية الشخصية (PPE) يُعد ضروريًّا لحماية العاملين من هذه المخاطر، وتتضمن مواقع العمل العديد من معدَّات الطوارئ المخصصة للتعامل مع الحوادث الكيميائية، مثل: الانسكابات، أو الحروق، أو التعرُّض المباشر للمواد، وتهدف هذه المعدَّات إلى حماية العاملين، وتقليل الأضرار الناتجة عن أي حادث كيميائي.

- **أنواع معدَّات الوقاية الشخصية الكيميائية (Types of Chemical PPE):**

يوضح الجدول الآتي تصنيف معدَّات الوقاية الشخصية الكيميائية حسب الغرض منها:

الفئة	المعدَّات	الهدف
حماية العينين والوجه	تشمل نظارات السلامة، ونظارات الرش الكيميائي، ودروع الوجه، ويجب أن تلتزم بالمعيار (ANSI Z87.1).	حماية العينين والوجه من الرش، والأبخرة، والشظايا، والانفجارات الكيميائية.
حماية اليدين	القفازات المصنوعة من مواد مختلفة، مثل: النيتريل، واللاتكس، والنيوبرين.	تجنُّب التلامس المباشر مع الأحماض، والقواعد، والمذيبات العضوية.
حماية الجسم	والبدلات الواقية الكاملة المصنوعة من مواد مقاومة للنفاذية الكيميائية.	حماية الجلد والملابس من الانسكابات، أو الرش المباشر.
حماية الجهاز التنفسي	الأقنعة، والمرشحات الكيميائية، وأجهزة التنفس المزودة بالهواء.	حماية الجهاز التنفسي من الأبخرة، والغازات، والجزيئات السامة.
حماية السمع	سدَّادات الأذن (Ear Plugs)، أو سماعات الأذن (Ear Muffs).	تقليل تأثير الضوضاء الناتجة عن الأجهزة الكيميائية أو التهوية.
حماية القدمين	الأحذية الواقية المقاومة للانزلاق والتآكل، والمصنوعة من مواد غير نافذة.	منع انسكاب المواد على القدم، أو التعرُّض للانزلاق في المختبر.

■ معدَّات الطوارئ الخاصة بالمواد الكيميائية (Chemical Emergency Equipment):

يوضح الجدول الآتي معدَّات الطوارئ في مواقع العمل المخصصة للتعامل مع الحوادث الكيميائية:

المعدَّة	الغرض من الاستخدام
محطة غسيل العيون (Eye Wash Station)	تُستخدم عند دخول مادة كيميائية إلى العين، حيث توفر تدفقًا مستمرًّا من الماء لغسل العينين لمدة لا تقل عن (15) دقيقة.
دش الطوارئ (Safety Shower)	يُستخدم عند انسكاب مادة كيميائية على الجسم، للمساعدة في إزالة المادة بسرعة، وتقليل الحروق الكيميائية.
طفَّايات الحريق (Fire Extinguishers)	تُستخدم لإخماد الحرائق الناتجة عن المواد القابلة للاشتعال، ويجب اختيار نوع الطفاية المناسب، مثل: طفاية ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أو البودرة الجافة.
أطقم الانسكاب (Spill Kits)	تحتوي على مواد لامتصاص وتنظيف الانسكابات الكيميائية، مثل: الحبوب الماصة، والقفازات، وأكياس النفايات.
لافتات وتحذيرات الطوارئ (Emergency Signage)	توضح مواقع معدَّات الطوارئ، ومخارج الإخلاء؛ لتسهيل الوصول إليها بسرعة.

كيفية استخدام معدَّات الوقاية الشخصية الكيميائية:

لابد من اتباع الآتي عند استخدام معدَّات الوقاية الشخصية الكيميائية:

معدات الوقاية الكيميائية

قبل الاستخدام:

1. فحص المعدَّات جيدًا للتأكد من سلامتها.
2. التأكد من ملاءمتها الجيدة للجسم.
3. قراءة صحيفة بيانات السلامة (SDS) لتحديد نوع الحماية المطلوبة.

أثناء الاستخدام:

1. تجنُّب لمس الوجه أو العينين أثناء العمل بالمواد الكيميائية.
2. استخدام غطاء الأبخرة (Fume Hood) عند التعامل مع المواد الطيّارة.
3. إبقاء معدَّات الحماية نظيفة وجافة.

غطاء الأبخرة

بعد الاستخدام:

1. إزالة معدَّات الوقاية بحذر دون لمس الجزء الخارجي الملوث.
2. غسل اليدين والوجه جيدًا بالماء والصابون.
3. تنظيف المعدَّات أو التخلص منها وفق التعليمات.

صيانة معدَّات الوقاية الشخصية وتخزينها:

يجب اتباع الآتي لصيانة معدَّات الوقاية الشخصية وتخزينها:

التنظيف المنتظم	تنظيف الأدوات بعد كل استخدام بالماء، أو المطهرات المناسبة.
الفحص الدوري	التأكد من خلو القفازات أو الأقنعة من الثقوب، أو التشققات.
التخزين السليم	وضع المعدَّات في أماكن باردة وجافة بعيدًا عن أشعة الشمس والمواد الكيميائية.
الاستبدال الدوري	استبدال المعدَّات عند التلف، أو بعد فترة الاستخدام المحددة من الشركة المصنعة.

حدود التعرض للمواد الكيميائية
(Chemical Exposure Limits)

تُشكل المواد الكيميائية جزءًا أساسيًّا من بيئة العمل في العديد من القطاعات الصناعية والمخبرية، مثل: الصناعات النفطية، والدوائية، والمختبرات العلمية، إلا أن التعرُّض المفرط لها يُمكن أن يؤدي إلى آثار صحية خطيرة، سواء على المدى القصير أو الطويل، ولضمان سلامة العاملين، وُضِعت حدود آمنة للتعرُّض تُعرف باسم القيم الحدّية العتبية (Threshold Limit Values (TLVs))، وهي معايير علمية تحدد أقصى تركيز من مادة كيميائية يمكن للعاملين التعرُّض له دون ضرر صحي.

■ أنواع حدود التعرّض الكيميائي ومؤشرات السُمّية
(Chemical Exposure Limits and Toxicity Indicators)

يوضح الجدول الآتي أنواع حدود التعرُّض الكيميائي ومؤشرات السُمّية:

النوع/مؤشر السمية	الوصف	أمثلة تطبيقية من بيئة العمل
القيمة الحدّية العتبية (Threshold Limit Value (TLV))	الحد الأعلى لتركيز مادة كيميائية في الهواء يمكن للعامل التعرُّض له يوميًّا دون أن يسبب آثارًا صحية ضارة، وعند وجود أكثر من مادة خطرة، يجب النظر إلى تأثيرها التَراكمي وليس المنفرد.	في المختبرات، يمكن استنشاق بخار الإيثانول بتركيز لا يتجاوز (1000) جزء في المليون (ppm) دون تأثير صحي سلبي.
المتوسط الزمني الموزون للتعرُّض (Time-Weighted Average (TWA))	متوسط تركيز مادة كيميائية يمكن للعامل التعرُّض له خلال ثماني ساعات عمل يوميًّا، أو (40) ساعة أسبوعيًّا دون آثار ضارة.	في مصانع المستحضرات، يمكن للعاملين التعرض إلى الأسيتون (Acetone) بتركيز متوسط قدره (250 ppm) لمدة (8) ساعات دون خطر صحي.
حد التعرُّض قصير المدى (Short-Term Exposure Limit (STEL))	أقصى تركيز يمكن التعرُّض له لمدة لا تتجاوز (15) دقيقة فقط، بشرط ألا يتكرر التعرُّض أكثر من (4) مرات في اليوم، مع فاصل زمني لا يقل عن (60) دقيقة بين كل تعرُّض وآخر.	في مصانع الطلاء، يجب ألا يتجاوز تركيز التولوين (Toluene) في الهواء (150 ppm) أثناء أي فترة تعرّض قصيرة.
حد التعرُّض طويل المدى (Long-Term Exposure Limit (LTEL))	الحد الأقصى لمتوسط التعرُّض التراكمي لمادة كيميائية على مدى فترات زمنية طويلة (أسابيع أو شهور أو سنوات)، ويُستخدم لتقييم الأثر المزمن.	في الورش الصناعية، يجب ألا يتجاوز متوسط التعرُّض لمركب أكسيد الزنك (Zinc Oxide) $5mg/m^3$ على مدى فترة طويلة من العمل.

النوع/مؤشر السمية	الوصف	أمثلة تطبيقية من بيئة العمل
الجُرعة القاتلة (Lethal Dose (LD_{50}))	كمية المادة الكيميائية التي تؤدي إلى وفاة 50% من الكائنات المخبرية (عادة الفئران) عند تناولها أو حقنها، وتُستخدم كمؤشر على درجة السُمِّية.	مبيد زراعي يمتلك LD_{50} = 300 mg/kg عند اختباره على الفئران. هذا يعني أن جرعة مقدارها 300 ملغ يمكن أن تسبب وفاة 50% من الحيوانات المخبرية.
التركيز القاتل (Lethal Concentration (LC_{50}))	تركيز المادة الكيميائية في الهواء الذي يؤدي إلى وفاة نصف عدد الحيوانات خلال فترة زمنية محددة من التعرُّض (عادة ساعة واحدة).	التعرُّض لغاز أول أكسيد الكربون (CO) بتركيز (150 ppm) لمدة ساعة يسبب الوفاة لحوالي 50% من الحيوانات المخبرية.
أدنى تركيز قاتل (Lethal Concentration Low (LC Lo))	أقل تركيز من مادة كيميائية في الهواء أبلغ عن أنه سبَّب حالات وفاة في الإنسان أو الحيوان، ويُستخدم مؤشرا تحذيريا عند وضع حدود الأمان.	مادة الأمونيا (NH_3) سجلت قيمة LC Lo = 5000 ppm، وهي كافية للتسبُّب في الوفاة عند التعرُّض المباشر.

تصنيف المواد الكيميائية وترميزها

(Classification and Labeling of Chemicals)

يُعد تصنيف المواد الكيميائية وترميزها أحد أهم عناصر السلامة في بيئات العمل والمختبرات؛ فهو يُمكّن العاملين من التعرّف السريع على طبيعة المادة الكيميائية ومخاطرها وطُرق التعامل الآمن معها، وتهدف أنظمة الترميز إلى توحيد الرموز والتعليمات على المستوى الدولي، لتقليل الأخطاء والحوادث الناتجة عن سوء الفهم أو غياب المعلومات.

اعتمدت الأمم المتحدة النظام العالمي لتصنيف المواد الكيميائية وترميزها المعروف باسم نظام التصنيف والترميز العالمي (Globally Harmonized System (GHS))، ويُستخدم هذا النظام في معظم الدول، بما فيها سلطنة عُمان، ضمن لوائح السلامة والصحة المهنية، ويهدف ترميز المواد الكيميائية وفق هذا النظام إلى الآتي:

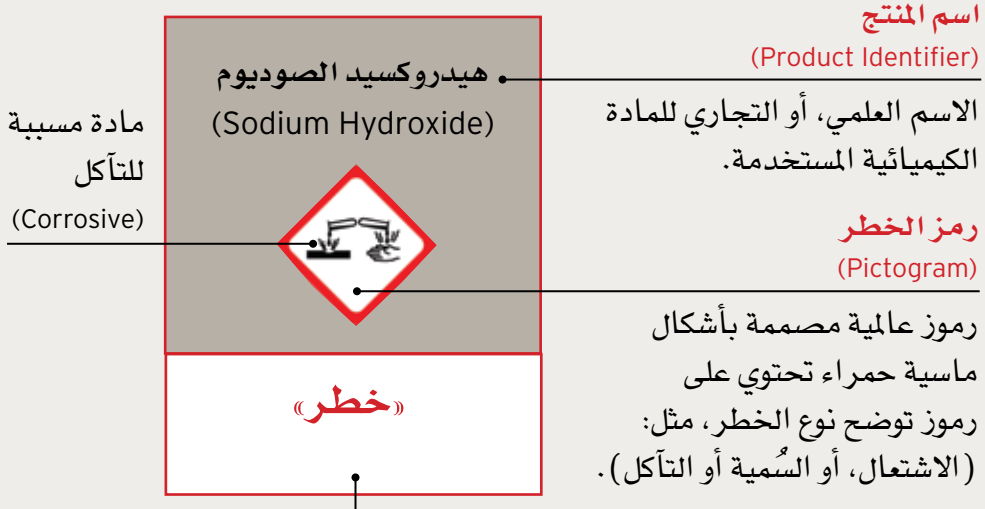
مواد كيميائية مُرمَّزة

1. تحذير العاملين من المخاطر المحتملة للمادة الكيميائية.
2. توفير معلومات أساسية عن المادة، مثل: الاسم والتركيبة والتركيز.
3. توحيد رموز التحذير والعلامات عالميًا لتسهيل الفهم عبر مختلف اللُّغات.
4. تسهيل التخزين والنقل الآمن للمواد الخطِرة.
5. ضمان سرعة الاستجابة في حالات الطوارئ، أو التسرُّب، أو الانسكاب.

ملصق رمز المواد الكيميائية (Chemical Label)

ملصق رمز المواد الكيميائية هو وسيلة توثيق معتمدة تُثبَّت على عبوات المواد الكيميائية، وتوفّر معلومات معيارية حول خصائص المادة، وتصنيف مخاطرها وفق الأنظمة الدولية، ومتطلبات التداول الآمن، وإرشادات الوقاية والاستجابة للحالات الطارئة، ويجب مراعاة الاعتبارات الآتية المتعلقة بملصقات المواد الكيميائية:

- يجب أن يكون الملصق واضحًا ومقروءًا من مسافة لا تقل عن (1 m).
- يُوصى بوضع رموز الخطر والعبارات التحذيرية مع كل مُنتج كيميائي في المختبر.
- تُحدّث الرموز والملصقات بانتظام لضمان توافقها مع أحدث معايير السلامة والصحة المهنية.



اسم المنتج
(Product Identifier)

الاسم العلمي، أو التجاري للمادة الكيميائية المستخدمة.

رمز الخطر
(Pictogram)

رموز عالمية مصممة بأشكال ماسية حمراء تحتوي على رموز توضح نوع الخطر، مثل: (الاشتعال، أو السُمية أو التآكل).

كلمة التحذير
(Signal Words)

تُستخدم كلمتان أساسيتان حسب درجة الخطورة:

- خطر (Danger): للمخاطر العالية.
- تحذير (Warning): للمخاطر المتوسطة، أو المنخفضة.

أنواع رموز المخاطر في نظام GHS

يوضح الجدول الآتي رموز المخاطر في نظام GHS:

رمز الخطر (Hazard Symbol)	الدلالة	وصف الرمز التحذيري	الخُطورة
	سام/قاتل (Toxic/Fatal)	جمجمة وعظمان متقاطعان.	سام، أو قاتل عند الاستنشاق، أو البلع.
	سائل قابل للاشتعال (Flammable Liquid)	لهب مع لون واحد متصل للعلامة.	سائل قابل للاشتعال.
	مادة صلبة قابلة للاشتعال (Flammable Solid)	لهب مع لونين متقطعين للعلامة.	مواد صلبة قابلة للاشتعال.
	مُهيِّج/ضار (Irritant/Harmful)	علامة تعجب.	مُهيِّج للجلد، أو العين، ومُسبب للدوار.
	مادة مسببة للتآكل (Corrosive)	أنبوب اختبار يُسكب على يد ومعدن.	مادة مسببة للتآكل.
	مادة مؤكسدة (Oxidizing Agent)	دائرة ولهب في الأعلى.	مادة مؤكسدة.
	خطر على البيئة (Environmental Hazard)	شجرة ميتة، وسمكة نافقة.	ضار للبيئة.
	خطر صحي مزمن (Long-term Health Hazard)	شكل إنسان مع نجمة على الصدر.	خطر صحي مزمن (سرطان، أو تلف أعضاء).
	مادة متفجرة (Explosive)	انفجار.	مادة متفجرة، أو غير مستقرة.
	غاز مضغوط (Gas Under Pressure)	أسطوانة.	غاز مضغوط.
	خطر بيولوجي (Biohazard)	شكل ثلاثي الفصوص أسود.	عوامل مُعدية، أو مواد بيولوجية خَطِرة.
	خطر إشعاعي (Radiation Hazard)	شارة التريفويل السوداء.	مواد مشعة، أو أجهزة مولدة للإشعاع.

تطبيقات مهنية من بيئة العمل

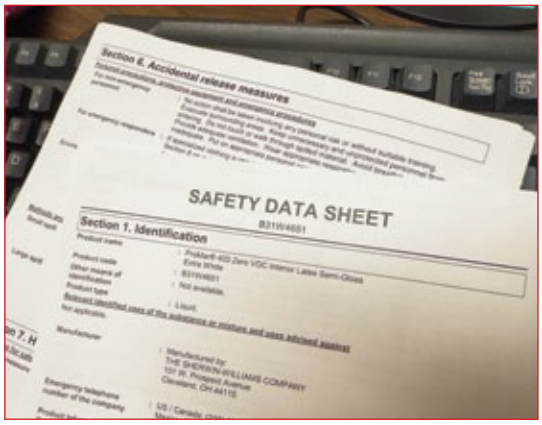
يوضح الجدول الآتي تطبيقات مهنية من بيئة العمل لرموز المواد الكيميائية:

رمز الخطر التحذيري (Pictogram)	المادة الكيميائية	عبارة الخطر (Hazard Statement)	عبارة الوقاية (Precautionary Statements)	القطاع المستخدم (Sector)
	الكلور (Chlorine Gas)	■ سام جدًّا عند الاستنشاق.	تجنَّب استنشاق الأبخرة.	معالجة المياه، والمختبرات.
	الإيثانول (Ethanol)	■ سائل وبخار شديد الاشتعال.	أبقه بعيدًا عن مصادر الحَرارة والشرر.	المختبرات التعليمية والصناعية.
	حمض الكبريتيك (Sulfuric Acid)	■ يُسبب حروقًا شديدة للجلد والعينين.	ارتد القفازات والنَظارات الواقية.	صناعة البطاريات، والمختبرات.
	الميثانول (Methanol)	■ سام عند البلع. ■ شديد الاشتعال.	احفظ العُبوة مغلقة بإحكام.	المختبرات والصناعات الدوائية.
	الأمونيا (Ammonia)	■ يسبب تهيجًا شديدًا للعين.	تجنَّب التصريف في البيئة.	الصناعات الكيميائية والتبريد.
	الصوديوم المعدني (Sodium Metal)	■ يشتعل تلقائيًّا عند ملامسة الماء.	احفظه بعيدًا عن الرطوبة والماء.	المختبرات التعليمية والبحثية.
	أكسيد الكالسيوم (Calcium Oxide)	■ يسبب أضرارًا خطيرة للعين.	اغسل العينين بالماء بحذر لعِدة دقائق.	مصانع الإسمنت والزراعة.
	الهيدروجين (Hydrogen)	■ غاز شديد الاشتعال.	في حال الحريق: أبقه بعيدًا عن مصادر الحَرارة واللهب.	محطات الطاقة، والمختبرات.
	الأسيتون (Acetone)	■ شديد الاشتعال. ■ مُهيِّج للعين.	أبقه بعيدًا عن اللَّهب.	صناعة الدهانات والمنظفات.
	البنزين (Benzene)	■ قد يسبب السرطان. ■ يسبب طفرات جينية. ■ شديد الاشتعال.	استخدم معدَّات الوقاية الشخصية.	الصناعات النفطية.

رمز الخطر التحذيري (Pictogram)	المادة الكيميائية	عبارة الخطر (Hazard Statement)	عبارة الوقاية (Precautionary Statements)	القطاع المستخدم (Sector)
	الفورمالدهيد (Formaldehyde)	■ مادة مسرطنة. ■ مسبب للتآكل.	ارتد القفازات الواقية والنظارات.	المستشفيات والمختبرات.
	مبيد الملاثيون (Malathion Insecticide)	■ سام جدًّا للكائنات المائية.	تجنَّب التصريف في البيئة.	الزراعة ومكافحة الآفات.
	النيتروجين السائل (Liquid Nitrogen)	■ قد يسبب تجمُّد الأنسجة عند التماس المباشر.	ارتدِ الملابس الواقية.	المختبرات، والتخزين الحيوي.
	غاز أول أكسيد الكربون (Carbon Monoxide)	■ سام عند الاستنشاق.	استخدم فقط في الأماكن جيدة التهوية.	الصناعات البترولية والحِدادة.

صحيفة بيانات السلامة الكيميائية

(Safety Data Sheet (SDS))



صحيفة بيانات السلامة (SDS)

تُعد السلامة الكيميائية عنصرًا أساسيًّا في بيئات التدريب والعمل المهني، لذا فإن صحيفة بيانات السلامة (SDS) هي المرجع الأساسي لإدارة السلامة الكيميائية داخل المختبرات والمؤسسات الصناعية والتعليمية، ويُعد وجود هذا الصحيفة مع كل مادة كيميائية مطلبًا قانونيًّا إلزاميًّا وفقًا لنظام التصنيف والترميز العالمي (GHS)، وتُطبق سلطنة عُمان هذا النظام من خلال وزارة العمل وهيئة البيئة، وتتمثل أهمية صحيفة (SDS) فيما يأتي:

- حماية الأفراد من التعرُّض غير الآمن للمواد الكيميائية الخطِرة.
- توضيح التعليمات الوقائية الواجب اتباعها قبل وأثناء وبعد الاستخدام.
- توفير معلومات دقيقة عند وقوع حوادث كيميائية، أو تسرُّبات كيميائية.
- المساعدة في إعداد خُطط الطوارئ والإخلاء.
- تحقيق الامتثال للقوانين المحلية والدولية الخاصة بالسلامة والصحة المهنية.

صحيفة بيانات السلامة (SDS)

هي وثيقة معتمدة عالميًّا تقدّم معلومات أساسية عن المادة الكيميائية، وتشمل خصائصها، ومخاطرها، وطرق التخزين السليم، وإرشادات الحماية، وإجراءات الطوارئ.

الإطار القانوني والتنظيمي لصحيفة SDS

يوضح الجدول الإطار القانوني والتنظيمي لصحيفة SDS:

الجهة/النظام	الوظيفة التنظيمية
إدارة السلامة والصحة المهنية (Occupational Safety and Health Administration (OSHA))	فرض وجود صحيفة (SDS) في أماكن العمل، وتدريب الموظفين على قراءتها.
نظام التصنيف والترميز العالمي (Globally Harmonized System (GHS))	توحيد شكل الملصق ورموز المخاطر عالميًّا.
الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق (National Fire Protection Association (NFPA))	تحديد درجات الخُطورة بالأرقام (من 0 إلى 4) في الحرائق والمخاطر الصحية.
المعيار الدولي لنظام إدارة السلامة والصحة المهنية (ISO 45001)	تضمين إدارة المخاطر الكيميائية ضمن نظام إدارة السلامة المهنية.
هيئة البيئة (Environmental Authority)	الإشراف على تنظيم استيراد المواد الكيميائية، وتخزينها، ومراقبة التزام المؤسسات بنظام (SDS).

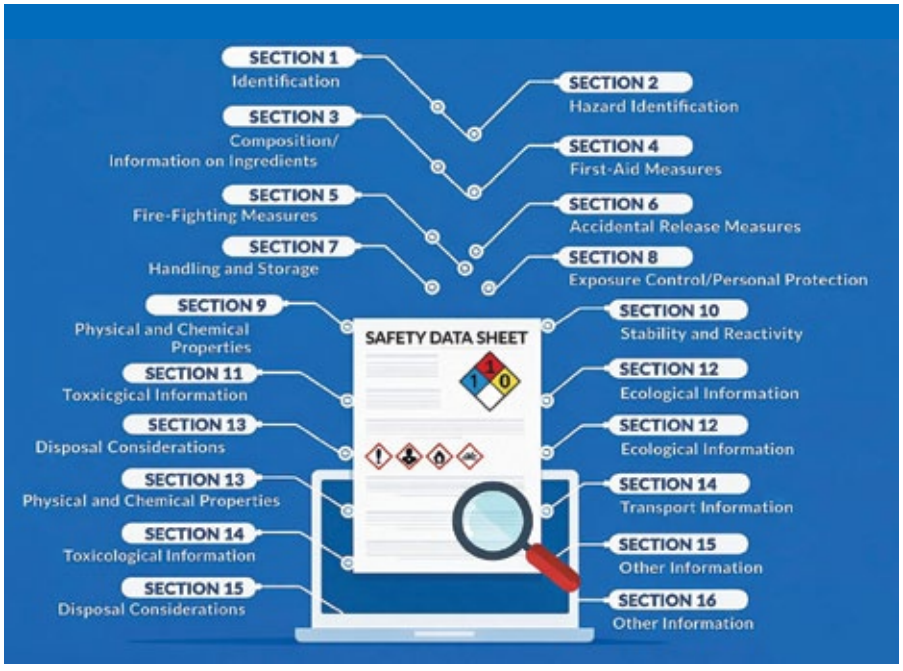
أنواع صحائف SDS في المؤسسات

هناك أنواع عديدة لصحائف SDS ومنها ما يأتي:

صحائف SDS تعليمية (Educational SDS)	صحائف SDS صناعية (Industrial SDS)	صحائف SDS مخبرية (Laboratory SDS)
تُستخدم في المدارس والجامعات والمختبرات التدريبية لتوضيح أساسيات السلامة.	خاصة بالمصانع والشركات الكيميائية، وتشمل تعليمات تفصيلية عن التخزين والنقل.	تُركّز على كميات صغيرة من المواد الكيميائية في بيئة تجريبية.

صحائف SDS طبية (Pharmaceutical SDS)	صحائف SDS بيئية (Environmental SDS)
خاصة بالأدوية والمحاليل والمركّبات الصيدلانية.	خاصة بالمصانع والشركات الكيميائية، وتشمل تعليمات تفصيلية عن التخزين والنقل.

هيكل صحيفة بيانات السلامة (Structure of SDS)



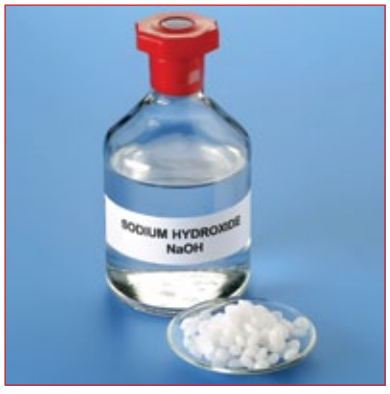
هيكل صحيفة SDS

تتكون الصحيفة من (16) قسمًا أساسيًّا معتمدًا عالميًّا ضمن نظام (GHS)، وهي كالآتي:

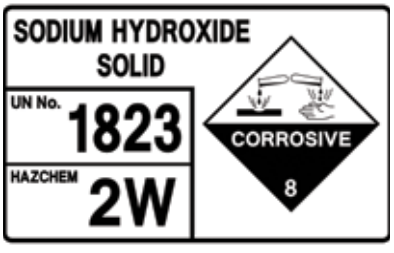
رقم القسم	العنوان	الوصف
1	**تحديد المادة والجهة الموردة**	الاسم التجاري والكيميائي للمادة، والشركة المنتجة، ورقم الطوارئ.
2	**تحديد المخاطر**	رموز (GHS)، وكلمات التحذير (خطر/تحذير)، ونوع الخطر الصحي أو الفيزيائي.
3	**المكونات/التركيب الكيميائي**	النسبة المئوية لكل مادة داخل الخليط، وأرقام التسجيل الكيميائي (Chemical Abstracts Service Number (CAS))، والمواد السامة ضمن الخليط.
4	**الإسعافات الأولية**	الخطوات الواجب اتخاذها عند الاستنشاق، والبلع، وملامسة الجلد أو العين.
5	**مكافحة الحرائق**	نوع طفاية الحريق المناسبة، ومخاطر الاحتراق، ومعدَّات الإطفاء الموصى بها.
6	**التسرُّب العرضي**	كيفية احتواء التسرب، وتنظيفه، والتخلص منه بطريقة آمنة.
7	**المناولة والتخزين**	ظروف التخزين الآمنة، والتهوية، وتجنُّب الحرارة والرطوبة.
8	**التحكم في التعرُّض ومعدَّات الوقاية الشخصية**	حدود التعرُّض المسموح بها، ونوع القفازات، والنظارات، والكمامات المناسبة.
9	**الخصائص الفيزيائية والكيميائية**	اللون، والرائحة، والحالة، والكثافة، ودرجة الغليان، والذوبان، ودرجة الاشتعال.
10	**الاستقرار والتفاعلية**	المواد التي تتفاعل مع المادة ونواتج التحلل.
11	**معلومات السُّمية**	طُرق دخول المادة للجسم (الاستنشاق، أو الامتصاص عبر الجلد، أو البلع)، والأعراض المحتملة.
12	**المعلومات البيئية**	تأثير المادة في البيئة، والكائنات الحية، وقابليتها للتحلل.
13	**التخلص الآمن**	طُرق التخلص من المادة والعبوات تخلصًا آمنا.
14	**معلومات النقل**	أرقام النقل الدولية (UN Number)، وفئة الخطر أثناء النقل.
15	**المعلومات التنظيمية**	القوانين المحلية والدولية الخاصة بالمادة.
16	**معلومات إضافية**	تاريخ الإصدار، والجهة المعِدة، والمراجع العلمية.

مثال تطبيقي: صحيفة بيانات السلامة لهيدروكسيد الصوديوم (Sodium Hydroxide SDS)

فيما يأتي ملخص لصحيفة بيانات السلامة (SDS) لمادة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH):



هيدروكسيد الصوديوم



إشارة تحذيرية لهيدروكسيد الصوديوم

1. تحديد المادة والجهة الموردة:

- **اسم المنتج:** هيدروكسيد الصوديوم.
- **الرمز الكيميائي:** NaOH.
- **المورّد:** شركة (اسم الشركة الموردة).
- **رقم الطوارئ:** 00000000.

2. تحديد المخاطر:

- **رمز الخطر (GHS):** مادة مسببة للتآكل (Corrosive).
- **كلمة التحذير:** خطر (Danger).
- **عبارات المخاطر (Hazard Statements):**
  - يُسبب حروقًا شديدة للجلد والعينين.
  - قد يكون مسببًا لتآكل المعادن.
- **عبارات الوقاية (Precautionary Statements):**
  - ارتدِ القفازات الواقية والملابس الواقية ونظارات واقية للعين.
  - في حال الابتلاع، لا تحاول التقيؤ واستشر الطبيب فورًا.

3. المكونات/التركيب الكيميائي:

المكون:	هيدروكسيد الصوديوم
رقم التسجيل الكيميائي (CAS Number):	1310-73-2
التركيز:	100%

4. الإسعافات الأولية:

- الاستنشاق: نقل الشخص فورًا إلى هواء نقي، واستدعاء المساعدة الطبية.
- ملامسة الجلد: إزالة الملابس الملوثة، وغسل الجلد بالماء لمدة لا تقل عن (15) دقيقة.
- ملامسة العين: غسل العينين بلطف بالماء الجاري لعدة دقائق مع مراجعة الطبيب فورًا.
- الابتلاع: شطف الفم بالماء، وعدم محاولة التقيؤ.

الإسعافات الأولية

5. مكافحة الحرائق:

- مواد الإطفاء المناسبة: رذاذ الماء، أو المسحوق الجاف.
- مخاطر خاصة: قد تنتج أبخرة أكَّالة عند التعرض للحرارة العالية.
- معدَّات الإطفاء الموصى بها: ارتداء بدلة واقية كاملة، وجهاز تنفس مستقل.

مكافحة الحرائق

6. التسرُّب العرضي:

- تجنُّب ملامسة الجلد أو العينين، وارتداء معدات الوقاية الشخصية الكاملة.
- إخلاء المنطقة فورًا.
- جمع البقايا باستخدام مادة ماصة غير قابلة للاشتعال.

التعامل مع التسرُّب العرضي

7. المناولة والتخزين:

- التعامل مع المادة بحذر، وتجنُّب تكوين الغبار.
- التخزين في مكان بارد وجاف وجيد التهوية، بعيدًا عن الأحماض والرطوبة.

المناولة والتخزين

8. التحكم في التعرض، ومعدَّات الوقاية الشخصية:

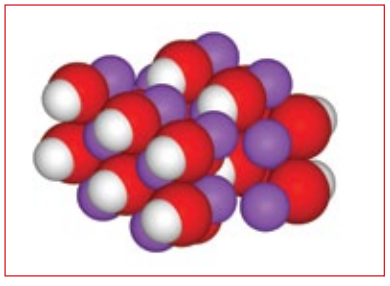
نوع التحكم	الوصف
التحكم الهندسي	استخدام التهوية الموضعية أو نظام شفط الأبخرة.
معدَّات الوقاية الشخصية (PPE)	القفازات المقاومة للمواد الكيميائية، ودرع وجه، والنظارات الواقية، والبدلة المطاطية.

9. الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

الخاصية	القيمة أو الوصف
المظهر	صلب أبيض (حبيبات أو رقائق).
الرائحة	عديم الرائحة.
درجة الحموضة (pH)	تقريبًا 13.
درجة الغليان	1388°C.
الذوبانية	يذوب في الماء مع إطلاق حرارة (تفاعل طارد للحرارة).

10. الاستقرار والتفاعلية:

- **الثبات:** مستقرة في الظروف العادية.
- **تجنُّب التفاعل مع:** الأحماض، والرطوبة، والمعادن الخفيفة، مثل الألومنيوم.
- **نواتج التحلل الخطرة:** لا توجد في الظروف الطبيعية.



استقرار مادة NaOH في الظروف العادية

11. معلومات السُّمية:

- **طُرق دخول الجسم:** الاستنشاق، أو البلع، أو ملامسة الجلد والعين.
- **الآثار الحادة:** تآكل الأنسجة، أو تلف العينين، أو حروق خطيرة.
- **LD_{50} (الفموي – للفئران):** 325 mg/kg

آثار التعرض لمادة NaOH

12. المعلومات البيئية:

- **التأثير البيئي:** يسبب ضررًا كبيرًا للكائنات المائية بسبب ارتفاع درجة القلوية (pH)، مثل:
  - السُّمّية للأسماك: قيمة (LC_{50}) لأسماك البعوض (Gambusia affinis) = 125 mg/l خلال (96) ساعة.
  - **السمّية للبكتيريا:** قيمة EC_{50} للبكتيريا = 22 mg/l خلال (15) دقيقة.
- **التوصية:** يمنع تصريفها في شبكات الصرف، أو البيئة.

13. التخلص الآمن:

- يُوصى بتحييدها باستخدام حمض ضعيف في ظروف مسيطر عليها.
- التخلص من النفايات وفقًا للوائح البيئية المحلية.

14. معلومات النقل:

- **الرقم الدولي للنقل (UN Number):** 1823.
- فئة الخطر: مواد مسببة للتآكل.

15. المعلومات التنظيمية:

- متوافقة مع نظام (GHS) العالمي ولوائح هيئة البيئة العُمانية رقم (2016/39) الخاصة بنقل وتخزين المواد الخطِرة.

16. معلومات إضافية:

- الجهة المعِدة.
- **تاريخ آخر تحديث:** يناير 2025.

تأثر الأسماك بسُمّية NaOH

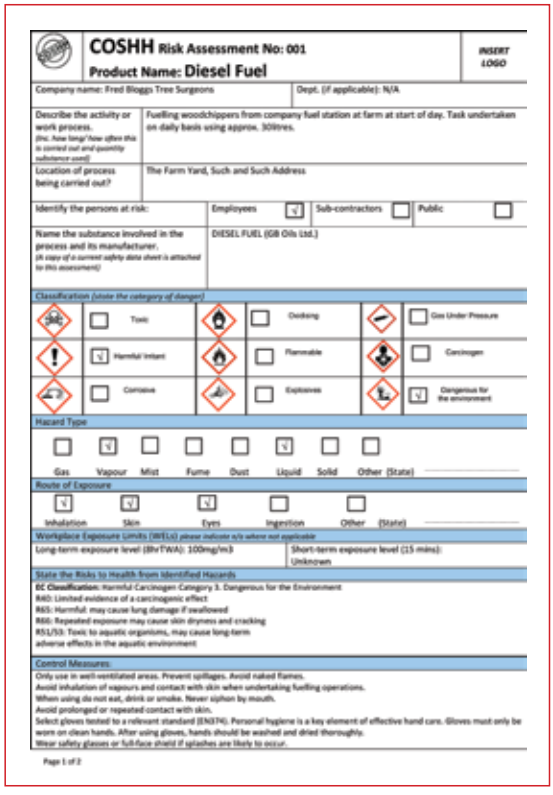
نقل مادة NaOH

المعلومات التنظيمية

نظام التحكم في المواد الخطِرة على الصحة

(Control of Substances Hazardous to Health (COSHH))

تُعد المواد الكيميائية جزءًا أساسيًا من الحياة اليومية والعمل الصناعي، إلا أن التعامل غير الآمن معها قد يؤدي إلى مخاطر صحية جسيمة، أو كوارث بيئية، ولضمان سلامة الأفراد، وحماية البيئة، طُوِّر نظام شامل يُعرف باسم لوائح التحكم في المواد الخطِرة على الصحة (Control of Substances Hazardous to Health (COSHH))، ويُلزم هذا النظام جميع المؤسسات التي تُستخدم، أو تنتج، أو تخزن المواد الخطِرة باتباع إجراءات محددة تهدف إلى تقليل المخاطر على الإنسان والبيئة، ويهدف هذا النظام إلى الآتي:



COSHH Risk Assessment No: 001
Product Name: Diesel Fuel
INSERT LOGO

Company name: Fred Bloggs Tree Surgeons | Dept. (if applicable): N/A

Describe the activity or work process. (Inc. how long/how often this is carried out and quantity substance used): Fuelling woodchippers from company fuel station at farm at start of day. Task undertaken on daily basis using approx. 309ltres.

Location of process being carried out?: The Farm Yard, Such and Such Address

Identify the persons at risk: Employees ☑ | Sub-contractors ☐ | Public ☐

Name the substance involved in the process and its manufacturer. (A copy of a current safety data sheet is attached to this assessment): DIESEL FUEL (GB Oils Ltd.)

Classification (state the category of danger)

Toxic	☐	Oxidising	☐	Gas Under Pressure	☐
Harmful/ Irritant	☑	Flammable	☐	Carcinogen	☐
Corrosive	☐	Explosive	☐	Dangerous for the environment	☑

Hazard Type

Gas	Vapour	Mist	Fume	Dust	Liquid	Solid	Other (State)
☐	☑	☐	☐	☐	☑	☐	☐

Route of Exposure

Inhalation	Skin	Eyes	Ingestion	Other (State)
☑	☑	☑	☐	☐

Workplace Exposure Limits (WELs) please indicate n/a where not applicable

Long-term exposure level (8hrTWA): 100mg/m3 | Short-term exposure level (15 mins): Unknown

State the Risks to Health from Identified Hazards

EC Classification: Harmful Carcinogen Category 3. Dangerous for the Environment
R40: Limited evidence of a carcinogenic effect
R65: Harmful: may cause lung damage if swallowed
R66: Repeated exposure may cause skin dryness and cracking
R51/53: Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment

Control Measures

Only use in well-ventilated areas. Prevent spillages. Avoid naked flames.
Avoid inhalation of vapours and contact with skin when undertaking fuelling operations.
When using do not eat, drink or smoke. Never siphon by mouth.
Avoid prolonged or repeated contact with skin.
Select gloves tested to a relevant standard (EN374). Personal hygiene is a key element of effective hand care. Gloves must only be worn on clean hands. After using gloves, hands should be washed and dried thoroughly.
Wear safety glasses or full-face shield if splashes are likely to occur.

Page 1 of 2

لائحة (COSHH)

- **تحديد المخاطر:** معرفة نوع المادة الخطِرة، ومدى تأثيرها في الصحة.
- **تقييم المخاطر:** دراسة احتمالية التعرُّض، ومدى شدته.
- **التحكم في التعرض:** استخدام وسائل الوقاية الهندسية والإدارية والشخصية للتحكم في التعرُّض للمواد الخطِرة سواء كانت غازات، أو سوائل، أو أبخرة، أو غبار.
- **المراقبة والتسجيل:** متابعة مستويات التعرُّض للعاملين، وتوثيقها.
- **التدريب والتوعية:** تمكين العاملين من التعامل الآمن مع المواد، عن طريق. تطبيق سلسلة من الإجراءات الوقائية والإدارية التي تقلل احتمالية حدوث المخاطر.
- **الإسعاف والاستجابة:** وضع خطط طوارئ واستعداد للتعامل مع الحوادث.

العلاقة بين نظام COSHH وصحيفة SDS

لا يمكن تطبيق نظام (COSHH) دون الاعتماد على صحيفة بيانات السلامة (SDS)؛ لأن الصحيفة هي المصدر الأساسي للمعلومات حول كل مادة، ويوضح الجدول الآتي دور (SDS) في دعم نظام (COSHH):

دور SDS في دعم COSHH	الشرح
تحديد نوع المادة	من خلال القسمين (1) و(2) في الصحيفة، يُحدَّد اسم المادة، وطبيعتها، وخطرها.
تقييم المخاطر	يوضح القسمان (2) و(11) من الصحيفة المخاطر الصحية والسُّمّية، وتساعد في تحليل مستوى الخطورة.
اختيار وسائل الوقاية	يوضح القسم (8) من الصحيفة أنواع القفازات، والكمامات، والملابس الواقية المطلوبة.
تخزين ونقل المواد بأمان	من خلال القسمين (7) و(14) تُحدَّد شروط التخزين والنقل الآمن.
الاستجابة للطوارئ	توضح الأقسام (4) و(5) و(6) كيفية التعامل مع الانسكاب، أو الحريق، أو التعرُّض العرضي.
الامتثال للقوانين	القسم (15) من الصحيفة يربط المادة بالقوانين المحلية والدولية الخاصة بنظام (COSHH).

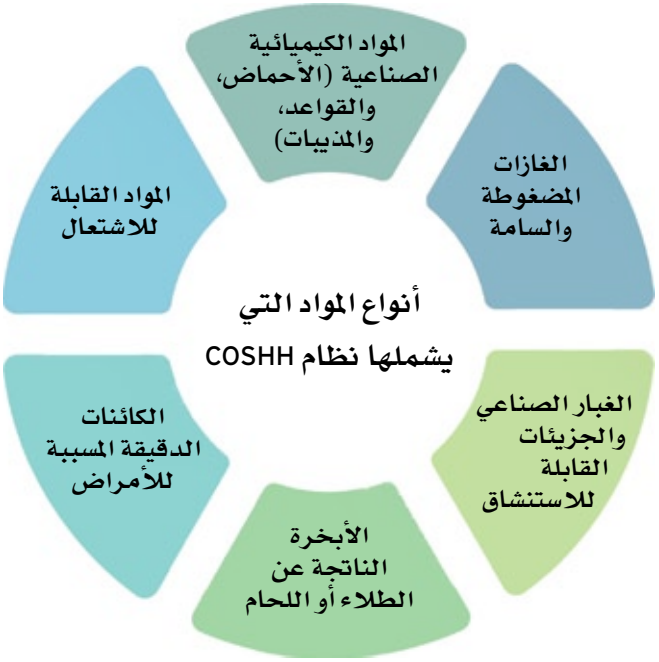
خطوات تطبيق نظام COSHH في بيئة العمل

فيما يأتي خطوات تطبيق نظام (COSHH) في بيئة العمل:

الخطوة	الوصف
التعرف على المواد الخطِرة	مراجعة جميع المواد الكيميائية، وتحديد التي تحمل رموز (GHS)، أو تحذيرات صحية.
جمع صحائف (SDS) حديثة	الحصول على صحيفة بيانات السلامة حديثة لكل مادة مُستخدمة في المنشأة، وتجميعها في ملف واحد.
تقييم المخاطر	تحليل احتمالية وشدة التعرُّض لكل مادة باستخدام معلومات (SDS).
تحديد ضوابط الوقاية	تطبيق الضوابط الهندسية (التهوية، أو الشفط)، والإدارية (التدريب، والإشراف)، ومعدَّات الوقاية الشخصية (PPE).
التدريب والتوعية	تدريب العاملين على قراءة (SDS)، وتطبيق مبادئ نظام (COSHH).
المراقبة والتدقيق	الفحص الدوري للمعدَّات ومستويات التعرُّض.
المراجعة والتحديث	تحديث التقييمات كل سنة، أو عند إدخال مادة جديدة.

أنواع المواد التي يشملها نظام COSHH

يمكن تطبيق نظام (COSHH) على عدد من المواد، وهي كالآتي:



العلاقة بين التحكم في المواد الخطرة على الصحة (COSHH) ومعيار إدارة السلامة المهنية (ISO 45001) ونظام الإدارة البيئية (ISO 14001)

نظام إدارة السلامة المهنية

يُعد الربط بين الأنظمة الدولية (COSHH) و(ISO 45001) و(ISO 14001) من الركائز الأساسية في بناء نظام متكامل للصحة والسلامة والبيئة داخل المؤسسات الصناعية، فبينما يركّز نظام (COSHH) على التحكم في المواد الخطِرة وحماية العاملين من مخاطرها، يهتم معيار (ISO 45001) بإدارة السلامة والصحة المهنية ضمن إطار تنظيمي شامل، في حين يهدف معيار (ISO 14001) إلى إدارة الجوانب البيئية، وتقليل الأثر البيئي الناتج عن الأنشطة التشغيلية.

ويُظهر الجدول الآتي أوجه التكامل بين هذه الأنظمة الثلاثة من حيث الجوانب الإدارية والتقنية؛ لضمان بيئة عمل آمنة ومستدامة:

الجانب الإداري	العلاقة بين (COSHH) و (ISO 45001) و(ISO 14001)
تقييم المخاطر	يطلب نظام (ISO 45001) تقييم المخاطر لجميع العمليات، ويحدد نظام (COSHH) المنهجية للمواد الكيميائية، ويركز نظام (ISO 14001) على تقييم الأثر البيئي الناتج عن تلك العمليات.
التدريب والتوعية	الأنظمة الثلاثة تفرض تدريبًا مستمرًّا للعاملين؛ لضمان سلامة بيئة العمل، وتقليل التأثيرات البيئية، وتحسين إدارة المواد الخطِرة.
التحسين المستمر	يتطلب نظام (COSHH) مراجعة دورية، ويفرض نظامَي (ISO 45001) و(ISO 14001) تحسين مستمر في الأداءين الصحي والبيئي.
التوثيق	الأنظمة الثلاثة تشترط حفظ السجلات، وسلامة بيانات المواد (SDS)، وتقارير التقييمات البيئية والصحية حفظا منظما ومحدَّثا.

الأخطاء الشائعة في تطبيق نظام (COSHH)

على الرغم من وضوح الأهداف التي وُضع من أجلها نظام التحكم في المواد الخطِرة على الصحة (COSHH)، إلا أن التطبيق العملي له في المؤسسات التعليمية أو الصناعية يواجه في كثير من الأحيان تحديات ناتجة عن سوء الفهم، أو الإهمال أو ضعف المتابعة، فنجاح النظام لا يعتمد فقط على وجود اللوائح، أو النماذج، بل على مدى الالتزام بسُلوك وقائي منهجي في جميع مراحل التعامل مع المواد الكيميائية.

ولأن الأخطاء المتكررة قد تُقلل من فاعلية النظام وتُعرِّض العاملين للمخاطر، فمن المهم تحديدها ودراستها لضمان التحسين المستمر وتجنب تكرارها مستقبلًا، وفيما يأتي الأخطاء الشائعة في تطبيق نظام (COSHH):

- تجاهل تحديث صحائف (SDS).
- الاعتماد على تقييم واحد دون مراجعة دورية.
- تخزين مواد متفاعلة في مكان واحد.
- استخدام معدَّات وقاية غير مطابقة للمادة.
- عدم إشراك العاملين في إجراءات التقييم.

فكل خطأ يجري رصده وتحليله هو فرصة للتعلم والتحسين، لا سيما في بيئات العمل التي تتعامل مع المواد الكيميائية الحساسة، ومن خلال تطبيق نظام متابعة دوري، وتحديث صحائف السلامة (SDS)، وتكثيف برامج التدريب، يمكن تقليل هذه الأخطاء تدريجيًّا وتحويل نظام (COSHH) من مجرد متطلب إداري إلى ممارسة مؤسسية فعّالة تدعم سلامة الأفراد وجودة بيئة العمل، وتتماشى مع مبادئ «**رؤية عُمان 2040**» في بناء مجتمع مهني آمن ومنتج ومستدام.

■ مثال تطبيقي: تقييم (COSHH) لمادة كيميائية باستخدام صحيفة (SDS):

يعد المثال التطبيقي وسيلة عملية لفهم كيفية تطبيق نظام (COSHH) باستخدام معلومات صحيفة بيانات السلامة (SDS)، حيث يُساعد في توضيح خطوات التقييم الميداني للمخاطر المرتبطة بالمادة الكيميائية، وفيما يأتي تقييم نظام (COSHH) لمادة كيميائية باستخدام صحيفة (SDS):

العنصر	المعلومات من (SDS)	الإجراء ضمن (COSHH)
اسم المادة: هيدروكسيد الصوديوم (NaOH).	مسبب للتآكل.	تحديد الخطر: مادة تآكلية عالية الخطورة.
المخاطر الصحية: حروق شديدة للجلد والعينين.	من القسمين (2) و(11).	تطبيق (PPE) (القفازات، والنظارات، ودرع الوجه).
التحكم الهندسي: الحاجة إلى تهوية قوية.	من القسم (8).	تركيب نظام شفط الأبخرة.
التخزين: في مكان جاف بعيد عن الأحماض.	من القسم (7).	فصل المواد المتفاعلة في المخزن.
التعامل مع الانسكاب: استخدام مادة ماصّة غير قابلة للاشتعال.	من القسم (6).	تدريب الفريق على إجراءات الطوارئ.
التخلص: وفق لوائح البيئة.	من القسم (13).	التنسيق مع الجهة المختصة بالنفايات الكيميائية.

التعامل الآمن مع المواد الكيميائية

(Safe Chemical Handling)

يُعد فهم أساليب التعامل الآمن مع المواد الكيميائية ضرورة مُلحّة في جميع المؤسسات التعليمية والمهنية والصناعية؛ وذلك نظرًا لما قد يسببه الاستخدام غير السليم لهذه المواد من أضرار صحية وبيئية خطيرة، ويتمثل التعامل الآمن في كيفية طلب المواد الكيميائية، ونقلها، وخلطها، وتخزينها، والاستجابة للانسكابات.

التعامل الآمن مع المواد الكيميائية

طلب المواد الكيميائية (Chemical Ordering)

تُمثّل عملية طلب المواد الكيميائية الخطوة الأولى في إدارة المواد الخطِرة، وهي مرحلة حسّاسة تُؤثّر في سلامة جميع المراحل اللاحقة، مثل: التخزين والاستخدام والتخلص، فقد يؤدي الطلب غير المنظم إلى تراكُم المخزون، وزيادة المخاطر، وارتفاع تكاليف التخلص من الفائض، بينما يُسهم التخطيط الجيد في الحد من الهدر وضمان الامتثال لمتطلبات السلامة.

ولا تُعدّ عملية الطلب إجراءً إداريًّا فحسب، بل إجراءً وقائيًّا ينعكس مباشرة على مستوى السلامة التشغيلية داخل المؤسسة، فالطلب الزائد يرفع احتمالية الانسكابات والتفاعلات غير المقصودة، في حين يحقق الطلب المنسق الفوائد الآتية:

- تقليل المخاطر الكيميائية في بيئة العمل.
- الحد من النفايات الناتجة عن انتهاء صلاحية المواد.
- خفض التكاليف التشغيلية.
- ضمان مطابقة المواد للمواصفات المطلوبة.

- **الإجراءات الواجب اتباعها قبل الطلب (Pre-Ordering Procedures):**

قبل تقديم أي طلب شراء لمادة كيميائية، يجب اتباع الخطوات الآتية بدقة:

- **مراجعة صحيفة بيانات السلامة (SDS):** لفهم خصائص المادة، ودرجات خطورتها، ومتطلبات التخزين والتداول الخاصة بها.
- **تحديد الكمية المناسبة:** يجب طلب الحد الأدنى من الكمية التي تغطي حاجة التدريب أو التجربة فقط، لتجنّب الفائض والنفايات.
- **التحقق من وجود المادة في المخزون:** مراجعة سجل المواد الكيميائية المخزنة لتفادي تكرار الطلب غير الضروري.
- **تقييم خطورة المادة:** يُحدّد ما إذا كانت المادة قابلة للاشتعال، أو سامة، أو متفجرة، أو مؤكسدة، لاتخاذ الاحتياطات المناسبة عند استلامها.
- **التأكد من جاهزية مكان التخزين:** يجب عدم استلام أي مادة دون توفر خزانة، أو مكان تخزين ملائم ومؤمَّن ومهوّى جيدًا.

- **أثناء الطلب (During Ordering):**

عند ملء طلب الشراء، يجب التأكد من إدخال البيانات الآتية بدقة:

- الاسم الكامل للمادة الكيميائية، وليس الرمز فقط.
- درجة النقاء والتركيز إن وُجد.
- الكمية المطلوبة بالوحدات الصحيحة (لتر، أو كغم، أو غيرها).
- الغرض من الاستخدام (التجربة، أو التدريب، أو الصيانة).
- رقم كود المادة في السِجل الكيميائي للمؤسسة.
- تفاصيل المورد أو الشركة الموردة المعتمدة، حيث يجب أن يكون الطلب فقط من موردين معتمدين يلتزمون بمعايير السلامة والتغليف والنقل.

- **بعد استلام المواد (Post-Ordering Procedures):**

بعد وصول المواد الكيميائية إلى المختبر، أو المؤسسة، تُتّبع الخطوات الآتية:

1. فحص العُبوات فورًا؛ للتأكد من سلامتها وخلوها من أي تسرُّب أو كسر.
2. مطابقة أسماء المواد والكميات مع الطلب الأصلي.
3. التأكد من وجود صحيفة بيانات السلامة (SDS) لكل مادة.
4. تسجيل المواد الجديدة في سِجل الجرد الكيميائي.
5. تخزين المواد فورًا في الأماكن المخصصة حسب نوعها (أحماض، أو قواعد، أو مواد قابلة للاشتعال).

نقل المواد الكيميائية (Transporting Chemicals)

تُعد عملية نقل المواد الكيميائية من أكثر المراحل حساسية في دورة إدارة المواد الخطِرة؛ فخلال النقل، يمكن أن تتعرض العُبوات للسقوط أو الكسر أو التسرُّب؛ مما قد يؤدي إلى حوادث خطيرة، مثل: الانسكاب، أو التفاعل الكيميائي، أو التعرُّض للأبخرة السامة، لذلك، تهدف إجراءات النقل الآمن إلى حماية الأفراد والمكان من أي خطر محتمل من خلال تطبيق قواعد صارمة تعتمد على المعرفة العلمية والالتزام بالتعليمات الدولية لأنظمة (SDS) و(COSHH).

نقل المواد الكيميائية

النقل الآمن (Safe Transport):
هو عملية نقل المواد الكيميائية بطريقة تمنع التسرُّب أو الانسكاب أو التفاعل، وتضمن سلامة الأفراد والممتلكات.

■ إجراءات ما قبل النقل (Pre-Transport Procedures):

قبل البدء في نقل أي مادة كيميائية، يجب التأكد من الخطوات الآتية:

STEP 1 قراءة صحيفة بيانات السلامة (SDS) للمادة لمعرفة مخاطرها وخصائصها.

STEP 2 التحقق من سلامة العبوة وخلوها من أي تشققات أو تسرب.

STEP 3 التأكد أن الغطاء محكم الإغلاق لمنع التبخر أو الانسكاب.

STEP 4 وضع ملصق واضح على العبوة يتضمن اسم المادة، ورمز الخطر، ونوع الاحتياطات.

STEP 5 تحديد المسار الآمن لنقل العبوة بعيدًا عن المناطق المزدحمة أو الممرات الضيقة.

■ أثناء النقل (During Transport):

لابد من اتباع الآتي أثناء النقل:

- استخدام حاوية ثانوية (Secondary Containment) عند نقل أي مادة كيميائية، بحيث تحتوي الانسكاب في حال حدوثه.
- عند نقل عدة عُبوات، تُستخدم عربة خاصة ذات حواجز جانبية وصوانٍ تمنع التدحرج أو الانزلاق.
- عند نقل عُبوة واحدة، يُفضل استعمال حامل زجاجات (Bottle Carrier) مصنوع من مواد غير قابلة للتفاعل.
- يُمنع منعًا باتًا حمل العُبوات باليد مباشرة أو وضعها في الجيوب، أو الحقائب.
- يُمنع استخدام المصاعد المخصصة للأشخاص في نقل المواد الخطرة، بل تُستخدم المصاعد الخدمية، أو تُنقل يدويًّا عبر طُرقَ آمنة.
- يجب ارتداء معدَّات الوقاية الشخصية (PPE) المناسبة، مثل: القفازات والنظارات الواقية والبدلة الواقية.

الحاويات الثانوية (Secondary Containment):

عبوات أو صناديق إضافية تُستخدم لتغطية العبوة الأصلية، ومنع تسرُّب المادة في حالة الكسر، أو التسرب.

حامل زجاجات

معدات الوقاية الشخصية الكيميائية

- **بعد النقل (Post-Transport):**

بعد عملية النقل لابد من اتباع الآتي:

- وضع المواد الكيميائية في أماكن التخزين المخصصة حسب نوعها (أحماض، أو قواعد، أو قابلة للاشتعال).
- التأكد من عدم وجود تسرُّب أو انسكاب أثناء النقل.
- تسجيل المواد المنقولة في سجل خاص بالمواد الكيميائية لتتبع حركتها.
- تنظيف أدوات النقل بعد كل استخدام.
- في حال وقوع حادث أو انسكاب، يجب اتباع خطة الطوارئ فورًا وإبلاغ مشرف السلامة.

مخزن مواد كيميائية

انسكاب كيميائي

- **أخطاء شائعة أثناء نقل المواد الكيميائية:**

لابد من تجنُّب الآتي عند نقل المواد الكيميائية:

حمل العبوات باليد دون حاوية ثانوية.

نقل المواد مع معدَّات، أو أغراض شخصية في نفس العربة.

استخدام عبوات قديمة، أو متشققة.

السير بمسار مزدحم، أو غير مخصص للنقل.

عدم قراءة صحيفة (SDS) قبل عملية النقل.

خلط المواد الكيميائية (Mixing Chemicals)

خلط المواد الكيميائية

تُعد عملية الخلط من المراحل التي تتطلب معرفة علمية دقيقة وخبرة في التعامل مع التفاعلات الكيميائية، ويجب تنفيذها في أماكن جيدة التهوية أو تحت أنظمة شفط الأبخرة (Fume Hood) لتقليل خطر استنشاق الغازات، أو الأبخرة المتصاعدة، ويجب قبل البدء بخلط المواد الكيميائية مراعاة ما يأتي:

- قراءة صحائف بيانات السلامة (SDS) الخاصة بكل مادة للتعرّف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية ودرجات خطورتها.
- التحقق من توافق المواد المراد خلطها للتأكد من عدم حدوث تفاعلات خطيرة، أو غير متوقعة.
- استخدام أدوات مناسبة للخلط مصنوعة من مواد مقاومة للتفاعل، مثل: الزجاج المخبري المقوّى، والبلاستيك المخصّص للاستخدام الكيميائي.
- تجنُّب استخدام الأدوات المعدنية، أو القابلة للصدأ، خاصة عند التعامل مع الأحماض؛ لأنها قد تتفاعل معها، أو تُفسد نقاء الخليط.
- عدم القيام بخلط المواد الكيميائية إلا من قبل عامل مدرب ومؤهل.

في حال ملاحظة أي تصاعد غير طبيعي للحرارة، أو الأبخرة أثناء عملية الخلط، يجب التوقف فورًا عن العمل وإبلاغ المشرف، أو مسؤول السلامة.

التخزين الآمن للمواد الكيميائية (Safe Storage of Chemicals)

التخزين الآمن للمواد الكيميائية

تُعد مرحلة تخزين المواد الكيميائية من أخطر المراحل في إدارة السلامة الكيميائية، إذ إن التخزين غير السليم قد يؤدي إلى تفاعلات خطرة أو انسكابات أو حرائق تهدد حياة الأفراد وتُتلف الممتلكات، وفيما يأتي المبادئ العامة لتخزين المواد الكيميائية تخزينا آمنا وفق المعايير الدولية:

- لابد أن تكون أماكن تخزين المواد الكيميائية بعيدة عن أماكن السكن.
- تُخزّن المواد الكيميائية في أماكن مخصصة بعيدة عن مصادر الحرارة، أو أشعة الشمس المباشرة.
- يجب أن تكون غُرَف التخزين مزوّدة بتهوية طبيعية، أو ميكانيكية كافية لتجنُّب تراكم الأبخرة.

- يُراعى ترتيب المواد حسب نوعها الكيميائي، وليس حسب الأبجدية؛ لتجنب التفاعلات بين المواد غير المتوافقة.
- تُستخدم رفوف قوية ومقاومة للتآكل، ويُمنع وضع العُبوات على الأرض مباشرة.
- يجب كتابة تاريخ الشراء والفتح على كل عُبوة لتتبُّع مدة الصلاحية.
- يُمنع تخزين المواد في الممرات، أو قرب مخارج الطوارئ.

تصنيف المواد حسب طريقة التخزين:

لكل نوع من المواد الكيميائية متطلبات خاصة في التخزين كالآتي:

النوع	المتطلبات
المواد القابلة للاشتعال (Flammable Substances)	■ تُخزن داخل خزائن معدنية مغلقة بعيدة عن مصادر الشَّرر، أو اللَّهب. ■ يجب أن تكون الخزائن مزوّدة بملصق تحذيري واضح (قابل للاشتعال). ■ يُمنع تخزينها بجانب المواد المؤكسدة، أو الحمضية.
الأحماض القوية (Strong Acids)	■ تُخزّن في خزائن مبطّنة بمواد مقاومة للتآكل، مثل: البلاستيك المقوّى. ■ يجب أن تكون بعيدة عن القواعد والمعادن. ■ يجب حفظها في عُبوات زجاجية سميكة ومغلقة بإحكام.
القواعد أو القلويات (Bases/Alkalis)	■ تُخزّن في أماكن جافة وبعيدة عن الأحماض والمواد العضوية. ■ التأكد من عدم وجود تسرُّب؛ لأن المواد القلوية يمكن أن تتفاعل مع الزجاج، أو المعدن وتُسبِّب تآكلًا، أو تلفًا في سطحهما.
المواد المؤكسدة (Oxidizers)	■ تُفصَل تمامًا عن المواد القابلة للاشتعال. ■ تخزّن في أماكن باردة وجافة وبعيدة عن الضوء المباشر. ■ يجب حفظها في عُبوات غير معدنية محكمة الإغلاق.
المواد السامة (Toxic Substances)	■ تُخزّن في خزائن مقفلة بإحكام وتحت إشراف مسؤول السلامة. ■ يجب أن تكون بعيدة عن المواد الأخرى لتفادي التفاعل، أو التلوث العرضي. ■ يُكتب عليها بوضوح كلمة «سام» (Toxic).

■ متطلبات بيئة التخزين:

يجب أن تتوافر في بيئة التخزين الاشتراطات الآتية: لضمان سلامة حفظ المواد الكيميائية وكفاءة التعامل معها:

العنصر	المتطلبات
أنظمة الطوارئ	■ وجود مطفأة حريق مناسبة لطبيعة المادة المخزنة. ■ محطة غسل العيون (Eyewash Station)، ودش الطوارئ (Emergency Shower).
أرضية المخزن	■ يجب أن تكون ملساء وسهلة التنظيف. ■ مقاومة للمواد الكيميائية.
الإضاءة	■ استخدام إضاءة مقاومة للانفجار داخل غُرف المواد القابلة للاشتعال. ■ استخدام مستوى إضاءة مناسب.
التهوية	■ وجود نظام شفط هواء، أو نوافذ تسمح بتجديد الهواء باستمرار.
درجة الحرارة	■ يجب أن تكون مناسبة لشروط المادة المخزنة.

■ إدارة العُبوات والملصقات:

إدارة العبوات والملصقات تعني تنظيم المواد الكيميائية بطريقة واضحة وآمنة، ولذلك لابد من مراعاة الآتي:

- يجب أن تكون جميع العُبوات مرمزة بملصقات تعريف واضحة تتضمن اسم المادة، ورمز الخطر، وتاريخ الفتح.
- يُمنع استخدام العُبوات غير المرمّزة (إلا للاستخدام الفوري)، أو القديمة، أو تلك التي فقدت جزءًا من بياناتها.
- تُستبدل العُبوات التالفة، أو المتآكلة فورًا.
- يُمنع استخدام عُبوات مياه الشرب لتخزين المواد الكيميائية.
- يُتحقق دوريًّا من سلامة أغطية العُبوات وإغلاقها بإحكام.

العُبوات غير المرمّزة (Unlabeled Containers):
هي عُبوات تحتوي على مواد كيميائية، أو خطرة، لكنها لا تحمل بطاقاتَ أو رموز تحذيرية توضح محتواها أو مخاطرها؛ مما يجعلها غير آمنة للتعامل، أو التخزين؛ لأنها لا تبيّن نوع المادة أو درجة خطورتها.

منطقة تخزين

- **خطة التنظيم داخل المخزن:**

في المخزن، يجب الالتزام بالإرشادات الآتية:

- تُقسّم منطقة التخزين إلى أقسام محددة بحسب نوع المادة.
- تُرتب العُبوات الثقيلة في الرفوف السفلية، والخفيفة في الأعلى.
- تُخصص مساحة خالية في المنتصف لتكون ممرًّا للطوارئ.

أنظمة تخزين المواد الكيميائية (Chemical Storage Systems)

تُعدّ إدارة المخزون الكيميائي جزءًا أساسيًّا من نظام السلامة والجودة داخل المختبرات والمؤسسات الصناعية، ويُسهم التنظيم السليم للمواد في تجنّب المخاطر الناتجة عن انتهاء صلاحية المواد، أو تفاعلها، أو تلفها أثناء التخزين، لذلك، طُوّرت أنظمة عالمية، مثل: نظامي (FIFO) و(FEFO)؛ لضمان استخدام المواد بالترتيب الصحيح، وتقليل الهدر، وتحقيق الكفاءة، والاستدامة.

1. نظام الوارد أولًا يُصرف أولًا (First In, First Out (FIFO)):

يُعد هذا النظام من أقدم وأكثر الأنظمة استخدامًا في إدارة المخزون، ويعتمد على مبدأ بسيط وهو: المواد التي تدخل المخزن أولًا تُستخدم أولًا، بحيث تُستهلك المواد وفق ترتيب وصولها، وتتمثل أهمية نظام (FIFO) في الآتي:

نظام (FIFO)

- يمنع تراكم المواد القديمة في المخزن.
- يُقلل من احتمال انتهاء صلاحية المواد الكيميائية.
- يُسهم في تحسين كفاءة الاستخدام، وتقليل النفايات.
- يُسهّل عملية الجرد الدوري للمخزون.

ولتطبيق نظام (FIFO) في المخزن لابد من مراعاة الآتي:

- ترتيب العُبوات على الرفوف بحيث تكون العُبوات الأقدم في الأمام، والأحدث في الخلف.
- استخدام الملصقات اللونية، أو الرمزية لتحديد تاريخ الاستلام.
- تسجيل كل عملية دخول وخروج في سِجل المخزون الكيميائي.
- مراجعة السجل دوريًّا؛ لضمان التزام الجميع بتطبيق النظام.

2. نظام الأقرب انتهاءً يُستخدم أولًا (First Expired, First Out (FEFO)):

يُستخدم هذا النظام عندما يكون تاريخ انتهاء الصلاحية هو العامل الأهم في ترتيب المواد، فالعُبوة التي تنتهي صلاحيتها أولًا تُستخدم قبل غيرها، بغض النظر عن تاريخ دخولها، وتتمثل أهمية نظام (FEFO) في الآتي:

- يمنع استخدام المواد منتهية الصلاحية.
- يضمن سلامة التجارب الكيميائية، وجودة النتائج.
- يُقلل من الخسائر المالية الناتجة عن تلف المواد قبل استخدامها.
- يُعدّ أكثر دقة من نظام (FIFO) عند التعامل مع مواد حسَّاسة، أو محدودة العمر.

ولتطبيق نظام (FEFO) في المخزن لابد من مراعاة الآتي:

- كتابة تاريخ انتهاء الصلاحية بوضوح على كل عُبوة.
- ترتيب العُبوات في الخزانة بحيث تكون المواد الأقرب إلى الانتهاء في المقدمة.
- مراجعة تواريخ الصلاحية مراجعة دورية (كل شهر أو أسبوعين).
- إزالة أي مادة انتهت صلاحيتها فورًا وفق تعليمات التخلص الآمن.

ويوضح الجدول الآتي الفرق بين نظامي (FIFO) و(FEFO):

الجانب	FIFO	FEFO
الأساس	تاريخ دخول المادة.	تاريخ انتهاء الصلاحية.
الهدف	استخدام الأقدم أولًا.	استخدام الأقرب انتهاء أولًا.
البيئة المثالية	المواد المستقرة طويلة الأمد.	المواد الحسَّاسة، أو محدودة العمر.
الميزة	سهولة التطبيق.	دقة في التحكم بالجودة.
العيب	قد تبقى المواد القديمة إن كانت صلاحيتها أطول.	يتطلب تحديث دوري لتواريخ الانتهاء.

الاستجابة لانسكابات المواد الكيميائية (Chemical Spill Response)

تُعد الانسكابات الكيميائية (Chemical Spills) من أبرز المخاطر التي يمكن أن تحدث في المختبرات أو أماكن العمل؛ لأنها قد تؤدي إلى إصابات بشرية، وأضرار مادية، وتلوث بيئي خطير إذا لم تُدار بالشكل الصحيح، وتُعد الاستجابة السريعة والمنظمة لهذه الانسكابات جزءًا أساسيًّا من نظام إدارة الطوارئ الكيميائية (Chemical Emergency Management)، الذي يعتمد على خطة استجابة واضحة، وتدريب فعّال، وتحديد دقيق للأدوار والمسؤوليات.

الانسكاب الكيميائي (Chemical Spill):
تسرُّب غير مقصود لمادة كيميائية سائلة، أو صلبة، أو غازية في بيئة العمل.

- **تقييم شدة الانسكاب (Assessing the Severity of a Chemical Spill):**

تتمثل أول خطوة بعد أي انسكاب في تقييم الموقف لتحديد مدى الخطورة، ويكون ذلك عبر طرح الأسئلة الآتية:

1. ما نوع المادة المنسكبة؟ هل هي حمضية، أو قلوية، أو سامة، أو قابلة للاشتعال، أو متفاعلة مع الماء؟
2. ما كمية المادة؟ انسكاب صغير (بضع قطرات أو ملليلترات) يختلف عن انسكاب كبير يتجاوز اللتر أو أكثر.
3. هل الانسكاب في منطقة مغلقة أو مفتوحة؟ في الأماكن المغلقة يزداد خطر الاستنشاق والتعرُّض للأبخرة.
4. هل هناك أشخاص مصابون؟ وجود إصابات يستدعي تطبيق الإسعافات الفورية واستدعاء الطوارئ.
5. هل الانسكاب يؤثر في مصادر المياه أو الصرف الصحي؟ إذا كانت الإجابة نعم، يُبلغ فورًا عن الحدث إلى الجهات البيئية.

وبعد التقييم، تُصنَّف الانسكابات عادة إلى ثلاث درجات كالآتي:

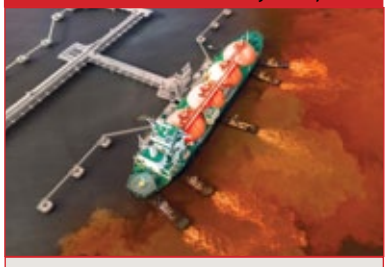
انسكابات طفيفة
(Minor Spill)

كمية قليلة يمكن تنظيفها داخليًا باستخدام أدوات السلامة.

انسكابات متوسطة
(Moderate Spill)

تحتاج إلى تدخل فريق السلامة المدرب (HSE Team).

انسكابات كبيرة
(Major Spill)



تستدعي الإخلاء الفوري وإبلاغ الجهات المختصة.

خطة الاستجابة للانسكابات
(Spill Response Plan):

وثيقة تحدد خطوات التعامل مع الانسكابات والأدوار والمسؤوليات لكل فرد في الفريق.

- **خطة الاستجابة للانسكابات**
(Chemical Spill Response Plan):

كل مؤسسة، أو مختبر يجب أن يمتلك خطة استجابة مكتوبة ومعلنة، تتضمن ما يأتي:

العنصر الرئيسي	الوصف التفصيلي
تحديد المسؤوليات والأدوار	■ **مُشرف السلامة** (Safety Officer): يُنسق عملية الاستجابة، ويتواصل مع الإدارة. ■ **فريق الاستجابة** (Response Team): يحتوي الانسكاب، ويُنفّذ أعمال التنظيف وفق الإجراءات. ■ **مُنسق الطوارئ** (Emergency Coordinator): يُدير عملية الإخلاء عند الحاجة، ويُتابع سلامة الأفراد.
إجراءات الإبلاغ (Reporting Procedures)	■ تحديد آلية الإبلاغ عن الانسكابات فور وقوعها. ■ الرقم الداخلي للطوارئ. ■ نموذج الإبلاغ الفوري لتوثيق الحدث. ■ جهة الاتصال الخارجية، مثل: الدفاع المدني، أو هيئة البيئة.
معدَّات الاستجابة (Spill Kit)	■ مواد امتصاص. ■ معدَّات الوقاية الشخصية: القفازات، والكمامات، والنظارات الواقية. ■ حاويات مخصصة للنفايات الكيميائية لتجميع المخلفات بأمان.
التدريب الدوري (Regular Training)	■ التدريب الدوري للطلبة والعاملين على تطبيق خطة الاستجابة عمليًا. ■ تنفيذ تمارين محاكاة (Simulation Drills) لتقوية مهارات الفريق ورفع مستوى الجاهزية.

■ احتواء وتنظيف الانسكابات

(Containment and Cleanup Procedures):

يُراعى اتباع الخطوات الآتية عند احتواء وتنظيف الانسكابات:

- إخلاء المنطقة فورًا إذا كان الانسكاب كبيرًا أو سامًّا.
- الإبلاغ عن الحادث إبلاغا فوريا.
- إغلاق مصادر التهوية، أو النار في حالة المواد القابلة للاشتعال.
- ارتداء معدَّات الوقاية الشخصية الكاملة (PPE) قبل أي محاولة للتنظيف.
- احتواء الانسكاب باستخدام حواجز الامتصاص (Absorbent Booms) أو الرمال الخاصة.
- امتصاص المادة باستخدام مواد ماصّة مناسبة لطبيعة المادة، مثل: (البودرة أو القماش الماص).
- جمع المخلفات في حاويات خاصة موسومة بعبارة «نفايات كيميائية خطِرة»، حيث يُمنع التخلص من النفايات الكيميائية في الحوض أو القمامة العادية.
- تنظيف المنطقة باستخدام مواد تنظيف مناسبة للمادة المنسكبة (ماء، أو محلول معتدل)، فمثلًا يُمنع استخدام الماء مع المواد المتفاعلة، مثل: (الصوديوم أو الكبريتات).
- تهوية المنطقة، وإعادة تفتيشها وفحصها؛ للتأكد من زوال الخطر بالكامل.

الاحتواء

(Containment):

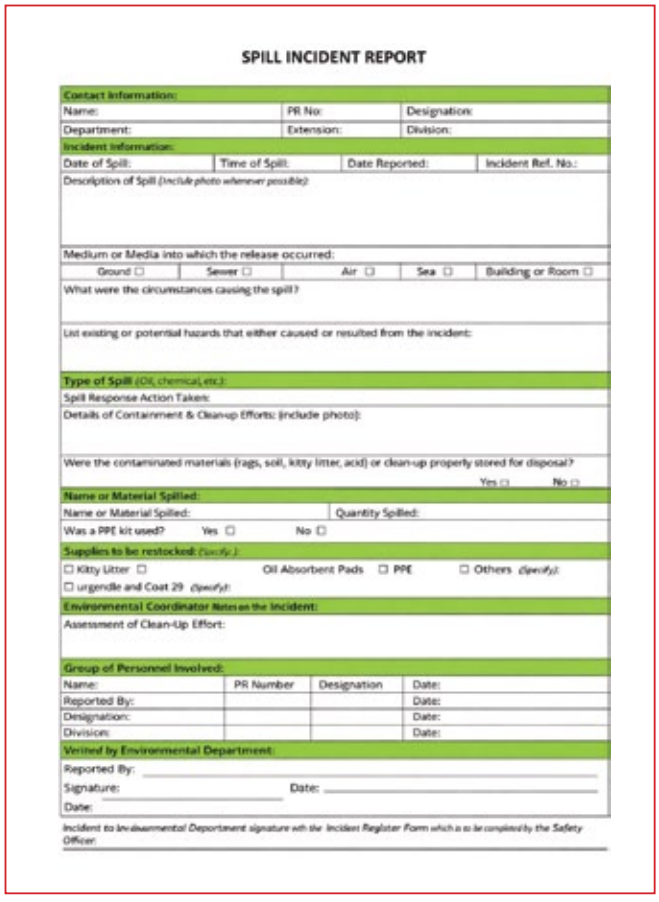
الإجراءات المتخذة لمنع انتشار المادة المنسكبة إلى مناطق أخرى.

■ الإبلاغ عن الانسكابات
(Reporting Spills):

بعد الانتهاء من السيطرة على الانسكاب، يجب إعداد تقرير فوري يتضمن الآتي:

- وقت ومكان الحدث.
- نوع وكمية المادة المنسكبة.
- السبب المحتمل للانسكاب.
- الإجراءات التي تُتخَذ.
- أسماء الأفراد المشاركين في الاستجابة.
- التوصيات لتجنب تكرار الحادث.

ثم يُرسل التقرير إلى إدارة السلامة (HSE Department)، ويُرفع إلى الجهات المختصة عند الضرورة، ويُنصح بإجراء اجتماع مراجعة (Post-Incident Review) لاستخلاص الدروس، وتحديث الخطة.



SPILL INCIDENT REPORT

Contact Information:			
Name:	PR No:	Designation:	
Department:	Extension:	Division:	
Incident Information:			
Date of Spill:	Time of Spill:	Date Reported:	Incident Ref. No.:
Description of Spill *(Include photo wherever possible)*:			
Medium or Media into which the release occurred:			
Ground ☐	Sewer ☐	Air ☐	Sea ☐	Building or Room ☐
What were the circumstances causing the spill?			
List existing or potential hazards that either caused or resulted from the incident:			
Type of Spill *(Oil, chemical, etc.)*:			
Spill Response Action Taken:			
Details of Containment & Clean-up Efforts: (include photo):			
Were the contaminated materials (rags, soil, kitty litter, acid) or clean-up properly stored for disposal? Yes ☐ No ☐			
Name or Material Spilled:			
Name or Material Spilled:	Quantity Spilled:		
Was a PPE kit used? Yes ☐ No ☐			
Supplies to be restocked: *(specify)*:			
☐ Kitty Litter ☐ Oil Absorbent Pads ☐ PPE ☐ Others *(Specify)*:			
☐ urgendle and Coat 29 *(Specify)*:			
Environmental Coordinator Notes on the Incident:			
Assessment of Clean-Up Effort:			
Group of Personnel Involved:			
Name:	PR Number	Designation	Date:
Reported By:			Date:
Designation:			Date:
Division:			Date:
Verified by Environmental Department:			
Reported By:			
Signature:		Date:	
Date:			

Incident to be discussed with the Environmental Department signature with the Incident Register Form which is to be completed by the Safety Officer.

بيان طريقة العمل الآمن

(Safe Work Method Statement (SWMS))

يُعد بيان طريقة العمل الآمن (Safe Work Method Statement (SWMS)) إحدى الركائز الأساسية في منظومة إدارة السلامة والصحة المهنية، إذ تمثل أداة منهجية تهدف إلى تعزيز بيئة العمل الآمنة، وتقليل المخاطر أثناء أداء المهام المختلفة، خاصة في الأنشطة عالية الخُطورة، مثل: الإنشاءات، والصيانة الصناعية، والأعمال الميكانيكية والكهربائية.

بيان طريقة العمل الآمن
(Safe Work Method Statement (SWMS)):
هو وثيقة رسمية توضح الأنشطة عالية الخُطورة في موقع العمل، وتحدد المخاطر المرتبطة بها، وتوضح الإجراءات الوقائية الواجب اتباعها لضمان السلامة.

أهمية بيان طريقة العمل الآمن (SWMS)

يُعدّ بيان (SWMS) أحد الأدوات الجوهرية في منظومة إدارة السلامة والصحة المهنية، إذ يمثل هذا البيان وثيقة تخطيطية وتنظيمية، تُعَدّ أساسًا لتطبيق ممارسات العمل الآمن، وتُسهم في ضمان بيئة عمل خالية من الإصابات والحوادث، ويُصاغ بيان (SWMS) وفق نهج استباقي يعتمد على التنبؤ بالمخاطر قبل وقوعها، وتخطيط الإجراءات المناسبة للتعامل معها بطريقة منهجية ومقننة.

وفيما يأتي تفصيل للأغراض الأساسية التي يحققها بيان (SWMS):

1. **تحديد المخاطر المرتبطة بالأنشطة عالية الخطورة:**

يهدف بيان (SWMS) في المقام الأول إلى الكشف المبكر عن مصادر الخطر المرتبطة بالأنشطة، أو المهام، سواء كانت ميكانيكية، أو كهربائية، أو كيميائية، أو سُلوكية، ويسمح هذا التحديد بإجراء تقييم دقيق للمخاطر قبل البدء في تنفيذ العمل؛ مما يُمكّن من اتخاذ قرارات مستنيرة حول أساليب التحكم المناسبة.

- **تطبيق عملي:** في أعمال الحفر، يتيح بيان (SWMS) التعرف على مخاطر انهيار الجدار الترابي، أو ملامسة خطوط الخدمات الأرضية قبل الشروع في التنفيذ.

2. تقييم مستوى الخطورة وتحديد أولويات التحكم:

بعد تحديد المخاطر، يهدف بيان (SWMS) إلى تقييم درجة الخُطورة وفق معايير الاحتمالية والتأثير، وتصنيفها إلى مستويات (منخفضة، أو متوسطة، أو مرتفعة)، حيث يُسهم هذا التقييم في توجيه الموارد نحو المخاطر ذات الأولوية العُليا، وتحقيق استخدام فعّال لوسائل التحكم.

- **تطبيق:** تُستخدم مصفوفة تقييم المخاطر (Risk Assessment Matrix) لتقدير درجة الخطورة كمًّا ونوعًا؛ مما يساعد في توثيق نتائج التحليل ضمن البيان.

3. وضع تدابير التحكم والوقاية:

من الأهداف الرئيسة لبيان (SWMS) وضع إستراتيجيات الوقاية والسيطرة التي تهدف إلى الحد من احتمالية وقوع الحوادث، أو تقليل آثارها، وتُبنى هذه الإستراتيجيات على مبدأ «هرم السيطرة على المخاطر»، الذي يُحدد تسلسل التدخل وفقًا للمستويات الخمسة الآتية:

هرم السيطرة على المخاطر

4. ضمان الامتثال للتشريعات والمعايير التنظيمية:

يُعد بيان (SWMS) وسيلة فعّالة لتحقيق الامتثال القانوني للوائح وأنظمة السلامة والصحة المهنية المعمول بها في الدولة أو المؤسسة، إذ يُظهر التزام جهة العمل بتطبيق المتطلبات التنظيمية الخاصة بإدارة المخاطر، ويوفر توثيقًا رسميًّا للإجراءات المتبعة، وفي العديد من التشريعات، يُعد بيان SWMS شرطًا إلزاميًّا قبل تنفيذ أي نشاط يُصنّف عملاً عالي الخُطورة.

التشريعات والمعايير التنظيمية

5. تعزيز التواصل والتوعية بممارسات العمل الآمن:

يُعد بيان (SWMS) وثيقة تواصل فنية بين الإدارة والعاملين، إذ يُقدّم مرجعًا موحدًا للإجراءات الواجب اتباعها أثناء تنفيذ المهام، وهو أداة تدريبية في اجتماعات التوجيه اليومي (Toolbox Meetings) لرفع مستوى الوعي بالمخاطر والإجراءات الوقائية.

- **تطبيق عملي:** يُوزَّع ملخص (SWMS) على جميع أفراد الفريق قبل البدء بالعمل؛ لضمان فهمهم الكامل لمتطلبات السلامة.

التواصل في بيئات العمل

6. تحديد المسؤوليات والأدوار الوظيفية:

يُسهم بيان (SWMS) في توضيح تسلسل المسؤوليات داخل فريق العمل، من خلال تحديد الأفراد أو الجهات المسؤولة عن مراقبة تنفيذ الإجراءات، والإشراف على الامتثال، والاستجابة للطوارئ، حيث تُعزّز هذه الشفافية المساءلة، وتقلل من احتمالات سوء الإدارة أو الإهمال.

- **مثال:** تحديد مسؤول السلامة، والمشرف على الموقع، والعاملين المنفذين ضمن البيان مع توقيعاتهم الرسمية.

الأدوار الوظيفية

7. التخطيط المسبق لحالات الطوارئ:

يتضمن بيان (SWMS) خطة استجابة للطوارئ، تُوضّح الإجراءات الواجب اتخاذها عند وقوع حادث، أو خطر غير متوقع، ويشمل ذلك تحديد طُرق الإخلاء، ووسائل الاتصال بالطوارئ، ومواقع معدَّات الإسعاف الأولي، بما يضمن سرعة الاستجابة، وتقليل الأضرار.

- **تطبيق عملي:** في مواقع البناء، يُلزم البيان بتحديد نقاط التجمع، وخط سير الإخلاء، ومعلومات التواصل مع فِرَق الإسعاف.

حالات الطوارئ

استخدامات بيان (SWMS)

يعد إعداد بيان (SWMS) مطلبًا إلزاميًّا في العديد من القطاعات الصناعية، ويُستخدم خصوصًا في المهام، أو الأنشطة المعقدة، أو التي تتضمن مخاطر متعددة ومستويات عالية من الخُطورة، ومن أبرزها ما يأتي:

- **الأعمال عالية الخُطورة (High-Risk Work):**
  مثل العمل في الأماكن المرتفعة، أو في البيئات المغلقة (Confined Spaces)، أو التعامل مع المواد الخطِرة، أو تشغيل الرافعات والمعدَّات الثقيلة.
- **الأنشطة الإنشائية الكبرى:**
  كالحفر، وصبّ الخرسانة، وتركيب الهياكل المعدنية، والأعمال الكهربائية والميكانيكية المعقدة.
- **العمليات الصناعية الحسَّاسة:**
  مثل تشغيل وحدات المعالجة الكيميائية، أو الصيانة الدورية للمعدَّات الحيوية، أو العمل بالقرب من مصادر الطاقة العالية.
- **المشاريع متعددة التخصصات:**
  التي تتداخل فيها مهام أكثر من فريق عمل؛ مما يزيد من احتمالية وقوع الحوادث نتيجة ضعف التنسيق، أو سوء إدارة المخاطر.
- **الأنشطة الجديدة أو غير المألوفة:**
  حيث يُسهم بيان (SWMS) في تحديد المخاطر غير المعروفة ووضع ضوابط أولية للسيطرة عليها قبل البدء في التنفيذ.

مكونات بيان طريقة العمل الآمن
(Components of Safe Work Method Statement (SWMS))

يتكوّن بيان طريقة العمل الآمن من مجموعة من العناصر الأساسية التي تشكّل البنية الكاملة للوثيقة، حيث تضمن هذه العناصر وضوح المهام، وتحديد المخاطر، ووضع الإجراءات الوقائية المناسبة، وفيما يأتي شرح تفصيلي لكل مكون مع مثال توضيحي:

المكون	الشرح المختصر	مثال عملي
عنوان النشاط	يحدد نوع المهمة بوضوح لتمييز البيان عن غيره.	تركيب سقالات معدنية.
موقع العمل	يوضّح بدقة المكان الذي سيُنفَذ النشاط فيه.	المنطقة الصناعية، المبنى A.
أسماء المسؤولين والعاملين	تحديد الأدوار والمسؤوليات داخل الفريق.	■ المشرف: س. ■ العاملون: ص، ع.
وصف النشاط	سرد خطوات التنفيذ بترتيب منطقي.	إعداد الأدوات ← التنفيذ ← الفحص النهائي.
تحديد المخاطر	رصد جميع المخاطر المحتملة أثناء العمل.	خطر السقوط، وخطر الانزلاق، وخطر الكهرباء.
تحديد مستوى الخُطورة	تحديد شدة واحتمالية الخطر (مرتفع، أو متوسط، أو منخفض).	خطر السقوط = مرتفع.
تدابير السيطرة والوقاية	الإجراءات الوقائية المستخدمة لتقليل الخطر.	استخدام حزام الأمان، والإشارات التحذيرية.
معدَّات الوقاية الشخصية (PPE)	تحديد المعدَّات التي يجب ارتداؤها.	الخوذة، والنظارات، وأحذية الأمان.
خطة الطوارئ	ما يجب فعله في حال وقوع حادث أو طارئ.	إخلاء الموقع، والاتصال بالإسعاف.
التوقيعات والموافقة	إثبات الفهم والالتزام من جميع المشاركين.	توقيع العامل والمشرف واعتماد السلامة.

تحليل المهام لتحديد الأخطار
(Task Analysis for Hazard Identification)

يُعرّف تحليل المهام بأنه عملية منهجية تُفكك المهمة إلى عناصرها التفصيلية لدراسة المتطلبات التشغيلية والمخاطر والعوامل البشرية والبيئية المؤثرة، ويساعد هذا النهج في تحديد نقاط الضعف المحتملة، وتصميم إجراءات العمل الآمن وبرامج التدريب، ويشكّل أساسًا لأدوات إدارة المخاطر مثل: (JSA) و(SWMS)، وفيما يأتي أبرز أوجه الأهمية التي يحققها هذا التحليل في بيئات العمل المختلفة:

مجال الأهمية	الوصف العلمي والتحليلي	الفائدة التطبيقية/الأثر العملي
الوقاية المسبقة من المخاطر	يُمكّن من التعرف المبكر على المخاطر المحتملة في كل خطوة عمل، ووضع ضوابط وقائية مناسبة قبل وقوع الحوادث.	تقليل معدلات الإصابات والحوادث، وتحقيق بيئة عمل أكثر أمانًا.
تعزيز ثقافة السلامة	يُشجع على مشاركة العاملين في تحديد المخاطر وفهم الإجراءات الوقائية المرتبطة بمهامهم اليومية.	زيادة الوعي بالسلامة، ورفع مستوى الالتزام بالإجراءات.
رفع كفاءة الأداء التشغيلي	يُسهم في تبسيط الخطوات التشغيلية، واكتشاف نقاط الضعف أو الازدواجية؛ مما يُحسن من سير العمل.	تقليل الأخطاء التشغيلية، وتحسين الإنتاجية.
تحقيق الامتثال التشريعي والتنظيمي	يُعد جزءًا من متطلبات التشريعات والمعايير الوطنية والدولية الخاصة بالسلامة والصحة المهنية.	ضمان الالتزام بالقوانين، وتجنُّب العقوبات أو المخالفات.
تحسين إدارة المخاطر المؤسسية	يوفر قاعدة بيانات دقيقة لتحديد وتقييم ومراقبة المخاطر عبر مراحل العمل المختلفة.	دعم نظام إدارة السلامة (SMS)، واتخاذ قرارات مبنية على تحليل علمي.
تحسين التواصل والتنسيق بين فِرَق العمل	يضع توصيفًا موحدًا للمخاطر والإجراءات، مما يعزز فهمًا مشتركًا بين جميع الأطراف.	تقليل التداخل في المهام، وتعزيز العمل الجماعي الآمن.
تطوير المحتوى التدريبي وبناء القدرات	يشكل أساسًا لتصميم برامج تدريبية موجهة للعاملين وفقًا لطبيعة مهامهم ومخاطرها.	إعداد برامج تدريب فعّالة، وزيادة كفاءة العاملين.
رفع مستوى المساءلة والتوثيق المؤسسي	يُسهم في توثيق جميع مراحل العمل والمخاطر والإجراءات، مما يدعم مبدأ الشفافية والمساءلة.	سهولة التحقيق في الحوادث، وإثبات الالتزام أثناء المراجعة والتدقيق.

- **الظروف التي يُستخدم فيها تحليل المهام لتحديد المخاطر:**

يُستخدم تحليل المهام بصورة انتقائية في الحالات أو الأنشطة التي تتطلب فهمًا تفصيليًّا لتسلسل العمل وتفاعلاته التشغيلية والبشرية، وفيما يأتي أبرز الظروف تتطلب إجراء تحليل المهام أداةً علمية لتحديد المخاطر:

1. **عند تنفيذ أعمال جديدة أو غير روتينية (Performing New or Non-routine Work):**

يُستخدم تحليل المهام عندما تكون المهمة جديدة على المؤسسة أو العاملين، أو لم تُنفّذ مُسبقًا في نفس بيئة العمل، ففي هذه الحالة، قد تكون المخاطر غير معروفة أو غير موثقة سابقًا؛ مما يستدعي تفكيك النشاط إلى خطوات دقيقة لتحديد المخاطر المحتملة في كل مرحلة.

- **مثال تطبيقي:** إدخال تقنية إنتاج جديدة، أو استخدام مادة كيميائية لم تُستخدم من قبل يتطلب تحليل مهام استباقي لتحديد مخاطرها التشغيلية والبيئية.

2. **في المهام عالية الخطورة (High-Risk Tasks):**

يُعد تحليل المهام إلزاميًّا عند التعامل مع الأنشطة المصنّفة عالية الخُطورة؛ لما تتسم به من احتمالية وقوع إصابات جسيمة، أو وفيات في حال عدم السيطرة عليها، وتشمل هذه الفئة ما يأتي:

- **العمل في الارتفاعات (Work at Height):** مثل تركيب الهياكل المعدنية أو تنظيف الواجهات.
- **العمل داخل الأماكن المغلقة (Confined Spaces):** مثل الخزانات والأنفاق.
- التعامل مع المواد الكيميائية الخطِرة أو المواد القابلة للاشتعال والانفجار.
- أعمال الرفع باستخدام الرافعات والمعدَّات الثقيلة مثل رفع أنبوب معدني بالرافعة.

3. **في العمليات الصناعية المعقّدة ومتعددة المراحل:**

تتطلب العمليات التي تتداخل فيها مهام متعددة، أو فِرَق مختلفة إجراء تحليل مهام تفصيلي لتوضيح الأدوار والمسؤوليات وتحديد مناطق التفاعل بين الفِرَق المختلفة، حيث قد تنشأ مخاطر من التعارض أو التزامن في الأنشطة.

- مثال تطبيقي: مشاريع الإنشاء الكبرى التي تضم أعمالًا كهربائية وميكانيكية ومدنية متزامنة في نفس الموقع تحتاج لتحليل مهام يضمن التنسيق الآمن بين الفِرَق.

4. عند وجود تاريخ سابق للحوادث أو الحوادث الوشيكة

يُعد تكرار الحوادث أو تسجيل حالات حادث وشيك مؤشرًا على وجود ثغرات في إجراءات السلامة أو ضعف في تحديد المخاطر، ففي هذه الحالة، يُستخدم تحليل المهام لإعادة تقييم الخطوات التفصيلية للمهمة واكتشاف أسباب القصور، أو النقاط الحرجة التي لم تُغطَّ بالتحليل السابق.

5. عند تحديث إجراءات العمل أو إدخال تغييرات تشغيلية:

أي تعديل في بيئة العمل، أو المعدَّات أو المواد أو طرق التنفيذ يفرض إعادة تحليل المهام لتحديث تقييم المخاطر وضوابط السيطرة، فالتغييرات قد تُدخل مخاطر جديدة غير موجودة سابقًا أو تُغيّر من مستوى خُطورة المخاطر الحالية.

- **مثال:** إدخال روبوت صناعي جديد أو تغيير تصميم خط إنتاج يتطلب إعادة تحليل لتحديد المخاطر الجديدة الناشئة عن التفاعل بين العامل والمعدَّة.

6. في مرحلة تصميم العمليات والمعدَّات الجديدة:

في مراحل التصميم الأولية للمشاريع، أو المعدَّات، يمكن توظيف تحليل المهام أداةً استباقية لتحديد المخاطر المحتملة قبل تنفيذ المشروع فعليًّا، ما يُمكّن من دمج متطلبات السلامة في التصميم نفسه.

- **مثال تطبيقي:** تحليل خطوات التشغيل المتوقعة عند تصميم خط إنتاج جديد لتحديد مخاطر الانحشار، أو الانزلاق، ثم إدراج حواجز أمان، أو مفاتيح فصل تلقائية ضمن التصميم.

7. في إعداد وتطوير برامج التدريب:

يُستخدم تحليل المهام لتحديد المعارف والمهارات والسلوكيات المطلوبة لأداء المهمة بأمان؛ مما يُبنى عليه تصميم المحتوى التدريبي للعاملين.

- **مثال تطبيقي:** عند تدريب العمال الجدد على تشغيل آلة معقدة، يستند التدريب إلى نتائج تحليل المهام التي تحدد النقاط الحرجة والمخاطر التشغيلية.

8. في حالات ضعف الامتثال أو الملاحظات التنظيمية:

عند ملاحظة تدني مستوى الالتزام بإجراءات السلامة، أو صدور ملاحظات تفتيشية من الجهات الرقابية، يُستخدم تحليل المهام لتحديد مواطن القصور في تطبيق التعليمات أو صعوبة تنفيذها عمليًّا، ثم تبسيطها أو تعديلها.

- **مثال تطبيقي:** اكتشاف عدم التزام العمال بارتداء واقيات السمع بسبب صعوبة الوصول إليها؛ مما يستدعي إعادة توزيعها في نقاط أقرب لمواقع العمل.

■ مراحل تنفيذ تحليل المهام لتحديد المخاطر:

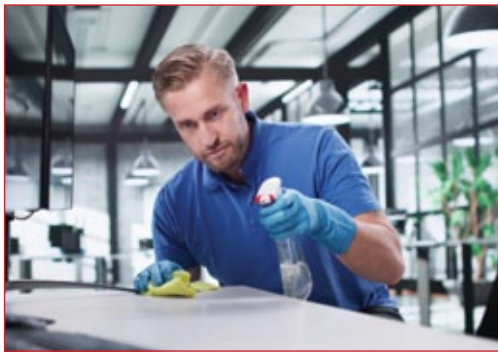
يُنفَّذ التحليل وفق مراحل متتابعة تضمن الدقة والشمولية، وتشمل ما يأتي:

	المرحلة	الوصف	النواتج المتوقعة
1	**تحديد المهمة**	اختيار النشاط المطلوب تحليله بناءً على أهميته، أو خُطورته.	تحديد نطاق التحليل.
2	**تقسيم المهمة إلى خطوات**	تفصيل العمل إلى مراحل فرعية مرتبة زمنيًّا.	جدول بالخطوات الرئيسية للعمل.
3	**تحليل كل خطوة**	دراسة كل خطوة على حدة لتحديد المخاطر المرتبطة بها.	قائمة بالمخاطر المحتملة.
4	**تحديد مستوى الخُطورة**	تقدير درجة الخُطورة حسب الشدة والاحتمال.	مصفوفة تقييم المخاطر.
5	**تحديد الضوابط الوقائية**	وضع الإجراءات التي تقلل الخطر أو تزيله.	قائمة بالضوابط والإجراءات الوقائية.
6	**توثيق النتائج**	إعداد نموذج رسمي للتحليل واعتماده.	نموذج مكتمل للتحليل جاهز للاستخدام.

الدرس السابع

تنظيم ونظافة مواقع العمل

(Housekeeping)



تنظيم ونظافة موقع العمل

يُعدّ تنظيم ونظافة موقع العمل خط الدفاع الأول لمنع كثير من الحوادث اليومية، مثل: الانزلاق، والتعثّر، والسقوط، وحرائق المواد القابلة للاشتعال، والتعرُّض للمواد الكيميائية والملوثات، والحوادث الميكانيكية، إضافة الى المشكلات الصحية المزمنة، ولا يقتصر المفهوم على مجرد التنظيف فقط، بل منظومة إدارة تشمل الترتيب والتخزين والترميز والمسارات الآمنة، مع أدوار ومسؤوليات واضحة وخطط تفتيش وتحسين مستمر.

وتكمن أهمية تنظيم ونظافة موقع العمل في الآتي:

- **الوقاية من الحوادث والإصابات:** تقليل الانزلاق، والتعثّر، والسقوط، وخفض مخاطر الحريق، ومنع انسداد مخارج الطوارئ، والحد من التعرُّض للمواد الكيميائية والغبار.
- **الامتثال:** دعم متطلبات الجهات التنظيمية ومعايير الصناعة.
- **تحسين بيئة العمل وصحة العاملين:** بيئة مرتبة تعزز الانتماء والمسؤولية.

عناصر تنظيم موقع العمل الفعّال

لكي يكون نظام تنظيم موقع العمل فعّالًا، يجب أن يشمل النقاط الآتية:

1. **تحديد المسؤوليات بوضوح:** كل موظف مسؤول عن نظافة وتنظيم مكان عمله.
2. **تخصيص الأدوات والمعدَّات:** يجب تخزين الأدوات في أماكن محددة وموسومة بالملصقات.
3. **إزالة الفوضى:** التخلص من الأشياء غير الضرورية تخلصا دوريا.
4. **الصيانة المستمرة:** فحص الأرضيات، والإضاءة، والأسلاك الكهربائية، وأنظمة التهوية.
5. **تطبيق نظام (5S) الياباني:** وهو المنهج الأكثر استخدامًا لتحسين التنظيم في بيئات العمل.

تنظيف موقع العمل

تخزين المنظفات

منهجية (5S) لتنظيم بيئة العمل ورفع الكفاءة

نظام (5S) هو نظام إداري يهدف إلى تحسين وتنظيم بيئة العمل بطريقة تقلل الفوضى والهدر وتزيد من الكفاءة، حيث نشأ في اليابان ضمن فلسفة التصنيع الرشيق (Lean Manufacturing)، ويركّز على جعل بيئة العمل نظيفة، ومرتبة، وآمنة من خلال خمس خطوات تبدأ بحرف «S» من الكلمات اليابانية الآتية:

التصنيع الرشيق (Lean Manufacturing):
هو منهج إداري يهدف إلى تعظيم القيمة المقدَّمة للعميل باستخدام أقل قدر ممكن من الموارد، وذلك من خلال إزالة جميع أشكال الهدر في العمليات الإنتاجية، وتحقيق تدفّق عمل سلس يستجيب للطلب الفعلي، مع الالتزام بالتحسين المستمر في مجالات الجودة والوقت والتكلفة.

S1

المصطلح الياباني	Seiri
المصطلح المقابل	الفرز (Sort)
الوصف	إزالة كل ما هو غير ضروري في بيئة العمل، والاحتفاظ بما يُستخدم فقط.
مثال	في المختبر، أو الورشة، يجب التخلص من المواد الكيميائية المنتهية، أو الأدوات المكسورة، أو الأجهزة القديمة غير المستخدمة.
الفوائد	■ تقليل الحوادث الناتجة عن التكدُّس. ■ زيادة سرعة الوصول إلى الأدوات المطلوبة. ■ تحسين تدفق العمل.

S2

المصطلح الياباني	Seiton
المصطلح المقابل	الترتيب (Set in Order)
الوصف	تنظيم الأدوات والمعدَّات بطريقة يَسهُل الوصول إليها بسرعة وبدون إضاعة وقت.
مثال	تخصيص رفوف ملونة، ووضع صحائف تعريف (Labels) على الأدوات، وتحديد مناطق تخزين محددة.
الفوائد	■ تقليل الوقت المهدر في البحث عن الأدوات. ■ تسهيل معرفة موقع كل شيء بسرعة. ■ تعزيز الانضباط والمسؤولية.

S3

المصطلح الياباني	Seiso
المصطلح المقابل	التنظيف (Shine)
الوصف	تنظيف مكان العمل والأدوات والمعدَّات يوميًا للحفاظ على بيئة عمل آمنة وصحية.
مثال	تنظيف الأسطح والأدوات يوميًّا في المختبر، وإزالة الغبار من الأجهزة الكهربائية، ومسح الانسكابات فورًا.
الفوائد	■ تقليل الأعطال الناتجة عن الإهمال. ■ إيجاد بيئة عمل آمنة ومريحة. ■ رفع الروح المعنوية للعاملين.

S4

المصطلح الياباني	Seiketsu
المصطلح المقابل	التوحيد (Standardize)
الوصف	وضع معايير ثابتة للحفاظ على الترتيب والنظافة حفاظًا مستمرا.
مثال	وضع جدول تنظيف أسبوعي، أو ملصق معايير ترتيب الأدوات بجانب كل منطقة عمل.
الفوائد	■ الحفاظ على النظام والنظافة لفترة طويلة. ■ ضمان تطبيق موحد في كل الأقسام. ■ تسهيل عمليات المراجعة والتدقيق.

S5

المصطلح الياباني	Shitsuke
المصطلح المقابل	الاستدامة/الانضباط الذاتي (Sustain)
الوصف	ترسيخ العادات الإيجابية والحفاظ على تطبيق النظام تطبيقًا دائما.
مثال	تنظيم حملات دورية لتقييم النظافة والترتيب، ومنح جوائز للقسم الأكثر التزامًا بنظام (5S).
الفوائد	■ استدامة التحسين المستمر (Kaizen). ■ تعزيز ثقافة المسؤولية الفردية والجماعية. ■ جعل بيئة العمل مثالاً يُحتذى به في السلامة والتنظيم.

ولاستدامة نظام (5S) في المؤسسات التعليمية والمهنية تُتبع الإجراءات الآتية:

1. **التوعية والتدريب المستمر:** تنظيم ورش عمل للطلبة والعاملين لشرح مفهوم (5S)، وتطبيقه عمليًّا.
2. **المتابعة الدورية:** إجراء زيارات تفتيشية أسبوعية لمتابعة الالتزام بالنظام.
3. **التحفيز والمكافآت:** منح جوائز وشهادات تقدير لأكثر الأقسام التزامًا بالتطبيق.
4. **المراجعة والتحسين:** مراجعة نتائج التطبيق مراجعة دورية لتحسين الأداء وتحديث المعايير.
5. **الدمج في المناهج الدراسية:** إدراج مفاهيم (5S) ضمن وحدات التدريب الصناعي والسلامة المهنية.

مؤشرات الأداء الجيد في تنظيم موقع العمل

يوضح الجدول الآتي مؤشرات الأداء الجيد في تنظيم موقع العمل:

المؤشر	الوصف	النتيجة المتوقعة
وضوح المسارات	خلو الممرات ومناطق الحركة من أي عوائق، أو مواد تُعيق المرور.	سهولة الحركة وتقليل الحوادث.
الأدوات المُرمزة	وضع بطاقات تعريف، أو ملصقات توضّح أماكن الأدوات والمعدَّات واستخدامها.	سرعة الوصول، وتقليل الفوضى.
نظافة الأرضيات	الحفاظ على الأرضيات خالية من السوائل أو الغبار.	الحد من خطر الانزلاق والسقوط وتحسين المظهر العام للموقع.
تنظيم النفايات	توفير حاويات مناسبة ومصنَّفة، أو مرمزة حسب نوع النفايات.	تعزيز النظافة العامة، وتقليل المخاطر البيئية والصحية.
الإضاءة والتهوية	توفير بيئة عمل مريحة وآمنة تزيد من تركيز العاملين وكفاءتهم.	توفير بيئة عمل مريحة وآمنة تزيد من تركيز العاملين وكفاءتهم.

دور إدارة السلامة في تنظيم موقع العمل وتعزيز الاستدامة

يُسهم تنظيم موقع العمل في تعزيز سلامة العاملين ورفع كفاءة الأداء، ويُعدّ جزءًا مهمًّا من ممارسات الاستدامة داخل المؤسسة، وفيما يأتي دور إدارة السلامة ونتائجه على الاستدامة:

دور إدارة السلامة	النتيجة المترتبة
وضع السياسات والمعايير الخاصة بالنظافة والتنظيم	تقليل الفوضى والهدر ورفع كفاءة استخدام الموارد والمساحات.
إجراء تفتيش دوري (Housekeeping Inspection) للمواقع والورش	اكتشاف المخالفات مبكرًا وتقليل الحوادث والمخاطر التشغيلية.
تقديم التوجيه والتدريب للعاملين على إجراءات التنظيم	تعزيز الالتزام وتقليل الأخطاء والنفايات الناتجة عن سوء التعامل.
تحديد مناطق الخطر مثل التخزين الكيميائي أو الأسلاك المكشوفة	منع التعرُّض الخطِر، وتقليل احتمالية الحرائق والانسكابات.
متابعة تقارير التحسين المستمر	تطوير الإجراءات بمرور الوقت، وتعزيز الاستدامة التشغيلية والبيئية.
تنظيم الموقع من حيث الترتيب وفصل المواد والنظافة	دعم إعادة التدوير، وتقليل استهلاك الطاقة والمياه، وتحسين صورة المؤسسة بيئيًّا.

قائمة فحص التنظيم والترتيب في بيئة العمل
(Housekeeping Checklist)

تُعد قائمة فحص التنظيم والترتيب أداة أساسية لضمان بيئة عمل آمنة ومنظمة، إذ تُستخدم لتقييم مستوى النظافة والانضباط في مواقع العمل انضباطا دوريا، ورصد نقاط القوة وتحديد أوجه القصور ووضع خطط التحسين المناسبة، وتُعد هذه القوائم جزءًا من أدوات التحسين المستمر المعتمدة في أنظمة الجودة، مثل (ISO 9001) وأنظمة السلامة المهنية، مثل (ISO 45001) إضافة إلى منهجية (5S) اليابانية.

وتعكس فعالية قائمة الفحص اهتمام المؤسسة بمتابعة نظافة مواقعها وتقييم سلوك العاملين تجاه بيئة العمل؛ مما يعزز ثقافة السلامة والانضباط والإنتاجية، وتتضمن هذه القوائم مجموعة من البنود والمعايير المتعلقة بالنظافة، والتنظيم، والتخزين، والإضاءة، والسلامة والمرافق العامة، وتهدف إلى الآتي:

الجانب	الفائدة العملية
الوقاية من الحوادث	المساعدة في التعرف المبكر على مصادر الخطر، أو المخالفات قبل أن تؤدي إلى إصابات، أو أضرار مادية.
تحسين الأداء	تنظيم المكان، وتقييم الجاهزية اليومية للموقع يزيد سرعة الإنجاز ويقلل الوقت الضائع.
رفع جودة العمل	بيئة نظيفة ومنظمة تدعم جودة الإنتاج.
المتابعة الإدارية	توفر مؤشرات كمية لقياس مستوى الالتزام بالسياسات، والتأكد من التزام العاملين بمعايير السلامة والنظافة.
تحفيز العاملين	تشجع روح الفريق والمسؤولية المشتركة، ودعم ثقافة الوقاية بدلاً من الاستجابة.

■ عناصر قائمة فحص التنظيم والترتيب:

تختلف قوائم الفحص والتنظيم والترتيب من مؤسسة لأخرى، لكنها غالبًا تتضمن مجموعة من المحاور الثابتة التي تُراجع دوريًّا، ويوضح الجدول الآتي العناصر الأساسية لأي قائمة فحص فعّالة:

البند	الوصف التفصيلي	درجة التقييم (من 1 إلى 5)
النظافة العامة	نظافة الأرضيات، والجدران، والمكاتب، والممرات.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
تنظيم الأدوات	الأدوات مرتبة في أماكن محددة ومرمزة بصحائف SDS.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
التخلص من النفايات	وجود حاويات مُخصصة للنفايات والفصل بين الأنواع (ورقية، أو معدنية، أو كيميائية).	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
الإضاءة والتهوية	الإضاءة كافية والتهوية جيدة في جميع المناطق.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
الممرات ومخارج الطوارئ	خالية من العوائق ومرمزة بعلامات إرشادية واضحة.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
تخزين المواد	المواد والمعدَّات مخزنة بطريقة آمنة ومرمزة بأسماءها.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
معدَّات الوقاية الشخصية	جميع العاملين يستخدمون معدَّات الوقاية الشخصية استخدامًا صحيحًا.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
اللوحات التحذيرية والإرشادية	اللوحات واضحة ومثبتة في الأماكن الصحيحة.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
نظافة دورات المياه والاستراحات	نظافة المرافق، وصيانتها بانتظام.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
الجاهزية للطوارئ	توفر مطافئ الحريق وصناديق الإسعاف وإشارات الخروج.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

وبعد جمع نتائج الفحص، تُحسب نسبة الالتزام العامة باستخدام المعادلة الآتية:

نسبة الالتزام= (إجمالي الدرجات المحققة/إجمالي الدرجات الممكنة) × 100

إدارة النفايات الخطِرة

(Hazardous Waste Management)

نفايات خطِرة

تُعد إدارة النفايات الخطِرة من أهم عناصر الحفاظ على الصحة العامة، والبيئة، والسلامة المهنية؛ ففي ظل التطور الصناعي والعلمي الهائل، أصبحت المؤسسات تُنتج كميات متزايدة من النفايات الكيميائية، والبيولوجية، والإلكترونية؛ مما يستدعي وجود نظام دقيق ومنضبط للتعامل معها بأمان ومسؤولية.

النفايات الخطِرة لا تمثل خطرًا على العاملين فقط، بل على التربة، والمياه، والهواء، والحياة البرية أيضًا، ولهذا أصدرت المنظمات الدولية مثل الأمم المتحدة ووكالة البيئة الأمريكية، وكذلك اللوائح الوطنية في سلطنة عُمان، مجموعة من الأنظمة والقوانين الصارمة؛ لضمان التخلص الآمن من هذه النفايات دون إضرار بالبيئة، أو الصحة العامة.

النفايات الخطِرة (Hazardous Waste)

تُعرف النفايات الخطِرة بأنها مواد ناتجة عن الأنشطة الصناعية، أو الطبية، أو الزراعية، أو المنزلية، تحتوي على مكونات يمكن أن تُسبب ضررًا للإنسان، أو البيئة إذا لم تُدار بطريقة صحيحة، ويوضح الجدول الآتي أنواع النفايات الخطِرة:

النوع	المصدر/الوصف	أمثلة
النفايات الكيميائية (Chemical Waste)	تشمل المواد الكيميائية الخطرة الناتجة عن المختبرات أو العمليات الصناعية، أو التنظيف الصناعي.	الأحماض (Acids)، والقواعد (Bases)، والمذيبات العضوية (Solvents)، والطلاءات (Paints)، والزيوت الملوثة.
النفايات البيولوجية (Biological Waste)	تنتج من الأنشطة الطبية، أو البحثية وتحتوي على مواد عضوية قد تكون مُعدية، أو سامة.	عينات الدم، والأنسجة البشرية أو الحيوانية، أدوات المختبر الملوثة، ونفايات المستشفيات.
النفايات الإلكترونية (Electronic Waste)	تشمل الأجهزة الكهربائية والإلكترونية غير المستخدمة، أو التالفة، التي تحتوي على مواد خطِرة.	بطاريات الليثيوم، والشاشات، والهواتف، واللوحات الإلكترونية، والأسلاك النُّحاسية.
النفايات المشعة (Radioactive Waste)	ناتجة عن استخدام المواد المشعة في الأبحاث أو التطبيقات الطبية.	بقايا النظائر المشعة، ومعدَّات قياس الإشعاع.
النفايات القابلة للاشتعال (Flammable Waste)	مواد سريعة الاشتعال، أو الانفجار حتى في درجات حرارة منخفضة.	البنزين، والإيثانول، والأسيتون، والغاز المضغوط.

اللوائح والقوانين المنظمة للتعامل مع النفايات الخطِرة

تستند إدارة النفايات الخطِرة إلى أنظمة وطنية ودولية تهدف إلى حماية البيئة وضمان التعامل السليم، ومن أهمها ما يأتي:

المستوى	اسم اللائحة أو الجهة المنظمة	الأهداف الرئيسية
الدولي	**اتفاقية بازل** (Basel Convention) (1989)	تنظيم نقل النفايات الخطرة، والتخلص منها عبر الحدود الدولية بطريقة آمَنة، ومنع نقلها إلى الدول النامية دون موافقة مُسبقة.
	منظمة الصحة العالمية (World Health Organization (WHO))	إصدار معايير وإرشادات لإدارة النفايات الطبية والبيولوجية، وضمان حماية العاملين في القطاع الصحي.
	وكالة حماية البيئة الأمريكية (Environmental Protection Agency (EPA))	تحديد معايير لتصنيف النفايات الكيميائية والإلكترونية، وتخزينها، ونقلها، ومعالجتها، وتعزيز مبدأ التتبّع الشامل للنفايات خلال جميع مراحلها من المنشأ إلى التخلص النهائي.
المحلي – سلطنة عُمان	**قانون حماية البيئة ومكافحة التلوث (الصادر بالمرسوم السلطاني رقم** (2001/114)	وضع الأسس القانونية لحماية البيئة من الملوثات، بما في ذلك النفايات الصناعية والطبية والخطِرة.
	اللائحة التنفيذية لقانون حماية البيئة (قرار وزاري رقم 93/18)	تنظيم جمع النفايات الخطِرة، ونقلها، وتخزينها داخل السلطنة، والتخلص منها بطريقة آمنة ومعتمدة من هيئة البيئة.
	نظام إدارة النفايات الخطرة (Hazardous Waste Management System)	يفرض على المؤسسات إنشاء سجلات لتوثيق النفايات، وتطبيق نظام تصنيف بالألوان والرموز التحذيرية، وضمان التخلص من النفايات عبر شركات مرخصة.
	اشتراطات السلامة المهنية في المؤسسات التعليمية والصناعية (وزارة العمل/وزارة التربية والتعليم)	إلزام المدارس والمعاهد والمصانع بتطبيق معايير السلامة عند التعامل مع النفايات الكيميائية والبيولوجية والإلكترونية داخل بيئة العمل، أو المختبرات.

خطوات إدارة النفايات الخطرة
(Hazardous Waste Management Process)

عند التعامل مع النفايات الخطِرة تُتبع الخطوات الآتية:

فرز النفايات

1. **الفرز** (Segregation):

يجب فرز النفايات منذ توليدها في مصدرها إلى فئات محددة (كيميائية، أو بيولوجية، أو إلكترونية)، ويُستخدم في ذلك نظام الألوان حسب المنشأة أو المشغّل الصناعي.

2. **الرمز والتصنيف** (Labeling and Identification):

كل وعاء نفايات يجب أن يحمل ملصقًا يوضح الآتي:

- نوع النفايات (مثال: نفايات مذيبات عضوية).
- مصدر النفايات (مثال: مختبر الكيمياء رقم 3).
- تاريخ الجمع.
- اسم الشخص المسؤول.
- رمز الخطر.

3. **التخزين المؤقت** (Temporary Storage):

يُمنع تخزين النفايات المختلفة في نفس الحاوية لتجنُّب التفاعل الكيميائي، ويُخزن كل نوع من النفايات في مكان مخصص، كالآتي:

- منطقة مظللة جيدة التهوية.
- أرضية غير منفذة لتسرُّب السوائل.
- حاويات مغلقة بإحكام ومقاومة للتآكل.
- علامات تحذيرية واضحة «خطر – مواد خطِرة».

4. النقل والتخلص النهائي (Transportation & Disposal):

تُنقل النفايات إلى مرافق معتمدة من هيئة البيئة باستخدام مركبات مخصصة ومحكمة الإغلاق، وتشمل طُرق التخلص ما يأتي:

الطريقة	الوصف
التحييد الكيميائي (Chemical Neutralization)	عملية تُعدَّل فيها خصائص المواد الكيميائية، مثل: (الأحماض أو القواعد) لتحويلها إلى مواد أقل خُطورة قبل التخلص منها.
الترميد الحراري (Incineration)	حرق النفايات الخطرة في أفران خاصة بدرجات حرارة عالية لتدمير المركبات السَامة وتقليل حجم النفايات.
الدفن الآمن (Secure Landfil)	دفن النفايات المعالجة في مواقع مصممة هندسيًّا بعوازل تمنع تسرب الملوثات إلى التربة والمياه الجوفية.
إعادة التدوير (Recycling)	فصل المكونات المفيدة من النفايات، مثل: (المعادن والبلاستيك والإلكترونيات)، وإعادة استخدامها في عمليات إنتاج جديدة لتقليل التلوث والهدر.

أسئلة الوحدة

1. عرّف المادة الكيميائية، واذكر مثالًا على خاصية تؤثر في درجة خطورتها.
2. اشرح طريقتين من طرق دخول المواد الكيميائية إلى الجسم مع مثال لكل طريقة.
3. حلّل الفرق بين المخاطر الفيزيائية والمخاطر الصحية للمواد الكيميائية.
4. فسّر مفهوم حدود التعرّض الكيميائي وأهميته في حماية العاملين.
5. ما الهدف من نظام GHS لتصنيف المواد الكيميائية؟
6. فسّر معنى أحد الرموز التحذيرية في GHS مثل: رمز الجمجمة والعظمتين.
7. حدّد ثلاث معلومات أساسية يمكن التعرّف عليها من ملصق مادة كيميائية.
8. ما الغرض من صحيفة بيانات السلامة في بيئات العمل؟
9. اذكر ثلاث معلومات رئيسية يمكن العثور عليها في صحيفة (SDS).
10. فسّر كيف يساعد قسم معدات الوقاية الشخصية والتحكم في التعرّض داخل صحيفة SDS على حماية العامل.
11. لماذا تختلف إجراءات التعامل مع المواد القابلة للاشتعال عن المواد الأكّالة؟
12. اشرح مفهوم نظام COSHH ودوره في الحد من المخاطر.
13. حلّل أولى الخطوات الأساسية عند إجراء تقييم COSHH لمادة جديدة.
14. اشرح ما يجب التأكد منه قبل استلام شحنة مواد كيميائية جديدة.
15. طبّق مبادئ النقل الآمن عند نقل مادة قابلة للاشتعال من المخزن إلى المختبر.
16. حلّل سبب خطورة خلط المواد المؤكسدة مع المواد القابلة للاشتعال.
17. اشرح لماذا يُعد بيان طريقة العمل الآمن (SWMS) وثيقة أساسية في الأعمال عالية الخطورة.
18. اذكر عنصرين أساسيين يجب أن يتضمّنهما أي نموذج (SWMS).
19. فسّر أهمية تطبيق منهجية (5S) في تحسين السلامة وتنظيم موقع العمل.
20. عرّف النفايات الخطرة، واذكر مثالًا على أحد مخاطرها.

الوحدة الثالثة

مراقبة الغازات

Gas Monitoring

محتويات الوحدة الثالثة

الدرس الأول

الغازات (Gases) 120

الدرس الثاني

الغازات في البيئات الصناعية (Gases in Industrial Environments) 130

الدرس الثالث

كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulfide (H_2S)) 140

الدرس الرابع

كشف ومراقبة الغازات في البيئات الصناعية

(Gas Detection and Monitoring in Industrial Environments) 143

الدرس الخامس

الاستجابة الطارئة لحوادث الغازات

(Gas Emergency Response) 147

أسئلة الوحدة 152

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

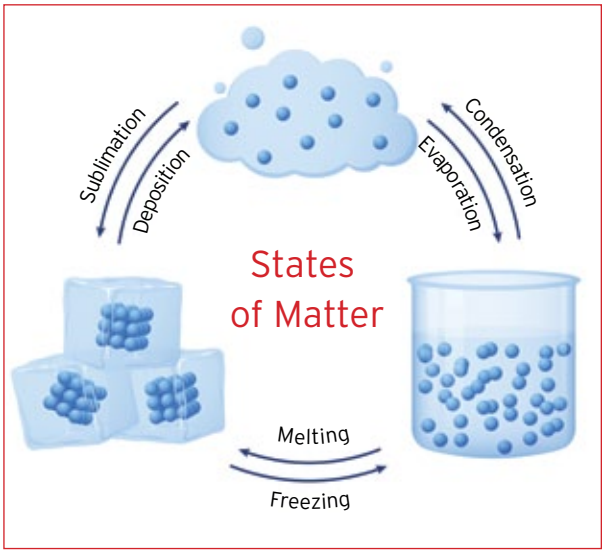
- يتَّبع قواعد الصحة والسلامة المهنية في الورش التدريبية.
- يحدد المادة وخواصها الأساسية.
- يقارن بين حالات المادة الثلاث من حيث الشكل، والحجم، وحركة الجزيئات.
- يفسّر تأثير الحرارة في تغيّر حالات المادة والتحولات الفيزيائية المرتبطة بها.
- يصف خواص الغازات (الانتشار، والكثافة، والانضغاط، وتأثير الحرارة والضغط).
- يشرح مبادئ النظرية الحركية وسلوك الجزيئات في الغازات.
- يُفسّر العلاقة بين الطاقة الحركية ودرجة الحرارة باستخدام المعادلة المناسبة.
- يطبّق قانون بويل، وقانون شارل، وقانون غاي-لوساك في مسائل عددية بسيطة.
- يستخدم القانون العام للغازات لحساب الضغط، أو الحجم، أو عدد المولات، أو درجة الحرارة.
- يحل مشكلات تطبيقية مرتبطة بالغازات في السياقات المهنية.
- يستنتج أثر تغيّر المتغيرات (P, V, T, n) في سُلوك الغاز.
- يعرّف الغازات الصناعية، وأنواعها، ومصادرها، واستخداماتها.
- يُقارن بين مخاطر الغازات المختلفة (السامة، القابلة للاشتعال، الخانقة، المؤكسدة) وتأثيراتها الصحية.
- يُفسّر تركيز الغازات ووحدات قياسه والتحويل بينها.
- يشرح الآثار البيئية للغازات بما فيها الانبعاثات، والغازات الدفيئة، والأمطار الحمضية.
- يشرح مخاطر الغازات في بيئات العمل وطرق التحكم والسلامة المرتبطة بها.

ملخص الوحدة

تتناول هذه الوحدة مفهوم الغازات في البيئات الصناعية وأنواعها المختلفة، مثل: السامة، والقابلة للاشتعال، والخانقة، والخاملة، وتُركز على طُرُق التعامل الآمن معها في مواقع العمل، ويتعرف الطالب من خلالها خواص الغازات وسلوكها وفق القوانين الفيزيائية الأساسية، وأهمية مراقبتها المستمرة باستخدام أجهزة الكشف وأنظمة الإنذار المبكر، وتوضح الوحدة التأثيرات الصحية الناتجة عن التعرُّض للغازات السامة، وتشرح أساليب الوقاية والسيطرة من خلال تطبيق إجراءات السلامة وارتداء مُعدَّات الوقاية الشخصية، وتُبرز الوحدة أهمية الاستجابة للطوارئ، ونظام الزميل في إنقاذ الأرواح أثناء حوادث التسرُّب الغازي، وتؤكد على ضرورة الصيانة والمعايرة الدورية لأجهزة الكشف لضمان دقة القراءات، وتهدف في مجملها إلى ترسيخ ثقافة السلامة المهنية في التعامل مع الغازات لحماية الإنسان والبيئة الصناعية.

الغازات

(Gases)



المادة هي كل ما له كتلة، ويشغل حيزًا من الفراغ، ويمكن أن توجد المادة في أكثر من حالة تبعًا لدرجة الحرارة والضغط، وتُعرف هذه الحالات باسم حالات المادة، وهي: الصلبة (Solid)، والسائلة (Liquid)، والغازية (Gas)، ويوضح الجدول الآتي الحالات الفيزيائية للمادة:

الحالة	الشكل والحجم	حركة الجزيئات	القوى بين الجزيئات	أمثلة
الصلبة (Solid)	شكل وحجم ثابت.	تهتز فقط في أماكنها.	قوية جدًّا.	الحديد، والجليد، والخشب.
السائلة (Liquid)	حجم ثابت، وشكل متغير.	تتحرك بحُرِّية جزئية.	متوسطة القوة.	الماء، والزئبق، والزيت.
الغازية (Gas)	لا شكل ولا حجم ثابت.	تتحرك بحُرِّية وسرعة عالية.	ضعيفة جدًّا.	الأكسجين، وثاني أكسيد الكربون.

ويمكن أن تتغير الحالة الفيزيائية للمادة الواحدة نتيجة اكتساب أو فقدان الطاقة الحرارية، ويوضح الجدول الآتي التغيرات بين حالات المادة:

نوع التحول	التغير في الحالة	العملية الفيزيائية	مثال
الانصهار (Melting)	من صلب إلى سائل.	امتصاص الحرارة.	انصهار الجليد.
التجمُّد (Freezing)	من سائل إلى صلب.	فقدان الحرارة.	تجمُّد الماء.
التبخُّر (Evaporation)	من سائل إلى غاز.	امتصاص الحرارة.	غلي الماء.
التكاثف (Condensation)	من غاز إلى سائل.	فقدان الحرارة.	تكوُّن الندى.
التسامي (Sublimation)	من صلب إلى غاز مباشرة.	امتصاص الحرارة.	تبخُّر الجليد الجاف.
الترسُّب (Deposition)	من غاز إلى صلب.	فقدان الحرارة.	تكوُّن الثلج في الجو.

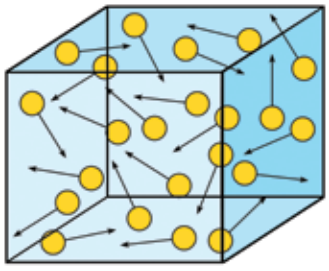
خواص الغازات (Gases)

الـغـازات هـي إحـدى الحـالات الأساسية للمادة إلى جانب الحالة الصلبة والسائلة، وتتميز الغازات بخواص فريدة تجعلها أساسية في كثير من العمليات الصناعية، ومن هذه الخواص ما يأتي:

انبعاثات غازية

الخاصية	الشرح
الشكل والحجم	لا تمتلك الغازات شكلًا أو حجمًا ثابتين، بل تملأ الوعاء الذي توضع فيه بالكامل.
الكثافة	منخفضة جدًّا مقارنة بالمواد الصلبة والسائلة.
الانتشار	تنتشر بسرعة لِتمتزج مع الغازات الأخرى بسبب المسافات الكبيرة بين الجُزَيئات.
قابلية الانضغاط	يمكن ضغط الغازات بسهولة لتقليل حجمها، كما في أسطوانات الغاز المضغوط.
تأثرها بالحرارة والضغط	يزداد حجم الغاز بارتفاع درجة الحرارة، ويقل بزيادة الضغط.

النظرية الحركية للغازات (Kinetic Theory of Gases)



حركة الغازات

تُعدّ الغازات من أكثر حالات المادة حركةً وحُريةً، إذ تتحرك جُزَيئاتها بسرعة عالية في جميع الاتجاهات، وتتصادم فيما بينها باستمرار، ومع جدران الوعاء الحاوي لها، وتُفسِّر النظرية الحركية للغازات سُلوك الغازات من خلال دراسة حركة الجُزَيئات الدقيقة المكوّنة للغاز، وتقوم على مجموعة من الفرضيات التي تربط بين حركة الجُزَيئات والخواص الفيزيائية الملحوظة للغاز، ومن أهم هذه الخواص ما يأتي:

- **الضغط (Pressure):**

يظهر نتيجة اصطدام جُزَيئات الغاز المتحركة بجدران الوعاء، إذ تُنتج هذه الاصطدامات قوة تؤثر في وحدة المساحة من السطح الداخلي للإناء.

- **درجة الحرارة (Temperature):**

تعكس متوسط الطاقة الحركية لجُزَيئات الغاز؛ فكلما زادت درجة الحرارة زادت سرعة حركة الجُزَيئات، ولذلك ارتفعت الطاقة الحركية.

- **الحجم (Volume):**

هو مقدار الحيّز، أو الفراغ الذي يشغله الغاز، ويتغيّر بتغيُّر الظروف المحيطة، مثل الضغط ودرجة الحرارة، نظرًا لعدم ثبات شكل الغاز، أو حجمه.

ولفهم سلوك الغازات وكيفية تغيّرها عند اختلاف الضغط أو درجة الحرارة، طوَّر العلماء مجموعة من الافتراضات العلمية التي تُفسّر طبيعة حركة الجُزَيئات والعلاقات التي تحكمها، وتُعرف هذه الافتراضات باسم «الفروض الأساسية للنظرية الحركية للغازات»، وهي تُشكّل الأساس الذي تُبنى عليه القوانين الغازية، وفيما يأتي أهم هذه الافتراضات:

الفروض الأساسية للنظرية الحركية

- يتكون الغاز من عدد كبير جدًّا من الجُزَيئات الصغيرة المنفصلة.
- تتحرك الجُزَيئات حركة عشوائية مستمرة في جميع الاتجاهات.
- التصادمات بين الجُزَيئات مرنة تمامًا (لا تُفقد فيها طاقة).
- الحجم الفعلي للجُزَيئات مهمل مقارنةً بحجم الغاز الكلي.
- لا توجد قوى تجاذب أو تنافر بين الجُزَيئات إلا أثناء التصادم.
- متوسط الطاقة الحركية للجُزَيئات يتناسب طرديًّا مع درجة الحرارة المطلقة (K).

العلاقة بين الطاقة الحركية ودرجة الحرارة

تُعد العلاقة بين الطاقة الحركية ودرجة الحرارة من المفاهيم الأساسية في النظرية الحركية للغازات، إذ تُفسِّر كيفية ارتباط حركة جُزَيئات الغاز بالطاقة التي تمتلكها؛ فوفقًا لهذه النظرية، تمتلك جُزَيئات الغاز طاقة حركية ناتجة عن حركتها المستمرة والعشوائية، وتتناسب هذه الطاقة طرديًّا مع درجة الحرارة المطلقة (K)؛ أي أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة، زادت سرعة حركة الجُزَيئات.

ويمكن حساب متوسط الطاقة الحركية للجُزَيئات بالمعادلة الآتية:

$$E = \frac{3}{2} kT$$

حيث:

- E = متوسط الطاقة الحركية للجُزَيئات بوحدة الجول (J).
- k = ثابت بولتزمان = $1.38 \times 10^{-23}\ J/K$
- T = درجة الحرارة المطلقة بالكلفن (K).

تُوضح هذه المعادلة أن الطاقة الحركية لجُزَيئات الغاز تعتمد فقط على درجة الحرارة المطلقة (T)، أي أن التغيُّر في طاقة الجُزَيئات مرتبط مباشرة بارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة؛ فكلما زادت درجة الحرارة (T)، زادت الطاقة الحركية للجُزَيئات؛ مما يؤدي إلى الآتي:

- زيادة سرعة حركة الجُزَيئات.
- زيادة عدد التصادمات بين الجُزَيئات وجدران الوعاء.
- ارتفاع الضغط الذي يؤثر به الغاز في جدران الوعاء.

مثال

احسب متوسط الطاقة الحركية لجُزَيئات الغاز عند $T = 300\ K$؟

الحل

المعطيات: $T = 300\ K$

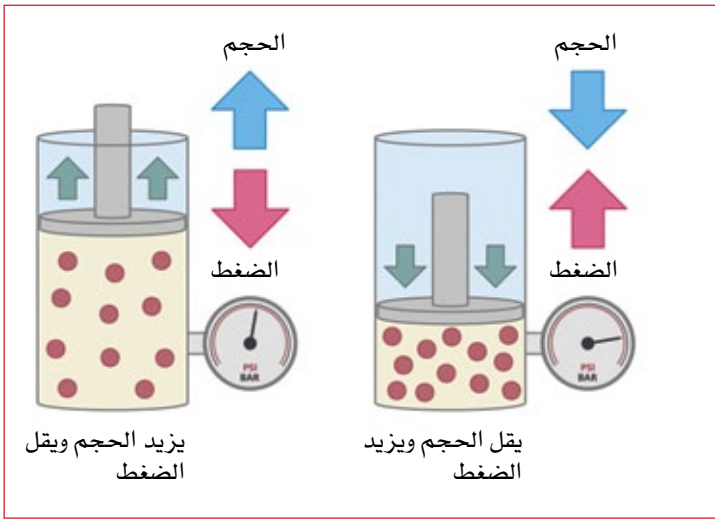
$$E = \frac{3}{2}\ kT$$

$$E = \frac{3}{2}\ (1.38 \times 10^{-23})\ (300)$$

$$E = 6.21 \times 10^{-21}\ J$$

القوانين الأساسية للغازات (Gas Basic Laws)

القوانين الأساسية للغازات من أهم المبادئ في الكيمياء والفيزياء الصناعية، إذ تُفسّر العلاقة بين الضغط (P)، والحجم (V)، ودرجة الحرارة (T) للغازات، وتُستخدم في تصميم أنظمة الأنابيب والخزانات وأجهزة القياس، بالإضافة إلى التنبؤ بسلوك الغازات في مُختلف العمليات الصناعية.



1. قانون بويل (Boyle's Law):

ينص قانون بويل (Boyle's Law) على أن «حجم الغاز يتناسب عكسيًّا مع ضغطه عند ثبات درجة الحرارة»، أي أنه عندما يزداد الضغط الواقع على الغاز يقلّ حجمه، والعكس صحيح، بشرط أن تبقى درجة الحرارة ثابتة، ويُعد هذا القانون من القوانين الأساسية التي تُفسّر سُلوك الغازات في الظروف المختلفة، مثل عمليات الانضغاط والتمدد، ويُعبَّر عن هذا القانون بالمعادلة الرياضية الآتية:

$$V_1 \times P_1 = V_2 \times P_2$$

حيث:

- P_1 = الضغط الابتدائي.
- V_1 = الحجم الابتدائي.
- P_2 = الضغط النهائي.
- V_2 = الحجم النهائي.

مثال

غاز حجمه $0.25\ ft^3$ عند ضغط $40\ Pa$، فإذا تقلص الحجم إلى $0.10\ ft^3$، فما الضغط النهائي؟

الحل

المعطيات:

- $P_1 = 40\ Pa$
- $V_1 = 0.25\ ft^3$
- $V_2 = 0.10\ ft^3$

$$V_1 \times P_1 = V_2 \times P_2$$

المطلوب P_2

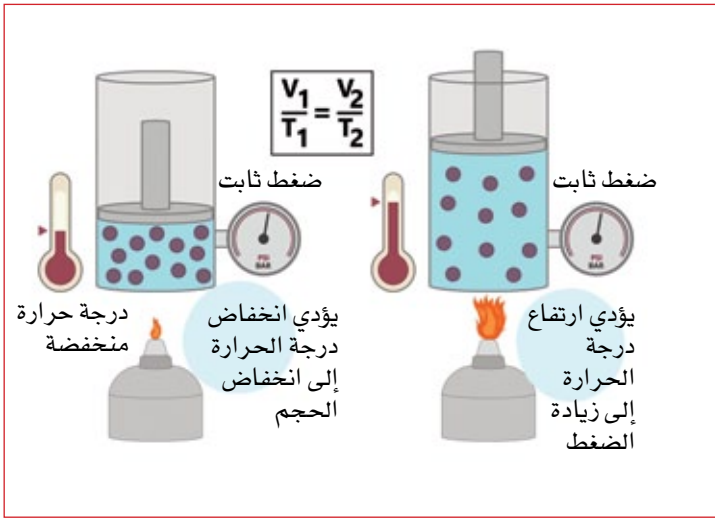
$$P_2 = \frac{V_1 \times P_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{(0.25)(40)}{(0.10)}$$

$$P_2 = 100\ Pa$$

2. قانون شارل (Charles's Law):

ينص قانون شارل (Charles's Law) على أن «حجم الغاز يتناسب طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة (كلفن) عند ثبات الضغط، أي أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة زاد حجم الغاز، والعكس صحيح»، ويُستخدم هذا القانون في تفسير تمدُّد الغازات عند تسخينها وانكماشها عند تبريدها، وهو من القوانين الأساسية التي توضح تأثير الحرارة في سُلوك الغازات، ويُعبَّر عن العلاقة بينهما بالمعادلة الآتية:



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

حيث:

- T_1 = درجة الحرارة الابتدائية.
- V_1 = الحجم الابتدائي.
- T_2 = درجة الحرارة النهائية.
- V_2 = الحجم النهائي.

مثال

غاز حجمه $3.0\ L$ عند $68°\ F$، ما حجمه عند $212°\ F$ إذا كان الضغط ثابتًا؟

الحل

المعطيات:

- $V_1 = 3.0\ L$
- $T_1 = 68°\ F$
- $T_2 = 212°\ F$
- **تحويل درجة الحرارة من F إلى K:**

$$T\ (K) = (°F - 32) \times \frac{5}{9} + 273$$

$$T_2 = 373°\ K,\ T_1 = 293°\ K$$

- **التعويض في المعادلة:**

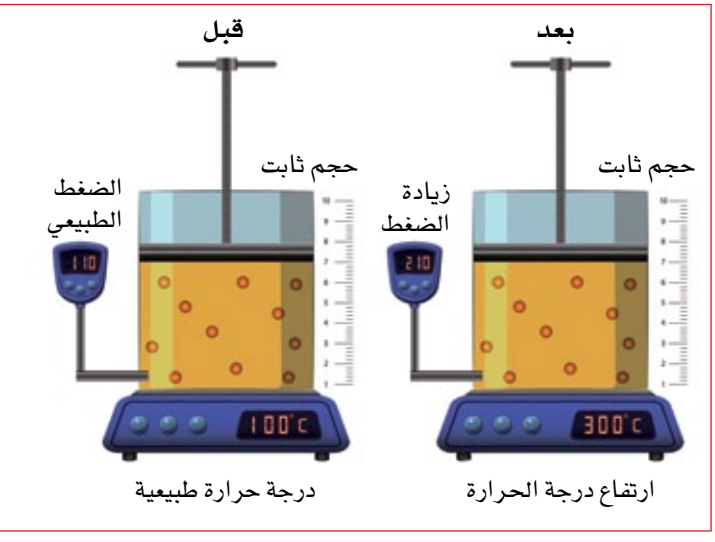
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{(3.0 \times 373)}{(293)}$$

$$V_2 = 3.82\ L$$

3. قانون غاي-لوساك (Gay-Lussac's Law):

ينص قانون غاي-لوساك (Gay-Lussac's Law) على أن «ضغط الغاز يتناسب طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات الحجم»، أي أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة زاد ضغط الغاز، والعكس صحيح، بشرط أن يبقى الحجم ثابتًا، ويُستخدم هذا القانون في تفسير سُلوك الغازات في الأوعية المغلقة، مثل أسطوانات الغاز، حيث يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة الضغط الداخلي نتيجة زيادة حركة الجُزَيئات وطاقتها الحركية، ويُعبّر عن هذه العلاقة بالمعادلة الآتية:



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

حيث:

- T_1 = درجة الحرارة الابتدائية.
- P_1 = الضغط الابتدائي.
- T_2 = درجة الحرارة النهائية.
- P_2 = الضغط النهائي.

مثال

ضغط الغاز في أسطوانة يساوي $60\ Pa$ عند $70°F$، احسب الضغط عند $200°F$؟

الحل

المعطيات

- $P_1 = 60\ Pa$
- $T_1 = 70°F$
- $T_2 = 200°F$

- **تحويل درجة الحرارة من F إلى K:**

$$T\,(K) = (°F - 32) \times \frac{5}{9} + 273$$

$$T_2 = 366°K,\ T_1 = 294°K$$

- **التعويض في المعادلة:**

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = 60 \times \frac{(366)}{(294)} = 74.7\ Pa$$

4. القانون العام للغازات (Ideal Gas Law):

القانون العام للغازات (Ideal Gas Law) من أهم القوانين التي تربط بين الضغط (P)، والحجم (V)، ودرجة الحرارة المطلقة (T)، وعدد المولات (n) في معادلة واحدة، ويُستخدم لحساب خواص الغازات في مختلف الظروف، ويُطبّق في مجالات عِدة، مثل: تصميم أنظمة التبريد والمحركات ودراسة التفاعلات الغازية، ويمثل صيغة موحّدة تجمع القوانين الغازية السابقة.

ويمكن حساب القانون العام للغازات بالمعادلة الآتية:

$$PV = nRT$$

حيث:

- P = الضغط.
- V = الحجم.
- n = عدد المولات (mol).
- R = ثابت الغاز، وقد تكون R إما:
  - $0.0821\ L{\cdot}atm/(mol{\cdot}K)$ عندما يكون الضغط (P) بوحدة (atm) والحجم (V) بوحدة (L).
  - $8.314\ J/(mol{\cdot}K)$ عندما يكون الضغط (P) بوحدة (Pa) والحجم (V) بوحدة (m^3).
- T = درجة الحرارة المطلقة.

المول (Mol)

هو وحدة قياس تُستخدم لمعرفة كمية الذرات في المادة، أي كم عدد الذرات الموجودة في كمية معيّنة من المادة.

مثال

احسب ضغط $2\ mol$ من الغاز في حجم $10\ L$ عند درجة حرارة $300\ K$، باستخدام القانون العام للغازات؟

الحل

المعطيات

- $V = 10\ L$
- $n = 2\ mol$
- $T = 300\ K$

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{(300 \times 0.0821 \times 2)}{(10)} = 4.926\ atm$$

الدرس الثاني

الغازات في البيئات الصناعية

(Gases in Industrial Environments)

الغازات في البيئات الصناعية

تُمثل الغازات جزءًا أساسيًّا من مكوّنات البيئة الصناعية الحديثة، إذ تدخل في معظم العمليات التشغيلية والتحويلية التي تعتمد على التفاعل بين المادة والطاقة، وتُؤدي الغازات دورًا أساسيا في فهم سُلوك الأنظمة الصناعية، وتحليل الظروف التي تجري فيها العمليات الكيميائية والفيزيائية، ويُسهم إدراك طبيعة الغازات في البيئات الصناعية في تطوير أساليب المراقبة والتحكم، وتعزيز مفاهيم السلامة المهنية وجودة العمل في بيئات العمل المختلفة.

أنواع الغازات في البيئات الصناعية
(Types of Gases in Industrial Environments)

تُستخدم الغازات في البيئات الصناعية استخدامًا واسعًا ومتنوعًا، إذ تدخل في العمليات الكيميائية، والحرارية، والإنتاجية، والوقائية، ويمكن تصنيف الغازات في البيئات الصناعية وفقًا لاستخدامها، أو طبيعتها الكيميائية كالآتي:

النوع	أمثلة	الاستخدام	الخطورة
الغازات الطبيعية	الأكسجين (O_2)، والنيتروجين (N_2).	دعم الحياة، وإنتاج الأسمدة.	الاختناق في الأماكن المغلقة.
الغازات السامة	كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، وأول أكسيد الكربون (CO).	عمليات النفط، والغاز.	التسمم، وفقدان الوعي، والوفاة.
الغازات القابلة للاشتعال	الميثان (CH_4)، والبروبان (C_3H_8).	الوقود الصناعي.	الانفجار أو الحريق.
الغازات الخاملة	الأرجون (Ar)، والهيليوم (He).	اللِّحام، والتبريد.	الاختناق عند ارتفاع التركيز.
الغازات الملوثة للبيئة	ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وأكاسيد النيتروجين (NOx).	الصناعات الثقيلة.	تلوُّث الهواء، والأمطار الحمضية.
الغازات المبردة	الفريون (Freon R-22, R-134a).	أنظمة التبريد والتكييف.	تسبب ضررًا لطبقة الأوزون، أو تؤثر في المناخ في حال التسرُّب.

مصادر الغازات في البيئات الصناعية
(Sources of Gases in Industrial Environments)

تتعدد مصادر الغازات في البيئات الصناعية تبعًا لنوع النشاط وطبيعة العمليات المستخدمة داخل المنشآت، فقد تتكون هذه الغازات نتيجة عمليات التشغيل والإنتاج، أو الاحتراق، أو التفاعل الكيميائي، وقد تنتج عن تخزين المواد أو تسرُّبها من الأنابيب والخزانات، ويُعدّ تعرُّف هذه المصادر خطوة أساسية في التحكم بالمخاطر وتطبيق إجراءات السلامة للحد من الحوادث والانبعاثات الضارة، وفيما يأتي مصادر الغازات في البيئات الصناعية:

المصادر التشغيلية

- وحدات الاحتراق في الأفران والغلايات.
- محركات الديزل والبنزين المستخدمة في النقل والتوليد.
- عمليات المعالجة الكيميائية والتكرير.
- وحدات التنظيف والمعالجة بالأحماض.

المصادر التخزينية

- خزانات الغاز المضغوط، مثل الأكسجين والأسيتيلين.
- أنابيب النقل التي قد تتعرض للتآكل أو الانفجار.
- أسطوانات اللِّحام والتبريد في الورش والمصانع.

المصادر البيئية والمحصورة

- المساحات المغلقة، مثل الخزانات والأنفاق والآبار، حيث يتراكم الغاز لضعف التهوية.
- التفاعلات الكيميائية العرضية أو تسرُّبات العمليات.
- المخلفات الصناعية الناتجة عن التحلل أو التخمير.

تركيز الغازات (Gas Concentration)

يُقصد بتركيز الغاز كمية الغاز الموجودة في حجم معين من الهواء، وتكمن أهمية معرفة تركيز الغازات في الآتي:

- مساعدة فاحص الغازات على تفسير قراءات الأجهزة بدقة.
- تحديد ما إذا كان الجو صالحًا أو خطرًا للدخول.
- تقدير مخاطر الاشتعال والانفجار خاصة في الغازات القابلة للاشتعال، مثل: (الميثان أو كبريتيد الهيدروجين).

ويُعبّر عن تركيز الغازات عادةً بوحدتين أساسيتين كالآتي:

- **الجزء في المليون (ppm):** عدد جُزَيئات الغاز في كل مليون جُزيء من الهواء.
  - تركيز 10 ppm من غاز (H_2S) يعني وجود 10 جُزَيئات من (H_2S) مقابل 999,990 جزيئًا من الهواء.
- **النسبة المئوية (%):** تعبّر عن نسبة الغاز في الهواء من 100.
  - 1% من الغاز = 1 جزء من الغاز في مقابل 99 جزء من الهواء.

ويمكن التحويل بين الوحدتين بسهولة باستخدام العلاقة الآتية:

10,000 ppm = 1%

مثال (1)

إذا كان تركيز الغاز يساوي 0.25 %، فكم يكون تركيز الغاز بوحدة ppm؟

الحل

المعطيات: تركيز الغاز = 0.25%

10,000 × 0.25 = 2500 ppm

مثال (2)

إذا أظهرت أجهزة القياس تركيز الغاز بقيمة 50 جزءًا في المليون (ppm)، فاحسب تركيز هذا الغاز معبّرًا عنه بالنسبة المئوية (%)؟

الحل

المعطيات: تركيز الغاز = 50 ppm

$$\frac{50}{10{,}000} = 0.005\ \%$$

أنواع الغازات الخطيرة (Types of Hazardous Gases)

يمكن تصنيف الغازات الخطيرة في الصناعة حسب تأثيرها في الإنسان أو البيئة أو طبيعتها الكيميائية إلى أربع فئات رئيسية كالآتي:

الغازات السامة (Toxic Gases)

الوصف	الغاز	الرمز الكيميائي	الوصف والخطورة
غازات تُسبب تأثيرات فسيولوجية مباشرة في الجهازين التنفسي والعصبي، وقد تكون مميتة حتى عند تركيزات منخفضة.	كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulfide)	H_2S	غاز سام جدًا عديم اللون، له رائحة البيض الفاسد، يسبب تهيجًا شديدًا للجهاز التنفسي، ويمكن أن يؤدي إلى فقدان الوعي والموت السريع عند تركيزات عالية.
	أول أكسيد الكربون (Carbon Monoxide)	CO	غاز عديم اللون والرائحة، يرتبط بقوة بالهيموغلوبين ويمنع نقل الأكسجين في الدم، ما يؤدي إلى الصداع والدوار ثم الوفاة.
	الكلور (Chlorine)	Cl_2	غاز ذو لون أخضر مصفر، ثقيل نسبيًّا، ذو رائحة نفاذة قوية، يسبب تهيجًا حادًّا للعينين والجلد والممرات التنفسية، يؤدي إلى صعوبات تنفسية واختناق عند التعرض له.
	الأمونيا (Ammonia)	NH_3	غاز قلوي نفاذ عديم اللون، سريع الذوبان في الماء، له رائحة قوية مميزة، يسبب حروقًا كيميائية وتهيجًا شديدًا في العينين والجلد والجهاز التنفسي، وقد يؤدي لالتهاب رئوي حاد.
	ثاني أكسيد الكبريت (Sulfur Dioxide)	SO_2	غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة خانقة، ينتج غالبًا من احتراق الكبريت، يسبب تهيجًا شديدًا للرئتين والسعال وضيق التنفس، وقد يؤدي إلى الاختناق في الأماكن غير جيدة التهوية.

الغازات القابلة للاشتعال (Flammable Gases)

الوصف	الغاز	الرمز الكيميائي	الوصف والخطورة
تشتعل بسرعة عند ملامسة مصدر شرارة ضمن حدود الاشتعال.	الميثان (Methane)	CH_4	غاز عديم اللون والرائحة (تضاف له رائحة صناعية)، خفيف جدًا وأخف من الهواء، ينتشر بسرعة ويشكل خليطًا انفجاريًّا مع الهواء؛ مما يجعله خطِرًا في الأماكن المغلقة.
	البروبان (Propane)	C_3H_8	غاز عديم اللون، أثقل من الهواء، قابل للاشتعال بشدة، وقد يتجمع في الأماكن المنخفضة مكونًا خطر الانفجار.
	الهيدروجين (Hydrogen)	H_2	غاز شديد الخفة، عديم اللون والرائحة، ينتشر بسرعة كبيرة، قابل للاشتعال والانفجار بكفاءة عالية حتى مع شرارة بسيطة.
	الأسيتيلين (Acetylene)	C_2H_2	غاز قابل للاشتعال والانفجار بسهولة، له رائحة خفيفة، ويصبح غير مستقر عند الضغط العالي، يُستخدم في عمليات اللِّحام، ويشكل خطورة عند سوء التخزين، وهو قابل للانفجار عند ضغط مرتفع.

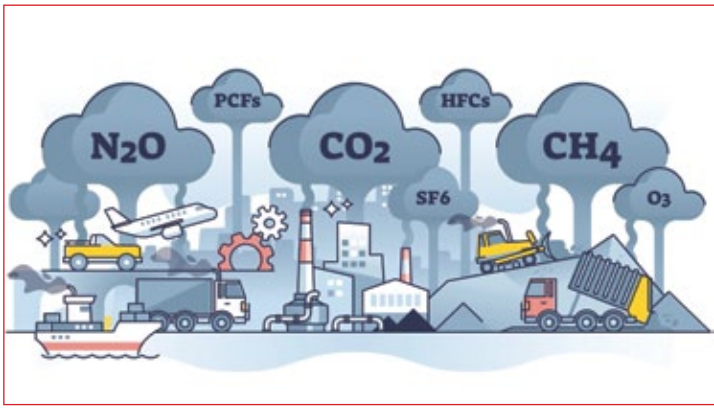
الغازات الخانقة (Asphyxiant Gases)

الوصف	الغاز	الرمز الكيميائي	الوصف والخطورة
تُزاحم الأكسجين في الجو، وتسبب نقصه دون أن تكون سامة بحد ذاتها.	النيتروجين (Nitrogen)	N_2	غاز عديم اللون والرائحة، يشكل 78% من الهواء، لا يتفاعل لكنه يزيح الأكسجين في الأماكن المغلقة؛ مما يؤدي لفقدان الوعي السريع دون أي إنذار.
	ثاني أكسيد الكربون (Carbon Dioxide)	CO_2	غاز عديم اللون والرائحة، أثقل من الهواء، يتركز في الأماكن المنخفضة، ويقلل نسبة الأكسجين، يسبب الدوار وضيق التنفس، ثم الاختناق.
	الأرجون (Argon)	Ar	غاز خامل ثقيل نسبيًّا، عديم اللون والرائحة، يزيح الأكسجين بصمت؛ مما يؤدي إلى الاختناق بدون ملاحظة.
	الهيليوم (Helium)	He	غاز خامل وخفيف جدًّا، عديم اللون والرائحة، يمكن أن يؤدي إلى الاختناق عند استنشاقه بكميات كبيرة؛ لأنه يزيح الأكسجين.

الغازات المؤكسدة (Oxidizing Gases)

الوصف	الغاز	الرمز الكيميائي	الوصف والخطورة
لا تشتعل لكنها تُساعد على الاشتعال بزيادة كمية الأكسجين المتاحة.	الأكسجين (Oxygen)	O_2	غاز عديم اللون والرائحة، ضروري للتنفس، لكنه يزيد سرعة وشدة الاشتعال؛ مما يجعل وجوده مع المواد القابلة للاحتراق خطيرًا.
	أكسيد النيتروز (Nitrous Oxide)	N_2O	غاز عديم اللون بطعم ورائحة خفيفة، يُستخدم طبيًّا وصناعيًّا، ويُعد مؤكسدًا يدعم الاحتراق، وقد يسبب انفجارات عند مزجه مع مواد قابلة للاشتعال.

التأثيرات الصحية والبيئية للغازات
(Health and Environmental Effects of Gases)



تُمثل الغازات الصناعية أحد أهم الأخطار التي تواجه العاملين في البيئات المهنية، إذ يمكن أن تؤثر تأثيرًا مباشرًا أو غير مباشر في صحة الإنسان والبيئة، وتتنوع هذه التأثيرات وفق نوع الغاز، ومدّة التعرض، وتركيزه في الهواء، وطبيعة بيئة العمل، وتنقسم المخاطر المرتبطة بالغازات إلى عدة أنواع رئيسية تشمل التأثيرات الحادة، والتأثيرات المزمنة، والتأثيرات البيئية.

1. التأثيرات الحادة (Acute Effects)

تظهر التأثيرات الحادة عند التعرض لتركيز مرتفع من الغاز خلال فترة زمنية قصيرة، وغالبًا ما تكون هذه الأعراض فورية وواضحة، وتشمل التهيّج في العينين والجهاز التنفسي، والدوار، والصداع، وصعوبة التنفس، وقد تصل إلى فقدان الوعي، أو الوفاة في الحالات الشديدة، وتعتمد خطورة التأثيرات الحادة على عدة عوامل، من أبرزها ما يأتي:

- تركيز الغاز في الهواء.
- مدة التعرض للغاز.
- مستوى التهوية في المكان.
- الحالة الصحية للفرد.

> كلما زاد تركيز الغاز، أو طالت مدة التعرض في بيئة سيئة التهوية، ارتفع خطر الإصابة بالتأثيرات الحادة؛ مما يستدعي مراقبة مستمرة لجودة الهواء واستخدام وسائل الوقاية الشخصية في جميع أماكن العمل المعرضة للغازات.

ومن الأمثلة على تأثير الغازات ما يأتي:

- **غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)**: يؤدي التعرض لتراكيز متوسطة منه إلى فقدان حاسة الشم، ثم يتسبب بمرور الوقت في الشلل التنفسي، أو الوفاة عند ارتفاع التركيز.
- **غاز أول أكسيد الكربون (CO)**: يرتبط بقوة مع الهيموغلوبين في الدم؛ مما يمنع نقل الأكسجين إلى أنسجة الجسم، ويسبب الاختناق وفقدان الوعي.

2. التأثيرات المزمنة (Chronic Effects)

تحدث التأثيرات المزمنة نتيجة التعرض المتكرر أو طويل الأمد للغازات السامة بتراكيز منخفضة، وتتميز بأنها بطيئة الظهور وصعبة الاكتشاف في مراحلها الأولى، ومع مرور الوقت، قد تؤدي هذه التأثيرات إلى أمراض مزمنة في الجهاز التنفسي، أو العصبي، أو حتى السرطان، فعلى سبيل المثال:

- يؤدي التعرض المستمر لأكاسيد النيتروجين (NOx) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) إلى التهابات مُزمنة في الرئتين، وانخفاض في كفاءة الجهاز التنفسي.
- يمكن أن يؤدي التعرض الطويل للبنزين، أو المذيبات العضوية إلى تلف في نخاع العظم واضطرابات دموية خطيرة، مثل: فقر الدم، أو سرطان الدم.

تبرز هذه التأثيرات أهمية تطبيق برامج مراقبة الهواء الصناعي (Industrial Air Monitoring)، وإجراء الفحوص الطبية المنتظمة للعاملين للكشف المبكر عن أي مؤشرات صحية سلبية.

3. التأثيرات البيئية (Environmental Impacts)

تُعد الغازات الصناعية جزءًا أساسيًّا من العمليات التشغيلية في مختلف القطاعات، إلا أن لها تأثيرات قد تمتد إلى البيئة المحيطة، سواءً نتيجة الاستخدام المباشر، أو بسبب الحوادث والتسرُّبات الغازية، وتشمل هذه التأثيرات عدة جوانب ترتبط بجودة الهواء والمناخ والأنظمة البيئية المحلية، إضافةً إلى المخاطر الناشئة عن الحوادث التشغيلية، مثل: الاشتعال، والانفجار، ونقص الأكسجين، ومن أهم التأثيرات البيئية المرتبطة بالغازات ما يأتي:

غازات ضارة للبيئة

1. **التأثيرات الناتجة عن الانفجارات والاشتعال الغازي:**

عند حدوث تسرُّب للغازات القابلة للاشتعال أو الانفجار، مثل: الميثان والإيثان، والبروبان، والهيدروجين، فإن الأثر لا يقتصر في الخطر المباشر على العاملين والمنشأة فحسب، بل يمتد إلى البيئة المحيطة، وتشمل تأثيراته البيئية ما يأتي:

انفجار

- انبعاث كميات كبيرة من الغازات السامة الناتجة عن الاحتراق.
- تلوث الهواء بمنتجات الاحتراق، مثل: أكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت.
- انتشار الرماد الكيميائي والهباء الجوي؛ مما يؤدي إلى تلوث التربة والأسطح والنباتات.
- تدمير الغطاء النباتي القريب نتيجة شدة الحرارة، أو موجات الضغط.

2. تأثير نقص الأكسجين:

لا يشكل تسرُّب الغازات الخاملة، مثل: النيتروجين والأرجون والهيليوم خطرًا سُمّيًّا مباشرًا، ولكنها تُسبب إزاحة الأكسجين من الهواء عند تراكمها في الأماكن المغلقة، أو المنخفضة؛ مما يؤدي إلى الآتي:

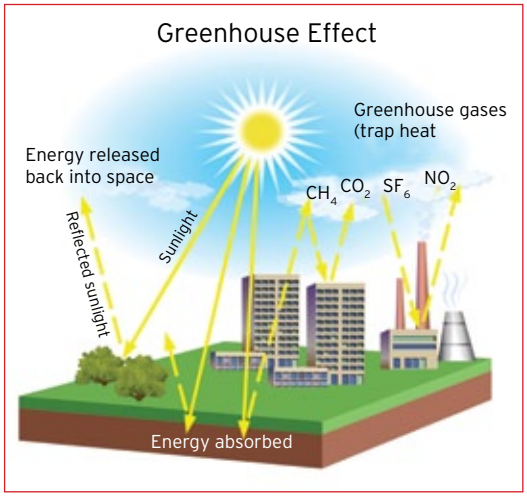
- اختناق الكائنات الحية الدقيقة والحشرات والكائنات الصغيرة في البيئة المغلقة.
- توقف النشاط الميكروبي الهوائي الضروري لتحلل المواد العضوية في التربة.
- انهيار الأنظمة البيئية الدقيقة (Micro-Ecosystems) عند حدوث انخفاض كبير في تركيز الأكسجين.

ويُصنّف هذا النوع من التأثير ضمن الآثار البيئية غير المباشرة الناتجة عن الحوادث التشغيلية، أو التسرُّبات الغازية.

3. الغازات الدفيئة وتأثيرها في المناخ:

توجد في الغلاف الجوي غازات تمتلك قدرة عالية على احتجاز الحرارة، مثل: ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان (CH_4)، وأكسيد النيتروز (N_2O)، حيث تعمل هذه الغازات على تعزيز ظاهرة الاحتباس الحراري؛ مما يؤدي إلى مجموعة من الآثار السلبية، أهمها:

- ارتفاع درجات الحرارة العالمية.
- تغيّر أنماط الأمطار والمناخ.
- زيادة التصحر والجفاف.
- التأثير في الإنتاج الزراعي والتنوع الحيوي.

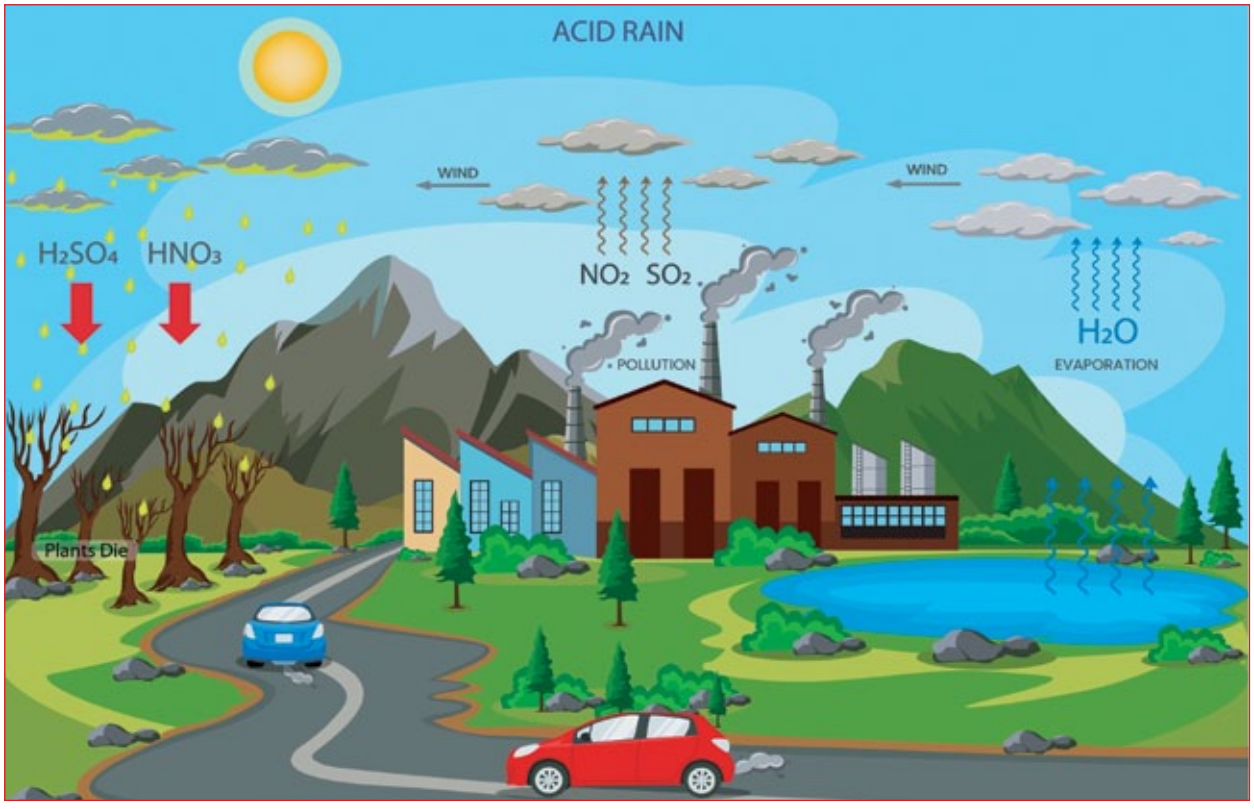


تأثير الغازات الدفيئة

4. الأمطار الحمضية وتدهور التربة والمياه:

تُعد هذه الظاهرة من أشهر التأثيرات البيئية في الغازات الصناعية، حيث ينتج كلٌّ من ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وأكاسيد النيتروجين (NOx) من احتراق الوقود الأحفوري، أو الانبعاثات الصناعية، وتتفاعل مع بخار الماء في الغلاف الجوي لتكوين الأمطار الحمضية التي تؤدي إلى الآتي:

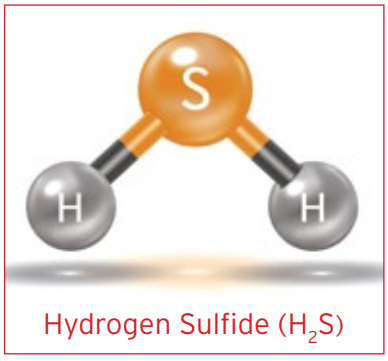
- زيادة حموضة التربة وفقدان خصوبتها.
- تآكل المباني والهياكل المعدنية.
- تضرر النباتات والحياة البرية.
- تدهور جودة المياه في البحيرات والجداول.



الدرس الثالث

كبريتيد الهيدروجين

(Hydrogen Sulfide (H_2S))



Hydrogen Sulfide (H_2S)

كبريتيد الهيدروجين

يُعد غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) أحد أخطر الغازات التي قد توجد في البيئات الصناعية، مثل: المصافي، وحقول النفط والغاز، ومحطات معالجة المياه، ويُعد فهم خواصه ومخاطره جزءًا أساسيًّا من تدريب العاملين في مجالات الطاقة والسلامة المهنية، ويتميّز هذا الغاز بالآتي:

- عديم اللون، وله رائحة تشبه رائحة البيض الفاسد.
- سام جدًا، وقابل للاشتعال، وقد يسبب استنشاق كميات صغيرة منه فقدان الوعي، أو الوفاة في ثوانٍ معدودة.

أماكن وجود غاز (H_2S) في الصناعة

يوجد غاز (H_2S) في أماكن كثيرة منها ما يأتي:

البيئة الصناعية	مكان وطريقة تكون الغاز في البيئة الصناعية
حقول النفط والغاز (Oil and Gas Fields)	يوجد في الآبار وخطوط الأنابيب أثناء عمليات الحفر والإنتاج.
المصافي (Refineries)	ينتج أثناء عمليات تكرير النفط الخام.
محطات معالجة المياه (Wastewater Plants)	ينتج من تحلل المواد العضوية في غياب الأكسجين.
المناطق المحصورة (Confined Spaces)	يتجمع بسبب ضعف التهوية وصعوبة التبديد.
الموانئ والمخازن (Storage Tanks & Terminals)	قد يتسرَّب من الأنابيب، أو الصمامات أثناء التحميل أو التفريغ.

الخواص الفيزيائية والكيميائية لغاز كبريتيد الهيدروجين
(Physical and Chemical Properties of Hydrogen Sulfide)

يُعدّ فهم خواص الغاز خطوة أساسية لتحديد سُلوكه داخل البيئة الصناعية وطريقة التعامل معه بأمان، فالخواص الفيزيائية والكيميائية لغاز (H_2S) هي التي تحدد طريقة انتشاره، وأماكن تراكمه، وكيف يمكن اكتشافه أو السيطرة عليه.

■ الخواص الفيزيائية (Physical Properties)

يوضح الجدول الآتي الخواص الفيزيائية لغاز (H_2S):

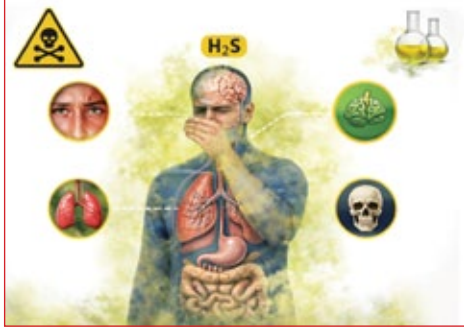
الخاصية	الوصف
اللون (Color)	عديم اللون.
الرائحة (Odor)	تشبه رائحة البيض الفاسد.
الكثافة (Density)	أثقل من الهواء (1.19 ضعف).
درجة الغليان (Boiling Point)	-60°C تقريبًا.
القابلية للاشتعال (Flammability)	عالية جدًا.
الذوبان في الماء (Solubility in Water)	يذوب جزئيًّا.
السُّمية (Toxicity)	عالية جدًّا.

■ الخواص الكيميائية (Chemical Properties)

يوضح الجدول الآتي الخواص الكيميائية لغاز (H_2S):

الخاصية	الوصف
التفاعل مع الأكسجين (Reaction with Oxygen)	ينتج غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2).
التفاعل مع المعادن (Reaction with Metals)	يسبب تآكلًا شديدًا للحديد والنحاس.
السُّمية عند الاحتراق (Toxic Fumes)	يُنتج غازًا مهيجًا سامًّا.
القابلية للتفاعل (Reactivity)	مرتفعة مع المركبات القلوية.
تأثيره في البيئة (Environmental Impact)	ملوث قوي للهواء والماء.

التأثيرات الصحية لغاز كبريتيد الهيدروجين
(Health Effects of Hydrogen Sulfide)



يؤثر غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) مباشرة على الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System)، وعلى الجهاز التنفسي (Respiratory System)، ويُعدّ من الغازات التي يمكن أن تسبب الإغماء، أو الوفاة خلال ثوانٍ عند التعرض لتركيزات عالية، لذلك يجب على العاملين في المواقع الصناعية التعرف على أعراض التعرض لهذا الغاز، وكيفية الاستجابة الفورية لحماية أنفسهم.

■ مستويات التعرض لغاز H_2S والتأثيرات الصحية
(H_2S Exposure Levels and Health Effects)

يوضح الجدول الآتي مستويات التعرض، والتأثيرات الصحية لغاز كبريتيد الهيدروجين:

مستوى التعرض (التركيز) (ppm)	التأثير الصحي
0.01 - 10	رائحة قوية، وتهيج بسيط للعينين والأنف.
10 - 50	دوار وصداع وغثيان.
100	فقدان حاسة الشم بعد دقائق.
200 - 300	صعوبة التنفس، واضطراب في الأعصاب.
500 - 700	فقدان سريع للوعي.
أكثر من 700	وفاة فورية تقريبًا.

■ حدود التعرض المسموح بها (Exposure Limits)

حددت منظمات السلامة المهنية، مثل (OSHA) حدود التعرض الآمن لغاز (H_2S) من أجل حماية العمال من المخاطر الصحية الناتجة عن التعرض المزمن، أو المفاجئ، ويوضح الجدول الآتي هذه الحدود:

المؤشر	القيمة	التفسير
المتوسط الزمني الموزون للتعرض (Time-Weighted Average (TWA))	10 ppm	متوسط التعرض خلال (8) ساعات عمل.
حد التعرض قصير المدى (Short-Term Exposure Limit (STEL))	15 ppm	الحد الأقصى للتعرض القصير (15) دقيقة.
التركيز الخطر على الحياة والصحة فورًا (Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH))	100 ppm	تركيز خطر على الحياة فورًا.

كشف ومراقبة الغازات في البيئات الصناعية

(Gas Detection and Monitoring in Industrial Environments)

أجهزة الكشف عن الغاز

تُعد مراقبة الغازات في البيئات الصناعية من أهم إجراءات السلامة المهنية (Occupational Safety)، إذ أن العديد من الغازات في مواقع العمل قد تكون سامة (Toxic)، أو قابلة للاشتعال (Flammable)، أو تسبب نقص الأكسجين (Oxygen Deficiency)، ويهدف نظام الكشف إلى رصد تركيز الغازات (Gas Concentration) في الهواء، وتنبيه العاملين عند تجاوز الحدود الآمنة قبل وقوع الخطر.

أجهزة الكشف عن الغاز (Gas Detection Devices)

تتنوع أجهزة الكشف عن الغازات (Gas Detectors) من حيث طريقة التركيب وأسلوب الاستخدام، إلا أنها تشترك جميعًا في هدف واحد يتمثل في تحذير العاملين قبل أن تصل تراكيز الغازات إلى المستويات الخطِرة؛ مما يُسهم في الوقاية من الحوادث والحفاظ على سلامة الأرواح والممتلكات، وتنقسم أجهزة الكشف عن الغاز إلى ثلاثة أنواع رئيسية حسب الاستخدام، وهي كالآتي:

النوع	شكل توضيحي	الوصف	موقع الاستخدام
جهاز محمول (Personal Detector)		يُعلَّق على العامل، ويقيس الهواء المحيط به.	العمل الميداني.
جهاز ثابت (Fixed Detector)		يُركب في المنشأة، ويتصل بنظام الإنذار.	المصافي، ومحطات الغاز.
جهاز متعدد الغازات (Multi-Gas Detector)		يقيس عدة غازات في آن واحد (O_2, CO, H_2S, LEL).	الأماكن المحصورة.

وبالإضافة إلى الأنواع السابقة من أجهزة الكشف عن الغاز هناك أنواع متقدمة، ومنها ما يأتي:

1. **أجهزة الكشف اللاسلكية** (Wireless Gas Detectors):

تُستخدم هذه الأجهزة في المناطق الواسعة أو الخطِرة، حيث تعمل بتقنية الاتصال اللاسلكي (Wireless Communication) لنقل بيانات الغازات مباشرة إلى غرفة التحكم، أو تطبيقات الهاتف المحمول، وتتميز بسرعة الاستجابة وسهولة التركيب دون الحاجة إلى تمديدات كهربائية.

أجهزة الكشف اللاسلكية

2. **أجهزة الكشف الذكية** (Smart Gas Detectors):

هي أجهزة متطورة تحتوي على برامج تحليل ذكية (Self-Analysis Software) تُمكّنها من تحليل البيانات بشكل فوري، وتخزينها في الذاكرة الداخلية لمراجعتها لاحقًا ضمن تقارير الحوادث أو الصيانة، وبعض الأنواع يمكن ربطها بأنظمة المراقبة السحابية (Cloud Monitoring Systems).

أجهزة الكشف الذكية

3. **أجهزة المراقبة الميدانية** (Area Monitors):

تُستخدم هذه الأجهزة لتغطية مساحات صناعية واسعة، مثل: المصافي ومحطات الطاقة، حيث تُوزَّع في نقاط إستراتيجية محددة لتشكيل شبكة مراقبة جماعية (Area Monitoring Network) قادرة على اكتشاف التسرُّبات الغازية على نطاق واسع وفي وقت قصير، وتُعد هذه الأجهزة من أكثر أنظمة الكشف فاعلية في المشاريع والمنشآت الصناعية الكبرى.

أجهزة المراقبة الميدانية

مبدأ عمل أجهزة الكشف عن الغازات
(Working Principle of Gas Detection Devices)

تعتمد أجهزة الكشف عن الغازات على مستشعرات (Sensors) دقيقة، تقوم بتحويل تركيز الغاز في الهواء إلى إشارة كهربائية (Electrical Signal)، ويكون تحليلها وعرضها على الشاشة بشكل قراءات رقمية (Digital Reading)، أو مؤشر ضوئي (LED Indicator)، ويوضح الجدول الآتي أنواع المستشعرات:

نوع المستشعر	آلية العمل	الغازات المُقاسة
كهروكيميائي (Electrochemical Sensor)	تفاعل كهربائي ينتج عن ملامسة الغاز للقُطب الحسَّاس.	H_2S, CO, O_2
تحفيزي (Catalytic Sensor)	يحترق الغاز داخل خلية صغيرة مُولدًا حرارة تُقاس كهربائيًّا.	الغازات القابلة للاشتعال
الأشعة تحت الحمراء (Infrared Sensor (IR))	يقيس امتصاص الغاز للأشعة عبر المسار البصري.	CH_4, CO_2
ضوئي بصري (Optical Sensor)	يعتمد على شدة انعكاس الضوء عبر الهواء.	الجُسَيمات الدقيقة

معايرة وصيانة أجهزة الكشف عن الغازات
(Calibration and Maintenance of Gas Detection Devices)

تُعدّ صيانة أجهزة الكشف عن الغازات عملية شاملة تتضمن عدة إجراءات أساسية، من أهمها المعايرة الدورية، فالمعايرة ليست إجراءً مستقلًا، بل هي جزء جوهري من الصيانة الوقائية التي تهدف إلى الحفاظ على دقة عمل الجهاز وضمان جاهزيته قبل الاستخدام، حيث تفقد حسَّاسات أجهزة الكشف فاعليتها تدريجيًّا نتيجة التعرض للغازات والرطوبة وعوامل البيئة المختلفة؛ مما يجعل إجراء المعايرة الدورية وفق معايير (OSHA) ضرورة للحفاظ على موثوقية القياس، ولهذا لا يُسمح باستخدام أي جهاز كشف لم يُعايَر خلال الفترة الزمنية المحددة، إذ قد يؤدي ذلك إلى قراءات خاطئة تُشكل خطرًا مباشرًا على سلامة العاملين في أي موقع صناعي.

لا يُسمح باستخدام جهاز كشف إذا لم يُعايَر خلال آخر (6) أشهر في أي موقع صناعي وفق معايير (OSHA).

ويوضح الجدول الآتي أنشطة الصيانة الدورية لأجهزة الكشف عن الغازات:

النشاط	الزمن المقترح	الهدف
الفحص البصري (Visual Inspection)	يومي	التأكد من خلو الجهاز من الكسر أو التآكل.
اختبار الغاز التجريبي (Bump Test)	أسبوعي	التأكد من فاعلية المستشعر والإنذار.
المعايرة (Calibration)	كل 6 أشهر	ضبط قراءات الجهاز بدقة.
الصيانة الكاملة (Full Maintenance)	سنوي	التنظيف الداخلي، واستبدال الأجزاء التالفة.

إجراءات السلامة الواجب اتباعها عند التعامل مع الغازات

يجب اتخاذ إجراءات وقائية قبل وأثناء وبعد التعامل مع الغازات كالآتي:

دائما ✓

1. **قبل التعامل** (Pre-Operation Safety):
   - قراءة نشرة بيانات السلامة (SDS) الخاصة بكل غاز.
   - التأكد من سلامة الأسطوانات وصلاحية الصمامات.
   - التحقق من مكان التخزين والتهوية.
   - ارتداء مُعدَّات الوقاية الشخصية (PPE).
2. **أثناء التعامل** (During Operation):
   - عدم التدخين، أو إشعال اللَّهب بالقرب من الغاز.
   - تثبيت الأسطوانات العمودية وربطها جيدًا.
   - استخدام أنابيب نقل مخصصة ومقاوِمة للضغط.
   - مراقبة التسرُّب باستخدام كواشف معتمدة (Gas Detectors).
3. **بعد التعامل** (Post-Operation):
   - إغلاق الصمامات بإحكام.
   - تخزين الأسطوانات الفارغة والممتلئة في أماكن منفصلة.
   - توثيق العمليات والملحوظات في سِجل السلامة.
   - إجراء فحص دوري للأجهزة والكواشف.

الاستجابة الطارئة لحوادث الغازات

(Gas Emergency Response)

الاستجابة لحوادث الغازات

تُعد الاستجابة الطارئة لحوادث الغازات أحد أهم مكونات منظومة السلامة والصحة المهنية (Occupational Health and Safety)، وتشمل الإجراءات الفورية المتخذة عند تسرُّب غاز (Gas Leak) أو حدوث تعرض مفاجئ (Sudden Exposure)، ويتمثل الهدف الأساسي من هذه الاستجابة في حماية الأفراد، وتقليل الخسائر المادية، وضمان استمرارية العمليات الصناعية من خلال تطبيق خُطط طوارئ فعالة واستجابات سريعة ومدروسة.

التخطيط المسبق للطوارئ (Emergency Preparedness)

يبدأ نجاح أي استجابة للطوارئ من خلال التخطيط المسبق الذي يشمل عدة عناصر يوضحها الجدول:

العنصر	الشرح
تحديد الأخطار (Hazard Identification)	دراسة الغازات المستخدمة والمخزنة.
تقييم المخاطر (Risk Assessment)	تحليل احتمالية التسرُّب والتعرض.
خطة الإخلاء (Evacuation Plan)	تحديد المسارات، ونقاط التجمع.
تجهيزات الطوارئ (Emergency Equipment)	أجهزة الإنذار، ومعدَّات التنفس، والإسعافات الأولية.
التدريب (Emergency Drills)	تدريبات الطوارئ الدورية.
فِرَق الطوارئ (Emergency Teams)	تحديد فِرَق الإنقاذ والإخلاء.

الإنذارات الغازية (Gas Alarms)

يُستخدم نظام الإنذار الغازي (Gas Alarm System) لتنبيه العاملين بوجود خطر قادم، وهو أحد أهم الوسائل في إنقاذ الأفراد في الصناعات النفطية والكيميائية، ويوضح الجدول الآتي أنواع الإنذارات ومستوياتها (Types and Levels of Alarms):

المستوى	العنصر	الشرح
1	**إنذار أولي – تحذير** (Warning Alarm)	التوقف عن العمل، والبقاء على استعداد.
2	**إنذار رئيسي – إخلاء** (Evacuation Alarm)	مغادرة المنطقة فورًا.
3	**إنذار طارئ – خطر حرِج** (Emergency Alarm)	الانتقال إلى ملجأ الطوارئ.

■ مستويات الإنذار لغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S Alarm Levels)

لغاز (H_2S) مستويات إنذار معينة يوضحها الجدول الآتي:

مستوى الإنذار (Alarm Levels)	تركيز الغاز (H_2S Concentration)	نوع الإنذار (Alarm Type)	الوصف
المنطقة الخضراء (Green Zone)	**بين 5-10 جزء في المليون** (ppm).	إنذار ضوئي فقط (Visual Alarm - Light)	خطر محتمل: يُنبه العاملين بمراقبة الوضع.
المنطقة الصفراء (Yellow Zone)	**بين 10-20 جزء في المليون.**	إنذار ضوئي وصوتي مستمر (Visual & Audible Alarm - Continuous Sound)	خطر متوسط: يجب ارتداء معدَّات التنفس والتأهب للإخلاء.
المنطقة الحمراء (Red Zone)	**أكثر من 20 جزءا في المليون.**	إنذار ضوئي وصوتي مستمر (Visual & Audible Alarm - Continuous)	خطر شديد: إخلاء فوري للمنطقة.

نظام الزميل (The Buddy System)

نظام الزميل

يُعدّ نظام الزميل من أهم الممارسات الوقائية في بيئات العمل الخطِرة، وخاصة في المواقع التي يوجد فيها خطر الغازات السامة، ويقوم هذا النظام على مبدأ بسيط وفعّال: «لا يعمل أحد بمفرده في المناطق الخطِرة»، فكل عامل يجب أن يكون له زميل مرافق (Buddy) يراقبه ويساعده في حال وقوع أي طارئ، مثل تسرُّب الغاز، أو فقدان الوعي.

فنظام الزميل هو إجراء تشغيلي (Operational Arrangement) يُكلف فيه كل عامل بزميل آخر أثناء تنفيذ مهام العمل في المناطق الخطِرة، ويقوم الزميلان بمراقبة بعضهما البعض لاكتشاف العلامات المبكرة للخطر، مثل التعب، والدوار، أو فقدان الوعي الناتج عن تسرُّب الغازات، وتكمن أهمية نظام الزميل في الآتي:

- **المراقبة المزدوجة** (Dual Monitoring):
  يقوم كل عامل بمراقبة الحالة الصحية والسلوكية لزميله بشكل مستمر.
- **سرعة الاستجابة** (Quick Response):
  يتيح تقديم مساعدة فورية عند حدوث تعرض للغاز، أو أي طارئ مُفاجئ.
- **الإنقاذ الآمن** (Safe Rescue):
  يمنع العامل من محاولة إنقاذ شخص بمفرده، ويقوم بالتبليغ لتنفيذ الإنقاذ بطريقة آمنة ومنسّقة.
- **التواصل المستمر** (Continuous Communication):
  يعزز التواصل الفعّال بين الزملاء؛ مما يقلّل الأخطاء التشغيلية.
- **تعزيز الانضباط والسلامة** (Safety Discipline):
  يشجع على الالتزام بإجراءات السلامة، ويُنمّي ثقافة الانضباط داخل موقع العمل.

- **مسؤوليات الزملاء** (Responsibilities of Buddies):

يوضح الجدول الآتي مسؤوليات الزملاء:

المسؤولية	الوصف
التأكد من الجاهزية (Pre-Check)	فحص أجهزة الكشف والتهوية قبل الدخول.
المراقبة أثناء العمل (On-Job Monitoring)	متابعة زميله في حالة أي تعب أو دوار.
التنبيه الفوري (Immediate Reporting)	الإبلاغ عن أي إنذار أو خطر محتمل.
المساعدة عند الإخلاء (Safe Evacuation)	مرافقة الزميل حتى نقطة التجمع.
عدم المغادرة بمفرده (Stay Together Rule)	البقاء بجوار الزميل في كل المراحل.

إجراءات الاستجابة لتسرُّب الغاز (Gas Leak Response Procedure)

عند حدوث تسرُّب غاز، تُعد الدقائق الأولى حاسمة لتفادي الكوارث، وتختلف الإجراءات حسب نوع الغاز، ولكن الخطوات الأساسية موحدة لجميع الحالات، وهي كالآتي:

1. التوقف الفوري عن العمل (Stop Work Immediately).
2. ارتداء جهاز الهروب (Don the Escape Set).
3. التوجه عكس اتجاه الرياح (Move Upwind).
4. إبلاغ قسم الطوارئ أو المشرف (Notify the Supervisor).
5. التوجه إلى نقطة التجمع (Proceed to Muster Point).
6. تجنُّب الإنقاذ بدون معدَّات تنفسية/حماية تنفس (Do Not Attempt Rescue Without SCBA).

معدات الطوارئ (Emergency Equipment)

يوضح الجدول الآتي معدات الطوارئ المستخدمة في الاستجابة لحوادث الغازات:

الجهاز	الاستخدام
جهاز الهروب (Escape Set)	تنفس قصير المدى للهروب من المنطقة الملوثة.
جهاز التنفس الذاتي (Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA))	عمل في مناطق ملوثة لفترة طويلة.
كاشف الغازات (Gas Detector)	تحديد مستوى تركيز الغاز.
مؤشر اتجاه الرياح (Windsock)	تحديد مسار الهواء لتجنب الغازات.
صافرة الإنذار (Alarm Whistle)	إشارات صوتية للتحذير أو التجمع.

الإسعافات الأولية في حوادث التعرض للغاز (First Aid in Gas Exposure Incidents)

تُعد الاستجابة الطبية السريعة جزءًا أساسيًّا من التعامل مع حالات تسرُّب الغاز، وتُساعد على تقليل الضرر قبل وصول فِرَق الإسعاف، ويوضح الجدول الآتي الإجراءات الواجب اتخاذها حسب نوع التعرُّض:

نوع التعرض	الإجراء الفوري
استنشاق الغاز (Inhalation Exposure)	النقل إلى مكان به هواء نقي، واستدعاء الإسعاف.
ملامسة العين (Eye Contac)	غسل العين بماء جارٍ لمدة (15) دقيقة.
ملامسة الجلد (Skin Contact)	غسل المنطقة جيدًا بالماء والصابون.
فقدان الوعي (Unconsciousness)	استخدام جهاز الأكسجين، ونقله فورًا للمستشفى.

أسئلة الوحدة

1. عرّف الغازات، وبيّن أهميتها في بيئة العمل الصناعية.
2. قارِن بين خواص الغازات من حيث الانتشار والتأثر بالحرارة والضغط.
3. صنِّف الغازات الخطِرة إلى سامة، وخانقة، وقابلة للاشتعال، ومؤكسدة، مع ذكر مثال لكل نوع.
4. فسّر لماذا تُعد بعض الغازات خطِرة على صحة الإنسان حتى عند تركيزات منخفضة.
5. ما أبرز المخاطر الصحية التي تسببها الغازات السامة عند التعرض المفاجئ لها؟
6. وضّح الخواص التي تجعل غاز كبريتيد الهيدروجين خطيرًا في البيئات الصناعية.
7. اذكر مصادر وجود غاز (H_2S) في الصناعة.
8. اشرح دور أجهزة الكشف عن الغازات في الوقاية من الحوادث.
9. لماذا تُعد المعايرة الدورية لأجهزة الكشف عن الغازات أمرًا مهمًّا للحفاظ على دقتها؟
10. بيّن إجراءات السلامة الواجب اتباعها قبل التعامل مع أسطوانات الغازات.
11. ما الخطوات الأساسية التي يجب اتباعها عند حدوث تسرُّب غازي مفاجئ في موقع العمل؟
12. كيف يُساعد نظام الزميل في حماية العاملين في مواقع المخاطر الغازية؟
13. اذكر أهمية الصيانة الدورية لأجهزة الكشف عن الغازات.
14. ما الإجراءات التي يجب أن يلتزم بها العامل عند سماع إنذار غازي من المستوى الثاني؟
15. قارِن بين الجهاز المحمول للكشف والجهاز الثابت من حيث الاستخدام والغاية.
16. ما المعايير الدولية التي تحدد حدود التعرض الآمن لبعض الغازات، ولماذا وُضعت هذه الحدود؟
17. اقترح ثلاثة تدابير لرفع مستوى السلامة المهنية عند التعامل مع الغازات في المواقع الصناعية.

ملحق

تطبيقات عملية في الصحة والسلامة المهنية

Practical Applications in Health, Safety and Environment

جدول المحتويات

التطبيق الأول

فحص معدات الوقاية الشخصية

(PPE Inspection) 156

التطبيق الثاني

التطبيق العملي للسلامة الكيميائية

(Practical Application of Chemical Safety) 165

التطبيق الثالث

تقييم مخاطر موقع العمل

(Workplace Risk Assessment) 171

التطبيق الأول

فحص معدات الوقاية الشخصية

(PPE Inspection)

معدات الوقاية الشخصية

تُعد معدات الوقاية الشخصية (PPE) خط الدفاع الأخير لحماية العاملين في بيئات العمل الصناعية والمهنية، حيث تُقلل شدة التعرُّض للمخاطر واحتمالية وقوع الإصابات، وتعتمد فاعلية هذه المعدات على سلامتها، وصلاحيتها، وطريقة تخزينها، ومدى ملاءمتها للمستخدم.

ويُعد فحص معدات الوقاية الشخصية مهارة أساسية لكل فني في الورش والمختبرات لاكتشاف الأعطال والعيوب قبل بدء أي مهمة.

أهمية التطبيق (Importance Of The Application)

تتمثل أهمية هذا التطبيق فيما يأتي:

- اكتشاف العيوب قبل بدء العمل، مما يمنع الإصابات الناتجة عن استخدام معدات غير صالحة.
- تنمية مهارة الفحص الاحترافي التي تُعد من أهم متطلبات جهات العمل الصناعية.
- تعزيز مفهوم المسؤولية الذاتية للعامل في حماية نفسه قبل بدء أي مهمة مهنية.
- دعم قدرة المتعلم على اتخاذ القرار الفني الصحيح بشأن صيانة المعدات أو استبدالها.
- تقليل الأخطاء التشغيلية عبر تدريب الطالب على التمييز بين المعدات السليمة والمعطوبة.
- رفع مستوى الجاهزية المهنية للطالب للعمل في بيئات صناعية فعلية.

المهارات المكتسبة من التطبيق
(Skills Acquired From The Application)

بعد تنفيذ هذا التطبيق العملي، يتوقع أن يصبح الطالب قادرًا على اكتساب المهارات الآتية:

أنواع PPE

- **المهارات المعرفية**
(Knowledge Skills):

1. معرفة مكوّنات معدات الوقاية الشخصية، ووظائف كل منها.
2. التمييز بين أنواع PPE المناسبة لكل مهمة في الورشة.
3. فهم مبادئ الفحص البصري والفحص الوظيفي للمعدّات.
4. معرفة معايير الصناعة المتعلقة بصلاحية معدات السلامة.

- **المهارات العملية** (Hands-On Skills):

1. إجراء فحص واقعي لمعدات PPE باستخدام أدوات وتطبيقات مهنية.
2. اكتشاف الأعطال الظاهرة وغير الظاهرة، مثل:
   - الشقوق.
   - التمزقات.
   - فقدان الحماية.
   - تلف الأربطة.
3. تصنيف حالة معدات PPE إلى صالحة، أو تحتاج إلى صيانة، أو يجب استبدالها.
4. تسجيل الملحوظات الفنية بدقة أثناء الفحص.
5. إعداد تقرير فحص PPE شامل واحترافي.

- **المهارات التحليلية (Analytical Skills):**

1. تحليل سبب تلف معدات PPE وربطها بما يحدث في الورشة.
2. تقييم تأثير المعدات غير السليمة في سلامة الشخص أثناء العمل.
3. اتخاذ القرار الصحيح بشأن إصلاح المعدات أو استبدالها.

- **المهارات السلوكية والمهنية (Professional Attitude):**

1. الالتزام بارتداء معدات PPE.
2. تنمية الوعي الوقائي في بيئة العمل.
3. تحمُّل المسؤولية المهنية في فحص معدات السلامة قبل بدء أي مهمة.
4. العمل ضمن فريق وتبادل الملحوظات المهنية مع الزملاء.

إستراتيجيات التنفيذ (Implementation Strategies)

يعتمد تنفيذ هذا التطبيق على الإستراتيجيات الآتية:

- الجمع بين التعلُّم النظري والممارسة العملية داخل الورشة.
- تدريب الطالب على الفحص والتقييم من خلال أنشطة واقعية تحاكي ظروف العمل.
- الانتقال تدريجيًا من الفهم النظري إلى التطبيق العملي المستقل خلال يومين تدريبيين.
- استخدام منهجية التعلم بالممارسة (Hands-on Learning).
- تدريبات فردية وجماعية لتعزيز التعاون والتفكير التحليلي والسلوك المهني.

- افحص المعدات تحت إضاءة جيدة.
- لا تتسرع ودقق في التفاصيل الصغيرة.
- قارن بين معدات سليمة ومعطوبة لتطوير الحس الفني.
- كل ملحوظة، حتى لو كانت بسيطة لابد أن تكتب في خانة الملحوظات.
- سلامتك تبدأ من فحص معداتك.

التعرّف والفحص الأولي لمعدات الوقاية الشخصية
(Identification and Preliminary Inspection of PPE)

يهدف هذا الجزء من التطبيق إلى تدريب الطالب على تعرُّف أنواع معدات الوقاية الشخصية المستخدمة في الورش الفنية، وفحصها فحصًا أوليًا قبل استخدامها، ويشمل الفحص الأولي مجموعة من الخطوات الأساسية التي تساعد المتعلم على التأكد من سلامة المعدّة وكفاءتها، وذلك من خلال الآتي:

1. تعرُّف أنواع معدات الوقاية الشخصية:

يتعرّف الطالب في هذه المرحلة أنواع معدات PPE، ويتعلّم وظيفة كل معِدّة، ومتى تُستخدم، وما هو مستوى الحماية الذي توفره، ومن هذه المعدات ما يأتي:

- الخوذة الواقية للرأس.
- نظارات السلامة.
- قفازات العمل.
- أحذية السلامة.
- واقيات السمع.
- أجهزة التنفس.

2. الفحص البصري للمعدّة (Visual Inspection):

يُعدّ هذا الفحص خطوة أولى مهمة قبل الفحص التفصيلي، حيث يقوم الطالب بالفحص الأولي للمعِدّة من خلال ملاحظتها بالعين المجردة بحثًا عن الآتي:

- الخدوش، أو الشقوق.
- التمزقات.
- علامات التآكل، أو الصدأ.
- تلف الأربطة، أو الأجزاء المتحركة.
- تغيّر اللون الذي قد يشير لتلف المادة.

3. الفحص الوظيفي للمعدّة (Functional Check):

يساعد الفحص الوظيفي على ضمان أن المعِدّة ستؤدي وظيفتها أثناء العمل دون مشكلات، فبعد التأكد من سلامة المظهر الخارجي، ينتقل الطالب إلى فحص وظيفة المعِدّة، وذلك عبر التأكّد من الآتي:

- قدرة النظارات على التثبيت وعدم الانزلاق.
- قوة حزام الخوذة وإحكامه.
- مرونة القفازات وسلامة الطبقة العازلة.
- ثبات مقدمة الحذاء (Steel Toe).
- عمل الأجزاء القابلة للضبط.

الفحص المتقدم (Advanced Inspection)

يركّز الفحص المتقدم على التحقق التفصيلي من الحالة الفنية للمعِدّة، بما في ذلك الأجزاء الداخلية، والمواد المكوِّنة، والوظائف التشغيلية الدقيقة، ويتعلم الطالب خلال هذا الجزء ما يأتي:

1. تحليل المواد المكوّنة للمعِدّة، ويشمل الآتي:

- التحقق من جودة المواد البلاستيكية، أو الجلدية.
- تمييز علامات التقدّم في عُمر المعِدّة، أو التدهور الكيميائي.
- تحديد تأثير الظروف البيئية في المعدة (الحرارة، والرطوبة، وأشعة الشمس).

2. فحص النقاط الحسّاسة في المعِدّة، ويشمل الآتي:

- نقاط الربط والمفاصل.
- الأشرطة والمشابك.
- أدوات الإغلاق.
- مناطق الحماية الداخلية.

3. الكشف عن العيوب غير الظاهرة في المعِدّة، ويشمل الآتي:

- فقدان المرونة.
- تآكل الحماية الداخلية.
- ضعف المفاصل.
- تغير اللون نتيجة التفاعلات الكيميائية.

تقييم صلاحية المعدة (Suitability Assessment)

بعد إجراء الفحص المتقدم، ينتقل الطالب إلى تقييم صلاحية المعِدّة للاستخدام، حيث يُعد هذا التقييم مهارة مهنية عالية الأهمية في بيئات العمل الواقعية، ويكون ذلك من خلال الآتي:

- مقارنة نتائج الفحص بالمعايير المهنية.
- تحديد مدى توفر الحماية المطلوبة مقارنة بنوع المهمة.
- اتخاذ القرار الفني المناسب:
  - صالحة.
  - تحتاج إلى صيانة.
  - يجب استبدالها.

إعداد التقارير المهنية (Professional Inspection Reporting)

يتدرّب الطالب على إعداد تقرير فحص شامل يوثّق فيه الآتي:

1. **معلومات المعدّة:**
   - النوع.
   - تاريخ الفحص.
   - رقم التعريف (ID).
   - الاستخدام وموقع الاستخدام.
2. **نتائج الفحص:**
   - الأعطال المكتشفة.
   - الحالة العامة.
   - درجة الخطورة.
3. **توصيات الفني:**
   - إجراءات الصيانة.
   - خطة الاستبدال.
   - متطلبات الاستخدام الآمن.
4. **التوقيعات ومسؤولية الاعتماد:**
   - توقيع الفاحص.
   - توقيع المشرف.
   - تاريخ الإقرار.

قائمة فحص لمعدّات الوقاية الشخصية (PPE Inspection Checklist)

تُعدّ قائمة فحص معدات الوقاية الشخصية أداة أساسية لضمان سلامة العامل أثناء الأنشطة العملية داخل الورشة، وتهدف هذه القائمة إلى مساعدة مسؤول HSE على التحقق من حالة المعدّة وصلاحيتها وتخزينها قبل الاستخدام، وفيما يأتي القوائم المستخدمة لفحص المعدّات:

بند الفحص	نعم	لا	ملحوظات
■ **حالة المعدّة** (Equipment Condition)			
الهيكل الخارجي سليم بلا تشققات.			
عدم وجود تمزقات، أو شروخ.			
عدم وجود خدوش تؤثر في الرؤية.			
عدم وجود صدأ، أو تآكل في الأجزاء المعدنية.			
الأربطة والأحزمة سليمة وغير تالفة.			
الأجزاء القابلة للضبط تعمل جيدًا.			
مناطق الامتصاص، أو الحماية الداخلية سليمة.			
عدم وجود روائح تشير لتلف المادة.			
■ **النظافة** (Cleanliness)			
المعدات نظيفة وخالية من الدهون والزيوت.			
عدم وجود أتربة داخلية أو خارجية.			
قناع الوجه/الكمامة خالٍ من التلوث.			
نظِّفَت المعدّة وفق إجراءات السلامة.			
■ **الصلاحية** (Validity)			
تاريخ الصلاحية ضمن النطاق المسموح.			
رقم الدفعة ورمز المصنع واضح.			
مطابقة المعايير.			
الملصقات والرموز واضحة.			

بند الفحص	نعم	لا	ملحوظات
■ **الملاءمة** (Fit)			
المقاس مناسب لمرتديها.			
إمكانية ضبط المِعدّة بسهولة.			
عدم التسبب بالضغط، أو الألم.			
توفير الراحة أثناء العمل.			
■ **الجاهزية للاستخدام** (Usability & Functionality)			
جاهزة للاستخدام فورًا.			
تعمل دون أعطال.			
مناسبة لطبيعة المهمة.			
توفر مستوى الحماية المطلوب.			
■ **التخزين** (Storage Conditions)			
مخزّنة في مكان جاف.			
بعيدة عن الشمس المباشرة.			
بعيدة عن المواد الكيميائية، أو الحرارة.			
مرتبة في الخزائن المخصصة.			
لا يوجد ضغط يؤثر في شكل المِعدّة.			
■ **أمان الاستخدام** (Safety Compliance)			
الطالب يعرف كيفية الاستخدام.			
جرى تدريب الطالب على استخدام المِعدّة.			
تتوافق مع متطلبات الورشة.			
■ **القرار النهائي للفحص** (Final Inspection Decision)			
النتيجة			
☐ المعدة صالحة للاستخدام.			
☐ تحتاج صيانة.			
☐ يجب استبدالها.			

المنتج النهائي (Final Product)

يُطلب من الطالب في نهاية هذا التطبيق إعداد ملف فحص مهني متكامل يعكس المهارات التي اكتسبها خلال التطبيق العملي، ويهدف هذا المنتج النهائي إلى توثيق قدرة الطالب على إجراء الفحص المتقدم لمعدات PPE وتسجيل النتائج تسجيلًا صحيحًا، ويتكوّن المنتج من العناصر الآتية:

1. **مقدمة عن معدات الوقاية الشخصية وأهميتها.**
2. **قائمة فحص شاملة، وتشمل الآتي:**
   - حالة المعِدّة.
   - النظافة.
   - الصلاحية.
   - الملاءمة.
   - التخزين.
   - الجاهزية للاستخدام.
   - أمان الاستخدام.
3. **تقرير الفحص النهائي** (PPE Inspection Report)، ويتضمن الآتي:
   - بيانات المعِدّة.
   - قوائم الفحص.
   - نتائج الفحص.
   - العيوب المكتشفة.
   - تقييم الحالة (صالحة، أو صيانة، أو استبدال).
   - التوصيات الفنية.
4. **بطاقة توثيق الفحص** (Inspection Documentation Card)، ويُثبت داخلها:
   - اسم الطالب.
   - اسم المشرف.
   - تاريخ الفحص.
   - توقيع الاعتماد.
5. **مرفقات داعمة** (Supporting Attachments)، وتشمل الآتي:
   - صور للمعدات قبل وبعد الفحص.
   - مقارنة بين معِدّة سليمة ومعِدّة معطوبة.
   - ملحوظات إضافية حول ظروف الاستخدام، أو التخزين.

التطبيق العملي للسلامة الكيميائية

(Practical Application of Chemical Safety)

السلامة الكيميائية

تُعد السلامة الكيميائية عنصرًا أساسيًا في بيئات العمل التي تحتوي على مواد خطرة، فقد تؤدي الأخطاء في التعامل مع المواد الكيميائية إلى مخاطر كبيرة مثل الانسكابات، أو الحروق، أو الاختناق، أو التسمُّم، ويعتمد هذا التطبيق على التعلم بالممارسة (Hands-on Learning)، وذلك من خلال الآتي:

- استخدام مواد كيميائية تدريبية غير خطِرة.
- محاكاة لانسكاب كيميائي في الورشة.
- قراءة صحيفة بيانات السلامة (SDS) حقيقية.
- تعبئة نموذج فعلي للتحكم في المواد الخطِرة على الصحة (COSHH).
- تطبيق إجراءات الاستجابة الأولية.

أهمية التطبيق (Importance Of The Application)

تتمثل أهمية هذا التطبيق فيما يأتي:

- تمكين الطالب من الفهم العملي لأساسيات التعامل الآمن مع المواد الكيميائية بما يتوافق مع معايير GHS العالمية.
- تطوير قدرة الطالب على قراءة وتحليل صحيفة SDS، وهي مهارة مطلوبة في جميع مواقع العمل الصناعية.
- مساعدة الطالب على تقييم خطورة المادة وكتابة نموذج COSHH، بما يعزز مهارات التوثيق وامتثال السلامة.
- إكساب المتعلم مهارة الاستجابة الطارئة عبر محاكاة انسكاب كيميائي؛ مما يرفع جاهزيته في حالات الطوارئ الحقيقية.
- تعزيز مفاهيم التصرف الآمن والمنظم خلال الحوادث الكيميائية، وهي سلوكيات مهنية أساسية.
- تطبيق خطوات استخدام محطة غسيل العيون عمليًّا؛ مما يزيد من كفاءته وسرعة استجابته في حالة التعرُّض.

المهارات المكتسبة من التطبيق
(Skills Acquired From The Application)

بعد تنفيذ هذا التطبيق العملي، يتوقع أن يكتسب الطالب ما يأتي:

- **المهارات المعرفية (Knowledge):**
  - فهم تصنيفات المواد الكيميائية حسب النظام العالمي الموحد لتصنيف المواد الكيميائية وترميزها (GHS).
  - قراءة وفهم أقسام صحيفة SDS.
  - تعرُّف مكوّنات نموذج COSHH.
  - معرفة طرق التعامل الآمن مع الانسكابات.
- **المهارات العملية (Skills):**
  - تحديد وتصنيف مادة كيميائية.
  - استخراج المعلومات من صحيفة SDS.
  - كتابة نموذج COSHH كاملا.
  - تنفيذ استجابة أولية لانسكاب كيميائي.
  - استخدام محطة غسل العيون استخدامًا صحيحًا.
  - إعداد تقرير حادث مهني.
- **المهارات السلوكية (Attitudes):**
  - الوعي بالمخاطر الكيميائية.
  - الالتزام بارتداء معدات الوقاية الشخصية.
  - التصرف الهادئ والمنظم أثناء الطوارئ.

خطة التنفيذ التفصيلية (Detailed Implementation Plan)

تركّز خطة التنفيذ على تدريب الطالب عمليًا داخل الورشة على خطوات التعامل الآمن مع المادة الكيميائية من لحظة استلامها حتى التخلص الآمن منها، مرورًا بالتصنيف، وقراءة صحيفة SDS، وتعبئة نموذج COSHH، وتنفيذ تمرين محاكاة لانسكاب كيميائي، وتُتبَع الخطوات الآتية لتنفيذ التطبيق:

1. التصنيف وقراءة صحيفة SDS وكتابة نموذج COSHH

يشمل القسم الأول من التطبيق ما يأتي:

- **التصنيف الكيميائي (Chemical Classification):** يساعد تصنيف المواد الكيميائية الطالب في تعرُّف طبيعة المادة ومخاطرها من خلال الرموز والملصقات؛ مما يتيح اتخاذ إجراءات الحماية المناسبة، ويكون ذلك من خلال الآتي:
  - تصنيف مادة كيميائية حسب نظام GHS.
  - تحديد نوع الخطر.
- **صحيفة بيانات السلامة (SDS):** تُعد صحيفة بيانات السلامة المصدر الأساسي لمعلومات المادة الكيميائية، حيث يتعلم الطالب كيفية استخراج البيانات المهمة، مثل: الإسعافات الأولية، والتخزين، والتعرُّض، ولابد من اتباع الخطوات الآتية:
  - قراءة صحيفة SDS معتمدة.
  - استخراج المعلومات من أقسام صحيفة SDS.
- **نموذج (COSHH):** يساعد نموذج COSHH في تقييم خطورة المادة وطرق السيطرة لمنع التعرُّض.
  - تعبئة نموذج COSHH من خلال SDS.

2. التعامل مع الانسكابات والاستجابة للطوارئ

يشمل القسم الثاني من التطبيق الآتي:

- **التعامل مع الانسكابات (Spill Response):** وذلك من أجل اتخاذ الإجراءات الصحيحة عند حدوث انسكاب مادي؛ لتجنب الإصابات ومنع انتشار المادة، ويكون ذلك من خلال الآتي:
  - محاكاة انسكاب كيميائي.
  - خطوات الاستجابة التي تشمل ما يأتي:

- تأمين المنطقة.
- ارتداء PPE.
- احتواء الانسكاب.
- تنظيف الانسكاب.
- التخلص الآمن.

- **محطة غسل العيون (Eye Wash Station)**: تُعد محطات غسيل العيون من أهم أدوات الطوارئ الكيميائية، وفي التطبيق العملي لابد من الآتي:
  - تشغيل محطة غسيل العيون.
  - فحص محطة غسيل العيون.
  - تطبيق سيناريو دخول مادة في العين.

- **الإبلاغ عن الحادث (Incident Reporting)**: يُسهم الإبلاغ والتوثيق الصحيح للحادث في تحسين إجراءات السلامة، ويكون ذلك من خلال الآتي:
  - إجراء سيناريو إبلاغ عن حادث.
  - كتابة تقرير حادث لحادث كيميائي.

قوائم الفحص (Checklists)

تساعد قوائم الفحص في ضمان تطبيق خطوات السلامة الكيميائية تطبيقًا صحيحًا ومنظمًا، حيث تُسهم في توثيق الملحوظات، وتقييم المخاطر، والتعامل مع المواد والانسكابات تعاملًا آمنًا، وتُسهِّل على الطالب مراجعة عملية التعامل مع المادة الكيميائية خطوة بخطوة؛ لضمان الدقة والسلامة أثناء التطبيق المهني، وفيما يأتي القوائم المتعلقة بالسلامة الكيميائية:

بند الفحص	نعم	لا	ملحوظات
1. قائمة فحص تصنيف المواد الكيميائية (GHS)			
تحديد نوع الخطر.			
تعرُّف رمز GHS الصحيح.			
تحديد الفئة حسب خطورة المادة.			
تحديد PPE المطلوبة.			
قراءة ملصق الحاوية والتحقق من المعلومات.			
تحديد الأشخاص المحتمل تعرُّضهم للمادة.			

2. قائمة فحص قراءة صحيفة بيانات السلامة (SDS)			
قراءة القسم 2: تحديد المخاطر.			
قراءة القسم 4: الإسعافات الأولية.			
قراءة القسم 7: التخزين والمناولة.			
قراءة القسم 8: معدات الوقاية، وحدود التعرض.			
قراءة القسم 11: المعلومات السمية.			
تحديد المعدات المطلوبة بناءً على صحيفة SDS.			
توثيق المخاطر الحرجة للمادة.			
3. قائمة فحص تعبئة نموذج COSHH			
وصف المادة الكيميائية بدقة.			
تحديد طرق التعرُّض المحتملة.			
تقييم خطورة المادة على الصحة.			
تحديد إجراءات السيطرة المناسبة.			
تحديد PPE المطلوبة.			
توثيق خطوات التخزين.			
توثيق شروط التخلص الآمن.			
4. قائمة فحص التعامل مع الانسكابات الكيميائية			
تقييم مستوى خطورة الانسكاب.			
تأمين المنطقة ومنع دخول غير المختصين.			
ارتداء PPE المناسبة.			
احتواء الانسكاب باستخدام مواد مخصصة.			
تنظيف الانسكاب بأمان.			
التخلص من المخلفات وفق التعليمات.			
تسجيل الحادث، وكتابة تقرير (Incident Report).			
5. قائمة فحص محطة غسيل العيون			
التأكد من جاهزية محطة غسيل العيون.			
تشغيل المحطة لمدة 10 ثوانٍ؛ للتأكد من التدفق.			
تحديد مكان المحطة ضمن مسافة آمنة.			
تدريب الطلبة على طريقة الاستخدام.			
توثيق أي خلل في الجهاز.			
التأكد من خلو الطريق المؤدي للمحطة.			

المنتج النهائي (Final Product)

يقدّم الطالب في نهاية التطبيق ما يأتي:

- بطاقة تصنيف GHS للمادة.
- نموذج COSHH مكتمل.
- تقرير انسكاب كيميائي.
- إثبات استخدام محطة غسل العيون.

تقييم مخاطر موقع العمل

(Workplace Risk Assessment)

يُعد تقييم المخاطر (Risk Assessment) جزءًا أساسيًا من منظومة السلامة المهنية، حيث يساعد على الآتي:

- تحديد الأخطار داخل بيئة العمل.
- تحليل شدة المخاطر واحتمالية وقوعها.
- وضع الإجراءات المناسبة للسيطرة على المخاطر (Control Measures).

تقييم مخاطر موقع العمل

أهمية التطبيق (Importance Of The Application)

تتمثل أهمية هذا التطبيق فيما يأتي:

- تنمية قدرة الطالب على تحديد الأخطار الحقيقية في بيئة العمل، وهو أساس كل أنشطة السلامة.
- تدريب الطالب على استخدام أجهزة الضوضاء والغازات، ما يربطه مباشرة بالواقع المهني داخل المواقع الصناعية.
- تطوير مهارة تحليل المخاطر باستخدام مصفوفة المخاطر، وهي مهارة تعتمد عليها المؤسسات العملية.
- رفع مستوى الوعي الوقائي من خلال تدريب الطالب على تحليل تأثير المخاطر في الأشخاص المحتمل تعرُّضهم لها.
- مساعدة المتعلم على اكتساب خبرة في اقتراح إجراءات السيطرة وفق هرم السيطرة؛ مما يطوّر مهارات التفكير المهني.
- تعزيز مهارات التوثيق والاتصال الفني لدى الطالب عن طريق كتابة تقرير احترافي.

المهارات المكتسبة من التطبيق
(Skills Acquired From The Application)

بعد تنفيذ هذا التطبيق العملي، يتوقع أن يكتسب الطالب ما يأتي:

- **المهارات المعرفية (Knowledge):**
  - تعرُّف أنواع الأخطار (Types of Hazards).
  - فهم مبدأ مصفوفة المخاطر (Risk Matrix).
  - معرفة أساسيات قياس الضوضاء (Noise Monitoring) والغازات (Gas Monitoring).
- **المهارات العملية (Skills):**
  - تحديد الأخطار داخل الورشة (Hazard Identification).
  - استخدام نموذج تقييم المخاطر (Risk Assessment Tool).
  - قياس الغازات والضوضاء.
  - تقرير مهني شامل.
- **المهارات السلوكية (Attitudes):**
  - رفع الوعي الوقائي (Safety Awareness).
  - العمل ضمن فريق (Teamwork).

إستراتيجيات التنفيذ (Implementation Strategies)

يعتمد تنفيذ هذا التطبيق على الإستراتيجيات الآتية:

- الجمع بين الملاحظة العملية (Practical Observation) واستخدام الأجهزة.
- قياس مستويات الضوضاء والغازات وتصنيف المخاطر باستخدام مصفوفة المخاطر.
- ذكر طرق التحكم بالمخاطر واتخاذ إجراءات السلامة المناسبة.

اكتشاف المخاطر وقياس العوامل الفيزيائية

يركز هذا القسم على تدريب الطالب على الملاحظة المهنية داخل الورشة واستخدام أجهزة القياس الأساسية، مثل: جهاز قياس الضوضاء وجهاز الكشف عن الغازات، بهدف جمع بيانات حقيقية تمهد لعملية تحليل المخاطر، وذلك من خلال الآتي:

الجولة الميدانية

1. الجولة الميدانية (Site Walkthrough):

تُعد الجولة الميدانية الخطوة الأولى في عملية تقييم المخاطر، حيث يتعرّف الطالب بيئة عمل حقيقية، ويبدأ بملاحظة المخاطر المحتملة بنفسه، ويهدف هذا النشاط إلى تعزيز مهارة الاكتشاف البصري للمخاطر، وتنمية الحس الوقائي، وخلال الجولة الميدانية، يتجوّل الطلبة داخل منطقة العمل لرصد أنواع المخاطر الآتية:

- الميكانيكية (Mechanical).
- الكهربائية (Electrical).
- الكيميائية (Chemical).
- الفيزيائية (Physical).

2. تحديد الأشخاص المحتمل تعرُّضهم للخطر:

يُعد تحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم للخطر خطوة مهمة في عملية تقييم المخاطر، إذ يساعد في معرفة الفئات التي يمكن أن تتأثر بالخطر تأثرًا مباشرًا أو غير مباشر.

3. قياس الضوضاء (Noise Monitoring):

قياس الضوضاء

تُعد الضوضاء من أهم العوامل الفيزيائية المؤثرة في صحة العامل، لذلك لابد من معرفة كيفية استخدام جهاز قياس الضوضاء لقراءة مستوياتها وتحديد ما إذا كانت تقع ضمن الحدود المسموح بها، وذلك من خلال الآتي:

- تشغيل الجهاز وضبطه.
- قياس مستوى الضوضاء بالديسيبل (dB).
- توثيق أعلى قراءة وأدنى قراءة.
- تحديد المناطق عالية الضوضاء (High Noise Zones) التي يكون فيها مستوى الضوضاء = 85 dB أو أكثر.

4. قياس الغازات (Gas Detection):

قياس الغازات

يُعد قياس الغازات خطوة أساسية لتقييم جودة الهواء داخل الورش، خصوصًا في الأعمال التي تتعامل مع الأبخرة، أو الوقود، أو المواد الخطِرة، والهدف من هذا النشاط هو تدريب الطالب على التعامل مع جهاز الكشف متعدد الغازات (Multi-Gas Detector)، وذلك من خلال قياس الآتي:

- تركيز الأكسجين (O_2).
- الغازات القابلة للاشتعال (LEL).
- كبريتيد الهيدروجين (H_2S).
- أول أكسيد الكربون (CO).

تحليل المخاطر وإعداد التقرير المهني

يركز هذا القسم على تحليل البيانات التي جُمِعت في القسم الأول، وتصنيف المخاطر، وكتابة تقرير مهني كامل، ويشمل الخطوات الآتية:

1. استخدام مصفوفة المخاطر (Risk Matrix Use):

تُستخدم مصفوفة المخاطر لتحديد مستوى خطورة كل خطر مُكتشَف، من خلال دمج «الاحتمالية» والشدة»، وذلك من خلال الآتي:

- تقييم الاحتمالية.
- تقييم الشدة.
- حساب المخاطر.
- تصنيف المخاطر (عالي، أو متوسط، أو منخفض).

2. **إجراءات السيطرة** (Control Measures):

يُعد وضع إجراءات السيطرة عنصرًا مهمًا لحماية العاملين، وذلك من خلال استخدام هرم السيطرة على المخاطر.

3. **التقرير المهني** (Risk Report):

تُعد القدرة على كتابة تقرير تقييم مخاطر مهارة مهنية أساسية في بيئات العمل الصناعية، حيث يمكّن هذا النشاط الطالب من تنظيم البيانات وتوثيقها احترافيًّا، ويشمل التقرير ما يأتي:

- وصف مفصل للخطر.
- قياس مستويات الضوضاء والغازات (Noise & Gas Monitoring).
- مستوى الخطورة قبل السيطرة (Initial Risk).
- السيطرة المقترحة.
- مستوى الخطورة المتبقي (Residual Risk).
- التوصيات.

4. **العرض** (Presentation):

يهدف هذا الجزء إلى تعزيز مهارات التواصل والعرض المهني لدى الطالب، وذلك من خلال تقديم موجز يوضح أهم المخاطر التي جرى تقييمها، ويتضمن الآتي:

- تقديم موجز عن المخاطر المكتشفة.
- شرح القياسات الفنية ونتيجة تحليل الخطر.
- اقتراح الحلول المناسبة.

قوائم الفحص (Checklists)

تساعد قوائم الفحص في تنظيم عملية تقييم المخاطر، والتأكد من عدم إغفال أي خطوة أساسية أثناء التطبيق المهني، وتوفر هذه القوائم إطارًا مبسطًا لتسجيل الملحوظات، وقياس العوامل الفيزيائية، وتحديد الأشخاص المعرَّضين للخطر، ووضع إجراءات السيطرة المناسبة داخل بيئة العمل، وفيما يأتي القوائم المستخدمة في عملية تقييم المخاطر:

بند الفحص	نعم	لا	ملحوظات
1. قائمة تحديد الأخطار			
تحديد خطر ميكانيكي واحد على الأقل.			
تحديد خطر كهربائي.			
تحديد خطر كيميائي.			
تحديد خطر فيزيائي.			
تحديد الأشخاص المحتمل تعرَّضهم للخطر.			
2. قائمة قياس الضوضاء			
تشغيل جهاز قياس الضوضاء تشغيلًا صحيحًا.			
تسجيل مستوى الضوضاء بوحدة (dB).			
مقارنة القراءات بالحدود المسموح بها.			
تحديد مناطق الضوضاء المرتفعة.			
تحديد الأشخاص الأكثر تعرضًا للضوضاء.			
3. قائمة كشف الغازات			
تسجيل مستوى الأكسجين (O_2).			
تسجيل قراءة الغازات القابلة للاشتعال (LEL).			
قياس تركيز غاز (H_2S).			
قياس تركيز غاز (CO).			
مقارنة النتائج بحدود التعرُّض المسموح بها.			
تحديد الأشخاص الأكثر تعرضًا لخطر الغازات.			

4. قائمة تحليل المخاطر			
استخدام مصفوفة المخاطر استخدامًا صحيحًا.			
تقييم احتمالية وقوع الخطر (Probability).			
تقييم شدة الأثر (Severity).			
حساب مستوى الخطورة (P x S).			
تحديد إجراءات السيطرة الإضافية.			
تقييم مستوى الخطورة المتبقي.			
تحديد المسؤول عن الإجراء وتاريخ المتابعة.			

نموذج تقييم المخاطر (Risk Assessment Form)

يُستخدم نموذج تقييم المخاطر لتحديد الأخطار في بيئة العمل وتحليل تأثيرها في الأفراد، بهدف وضع الإجراءات المناسبة للحد منها قبل حدوث أي حادث، ويساعد هذا النموذج على توثيق الملحوظات توثيقًا منظمًا، وتحديد الأشخاص المعرَّضين للخطر، وتقييم مستوى الخطورة، واعتماد تدابير السيطرة المناسبة، وفيما يأتي نموذج تقييم المخاطر:

الاسم		التاريخ	
الوقت		المكان	
الخطر			
الأشخاص المحتمل تعرُّضهم للخطر			
كيفية تعرُّض الأشخاص للخطر			
ضوابط السيطرة المتوفرة			
تصنيف المخاطر	P		
	S		
	R		
ضوابط سيطرة إضافية			
تصنيف المخاطر بعد الضوابط الإضافية	P		
	S		
	R		
الشخص المكلف بمراقبة الإجراء			
وقت مراقبة الإجراء			
اسم المقيِّم		التوقيع	

المنتج النهائي (Final Product)

يقدّم الطالب في نهاية التطبيق المهني ما يأتي:

1. **تقرير تقييم مخاطر شامل (Full Risk Assessment Report)**، يشمل الآتي:
   - الأخطار المكتشفة (Identified Hazards).
   - القياسات الفنية (Measurements).
   - التصنيف (Risk Rating).
   - الحلول (Control Measures).
2. **عرض تقديمي (Presentation).**

رقم الإيداع
٢٠٢٦/١٠٤٠٣م

www.moe.gov.om

ISBN 978-99992-1-406-3