

الصحة والسلامة المهنية

Health, Safety and Environment

الصف الثاني عشر · كتاب الطالب · الفصل الدراسي الأول



الصحة والسلامة المهنية

Health, Safety
and Environment

الصف الثاني عشر • كتاب الطالب • الفصل الدراسي الأول



الجمعية العمانية للطاقة
Oman Energy Association

الطبعة التجريبية
١٤٤٧ هـ - ٢٠٢٥ م



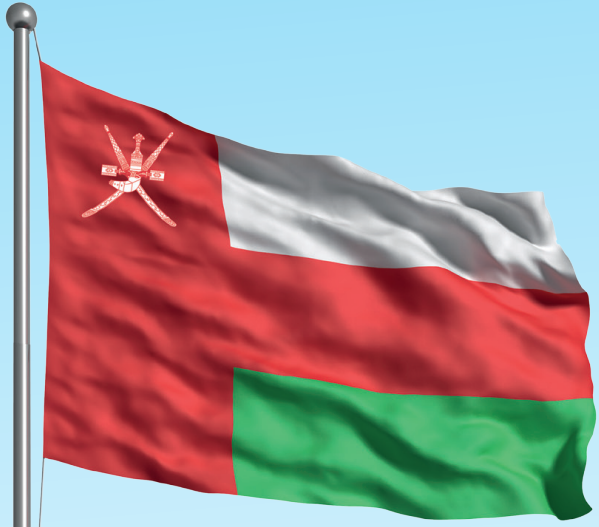
حضرة صاحب الجلالة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
-حفظه الله ورعاه-



المغفور له
السلطان قابوس بن سعيد
-طيب الله ثراه-

(المحافظات والولايات)





النَّشِيدُ الْوَطَنِيُّ

يَا رَبَّنَا احْفَظْ لَنَا
وَالشَّعْبَ فِي الْأَوْطَانِ
وَلْيَدُمُ مُؤَيَّدًا
جَلَالَةَ السُّلْطَانِ
بِالْعِزِّ وَالْأَمَانِ
عَاهِلًا مُمَجَّدًا

بِالنُّفُوسِ يُفْتَدَى

يَا عُومَانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبِيِّ
فَارْتَقِي هَامَ السَّمَاءِ
أَوْفِيَاءُ مِنْ كِرَامِ الْعَرَبِ
وَأَمْلِي الْكُؤْنَ الضِّيَاءِ

وَأَسْعِدِي وَأَنْعَمِي بِالرَّخَاءِ

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. وتحتوي الوحدات المضمنة في هذا الكتاب على المحتوى المعرف 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.



الجمعية العمانية للطاقة
Oman Energy Association

جمعية مهنية مرخصة من وزارة التنمية الاجتماعية منذ عام ٢٠٠١م، تضم في عضويتها أكثر من 500 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 هيكل 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.

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 بالمرجات التعليمية للالتحاق بسوق العمل ومؤسسات التعليم العالي، وتطبيقاً 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 تهيئهم 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 ممثلاً بالجمعية العمانية للطاقة (أوبال) بصفتها شريكاً استراتيجياً 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) استناداً 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 متوافقاً مع خصوصية البيئة العمانية والهوية الثقافية للمجتمع العماني، إذ يعدّ مصدراً معرفياً ومهارياً خصباً متضمناً تطبيقاتاً 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

1..... تقديم

الوحدة الأولى

الاستدامة البيئية

5..... (Environmental Sustainability)

الوحدة الثانية

الإدارة الصناعية وضمان الجودة

47..... (Industrial Management and Quality Assurance)

الوحدة الثالثة

السلامة من الحرائق

103..... (Fire Safety)

الوحدة الرابعة

السلامة الكهربائية

155..... (Electrical Safety)

الوحدة الأولى

الاستدامة البيئية

Environmental Sustainability



محتويات الوحدة الأولى

الدرس الأول

8..... (Introduction to Environmental Sustainability) مقدمة في الاستدامة البيئية

الدرس الثاني

18..... (Environmental Issues and Challenges) القضايا والتحديات البيئية

الدرس الثالث

26..... (Environmental Protection and Conservation) حماية البيئة والحفاظ عليها

الدرس الرابع

32..... (Environmental Laws and Regulations) القوانين واللوائح البيئية

الدرس الخامس

38..... (Waste Management) إدارة النفايات

45..... أسئلة الوحدة

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتبع قواعد الصحة والسلامة المهنية في الورش التدريبية.
- يشرح مفهوم الاستدامة البيئية وأهميتها.
- يعرف تحديات البيئية الرئيسية على المستويين المحلي والعالمي.
- يطبق الاستدامة البيئية في البيئات المختلفة.
- يقترح حلولاً عملية للقضايا البيئية.
- يشرح عملية الإدارة البيئية.
- يتعرف القوانين والتشريعات البيئية المحلية والدولية ذات الصلة.
- يصنّف النفايات المختلفة وفق معايير وأنواع محددة.
- يطبق هرم السيطرة على النفايات.

ملخص الوحدة

صُمِّمت هذه الوحدة لتزويد الطلبة بالمعارف والمهارات اللازمة لفهم قضايا الاستدامة البيئية والتعامل معها، وذلك من خلال تمكينهم من إدراك التحديات البيئية على المستويين المحلي والعالمي، وتعرُّف القوانين والتشريعات البيئية ذات الصلة، وتدريب الطلبة على تطبيق مبادئ الإدارة البيئية، بما في ذلك وضع الخطط والأهداف البيئية، وتطبيق الأساليب المهنية والعملية في إدارة النفايات، من حيث تصنيفها، وتطبيق هرم السيطرة عليها، واتباع الإجراءات السليمة في التعامل معها.

مقدمة في الاستدامة البيئية (Introduction to Environmental Sustainability)

تشمل البيئة الإنسان وكل ما يحيط به من مكونات حية وغير حية، (ومكونات صناعية) تتفاعل معاً ضمن شبكات معقدة تُكوّن النظم البيئية، حيث يرتبط كل عنصر بالآخر في توازن دقيق، وتتكون البيئة من ثلاث مكونات رئيسية كالآتي:

- المكونات الحية ((Biotic (Living)): تشمل الكائنات الحية كالإنسان والحيوان والنبات، والكائنات الدقيقة التي لا تُرى بالعين المجردة.
- المكونات غير الحية ((Abiotic (Non-living)): تضم كل ما ليس حياً ويشغل حيزاً في البيئة، مثل الهواء، والماء، والتربة، والضوء، ودرجة الحرارة، والمعادن الموجودة في الأرض.
- المكونات الصناعية (Human-made): تُشير إلى العناصر التي أضافها الإنسان إلى البيئة أو قام بصناعتها، مثل البنية التحتية، والآلات، والمباني، ووسائل النقل، والأنظمة الكهربائية.



أنواع البيئة (Types of Environment)

تُصنَّف البيئة إلى نوعين أساسيين هما:

■ البيئة الجغرافية (Geographical Environment):

التي تُسمى أحياناً بالبيئة الطبيعية، وتشمل جميع العناصر الموجودة في الطبيعة دون أي تدخل بشري، وتتكون من الآتي:

- العناصر المادية (Physical Elements): تشمل التضاريس، مثل الجبال، والأنهار، والسهول، والصحاري، إضافة إلى المسطحات المائية كالبيئات البحرية والمحيطية.
- العناصر البيولوجية (Biological Elements): تشمل جميع أشكال الكائنات الحية، مثل النباتات، والحيوانات، والكائنات الدقيقة، ضمن النظم البيئية الطبيعية.

■ البيئة الصناعية (Human-Made):

هي البيئة التي أنشأها الإنسان نتيجة لتدخله في البيئة الطبيعية لتلبية حاجاته الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وتنقسم إلى الآتي:

- البيئة الداخلية (Inner Environment): تشمل المكونات الاجتماعية والثقافية لأي مجتمع مثل، النظم الاجتماعية، والمؤسسات، والعادات، والتقاليد، والقوانين.
- البيئة الخارجية (Outer Environment): تُشير إلى المكونات المادية الناتجة عن التقدم التقني والبناء العمراني، مثل البنية التحتية، والمساكن، ووسائل النقل، والاتصال، والمنشآت الصناعية.



أنواع البيئة

الاستدامة (Sustainability)

تُعدّ الاستدامة من المفاهيم الجوهرية في العصر الحديث، فهي تمثل حجر الأساس في التعامل مع التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية المتزايدة، وقد برزت الاستدامة كإطار فكري وتطبيقي واسع يشمل مجالات متعددة، مثل الطاقة والمياه والزراعة والنقل والتعليم والصحة، وتسعى إلى تحقيق تناغم بين الإنسان والبيئة، وضمان العدالة الاجتماعية، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد.



الاستدامة: هي القدرة على تلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها، من خلال الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية والاعتماد على نماذج تنمية توازن بين النمو والحفاظ على البيئة.

■ ركائز الاستدامة (Sustainability Pillars):

تركز الاستدامة على ثلاثة ركائز رئيسية، كالآتي:

■ **الاستدامة الاقتصادية (Economic Sustainability):** تعني بناء نظام اقتصادي يوفر فرص عمل مستقرة، ويُسجّع نمو الشركات، ويساعد على ازدهار المجتمعات، دون أن يؤدي إلى اختلال التوازن الاقتصادي على المدى الطويل، على سبيل المثال، يُسهم الاستثمار في الصناعات الصديقة للبيئة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، في إيجاد فرص عمل مع تقليل الأثر البيئي، كما أن تشجيع المشاريع المحلية يُعزّز من قوة الاقتصاد ويُحقق ازدهاراً مستداماً.

■ **الاستدامة البيئية (Environmental Sustainability):** تُشير إلى إدارة الموارد الطبيعية بما يحقق استمراريته، والحفاظ على التوازن البيئي، والحد من التلوث، بما يضمن قدرة الأنظمة البيئية على دعم الحياة في الحاضر والمستقبل، وتُعد النظم البيئية السليمة، مثل الغابات والمسطحات المائية، ضرورية لتوفير الهواء النقي والماء النظيف والتنوع الحيوي، وهي عناصر حيوية لاستمرار الحياة البشرية، على سبيل المثال، تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري يحد من انبعاثات الغازات الدفيئة (Greenhouse Gases)، ويُسهم في التخفيف من تغير المناخ، والحد من الظواهر البيئية الضارة، مثل الأمطار الحمضية، مما يُسهم في الحفاظ على البيئة للأجيال القادمة.



تُختصر الركائز الثلاث للاستدامة أحياناً في مفاهيم مبسطة تُعرف كالاتي:

- **الإنسان (People):** يشير إلى البُعد الاجتماعي، ويركز على تعزيز العدالة الاجتماعية، وتحقيق رفاهية الأفراد، وضمان تلبية الاحتياجات الأساسية لجميع فئات المجتمع بشكل منصف.
- **الكوكب (Planet):** يُعبّر عن البُعد البيئي، ويؤكد أهمية الاستخدام المسؤول للموارد الطبيعية، والحد من التلوث، والحفاظ على استدامة النظم البيئية.
- **الربح (Profit):** يرمز إلى البُعد الاقتصادي، ويُركّز على دعم النمو الاقتصادي المستدام، من خلال توليد الدخل، وإيجاد فرص العمل، وضمان كفاءة استخدام الموارد بما لا يضر بالبيئة أو المجتمع.

■ **الاستدامة الاجتماعية (Social Sustainability):** تعني بناء مجتمع قوي وعادل، يحصل فيه جميع الأفراد على حقوقهم، مثل الفرص المتساوية في التعليم، والصحة، والعمل، والحياة الكريمة، وتهدف إلى تحسين حياة الناس في الحاضر والمستقبل، من خلال دعم العدالة، والمساواة، والتعاون بين أفراد المجتمع، وتركّز الاستدامة الاجتماعية على الاهتمام بالناس، وخاصة الفئات الضعيفة، وتشجع على مشاركة الجميع في اتخاذ القرارات، والحفاظ على العلاقات الجيدة داخل المجتمع.



ركائز الاستدامة

الاستدامة البيئية (Environmental Sustainability)

يُعرّف الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية والحفاظ عليها لضمان توافرها للأجيال الحالية والمستقبلية بالاستدامة البيئية، وهي تتضمن الحفاظ على التوازن البيئي، وحماية الموارد، والحد من الآثار البيئية السلبية.



الاستدامة البيئية

وتتضمن ركائز الاستدامة البيئية مجموعة من الجوانب الأساسية التي تهدف إلى تحقيق الانسجام بين احتياجات البشر والبيئة، مع السعي إلى الحفاظ على الموارد الطبيعية؛ لضمان استمرارها للأجيال القادمة، وهي كالاتي:

شكل توضيحي	الوصف	الركائز
	يشمل ذلك ترشيد استهلاك المياه، والطاقة، والمواد الخام، وتقليل استنزاف الموارد غير المتجددة.	الاستخدام المسؤول للموارد الطبيعية
	يتضمن ذلك تقليل الانبعاثات الضارة، ومعالجة النفايات بشكل صحيح، والحد من التلوث الكيميائي والضوضائي والضوئي.	تقليل التلوث
	يشمل ذلك حماية النظم البيئية المختلفة، والحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية المهددة بالانقراض، ومنع تدهور المواطن الطبيعية، مثل محمية السلاحف برأس الحد، والحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية المهددة بالانقراض.	الحفاظ على التنوع البيولوجي
	يتضمن ذلك استخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الشمس والرياح، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني والصناعة والنقل.	تعزيز كفاءة الطاقة
	يتضمن ذلك تبني أنماط استهلاك مسؤولة، والتشجيع على إعادة التدوير، وشراء المنتجات المستدامة، وتقليل النفايات.	تشجيع الاستدامة في الاستهلاك والإنتاج
	يتضمن ذلك الاستثمار في البحث والتطوير في مجال التقنيات الصديقة للبيئة، وتشجيع الشركات على تبني ممارسات مستدامة، مما يساهم في تقليل الأثر البيئي على المدى الطويل.	دعم التقنيات النظيفة

■ التطبيقات العملية للاستدامة البيئية

(Practical Applications of Environmental Sustainability):

تتضمن تطبيقات الاستدامة البيئية في بيئة العمل تنفيذ ممارسات تقلل من الأثر البيئي السلبي وتعزز من الحفاظ على الموارد، وتشمل هذه التطبيقات ما يأتي:

التطبيقات	الأمثلة
الطاقة المتجددة (Renewable Energy)	استبدال الوقود الأحفوري بمصادر الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية، وطاقة الكتلة الحيوية؛ لتقليل الاعتماد على الموارد غير المتجددة.
إعادة التدوير (Recycling)	تنفيذ برامج إعادة تدوير فعالة لبعض المواد، مثل الورق، والبلاستيك، والزجاج، والألومنيوم؛ لتقليل النفايات.
الحفاظ على المياه (Water Preservation)	استخدام التقنيات الموفرة للمياه، مثل التركيبات منخفضة التدفق وعالية الضغط؛ لتقليل استهلاك المياه.
الزراعة المستدامة (Sustainable Agriculture)	الترويج لبعض الممارسات، مثل التناوب الدوري للمحاصيل، وزراعة المحاصيل المغطاة، وتقليل استخدام المبيدات الحشرية؛ للحفاظ على صحة التربة وتقليل الأثر البيئي.
كفاءة الطاقة (Energy Efficiency)	تطبيق تقنيات موفرة للطاقة في المباني والصناعات، مثل العزل الحراري والأجهزة ذات الكفاءة العالية وغلق الطاقة بعد ساعات العمل.
الحد من النفايات (Reducing Waste)	اعتماد إستراتيجيات للحد من توليد النفايات، مثل الحد من التعبئة والتغليف، وإعادة استخدام المواد، وتحويل النفايات العضوية إلى سماد.
النقل المستدام (Sustainable Transportation)	تشجيع العمل عن بعد بواسطة الشبكات الافتراضية، والتشجيع على استخدام وسائل النقل العام وركوب الدراجات الهوائية والمشى، والترويج للمركبات الكهربائية؛ للحد من انبعاثات الكربون الناتجة عن وسائل النقل.

التطبيقات	الأمثلة
المباني الخضراء (Green Buildings)	دمج مبادئ التصميم المستدام في البناء لتقليل الأثر البيئي، مثل استخدام المواد المعاد تدويرها وتحسين كفاءة الطاقة.
الاقتصاد الدائري (Circular Economy)	نموذج اقتصادي يهدف إلى تقليل الهدر إلى أدنى حد ممكن، من خلال إعادة الاستخدام، والتدوير، والإصلاح، والتصميم المستدام للمنتجات.
التوريد المستدام (Sustainable Supply)	نهج إستراتيجي يدمج اعتبارات الاستدامة في جميع مراحل سلسلة التوريد، بما يشمل اختيار الموردين، وتقييم المنتجات، وعمليات الشراء.
التغليف المستدام (Sustainable Packaging)	تقليل نفايات التغليف باستخدام مواد تغليف صديقة للبيئة وتحسين تصاميم التغليف.



أكياس صديقة للبيئة



مصباح LED

مبادرات الاستدامة البيئية في سلطنة عُمان (Environmental Sustainability Initiatives in the Sultanate of Oman)



المبادرة (Initiative):

هي برنامج أو نشاط مخطط يُطلق من قبل جهة حكومية أو خاصة أو مجتمعية بهدف إلى تحقيق تغيير إيجابي في مجال معين، مثل البيئة، أو التعليم، أو الصحة، وذلك من خلال توظيف الموارد المتاحة بطرق مستدامة ومبتكرة.

تُعد الاستدامة البيئية من الركائز الأساسية لرؤية سلطنة عُمان المستقبلية 2040، حيث تولي الحكومة العُمانية أهمية متزايدة لحماية البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية، تماشيًا مع التزاماتها الوطنية والدولية في مجال التنمية المستدامة، ومن هذه المبادرات ما يأتي:

■ مدينة السلطان هيثم:

مدينة مُصممة لتكون صديقة للبيئة، وتعتمد على الطاقة الشمسية ومعالجة المياه.

مدينة السلطان هيثم
SULTAN HAITHAM CITY



■ مبادرة أشجار:

تسعى لزراعة عشرة ملايين شجرة برية، كجزء من خطة شاملة لمواجهة التصحر.

أشجار

■ عمان للكربون الأزرق (مشروع إحياء

أشجار القرم):

انطلقت في عام 2000، بهدف زراعة مليون شتلة قُرم.



■ أغرس شجرة:

هي مبادرة أطلقتها الهيئة العامة للمناطق الاقتصادية الخاصة والمناطق الحرة خلال عام 2021 بهدف المحافظة على البيئة ومواجهة التغير المناخي والاحتباس الحراري وزيادة المساحات الخضراء في المناطق الاقتصادية الخاصة والمناطق الحرة.

■ مركز إكثار الحيوانات الفطرية:

يهدف إلى رعاية الحيوانات الفطرية وإعادة إطلاقها في بيئاتها الطبيعية، بالإضافة إلى حماية الحيوانات المهددة بالانقراض.

■ أسبوع عُمان للاستدامة:



فعالية سنوية تجمع الخبراء والمختصين لمناقشة وتبادل الخبرات حول الاستدامة وتعزيز الممارسات المستدامة في مختلف القطاعات.

■ الاستثمار في البحث والتطوير:

الجامعة الألمانية للتكنولوجيا في عمان لديها مشاريع في مجال الاستدامة، مثل البيت الصديق للبيئة ومركز عُمان للهيدروجين.

■ مبادرات التوعية المجتمعية:

تنظيم حملات توعية للطلبة والصيادين وجمعيات المرأة العمانية حول أهمية المحافظة على البيئة.

بالإضافة إلى ذلك، تتسارع الجهود في حقل الطاقة المتجددة، حيث يتم العمل على استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لإنتاج الكهرباء، وتعكس هذه المبادرات بوضوح التزام سلطنة عُمان بتحقيق التنمية المستدامة، ويتم ذلك عبر تبني مشاريع بيئية مختلفة، وتطوير مشروعات الطاقة النظيفة، بالإضافة إلى رفع مستوى الوعي البيئي لدى السكان.

القضايا والتحديات البيئية

(Environmental Issues and Challenges)

في ظلّ التطورات الصناعية المتسارعة وتنامي أعداد السكان، وما نجم عن ذلك من تأثيرات على البيئة، مثل ارتفاع الطلب على الموارد الطبيعية، وتفاقم الاستخدام الجائر للموارد، وتزايد مستويات التلوث، أصبحت القضايا البيئية قضية عالمية محورية تحظى باهتمام كبير في العصر الحالي، وتعكس هذه القضايا مجموعة معقدة من المشاكل التي تهدد سلامة الأرض، وتؤثر على جميع الكائنات الحية.



الاستخدام الجائر للموارد:

استهلاك الموارد الطبيعية بشكل أسرع من قدرتها على التجدد، ويحدث ذلك بسبب الاستخدام المفرط أو غير المسؤول للموارد دون التفكير في تأثيره على الطبيعة أو على الأجيال القادمة.



القضايا البيئية

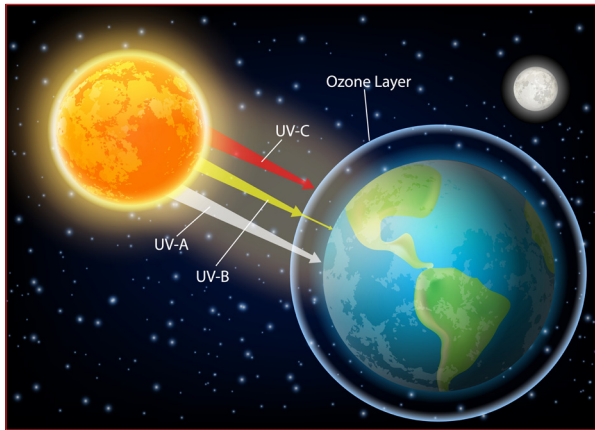
القضايا البيئية العالمية (Global Environmental Issues)

القضايا البيئية المشتركة هي مجموعة من المشاكل البيئية التي تؤثر في كوكب الأرض، وتتطلب حلولاً عالمية ومحلية، وتحتاج إلى تعاون دولي لضمان مستقبل مستدام للأجيال القادمة، وتتمثل هذه القضايا في الآتي:

1 الاحتباس الحراري (Global Warming):

الاحتباس الحراري هو عملية طبيعية تساعد على تدفئة سطح الأرض، حيث تسمح الغازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي بمرور جزء من الطاقة الشمسية إلى سطح الأرض، ثم تمتص هذه الغازات جزءاً من الحرارة المعادة من سطح الأرض وتعيد إشعاعها، مما يؤدي إلى الحفاظ على درجة حرارة معتدلة تدعم الحياة، ولولا هذا التأثير، لكان متوسط درجة حرارة كوكب الأرض يقارب 18- درجة سيليزية بدلاً من 15 درجة سيليزية، وهي درجة الحرارة التي تجعل الحياة ممكنة على كوكب الأرض. تشمل غازات الاحتباس الحراري بخار الماء، وثنائي أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز، والأوزون، وبعض المواد الكيميائية الاصطناعية، مثل مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs).

وتظهر المشكلة في أن الأفعال البشرية، وعلى وجه الخصوص استهلاك الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز) والزراعة وإزالة الغابات، تؤدي إلى ارتفاع تركيز الغازات الدفيئة، وهذا التراكم لتأثير الاحتباس الحراري يُفاقم من ارتفاع درجة حرارة الأرض.



الاحتباس الحراري

وأدى الاحتباس الحراري إلى ارتفاع درجات الحرارة، حيث تُشير بيانات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) إلى زيادة قدرها بحوالي 1.1 درجة مئوية منذ أواخر القرن التاسع عشر.



التنوع البيولوجي

يُشير التنوع البيولوجي أو التنوع الحيوي إلى عدد الكائنات الحية (الحيوانات، والنباتات، والفطريات، والميكروبات) وتنوعها وتباينها، والاختلافات الجينية فيما بينها، والنظم البيئية التي تحدث فيها، وبالرغم من الأهمية العظمى للتنوع البيولوجي، إلا أنه في تراجع مستمر، وترجع أسباب فقدان تراجع التنوع البيولوجي إلى مجموعة من العوامل، كالآتي:

■ تدهور وفقدان المواطن:

تحويل المواطن الطبيعية لأغراض تطوير البنية التحتية والتوسع العمراني والزراعة.

■ التلوث:

عندما تُطلق الملوثات في الهواء أو الماء أو التربة، قد يلحق الضرر بالكائنات الحية، ويُعطّل التوازن البيئي ويؤثر على العمليات الطبيعية الحيوية التي تحافظ على استقرار النظم البيئية.

■ الإفراط في استخدام الموارد:

تتسبب أساليب الصيد غير المستدامة، والصيد البري، وقطع الأشجار في اضطراب النظام البيئي وانخفاض أعداد الكائنات الحية.

■ تغير المناخ:

يمكن أن يُسهم تعديل أنماط المناخ في فقدان التنوع البيولوجي من خلال تغيير المواطن، وإحداث اضطراب في توزيع الأنواع، وزيادة وتيرة الظواهر الجوية المتطرفة.

■ إدخال الأنواع الدخيلة والكائنات المحورة وراثياً:

كائنات حية غير محلية (نباتات، أو حيوانات، أو كائنات دقيقة) يتم إدخالها إلى نظام بيئي جديد، فتتكاثر بسرعة مهددة التنوع الحيوي والموارد الطبيعية والتوازن البيئي، وقد تتفوق على الكائنات المحلية في الحصول على الغذاء والمسكن.



الإجهاد المائي

الإجهاد المائي هو تجاوز استهلاك الماء لإمداداته في منطقة ما أو خلال مدة محددة، ويظهر عندما تقل كمية المياه العذبة المتوفرة عن تلبية متطلبات البشر والبيئة، ويشمل هذا أيضاً القيود المفروضة على استخدام المياه بسبب تدهور جودتها أو صعوبة الحصول عليها، ومن أبرز الإحصائيات المتعلقة بالإجهاد المائي ما يأتي:

وفقاً لتقرير الأمم المتحدة للمياه لعام 2023م

UN World Water Development Report 2023. United Nations Educational, Scientific and Cultural)

(Organization (UNESCO)، يعاني أكثر من 2.4 مليار شخص حول العالم من الإجهاد المائي الشديد، أي ما يعادل نحو ثلث سكان العالم.

حدد معهد الموارد العالمية (World Resources Institute (WRI). Aqueduct Water Risk Atlas, 2023)

أن هناك 17 دولة تعاني من "إجهاد مائي شديد جداً"، من بينها: قطر، ولبنان، وإيران، والأردن، والسعودية، والهند.

من المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي على المياه بنسبة 55% بحلول عام 2050 بسبب النمو السكاني والتوسع الصناعي.

■ أسباب الإجهاد المائي

ترجع أسباب الإجهاد المائي إلى الآتي:

- زيادة الطلب على المياه: يزداد الضغط على إمدادات المياه المتاحة نتيجة للنمو السكاني، والتوسع الزراعي، والتطور الصناعي.
- تغيير المناخ: يمكن أن تُفاقم هذه الظاهرة الإجهاد المائي من خلال التسبب في جفاف أكثر تواتراً وشدةً، وقلة هطول الأمطار، وارتفاع معدلات التبخر.
- إزالة الغابات: يمكن أن تسبب تغييراً في أنماط هطول الأمطار، وتقلل من كمية المياه المتاحة.
- تلوث المياه: يُسهم تلوث مصادر المياه بالمواد الكيميائية أو العضوية في تقليل كمية المياه الصالحة للاستخدام البشري والزراعي.

استنزاف طبقة الأوزون (Depletion Ozone Layer):

4



طبقة الأوزون هي طبقة طبيعية من الغازات في الغلاف الجوي العلوي تحمي الإنسان والكائنات الحية الأخرى من أشعة الشمس فوق البنفسجية الضارة (Ultraviolet (UV)).

توجد العديد من المواد التي تستنزف طبقة الأوزون (O₃)، وتعتبر البدائل المستخدمة لها أيضاً من الغازات الدفيئة ذات التأثير الكبير، وهو ما يُفاقم مشكلة التغيرات المناخية، ومن هذه المواد ما يأتي:

- مركبات الكربون الكلورية فلورية (CFCs).
- مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية (HCFCs).
- الهالونات (Halon Gases).
- رابع كلوريد الكربون (CCL₄).
- بروميد الميثيل (CH₃Br).

يؤدي استنزاف طبقة الأوزون إلى زيادة تسرب الأشعة فوق البنفسجية الضارة (UV) إلى سطح الأرض، ويمكن أن يتسبب التعرض المتزايد لهذه الأشعة إلى الآتي:

- الإصابة بسرطان الجلد.
- إعتام عدسة العين.
- الحروق الشمسية، وضعف الجهاز المناعي لدى الأفراد.
- إلحاق الضرر بالنباتات.

التلوث (Pollution):

5



التلوث

التلوث البيئي هو إطلاق مواد بيولوجية أو كيميائية أو فيزيائية ضارة وسامة في البيئة مسببة تلوث الهواء أو الماء أو التربة، وتؤثر سلبًا على النظم البيئية والكائنات الحية، وتعطل التوازن الطبيعي، وتهدد سلامة البيئة وصحة الإنسان. يمثل التلوث البيئي أزمة كبرى تهدد سلامة الكوكب، وتحدّ بيئي بالغ الخطورة، ووفقًا لإحصائيات

منظمة الصحة العالمية (World Health Organization (WHO)، ترتبط الآثار المجتمعة لتلوث الهواء المحيط وتلوث الهواء داخل المنزل بحدوث 6.7 ملايين حالة وفاة مبكرة سنويًا.

■ أنواع التلوث البيئي (Types of Pollution):

ينقسم التلوث البيئي إلى الأنواع الآتية:

- **تلوث الهواء (Air Pollution):** يشمل تلوث الغلاف الجوي بمواد ضارة، مثل الغازات كالأوزون، وأكاسيد النيتروجين، وأول أكسيد الكربون، والجسيمات العالقة كالغبار، وتشمل مصادر التلوث الانبعاثات الصناعية، وعوادم السيارات، وحتى تلوث الهواء الداخلي الناتج عن الطهي أو التدفئة.
- **تلوث المياه (Water Pollution):** يُشير إلى تلوث المسطحات المائية (الأنهار، والبحيرات، والمحيطات، وغيرها) بمواد ضارة، مثل النفايات الصناعية، والمبيدات الحشرية، ومياه الصرف الصحي، والتي يمكن أن تؤثر على إمدادات مياه الشرب والنظم البيئية المائية.

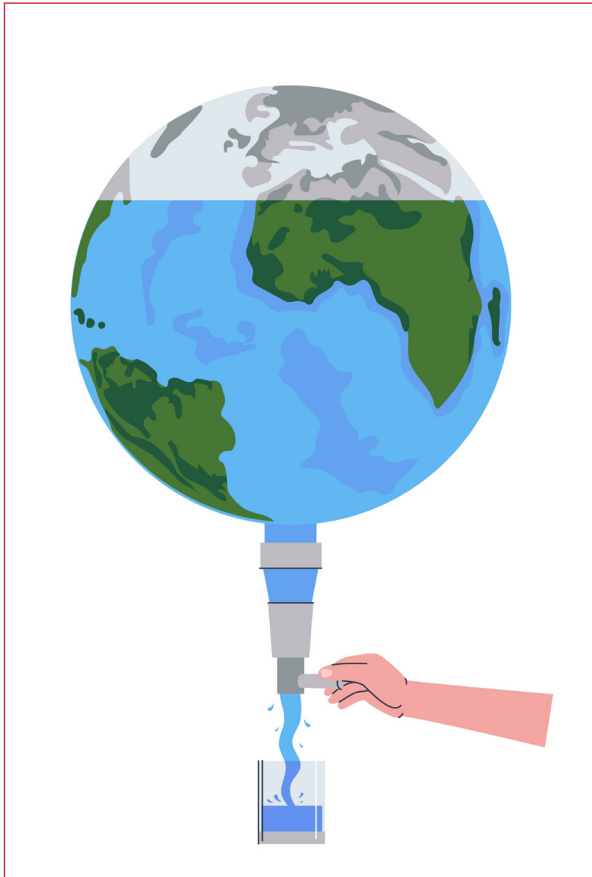
- **تلوث التربة (Soil Pollution):** هو تراكم المواد الكيميائية السامة أو الملوثات في التربة بدرجات تؤثر سلباً على صحة الإنسان، والنظم البيئية، وجودة المحاصيل الزراعية.
- **التلوث الضوضائي (Noise Pollution):** ضوضاء مفرطة وغير مرغوب فيها، قد تؤثر سلباً على صحة الإنسان والحياة البرية، وتشمل مصادرها حركة المرور، والبناء، والأنشطة الصناعية.

استنزاف الموارد الطبيعية (Depletion of Natural Resources):

6

الموارد الطبيعية هي كل ما يوجد في البيئة بشكل طبيعي دون تدخل الإنسان، وتعد ضرورية للكائنات الحية، وخاصة الإنسان، لأنها تسهم في بقائه على قيد الحياة وتمكّنه من ممارسة أنشطته الاقتصادية، وتشمل هذه الموارد: الأرض، والصخور والمعادن، والمياه، مثل المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات والجداول، والغابات والغطاء النباتي، والحيوانات، والحياة البرية والحيوانات المستأنسة، والوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي، بالإضافة إلى الهواء وضوء الشمس.

■ أنواع الموارد الطبيعية (Types of Natural Resources):



تقسم الموارد الطبيعية باعتبار تجدها إلى الأنواع الآتية:

■ **الموارد المتجددة:** هي تلك المتاحة بشكل دائم، ولا تتأثر بكمية الاستخدام، فهي لا تنضب ويمكن تجديدها، مثل الغطاء النباتي والماء والرياح.

■ **الموارد غير المتجددة:** هي الموارد التي لا يمكن استبدالها أو تجديدها بمجرد استهلاكها أو تلفها، أي أنها تنضب، مثل الوقود الأحفوري والمعادن.

■ الأخطار التي تهدد الموارد الطبيعية (Hazards Affecting Natural Resources):

تواجه الموارد الطبيعية الكثير من الأخطار التي تهددها وتؤثر سلباً عليها، ومن هذه الأخطار ما يأتي:

■ **الاستخدام الجائر والاستنزاف:** يحدث عندما تُستنزف الموارد الطبيعية بوتيرة أسرع من معدل تجددتها الطبيعي، مثل الصيد الجائر الذي يؤدي إلى انخفاض أعداد الأسماك، وقطع الأشجار دون إعادة زراعتها مؤدياً إلى تدهور الغابات.

■ **التلوث البيئي:** يؤدي تلوث الهواء بسبب الانبعاثات الصناعية، وتلوث المياه من الصرف الصناعي والزراعي، وتلوث التربة من النفايات الصلبة والكيماويات، إلى إضعاف قدرة الموارد على دعم الحياة.

■ **التغير المناخي:** من أهم التهديدات البيئية الحديثة، ويشمل انصهار الجليد القطبي، وارتفاع منسوب البحار، وتغير أنماط الطقس، مما يؤثر سلباً على مصادر المياه والزراعة والتنوع البيولوجي.

■ **التمدد والزحف العمراني:** يؤدي التوسع الحضري غير المنظم إلى استهلاك الأراضي الزراعية والغابات، ويزيد من استهلاك الطاقة والمياه، مما يسبب ضغطاً إضافياً على الموارد.

■ **التعدين غير المنظم:** يؤدي استغلال الثروات المعدنية دون اعتبار للأثر البيئي إلى تدهور التربة وتلوث المياه الجوفية، كما يسهم في إزالة الغابات وتدمير المواطن الطبيعية للحيوانات.

■ **الأنشطة الصناعية غير المستدامة:** تسهم الصناعات التي تستهلك كميات ضخمة من الطاقة والماء وتنتج نفايات ملوثة بشكل رئيسي في تدهور الموارد الطبيعية وتلوثها.

■ **النمو السكاني المتسارع:** يؤدي إلى زيادة الطلب على الغذاء والماء والطاقة، مما يسبب ضغطاً كبيراً على الموارد الطبيعية ويزيد من استهلاكها بشكل غير مستدام.

■ **الحروب والنزاعات:** النزاعات المسلحة تدمر البنية التحتية وتلوث البيئة، كما تُهدد مصادر المياه والطاقة وتُعطل إدارة الموارد بشكل فعال.

حماية البيئة والحفاظ عليها

(Environmental Protection and Conservation)

تُعد حماية البيئة والحفاظ عليها من المبادئ الأساسية في إدارة النظم البيئية وصون الموارد الطبيعية، حيث يُشير الحفاظ إلى الإدارة المستدامة للموارد البيئية من خلال استخدامها بشكل رشيد يُلبّي احتياجات الإنسان في الوقت الحاضر دون التأثير سلباً على قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها، مع الحفاظ على توازن البيئة ووظائفها الحيوية، أما الحماية، فتركز على صون المناطق الطبيعية من الأنشطة البشرية، من خلال الحد من التدخل البشري أو منعه تماماً، بهدف الإبقاء على النظم البيئية في حالتها الطبيعية دون تغيير.



ويوضح الجدول الآتي الفرق بين حماية البيئة والحفاظ عليها:

العنصر	حماية البيئة (Environmental Protection)	الحفاظ على البيئة (Environmental Conservation)
التعريف	مجموعة من الإجراءات والقوانين التي تهدف إلى الحد من التلوث ومنع التدهور البيئي الناجم عن الأنشطة البشرية.	ممارسة مستدامة لإدارة الموارد الطبيعية من أجل استخدامها بشكل عقلاني، بما يضمن بقائها للأجيال القادمة.
الهدف	الحد من التلوث البيئي وحماية صحة الإنسان والكائنات الحية.	ضمان الاستدامة البيئية واستخدام الموارد الطبيعية دون استنزافها.
النهج (Approach)	وقائي/تصحيحي: يركز على تقليل أو إزالة الآثار السلبية للأنشطة الصناعية والتجارية على البيئة.	استباقي/إداري: يركز على الاستخدام الرشيد والتوازن بين الاستهلاك والحفاظ على الموارد.
النطاق (Approach)	يشمل الأنظمة القانونية، والمعايير البيئية، والمراقبة، وفرض العقوبات، وتقنيات الحد من الانبعاثات، ومعالجة النفايات، ومراقبة جودة الهواء والماء.	يشمل حماية النظم البيئية، والحفاظ على التنوع البيولوجي، وحماية الغابات والموارد المائية والتربة والحياة البرية.
الأدوات المستخدمة	القوانين والتشريعات البيئية، وتقنيات التصفية والمعالجة، وحملات التوعية، وفرض العقوبات على الملوّثين.	التخطيط البيئي المستدام، والتعليم البيئي، وممارسات الزراعة المستدامة، وإعادة التشجير، والسياحة البيئية.
التركيز	السيطرة على التلوث، والتقليل من الآثار السلبية للنشاط البشري.	الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية، وحمايتها من التدهور على المدى الطويل.



ومن هنا يتبين أن الحفاظ على البيئة وحمايتها ضروري لدعم النظم الطبيعية، والموارد، والنظم الإيكولوجية التي يعتمد عليها المجتمع والصناعة، ولا تقتصر الحماية والمحافظة على البيئة على البرامج واسعة النطاق، بل تنعكس في الممارسات اليومية، والقرارات التشغيلية، وتصميم المساحات والأنظمة، سواء كان الأمر يتعلق بإدارة استخدام المياه، أو الحد من إهدار المواد، أو الحفاظ على المساحات الخضراء.

التطبيقات العملية للحفاظ على البيئة

التطبيقات العملية للحفاظ على البيئة هي ممارسات وإجراءات تهدف للحفاظ على البيئة والحد من التأثيرات الضارة بها، وتشمل هذه التطبيقات ممارسات في القطاعات الحكومية والخاصة، بل قد تشمل هذه الإجراءات ممارسات يومية من قبل الأشخاص للحفاظ على البيئة، ويوضح الجدول الآتي بعض هذه التطبيقات:

التطبيقات	الأمثلة
الحفاظ على الطاقة في المنزل	العزل: يقلل العزل المناسب في الجدران والنوافذ من انتقال الحرارة، مما يقلل من الحاجة إلى التدفئة والتبريد.
	الأجهزة الموفرة للطاقة: يؤدي استخدام الأجهزة التي تحمل تصنيفات كفاءة أعلى إلى خفض استهلاك الطاقة بشكل كبير مع خفض فاتورة الكهرباء.
	الإضاءة: التبديل إلى مصابيح أكثر كفاءة، مثل LED و CFL، ويؤدي استخدام الضوء الطبيعي عند توفره، وإطفاء الأنوار عند مغادرة الغرفة إلى توفير الطاقة.
	منظمات الحرارة الذكية: تحسّن منظمات الحرارة الذكية أو القابلة للبرمجة جداول التدفئة والتبريد؛ مما يقلل من هدر الطاقة.

التطبيقات	الأمثلة
الحفاظ على الطاقة في مكان العمل	إيقاف تشغيل المعدات: تشجيع الموظفين على إطفاء أجهزة الحاسوب والشاشات وغيرها من المعدات عند الانتهاء من استخدامها.
	إدارة الإضاءة: الاستفادة من الضوء الطبيعي عند توفره، وتركيب أجهزة استشعار الحركة للإضاءة، يمكن أن يقلل من استخدام الطاقة غير الضرورية.
	تعزيز ممارسات ترشيد استهلاك الطاقة: يمكن أن يسهم تشجيع الموظفين على تبني سلوكيات موفرة للطاقة، مثل إطفاء الأضواء غير الضرورية وفصل الأجهزة الكهربائية عند عدم استخدامها في ترسيخ ثقافة الوعي بأهمية ترشيد استهلاك الطاقة داخل بيئة العمل.
	تحسين نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء: تقلل الصيانة والتشغيل السليم لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء من استهلاك الطاقة، بما في ذلك ضبط درجات الحرارة المناسبة واستخدام أجهزة ضبط الوقت.
الحفاظ على المياه	إصلاح التسريبات: تؤدي التسريبات إلى هدر الكثير من المياه والطاقة على المدى الطويل.
	معالجة مياه المجاري: عملية إزالة الملوثات من المياه المستعملة لإعادة استعمالها أو تصريفها في المحيط بطريقة آمنة.
	تحلية المياه: عملية إزالة الأملاح والمعادن من المياه المالحة لتحويلها إلى مياه عذبة صالحة للشرب والاستعمالات الأخرى.
	تركيب أدوات موفرة للمياه: تعمل صنابير الاستحمام منخفضة التدفق وعالية الضغط، وأجهزة تهوية الصنابير والمراحيض عالية الكفاءة على الحفاظ على المياه.
	إنشاء السدود: تخزين المياه في السدود، وجمع مياه الأمطار، واستخدام هذه المياه لتغذية المخزون الجوفي على المدى الطويل.
	إعادة استخدام المياه: جمع المياه الرمادية (المياه من الأحواض والاستحمام والغسيل)؛ لإعادة استخدامها في مواضع مختلفة كري النباتات.
	استخدام الري بالتنقيط: تعمل هذه الطريقة على توصيل المياه مباشرة إلى جذور النباتات؛ مما يقلل من إهدار المياه.

التطبيقات	الأمثلة
تعزيز الممارسات المستدامة	الزراعة المستدامة: استخدام أساليب الزراعة التي تقلل من الأثر البيئي، مثل استخدام محاصيل التغطية، وتقليل استخدام المبيدات الحشرية.
	الحفاظ على المواطن: حماية المناطق الطبيعية، مثل الغابات والأراضي الرطبة والشعاب المرجانية لحماية النظم البيئية وأنواع الكائنات الحية المختلفة.
	الحفاظ على الحياة البرية: دعم الجهود المبذولة للحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض ومواطنها.
حماية التنوع البيولوجي	حملات التوعية العامة: تعزيز الوعي البيئي من خلال برامج التثقيف والتوعية.
	المشاركة المجتمعية: تشجيع المشاركة في مبادرات الحفاظ على البيئة المحلية، والتطوع في المشاريع البيئية.
التثقيف والتوعية	حملات التوعية العامة: تعزيز الوعي البيئي من خلال برامج التثقيف والتوعية.
	المشاركة المجتمعية: تشجيع المشاركة في مبادرات الحفاظ على البيئة المحلية، والتطوع في المشاريع البيئية.

التطبيقات العملية لحماية البيئة

تُعد حماية البيئة أحد الركائز الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، حيث تهدف إلى الحد من التلوث بجميع أنواعه، وتقليل الأضرار المباشرة على عناصر البيئة، مثل الهواء والماء والتربة، وتعتمد حماية البيئة على مجموعة من التطبيقات العملية التي تترجم القوانين والسياسات البيئية إلى إجراءات واقعية، وفيما يأتي بعض التطبيقات لحماية البيئة:

المجال	التطبيق العملي	مثال
السياسات والتشريعات (Policies & Regulations)	تطبيق القوانين والمعايير البيئية.	فرض غرامات على المصانع الملوثة.
التكنولوجيا النظيفة (Clean Technology)	استخدام أنظمة إنتاج صديقة للبيئة.	تركيب مرشحات (Filters) متقدمة في مداخل المصانع.
إدارة المخلفات (Waste Management)	إعادة التدوير وتقليل النفايات.	تحويل النفايات البلاستيكية إلى منتجات جديدة.
معالجة المياه العادمة (Wastewater Treatment)	إعادة استخدام المياه بعد المعالجة.	استخدام المياه المعالجة في الري الزراعي.
مراقبة الانبعاثات (Emission Monitoring)	إنشاء شبكات لرصد جودة الهواء.	محطات قياس التلوث في المدن الكبرى.
الطاقة المتجددة (Renewable Energy)	التوسع في مصادر الطاقة النظيفة.	محطات الطاقة الشمسية والرياح.
التوعية البيئية (Environmental Awareness)	نشر الوعي بأهمية حماية البيئة.	حملات إعلامية للحد من استخدام البلاستيك.
التقييم البيئي (Environmental Impact Assessment (EIA))	تحليل تأثير المشاريع على البيئة قبل تنفيذها.	التقييم البيئي لمشاريع البنية التحتية الكبرى.
الزراعة الصديقة للبيئة (Eco-friendly Agriculture)	استخدام أساليب زراعية تقلل الأثر البيئي.	الزراعة العضوية والري بالتنقيط.

القوانين واللوائح البيئية

(Environmental Laws and Regulations)

تُنظّم القوانين واللوائح البيئية الأنشطة البشرية التي تؤثر على العالم الطبيعي، سعياً لحماية البيئة والصحة العامة، ويمكن للحكومات المحلية والدولية سنّ هذه القوانين، التي تُعالج قضايا مُتنوعة، وتنظم الممارسات والأنشطة بما يتناسب مع الاستدامة البيئية واحتياجات البشر وأنشطتهم المتداخلة مع البيئة.

القوانين الدولية المتعلقة بالبيئة

(International Environmental Laws)

يشمل القانون البيئي الدولي مجموعة واسعة من الاتفاقيات والمبادئ التي تهدف إلى معالجة القضايا البيئية العالمية ومن الأمثلة عليها ما يأتي:

تغير المناخ:

■ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

(United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC):

إطار شامل للتعاون الدولي بشأن تغير المناخ، وتشمل الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة وتعزيز التكيف مع آثار التغير المناخي.

■ اتفاقية باريس (Paris Agreement):

تهدف إلى الحد من الاحتباس الحراري العالمي من خلال الحفاظ على ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية إلى أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الصناعة.

مكافحة التلوث:

■ اتفاقية بازل (Basel Convention):

تتحكم في نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها.

■ اتفاقية ستوكهولم (Stockholm Convention):

تتناول الملوثات العضوية الثابتة وآثارها الضارة على صحة الإنسان والبيئة.

■ بروتوكول مونتريال (Montreal Protocol):

يهدف إلى التخلص التدريجي من المواد المستفدة للأوزون.

■ اتفاقية ميناماتا (Minamata Convention):

تركز على الحد من انبعاثات وإطلاقات الزئبق.

الحفاظ على التنوع البيولوجي:

■ اتفاقية التنوع البيولوجي (Convention on Biological Diversity (CBD):

تركز على حفظ التنوع البيولوجي، والاستخدام المستدام لمكوناته، والتقسيم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن الموارد الوراثية.

■ اتفاقية الاتجار الدولي بأنواع الحيوانات والنباتات البرية المهددة بالانقراض

(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES):

تنظم التجارة الدولية بالحيوانات والنباتات البرية؛ لمنع الاستغلال المفرط.

■ اتفاقية رامسار (Ramsar Convention):

تركز على حفظ الأراضي الرطبة (Wetland) واستخدامها.

مجالات رئيسية أخرى:

■ الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن

(International Convention for Prevention of Pollution from Ships (MARPOL):

تهدف إلى منع تلوث البيئة البحرية من السفن.

■ اتفاقية قانون البحار (Convention on the Law of the Sea (UNCLOS):

توفر إطار عمل لحفظ الموارد البحرية واستخدامها المستدام.

■ اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر

(United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD):

الحد من تدهور الأراضي والتصحر.



الأراضي الرطبة (Wetland):

مناطق تتجمع فيها المياه بشكل دائم أو موسمي، مما يجعلها بيئة مميزة تجمع بين خصائص اليابسة والمستطحات المائية.

نظام الأيزو البيئي (ISO 14001:2015)



المنظمة الدولية للمعايير

International Organization for
(Standardization) (ISO)

هي منظمة عالمية مستقلة غير حكومية
تسعى إلى تطوير ونشر المعايير الدولية
لمجموعة متنوعة من المجالات.

هو معيار دولي لإدارة البيئة يحدد متطلبات
أنظمة الإدارة البيئية الفعالة، ويساعد
المؤسسات على تحسين أدائها البيئي
وتقليل تأثير أنشطة هذه المؤسسات على
البيئة، ويساعد هذا المعيار على التحكم
في الجوانب البيئية للمنظمة، والوفاء
بالالتزامات البيئية، والتحسين المستمر.



وتعرف المصطلحات الآتية بناءً على نظام
الأيزو 14001 كالتالي:

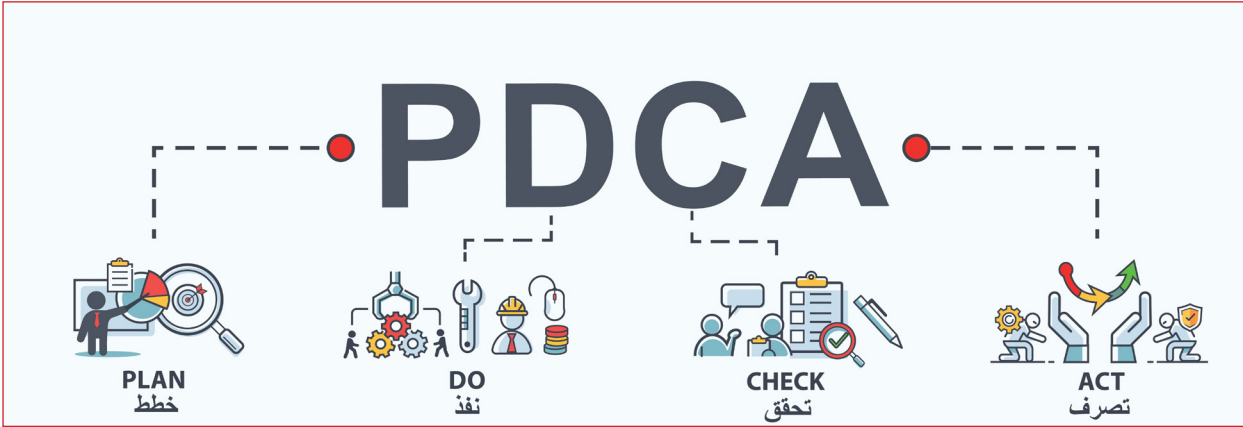
- **الجانب البيئي (Environmental Aspect):**
عنصر من عناصر أنشطة المؤسسة
أو منتجاتها أو خدماتها التي يمكن أن
تتفاعل مع البيئة.
- **التأثيرات البيئية (Environmental Impacts):**
أي تغيير في البيئة، سواء كان
ضاراً أو مفيداً، ناتجاً كلياً أو جزئياً عن
الجوانب البيئية للمنظمة.

يستند نظام الإدارة البيئية (نظام الأيزو 14001) على نموذج التخطيط-التنفيذ-التحقق-التصرف (Plan-Do-Check-Act Model (PDCA))، ويوفر هذا النموذج عملية تكرارية تستخدمها المنظمات لتحقيق التحسين المستمر، ويمكن تطبيقه على نظام الإدارة البيئية وعلى كل عنصر من عناصره الفردية، ويمكن وصفه على النحو الآتي:



يشترط في أهداف الإدارة البيئية (Environmental Objectives) أن تكون محددة، وقابلة للقياس، وقابلة للتحقيق، وواقعية، ومؤطرة زمنياً.

- التخطيط (Plan): وضع الأهداف والعمليات البيئية اللازمة لتحقيق النتائج وفقاً للسياسة البيئية للمؤسسة.
- التنفيذ (Do): تنفيذ العمليات كما هو مخطط لها.
- التحقق (Check): مراقبة العمليات وقياسها مقارنةً بالسياسة البيئية، بما في ذلك التزاماتها وأهدافها البيئية ومعايير التشغيل، والإبلاغ عن النتائج.
- التصرف (Act): اتخاذ إجراءات للتحسين المستمر.



نموذج PDCA

وهناك الكثير من المزايا التي تدفع المنظمات للحصول على اعتماد أيزو 14001، ومنها ما يأتي:

- الامتثال للمتطلبات القانونية والتنظيمية الحالية والمستقبلية.
- تحسين الأداء البيئي.
- تحديد المخاطر البيئية وإدارتها، مما يقلل من احتمالية وقوع الحوادث والتعطيلات.
- زيادة مشاركة القيادات العليا للمؤسسات وإشراك الموظفين.
- تحسين سمعة الشركة وثقة أصحاب المصلحة من خلال التواصل الإستراتيجي.
- تحقيق أهداف العمل الإستراتيجية من خلال دمج القضايا البيئية في إدارة الأعمال.
- توفير ميزة تنافسية ومالية من خلال تحسين الكفاءات وخفض التكاليف.
- التشجيع على تحسين الأداء البيئي للموردين من خلال دمجهم في أنظمة أعمال المؤسسة.

القوانين العمانية المتعلقة بالبيئة (Environmental Laws in Sultanate of Oman)

"إننا نقف اليوم، بإدارة صلبة، وعزيمة لا تليين على أعتاب مرحلة مهمة من مراحل التنمية والبناء في عمان، مرحلة شاركتهم في رسم تطلعاتها، في الرؤية المستقبلية «عمان ٢٠٤٠»، وأسهمتم في وضع توجهاتها وأهدافها الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، بما يجسد الرؤية الواضحة، والطموحات العظيمة لمستقبل أكثر ازدهاراً ونماءً"

هيثم بن طارق



تمثل الأنظمة واللوائح البيئية في سلطنة عُمان ركائز مهمة تدعم جهود صون البيئة وتحقيق التطور المُستدام، وتهدف هذه القوانين إلى ضبط الأنشطة المؤثرة على البيئة، وتقليل أضرارها، علاوة على توسيع نطاق التوعية البيئية، وفيما يأتي أبرز التشريعات والقوانين المتعلقة بالبيئة في سلطنة عُمان:

قانون البيئة العُماني (المرسوم السلطاني رقم 2001/114):

يُعد قانون البيئة الأساسي في سلطنة عمان، ويهدف إلى حماية البيئة من التلوث وتطوير الموارد الطبيعية، ويتناول هذا القانون تنظيم الأنشطة الصناعية، وحماية المياه والهواء والتربة، وإدارة النفايات.

قانون حماية الحياة البرية (المرسوم السلطاني رقم 1995/40):

يُركز على حماية الأنواع النباتية والحيوانية المهددة بالانقراض، وتنظيم الصيد والتجارة في الحياة البرية، ويوفر هذا القانون إطاراً لحماية المحميات الطبيعية وتنظيم الأنشطة المتعلقة بالحياة البرية.

قانون إدارة النفايات وإعادة التدوير (القرار الوزاري رقم 2008/21):

ينظم إدارة النفايات وإعادة التدوير في سلطنة عمان، ويشمل إجراءات فصل النفايات، وجمعها، ومعالجتها، وإعادة تدويرها، بهدف تقليل الأثر البيئي وتحسين كفاءة إدارة الموارد، كما يحدد مسؤوليات الجهات الحكومية والشركات والمواطنين.

قانون المياه (القرار الوزاري رقم 2004/12):

يهدف إلى تنظيم استخدام الموارد المائية وحمايتها من التلوث، وينظم هذا القانون عمليات استخراج المياه، واستخدام المياه في الزراعة والصناعة، وإعادة استخدام المياه المستهلكة.

قانون مكافحة التلوث (القرار الوزاري رقم 2004/24):

يركز على مكافحة التلوث البيئي من خلال تنظيم الأنشطة الصناعية التي قد تسهم في تلوث الهواء والمياه والتربة، ويحدد هذا القانون معايير الانبعاثات الملوثة ويشمل عقوبات للمخالفين.

قانون الطاقة المتجددة (القانون رقم 2016/39):

يهدف إلى تعزيز استخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، ويشمل هذا القانون تشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة وتقديم حوافز للمستثمرين في هذا المجال.

قانون حماية الشواطئ والسواحل (القرار الوزاري رقم 2006/2):

يهدف إلى حماية الشواطئ والسواحل من التلوث والتدهور، وتنظيم الأنشطة الساحلية، مثل البناء والصيد، ويتضمن هذا القانون تدابير للحفاظ على البيئة الساحلية والنظم البيئية البحرية.

إدارة النفايات

(Waste Management)

تُعرف عملية إدارة النفايات (Waste Management) بأنها جميع الأنشطة والإجراءات المطلوبة لإدارة النفايات والتي تشمل جمع النفايات، وكيفية نقلها، ومعالجتها، والتخلص منها إلى جانب المراقبة والتنظيم، وتشمل أيضًا الإطار القانوني والتنظيمي المتعلق بإدارة النفايات بما في ذلك الإرشادات المتعلقة بإعادة التدوير.



النفايات (Wastes):

المواد أو العناصر التي يتم التخلص منها أو التي يُعتمد أو يلزم التخلص منها بموجب أحكام القانون.



تصنيف النفايات

تُصنّف النفايات بناءً على خطورتها وقابليتها للتحلل إلى الآتي:



النفايات الخطرة

■ **النفايات الخطرة (Hazardous Wastes):** مواد تُعد غير آمنة للاستخدام في الأنشطة التجارية، أو الصناعية، أو الزراعية، أو الاقتصادية، وتُصنف بوحدة أو أكثر من الخصائص الآتية: القابلية للاشتعال (Flammability)، أو التآكل (Corrosivity)، أو التفاعلية الكيميائية (Chemical Reactivity)، أو السُميّة (Toxicity).

■ **النفايات غير الخطرة (Non-hazardous Wastes):** المواد الآمنة للاستخدام تجارياً، أو صناعياً، أو زراعياً، أو اقتصادياً ولا تتمتع بأي من خواص النفايات الخطرة.



نفايات غير خطرة

■ **نفايات قابلة للتحلل (Biodegradable):** المواد التي يمكن أن تتحلل، مثل الورق والخشب وغيرها.

■ **نفايات غير قابلة للتحلل (Non-biodegradable):** المواد التي لا يمكن أن تتحلل، مثل البلاستيك والزجاج والعلب وغيرها.



نفايات متحللة وغير متحللة

هرم السيطرة على النفايات (Waste Hierarchy)

هرم السيطرة على النفايات هو إطار عمل يحدد أولويات الخيارات المختلفة لإدارة النفايات بناءً على تأثيرها البيئي، ويتدرج بشكل عام من الخيار الأكثر ملاءمة (منع النفايات) إلى الأقل (التخلص منها) كالآتي:

- 1 **المنع/التقليل (Prevention):** يمنع وتقليل توليد النفايات.
- 2 **إعادة الاستخدام (Reuse):** إعادة استخدام المنتج مرة أخرى، وقد ينطوي ذلك على إعادة استخدام المنتج كما هو، أو إعادة الاستخدام مع التعديل.
- 3 **إعادة التدوير (Recycle):** عملية استرداد يتم من خلالها إعادة معالجة النفايات وتحويلها إلى منتجات أو مواد سواء للأغراض الأصلية أو لأغراض أخرى.
- 4 **الاسترداد (Recovery):** عندما لا تكون إعادة التدوير الإضافية عملية أو ممكنة، يمكن استرداد الطاقة أو المواد من النفايات من خلال عمليات مثل الهضم اللاهوائي أو الحرق.
- 5 **التخلص (Disposal):** عمليات التخلص من النفايات، وتشمل الطمر، أو الحرق، أو الانحلال الحراري، وغيرها من الحلول النهائية.



هرم السيطرة على النفايات

إجراءات إدارة النفايات (Waste Management Procedures)

تتضمن إجراءات إدارة النفايات الشاملة نهجاً منظماً للتعامل مع النفايات، وتشمل الآتي:

1 التحديد والفصل (Identification and Segregation):

يتضمن هذا الإجراء الآتي:

- نوع النفايات: تحديد أنواع النفايات المختلفة، مثل: الخطرة، وغير الخطرة، والقابلة لإعادة التدوير؛ لتحديد طرق المعالجة المناسبة.
- تحديد المصدر: تتبع مصدر النفايات؛ لتحسين إدارة تدفقها، وضمان الفصل الصحيح.
- الفرز: فرز النفايات عند مصدرها؛ لتسهيل إعادة التدوير، والتسميد، وعمليات الاسترداد الأخرى، حيث يجب توفير حاويات منفصلة لجمع النفايات المختلفة وترميزها بالألوان لمنع أي غموض في فرزها وفصلها؛ مما يساهم في سهولة التعامل معها، حيث تُفصل النفايات الخطرة عن غيرها من النفايات الأخرى، مع فصل ساحات النفايات أيضاً، ويتم التعامل مع النفايات الخطرة وفق شروط محكمة وضوابط دقيقة، تشمل المعرفة الدقيقة لهذه المواد مع وجود لوائح التحكم في المواد الخطرة على الصحة (Control of Substances Hazardous to Health (COSHH)) الخاصة بهذه المواد وبيانات مصدر المادة، ويتم التعامل من قبل شخص مدرب للتعامل مع المواد الكيميائية.



في بيئات العمل تقوم الجهات المختصة بإدارة النفايات بفرز النفايات الصلبة

بطرق متعددة مثل:

- اللون الأسود للنفايات الصلبة العامة.
- اللون الأزرق للنفايات البلاستيكية.
- اللون الأصفر للنفايات الورقية والكرتونية.
- اللون البني للنفايات الحيوية.

2 التخزين (Storage):

عند تخزين النفايات لا بد من القيام بالآتي:

- إنشاء مناطق تخزين محددة بوضوح لأنواع النفايات المختلفة.
- استخدام حاويات مناسبة مانعة للتسرب، ومُعلّمة، وآمنة لمنع الانسكابات والتلوث.
- الحفاظ على نظافة أماكن التخزين وترتيبها؛ لمنع الروائح والآفات غير المرغوبة.

3 النقل (Transportation):

عند نقل النفايات لابد من القيام بالآتي:

- استخدام المركبات والحاويات المناسبة لنقل النفايات إلى مرافق المعالجة أو التخلص منها.
- تخطيط المسارات بكفاءة؛ لتقليل وقت السفر واستهلاك الوقود.
- اتباع جميع اللوائح وبروتوكولات السلامة ذات الصلة أثناء النقل.

4 المعالجة والاسترداد (Treatment and Recovery):

تتم المعالجة والاسترداد كآلي:

- تنفيذ برامج إعادة تدوير للمواد المختلفة (مثل الورق والبلاستيك والمعادن).
- معالجة النفايات العضوية من خلال التسميد؛ لإنتاج مُحسّنات قِيَمَة للتربة.
- البحث عن خيارات تحويل النفايات إلى طاقة من خلال عمليات مثل الحرق.

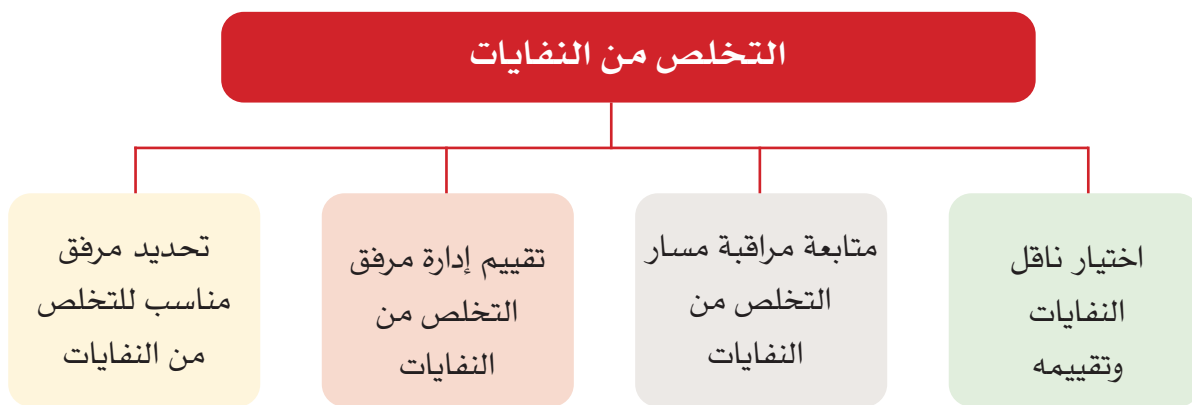
5 التخلص (Disposal):

يتم التخلص من النفايات باتباع الطرق الآتية:

- الدفن: التخلص في مكبات نفايات مخصصة، مع ضمان الإدارة السليمة للموقع وحماية البيئة.
- الحرق: حرق النفايات لتقليل حجمها واستعادة الطاقة، مع استخدام فلاتر وتقنيات متقدمة للتحكم في الانبعاثات الضارة.

ولابد من اتخاذ إجراءات وخطوات مدروسة وممنهجة للتخلص من النفايات، باتباع الخطوات الآتية:

- 1- تحديد مساحات خاصة للتخلص من النفايات.
- 2- تقييم إدارة مرفق التخلص من النفايات، بما في ذلك الالتزام بالقوانين، وكفاءة التشغيل، والتأثير البيئي.
- 3- اختيار ناقل النفايات وتقييمه.
- 4- متابعة مراقبة مسار التخلص من النفايات.



6 التوثيق (Documentation):

لا بد من توثيق وحفظ السجلات كآلاتي:

■ **سجل النفايات (Waste Register):** يجب الاحتفاظ بسجل للنفايات يتضمن أنواعها وكمياتها وطرق معالجتها والتخلص منها، وأسماء الأطراف المتعاقدة التي ستتقبل هذه النفايات، وذلك وفقاً لأحكام قانون البيئة العماني (94/4) ولأئحته التنفيذية، ويجب أن يحتوي السجل على البيانات الآتية:

- اسم المنشأة وعنوانها.
- اسم الشخص المسؤول عن تسجيل التاريخ في السجل.
- الفترة التي تغطيها البيانات الحالية.
- الشروط الخاصة التي أصدرتها الهيئة المختصة بإدارة النفايات للمنشأة.
- أنواع وكميات النفايات الخطرة الناتجة عن الأنشطة.
- طريقة التخلص من النفايات.
- الأطراف التي تم توقيع عقد معها لاستلام هذه النفايات الخطرة.

- تتبُّع الأداء: مراقبة فاعلية ممارسات إدارة النفايات، وتحديد مجالات التحسين.
- الامتثال: ضمان الالتزام بجميع اللوائح ومتطلبات إعداد التقارير ذات الصلة.

7 التحسين المستمر (Continuous Improvement):

لابد من القيام بالآتي للتحسين المستمر لعمليات إدارة النفايات:

- المراجعات الدورية: مراجعة إجراءات إدارة النفايات، وتحديثها دورياً؛ لضمان فاعليتها.
- الملاحظات: طلب الملاحظات من الموظفين والجهات المعنية؛ لتحديد مجالات التحسين.
- التدريب: توفير تدريب منتظم على إجراءات إدارة النفايات؛ لضمان التنفيذ السليم.

مبادرات عملية للحد من النفايات

في بيئات العمل، توجد العديد من المبادرات التي تهدف إلى الحد من النفايات، ومنها:

- 1 **زيوت الطبخ:** إعادة تدوير زيوت الطبخ المستهلكة لإنتاج زيوت تشحيم أو مواد صناعية أخرى.
- 2 **النفايات الخشبية:** إعادة تدوير الأخشاب وتحويلها إلى أثاث أو منتجات خشبية جديدة.
- 3 **نفايات الطعام:** تحويل بقايا الطعام إلى أسمدة زراعية عضوية.
- 4 **الخردة المعدنية:** إعادة استخدام المعادن مثل الحديد والنحاس بعد معالجتها وتقييمها.
- 5 **برامج تقليل النفايات:** إعداد خطط سنوية تستهدف تقليل نوع محدد من النفايات، مع تحديد أهداف واضحة ومتابعة دورية لمدى التقدم.
- 6 **النفايات المتنوعة:** إعادة استخدام المواد البلاستيكية والمطاطية لصنع مجسمات وأعمال فنية.
- 7 **النفايات البلاستيكية:** الحد من دخول البلاستيك إلى المنشأة من خلال توفير بدائل صديقة للبيئة للموظفين والزوار.
- 8 **النفايات الإلكترونية:** تنفيذ برامج توعية بأهمية إعادة تدوير الأجهزة الإلكترونية والبطاريات، مع التركيز على منع التخلص العشوائي منها لتجنب الانبعاثات السامة، واتباع أساليب علمية سليمة في المعالجة.



أسئلة الوحدة

- عرّف مفهوم الاستدامة والبيئة.
- اذكر مكونات البيئة مع شرح مبسط؟
- اشرح تطبيقات الاستدامة البيئية.
- ما مبادرة الاستدامة البيئية؟
- لماذا يُعد الاحتباس الحراري أحد التحديات البيئية المشتركة؟
- أذكر أهم التطبيقات العملية للحفاظ على البيئة؟
- ما الخطوات الرئيسية لإدارة النفايات؟
- اشرح هرم السيطرة على النفايات.
- اذكر خمس نقاط يجب أن يتضمنها سجل النفايات؟
- ارسم شكل توضيحي للتخلص من النفايات؟

الوحدة الثانية

الإدارة الصناعية وضمان الجودة

Industrial Management and Quality
Assurance



محتويات الوحدة الثانية

الدرس الأول

50 (Safety Regulations) **لوائح السلامة**

الدرس الثاني

60 (Compliance with Safety Regulations) **الامتثال للوائح السلامة**

الدرس الثالث

67 (Risk Management and Assessment) **إدارة وتقييم المخاطر**

الدرس الرابع

71 (Quality Assurance Principles) **مبادئ ضمان الجودة**

الدرس الخامس

82 (Safety and Quality Auditing) **تدقيق السلامة والجودة**

الدرس السادس

93. (Emergency Response and Crisis Management) **الاستجابة للطوارئ وإدارة الأزمات**

102 **أسئلة الوحدة**

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يطبق قواعد الصحة والسلامة المهنية في الورش التدريبية.
- يشرح الأنظمة والتشريعات المتعلقة بالسلامة في بيئة العمل.
- يحل متطلبات الامتثال القانونية والتنظيمية في مختلف الصناعات.
- يطبق معايير وإجراءات السلامة للحفاظ على بيئة عمل آمنة.
- يتعرف أسس تقييم المخاطر في بيئات العمل المختلفة.
- يعزز التحسين المستمر لعمليات تقييم المخاطر بما يرفع من دقتها وفعاليتها.
- يتعرف مفاهيم ضمان الجودة وأهميتها في مختلف الصناعات.
- يميز بين ممارسات ضمان الجودة عبر القطاعات المختلفة.
- يقيم عمليات التدقيق لضمان جودة المنتجات والخدمات.
- يخطط لإدارة الأزمات بشكل استباقي وفعال.
- يُدرب فرق العمل على الاستجابة السريعة والمنظمة للطوارئ.

ملخص الوحدة

تهدف هذه الوحدة إلى تزويد الطلبة بفهم شامل للوائح السلامة في بيئة العمل، والامتثال للمتطلبات التنظيمية، وتطبيق المعايير التي تحافظ على بيئة عمل آمنة، كما تركز على تقييم المخاطر من خلال تحليلها وتطوير استراتيجيات فاعلة لإدارتها، مع العمل على التحسين المستمر لعمليات تقييم المخاطر، كما يتعرف الطلبة أيضاً المفاهيم الجوهرية للجودة وتطبيقاتها في مختلف القطاعات، وكيفية دمجها في ثقافة المؤسسة، وتشمل الوحدة تنمية القدرة على إجراء عمليات تدقيق شاملة، وتحليل النتائج، واستخدامها لتعزيز الأداء المؤسسي، وأخيراً، تُهيئ هذه الوحدة الطلبة للاستجابة لحالات الطوارئ عبر إعداد بروتوكولات الاستجابة، ووضع خطط لإدارة الأزمات، وتدريب فرق العمل على التنفيذ الفعال لبروتوكولات الاستجابة.

لوائح السلامة

(Safety Regulations)

تُعد لوائح السلامة والامتثال جزءاً مهماً من عمل المؤسسات، خاصة في الجامعات والمصانع ومراكز البحث، فهي تساعد على تقليل المخاطر، وحماية الأفراد من الأذى، والتأكد من التزام المؤسسات بالقوانين المحلية والدولية.

وتُعد اللوائح المتعلقة بالسلامة والامتثال ضمن السياق الصناعي ركائز أساسية للكفاءة التشغيلية، والمساءلة القانونية، والمسؤولية الأخلاقية، فالنشاطات الصناعية بطبيعتها، تنطوي على استخدام آلات مُعقدة، ومواد خطيرة، وإجراءات ذات مستوى عالٍ من الخطورة، الأمر الذي يستدعي وجود إطار تنظيمي صارم يهدف إلى حماية العاملين، والحفاظ على البيئة، وضمان استمرارية الأعمال، وتشمل هذه اللوائح ما يأتي:

- لوائح السلامة والصحة المهنية.
- لوائح التعامل مع المواد الكيميائية.
- لوائح الوقاية من الحرائق.
- لوائح صيانة المعدات.
- لوائح التعرض للضوضاء.
- لوائح التخطيط للاستجابة في حالات الطوارئ.



لوائح السلامة



يُقصد بالامتثال للوائح السلامة التقيّد بالقوانين والمعايير والممارسات المثلّية التي تضعها الهيئات التنظيمية الوطنية والدولية، مثل إدارة السلامة والصحة المهنية (Occupational Safety and Health Administration (OSHA)، ومنظمة العمل الدولية (International Labour Organization (ILO)، والمنظمة الدولية للمعايير (International Organization for Standardization (ISO)، ووزارة العمل، ووزارة الطاقة والمعادن.

ويتطلب تنفيذ بروتوكولات السلامة نهجاً متكاملاً يتضمن تقييم المخاطر، وتحديد مصادر الخطر، وتدريب العاملين، وإجراء التدقيقات الدورية، بالإضافة إلى ترسيخ ثقافة تنظيمية قائمة على السلامة، ويؤدي الإخفاق في الامتثال إلى عواقب قانونية ومالية جسيمة، فضلاً عن التبعات الإنسانية والبيئية الخطيرة، ما يجعل من الضروري دمج الامتثال التنظيمي في الأطر الإستراتيجية والتشغيلية للمؤسسات الصناعية.

فهم لوائح السلامة في بيئة العمل (Understanding Safety Regulations in the Workplace)

تُعد لوائح السلامة المهنية في أماكن العمل من العناصر الأساسية التي تضمن حماية العاملين والحفاظ على استمرارية العمليات الإنتاجية في مختلف القطاعات الصناعية، ورغم أن المبادئ العامة للسلامة تنطبق على جميع بيئات العمل، فإن لكل قطاع خصوصياته التي تتطلب تنظيمات وإجراءات متخصصة تتوافق مع طبيعة المخاطر المرتبطة، وفيما يأتي لوائح السلامة في بيئات العمل ذات الصلة بمختلف القطاعات الصناعية:

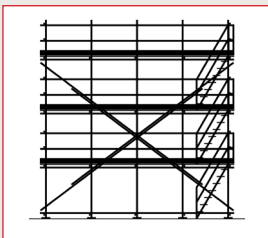
1 قطاع البناء والتشييد (Construction Sector)



قطاع البناء

يُعد هذا القطاع من أكثر القطاعات تعرضاً للحوادث المهنية، نظراً لطبيعة الأعمال التي تشمل الارتفاعات، والرافعات، والمواد الثقيلة، وكثرة العمل اليدوي، وتتضمن اللوائح في هذا القطاع الآتي:

- الفحص الدوري للسقالات والمعدات: وذلك للتأكد من سلامتها الإنشائية، وقدرتها على تحمل الأحمال.
- تدريب العاملين على السلامة المهنية: بما في ذلك كيفية التعامل مع الأدوات الكهربائية، وطرق الإخلاء في حالات الطوارئ، والتصرف عند سقوط أحد الأفراد.



السقالات (Scaffolding):

هيكل مؤقت أو منصة مرفوعة على أعمدة خشبية أو معدنية، وتستخدم لحمل الأشخاص والمواد والمعدات إلى الأماكن المرتفعة.

- تحديد المناطق الخطرة بعلامات واضحة: لضمان عدم دخول غير المصرح لهم إلى مواقع الحفر أو الأماكن المرتفعة.
- تطبيق أنظمة العمل الجماعي والمراقبة: لمنع العمل الفردي في المواقع الخطرة، وتوفير إشراف مباشر ومستمر.
- الاستخدام الإلزامي لمعدات الحماية الشخصية (PPE): مثل الخوذ الواقية، والأحذية ذات الرأس المعدني، وأحزمة الأمان للعاملين على المرتفعات، والقفازات والنظارات الواقية.



معدات الحماية الشخصية في البناء

قطاع الصناعات التحويلية (Manufacturing Sector)

2



قطاع الصناعات التحويلية

يُعد قطاع الصناعات التحويلية من أكثر القطاعات حيوية في الاقتصاد، حيث يشمل عمليات إنتاجية معقدة تتطلب استخدام آلات ثقيلة، ومواد كيميائية، وأنظمة كهربائية، مما يجعله بيئة عمل عالية الخطورة إذا لم يتم الالتزام بإجراءات السلامة والوقاية؛ ولذلك، فإن وجود لوائح صارمة للسلامة المهنية في هذا القطاع يُعد ضرورة مُلحة لضمان حماية العاملين وسلامة العمليات الإنتاجية، وتشمل اللوائح في هذا القطاع الآتي:



نشرات بيانات

سلامة المواد

Material Safety Data
Sheet (MSDS)

نشرة رسمية تقدم معلومات
شاملة عن خصائص المواد
الكيميائية، والمخاطر
المرتبطة بها، والإجراءات
الوقائية الواجب اتباعها
أثناء الاستخدام، والتخزين،
والنقل.

■ **السلامة الميكانيكية والتشغيلية:** تشمل إجراءات السلامة الخاصة بالآلات والمعدات، مثل تثبيت الحواجز الواقية، وتفعيل أنظمة الإيقاف الطارئ، وتطبيق نظام القفل ووضع العلامات (Lockout/Tagout) أثناء أعمال الصيانة؛ لتفادي التشغيل العرضي.

■ **السلامة الكيميائية:** يتطلب التعامل مع المواد الكيميائية التصنيف السليم، وتخزينها وفق المعايير، وتدريب العاملين على قراءة نشرات بيانات سلامة المواد (MSDS)، وارتداء معدات الوقاية المناسبة، مثل القفازات والكمادات.

■ **السلامة الكهربائية:** تُفرض لوائح خاصة لضمان عزل الأسلاك، واستخدام أنظمة التأريض، والقيام بفحوصات دورية للأجهزة الكهربائية لتقليل المخاطر الكهربائية.

■ **التهوية والتحكم في الانبعاثات:** تفرض اللوائح ضرورة توفير أنظمة تهوية صناعية للتحكم في الأبخرة والغازات المتطايرة الناتجة عن العمليات التصنيعية.

■ **الضوضاء والاهتزازات:** تلتزم المنشآت بتقليل مستويات الضوضاء في بيئة العمل عبر تركيب العوازل الصوتية، وتوفير سماعات أذن واقية؛ نظراً لتأثير الضوضاء المزمن على الصحة السمعية والنفسية.

■ **تدريب العاملين والتوعية المستمرة:** تُعد برامج التدريب على إجراءات السلامة والتصرف في حالات الطوارئ من المتطلبات الأساسية للامتثال التنظيمي، ويجب تجديدها بانتظام بما يتماشى مع التحديثات الفنية والتقنية.



الضوضاء في بيئة العمل

يُعد قطاع النفط والغاز من أكثر القطاعات خطورة وتعقيداً، نظراً لطبيعة العمل التي تتضمن التعامل مع مواد قابلة للاشتعال، وضغط عالٍ، وبيئات عمل قاسية، مثل الحقول



قطاع النفط والغاز

البحرية أو الصحراوية، ولأهمية هذه المخاطر، تحظى لوائح السلامة المهنية في هذا القطاع بأهمية قصوى، فهي لا تهدف فقط إلى حماية العاملين، بل تسعى أيضاً للحفاظ على البيئة، وضمان استمرارية الإنتاج، والحد من وقوع الكوارث الكبرى وتشمل اللوائح في هذا القطاع الآتي:

- إدارة المخاطر والسلامة التشغيلية: يُفرض على الشركات وضع أنظمة متكاملة لتحديد المخاطر المحتملة وتحليلها وتقييمها، بما في ذلك مخاطر الانفجارات والتسربات والتفاعلات الكيميائية، مع وضع خطط طوارئ دقيقة للتعامل مع هذه السيناريوهات.



أنظمة الكشف عن الغاز والحريق

- أنظمة الكشف عن الغاز والحريق: أنظمة متطورة للكشف المبكر عن تسربات الغازات القابلة للاشتعال أو السامة (مثل غاز كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulfide (H₂S))، بالإضافة إلى أنظمة إنذار آلي للحرائق وأنظمة إطفاء باستخدام الغازات الجافة أو الرغوة.

- التدريب والتأهيل المهني: يشمل ذلك التدريب الإلزامي على الاستجابة للطوارئ، والإخلاء، ومكافحة الحرائق، واستخدام أجهزة التنفس الاصطناعي، إلى جانب برامج تدريب خاصة للعاملين في المنصات البحرية والمصافي.

- مناطق العمل الخطرة: تُصنّف مناطق العمل بحسب درجة الخطورة، ويتم تقييد الدخول إليها، مع اشتراط استخدام معدات كهربائية مقاومة للانفجار، وفرض تدابير صارمة لمنع أي مصادر اشتعال.

- **معدات الوقاية الشخصية (PPE):** يتطلب العمل في مواقع النفط والغاز استخدام معدات حماية متقدمة، مثل: البدلات المقاومة للهب، والخوذات، والنظارات الواقية، والأجهزة المحمولة لقياس الغازات، وأحذية الأمان ذات المواصفات الصناعية.



الصيانة الدورية

- **الصيانة الوقائية والرقابة الهندسية:** تشترط اللوائح إجراء صيانة دورية لجميع الأنظمة والمعدات الحساسة، مثل الصمامات، وأنابيب الضغط العالي، وأجهزة التحكم، لتقليل فرص الفشل الميكانيكي أو التقني.

القطاع الصحي (Health Sector)

4

يُعد قطاع الرعاية الصحية من أكثر القطاعات حساسية؛ نظرًا لعلاقته المباشرة مع صحة الإنسان، والتعرض المستمر لمخاطر العدوى البيولوجية، والإشعاع، والمخلفات الطبية الخطرة، والضغطات النفسية والجسدية المرتفعة، وتشمل اللوائح في هذا القطاع الآتي:



القطاع الصحي

- **الوقاية من العدوى ومكافحة الأمراض المعدية:**

- تطبيق بروتوكولات صارمة لغسل اليدين والتعقيم.

- استخدام معدات الوقاية الشخصية

(PPE)، مثل الكمامات، والقفازات، والبدلات الواقية، خصوصًا في أقسام العزل والطوارئ.

- فصل المرضى المصابين بأمراض معدية، وتخصيص غرف عزل مطابقة للمعايير الدولية.



النفايات الطبية

■ التعامل الآمن مع النفايات الطبية:

- تصنيف النفايات (بيولوجية، أو حادة، أو كيميائية، أو مُسّعة).
- استخدام حاويات مغلقة ومعقمة لجمع النفايات الحادة، مثل الإبر والشفرات.
- التخلص من النفايات وفق الأنظمة البيئية المعتمدة؛ لمنع التلوث أو انتقال العدوى.

■ السلامة الإشعاعية:

- الالتزام باستخدام الدروع الواقية من الإشعاع (مثل السترات الرصاصية).
- تقييد الدخول إلى غرف الأشعة أثناء التشغيل.
- إجراء فحوص دورية للعاملين المعرضين للإشعاع، وقياس الجرعة الإشعاعية.

■ السلامة الكيميائية والدوائية:

- تخزين الأدوية والمواد الكيميائية بطريقة منظمة وآمنة.
- وضع بطاقات تعريفية واضحة على العبوات.
- تدريب الطاقم الطبي على التعامل مع حالات التسمم أو التسرب الكيميائي.



تخزين الأدوية

■ سلامة العاملين وبيئة العمل:

- توفير بيئة عمل خالية من المخاطر الإرجونومية، خاصة في غرف العمليات ووحدات العناية المركزة.
- التعامل مع الإجهاد المهني والإرهاق عبر جداول عمل متوازنة وبرامج دعم نفسي.
- إجراء تدريبات دورية على الإخلاء والطوارئ والحريق.



الإرجونومية (Ergonomics):

هو العلم الذي يهتم بتصميم بيئة العمل والأدوات والمهام بما يتناسب مع قدرات الإنسان واحتياجاته، بهدف تحسين الأداء، وزيادة الراحة، وتقليل مخاطر الإصابات والإجهاد.

قطاع التكنولوجيا والمختبرات (Technology and Laboratories Sector)

4

يُعد قطاع التكنولوجيا والمختبرات من القطاعات التي تتطلب مستوى عالياً من الدقة والانضباط، نظراً لطبيعة هذا المجال في التعامل مع أجهزة إلكترونية متقدمة، ومواد كيميائية وبيولوجية خطيرة، وأنظمة حساسة قد تُسبب أضراراً كبيرة في حال سوء الاستخدام؛ لذا، طورت لوائح سلامة صارمة تهدف إلى ضمان حماية

العاملين، والحفاظ على جودة النتائج، وتقليل المخاطر المرتبطة بالتجارب التقنية والعلمية، وتشمل اللوائح في هذا القطاع الآتي:



■ السلامة الكيميائية والبيولوجية:

■ تصنيف المواد الكيميائية والبيولوجية وتخزينها بحسب نوع الخطر (قابلية

الاشتعال، والسُّمية، والنشاط البيولوجي... إلخ).

■ استخدام أدوات الوقاية الشخصية المناسبة، مثل القفازات، والنظارات الواقية، وواقيات الوجه، والسترات المقاومة للمواد الكيميائية.

■ تطبيق بروتوكولات التعامل مع الانسكابات الكيميائية أو البيولوجية، والتخلص الآمن من النفايات المعملية.

قطاع التكنولوجيا والمختبرات

■ أنظمة التهوية والتحكم في التلوث:

- ضرورة وجود أنظمة تهوية محلية، مثل أغطية الأبخرة (Fume Hoods)، وخزائن السلامة البيولوجية (Biosafety Cabinets)؛ للحفاظ على بيئة عمل نظيفة وآمنة.
- الالتزام بمعايير غرف الضغط الإيجابي أو السلبي حسب نوع التجربة أو العينة.



■ غرف الضغط الإيجابي (Positive Pressure Rooms):

يُضخ فيها الهواء بحيث يكون الضغط داخل الغرفة أعلى من الخارج، والهدف هو منع دخول الملوثات من الخارج (مثل غرف العمليات في المستشفيات).

■ غرف الضغط السلبي (Negative Pressure Rooms):

يكون الضغط داخل الغرفة أقل من الخارج، والهدف هو منع خروج الملوثات أو الجراثيم من الغرفة إلى المناطق الأخرى (مثل غرف العزل لمرضى الأمراض المعدية).

■ السلامة الكهربائية والإلكترونية:

- فحص الأجهزة الإلكترونية والرقمية دورياً؛ لضمان خلوها من الأعطال.
- منع التوصيلات العشوائية واستخدام مصادر طاقة آمنة.
- تدريب العاملين على التعامل مع الدوائر المفتوحة وأجهزة الجهد العالي.



خزائن السلامة البيولوجية

■ مستويات السلامة البيولوجية (BSL):

مستويات السلامة البيولوجية هي درجات مختلفة من الحماية في المختبرات، حسب نوع الجراثيم أو الفيروسات، فكلما زادت خطورة الميكروبات، زادت درجة الحماية المطلوبة، وتوجد أربعة مستويات (BSL-1 إلى BSL-4) هي:

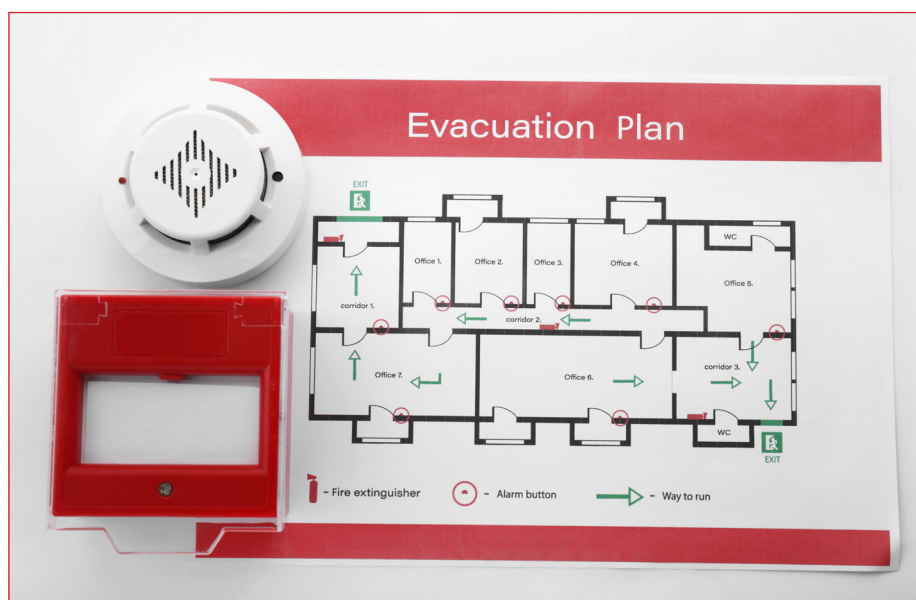
مستويات السلامة البيولوجية



المستوى	درجة الخطورة	مثال على الميكروبات	بيئة العمل
BSL-1	منخفضة	E. coli البسيطة	الجامعات والمدارس
BSL-2	متوسطة	السالمونيلا، والتهاب الكبد	المستشفيات والمختبرات
BSL-3	عالية	السل، وفيروسات تنفسية خطيرة	مختبرات الأبحاث
BSL-4	شديدة جداً	الإيبولا، ماربورغ	مختبرات خاصة جداً

ولابد من مراعاة ما يأتي في مستويات السلامة البيولوجية:

- الالتزام بمستويات السلامة من BSL-1 حتى BSL-4، بناءً على نوع الميكروبات أو المواد البيولوجية المستخدمة.
- تطبيق إجراءات صارمة في المختبرات BSL-3 و BSL-4، مثل استخدام أنظمة دخول متعددة، وضوابط هندسية معقدة، ومعدات حماية كاملة.
- إدارة الطوارئ والسلامة من الحرائق:
 - تركيب أجهزة إنذار وكواشف دخان ومطافئ مناسبة للمواد الكيميائية والكهربائية.
 - وضع خطط طوارئ واضحة، تشمل الإخلاء، والإسعافات الأولية، والإبلاغ عن الحوادث.
 - تدريب الموظفين والباحثين على محاكاة سيناريوهات الطوارئ.



خطة الإخلاء

الامتثال للوائح السلامة

(Compliance with Safety Regulations)

يُعد الامتثال للوائح السلامة وتنفيذها عنصراً محورياً في ضمان بيئة عمل آمنة ومستدامة، فبينما يُشير الامتثال إلى الالتزام بالمعايير القانونية والتنظيمية، يُركز التنفيذ على التطبيق العملي لهذه اللوائح عبر سياسات وإجراءات منهجية تهدف إلى الوقاية من المخاطر، وتقليل احتمالية وقوع الحوادث والإصابات المهنية. ويُساهم هذا النهج المتكامل في تعزيز الثقافة المؤسسية للأمان، وضمان استمرارية العمليات التشغيلية بكفاءة، إلى جانب حماية الموارد البشرية والمادية للمؤسسة، ومن هذا المنطلق، تُشكل لوائح السلامة إطاراً مرجعياً لتقييم الأداء وتحسينه، بما يدعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ويعزز الثقة والمصداقية لدى أصحاب المصلحة.



لوائح السلامة



الامتثال للوائح السلامة:

التزام المؤسسات بالقوانين واللوائح والمعايير التنظيمية والمهنية ذات الصلة بمجال عملها.

تنفيذ لوائح السلامة:

الآليات والإجراءات التي تُعتمد لضمان تنفيذ متطلبات الامتثال والتحقق من فاعليتها.

معايير الامتثال (Compliance Standards)

تمثل معايير الامتثال مجموعة من القواعد والإرشادات التي يتوجب على المؤسسات الالتزام بها لضمان سير عملياتها ضمن الإطارين القانوني والأخلاقي، وتُسهم هذه المعايير في تعزيز الالتزام بالقوانين واللوائح، وتشمل الآتي:

المجالات	المعايير
حماية البيانات (Data Protection)	■ اللائحة العامة لحماية البيانات (General Data Protection Regulation (GDPR)) - تنظيم صادر عن الاتحاد الأوروبي، ينظم كيفية معالجة البيانات الشخصية، ويلزم المؤسسات بحماية خصوصية الأفراد.
المعايير البيئية (Environmental Standards)	■ ISO 14001: معيار دولي لإدارة البيئة يحدد المتطلبات الخاصة بنظام إدارة بيئي فعال، يساعد المؤسسات على تحسين أدائها البيئي، وتقليل تأثيرها على البيئة. ■ اتفاقية باريس للمناخ (2015): اتفاقية دولية تهدف إلى الحد من الاحتباس الحراري، وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة، وتحث الدول الموقعة على وضع خطط وطنية للامتثال البيئي، وتطبيق إجراءات تقلل من التأثيرات المناخية السلبية. ■ نظام التصنيف البيئي للمباني (Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)) - معيار دولي يُستخدم لتقييم المباني من حيث كفاءتها البيئية واستهلاك الطاقة والمياه، ويشجع على تصميم منشآت صديقة للبيئة.
الصحة والسلامة المهنية (Occupational Health and Safety)	■ ISO 45001: معيار دولي يُعنى بأنظمة إدارة الصحة والسلامة المهنية، ويهدف إلى مساعدة المؤسسات على تحسين أدائها في مجال السلامة، وتقليل الحوادث والإصابات في بيئة العمل. ■ إدارة السلامة والصحة المهنية الأمريكية (OSHA): هي هيئة تنظيمية في الولايات المتحدة، تُعنى بوضع وتنفيذ معايير السلامة في أماكن العمل، وتعمل على ضمان بيئة عمل آمنة وصحية، من خلال التفتيش والتدريب والإرشاد، وفرض العقوبات عند اللزوم.

المعايير	المجالات
■ قانون غرام-ليتش-بلايلي (Gramm-Leach-Bliley Act (GLBA)) : ينظم هذا القانون خصوصية المعلومات المالية، ويلزم المؤسسات المالية بالكشف عن سياساتها؛ لحماية البيانات، وتوفير وسائل حمايتها من الاستخدام غير المصرح به.	الامتثال المالي والحوكمة (Financial Compliance and Governance)
■ معيار أمن بيانات بطاقات الدفع (Payment Card Industry Data Security Standard (PCI DSS)) : مجموعة من المعايير التي تُنظّم أمن المعاملات المالية الإلكترونية، خاصة تلك التي تتم عبر بطاقات الائتمان والخصم، وتهدف إلى الحد من حالات الاحتيال وسرقة البيانات. ■ ISO/IEC 27001 : معيار دولي لإدارة أمن المعلومات يضع إطاراً لإنشاء نظام إدارة متكامل لضمان سرية وتكامل وتوافر المعلومات في المؤسسات. ■ ضوابط الأنظمة والتنظيمات (Security Operations Center (SOC)) : معيار يُستخدم لتقييم أمن وموثوقية الأنظمة التي تقدم خدمات سحابية أو معالجة بيانات نيابة عن العملاء.	الأمن السيبراني والدفع الإلكتروني (Cybersecurity and Electronic Payment)

السياسات (Policies)



السياسات (Policies) :

مجموعة من المبادئ، والقواعد، والإرشادات الرسمية التي تعتمدها الإدارة العليا لتنظيم العمل الداخلي، وضبط سلوك الأفراد، وتوجيه عمليات اتخاذ القرار في مختلف المستويات التنظيمية.

تُعد السياسات المؤسسية أداة أساسية لتحقيق الانضباط الإداري، والامتثال القانوني، وتحقيق الكفاءة في الأداء، وتتضمن هذه السياسات أنواعاً شتى، منها الآتي:

- **السياسات الإدارية (Administrative Policies) :** تحدد هذه السياسات كيفية إدارة الموارد البشرية، وتوزيع المسؤوليات، وتنظيم الهيكل الإداري.
- **السياسات المالية (Financial Policies) :** تُنظّم الشؤون المالية داخل المؤسسة، مثل إعداد الميزانيات، وضبط المصروفات، وسياسات الشراء والمحاسبة.

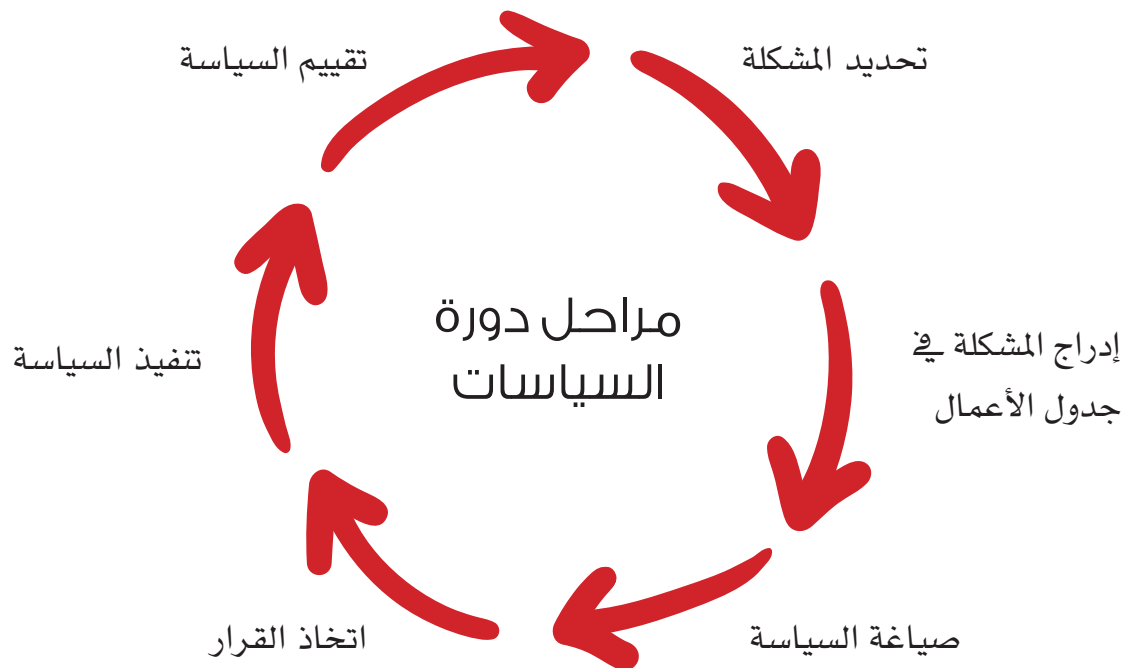
- **السياسات التشغيلية (Operational Policies):** تُرشد إلى كيفية تنفيذ الأنشطة اليومية والمهام التشغيلية وفقاً للمعايير المطلوبة، مثل سياسات الجودة وسلامة الإجراءات.
- **سياسات الصحة والسلامة المهنية (Occupational Health and Safety Policies):** تهدف إلى حماية العاملين وضمان بيئة عمل آمنة، وتشمل سياسات الوقاية من الحوادث، والتدريب على إجراءات الطوارئ.
- **سياسات تكنولوجيا المعلومات (Information Technology Policies):** تحدد قواعد استخدام الأجهزة الرقمية، وحماية المعلومات، والخصوصية الإلكترونية، وضمان أمن البيانات.
- **السياسات الأخلاقية والامتثال (Ethics and Compliance Policies):** تُرشد الموظفين إلى التصرف وفقاً لمبادئ النزاهة والشفافية، وتحدد آليات التعامل مع تعارض المصالح والسلوك غير المهني.

مراحل دورة السياسات (Stages of Policy Cycle)

تُعرف خطوات السياسات العامة غالباً باسم "دورة السياسة" أو "عملية السياسة العامة"، وهي سلسلة من المراحل التي تُوجّه تطوير السياسات وتنفيذها وتقييمها، وتتضمن هذه الدورة عادةً ست مراحل رئيسية، هي:

المرحلة	الوصف
تحديد المشكلة (Problem Identification)	تُعد هذه المرحلة الخطوة التمهيدية في دورة السياسة المؤسسية، حيث يتم التعرف على المشكلة العامة التي تتطلب تدخلاً، وتحليل أبعادها وأسبابها؛ لتحديد نطاقها وآثارها المحتملة على المجتمع أو المؤسسة.
إدراج المشكلة في جدول الأعمال (Agenda Setting)	بعد تحديد المشكلة، ينبغي طرحها على جدول أعمال صانعي القرار، وذلك بإثارة اهتمام الجهات المسؤولة، وتوضيح أهمية التدخل في هذه المسألة.
صياغة السياسة (Policy Formulation)	في هذه المرحلة تُقترح وتُصاغ سياسات مختلفة لمعالجة المشكلة المحددة، ويتطلب ذلك جمع البيانات، وتحليل الخيارات المتاحة، وتقييم النتائج المحتملة لكل خيار.

المرحلة	الوصف
اتخاذ القرار (Decision-Making)	يعتمد صانعو السياسات في هذه المرحلة على التحليلات السابقة لاختيار القرار الأنسب من بين الخيارات المطروحة، مع مراعاة التكاليف، والمخاطر، والآثار الاجتماعية والاقتصادية.
تنفيذ السياسة (Policy Implementation)	تشمل هذه المرحلة وضع السياسة المختارة موضع التطبيق الفعلي، من خلال وضع الإجراءات التنفيذية، وتخصيص الموارد اللازمة، والتواصل مع الجهات المعنية لضمان الامتثال والتعاون.
تقييم السياسة (Policy Evaluation)	بعد التنفيذ، تُقيّم السياسة لتحديد مدى فاعليتها في تحقيق الأهداف المرجوة، وقد يشمل التقييم مراجعة الأداء، واستخلاص الدروس المستفادة، والتوصية بتعديلات أو تحسينات مستقبلية.



توثيق السياسات (Policy Documentation)

توثيق السياسات هو عملية منهجية يتم فيها إعداد السياسات التنظيمية وصياغتها بلغة واضحة ومنسقة، وتوثيقها بصيغة مكتوبة، بحيث تصبح مرجعاً رسمياً يُعتمد عليه داخل المؤسسة، ويُعد هذا التوثيق مهماً للأسباب الآتية:

1 المرجعية الرسمية:

توفر السياسات الموثقة إطاراً قانونياً وإدارياً واضحاً يُحتكم إليه في مختلف الظروف.

2 الشفافية:

تساعد على توضيح المعايير والإجراءات، مما يقلل من الغموض وسوء الفهم.

3 الامتثال القانوني والتنظيمي:

تُساهم في ضمان التزام المؤسسة بالقوانين المحلية والدولية والمعايير المهنية.

4 المساءلة:

تُستخدم السياسات الموثقة كأساس لتقييم الأداء، وتحميل المسؤولية عند حدوث مخالفات.

5 الاستمرارية:

تساعد في الحفاظ على استقرار العمليات التنظيمية حتى إن كانت هناك تغييرات في القوى العاملة أو الهيكل الإداري.



توثيق السياسات

خطوات توثيق السياسات (Policy Documentation Steps)

تُعد خطوات توثيق السياسات عملية أساسية لضمان وضوح الإجراءات وتوحيد الممارسات داخل المؤسسة، فهي توفر إطاراً منهجياً يسهّل اعتماد السياسات ونشرها ومراجعتها بشكل دوري، بما يعزز الشفافية، ويضمن الالتزام بالمعايير التنظيمية، ويسهم في رفع كفاءة الأداء المؤسسي واستدامته، وتتمثل هذه الخطوات في الآتي:

- 1 **تحديد الحاجة إلى السياسة (Identifying Policy Need):**
رصد المشكلة أو المجال الذي يتطلب وضع سياسة واضحة.
- 2 **إعداد وصياغة السياسة (Drafting the Policy):**
صياغة محتوى دقيق وواضح يتضمن الأهداف والنطاق والمسؤوليات.
- 3 **المراجعة الداخلية (Internal Review):**
تدقيق السياسة من قبل المختصين أو اللجان ذات العلاقة؛ لضمان اتساقها مع الأنظمة والمعايير.
- 4 **الاعتماد والموافقة (Approval and Endorsement):**
الحصول على التصديق الرسمي من الإدارة العليا أو الجهة المخولة.
- 5 **التوثيق الرسمي (Official Documentation):**
حفظ السياسة في سجلات رسمية، وإدراجها ضمن دليل السياسات والإجراءات المؤسسية.
- 6 **النشر والتعميم (Dissemination and Communication):**
إيصال السياسة إلى جميع الموظفين والمعنيين لضمان فهمها والالتزام بها.
- 7 **التنفيذ والمتابعة (Implementation and Monitoring):**
تطبيق السياسة عملياً، ومراقبة مستوى الالتزام بتطبيقها.
- 8 **التقييم والمراجعة الدورية (Evaluation and Periodic Review):**
تحديث السياسة عند الحاجة لمواكبة التغيرات التنظيمية أو التشريعية.

إدارة وتقييم المخاطر

(Risk Management and Assessment)



إدارة المخاطر

تُعد عملية تقييم المخاطر (Risk Assessment) إحدى الركائز الأساسية في أنظمة إدارة السلامة والصحة المهنية، حيث تهدف هذه العملية إلى تحديد الأخطار في بيئة العمل، وتحليل المخاطر المرتبطة بها، ثم اتخاذ الإجراءات المناسبة للحد منها أو القضاء عليها.

المبادئ الأساسية لتقييم المخاطر

(Fundamental Principles of Risk Assessment)

تُعد المبادئ الأساسية لتقييم المخاطر (Fundamental Principles of Risk Assessment) إطاراً منهجياً يهدف إلى تحديد الأخطار، وتحليل المخاطر المرتبطة بها، بما يضمن وضع إجراءات وقائية فعالة تعزز السلامة، وتدعم استمرارية الأداء المؤسسي، وفيما يأتي المبادئ الأساسية لتقييم المخاطر:

1. التحديد المنهجي للأخطار (Systematic Hazard Identification):

يتطلب تقييم المخاطر البدء بتحديد شامل ومنهجي لجميع مصادر الخطر المحتملة في بيئة العمل.



تحليل احتمالية وشدة الخطر

2. تحليل احتمالية وشدة الخطر

(Analyzing Probability and Severity of Risk)

يشمل هذا المبدأ دراسة احتمالية وقوع الحادث، وتأثيره المحتمل على الأفراد أو الممتلكات أو البيئة.

3. تصنيف وتحديد أولويات المخاطر (Risk Classification and Prioritization):

تُصنّف المخاطر حسب خطورتها؛ لتحديد الأولويات في معالجتها، ما يسمح باستخدام الموارد بفاعلية.

4. تقييم كفاءة ضوابط التحكم (Evaluating Existing Control Measures):

يشمل مراجعة الإجراءات الحالية للوقاية أو الحماية، وتحديد مدى فاعليتها في تقليل مستويات الخطورة.

5. تقديم توصيات عملية (Providing Practical Recommendations):

يجب أن يؤدي تقييم المخاطر إلى تقديم حلول قابلة للتنفيذ؛ لتقليل المخاطر المحددة أو القضاء عليها.

6. المراجعة والتحديث الدوري (Periodic Review and Updates):

يُعد التقييم عملية ديناميكية يجب مراجعتها وتحديثها بانتظام وفقاً للتغيرات في بيئة العمل أو الحوادث السابقة.

■ دور تقييم المخاطر في إدارة المخاطر (The Role of Risk Assessment in Risk Management):

يُعد تقييم المخاطر مهماً في عملية إدارة المخاطر، وذلك للأسباب الآتية:

■ دعم اتخاذ القرار (Supporting Decision Making):

يساعد تقييم المخاطر على اتخاذ قرارات مبنية على الأدلة فيما يتعلق بالتحكم بالمخاطر وتخصيص الموارد.

■ تعزيز ثقافة السلامة (Enhancing Safety Culture):

يُسهم تقييم المخاطر في رفع الوعي لدى الموظفين بالمخاطر المحتملة، وتعزيز الالتزام بالإجراءات الوقائية.

■ الامتثال التنظيمي (Ensuring Regulatory Compliance):

يُعد التقييم أداة رئيسية لضمان التزام المؤسسة باللوائح والقوانين المحلية والدولية.

■ الحد من الحوادث والخسائر (Reducing Accidents and Losses):

من خلال تحديد المخاطر أولاً، يمكن تقليل الحوادث وما يترتب عليها من خسائر بشرية ومادية.

■ تحسين الأداء العام للمنشأة (Improving Overall Organizational Performance):

يوفر التقييم إطاراً استباقياً يُسهم في تحقيق الاستدامة، وتحسين الإنتاجية والجودة.

■ دور التحسين المستمر في عمليات تقييم المخاطر

:(The Role of Continuous Improvement in Risk Assessment Processes)



التحسين المستمر (Continuous Improvement) هو نهج إداري يهدف إلى التحسين التدريجي والمستمر للعمليات والأنظمة من خلال مراجعة الأداء، وتحديد أوجه القصور، وتطبيق إجراءات تصحيحية ووقائية بشكل متواصل، يُستخدم هذا المفهوم في العديد من المجالات، لا سيما في إدارة الجودة والسلامة، ويُعد من المبادئ الأساسية في نظم الإدارة الحديثة، مثل (ISO 9001) و (ISO 45001).

التحسين المستمر

ويُعد التحسين المستمر أحد الركائز الأساسية لنظم الإدارة الفعالة، وخاصة في مجال تقييم المخاطر في بيئات العمل، إذ إن تقييم المخاطر ليس عملية ثابتة أو حدثاً لمرة واحدة، بل هو إجراء ديناميكي يتطلب مراجعة وتحديثاً دورياً استجابةً للتغيرات في بيئة العمل، والتكنولوجيا، والمعايير التنظيمية، وأداء العمليات، وتكمن أهمية التحسين المستمر في الآتي:

- ضمان ملائمة أنظمة تقييم المخاطر وفعاليتها.
- تكيف أنظمة تقييم المخاطر مع التهديدات الناشئة والمتغيرات التشغيلية.
- تمكين المؤسسات من تعزيز قدرتها على التنبؤ بالمخاطر المحتملة.
- تحسين آليات الوقاية.
- تقليل احتمالية وقوع الحوادث.
- تعزيز ثقافة السلامة بشكل عام.

وتتجلى ممارسات التحسين المستمر في تقييم المخاطر من خلال الآتي:

1. المراجعة الدورية للتقييمات السابقة:

لتحليل فاعلية الإجراءات الموصى بها، وتحديد الثغرات التي ظهرت في التنفيذ أو الاستجابة.

2. استخدام مؤشرات الأداء الرئيسية

:(Key Performance Indicators (KPIs))

لمتابعة تطور الحالة الأمنية، ومدى تقليل المخاطر مع مرور الوقت.



3. التغذية الراجعة من العاملين والمراقبين:

لدمج الرؤى الواقعية المستخلصة من الميدان في تعديل التقييمات والإجراءات.

4. الاستفادة من الدروس المستخلصة من الحوادث السابقة:

بهدف تطوير سيناريوهات تقييم أكثر دقة، ومعالجة أوجه القصور السابقة.

5. اعتماد أدوات تحليل متقدمة وتقنيات حديثة:

مثل التحليلات التنبؤية أو البرمجيات الذكية؛ لتحديث طرق التقييم والتعامل مع المخاطر.

مبادئ ضمان الجودة

(Quality Assurance Principles)



ضمان الجودة

ضمان الجودة (Quality Assurance (QA) هو مجموعة الأنشطة المخططة والمنهجية التي تضمن تحقيق العمليات لمعايير الجودة في المنتج المطلوب، وذلك من خلال تطبيق سياسات وإجراءات رقابية وتدقيقية تركز على الوقاية من الأخطاء بدلاً من تصحيحها بعد وقوعها، بما يعزز الكفاءة والموثوقية، ويزيد من رضا المستفيدين. وتكمن أهمية ضبط الجودة في الآتي:

■ تحقيق رضا العملاء:

- يضمن تقديم منتجات أو خدمات تتوافق مع توقعات واحتياجات العملاء.
- يقلل من الشكاوى، ويزيد من الولاء للمنتج أو الخدمة.



رضا العملاء

■ الوقاية من الأخطاء والعيوب:

- بدلاً من اكتشاف الأخطاء بعد حدوثها، يعمل ضمان الجودة على منعها أثناء العمليات.
- يقلل من التكاليف المرتبطة بالإصلاح أو إعادة العمل.

■ تحسين العمليات المستمرة:

- يركز على تطوير وتحسين الإجراءات والخطوات العملية بشكل دائم.
- يزيد من كفاءة الإنتاج وجودة المخرجات.

■ الامتثال للمعايير والمواصفات:

- يساعد المؤسسة على الالتزام بالمعايير المحلية والدولية.
- يرفع من مصداقية المؤسسة في الأسواق.

■ زيادة القدرة التنافسية:

- المنتجات عالية الجودة تميز المؤسسة عن منافسيها.
- تؤدي المنتجات عالية الجودة إلى تحسين السمعة والثقة لدى العملاء والشركاء.

■ تقليل المخاطر التشغيلية:

- يقلل من احتمالية حدوث مشاكل خطيرة في المنتج أو الخدمة.
- يدعم اتخاذ قرارات مبنية على بيانات دقيقة وإجراءات فعّالة.

ضبط الجودة (Quality Control (QC))

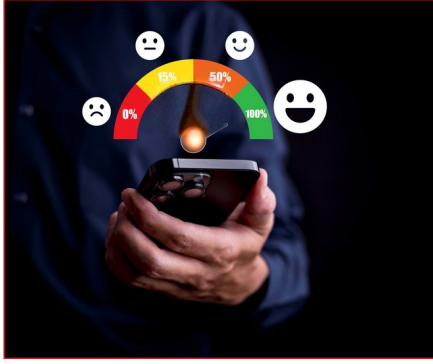


ضبط الجودة

ضبط الجودة (Quality Control (QC)) مجموعة الأنشطة التي تُستخدم لاكتشاف الأخطاء والعيوب في المنتج النهائي، وضمان مطابقتها للمواصفات، وفيما يأتي الفرق بين ضبط الجودة وضمان الجودة:

الجانب	ضمان الجودة (QA)	ضبط الجودة (QC)
التعريف	مجموعة الأنشطة المخططة والمنهجية التي تضمن تحقيق العمليات لمعايير الجودة في المنتج المطلوب.	مجموعة الأنشطة التي تُستخدم لاكتشاف الأخطاء والعيوب في المنتج النهائي، وضمان مطابقتها للمواصفات.
الهدف	الوقاية (Preventive) من الأخطاء قبل حدوثها.	اكتشاف وتصحيح الأخطاء بعد حدوثها (Detective/Corrective).
التركيز	على العمليات والإجراءات المستخدمة لإنتاج المنتج.	على المنتج النهائي أو المخرجات للتأكد من جودتها.
الطبيعة	استباقية (Proactive).	تفاعلية/تصحيحية (Reactive).

■ أهمية ضبط الجودة:



مستوى رضا العملاء

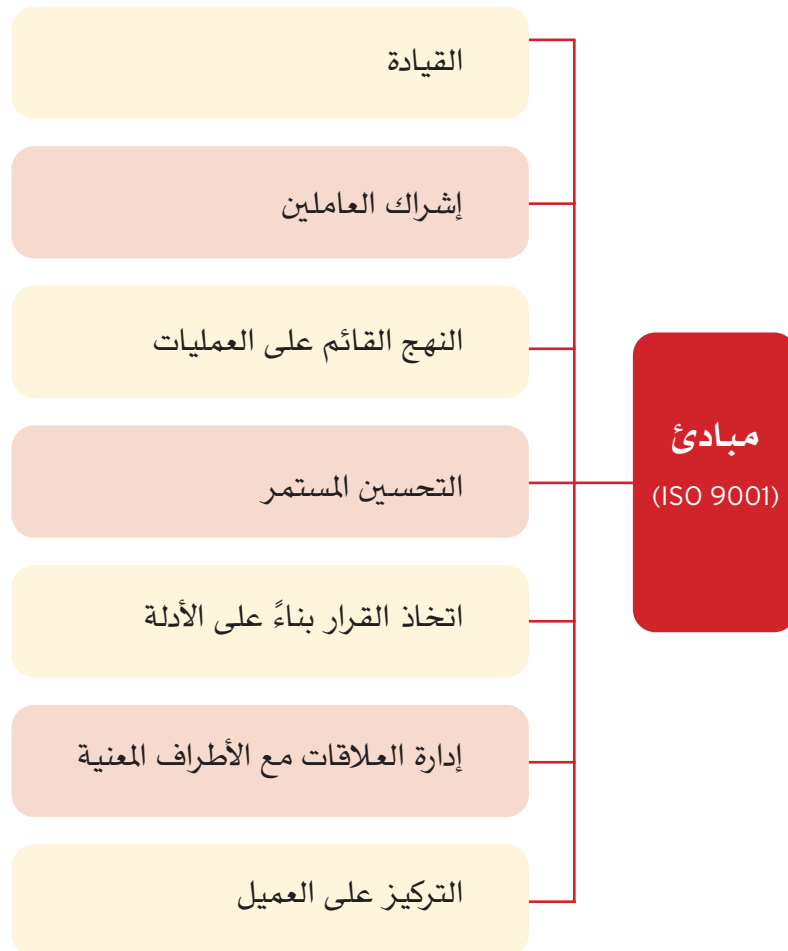
تكمُن أهمية ضبط الجودة في الآتي:

- **تحقيق رضا العملاء:**
يُسهم ضبط الجودة في تقديم منتجات أو خدمات خالية من العيوب، ما يؤدي إلى زيادة ثقة العملاء ورضاهم.
- **الكشف المبكر عن العيوب:**
يساعد ضبط الجودة في الكشف المبكر عن العيوب أو الانحرافات عن المواصفات، مما يتيح تصحيحها قبل وصول المنتج إلى السوق.
- **تقليل التكاليف:**
من خلال تقليل نسبة المنتجات المعيبة وتقليل الهدر، يُسهم ضبط الجودة في خفض التكاليف المرتبطة بالإصلاح أو الإرجاع أو سحب المنتجات.
- **تحسين الكفاءة الإنتاجية:**
يؤدي ضبط الجودة إلى تحسين كفاءة العمليات، وتقليل الوقت والموارد المهدرة نتيجة الأخطاء المتكررة.
- **تعزيز سمعة المؤسسة:**
يعزز الالتزام بمعايير الجودة من سمعة المؤسسة في السوق، ويزيد من قدرتها التنافسية.
- **تحقيق الالتزام بالمعايير التنظيمية:**
يساعد ضبط الجودة في الامتثال للقوانين واللوائح والمعايير المحلية والدولية، مثل ISO و OSHA وغيرها، مما يجنب المؤسسة المخاطر القانونية.
- **التحسين المستمر:**
من خلال المراقبة الدورية والتحليل، يُسهم ضبط الجودة في التحسين المستمر للعمليات والمنتجات.
- **تقليل نسب المرتجعات والشكاوى:**
المنتج ذو الجودة الثابتة يقلل من احتمالات إرجاع المنتجات أو تقديم الشكاوى، مما يُسهم في تعزيز سمعة المؤسسة.

أنظمة إدارة الجودة (Quality Management Systems (QMS))

أنظمة إدارة الجودة هي إطار متكامل من السياسات والعمليات والإجراءات التي تنفذها المؤسسة لضمان جودة المنتجات والخدمات، ومن أبرز أنظمة الجودة:

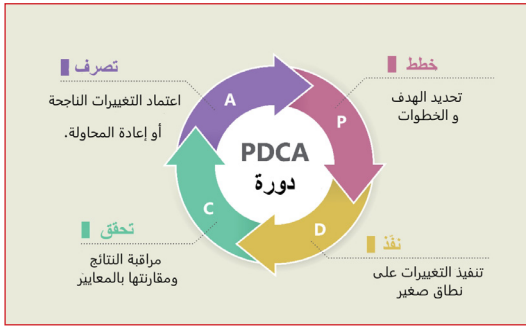
- (ISO 9001) المعيار الدولي الأكثر استخداماً لأنظمة إدارة الجودة، ويعتمد على المبادئ الآتية:



التحسين المستمر (Continuous Improvement)

التحسين المستمر هو نهج إداري يهدف إلى التحسين المتدرج والدائم في جودة العمليات والمنتجات، ومن أبرز أساليبه ما يأتي:

1. دورة (PDCA) خطط، نفذ، تحقق، تصرف (Plan-Do-Check-Act):



دورة (PDCA)

■ خطط: تحديد الهدف والخطوات.

■ نفذ: تنفيذ التغييرات على نطاق صغير.

■ تحقق: مراقبة النتائج ومقارنتها بالمعايير.

■ تصرف: اعتماد التغييرات الناجحة، أو إعادة المحاولة.

2. الكايزن (Kaizen):



الكايزن

مفهوم ياباني يركز على التحسينات اليومية الصغيرة التي تحدث فروقاً تراكمية كبيرة على المدى الطويل، حيث يهدف إلى زيادة الكفاءة، وتقليل الهدر، وتحسين الجودة دون تغييرات جذرية أو مكلفة، ويقوم على مبدأ استمرار التحسين.

3. سيغما ستة (Six Sigma):



هي منهجية تهدف إلى تحسين جودة العمليات من خلال تقليل الأخطاء والعيوب إلى حد أدنى، والوصول إلى معدل لا يتجاوز 3.4 عيب لكل مليون فرصة لحدوث الخطأ أو العيب، أي ما يعادل نسبة كفاءة 99.99966% تقريباً، حيث

تركز على تحليل البيانات واتخاذ قرارات مبنية على الحقائق لتحسين الأداء وزيادة رضا العملاء، وتعتمد على خطوات منهجية تُعرف بـ (DMAIC) يوضحها الجدول الآتي:

المرحلة	الإجراء	الشرح
D	التحديد (Define)	تحديد متطلبات العملاء وأهداف الجودة.
M	القياس (Measure)	تحديد معايير القياس.
A	التحليل (Analyze)	تحليل الخيارات والبدائل.
I	التحسين (Improve)	تصميم العملية أو المنتج الجديد.
C	التحكم (Control)	التحقق من أن التصميم يلبي المتطلبات.

4. تحليل الأسباب الجذرية (Root Cause Analysis):

يُستخدم لتحديد الأسباب الأساسية للمشاكل وتفاديها مستقبلاً.



إدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management (TQM))



إدارة الجودة الشاملة

تُعد إدارة الجودة الشاملة (TQM) منهجًا إداريًا يهدف إلى التحسين المستمر في جميع جوانب أنشطة المنظمة، من خلال إشراك جميع العاملين، وبالاعتماد على اتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات، والتركيز على تلبية احتياجات العملاء، وتسعى إدارة الجودة الشاملة إلى ترسيخ ثقافة تنظيمية تركز على الجودة بوصفها عنصرًا إستراتيجيًا أساسيًا لتحقيق التميز المؤسسي.

المبادئ الأساسية لإدارة الجودة الشاملة:

تقوم إدارة الجودة الشاملة على مجموعة من المبادئ الأساسية التي تشكل الإطار العام لضمان الجودة المستمرة والتحسين المستمر، وتشمل هذه المبادئ ما يأتي:

1. التركيز على العميل:

يُعد فهم احتياجات وتوقعات العملاء وتلبيتها أولوية قصوى، حيث يمثل رضا العميل المعيار الأساسي لنجاح المؤسسة.

2. التحسين المستمر:

لا تُعد إدارة الجودة الشاملة إصلاحًا لمرة واحدة، بل هي عملية مستمرة تهدف إلى رفع كفاءة الأداء، وتطوير العمليات والمنتجات باستمرار.

3. مشاركة العاملين:

تُشرك إدارة الجودة الشاملة جميع العاملين في المؤسسة في عمليات التحسين والجودة، بدءًا من الإدارة العليا إلى الموظفين في الخطوط الأمامية.

4. إدارة العمليات:

تركز إدارة الجودة الشاملة على تحسين العمليات المؤسسية بوصفها الأساس الذي تُبنى عليه جودة المنتجات والخدمات.



التحسين المستمر

5. اتخاذ القرارات المبنيّة على الحقائق:

تعتمد إدارة الجودة الشاملة على البيانات والإحصائيات الدقيقة لاتخاذ قرارات سليمة تتعلق بالجودة.



العمل الجماعي

6. العمل الجماعي:

تشجع إدارة الجودة الشاملة على التعاون والعمل ضمن فرق؛ لضمان تحقيق الأهداف المتعلقة بالجودة.

7. النهج الإستراتيجي:

تُدمج الجودة في الإستراتيجية العامة للمؤسسة؛ لضمان استدامة الأداء والقدرة التنافسية.

ممارسات ضمان الجودة في القطاعات المختلفة:

يُعدّ ضمان الجودة (Quality Assurance) أحد المكونات الأساسية في إدارة الجودة الشاملة، ويهدف إلى التأكد من أن المنتجات أو الخدمات المقدمة تلبّي متطلبات الجودة المحددة سابقاً، وتختلف ممارسات ضمان الجودة من قطاع إلى آخر حسب طبيعة العمليات والمخرجات، إلا أنها جميعاً تتقاطع في المبادئ الأساسية التي تشمل الوقاية من العيوب، والتحسين المستمر، والامتثال للمعايير.



ضمان الجودة

قطاع التصنيع:



قطاع التصنيع

في قطاع التصنيع، يُركز ضمان الجودة على ضبط العمليات الإنتاجية، والتحكم في جودة المواد الأولية والمنتجات النهائية، وتشمل الممارسات في هذا القطاع ما يأتي:

- اعتماد معايير (ISO 9001) لضمان جودة العمليات.
- إجراء اختبارات دورية للمنتجات في مراحل مختلفة من الإنتاج.
- استخدام أدوات تحليل إحصائية لضبط الجودة، مثل مخططات السيطرة (Control Charts).
- تدريب العمال على تنفيذ إجراءات التشغيل القياسية (SOPs).

القطاع الصحي:

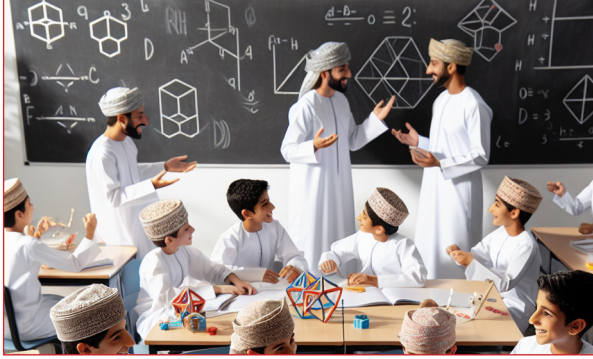


القطاع الصحي

يُعد ضمان الجودة في المؤسسات الصحية أمراً حيوياً للحفاظ على سلامة المرضى وتحسين الخدمات الطبية، ومن أبرز الممارسات في هذا القطاع ما يأتي:

- تطبيق معايير الاعتماد الصحي مثل الاعتماد الدولي للمستشفيات (Joint Commission International (JCI)).
- متابعة مؤشرات الأداء السريري والجودة مثل (نسب العدوى داخل المستشفيات).
- تنفيذ برامج تحسين الجودة المستندة إلى بيانات المرضى وملحوظاتهم.
- مراجعة وتحديث السياسات والإجراءات الطبية باستمرار.

قطاع التعليم:



قطاع التعليم

يتم التركيز في المؤسسات التعليمية على جودة العملية التعليمية، وتحقيق مخرجات تعليمية تتوافق مع الأهداف الأكاديمية، ومن الممارسات الشائعة في هذا القطاع ما يأتي:

- تطوير خطط دراسية قائمة على نتائج التعلم.
- إجراء اختبارات دورية للمنتجات في مراحل مختلفة من الإنتاج.
- تقييم أداء المعلمين والطلبة بانتظام.
- الالتزام بمعايير الاعتماد الأكاديمي الوطنية والدولية.
- إشراك الطلبة وأولياء الأمور في عمليات تحسين الجودة.

قطاع تكنولوجيا المعلومات:



قطاع تكنولوجيا المعلومات

يُركز ضمان الجودة في قطاع البرمجيات وتكنولوجيا المعلومات على جودة البرمجيات وسلامتها وأدائها، وتشمل الممارسات في هذا القطاع ما يأتي:

- تطبيق معايير مثل معيار ISO/IEC 25010 لجودة البرمجيات.
- إجراء اختبارات قبول المستخدم (User Acceptance Testing (UAT)) واختبارات التكامل.
- توثيق العمليات التطويرية والاختبارات البرمجية.
- مراجعة الرمز البرمجي، وتحليله للكشف عن الثغرات.

قطاع الأغذية:



قطاع الأغذية

يُعدّ ضمان جودة وسلامة الأغذية أمراً أساسياً لحماية صحة المستهلكين، وتشمل الممارسات في هذا القطاع ما يأتي:

- الامتثال لمعايير سلامة الغذاء، مثل (HACCP) و (ISO 22000).
- فحص المواد الخام والمكونات قبل التصنيع.
- مراقبة درجات الحرارة، وطرق التخزين والنقل.
- إجراء اختبارات ميكروبيولوجية وكيميائية على المنتجات النهائية.

تدقيق السلامة والجودة

(Safety and Quality Auditing)



يُعدُّ التدقيق عملية منهجية ومنظمة تهدف إلى جمع الأدلة الموضوعية وتقييمها بشكل مستقل، بغرض تحديد مدى التزام الأنشطة أو العمليات أو الأنظمة بالمعايير والسياسات والإجراءات المعتمدة. ويسهم التدقيق في تعزيز الشفافية والمساءلة، والكشف عن فرص التحسين، وضمان الاستخدام الأمثل للموارد، مما يجعله أداة أساسية في دعم الحوكمة الرشيدة وتحقيق الأهداف المؤسسية بكفاءة وفاعلية.

■ تدقيق السلامة (Safety Audit):

تدقيق السلامة (Safety Audit) عملية منظمة يتم فيها جمع معلومات لتقييم كفاءة وفاعلية نظام إدارة السلامة والصحة المهنية في المؤسسة، وتكمن أهميتها في الآتي:

■ التحقق من الامتثال للأنظمة والتشريعات:

التأكد من التزام المؤسسة بالقوانين الوطنية والدولية ذات الصلة بالسلامة والصحة المهنية مثل لوائح (OSHA) أو (ISO 45001).



نظام إدارة السلامة

■ تقييم فاعلية نظام إدارة السلامة:

قياس مدى تطبيق نظام إدارة السلامة (HSE Management System) على أرض الواقع، ومدى فاعليته في الحد من الحوادث والإصابات.

■ تحديد المخاطر ومواطن الضعف:

اكتشاف الظروف غير الآمنة أو السلوكيات الخاطئة، التي قد تؤدي إلى حوادث عمل أو تأثيرات بيئية سلبية.

■ تحليل الحوادث السابقة وإجراءات الوقاية:

مراجعة الحوادث السابقة، والتحقيق في أسبابها ومدى تطبيق الإجراءات التصحيحية والوقائية.

■ تحسين الأداء والسلامة المستدامة:

اقتراح تدابير تطويرية لتعزيز ثقافة السلامة والوقاية من المخاطر، وتحقيق تحسين مستمر في الأداء.

■ تعزيز وعي العاملين ومشاركتهم:

التحقق من مدى تدريب العاملين وفهمهم للسياسات والإجراءات، وتشجيعهم على الالتزام بالممارسات الآمنة.

■ تحقيق التكامل بين السلامة وجودة العمل:

ضمان أن ممارسات السلامة لا تعرقل الإنتاجية، بل تعززها، وتسهم في تقليل التكاليف الناتجة عن الحوادث.



تعزيز وعي العاملين

■ تدقيق الجودة (Quality Audit):

تدقيق الجودة (Quality Audit) هو عملية فحص منهجية ومنظمة لنظام الجودة المطبق داخل المؤسسة، ويقوم بها مدقق داخلي أو خارجي مختص، أو فريق تدقيق معتمد، حيث يتم إجراء هذا التدقيق عادة في فترات زمنية محددة سابقا وفق خطة مدروسة.

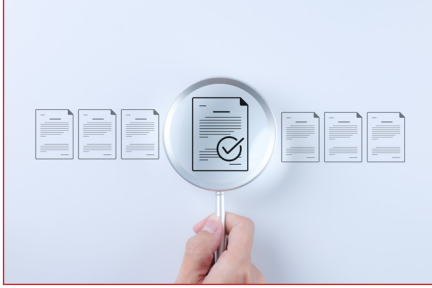


ISO 9001

يهدف تدقيق الجودة إلى تقييم فاعلية نظام إدارة الجودة داخل المؤسسة، والتأكد من مدى توافقه مع المعايير المعتمدة مثل ISO 9001 وذلك من خلال الآتي:

■ التحقق من الامتثال للمعايير والأنظمة:

ضمان أن المؤسسة تلتزم بجميع السياسات، والإجراءات، والمعايير الوطنية والدولية المعتمدة للجودة.



■ تقييم فاعلية نظام إدارة الجودة:

تحليل مدى قدرة النظام الحالي على تحقيق الأهداف المرجوة من الجودة، ومدى تكامله في العمليات التشغيلية.

■ كشف نقاط القوة والضعف:

تحديد الجوانب التي تعمل بكفاءة عالية، وتلك التي تحتاج إلى تحسين أو تصحيح.

■ تعزيز التحسين المستمر:

تحفيز عمليات التحسين الدائم في الأداء والجودة، من خلال تقديم توصيات مبنية على نتائج التدقيق.

■ توفير أساس لاتخاذ قرارات مبنية على البيانات:

تقديم معلومات دقيقة تستطيع الإدارة استخدامها لتطوير إستراتيجيات الجودة واتخاذ قرارات فعالة.

■ تحسين رضا العملاء:

العمل على رفع مستوى رضا العملاء من خلال ضمان تقديم منتجات وخدمات بجودة عالية ومتسقة.

■ توثيق الأداء وضمن الشفافية:

توفير تقارير رسمية وشاملة، توثق مدى التزام المؤسسة بجودة العمليات، وتوفير مرجعاً للمراجعات المستقبلية.

ويوضح الجدول الآتي الفرق بين تدقيق السلامة وتدقيق الجودة:

العنصر	تدقيق السلامة (Safety Audit)	تدقيق الجودة (Quality Audit)
التعريف	عملية منظمة لتقييم مدى التزام المؤسسة بأنظمة السلامة والصحة المهنية.	فحص منهجي لنظام إدارة الجودة في المؤسسة؛ للتأكد من مطابقته للمعايير.
الهدف الأساسي	ضمان سلامة الموظفين، وتقليل الحوادث والمخاطر في بيئة العمل.	ضمان جودة المنتجات أو الخدمات، وتحسين العمليات والإجراءات.
الجهة المنفذة	قسم السلامة في المؤسسة، أو جهات رقابية خارجية.	فريق داخلي للجودة، أو مدققون خارجيون معتمدون.
المعايير المستخدمة	القوانين المحلية والدولية للسلامة، مثل OSHA، ISO 45001.	معايير إدارة الجودة، مثل ISO 9001.
التركيز الأساسي	التركيز على ممتلكات المؤسسة، وسلوكيات العمل، ومعدات الوقاية، والتدريب.	التركيز على العمليات، والإجراءات، والمنتجات، ورضا العملاء.
النتائج المتوقعة	تقارير تحدد المخاطر المحتملة، وخططاً لتحسين بيئة العمل وتقليل الحوادث.	تقارير تحدد الانحرافات عن معايير الجودة، وخططاً للتحسين المستمر.
التواتر	تُجرى دورياً (ربع سنوي/سنوي) أو عند الحاجة.	تُجرى في فترات محددة سابقاً أو حسب متطلبات النظام أو العميل.

الخطوات الرئيسية في عملية تدقيق السلامة والجودة (Main Steps in Safety and Quality Audit Process)

تتم عملية تدقيق السلامة والجودة وفق خطوات منهجية ومنظمة هي:

1- تخطيط التدقيق (Audit Planning)، ويشمل الآتي:



تخطيط التدقيق

- تحديد أهداف التدقيق ونطاقه.
- اختيار فريق التدقيق المؤهل.
- جمع المعلومات الأولية عن المؤسسة أو العملية المستهدفة.

2- إعداد برنامج التدقيق (Audit Program Development)،

ويشمل الآتي:



إعداد برنامج التدقيق

- وضع خطة زمنية مفصلة.
- تحديد الأدوات والأساليب المستخدمة، مثل الاستبانات، وقوائم المراجعة، والمقابلات.

3- مراجعة الوثائق (Document Review)، ويشمل

الآتي:



مراجعة وثائق التدقيق

- تحليل السياسات والإجراءات والسجلات ذات الصلة.
- التحقق من مدى توافق الوثائق مع المعايير والمتطلبات القانونية أو الدولية.

4- تنفيذ التدقيق الميداني (On-site Audit)، ويشمل الآتي:



التدقيق الميداني

- زيارة الموقع وجمع البيانات من خلال المراقبة المباشرة.
- إجراء مقابلات مع العاملين والإدارة.
- تسجيل الملاحظات والانحرافات عن المعايير المحددة (إن وُجدت).

5- تحليل النتائج (Audit Findings Analysis)، ويشمل الآتي:



تحليل النتائج

- مقارنة البيانات التي تم جمعها مع المعايير المحددة.
- تصنيف الملاحظات إلى امتثال، أو ملحوظات طفيفة، أو حالات عدم امتثال جوهرية.

6- إعداد تقرير التدقيق (Audit Report Preparation)، ويشمل الآتي:



تقرير التدقيق

- صياغة تقرير رسمي يتضمن:
 - النتائج التفصيلية.
 - التوصيات.
 - نقاط التحسين.
 - إجراءات تصحيحية مقترحة.
- مشاركة التقرير مع الإدارة العليا.

7- متابعة الإجراءات التصحيحية (Corrective Action Follow-up)، ويشمل الآتي:



- التأكد من تنفيذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المحدد.
- التأكد من مدى فاعلية هذه الإجراءات وقدرتها على معالجة جميع حالات عدم الامتثال.

وعند القيام بعملية لا بد من اتباع ممارسات مثالية لتحقيق التقييم وفق أفضل النتائج، ومن هذه الممارسات الآتي:

الممارسة	الوصف
وضع أهداف واضحة للتدقيق	يجب تحديد الهدف من التدقيق سابقا (مثل: التحقق من الامتثال، أو تقييم المخاطر، أو تحسين الأداء)، ويجب أن تكون الأهداف واضحة تساعد في توجيه فريق التدقيق وتحقيق نتائج دقيقة.
تكوين فريق تدقيق مؤهل	يتعين اختيار مدققين ذوي خبرة وكفاءة فنية ومعرفة بالمعايير المعتمدة (مثل ISO 45001 أو ISO 9001)، إضافة إلى القدرة على التواصل والتحليل.
إعداد خطة تدقيق مفصلة	تتضمن تحديد نطاق التدقيق، والجدول الزمني، والوثائق المطلوبة، والأقسام المستهدفة. فوجود خطة دقيقة يضمن شمولية العملية وسيرها بسلاسة.
مراجعة الوثائق والسياسات أولا	يجب تحليل السياسات والإجراءات وسجلات الأداء قبل البدء الميداني؛ لتكوين تصور أولي عن نظام الجودة والسلامة.
إجراء مقابلات وملحوظات ميدانية مباشرة	يسهم التواصل مع العاملين والمشرفين وفحص بيئة العمل فعليا في رصد الممارسات الواقعية ومدى الالتزام بها.
استخدام قوائم مراجعة قائمة على المعايير	تساعد في ضمان التغطية الكاملة لجميع عناصر التدقيق، وتقلل من احتمالية التغاضي عن نقاط مهمة.
التركيز على التحسين المستمر وليس الامتثال فقط	يجب ألا يكون الهدف هو كشف الأخطاء فقط، بل تقديم توصيات لتحسين العمليات، وتقليل المخاطر، وتعزيز الجودة.
كتابة تقرير موضوعي وواضح	يجب أن يتضمن التقرير نتائج دقيقة، وأدلة داعمة، وتوصيات عملية، وتصنيفات لمستوى الخطورة أو الأولوية.
مشاركة النتائج بشفافية مع الإدارة	مشاركة التقرير مع الجهات المعنية يعزز الشفافية، ويشرك الإدارة في تبني الإجراءات التصحيحية.
متابعة تنفيذ الإجراءات التصحيحية والتحسينية	من المهم التأكد من تطبيق التوصيات ومراقبة فاعليتها ضمن فترة زمنية محددة.

نتائج التدقيق (Audit Findings)



نتائج التدقيق (Audit Findings):

هي الملاحظات والاستنتاجات التي يتم التوصل إليها من خلال عملية التدقيق (Audit Process)، التي تعكس مدى الالتزام بالمعايير والسياسات والإجراءات المعتمدة.

تُعد نتائج التدقيق (Audit Findings) انعكاسًا موضوعيًا لمدى الالتزام بالمعايير والإجراءات المطبقة، فهي توفر رؤية شاملة حول نقاط القوة ومجالات التحسين داخل المنظمات، وتمثل هذه النتائج مدخلًا رئيسيًا لاتخاذ القرارات التصحيحية والوقائية، بما يعزز كفاءة الأداء، ويضمن التحسين المستمر، وتشمل نتائج التدقيق ما يأتي:

■ عدم المطابقة ((Non-Conformity (NCR):

هو الفشل في تلبية متطلب أو معيار محدد، سواء كان هذا المتطلب منصوصًا عليه في قوانين، أو لوائح، أو مواصفات فنية، أو معايير دولية، أو إجراءات داخلية معتمدة، ويُعد عدم الامتثال مؤشرًا على وجود خلل في النظام أو العملية قد يؤثر سلبًا على جودة المخرجات أو كفاءة الأداء، وتشمل أنواع عدم المطابقة الآتي:

النوع	الوصف
عدم مطابقة حرجية (Major NCR)	انحراف كبير يؤثر على المنتج أو الخدمة، ويهدد السلامة أو الامتثال القانوني. ■ مثال: استخدام مواد غير مطابقة للمواصفات.
عدم مطابقة طفيفة (Minor NCR)	انحراف لا يؤثر مباشرة على جودة المنتج، لكنه يمثل خللاً في الالتزام بالإجراءات. ■ مثال: نقص في توثيق عملية.
عدم مطابقة نظامية (Systemic NCR)	خلل في نظام الإدارة بأكمله. ■ مثال: غياب سياسات، أو ضعف في الرقابة الداخلية.
عدم مطابقة متكررة (Repeated NCR)	حالة تم الإبلاغ عنها سابقاً ولم يتم تصحيحها بشكل فعال، أو تكررت لاحقاً. ■ مثال: تسرب زيت مرة أخرى بعد شهر.

■ الإبلاغ عن حالات عدم المطابقة (Non-Conformance Reporting (NCR)):

تُعَدُّ عملية الإبلاغ عن حالات عدم المطابقة (Non-Conformance Reporting (NCR)) من الأدوات الأساسية في نظم إدارة الجودة والبيئة والصحة والسلامة، حيث تهدف إلى الكشف المنهجي عن الانحرافات عن المعايير المعتمدة، سواء في المنتجات، أو العمليات، أو الخدمات أو السلوكيات التنظيمية.

خطوات الإبلاغ عن حالات عدم المطابقة:

يمر الإبلاغ عن حالة عدم المطابقة بعدة خطوات منظمة، تهدف إلى التوثيق والمعالجة والتحسين المستمر، وتتمثل هذه الخطوات فيما يأتي:

1 اكتشاف الحالة (Detection):

- يتم رصد الحالة من قبل موظف، أو مَراجع داخلية، أو جهة خارجية.
- قد تكون الحالة ناتجة عن فحص روتيني، أو تدقيق، أو شكاوى العملاء، أو مراقبة أداء العمليات.

2 التوثيق (Documentation):

- يُسجل الحدث في نموذج خاص لحالة عدم المطابقة (NCR Form).
- تشمل البيانات:

- رقم المرجع.
- التاريخ.
- الجهة/الموقع.
- نوع الحالة (حرجة/غير حرجة).
- وصف مفصل لعدم المطابقة.

3 تصنيف نوع عدم المطابقة (Classification):

- يتم تصنيف الحالة إلى نوعها المناسب.

4 تحليل السبب الجذري (Root Cause Analysis):

- تُستخدم أدوات مثل طريقة "اللمazات الخمس" لتحديد مصدر المشكلة الحقيقي.



طريقة اللمazات الخمس (5 why):

أداة لتحليل السبب الجذري للمشكلات تعتمد على طرح سؤال "لماذا؟" عدة مرات (عادة خمس مرات)، بحيث يبنى كل سؤال على إجابة السؤال الذي قبله، بهدف الوصول إلى السبب الأساسي للمشكلة بدلاً من الاكتفاء بمعالجة الأعراض فقط.

5 تحديد الإجراءات التصحيحية والوقائية (Corrective & Preventive Actions):

- اقترح ما يجب فعله فوراً لتصحيح الوضع، وما يجب تنفيذه مستقبلاً لتجنبه.

6 الموافقة والمتابعة (Approval & Follow-up):

- مراجعة الإجراءات المقترحة من قبل الجهة المختصة.
- متابعة النتائج؛ للتأكد من فاعلية المعالجة.

7 الإغلاق (Closure):

- إغلاق الحالة رسمياً بعد التأكد من تنفيذ الإجراءات ونجاحها.
- الاحتفاظ بسجلات الحالة ضمن نظام التوثيق المؤسسي.

الملحوظات (Observations)

هي ملحوظات من المراجع أو الموظف لا ترتقي لدرجة عدم مطابقة، لكنها تُشير إلى وجود سلوك أو ممارسة قد تتحول لاحقاً إلى خلل، ومن أمثلتها ما يأتي:

- عدم تحديث دليل الإجراءات رغم تغيير النظام.
- وجود تفاوت في تطبيق الإجراءات بين الأقسام.

مجالات التحسين (Areas for Improvement)

تُشير إلى فرص غير مستغلة لتطوير الأداء أو رفع الكفاءة، وهي نقاط تظهر فرصة لتحسين الأداء أو العمليات، دون أن تكون مخالفة صريحة، ومن أمثلة على مجالات التحسين ما يأتي:

- تحسين عملية التدريب؛ لضمان الفهم الكامل للإجراءات.
- دمج أنظمة التتبع الإلكتروني؛ لتقليل الأخطاء الورقية.
- تقليص زمن دورة العمل من خلال تسهيل العمليات.

الاستجابة للطوارئ وإدارة الأزمات

(Emergency Response and Crisis Management)



إدارة الأزمات

(Crisis Management):

هي مجموعة من السياسات والإجراءات والإستراتيجيات التي تعتمدها المؤسسة للاستعداد للأزمات المحتملة، والاستجابة لها بكفاءة عند وقوعها، ثم التعافي منها بأقل خسائر ممكنة.

تُعد الاستجابة للطوارئ وإدارة الأزمات من الركائز الأساسية في منظومات الإدارة الحديثة، حيث تمثل الإطار المؤسسي والتنفيذي الذي يتيح للمنظمات مواجهة التهديدات المفاجئة والحوادث غير المتوقعة بكفاءة، وتتنوع الأزمات بين كوارث طبيعية، وحوادث صناعية، وانقطاعات تشغيلية، وأزمات صحية أو أمنية، مما يستدعي وجود أنظمة متكاملة قادرة على التحليل السريع، واتخاذ القرارات المناسبة، وتنفيذ إجراءات احتواء الأضرار واستعادة الاستقرار.

لا ترتبط فاعلية الاستجابة للطوارئ بسرعة التحرك فقط، بل تعتمد على مدى جاهزية المنظمة، وتوافر خطط مدروسة سابقا، وتدريب العاملين على تنفيذ الأدوار المحددة بدقة، كما ترتبط إدارة الأزمات بالقدرة على التنسيق بين الأطراف الداخلية والخارجية، والتواصل الفعّال مع أصحاب المصلحة، وتقليل الخسائر البشرية والمادية، وضمان استمرارية الأعمال.

وفي ضوء التحديات المتزايدة في بيئات العمل المعاصرة، أصبح

من الضرورة أن تدمج المؤسسات مفاهيم الاستجابة للطوارئ وإدارة الأزمات في إستراتيجياتها التشغيلية، وأن تُفعل نظم الإنذار المبكر، وتحاكي السيناريوهات المحتملة، بما يُسهم في تعزيز المرونة المؤسسية، وتحقيق بيئة عمل آمنة ومستقرة.



أهمية تخطيط الاستجابة للطوارئ (Importance of Emergency Response Planning)

يُعد تخطيط الاستجابة للطوارئ عنصراً جوهرياً في منظومات إدارة المخاطر الحديثة، ويشكل إطاراً استباقياً يهدف إلى حماية الأرواح والممتلكات، وضمان استمرارية الأعمال عند وقوع الحوادث المفاجئة أو الكوارث، ويعتمد هذا النوع من التخطيط على منهج علمي يُقيّم المخاطر المحتملة، ويُعدّ الإجراءات اللازمة للتعامل معها بفاعلية، ويُساهم في تعزيز بيئة عمل آمنة ومستقرة، وفيما يأتي أهمية تخطيط الاستجابة للطوارئ:

الأهمية	الشرح
الوقاية والتقليل من آثار الحوادث	لا يقتصر الهدف الأساسي من تخطيط الطوارئ على التصدي للحدث بعد وقوعه، بل يتّسع ليشمل الوقاية السابقة، والتقليل من احتمالية حدوثه، ومن خلال التحليل المنهجي للمخاطر (Risk Assessment)، تُحدد نقاط الضعف في بيئة العمل، وتُصمم الإجراءات الوقائية والاستجابات المحتملة لمختلف سيناريوهات الطوارئ، مثل: الحرائق، والتسربات الكيميائية، والأعطال الكهربائية، والكوارث الطبيعية، أو حالات العنف في أماكن العمل.
حماية العاملين وضمان سلامتهم	تُعد حماية الموارد البشرية الهدف الأسمى في أي خطة استجابة للطوارئ، ويتضمن ذلك توفير وسائل الإنذار المبكر، وتنظيم عمليات الإخلاء، وإنشاء نقاط تجمع آمنة، وتدريب الموظفين على التصرف في الحالات الخطرة، حيث تُمكن هذه الإجراءات العاملين من التصرف بسرعة ودقة، مما يقلل من الإصابات أو الوفيات المحتملة.
الحفاظ على استمرارية الأعمال	يُساهم وجود خطة استجابة فعالة في تقليل فترات التوقف الناتجة عن الحوادث، واستعادة الأنشطة التشغيلية في أقرب وقت ممكن، حيث إن استمرارية العمل (Business Continuity) هي أحد الجوانب الإستراتيجية التي يدعمها تخطيط الطوارئ، لا سيما في القطاعات الحساسة، مثل الصناعات الثقيلة، أو الطاقة، أو الرعاية الصحية.

الأهمية	الشرح
الامتثال للوائح والتشريعات	تفرض العديد من التشريعات المحلية والدولية - مثل لوائح منظمة العمل الدولية (ILO) أو مواصفات ISO 22320 وISO 45001 - على المؤسسات ضرورة امتلاك خطة استجابة للطوارئ موثقة ومجربة، ويُعد الامتثال لهذه المتطلبات مؤشراً على التزام المؤسسة بالمسؤولية المهنية والاجتماعية.
تطوير مهارات العاملين وزيادة وعيهم	تتطلب الاستجابة للطوارئ مشاركة فعالة من جميع العاملين في المؤسسة، ويشمل ذلك إجراء تدريبات دورية، ومحاكاة واقعية للحوادث المحتملة، بما يعزز وعي العاملين، ويوفر المعرفة والمهارات اللازمة للتعامل مع الحالات الطارئة بكفاءة وثقة.
تحسين صورة المؤسسة وسمعتها	وجود خطة استجابة فعالة للطوارئ يعكس التزام المؤسسة تجاه موظفيها ومجتمعها، ويعزز ثقة أصحاب المصلحة، ويحسن السمعة المؤسسية، كما يُعد ذلك أحد العوامل الجاذبة للمستثمرين والعملاء والجهات التنظيمية.
إدارة فعالة للموارد خلال الأزمات	تُساعد خطة الطوارئ في تنظيم الموارد البشرية والمادية المتاحة أثناء وقوع الحوادث، بما يضمن استخدامها بكفاءة ودون هدر، كما تُحدد أولويات العمل وطرق التنسيق مع الجهات الخارجية، مثل الدفاع المدني أو الطوارئ الطبية.

التخطيط والاستعداد لإدارة الأزمات (Crisis Management Planning and Preparedness)

تُعد إدارة الأزمات أحد المحاور الحيوية في أنظمة المؤسسات، حيث تهدف إلى ضمان قدرة المؤسسة على مواجهة الأحداث غير المتوقعة التي قد تُهدد استقرارها التشغيلي، أو سمعتها، أو استمراريتها، ويعد التخطيط والاستعداد السابق من أهم العناصر التي تُمكن المؤسسات من التصرف بفاعلية عند وقوع الأزمات، وتقليل آثارها السلبية إلى أدنى حد ممكن.

يُشير التخطيط لإدارة الأزمات إلى عملية منهجية تهدف إلى تحديد أنواع الأزمات المحتملة، وتحليل مخاطرها، وتحديد تأثيرها على عمليات المؤسسة، ثم إعداد خطة شاملة للاستجابة تشمل الآتي:

- تشكيل فريق إدارة الأزمات وتحديد الأدوار والمسؤوليات بوضوح.
- تحديد قنوات الاتصال الداخلية والخارجية أثناء الأزمة.
- وضع الإجراءات التشغيلية القياسية ((Standard Operational Procedures (SOPs)) للتعامل مع مختلف السيناريوهات.
- وضع خطة بديلة لاستمرارية الأعمال ((Business Continuity Plan (BCP)).

عناصر الاستعداد للأزمات

الاستعداد للأزمات لا يقل أهمية عن التخطيط لها، ويشمل الآتي:

- التدريب المنتظم للموظفين على إجراءات الطوارئ والاستجابة.
- إجراء المحاكاة والتمارين الدورية لاختبار فاعلية خطة الأزمات.
- تحديث دوري لخطة الأزمات بناءً على التغيرات الداخلية أو البيئية.
- توفير الموارد والمعدات اللازمة للتعامل مع المواقف الطارئة.



الاستعداد للأزمات

:(Crisis Preparedness)

هو عملية تنظيمية منهجية تهدف إلى تعزيز قدرة المؤسسة على التنبؤ بالأزمات المحتملة والاستجابة لها بكفاءة، من خلال خطط وإجراءات وقائية مدروسة تقلل من المخاطر والعواقب.

الهيكل القيادي في حالات الطوارئ (Emergency Command Structure)



قائد الحادث

يُعد الهيكل القيادي في حالات الطوارئ أحد المكونات الحيوية لإدارة الطوارئ الفعّالة، حيث يضمن وجود نظام منظم وواضح لتنسيق الجهود، وتوزيع المهام، واتخاذ القرارات الحاسمة خلال الأزمات أو الكوارث، حيث يُمكن هذا النظام المؤسسات والهيئات من الاستجابة بسرعة وكفاءة، مما يُسهم في الحد من الآثار السلبية، وحماية الأرواح والممتلكات.

المكونات الأساسية للهيكل القيادي في حالات الطوارئ:

تشمل المكونات الأساسية للهيكل القيادي في حالات الطوارئ ما يأتي:

1 قائد الحادث (Incident Commander):

- هو المسؤول الأعلى عن إدارة الحادث.
- يتخذ القرارات الإستراتيجية، ويشرف على جميع فرق الاستجابة.
- يُنسّق مع الجهات الخارجية إذا لزم الأمر (مثل الدفاع المدني أو الشرطة).

2 هيئة القيادة (Command Staff):

- تشمل ثلاثة أقسام مساندة مباشرة لقائد الحادث، وهي:
- مسؤول السلامة: يراقب سلامة الأفراد والإجراءات.
 - مسؤول الاتصال: يدير الاتصال مع وسائل الإعلام والجمهور.
 - مسؤول الارتباط: يُنسّق مع الجهات الأخرى والمنظمات الداعمة.

3 أقسام العمليات (Operations Section):

- تُنفّذ الخطط الميدانية، وتُدير فرق الاستجابة المباشرة للحادث (مثل الإخلاء، والإسعاف، والإطفاء).

4 أقسام التخطيط (Planning Section):

- تجمع المعلومات، وتحلل البيانات، وتُقدّم تقارير متواصلة لدعم اتخاذ القرار.
- تضع خطط استجابة مستقبلية، وتوثّق سير الأحداث.

5 أقسام الدعم اللوجستي (Logistics Section):

- مسؤولية عن توفير الموارد، مثل المعدات، ووسائل النقل، والدعم التقني، والطعام.
- تدير الأمور المالية، والعقود، والتوثيق، وسجلات تكاليف الاستجابة.

تدريبات الطوارئ (Emergency Drills)

تدريبات الطوارئ هي أنشطة تدريبية منظمة تُجرى لمحاكاة حالات الطوارئ المحتملة في بيئة العمل أو المؤسسة، وتهدف إلى تقييم استعداد الأفراد والأنظمة للاستجابة الفعّالة عند وقوع حادث.



تدريبات الطوارئ



غاز كبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulfide (H₂S))

هو غاز سام وقابل للاشتعال، له رائحة مميزة تشبه رائحة البيض الفاسد.

■ سيناريو تمرين (H₂S):

يهدف هذا التمرين إلى محاكاة حالة تسرب غاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S) في بيئة العمل بهدف تعزيز الاستعداد للطوارئ، واختبار فاعلية الإجراءات الوقائية، والاستجابة السريعة من قبل الفرق المعنية، ويُركز السيناريو على معرفة مصادر التسرب، وتقييم المخاطر الصحية والبيئية، واستخدام معدات الحماية الشخصية المناسبة، بالإضافة إلى تنسيق عمليات الإخلاء والإسعافات الأولية عند التعرض، وفيما يأتي سيناريو تمرين (H₂S):

الزمن	النشاط	الوصف التفصيلي	الفرق المشاركة	المعدات المستخدمة
0-5 دقيقة	اكتشاف التسرب	جهاز كشف H ₂ S يحدد ارتفاع تركيز الغاز في منطقة العمل.	موظف التشغيل، وفرق المراقبة.	جهاز كشف H ₂ S، وراديو طوارئ.
5-10 دقيقة	إصدار الإنذار	تفعيل صفارات الإنذار الداخلية، وإرسال تنبيهات لاسلكية للفرق.	فرق الأمن الصناعي، وفرق الطوارئ.	راديو طوارئ، ونظام إنذار.
10-15 دقيقة	الإخلاء الأولي	توجيه العاملين إلى نقاط التجمع بأمان، والتأكد من عدم وجود أي شخص داخل المنطقة.	فرق الإخلاء، والأمن الصناعي.	إشارات مرورية، وخراطيم تهوية (للسحب إذا لزم).
15-25 دقيقة	تقييم الوضع	قياس تركيز الغاز، وتحديد مصدر التسرب، ووضع خطة السيطرة.	فرق الطوارئ، ومهندسو الصحة والسلامة.	أجهزة كشف غاز H ₂ S، ومعدات حماية شخصية (PPE).
25-40 دقيقة	السيطرة على التسرب	إغلاق الصمامات، وتهوية المنطقة، وتنفيذ إجراءات الاحتواء.	فرق العمليات، وفرق الطوارئ.	صمامات التحكم، ومراوح تهوية، وأقنعة تنفس.

الزمن	النشاط	الوصف التفصيلي	الفرق المشاركة	المعدات المستخدمة
40-50 دقيقة	الإسعاف الطبي	تقديم الإسعافات الأولية لأي مصاب بالتعرض للغاز، ونقل الحالات الخطرة.	فرق الإسعاف الأولي، والأمن الصناعي.	أجهزة الإسعاف، وأكياس الأكسجين، ونقلات.
50-60 دقيقة	التقييم الختامي	مراجعة أداء الفرق، وتحديد نقاط القوة والضعف، وتسجيل الملاحظات لتحسين الاستجابة.	جميع الفرق.	نماذج تقييم الأداء، ورايو طوارئ.
60-90 دقيقة	جلسة النقاش	تحليل التمرين، واستخلاص الدروس المستفادة، وتحديث خطط الطوارئ.	المدربون، والمشاركون.	شاشات عرض، وأوراق ملحوظات، ومستندات خطة الطوارئ.

■ سيناريو تمرين البقاء في المكان (Shelter-in-Place Drill):

يهدف هذا التمرين إلى تدريب العاملين على كيفية حماية أنفسهم، والبقاء في أماكنهم عند حدوث حالات طارئة بيئية أو كيميائية، مثل تسرب غاز (H_2S) أو أي مواد خطيرة أخرى، دون مغادرة المبنى أو الموقع الآمن، وفيما يأتي سيناريو تمرين البقاء في المكان:

العنصر	الوصف
الهدف	محاكاة تسرب غاز H_2S واختبار استجابة الموظفين والفرق المعنية للبقاء في مكانهم بأمان لحماية أنفسهم من التعرض للغاز.
المسؤولية	- فرق الطوارئ والسلامة. - مسؤولو المباني والمرافق. - فرق الإسعافات الأولية. - الموظفون المشاركون.

العنصر	الوصف
الإجراءات	■ تنبيه جميع العاملين بوجود التمرين. ■ إغلاق النوافذ والأبواب جيداً. ■ استخدام أقنعة الغاز أو معدات الحماية الشخصية. ■ البقاء في الغرف أو مناطق الحماية المحددة. ■ الامتناع عن الحركة غير الضرورية حتى إعلان انتهاء التمرين.
التواصل	■ نظام الإنذار الداخلي. ■ الراديو اللاسلكي للفرق. ■ الرسائل النصية أو البريد الداخلي لإبلاغ الموظفين.
تقييم الأداء	■ قياس سرعة استجابة الموظفين. ■ مدى الالتزام بالإجراءات. ■ تحديد نقاط القوة والضعف في الاستجابة.
المدة	من 10 إلى 30 دقيقة عادة، حسب حجم التمرين وخطورة السيناريو.
المخرجات	■ تقرير شامل للتمرين. ■ توصيات لتحسين الإجراءات والخطط المستقبلية. ■ تحديث قائمة معدات الحماية إذا لزم الأمر.



أسئلة الوحدة

- ما أهمية فهم لوائح السلامة في بيئة العمل؟
- كيف يُسهم الامتثال للمتطلبات القانونية في تقليل الحوادث؟
- كيف يمكن للمؤسسات تطبيق معايير السلامة بفاعلية؟
- ما المكونات الأساسية لتقييم المخاطر في البيئات المختلفة؟
- كيف يتم تحديد وتحليل المخاطر في موقع العمل؟
- ما المقصود بالتحسين المستمر في عمليات تقييم المخاطر؟
- ما الهدف من تطبيق أنظمة ضمان الجودة في المؤسسات؟
- ما الفرق بين تقييم السلامة وتقييم الجودة؟
- ما المبادئ الأساسية التي تقوم عليها جودة الأداء؟
- ما العلاقة بين ضمان الجودة وتحقيق رضا العملاء؟
- ما خطوات تنفيذ تدقيق شامل للسلامة المهنية؟
- ما أفضل الممارسات المتبعة في تدقيق الجودة والسلامة؟
- ما الجوانب الرئيسية في عملية التخطيط والاستعداد لإدارة الأزمات؟
- ممّ يتكون الهيكل القيادي في حالات الطوارئ؟

الوحدة الثالثة

السلامة من الحرائق

Fire Safety



محتويات الوحدة الثالثة

الدرس الأول

106 (Basics of Fire Safety) أساسيات السلامة من الحرائق

الدرس الثاني

117 (Fire chemistry) كيمياء الحرائق

الدرس الثالث

125 (Fire Classes and Fire Extinguishers) فئات الحرائق وطففايات الحريق

الدرس الرابع

132 (Fire Safety Equipment) معدّات السلامة من الحرائق

الدرس الخامس

143 (Fire Control Measures) ضوابط التحكم في الحرائق

الدرس السادس

147 (Emergency and Evacuation Plans) خطط الطوارئ والإخلاء

153 أسئلة الوحدة

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتَّبَع قواعد الصحة والسلامة المهنية في الورش التدريبية.
- يكتسب معرفة شاملة بمثلث الحريق ورباعي السطوح الناري.
- يشرح كيمياء الحرائق.
- يصنّف الحرائق إلى فئاتها.
- يحدد الطفاية المناسبة لكل فئة من فئات الحريق.
- يشرح طريقة استخدام طفايات الحريق.
- يستخدم معدّات الحماية من الحرائق.
- يطبّق ضوابط التحكم في الحرائق وفق هرم السيطرة على المخاطر.
- يشرح خطط الطوارئ والإخلاء وإجراءات تنفيذها.

ملخص الوحدة

تهدف هذه الوحدة إلى إكساب الطلبة المفاهيم الأساسية المتعلقة بالحرائق، من حيث ماهيتها وكيفية نشوئها، مع تعريفهم بمكونات مثلث الحريق، والعوامل المؤدية إلى اشتعال الحرائق، وتمكينهم من معرفة فئات الحرائق وما يتناسب مع هذه الفئات من الطفايات، كما تسعى إلى توعيتهم بأهمية إجراءات السلامة من الحرائق، وتمكينهم من تعرّف معدّات مكافحة الحريق واستخدامها بشكل آمن وفعال، وتشمل الوحدة التدريب على ضوابط التحكم في الحريق، وخطط الإخلاء في حالات الطوارئ، وتنمية المهارات العملية في التعامل مع حالات الحريق، بما يعزز من قدرتهم على الوقاية والاستجابة السريعة، ويغرس لديهم ثقافة السلامة والمسؤولية المهنية في بيئة العمل.

أساسيات السلامة من الحرائق

(Basics of Fire Safety)

استخدم البشر النار بشكل رئيسي في الطهي، وتوليد الحرارة والضوء، والطقوس، والصياغة، والصهر، وصنع الأسلحة، ومع ذلك، يمكن أن تشكل النار مصدر خطر، مما يسلط الضوء على أهمية السلامة من الحرائق في البيئات الطبيعية والبيئات التي يصنعها الإنسان.

تُعد السلامة من الحريق من أهم الجوانب التي يجب أن يدركها الجميع، سواء في المنزل أو بيئة العمل أو أي بيئة أخرى، فالحريق قد ينشب في أي وقت وبشكل مفاجئ، وقد يؤدي إلى خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات عند عدم التعامل معه بطريقة سريعة ومناسبة.

ولضمان السلامة من الحريق لا بد من معرفة كيفية نشوئه، وعناصره، وفهم الأسباب الشائعة لحدوثه، وتحديد إجراءات الوقاية المناسبة، واستخدام المعدات، مثل طفايات الحريق، ووضع خطط إخلاء فاعلة في حالات الطوارئ.



النار عامل أساسي في سياق التفاعلات الكيميائية التي تتبعث منها الطاقة، وهي عامل مؤكسد، حيث تُطلق الحرارة والضوء، إلى جانب نواتج تفاعلية متنوعة.

مُثلث الحريق (Fire Triangle)

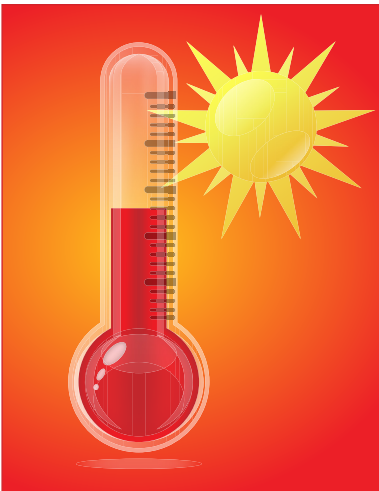
يعتمد الحريق على توفُّر ثلاثة عناصر تؤدي إلى اشتعاله تعرف بمثلث الحريق (Fire Triangle)، وهي عناصر تساعد في فهم أسباب نشوب الحريق، وكيفية منعه أو إخماده بطريقة فاعلة وآمنة، وهي:



مثلث الحريق

1 الحرارة (Heat)

1



تُعد الحرارة العنصر الأساسي في مثلث الحريق، وهي شكل من أشكال الطاقة تنتقل من جسم إلى آخر نتيجة فرق في درجة الحرارة بينهما، وتُعد الحرارة نوعاً من أنواع الطاقة التي تنتقل خلال المادة بكمية وفيرة، وتكون كافية لتحويل الوقود من حالته الصلبة أو السائلة إلى الحالة الغازية، وتُعد الحرارة العامل المحفِّز لاندلاع الشرارة الأولى للحريق، كما تمثل عنصراً أساسياً في استمراره وانتشاره، فهي تُسهم في تمدد الحريق من خلال تجفيف وتسخين المواد القابلة للاحتراق القريبة من مصدر الوقود، إضافةً إلى تسخين الهواء المحيط.

مصادر الحرارة:

تنقسم مصادر الحرارة إلى قسمين هما:

المصادر الطبيعية الصواعق: قد تسبب الصواعق حرائق إذا توفرت عدة عوامل، من أبرزها: كمية المواد القابلة للاشتعال الموجودة في الموقع، ومستوى رطوبة هذه المواد، وما إذا كانت الأمطار تتساقط في الوقت الذي تحدث فيه العاصفة الرعدية. الانفجارات البركانية: تسبب الانفجارات البركانية في إطلاق الحمم البركانية الساخنة التي قد تؤدي إلى اشتعال النباتات المحيطة والمواد الأخرى. أشعة الشمس: يمكن لأشعة الشمس المركزة أن تشعل المواد الجافة إذا بلغت حرارة أشعة الشمس إلى نقطة الاشتعال الذاتي للمادة.	مصادر طبيعية
المصادر الحرارية ■ الأسطح الساخنة: تشمل الأسطح الناتجة عن تشغيل المعدات، والمحركات، والأجهزة الحرارية التي قد تصل إلى درجات حرارة مرتفعة تكفي لإشعال المواد القابلة للاشتعال الموجودة في محيطها، ويُعد الاتصال غير المباشر بها عاملاً خطيراً في بيئات التشغيل الصناعي. ■ اللهب والغازات الساخنة: تتمثل في اللهب المكشوف الناتج عن عمليات مثل اللحام أو استخدام مشاعل القطع، بالإضافة إلى شعلات التشغيل (Pilot Lights)، وهي مصادر مباشرة للحرارة يمكن أن تتسبب في اشتعال سريع للمواد القابلة للاشتعال، خاصة في الأماكن ذات التهوية المحدودة. ■ الفحم والنفط والغاز الطبيعي: يُعد احتراق هذه المواد من أهم مصادر إنتاج الحرارة، حيث تُستخدم في محطات توليد الطاقة، وفي العمليات الصناعية لإنتاج الحرارة اللازمة لتوليد الكهرباء أو التدفئة أو التشغيل الصناعي. ■ الخشب والكتلة الحيوية (Biomass): يشمل حرق الخشب أو المواد العضوية الأخرى، مثل نفايات المحاصيل أو كُريات الخشب، وتُستخدم هذه المصادر في التدفئة المنزلية أو في بعض الاستخدامات الصناعية، وتُعد بديلاً جزئياً للوقود الأحفوري في بعض المناطق.	مصادر بشرية/غير طبيعية

مصادر بشرية/غير طبيعية	المصادر الكهربائية	■ الشرارات الكهربائية والأقواس الكهربائية: يمكن أن تؤدي الأسلاك التالفة أو الأجهزة المتعطلة أو تفريغات الكهرباء الساكنة إلى نشوب شرارات تُشعل المواد القابلة للاشتعال. ■ المعدات الكهربائية: يمكن للمحركات والمولدات والأجهزة الكهربائية الأخرى توليد الحرارة والشرر إذا لم تتم صيانتها أو استعمالها بشكل صحيح.
	المصادر الميكانيكية	■ الاصطدام: يمكن أن يؤدي الاصطدام الميكانيكي بين المواد، أو الاحتكاك من الأجزاء المتحركة، إلى توليد الحرارة والشرر. ■ الجسيمات المعدنية: قد تؤدي عمليات الطحن أو القطع أو الحفر إلى توليد شظايا معدنية عالية الحرارة تسبب الاشتعال، خصوصًا في البيئات التي تحتوي على مواد قابلة للاشتعال.

الوقود (Fuel)

2



تحتاج النار إلى الوقود لتبقى مشتعلة، فالوقود هو أي مادة قابلة للاشتعال وتعمل كمصدر للطاقة في الحريق، التي تتفاعل مع الحرارة والأكسجين، ويشمل الوقود مواد طبيعية مثل الخشب والأوراق، وأخرى مصنعة كالبلاستيك والوقود، وتعتمد فاعلية أي مادة كوقود بشكل كبير على عدة عوامل، هي:

■ رطوبة المادة (Moisture Content):

تُشير إلى مقدار الماء الموجود في المادة، حيث تؤدي كمية الرطوبة في الوقود دورًا بالغ الأهمية في سرعة وسهولة اشتعاله واستمرار احتراقه، حيث يشتعل الوقود الجاف ذو نسبة الرطوبة المتدنية بصورة أسرع ويحترق بكفاءة أكبر، بينما يصعب إشعال الوقود الرطب، ويميل إلى الاحتراق الجزئي بشكل بطيء عوضًا عن الاحتراق التام.



الاحتراق (Combustion):

العملية التي تحترق فيها مادة ما في وجود الأكسجين، مما يؤدي إلى انبعاث الحرارة والضوء.

■ حجم وشكل الوقود (Fuel Shape and Size):

يؤثر حجم الجسيمات وشكلها بشكل كبير في سرعة الاشتعال، وزمن الاحتراق، على سبيل المثال، تشتعل قطع الخشب الصغيرة، بشكل أسرع من جذوع الأشجار الكبيرة؛ نظراً لمساحة سطحها الأكبر مقارنةً بحجمها، كما يؤثر شكل الوقود على تدفق الهواء عبره، مما يؤثر في سرعة انتشار الحريق.

■ كمية الوقود (Fuel Quantity):

توفر الكمية الكبيرة من المواد القابلة للاحتراق وقوداً أكبر لحريق أطول زمناً وأكثر اتساعاً وأسرع انتشاراً.

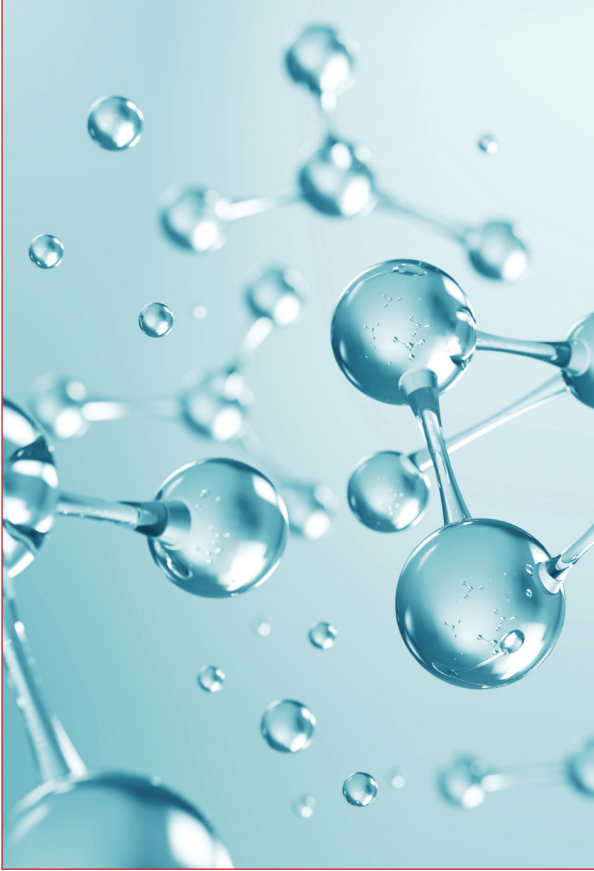
■ ترتيب الوقود (Fuel Arrangement):

يُشير ترتيب الوقود إلى كيفية توزيع المواد القابلة للاشتعال أفقياً ورأسياً، مما يؤثر في مدى سهولة انتشار الحريق وشدة احتراقه كالاتي:

■ **الترتيب الأفقي (Horizontal Arrangement):** كيفية انتشار الوقود عبر المساحات الأرضية، سواء كان التوزيع متصلاً أو متقطعاً، مع مراعاة تأثيره بالعناصر المحيطة، مثل الطُرق أو الحواجز النارية.

■ **الترتيب العمودي (Vertical Arrangement):** مكان وجود الوقود بالنسبة لسطح الأرض، حيث يؤثر الترتيب الرأسي على ارتفاع الضرر المحتمل الذي تسببه النيران.

■ **الاكتناز (Compactness):** مدى قرب الوقود من بعضه البعض، وهو ما يؤثر على تدفق الهواء، ومدى توفر الأكسجين اللازم للاشتعال.



يُعد الأكسجين عنصرًا أساسيًا في عملية الاحتراق، ويعمل كمادة مؤكسدة تساعد في استمرار الحريق، فمن دون وجود كمية كافية من الأكسجين لا يمكن أن يحدث الاحتراق الكامل، وبالتالي لن يستمر الحريق، ويتمثل دور الأكسجين في عملية الاحتراق في الآتي:

- الأكسجين لا يشتعل بذاته، لكنه يُمكن المواد الأخرى من الاشتعال بتفاعله معها.
- في الظروف العادية، يحتوي الهواء الجوي على حوالي 21% من الأكسجين، وهي نسبة كافية لدعم معظم أنواع الحرائق.
- عند انخفاض تركيز الأكسجين إلى أقل من 16%، تبدأ عملية الاحتراق في التباطؤ، وإذا انخفضت عن 13%، فإن معظم أنواع الوقود لا يمكن أن تشتعل بسهولة.

■ مصادر الأكسجين:

يتوفر الأكسجين من المصادر الآتية:

- **الهواء الطبيعي:** المصدر الرئيسي في أغلب الحرائق.
- **أسطوانات الأكسجين:** مثل تلك المستخدمة في المستشفيات أو عمليات اللحام، وهي تشكل خطرًا كبيرًا إذا لم يتم تخزينها بشكل صحيح.
- **المواد المؤكسدة:** مثل بيروكسيد الهيدروجين أو نترات الأمونيوم، التي تُطلق الأكسجين عند تفاعلها؛ مما قد يغذي الحريق حتى في غياب الهواء.
- **البيئات المغلقة:** مثل الغرف المخبرية أو الصناعية التي قد تحتوي على مصادر أكسجين صناعية أو مُركزة تزيد من خطر اشتداد الحريق.

رُباعي السطوح الناري (Fire Tetrahedron)

مُرَبَّع النار أو رُباعي السطوح الناري هو نموذج علمي متطور، يُستخدم لشرح العوامل الأساسية التي يجب توفرها لاستمرار حدوث الحريق، ويُعد هذا النموذج تطويراً وتوسعاً لمثلث الحريق؛ حيث يضيف نموذج مُرَبَّع النار عنصراً رابعاً جوهرياً وهو التفاعلات الكيميائية المتسلسلة (Chain Chemical Reactions)، التي تُعرف أيضاً بالتفاعلات الكيميائية الذاتية الداخلية (Endogenous Chemical Reactions).

يُعزِّز العنصر الرابع فهم عملية الاحتراق من خلال التركيز على التفاعلات الكيميائية المعقدة التي تحدث داخل الحريق، التي تؤدي دوراً رئيسياً في استمرارية الاشتعال وانتشاره، ففي مربع الحريق لا يُعد الحريق مجرد تفاعل فيزيائي بين الحرارة والوقود والأكسجين، بل هو أيضاً تفاعل كيميائي ديناميكي يتضمن تكوين وتحلل جذور حرة تؤدي إلى إطلاق الطاقة الحرارية باستمرار.

وبناءً على ما سبق، يتضح أنه يجب توفر أربعة عناصر أساسية لإنتاج النار:

- كمية وافرة من الأكسجين لدعم عملية الاحتراق بشكل مستمر.
- درجة حرارة مرتفعة بما يكفي لإشعال المادة ورفعها إلى نقطة الاشتعال.
- مادة قابلة للاشتعال أو الوقود اللازم لبدء واستمرار التفاعل.
- تفاعل كيميائي طارد للحرارة، وهو جوهر النار ذاته.



رباعي السطوح الناري

قياس الحرائق (Measuring The Fire)



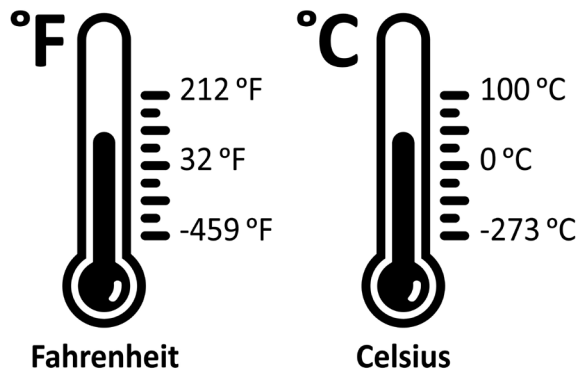
تختلف الحرائق اختلافاً متفاوتاً؛ ولذلك يقال حريق كبير، وصغير، وقوي، وضعيف، ومدمر، وغيرها من الألفاظ التي تعبر عن تقييم الحرائق وقياساتها، وعلمياً تُقاس الحرائق من خلال مبدئين أساسيين هما: الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة، وذلك على النحو الآتي:

■ **الطاقة الحرارية (Thermal Energy):** الحرارة هي نتاج حركة الجزيئات وتذبذبها، وتمثل العامل الأساسي الذي يُسهم في حدوث التحولات الكيميائية والفيزيائية للمادة، وتُقاس الطاقة الحرارية بوحدة الجول (J).

■ **درجة الحرارة (Temperature):** هي مقياس يُعبر عن مستوى النشاط الجزيئي للمادة مقارنة بنقطة مرجعية ثابتة، ويمكن قياس درجة الحرارة بإحدى الوحدتين الآتيتين:

■ **الفهرنهايت (Fahrenheit (F):** نقطة تجمد الماء 32°F ، ونقطة غليانه 212°F .

■ **السليزية (Celsius (C):** نقطة تجمد الماء 0°C ، ونقطة غليانه 100°C .



مقاييس الحرائق

تُقاس الحرائق باستخدام مقاييس متعددة وفقاً للظروف المحيطة، حيث تعتمد هذه المقاييس على تقنيات مختلفة تهدف إلى تقييم خصائص الحريق وفهمها، وتشمل عملية القياس تحديد حجم الحريق، وشدة حرارته وطاقته، إضافةً إلى سرعة انتشاره في منطقة معينة، ويوضح الجدول الآتي أهم مقاييس الحرائق:

المقياس	الوصف	الوحدة/الملحوظات
معدل إطلاق الحرارة Heat Release (Rate (HRR)	هو مؤشر رئيسي لحجم الحريق، ويُعبّر عن معدل الطاقة الحرارية المنبعثة من الحريق، ويتغير بمرور الوقت مع تطور الحريق خلال مراحل النمو، والاشتعال الكامل، والانحسار، ويتأثر بعوامل مثل نوع الوقود، والتهوية.	كيلوواط (kw)
شدة الحرائق (Fire Intensity)	تُقاس كمعدل إطلاق الطاقة الحرارية لكل وحدة طول من واجهة الحريق، وتُعد مقياساً حاسماً في فهم مدى انتشار الحريق وصعوبة السيطرة عليه.	كيلوواط/متر (kw/m)
شدة خط النار (Fireline Intensity)	تُشير إلى معدل انتقال الحرارة لكل وحدة طول من خط النار، وتُستخدم في نماذج سلوك الحريق لتوقع سرعة انتشاره وجهود مكافحته.	كيلوواط/متر (kw/m)
شدة الحريق الفعلية (Fire Severity)	تصف التأثيرات البيئية والهيكلية التي يسببها الحريق، مثل درجة الضرر على التربة أو الغطاء النباتي أو المبنى، وتُستخدم لتقييم الأثر طويل الأمد، وليس الشدة الحرارية اللحظية فقط.	لا يوجد وحدة محددة للقياس، وتعتمد على تقييمات نوعية أو عددية (مثل العمق، والنسبة المئوية للضرر).
حمولة الحريق (Fire Load)	تمثل الكمية الإجمالية للطاقة القابلة للتحرر من جميع المواد القابلة للاشتعال داخل مساحة معينة، وتُستخدم لتصميم أنظمة مكافحة الحريق.	ميغا جول/متر مربع (MJ/m ²)

المقياس	الوصف	الوحدة/الملحوظات
ارتفاع/طول اللهب Flame) (Height/Length	مؤشرات بصرية تُستخدم لتقدير شدة الحريق ميدانياً، وغالباً ما يرتبط ارتفاع اللهب مباشرة بشدة الحريق وسرعة انتشاره.	متر (m)
معدل الانتشار (Rate of Spread)	يقيس مدى سرعة تقدم واجهة الحريق عبر المادة القابلة للاشتعال، ويتأثر هذا المعدل بنوع الوقود، واتجاه الرياح، وطبيعة التضاريس.	متر/ثانية (m/s) أو متر/دقيقة (m/min)
القدرة الإشعاعية للحريق Fire Radiative) (Power (FRP	تُعبّر عن معدل الطاقة المنبعثة إشعاعياً من الحريق، خاصة في حرائق الغابات، وتُستخدم لتقدير شدة الحريق، وتتبع انبعاثات احتراق النباتات.	كيلوواط أو ميغاواط (kW أو MW)

الأسباب الشائعة للحرائق (Common Fire Causes)

تُعد معرفة أسباب نشوب الحرائق من الأمور الأساسية للوقاية منها، فغالباً ما تحدث الحرائق نتيجة لسلوكيات بشرية غير واعية، أو إهمال في تطبيق إجراءات السلامة، ويمكن تلخيص أبرز أسباب الحرائق على النحو الآتي:

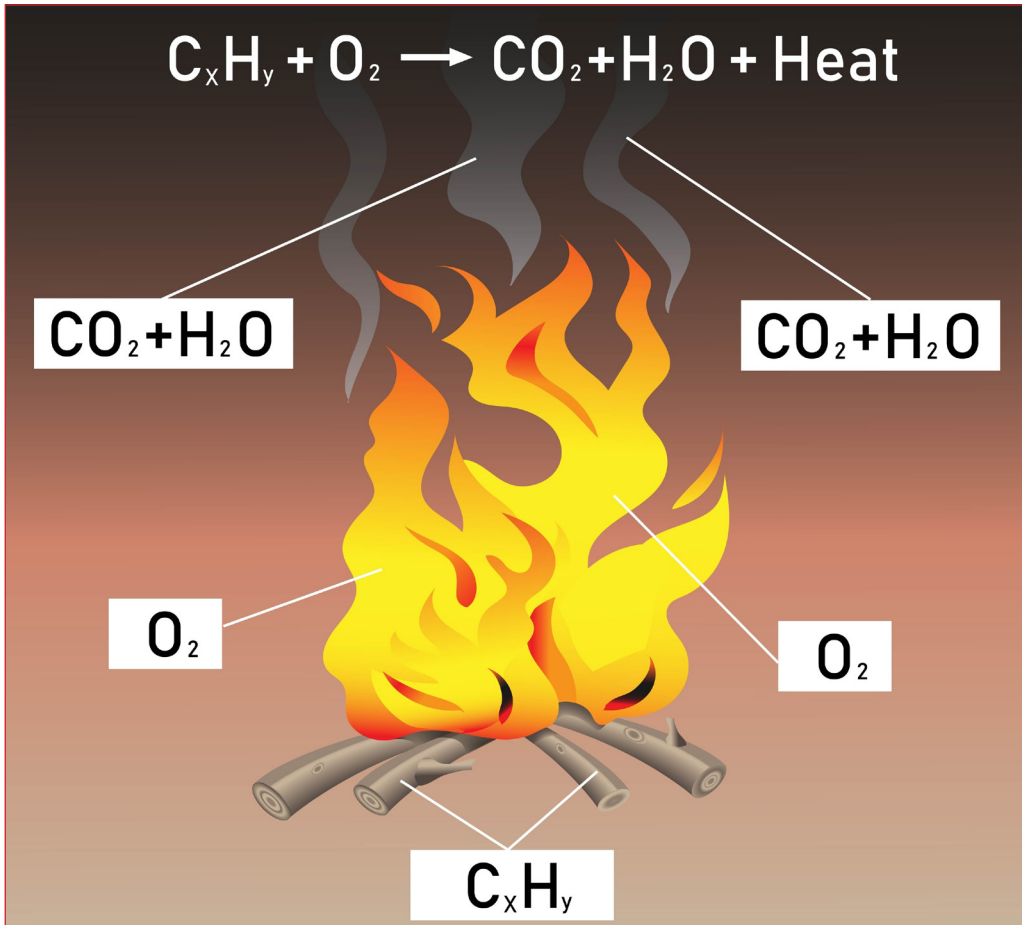
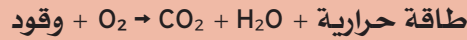
السبب	الوصف	المخاطر المحتملة
الطهي غير الآمن	ترك الأواني على الموقد دون مراقبة، خاصة عند استخدام الزيوت أو الشحوم.	اشتعال سريع قد يؤدي إلى حريق شامل في المطبخ.
أجهزة التدفئة	وضع المدافئ قرب الستائر أو الأثاث، أو تشغيلها لفترات طويلة دون إشراف.	اشتعال الأقمشة، وتسرب شرارة تؤدي إلى حريق مفاجئ.
الأعطال الكهربائية	استخدام أسلاك تالفة أو محملة فوق طاقتها، أو وجود أجهزة كهربائية بها خلل.	شرارات تؤدي للاشتعال، وسخونة قد تشعل المواد القريبة.

السبب	الوصف	المخاطر المحتملة
مواد التدخين	التدخين في أماكن تحتوي على مواد قابلة للاشتعال، وعدم إطفاء السجائر بشكل صحيح.	اشتعال الأثاث أو الفراش، وحرائق صغيرة تستمر لساعات.
الشموع	ترك الشموع مشتعلة دون رقابة، أو وضعها قرب مواد قابلة للاشتعال.	اشتعال سريع في الستائر أو الأوراق أو الأثاث.
الفوضى والتخزين السيئ	تخزين المواد القابلة للاشتعال بالقرب من مصادر الحرارة، وسوء تنظيم وترتيب المواد القابلة للاشتعال.	سرعة انتشار النار، وصعوبة السيطرة عليها.
الحاويات المضغوطة	مثل عبوات البخاخ والغاز، عند تعرضها للحرارة أو الثقب.	انفجار أو اشتعال مفاجئ.
الحرق العمد	إشعال النار بقصد التسبب بالضرر أو الفوضى.	دمار شامل ومتعمد.
أفعال بشرية في الطبيعة	ترك نيران المخيمات دون إطفاء.	حرائق غابات واسعة.

كيمياء الحرائق

(Fire Chemistry)

الاشتعال هو تفاعل كيميائي فوري يستند إلى اتحاد المادة القابلة للاشتعال مع مادة مؤكسدة هي الأكسجين، ونتيجة لهذا التفاعل، تنطلق طاقة حرارية وضوئية، وفي سياق العملية الكيميائية المؤدية إلى اشتعال النار، تسخن المادة القابلة للاحتراق حتى تصل إلى درجة حرارة محددة، فتنبعث منها غازات متطايرة تدخل في تفاعل الاحتراق، وتتكون تلك الغازات من جزيئات متجمعة من الذرات، وعند بلوغها درجة حرارة مرتفعة بشكل كافٍ، تتفكك هذه الجزيئات ثم تُعيد الاتحاد مع الأكسجين في الهواء، مكونة نواتج جديدة، مثل بخار الماء (H₂O) وثاني أكسيد الكربون (CO₂)، وتبقى الحرارة عاملاً أساسياً في استمرار اللهب وانتشاره؛ فمع اشتعال النار تتسع المساحة المحترقة وينبعث الدخان، ومع توفر الوقود والأكسجين يستمر الحريق في التوسع، وتوضح المعادلة الآتية نموذج الاحتراق الكامل:



الاحتراق

مراحل الحريق (Fire Stages)

تصف جمعية التدريب الدولية لخدمات الإطفاء (International Fire Service Training Association (IFSTA)) تطور الحريق بأنه يمر عبر أربع مراحل رئيسية هي:

المرحلة	الوصف	المؤشرات الرئيسية
مرحلة النشوء (Ignition Stage)	هي المرحلة الأولية التي يبدأ فيها الحريق نتيجة وجود مصدر حرارة كافٍ لإشعال مادة قابلة للاشتعال بوجود الأكسجين، وخلال هذه المرحلة، يكون اللهب صغيراً ويمكن السيطرة عليه بسهولة إذا تم التدخل السريع.	ارتفاع تدريجي في الحرارة، وبداية تصاعد الدخان.
مرحلة النمو (Growth Stage)	تبدأ النار في التوسع والانتشار نتيجة زيادة معدل إطلاق الحرارة، ويعتمد سلوك الحريق في هذه المرحلة على كمية الوقود المتوفرة والتهوية، وينتقل الحريق من كونه محلياً إلى كونه تهديداً أكبر للمكان.	زيادة في درجة الحرارة، وتصاعد سريع للدخان، ونمو اللهب.
مرحلة الاشتعال الكامل (Fully-Developed Stage)	تُعد هذه المرحلة أكثر مراحل الحريق شدة، حيث يصل معدل إطلاق الحرارة إلى ذروته، ويكون الحريق قد استهلك أغلب الوقود المتاح، ويمتلئ المكان بالكامل بالدخان والحرارة.	درجات حرارة عالية جداً، واحتراق كامل، ورؤية منخفضة.
مرحلة الانحسار (Decay Stage)	تبدأ هذه المرحلة عندما ينخفض معدل إطلاق الحرارة بسبب نفاد الوقود أو انخفاض التهوية، وتستمر الجمرات المشتعلة، وقد تبقى بعض النقاط الساخنة التي قد تعيد إشعال الحريق.	انخفاض الحرارة، وخبوط اللهب، واستمرار الجمر.

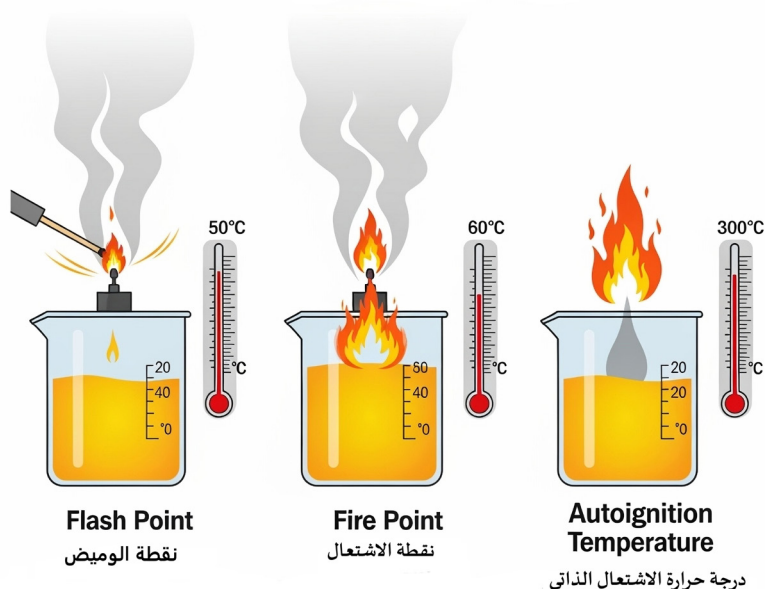


مراحل الحريق

قابلية المواد للاشتعال (Flammability of Materials)

قابلية الاشتعال هي مدى سهولة اشتعال مادة عند تعرضها للحرارة أو الشرارة، ولفهم قابلية الاشتعال لا بد من التطرق لمراحل الاشتعال الآتية:

- **نقطة الوميض (Flash Point):** هي أدنى درجة حرارة يُطلق فيها السائل بخاراً كافياً يمكن أن يشتعل بوجود شرارة، فمثلاً: للبنزين نقطة وميض منخفضة؛ لذا يمكن أن يشتعل بسهولة حتى في درجات حرارة منخفضة.
- **نقطة الاشتعال (Fire Point):** هي درجة حرارة أعلى من نقطة الوميض، وتحدث عندما يستمر السائل في الاشتعال حتى بعد إزالة مصدر اللهب، وتكون هذه هي درجة الحرارة التي يستمر عندها السائل في الاشتعال لمدة خمس ثوانٍ على الأقل؛ أي أن المادة أصبحت قادرة على الاحتراق المستمر.
- **درجة حرارة الاشتعال الذاتي (Autoignition Temperature):** هي درجة الحرارة التي تشتعل فيها المادة من تلقاء نفسها من دون لهب أو شرارة، مثل بعض أنواع الوقود التي تحتاج إلى حرارة عالية لتشتعل ذاتياً، وتُعد معرفة درجة حرارة الاشتعال الذاتي أمراً بالغ الأهمية؛ لأنها تُظهر خطر الحرائق التلقائية، فإذا وصلت المعدات أو مناطق التخزين إلى نقطة الاشتعال الذاتي، فقد تشتعل المادة دون سابق إنذار، مما قد يؤدي إلى حوادث خطيرة، خاصة في حال عدم اتخاذ تدابير السلامة.

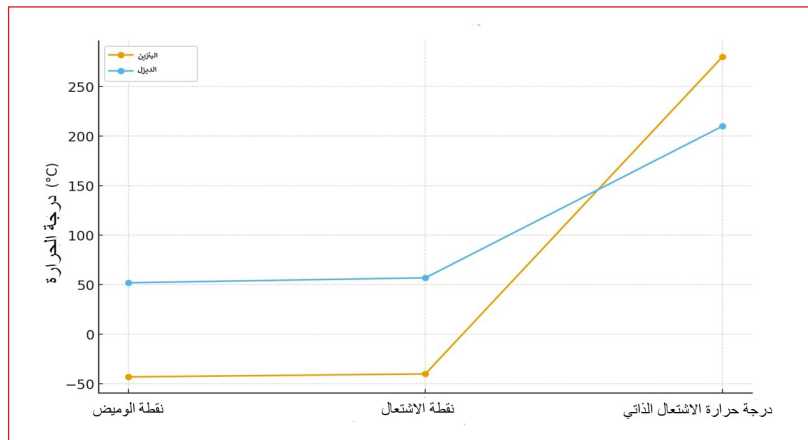


ومن خلال فهم مراحل الاشتعال الثلاث يمكن للعاملين في الصناعة وضع إرشادات السلامة المناسبة، فهم على دراية بدرجات الحرارة التي يجب تجنبها، وكيفية تخزين المواد بأمان، وكيفية منع الحرائق من البدء أو الانتشار في البيئات الخطرة، باختصار، تُعطي هذه القراءات الثلاث صورة واضحة عن مدى سهولة اشتعال مادة ما، كما تُساعد على حماية الأرواح والممتلكات والبيئة من خلال توفير معلومات أساسية للتعامل الآمن، وسواءً كان ذلك للاستخدام اليومي أو في حالات الطوارئ، فإن معرفة هذه الدرجات الحرارية يُقلل بشكل كبير من احتمالية وقوع الحوادث ويُحافظ على سلامة الجميع.

ويوضح الجدول الآتي نقطة الوميض ودرجة حرارة الاشتعال التلقائي لبعض المواد بالدرجة السليزية (C):

المواد	نقطة الوميض	درجة حرارة الاشتعال التلقائي
حمض الأسيتيك	39	463
البنزين	43-	280
ثنائي إيثيل أمين	29-	312
الإيثانول	13	363
الأسيتون	20-	465
الديزل	52	256
الكيروسين	37	220

ويوضح الرسم البياني الآتي الفرق بين نقطة الوميض ونقطة الاشتعال، ودرجة حرارة الاشتعال التلقائي للبنزين والديزل:



حدود الاشتعال (Flammability Limits)

حدود الاشتعال هي نطاق تركيز مادة قابلة للاشتعال في الهواء، الذي يمكن أن يحدث فيه الاشتعال عند وجود مصدر حرارة أو شرارة مناسبة، وعادةً ما يُطلق على هذه الحدود اسم الحد الأدنى لقابلية الاشتعال (Lower Flammability Limit (LFL))، والحد الأعلى لقابلية الاشتعال (Upper Flammability Limit (UFL)) التي تُعرّف كالآتي:

■ **الحد الأدنى لقابلية الاشتعال (Lower Flammability Limit (LFL)):** هو الحد الأدنى لتركيز الوقود اللازم لدعم الاحتراق، فإذا كانت كمية الوقود أقل من هذه النقطة، يكون الخليط قليل الاشتعال، مما يعني أنه لا يوجد وقود كافٍ لبدء حريق أو استمراره، على سبيل المثال، للغاز الطبيعي حد قابلية اشتعال أدنى معين؛ فإذا كان الغاز في الهواء أقل من ذلك، فلن يشتعل.

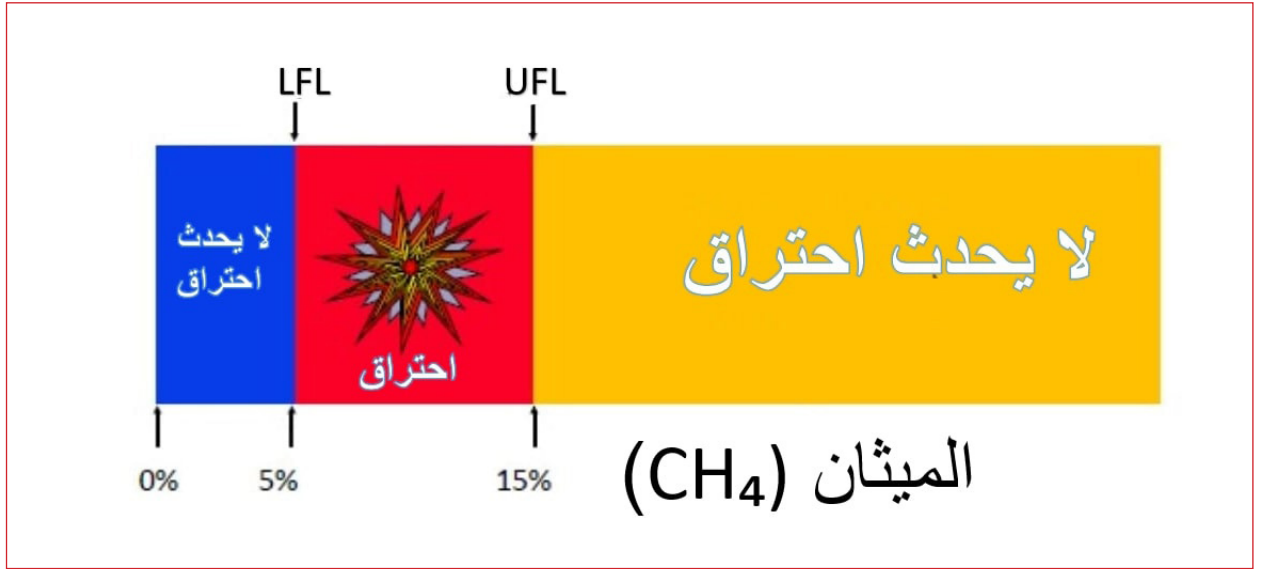


منطقة الاشتعال (Area of Flammability):

هي المنطقة التي يكون فيها تركيز المادة القابلة للاشتعال في مزيج غازي بين الحد الأدنى والأعلى للاشتعال.

■ **الحد الأعلى لقابلية الاشتعال (Upper Flammability Limit (UFL)):** هو الحد الأقصى لكمية الوقود التي لا تزال تسمح بحدوث حريق، فإذا كان هناك الكثير من الوقود ونقص في الأكسجين، يصبح الخليط ثقیلاً جداً بحيث لا يحترق؛ أي إن نسبة الأكسجين في الخليط غير كافية لدعم الاشتعال، وللحفاظ على استمرار الحريق، يجب أن يكون الوقود ضمن هذا النطاق، فإذا كان التركيز أعلى من الحد الأعلى لقابلية الاشتعال، يكون الخليط ثقیلاً جداً بالوقود بحيث لا يحترق بشكل صحيح.

ويُطلق على النطاق بين هذين الحدين اسم منطقة الاحتراق، وهو النطاق الذي تحدث فيه الحرائق أو الانفجارات في حال وجود مصدر اشتعال، ويوضح الشكل الآتي منطقة الاحتراق لغاز الميثان:



منطقة الاحتراق للميثان

■ العوامل المؤثرة في حدود قابلية الاشتعال:

- تتأثر حدود قابلية الاشتعال (Flammability Limits) بعدة عوامل منها الآتي:
- **درجة الحرارة (Temperature):** كلما ارتفعت زاد احتمال اشتعال الغازات، واتسع نطاق الاشتعال.
- **الضغط (Pressure):** زيادته تجعل الاشتعال سهلاً وتوسع الحدود.
- **الأكسجين (Oxygen):** وجوده بكمية أكبر يُسهّل الاشتعال، أما نقصه فيُقلّص النطاق ويصعّب الاحتراق.
- **وجود الغازات الأخرى أو الشوائب (Presence of other Gases or Impurities):** الغازات الخاملة، مثل النيتروجين (N_2) أو ثاني أكسيد الكربون (CO_2) تُقلل من قابلية الاشتعال عن طريق خفض نسبة الأكسجين الفعال.

ويوضح الجدول الآتي بعض الأمثلة على الحد الأدنى والحد الأعلى للاشتعال لبعض المواد:

المادة	الحد الأدنى لقابلية الاشتعال LFL %	الحد الأعلى لقابلية لاشتعال UFL %
الهيدروجين	4	74
أول أكسيد الكربون	12.5	74
الميثان	5	15
البروبان	2.5	9.5
بيوتان	2	8.5
إيثيلين (إيثين)	3	32
إسيتيلين (إيثين)	2.5	80

تصنيف المناطق المعرضة للحرائق (Fire Hazardous Area Classifications)

تشير عبارة "المناطق المعرضة للحرائق" إلى الأماكن التي يُحتمل نشوب حريق أو انفجار فيها بسبب المواد القابلة للاشتعال، كالغازات أو الأبخرة أو الغبار، وتصنف بناءً على مدى تكرار وجود المواد القابلة للاشتعال ومدة بقائها، ويظهر الجدول الآتي تفصيل ذلك:

المنطقة	مستوى الخطورة	وصف الحالة	مثال	متطلبات السلامة
0	عالية جداً (دائمة)	أجواء متفجرة موجودة باستمرار أو لفترات طويلة جداً.	داخل خزان يحتوي على سوائل أو غازات قابلة للاشتعال.	معدّات كهربائية آمنة تماماً، مُصممة لمنع الشرر والحرارة.
1	متوسطة (متكررة)	احتمال وجود الغازات أو الأبخرة أثناء التشغيل العادي.	محطة وقود أثناء التعبئة أو الصيانة.	معدّات بمعايير سلامة صارمة، لكن أقل من مستوى الحماية في المنطقة 0.
2	منخفضة (نادرة/طارئة)	احتمال وجود الأجواء المتفجرة ضعيف، ويحدث في ظروف غير طبيعية فقط، مثل الانسكابات العرضية.	مستودع به مواد كيميائية قد تتسرب أبخرتها في حالات خاصة.	إجراءات سلامة أساسية لمنع الاشتعال عند وجود الأبخرة بشكل مؤقت وغير متوقع.

وبالإضافة إلى هذه المناطق، توجد تصنيفات للمناطق التي تحتوي على أنواع مختلفة من الغبار القابل للاشتعال:

المنطقة	مستوى الخطورة	وصف الحالة	مثال
20	عالية جداً	وجود الغبار بشكل دائم أو بكميات كبيرة.	مطاحن الدقيق
21	متوسطة	وجود الغبار بشكل مؤقت أثناء التشغيل.	المخابز
22	منخفضة	وجود الغبار نادراً أو أثناء التنظيف.	بعض أماكن التحضير

فئات الحرائق وطففيات الحريق

(Fire Classes and Fire Extinguishers)

في نطاق السلامة من الحرائق، يُعد الإلمام الدقيق بفئات الحرائق من أبرز العناصر الأساسية للتعامل معها، فالحرائق تتنوع تبعاً لنوع الوقود، والمواد، والظروف المحيطة، ولكل منها أسلوب إخماد خاص، فالتشخيص الخاطئ لفئة الحريق لا يعيق جهود الإطفاء فحسب، بل قد يضاعف من خطورة الموقف.

فئات الحرائق (Fire Classes)

تُصنف الحرائق إلى ست فئات رئيسية بناءً على الوقود المشتعل، ويوضح الجدول الآتي فئات الحرائق:

الفئة	نوع الوقود	أمثلة على المواد المشتعلة	أماكن شائعة	احتياطات السلامة الأساسية
أ (A)	مواد صلبة	الورق، والخشب، والكرتون، والأقمشة.	المنزل، والمدارس، والمكاتب.	النظافة وتقليل النفايات.
ب (B)	سوائل قابلة للاشتعال	الوقود، والمذيبات، والزيوت، والطلاء.	المصانع، والكراجات.	التخزين الآمن، وتجنب الشرر.
ج (C)	غازات قابلة للاشتعال	الغاز الطبيعي، والغاز النفطي المسال، والغازات المضغوطة.	غرف الغلايات، والمصانع.	التهوية الجيدة، والإشراف المتخصص.
د (D)	معادن قابلة للاشتعال	الصوديوم، والمغنيسيوم، والتيتانيوم.	المصانع المتخصصة.	استخدام مواد إطفاء مخصصة.
و (F)	زيوت ودهون الطهي (حرائق المطابخ).	زيت القلي، ودهون الطهي.	المطاعم، والمطابخ المنزلية.	عدم ترك المقالي دون مراقبة.
حريق الكهرباء	أجهزة كهربائية	الأسلاك، والأجهزة، والمقابس.	أي مكان يستخدم الكهرباء.	الصيانة الدورية، وفصل الكهرباء عند الطوارئ.

تُعدّ عملية تصنيف الحرائق وتحديد فئتها من الضروريات الأساسية في مجال السلامة من الحرائق، وتظهر هذه الأهمية في النقاط الآتية:

■ تحديد نوع مادة الوقود:

يساعد تصنيف الحريق في تحديد المادة المشتعلة (سواء كانت صلبة، أو سائلة، أو غازية، أو معدنية)، ويُسهّل فهم خصائص الحريق، مثل سرعة الاشتعال، وشدة اللهب، ونوع الأدخنة المتولدة.

■ اختيار وسيلة الإطفاء المناسبة:

يتطلب كل نوع من أنواع الحرائق طريقة إطفاء مختلفة، على سبيل المثال:

■ حرائق المواد الصلبة النوع (A) التي تُطفأ بالماء.

■ حرائق السوائل القابلة للاشتعال النوع

(B)، التي تحتاج إلى رغاي أو ثاني أكسيد الكربون.

■ حرائق الكهرباء التي يُمنع استخدام الماء معها.



■ تقليل المخاطر على الأرواح

والممتلكات:

باستخدام التصنيف الصحيح، يمكن

لوحداث مكافحة الحرائق اتخاذ قرارات دقيقة وسريعة تحدّ من انتشار الحريق، وتحمي الأرواح، وتقلل من الأضرار الإنشائية والاقتصادية.

■ توجيه التدريب والتعليم:

يُساعد التصنيف في تصميم برامج التدريب لفرق الإطفاء والموظفين في المنشآت الصناعية والتجارية والتعليمية، من خلال تمكينهم من تعرّف أنواع الحرائق الأكثر احتمالاً في بيئة عملهم، والتدرّب على مواجهتها.

■ تحسين تصميم أنظمة السلامة:

يُسهّم تصنيف الحرائق في اختيار أنظمة الكشف والإطفاء التلقائي المناسبة لكل نوع من أنواع الحرائق، مما يُعزز الاستعداد الوقائي ويُقلل من وقت الاستجابة.

طففايات الحريق (Fire Extinguishers)

طففاية الحريق هي أداة يدوية تُستخدم في حالات الطوارئ لإخماد الحرائق الصغيرة من خلال تعطيل أحد عناصر مثلث الحريق: الحرارة أو الوقود أو الأكسجين، وتُعد فعّالة بشكل خاص عند استخدامها في المراحل المبكرة للحريق، ما يُسهم في الحد من تطور الخطر والسيطرة عليه بسرعة.

تمثل طفايات الحريق خط الدفاع الأول ضد تطور الحرائق، وهي عنصر أساسي في إجراءات السلامة داخل بيئات العمل؛ لذا يجب الإلمام بأنواعها المختلفة، واستخداماتها الصحيحة حسب فئة الحريق، وطريقة التشغيل المعتمدة عالمياً (PASS)، بالإضافة إلى أهمية إجراء الصيانة الدورية والفحوصات؛ للتأكد من جاهزيتها عند الحاجة.

■ أنواع طفايات الحريق واستخداماتها (Types and Uses of Fire Extinguishers):

تتنوع طفايات الحريق بتنوع استخداماتها، وهي مصممة لمواجهة أنواع مختلفة من الحرائق، وأكثر الأنواع شيوعاً هي: طفايات الماء، والرغوة، والمسحوق الجاف، وثاني أكسيد الكربون، والمواد الكيميائية الرطبة، ويعتمد كل نوع منها على مادة إطفاء مختلفة تتناسب مع فئات محددة من الحرائق، ويوضح الجدول الآتي هذه الأنواع:

شكل توضيحي	طريقة عملها	فئة الحريق المستخدمة لها	لونها	نوع الطفاية
	يعمل الماء على تبريد المادة المشتعلة، فيخفض درجة حرارتها، وهذا الانخفاض يقلل من درجة الحرارة إلى ما دون درجة الاشتعال.	الفئة (A)	أحمر	طففاية الماء (Water) (Extinguisher)
	تُكوّن الرغوة حاجزاً على سطح الاحتراق، مما يؤدي إلى قطع إمدادات الأكسجين.	الفئتان (A)، و(B)	رملي	طففاية الرغوة (Foam) (Extinguisher)

شكل توضيحي	طريقة عملها	فئة الحريق المستخدمة لها	لونها	نوع الطفاية
	يحل ثاني أكسيد الكربون محل الأكسجين، مما يخنق النار.	الفئتان (B)، وحرائق الكهرباء	أسود	طفاية ثاني أكسيد الكربون (CO ₂) (Extinguisher)
	تكوّن طبقة عازلة توقف التفاعل الكيميائي للحريق.	كل الفئات إلا الفئة (F)	أزرق	طفاية المسحوق الجاف (Dry Powder) (Extinguisher)
	تكوّن المواد الكيميائية الرطبة طبقة رغوية صابونية تعمل على تبريد النار وإخمادها.	الفئتان (A)، و(F)	أصفر	طفاية المواد الكيميائية الرطبة (Wet Chemical) (Extinguishers)

■ طريقة استخدام طفاية الحريق (How to Use a Fire Extinguisher):

تُستخدم طفاية الحريق بطريقة سهلة وبسيطة تضمن للمستخدمين إخماد الحريق بفاعلية وأمان، وهي طريقة "PASS"، التي ترمز إلى الآتي:

■ **المسحب (Pull):** الخطوة الأولى والأهم لاستخدام طفاية الحريق هي سحب مسمار الأمان الموجود عليها.

■ **التصويب (Aim):** توجيه فوهة مطفأة الحريق إلى قاعدة الحريق حيث يوجد مصدر الوقود، مع الحفاظ على مسافة أمان بين الشخص والنار، مع تجنب التصويب على ألسنة اللهب نفسها؛ لأن ذلك غير فعال.

- الضغط (Squeeze): تحرير مادة الإطفاء بالضغط على مقبض الطفاية بقوة وببطء.
- المسح (Sweep): تحريك الخرطوم بحركات أفقية تغطي قاعدة النار بشكل كامل.



كيفية استخدام طفاية الحريق بطريقة PASS

فحص طفايات الحريق وصيانتها (Inspection and Maintenance of Fire Extinguishers)

لضمان استمرار عمل طفايات الحريق يلزم فحصها وصيانتها بشكل دوري وفق ما يأتي:

■ الفحص:

يتم الفحص البصري للطفاية من خلال تفقد ما يأتي:

- **الحالة:** فحص جسم مطفأة الحريق، وكذلك الفوهة والخرطوم، والتأكد من خلوها من أي اعوجاج، أو تشققات، أو صدأ، أو أي علامات تلف أخرى.
- **الموقع:** التأكد من إمكانية الوصول إلى مطفأة الحريق بسهولة.
- **مؤشر الضغط:** التحقق من وجود إبرة مقياس الضغط في منطقة اللون الأخضر في المؤشر، وإذا كانت الإبرة في المنطقة الحمراء أو الصفراء، فهذا يعني ضرورة صيانة مطفأة الحريق.
- **مفتاح الأمان:** التأكد من أن مفتاح الأمان سليم وغير مكسور، وهذا دليل على أن مطفأة الحريق لم تُستخدم بعد.
- **إرشادات التشغيل:** التأكد من وضوح ورؤية ملصق تعليمات التشغيل، وإمكانية قراءته بسهولة.



مؤشر الضغط

■ الصيانة:

تُجرى الصيانة بواسطة فنيين معتمدين يقومون بفحص المكونات الداخلية للطفاية بشكل نصف سنوي، ويمكن إعادة تعبئة الطفايات أو استبدالها حسب الحالة، وفق الآتي:

- الفحص الداخلي: تستوجب بعض طفايات الحريق فحوصات داخلية دورية، تحدّد وفقاً للنوع (مثال، تُصان طفايات المواد الكيميائية الجافة كل ست سنوات).
- الاختبار الهيدروستاتيكي: بناءً على نوع الطفاية، يتطلب إجراء اختبار هيدروستاتيكي للتأكد من سلامة الأسطوانة، ويتم ذلك كل 5 أو 12 سنة.
- الترقيم والتوثيق: بعد كل صيانة، يجب على الفني إرفاق بطاقة توضح تاريخ الفحص وتاريخ الاستحقاق التالي.



توثيق فحص الطفاية

معدات السلامة من الحرائق

(Fire Safety Equipment)

تُعدّ معدّات وتقنيات السلامة من الحرائق خط الدفاع الأول ضد حوادث الحريق، فهي تُسهم في الكشف عن الحرائق، وإخمادها، والسيطرة عليها، وتؤدي دوراً بالغ الأهمية في حماية الأرواح والممتلكات والبنية التحتية، وتُعدّ معرفة أنواع هذه المعدّات، ووظائفها، وطريقة استخدامها الصحيحة أمراً ضرورياً للعاملين في مختلف البيئات، سواء في المنشآت الصناعية، أو ورش العمل، أو المكاتب، أو المباني العامة.

أنظمة الكشف عن الحرائق (Fire Detection Systems)

تتنوع هذه الأنظمة بدءاً من التصميمات البسيطة التي تشتمل على أجهزة استشعار الدخان وأجهزة الإنذار الأساسية، وصولاً إلى الأنظمة الأكثر تطوراً التي تتكامل مع آليات إخماد الحرائق وصمامات الإغلاق المستخدمة في الحالات الطارئة.

■ أجهزة الكشف عن الحرائق (Fire Detectors):

تُعدّ أجهزة كشف الحرائق خط الدفاع الأول لرصد الحريق في مراحله المبكرة، مما يُسرّع الاستجابة ويقلل الأضرار، حيث تعمل هذه الأنظمة على اكتشاف الدخان، أو الحرارة، أو اللهب، وتنبيه الأفراد وفرق الطوارئ، حيث توفر الأنظمة التلقائية تحذيراً فعالاً حتى في حال خلو المبنى، فهي تهدف بشكل أساسي إلى تقليل وقت الاستجابة، وتعزيز السيطرة على الحريق منذ بدايته، ويوضح الجدول الآتي بعض معدّات الكشف عن الحرائق:

شكل توضيحي	طريقة العمل	الجهاز
	هي الأكثر شيوعاً، وتكشف جزيئات الدخان إما من خلال طرق التأين أو الطرق الكهروضوئية.	كاشفات الدخان (Smoke Detectors)
	تكتشف عن الحرارة الزائدة أو الزيادات السريعة في درجات الحرارة، وهي مناسبة للبيئات التي قد يكون فيها الدخان شائعاً.	كاشفات الحرارة (Heat Detectors)
	تكتشف الأشعة تحت الحمراء أو الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من اللهب، مما يوفر كشفاً سريعاً في المناطق التي يُحتمل أن يحدث فيها اللهب.	كاشفات اللهب (Flame Detectors)
	أجهزة مُصممة للكشف عن الغازات أو الأبخرة القابلة للاشتعال، التي يمكن أن تشكل مخاطر الحريق والانفجار.	كاشفات غازات الحريق (Fire Gas Detectors)
	يمكنها اكتشاف الاختلافات في درجات الحرارة على الأسطح، وتحديد مخاطر الحريق المحتملة.	كاميرات التصوير الحراري (Thermal Imaging Cameras)
	تعتمد كاميرات كشف الحريق والدخان على تحليل الصور والفيديو لرصد الدخان أو اللهب عبر الخوارزميات الذكية، إضافة إلى استخدام الأشعة تحت الحمراء (الحرارية) لاكتشاف البقع الساخنة غير الطبيعية، مما يُتيح الإنذار المبكر قبل انتشار الحريق.	كاميرات الكشف عن الحرائق والدخان (Fire and Smoke Detection Cameras)

تعتمد أنظمة الكشف عن الحرائق على مستشعرات تُرسل إشارات إلى لوحة التحكم عند رصد الحريق، فيؤدي إلى إطلاق الإنذارات، وتفعيل أنظمة الإخماد، والتواصل مع فرق الطوارئ لضمان سرعة الاستجابة، وتتضمن هذه الأنظمة أجهزة إنذار مرئية (أضواء وامضة) وصوتية (صفارات ومكبرات صوت) لتنبيه الأفراد بالخطر.

■ أنظمة الإنذار من الحريق (Fire Alarm Systems):

يُستخدم نظام التحذير من الحريق لاكتشاف الحريق، وتنبيه شاغلي المبنى للاستجابة والإخلاء بسرعة، ويتكون من كاشفات (دخان، أو حرارة)، ومحطات يدوية متصلة بلوحة تحكم مركزية تُطلق الإنذارات، ولها عدة أنواع هي:

- النظام التقليدي (Conventional Fire Alarm System): يُقسّم المبنى إلى مناطق، وعند تفعيل كاشف في منطقة ما، يُطلق إنذاراً عاماً، وهو مناسب للمباني الصغيرة.
- النظام القابل للعنونة (Addressable Fire Alarm System): يُعطي كل جهاز عنواناً فريداً لتحديد موقع الحريق بدقة، مما يُحسّن الاستجابة، ويُستخدم في المباني الكبيرة والمعقدة.
- النظام اللاسلكي (Wireless Fire Alarm System): يربط المكونات لاسلكياً دون الحاجة لأسلاك، مما يُسهّل التركيب، خصوصاً في الأماكن التي يصعب تمديد الكابلات فيها.
- النظام الهجين (Hybrid Fire Alarm): يجمع بين خصائص النظام التقليدي والقابل للعنونة؛ لتحقيق مراقبة أفضل مع بساطة التركيب.

■ نقاط النداء اليدوية (Manual Call Points):



نقاط النداء اليدوية

تعتبر نقاط النداء اليدوية -أو نقاط السحب اليدوية- جزءاً حيوياً من أنظمة السلامة من الحرائق، فهي تسمح لأي شخص داخل المبنى بالتوقف وتفعيل الإنذار بسرعة إذا رأى علامات حريق أو حالة طوارئ، وعادةً ما تكون نقاط النداء هذه سهلة الاستخدام عن طريق الضغط على الزر أو كسر اللوحة الزجاجية لإرسال تنبيه فوري، فعلى سبيل المثال، في أحد المكاتب، إذا رأى شخص ما دخاناً بالقرب من الطابعة، أو رائحة غير عادية قد تُشير إلى وجود حريق، فعليه تفعيل نقطة الاتصال اليدوية لتنبيه جميع من في المبنى، فإطلاق الإنذار يدوياً مهمة خاصة عندما تفشل الأنظمة الأوتوماتيكية، أو عندما تكون هناك حاجة إلى اتخاذ إجراء سريع قبل انتشار الحريق.



مُكَبِّرَات الصوت المنبهة

■ مُكَبِّرَات الصوت المنبهة (Manual Call Points):

تُثَبَّت مُكَبِّرَات الصوت على الجدران أو الأسقف، وتُوصَل بنظام الإنذار، فعند حدوث حريق تُصدر صوتاً عالياً لتنبيه الجميع حتى في الأماكن الصاخبة، وترافقها أحياناً أضواء وامضة لمساعدة ضعاف السمع، بالإضافة إلى ذلك فهي تُسهِّل عمليات الإخلاء في الأماكن الكبيرة، وتعتمد فاعليتها على التركيب والصيانة الجيدة.

فحص وصيانة نظام إنذار الحريق (Inspection and Maintenance of Fire Alarm Systems)



فحص وصيانة نظام إنذار الحريق

تُعد صيانة أنظمة إنذار الحريق أساسية لضمان الأداء السليم للنظام بأكمله، وتوفير حماية فعالة ضد الحرائق، حيث تُسهم الصيانة الدورية في تجنب الأعطال المحتملة التي قد تُعرِّض سلامة المبنى للخطر في حالات الطوارئ، ويُنصح بجدولة الصيانة الدورية، وفحص ما يأتي للحفاظ على أجهزة إنذار الحريق في حالة مثالية:

■ فحص المظهر الخارجي لأجهزة إنذار الحريق.

■ تنظيف كاشفات الدخان (النوع المعنون)، والتحقق من مستويات حساسيتها.

- اختبار جميع وظائف الإنذار، والمشاكل، والإشراف، وإعادة الضبط، وكنم الصوت على لوحة تحكم إنذار الحريق.
- فحص مصدر طاقة الجهاز.
- استبدال البطارية وفحصها.
- فحص وإزالة أي عوائق على الأجهزة قد تؤدي إلى إنذار خاطئ أو عطل.
- التحقق من إمكانية سماع الإنذار.

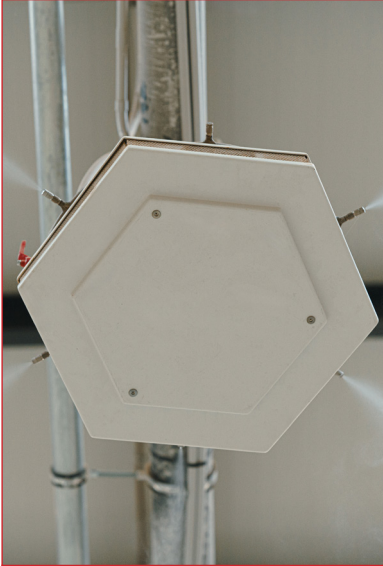
أنظمة الإخماد (Suppression Systems)

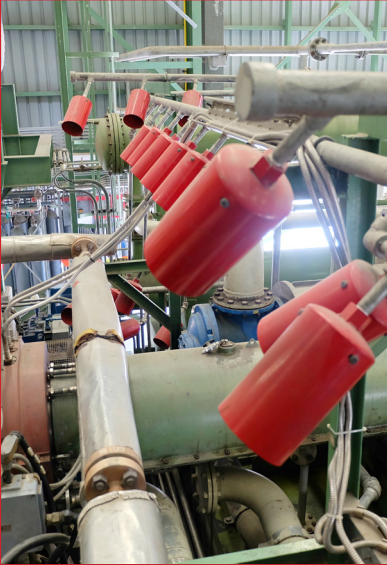
تُعد أنظمة إطفاء الحرائق من مميزات السلامة الأساسية الموجودة في العديد من أنواع المباني، وهي مُصممة لحماية الأرواح والممتلكات من خلال إخماد الحرائق أو السيطرة عليها بسرعة، كما تختلف هذه الأنظمة اختلافاً كبيراً عن الطرق الأخرى لمكافحة الحرائق، حيث تستخدم طرقاً ومواد مختلفة لإيقاف انتشار الحرائق.

يتم تركيب أنظمة إطفاء الحرائق في كل أنواع المباني تقريباً، وتأتي بأشكال عديدة؛ لأن الحرائق يمكن أن تندلع لأسباب مختلفة وتنمو بطرق مختلفة، ويكمن الهدف الرئيسي من هذه الأنظمة في مهاجمة عنصر أو أكثر من العناصر الثلاثة اللازمة لاشتعال النار: الأكسجين والوقود والحرارة، من خلال إزالة هذه العناصر أو تقليلها، مما يؤدي إلى إخماد النار أو تقليلها أو منع توسعها.

أنواع أنظمة الإخماد:

لأنظمة إخماد الحرائق عدة أنواع رئيسية، هي:

النوع	الوصف	شكل توضيحي
أنظمة رذاذ الماء (Water Mist Systems)	تحتوي على أنابيب بها فوهات تُخرج قطرات ماء صغيرة جداً تُسمى "رذاذ"، ويؤدي هذا الرذاذ إلى تقليل الأكسجين، مما يساعد في إطفاء الحريق. تُستخدم هذه الأنظمة في الأماكن التي تحتاج إلى حماية دقيقة، مثل المعارض أو مراكز البيانات، وتعمل بضغط عال يصل إلى (150 Bar)، لكنها تستخدم ماءً قليلاً (أقل من 200 L في الدقيقة)، وهذا يُقلل من الأضرار الناتجة عن الماء.	
أنظمة بكرة الخرطوم (Hose Reel Systems)	هي أنظمة بسيطة ورخيصة تُستخدم لمكافحة الحرائق، وتتكوّن من خرطوم ملفوف على بكرة مثبتة على الحائط، ويمكن فتحه يدوياً لرش الماء مباشرة على النار. تُستخدم هذه الأنظمة في الأماكن الصغيرة، مثل المطابخ التجارية، والمحلات؛ لأنها تساعد على إطفاء الحريق بسرعة قبل أن ينتشر.	
صنابير الإطفاء (Fire Hydrants)	هي أدوات مهمة تُستخدم لإخماد الحرائق في المدن، وعادةً ما تُركّب في الشوارع، وتُوصّل مباشرة بشبكة المياه العامة، وعند حدوث حريق، يستخدمها رجال الإطفاء للحصول على كمية كبيرة من الماء بسرعة، وتساعد هذه الصنابير في إطفاء النار من مكان آمن أو في الأماكن التي يصعب الوصول إليها، مما يقلل من الأضرار الناتجة عن الحريق.	

النوع	الوصف	شكل توضيحي
أنظمة الرغوة (Foam Systems)	تُستخدم في الأماكن التي تحتوي على سوائل قابلة للاشتعال مثل الوقود أو الزيوت، حيث تخلط هذه الأنظمة مادة رغوية مع الماء لتكوين طبقة رغوة تغطي سطح السائل، فتمنع هذه الطبقة الأكسجين من الوصول إلى النار، مما يساعد على إطفائها، وتُستخدم هذه الأنظمة بكثرة في المطارات، ومستودعات الوقود، والمصانع الكيميائية.	
الأنظمة الغازية (Gas Systems)	تستخدم الأنظمة الغازية غازات مثل الهيليوم أو ثاني أكسيد الكربون لإطفاء الحرائق، حيث تعمل الغازات على إزاحة الأكسجين في الغرفة، فتقطع إمدادات الحريق وتخمد بسرعة دون ترك بقايا، وعادةً ما تُستخدم هذه الأنظمة في البيئات التي يمكن أن تتسبب فيها المياه أو الرغوة في حدوث أضرار، مثل مراكز البيانات، أو غرف الخوادم، أو المتاحف الفنية، أو المباني التاريخية.	
أبواب الحرائق الأوتوماتيكية (Automatic Fire Doors)	الأبواب الأوتوماتيكية المقاومة للحريق هي أبواب خاصة تُغلق تلقائياً عند حدوث حريق، وذلك لمنع انتشار النار والدخان بين أجزاء المبنى المختلفة، كما توفر وقتاً إضافياً لعمليات الإخلاء.	

أنظمة مكافحة الدخان (Smoke Control Systems)



تساعد أنظمة مكافحة الدخان في إدارة حركة الدخان أثناء الحريق، حيث صُممت هذه الأنظمة للحفاظ على مسارات الهروب خالية من الدخان، بحيث يُسهّل على الناس الخروج بأمان، فعند اندلاع حريق، يملأ الدخان الممرات والسلالم والمخارج بسرعة، مما يُصعّب الرؤية والتنفس، فتعمل أنظمة مكافحة الدخان على إزالته أو إبطاء انتشاره، مما يُساعد على إبقاء مسارات الهروب آمنة وصالحة للاستخدام. كما تُساعد هذه

الأنظمة على تهيئة بيئة آمنة لرجال الإطفاء، فعند إزالة الدخان أو الحد منه، يُصبح بإمكانهم الرؤية بشكل أفضل والعمل بأمان أكبر، ويمكنهم اكتشاف الحرائق وإخمادها بشكل أسرع دون القلق بشأن كثافة الدخان، كما يُمكن التحكم في الدخان من تقليل الأضرار التي تلحق بالمبنى، فمن خلال منع انتشار الدخان إلى أجزاء أخرى من المبنى، يُمكن تقليل حجم الأضرار التي تُلحق بالممتلكات.

ومن المهام الأساسية لهذه الأنظمة أيضاً الحد من احتمالية حدوث الوميض الناري، وهو ظاهرة خطيرة تنتشر فيها الغازات الساخنة والدخان المتراكم فجأة داخل موقع الحريق، مؤديةً إلى تفاقمه بسرعة كبيرة، وتسهم أنظمة مكافحة الدخان في إبطاء هذه العملية، مما يمنح شاغلي المبنى وقتاً أطول للإخلاء، ويوفر لفريق الإطفاء فرصة أفضل للتدخل والسيطرة.



الوميض الناري:

اشتعال مفاجئ وسريع لغازات أو أبخرة قابلة للاشتعال عند اختلاطها بالهواء وتعرضها لمصدر إشعال، حيث ينتشر اللهب بسرعة كبيرة عبر الخليط دون أن يترك بقايا أو يسبب احتراقاً طويلاً الأمد.

تعمل هذه الأنظمة بطرق مختلفة، فبعضها يستخدم أجزاءً ميكانيكية، مثل المراوح والمخمدات للتحكم في حركة الدخان، بينما يعتمد البعض الآخر على تدفق الهواء الطبيعي والتهوية، وفي بعض الأحيان، يتم توصيلها بنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في المبنى، الذي يقوم عادةً بتدفئة المبنى وتبريده، ويُساعد هذا التكامل على تحسين السلامة العامة وفعالية نظام مكافحة الدخان.

لوحة التحكم في إنذار الحرائق (Fire Alarm Control Panel)



تُعد لوحة التحكم في أنظمة إنذار الحرائق العنصر الأساسي والمحوري في منظومة الحماية منها، حيث تمثل العقل المدبر الذي يربط بين وحدات الكشف المختلفة وإجراءات الاستجابة التلقائية، وتكمن أهميتها في قدرتها على تحليل البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار ومصادر الإنذار، ثم إصدار القرارات المناسبة لحماية الأرواح والممتلكات، إضافةً إلى دورها في مراقبة حالة النظام بشكل مستمر.

المهام الرئيسية للوحة التحكم:

تتمثل المهام الرئيسية التي تؤديها لوحة التحكم في الآتي:

1 المعالجة المركزية للإشارات:

- استقبال الإشارات من أجهزة الكشف المختلفة، مثل كاشفات الدخان، وكاشفات الحرارة، ومحطات الإنذار اليدوي.

2 تحليل وتفسير البيانات:

- التحقق من صحة الإنذارات، وتمييز الحالات الطارئة الفعلية عن الإنذارات الخاطئة.

3 تفعيل إجراءات الاستجابة التلقائية عند تأكيد وجود حريق، التي تشمل:

- إطلاق أجهزة الإنذار الصوتي والضوئي.
- فتح أبواب الطوارئ لتسهيل عمليات الإخلاء.

■ تشغيل مراوح شفط الدخان.

■ إيقاف المصاعد لحماية مستخدميها.

4 مراقبة النظام بشكل مستمر:

■ متابعة حالة جميع الأجهزة المرتبطة والأسلاك الناقلة للإشارات.

5 إدارة الأعطال والتشغيل:

■ إصدار تنبيه فوري في حال حدوث أي عطل تقني؛ لضمان إصلاحه في أسرع وقت ممكن.

6 تحديد مواقع الخطر:

■ إظهار الموقع الدقيق للحريق وحالة الأجهزة المرتبطة، مما يساهم في سرعة الاستجابة من قبل فرق الطوارئ.

7 التخزين والتحليل اللاحق:

■ تحتفظ بعض الأنواع المتقدمة من لوحات التحكم ببيانات الأعطال والإنذارات، ليُستفاد منها لاحقاً في التحقيقات الفنية أو في الفحص الدوري.

القائمة التحقيقية للكشف عن الحرائق والإنذار (Fire Detection and Alarm Checklist)

تحتوي القائمة التحقيقية الآتية على خطوات مهمة للمساعدة في ضمان فحص أنظمة الكشف عن الحرائق والإنذار عنها بشكل صحيح، والحفاظ عليها في حالة جيدة، ويضمن استخدام هذه القائمة تغطية جميع نقاط السلامة الرئيسية، ويؤدي كل عنصر في القائمة دوراً في إيجاد بيئة آمنة، من خلال تحديد المخاطر مبكراً والحفاظ على معدات السلامة الأساسية، ويوضح الجدول الآتي القائمة التحقيقية للكشف عن الحرائق والإنذار:

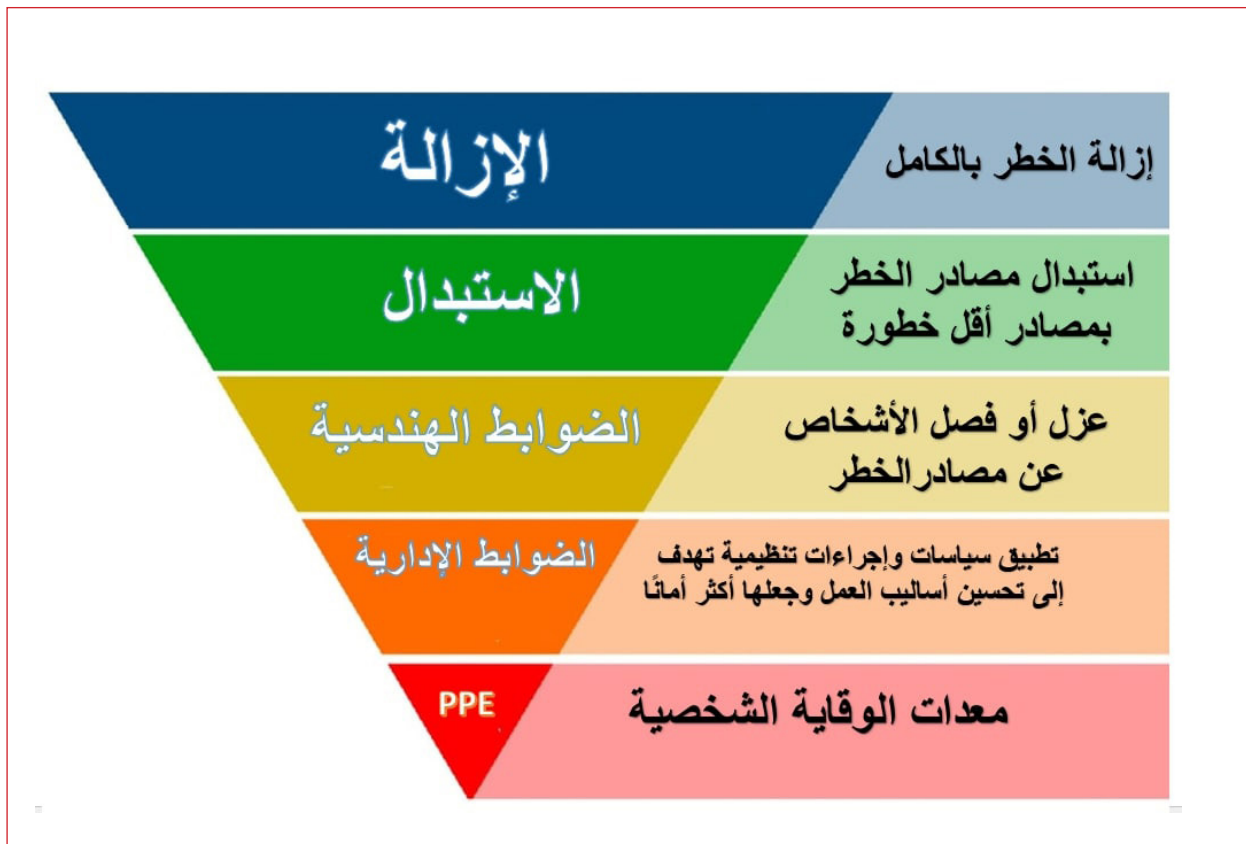
القائمة التحقيقية للكشف عن الحرائق

- هل تم تركيب نظام الكشف عن الحرائق والإنذار بالحرائق حيثما كان ذلك ضرورياً؟
- هل يتم فحص جميع معدّات الكشف عن الحرائق والإنذار بانتظام؟ ومتى تم ذلك؟ ومن قام به؟
- هل هناك تعليمات للموظفين المعنيين حول اختبار المعدّات؟
- هل أولئك الذين يقومون باختبار وصيانة المعدّات مدربون بشكل صحيح على القيام بذلك؟
- هل يمكن للوسائل الحالية للكشف عن الحريق اكتشاف الحريق بسرعة كافية لإطلاق الإنذار في الوقت المناسب لهروب جميع الركاب إلى مكان آمن؟
- هل يمكن سماع وفهم وسائل الإنذار بوضوح في جميع أنحاء المبنى بأكمله عند إطلاقها من أي نقطة واحدة؟
- إذا كان نظام الكشف عن الحرائق والإنذار يعمل بالطاقة الكهربائية، هل يحتوي على مصدر طاقة احتياطي في حالة انقطاع الكهرباء؟
- هل أخبر الموظفون عن نظام التحذير من الحرائق الخاص بالمنشأة؟ هل يعرفون كيفية تشغيله والاستجابة له؟
- هل هناك تعليمات للموظفين حول كيفية تشغيل نظام التحذير من الحرائق وما هو الإجراء الذي يجب عليهم اتخاذه عند سماع التحذير؟
- هل أدرجت ترتيبات الكشف عن الحرائق والتحذير من الحرائق في خطة الطوارئ؟

ضوابط التحكم في الحرائق

(Fire Control Measures)

تهدف إجراءات السلامة من الحرائق إلى السيطرة على الحرائق والحد منها والتحكم بها، وفيما يأتي تفصيل هذه الضوابط وفق هرم السيطرة على المخاطر:



المستوى	الإجراء	التعريف	أمثلة	المزايا	العيوب
1	الإزالة (Elimination)	إزالة مصدر الخطر تماماً من بيئة العمل.	إزالة المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	تقضي على الخطر من المصدر.	قد تكون مكلفة، وتتطلب تغييرات كبيرة.
2	الاستبدال (Substitution)	استبدال مادة أو عملية خطيرة بأخرى أقل خطورة.	استبدال المواد القابلة للاشتعال بمواد غير قابلة للاشتعال.	أسرع وأرخص من الإزالة.	لا تزيل الخطر تماماً.
3	الضوابط الهندسية (Engineering controls)	تعديل البيئة أو المعدات لعزل مصدر الخطر.	■ حواجز واقية. ■ تهوية. ■ تخزين آمن للمواد الكيميائية.	تقلل الاعتماد على الإنسان.	قد تكون مكلفة، وتتطلب تصميمًا خاصًا.
4	الضوابط الإدارية (Administrative Controls)	تنظيم العمل، وتدريب العاملين لتقليل التعرض للمخاطر.	■ سياسات سلامة. ■ جداول عمل. ■ تدريبات على الطوارئ.	غير مكلفة، وسهلة التنفيذ.	تعتمد على التزام العاملين.
5	معدات الحماية الشخصية (PPE)	أدوات تُرتدى للمحماية من المخاطر.	■ الخوذات. ■ النظارات. ■ القفازات. ■ الكمامات. ■ سدادات الأذن.	وسيلة حماية مباشرة.	خط الدفاع الأخير، ولا تزيل الخطر، وتتطلب استخدامًا صحيحًا.

التطبيقات العملية للسلامة من الحرائق في البيئات المهنية (Practical Applications of Fire Safety in Occupational Settings)

تتعدد تطبيقات السلامة من الحرائق بحسب طبيعة البيئات المهنية المختلفة، حيث تستند هذه التطبيقات إلى المبادئ الأساسية للحرائق، بهدف التعامل معها والسيطرة عليها، وفيما يأتي أبرز هذه التطبيقات وفقاً لمختلف القطاعات:

القطاع	التطبيق	الشرح العلمي المبسط
النفط والغاز	منع مصادر الحرارة (Eliminate Ignition Sources)	تقليل خطر الاشتعال بمنع دخول الأجهزة أو الأدوات التي قد تولّد شرارة أو حرارة.
	التحكم في نقطة الندى (Dew Point Control)	تقليل التكثف داخل الأنابيب لتجنب التآكل والاشتعال بسبب الرطوبة.
	إدارة تدفق الغاز (Gas Flow Management)	تنظيم ضغط الغاز وسرعته؛ لتقليل التسريبات والاشتعال غير المقصود.
	نظام الطوفان (Deluge System)	إخماد الحرائق سريعاً برش الماء أو المادة المناسبة على كامل المنطقة دفعة واحدة.
	التغطية بالنيتروجين (Nitrogen Blanket)	عزل الأكسجين داخل الخزانات؛ لتفادي الاشتعال والانفجارات.
	نظام FM-200	إطفاء الحرائق بغاز غير موصل للكهرباء لا يترك بقايا، ومناسب للمعدات الحساسة.
	طلاءات المنتفخة (Intumescent Coatings)	طلاءات متخصصة مقاومة للحريق، تتمدد عند تعرضها للحرارة، ويؤدي هذا التمدد إلى إنشاء طبقة فحم سميكة عازلة مصنوعة من مادة كربونية.

القطاع	التطبيق	الشرح العلمي المبسط
المنشآت والمباني	مواد مقاومة للحريق	إبطاء انتشار الحريق باستخدام مواد غير قابلة للاشتعال.
	توفير مياه ومضخات طوارئ	تزويد النظام بمصدر دائم للمياه؛ لضمان الإطفاء السريع.
	استخدام أحواض السباحة كمصدر مياه	ربط المضخات بها لتكون بديلاً في حالة الطوارئ.
	إضاءة الطوارئ	ضمان الرؤية في الممرات أثناء الإخلاء.
	النظافة والتنظيم	تقليل المواد القابلة للاشتعال، ومنع تفاقم الحريق.
المطاعم والغذاء	استخدام طهي كهربائي/بخاري بدلاً من الغاز	تقليل استخدام الهيدروكربونات، وبالتالي تقليل خطر الاشتعال.
	فحص التوصيلات الكهربائية	تجنب التوصيلات الرديئة التي قد تسبب شرارة أو ماس كهربائي.
	مفتاح فصل عام للطاقة	يُغلق النظام الكهربائي بالكامل؛ لتقليل احتمال استمرار الحريق.

خطط الطوارئ والإخلاء

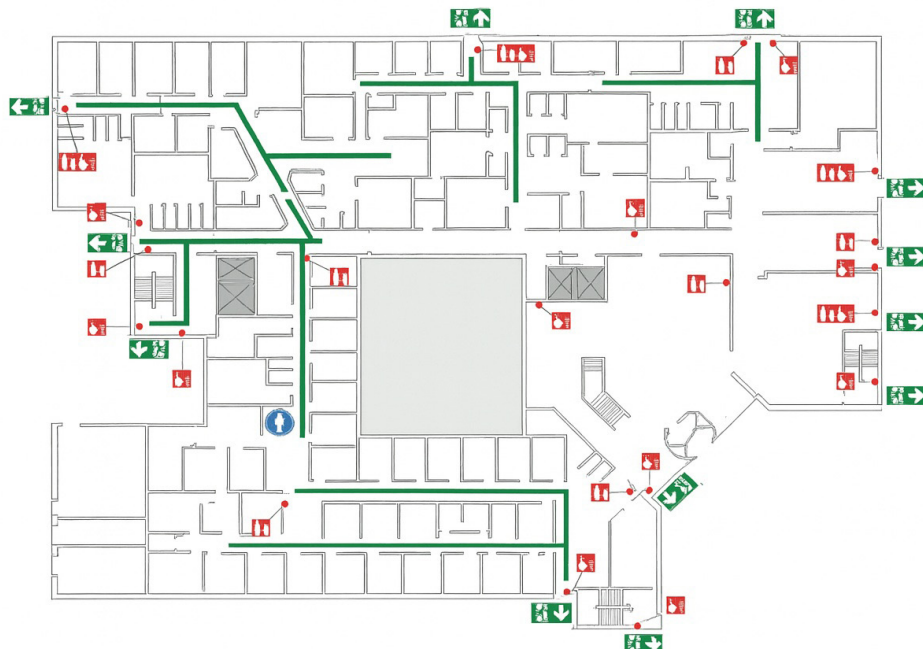
(Emergency and Evacuation Plans)

تُعد خطط الطوارئ والإخلاء أمرًا حيويًا للحفاظ على السلامة في حالات الطوارئ، مثل الحرائق أو أي أزمات أخرى، حيث تحدد هذه الخطط كيفية الإبلاغ عن حالات الطوارئ، وكيفية إجلاء الأشخاص من المبنى، والإجراءات التي يجب اتخاذها بعد الحادث، بما في ذلك التحقق من حضور الجميع، وتقديم الإسعافات الأولية إذا لزم الأمر، بالإضافة إلى ذلك، تتضمن الخطط الناجحة مسارات هروب معتمدة، ومناطق تجمّع محددة، وبروتوكولات اتصال واضحة ومُفصلة.

خطة الطوارئ (Emergency Plan)

خطة طوارئ الحريق هي مجموعة تعليمات مفصلة توضح كيفية التصرف بسرعة وأمان في حال نشوب حريق، حيث تشرح هذه الخطة الخطوات اللازمة لتببيه الكل واتخاذ الخطوات اللازمة للإخلاء، وما يجب فعله للبقاء بأمان حتى وصول المساعدة.

FIRE ESCAPE PLAN



وتشمل هذه الخطة الآتي:

■ تحديد مسارات الإخلاء:

يجب معرفة أفضل المسارات لمغادرة المبنى بسرعة أثناء الطوارئ، وضرورة وجود أكثر من مسار للإخلاء؛ لتجنب المشاكل إذا كان أحدها مسدوداً أثناء الحريق.

■ وضع اللافتات الإرشادية:

وضع لافتات إرشادية واضحة مثل: مخارج الطوارئ وغيرها.

■ تحديد نقطة تجمع آمنة:

إنشاء مكان مخصص خارج المبنى يلتقي فيه الجميع بعد الإخلاء؛ حيث تساعد نقطة التجمع على التأكد من سلامة الجميع وتحديد أي شخص مفقود أو بحاجة إلى مساعدة.

خطة الإخلاء والسلامة من الحرائق

تهدف خطة الإخلاء والسلامة من الحرائق إلى تنظيم الإجراءات اللازمة لحماية الأرواح والممتلكات عند حدوث حريق، من خلال تحديد طرق الهروب، ونقاط التجمع، وسبل الاستجابة السريعة للطوارئ، وفيما يأتي أهم ما ينبغي أن تحتويه خطة الإخلاء والسلامة من الحرائق:

1 توزيع الأدوار في حالات الحريق:

- ضرورة إلمام جميع الأفراد بأدوارهم المحددة أثناء عملية الإخلاء.
- تخصيص بعض الموظفين لمساعدة ذوي الإعاقة في الخروج بأمان.
- تولي أفراد آخرين مسؤولية التأكد من إخلاء جميع الغرف وعدم ترك أي شخص خلفهم.
- أهمية توفير وسائل تواصل واضحة مثل أنظمة الإنذار والإعلانات الصوتية.
- بعد الإخلاء، يجب أن يكون لدى الجميع معرفة بمكان نقطة التجمع وآلية التواصل المتبعة.

2 معرفة معدّات السلامة:

- يجب أن تكون الطفايات وخرائط الحريق وأجهزة الإنذار في أماكن واضحة وسهلة الوصول.
- يُساعد التدريب على استخدام طفايات الحريق في إخماد الحرائق الصغيرة بسرعة.
- التدريبات العملية على استخدام معدّات السلامة من الحرائق (مرة أو مرتين في السنة) تُعلّم الجميع ما يجب فعله، وتكشف أي مشاكل في الخطة.

3 الإبلاغ عن الحريق:

- يجب أن يكون الجميع على دراية بالجهة التي يجب الاتصال بها في حالة الطوارئ، مثل الدفاع المدني.
- من المهم إعطاء معلومات دقيقة، مثل موقع الحريق وأي عقبات تمنع الوصول.

إجراءات الإخلاء (Evacuation Procedures)

إجراءات الإخلاء هي مجموعة من الخطوات الواضحة المصممة لمساعدة الأفراد على مغادرة منطقة خطيرة بأمان وسرعة أثناء الطوارئ، وتُعد هذه الإجراءات مهمة؛ لأنها تنقذ الأرواح وتمنع الإصابات عند حدوث أمر طارئ، مثل حريق أو تسرب كيميائي أو كارثة طبيعية، ولجعل عمليات الإخلاء فعّالة، يجب دائماً تضمين العناصر الأساسية الآتية:

- يجب على الشركات والمؤسسات التأكد من فهم الجميع لأدوارهم المحددة أثناء الإخلاء.
- ضرورة وجود طرق هروب واضحة المعالم وسهلة الوصول.
- يجب أن تكون هذه الطرق خالية من العوائق ومُعلّمة بوضوح بعلامات ليتمكن الجميع من رؤيتها واتباعها دون أي لبس.
- أهمية التعاون مع خدمات الطوارئ، مثل رجال الإطفاء أو الشرطة، فهم يمتلكون الخبرة والموارد اللازمة للتعامل مع حالات الطوارئ وإرشاد الناس إلى المناطق الآمنة.

تعتمد عملية الإخلاء بأكملها على الحفاظ على الهدوء واليقظة، فعندما يُصاب الناس بالذعر، يصعب عليهم التفكير بوضوح، وقد تتبعه الفوضى، في حين يسمح الحفاظ على الهدوء للأفراد باتباع التعليمات بشكل صحيح، وتجنب التسبب في المزيد من المخاطر.

من المهم اتباع تعليمات الأفراد المدربين أو فرق الاستجابة للطوارئ، فهؤلاء الأفراد موجودون لتوجيه الناس بأمان بعيداً عن الخطر أثناء الإخلاء، ويجب استخدام المخرج أو السلالم أو مخارج الحريق المخصصة للاستخدام الآمن فقط، مع تجنب المصاعد، خاصةً أثناء الحرائق أو حالات الطوارئ المماثلة، لأن انقطاع التيار الكهربائي أو الأعطال الميكانيكية قد تحبس الأشخاص في الداخل، وبمجرد الخروج، لا بد من التوجه مباشرة إلى المنطقة الآمنة المخصصة.



خطة الإخلاء

نقاط التجمع (Assembly Point)



نقطة التجمع هي مكان آمن مُختار بعناية، يقع عادةً خارج المبنى، حيث يتجمع الأفراد بسرعة في حالات الطوارئ، وصُممت لتكون موقعًا واضحًا وسهل الوصول إليه، حيث يمكن للجميع التجمع عند الإخلاء.

وتهدف نقاط التجمع إلى حصر الذي تم إجلاؤهم وتمكين فرق الطوارئ من التحقق من سلامة الجميع وتحديد المفقودين والمحتاجين إلى مساعدة، كما تمثل نقاط التجمع مكانًا لإعطاء التعليمات مثل انتظار المزيد من التوجيهات، ويجب مراعاة العوامل الآتية عند اختيار نقطة تجمع جيدة:



تُعدّ نقطة التجمع الآمنة والمدرّسة بعناية جزءًا أساسيًا من أي خطة طوارئ؛ فهي توفر موقعًا واضحًا للتجمع، ووسيلةً للاطمئنان على سلامة الجميع، ومكانًا تُعطى فيه التعليمات.

- يجب أن يكون الوصول إلى نقطة التجمع سهلًا للجميع، بمن فيهم من يعانون من صعوبات في الحركة.
- يجب أن تكون نقطة التجمع قريبة من المبنى بما يكفي لتجنب ابتعاد الأشخاص أثناء الإخلاء.
- يجب أن تكون المنطقة المحيطة بها خالية من العوائق، مثل السيارات المتوقفة، أو مواد البناء، أو المعدات التي قد تعيق الطريق أو تؤخر عملية الإخلاء.
- يجب ألا يكون الموقع قريبًا من المناطق التي تحتاج فيها فرق الطوارئ إلى مساحة للعمل، مثل سيارات الإطفاء أو فرق الإنقاذ.
- يجب أن تكون نقطة التجمع مضاءة جيدًا، وواضحة من مختلف الاتجاهات، وبعيدة عن الأماكن التي قد تحدث فيها مخاطر أثناء الطوارئ.

تدريب الإخلاء (Evacuation Training)

يعد التدريب على الإخلاء أساسياً لإعداد الأفراد للتصرف بسرعة وأمان أثناء الطوارئ، ويسهم التدريب المنتظم في المكاتب والمدارس والمستشفيات والمراكز التجارية في تمكين الجميع من الاستجابة بهدوء وكفاءة، مما يقلل الإصابات والفوضى أثناء الحالات الطارئة، ويتلخص تدريب الإخلاء في حالات الطوارئ في الآتي:

■ أولاً: فهم إجراءات الطوارئ:

- معرفة ما يجب فعله أثناء الحريق أو أي خطر آخر.
- تحديد مواقع الإنذار والمخارج الآمنة.
- استخدام الخرائط والرسوم لتحديد المسارات.
- تجنب الذعر واتباع التعليمات.

■ ثانياً: توزيع الأدوار:

- وجود مسؤولين مدربين لتوجيه الآخرين (قادة الإخلاء).
- وجود أشخاص مكلفين بمساعدة ذوي الاحتياجات الخاصة.
- معرفة كل شخص دوره أثناء الطوارئ.

■ ثالثاً: طرق الإخلاء الآمن:

- عدم استخدام المصاعد أو محاولة اختصار الطرق.
- مساعدة من لا يستطيعون المشي بسرعة.
- الحفاظ على التحرك كمجموعة دون تشتت.

■ رابعاً: التدريب على استخدام معدات الطوارئ:

- تعلم استخدام طفايات الحريق وأجهزة الإنذار.
- التدريب العملي على طريقة الخروج والتصرف السليم.

■ خامساً: أهمية التدريبات العملية المنتظمة:

- يزيد تكرار التدريب من سرعة وفعالية الاستجابة.
- يكشف المشاكل مثل المخارج المغلقة أو ضعف التنظيف.
- يعزز الثقة ويقلل الفوضى في الحالات الفعلية.



أسئلة الوحدة

- ما مثلث الحريق؟
- ما تعريف أدنى وأعلى معدل احتراق؟
- اذكر أسباب الحرائق؟
- اشرح مراحل الحريق؟
- صنف مناطق أخطار الحريق؟
- ما فئات الحريق؟
- اذكر أنواع طفايات الحريق؟
- ما أنظمة إخماد الحريق؟
- اذكر التطبيقات العملية للسلامة من الحرائق في البيئات المهنية؟
- اذكر إجراءات الإخلاء؟

الوحدة الرابعة

السلامة الكهربائية

Electrical Safety



محتويات الوحدة الرابعة

الدرس الأول

158 (Basics of Electricity) أساسيات الكهرباء

الدرس الثاني

166 (Ohm's Law) قانون أوم

الدرس الثالث

170 (Power, Energy, and Efficiency) القدرة والطاقة والكفاءة

الدرس الرابع

176 (Electrical Circuits) الدوائر الكهربائية

الدرس الخامس

188 (Electrical Risk) المخاطر الكهربائية

الدرس السادس

201 (Electrical Safety) السلامة من المخاطر الكهربائية

الدرس السابع

208 (Lockout/Tagout System (LOTO)) نظام الإغلاق ووضع العلامات

الدرس الثامن

215 (Electrical Personal Protective Equipment) معدات الوقاية الشخصية الكهربائية

الدرس التاسع

222 (Emergency Response and First Aid) الاستجابة للطوارئ والاسعافات الأولية

225 أسئلة الوحدة

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يفهم أساسيات الكهرباء.
- يحدد الأخطار الكهربائية ويصنفها.
- يطبق الإجراءات الأساسية لتحديد الأخطار الكهربائية.
- يقيم مستوى عواقب المخاطر الكهربائية.
- يتعرف الإجراءات الأساسية في عملية إدارة المخاطر الكهربائية.
- يعرف إجراءات السلامة في الأعمال الكهربائية.
- يطبق إجراءات العمل الآمن في الأعمال الكهربائية.
- يحدد أدوات الوقاية من المخاطر الكهربائية ويستخدمها.
- يطبق إجراءات الاستجابة للمخاطر الكهربائية.
- يطبق إجراءات الإسعافات الأولية للحوادث الكهربائية.

ملخص الوحدة

صُممت هذه الوحدة لتزويد الطلبة بالمعارف والمهارات اللازمة للتعامل مع المخاطر الكهربائية، من حيث تعريفهم بأساسيات الكهرباء والدوائر الكهربائية، وتمكينهم من تعرف أنواع المخاطر الكهربائية وتقييمها، وإجراءات عملية إدارتها، وممارسات العمل الآمن في الكهرباء، وتمكينهم من معرفة معدات الوقاية الشخصية من المخاطر الكهربائية، وإكسابهم مهارات التعامل مع المخاطر الكهربائية وطرق الاستجابة في حالات الطوارئ، وطرق الإسعافات الأولية في الحوادث الكهربائية.

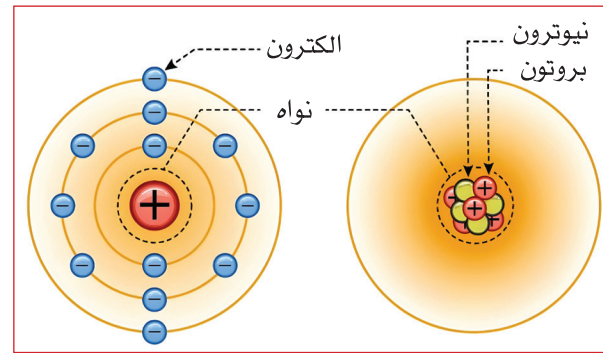
أساسيات الكهرباء

(Basics of Electricity)

يعود اكتشاف الكهرباء للمرة الأولى إلى آلاف السنين برصد الإنسان لبعض الظواهر الكهربائية قبل أن يتمكن من فهمها ودراستها، ومن أهم هذه الظواهر قدرة مادة الكهرمان/العنبر (Amber) على جذب الأجسام خفيفة الوزن عند احتكاكها بالصوف، وما أظهرته تجربة العالم الأمريكي بنجامين فرانكلين (Benjamin Franklin) بربط مفتاح معدني في نهاية خيط طائرة ورقية، وإطلاقها في عاصفة رعدية، وعند اقتراب العاصفة الرعدية من الطائرة لمس فرانكلين المفتاح المثبت في الخيط، وحدثت شرارة كهربائية، ومن هناك توالى بعد ذلك البحوث والتجارب والدراسات التي تناولت الكميات الأساسية في الكهرباء.

الشحنة الكهربائية (Electric Charge)

تُعرف الشحنة بأنها خاصية تحملها الجسيمات (Particles) في الذرة (Atom)، وتمكنها من التناثر أو التجاذب مع الأجسام المشحونة الأخرى، وتتكون الذرات من نواة (Nucleus) تحتوي على نوعين من الجسيمات دون الذرية، هما: البروتونات (Protons) التي تحمل شحنة موجبة (Positive Charges)، والنيوترونات التي تكون متعادلة الشحنة (Neutrons with no Charges)، ويدور حول نواة الذرة مجموعة من الجسيمات الصغيرة التي تحمل شحنات سالبة (Negative Charges)، وتُسمى الإلكترونات (Electrons)، التي تتساوى في قيمتها مع شحنة البروتون الواحد، مما يجعل الذرة متعادلة كهربائياً (Electrically Neutral).



يكون ارتباط الإلكترونات بالذرة ضعيفاً؛ لذا تستطيع الانتقال من ذرة إلى أخرى، فالذرات التي تفقد إلكتروناتها تصبح مشحونة بشحنة موجبة، والذرات التي تكتسب إلكترونات تصبح مشحونة بشحنة سالبة، وتقاس الشحنة الكهربائية (Q) بوحدة الكولوم (Coulomb (C))، ويوضح الجدول الآتي مقدار الشحنات في مكونات الذرة:

الشحنة (C)	الجسيم
-1.6×10^{-19}	الإلكترون (e)
1.6×10^{-19}	البروتون (p)
صفر (لا شحنة له)	النيوترون (n)

خصائص الشحنات الكهربائية:

من خصائص الشحنة الكهربائية الآتي:

- التجاذب والتنافر: تتجاذب الأجسام المشحونة بشحنتين مختلفتين، بينما تتنافر الأجسام المشحونة بشحنتين متشابهتين.
- الثبات: فالشحنة لا تُفنى ولا تُستحدث من العدم، أي أن الشحنة الكلية في نظام مغلق تبقى ثابتة، فإذا فقد جسم ما شحنته، فسيكتسبها جسم آخر، وهذا ما يطلق عليه بقانون حفظ الشحنة (Charge Conservation).
- الشحنة الكهربائية تكون كممة (Quantization of Charge): فهي تأتي بمقدار محدد لا يتجزأ، وهو مقدار شحنة الإلكترون (-1.6×10^{-19}).

تصنيف المواد حسب الموصلية الكهربائية:

تُصنف المواد إلى مواد موصلة وعوازل أو أشباه موصلات، بناءً على قدرة الإلكترونات على التنقل بحرية بين ذرات المواد؛ حيث تسمح المواد الفلزية بانتقال الإلكترونات فيها بسهولة بين الذرات، مما يجعلها مواد موصلة للكهرباء، أما المواد اللافلزية فهي المواد التي تحتفظ بالإلكترونات بصورة محكمة، ولا تسمح لها بالانتقال بين ذراتها، مما يجعلها مواد غير موصلة للكهرباء، وهناك نوع ثالث من المواد تسمى أشباه الفلزات (Semimetals) أو أشباه الموصلات، وتتميز بخواص وسطية بين الفلزات واللافلزات؛ إذ يُتحكم بموصليتها (Conductivity) من خلال إضافة ذرات مواد أخرى، أو بتغيير درجات الحرارة، ومن أمثلتها: السيلكون والجرمانيوم (Silicon and Germanium).

التيار الكهربائي (Current)

يُعرف التيار الكهربائي على أنه تدفق الإلكترونات عبر المادة الفلزية عن طريق القوة الدافعة الكهربائية (Electromotive Force (e.m.f))، التي توفرها البطارية (Battery) أو الخلية (Cell)، والتي يكون أحد أطرافها موجباً، فتجذب الإلكترونات إليه وتتحرك باتجاهه، ويرمز إليه بالرمز I ، و يقاس بوحدة الأمبير (Ampere (A)). و يُستخدم التيار الكهربائي في تشغيل الأجهزة الكهربائية، والإنارة، والتدفئة، والأجهزة الإلكترونية، والاتصالات.



القوة الدافعة الكهربائية

(Electromotive force (e.m.f))

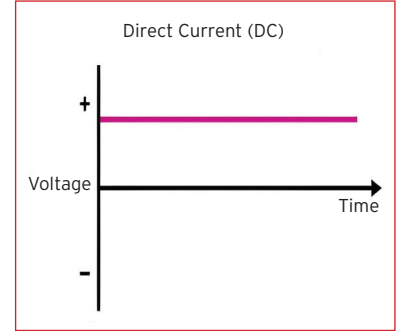
هي فرق الجهد الكهربائي (p.d.) بين قطبي مصدر جهد كهربائي.

أنواع التيار الكهربائي

يصنف التيار الكهربائي إلى نوعين، هما: التيار الكهربائي المستمر (DC)، والتيار الكهربائي المتردد (AC).

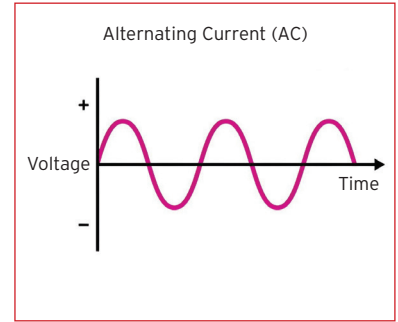
■ التيار الكهربائي المستمر (Direct Current (DC)) :

يتمثل في التدفق المستمر للشحنة الكهربائية في اتجاه واحد ثابت، وبجهود كهربائية ثابتة أيضاً (Voltage Stability)، ويمكن تحويل التيار المستمر (DC) إلى تيار متردد (AC) باستخدام العاكس (Inverter).



■ التيار الكهربائي المتردد (Alternating Current (AC)) :

هو التيار الكهربائي الذي يتغير فيه اتجاه تدفق الشحنات الكهربائية بشكل دوري؛ حيث يتذبذب التيار الكهربائي في اتجاهين (الإيجابي والسلبي) بدلاً من التدفق في اتجاه ثابت، ويكون الجهد الكهربائي متغيراً (Voltage Variation)، كما يمكن تحويل التيار المتردد (AC) إلى تيار مستمر (DC) باستخدام المقوم (Rectifier).



ويوضح الجدول الآتي الفرق بين التيار الكهربائي المستمر، والتيار الكهربائي المتردد:

وجه المقارنة	التيار الكهربائي المستمر	التيار الكهربائي المتردد
اتجاه التيار الكهربائي	يتدفق دائماً في اتجاه واحد، وتنتقل الإلكترونات من الطرف السالب (-) إلى الطرف الموجب (+).	تيار يتغير اتجاهه دورياً مع الزمن، ويكون في شكل موجة جيبية، وتتحرك الإلكترونات ذهاباً وإياباً.
مصدر التيار	البطاريات والخلايا الشمسية.	المولدات الكهربائية ومحطات الطاقة.

وجه المقارنة	التيار الكهربائي المستمر	التيار الكهربائي المتردد
الكفاءة في نقل الكهرباء	أقل كفاءة في نقل الكهرباء لمسافات طويلة؛ لأنه يفقد جزءا كبيرا من الطاقة عند نقل الكهرباء.	أكثر كفاءة في نقل الكهرباء لمسافات طويلة؛ لأنه يفقد جزءا قليلا من الطاقة عند نقل الكهرباء.
الخطورة	أقل خطورة (إصابته غالباً موضعية).	أكثر خطورة (يسبب ارتعاش العضلات وتوقف القلب).
التطبيقات	■ الأجهزة التي تعمل بالبطارية، مثل: المصابيح الكهربائية، والأجهزة الإلكترونية المحمولة. ■ الأجهزة الإلكترونية، مثل: الهواتف، والحواسيب، والسيارات الكهربائية. ■ الإلكترونيات التي تحتوي على مكونات أشباه الموصلات، مثل: أجهزة الحاسوب، ووحدات التحكم الدقيقة.	■ تشغيل الأجهزة المنزلية، والمصابيح، والآلات الصناعية، والشبكات الكهربائية. ■ شبكات توزيع الطاقة.

قياس شدة التيار الكهربائي (Measurement of Electric Current Intensity)

يستخدم جهاز الأميتر (Ammeter) لقياس كمية الشحنات الكهربائية التي تمر خلال نقطة ما في الثانية الواحدة، ويجب أن يكون توصيل الأميتر مع مسار تحرك التيار الكهربائي في الدائرة (Circuit)، فإذا وُصل بطريقة عكسية، أعطى قراءة خاطئة سالبة. وتُحسب شدة التيار الكهربائي بالمعادلة الآتية:

$$\text{شدة التيار الكهربائي} = \frac{\text{الشحنة الكهربائية}}{\text{الزمن}}$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

مثال (1)

يتدفق تيار كهربائي شدته (10 A) في دائرة كهربائية لمدة 6s، ما مقدار الشحنة الكهربائية التي تتدفق في الدائرة؟

المعطيات:

$$\text{شدة التيار الكهربائي } (I) = 10 \text{ A}$$

$$\text{الزمن } (t) = 6 \text{ s}$$

الحل:

$$\text{شدة التيار الكهربائي} = \frac{\text{الشحنة الكهربائية}}{\text{الزمن}}$$

$$10 = \frac{Q}{6}$$

$$Q = 10 \times 6$$

$$Q = 60 \text{ C}$$

الجهد الكهربائي (Voltage)

الجهد الكهربائي هو القوة الدافعة التي تسبب حركة الإلكترونات (التيار الكهربائي)، ويُسمى فرق الجهد الكهربائي ((Potential Difference ($p.d$)) بين طرفي البطارية أو الخلية بالقوة الدافعة الكهربائية ((Electromotive Force ($e.m.f$)).

ويُقاس فرق الجهد الكهربائي باستخدام جهاز (Voltmeter)، الذي يوصل بين طرفي المكون (الخلية أو البطارية)، ووحدته هي الفولت ((Volt (V)).

المقاومة الكهربائية (Resistance)

لكل مادة خاصية تعيق مرور التيار الكهربائي في الدائرة، وتُسمى هذه الخاصية بالمقاومة (Resistance)، بمعنى آخر: يُتحكم بشدة التيار الكهربائي المار بإضافة أجزاء لها مقاومة في الدائرة الكهربائية، ويعبر عن المقاومة بوحدة الأوم (Ohm)، ويرمز لها بالرمز (Ω)، وتُحسب المقاومة بمعرفة شدة التيار الكهربائي المار، وفرق الجهد الكهربائي حسب المعادلة الآتية:

$$\text{المقاومة} = \frac{\text{فرق الجهد الكهربائي}}{\text{شدة التيار الكهربائي}}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

مثال (2)

إذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي مقاومة في دائرة كهربائية يساوي (20 V)، ويمر بها تيار كهربائي شدته (0.05 A)، احسب قيمة المقاومة.

المعطيات:

$$\text{شدة التيار الكهربائي } (I) = 0.05 \text{ A}$$

$$\text{فرق الجهد الكهربائي } (V) = 20 \text{ V}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{0.05} = 400 \Omega$$

الحل:



المقاومة صفر تعني
ماس كهربائي (تيار
عالٍ جداً)، بينما
المقاومة اللانهائية
تعني دائرة مفتوحة لا
تمرر التيار.

أهمية المقاومة:

تتمثل أهمية المقاومة في الدائرة الكهربائية في الآتي:

- التحكم في التيار: تُستخدم لحماية المكونات الإلكترونية من التيار الزائد.
- تقسيم الجهد: في دوائر مثل مقسم الجهد (Voltage Divider).
- تحويل الطاقة إلى حرارة: كما في السخانات الكهربائية، والمصابيح المتوهجة.

العوامل المؤثرة في المقاومة:

تؤثر في المقاومة الكهربائية مجموعة من العوامل هي:

1 نوع المادة:

- موصلات (مثل النحاس، والألمنيوم): مقاومتها منخفضة.
- عوازل (مثل الخشب، والزجاج): مقاومتها عالية جداً.
- أشباه الموصلات (مثل السيليكون): مقاومتها متوسطة، وتتغير حسب الظروف.

2 طول الموصل:

تناسب المقاومة مع طول الموصل تناسباً طردياً، أي كلما زاد الطول زادت المقاومة.

3 مساحة المقطع العرضي :

تناسب المقاومة مع مساحة مقطع الموصل تناسباً عكسياً، أي كلما زادت المساحة قلت المقاومة.

4 درجة الحرارة :

- في المعادن: تزداد المقاومة بزيادة الحرارة.
- في أشباه الموصلات: تقل المقاومة بزيادة الحرارة.

أنواع المقاومة في الدوائر الكهربائية:

للمقاومات الكهربائية أنواع متعددة منها ما يأتي:

- 1- مقاومة ثابتة (Fixed Resistor): لها قيمة محددة لا تتغير.
- 2- مقاومة متغيرة (Variable Resistors): يمكن تعديل قيمتها (مثل مفتاح التحكم في الصوت).

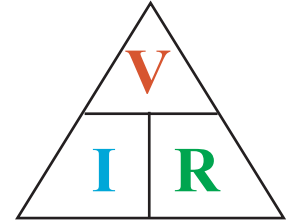
قانون أوم

(Ohm's Law)

تمكن الفيزيائي الألماني جورج سيمون أوم بعد إجراء العديد من التجارب الكهربائية من الربط بين الكميات الأساسية الكهربائية، وهي: شدة التيار الكهربائي، وفرق الجهد الكهربائي، والمقاومة، وتوصل إلى أن «التيار الكهربائي المار في موصل بين نقطتين يتناسب طردياً مع فرق الجهد الكهربائي، ويتناسب عكسياً مع مقاومة الموصل»، وهذا ما يعرف علمياً بقانون (أوم)، ويعبر عنه بالمعادلة الآتية:

$$\text{شدة التيار الكهربائي} = \frac{\text{فرق الجهد الكهربائي}}{\text{المقاومة}}$$

$$I = \frac{V}{R}$$



أمثلة تطبيقية على قانون أوم

أولاً: حساب فرق الجهد الكهربائي

يُحسب فرق الجهد الكهربائي بمعرفة قيمة شدة التيار الكهربائي والمقاومة حسب المعادلة الآتية المشتقة من قانون أوم:

$$V = I \times R$$

ويتضح من المعادلة السابقة أنه:

- في الدوائر الكهربائية المختلفة: كلما زاد التيار الكهربائي أو المقاومة زاد فرق الجهد الكهربائي المطلوب لحركة التيار الكهربائي عبر الدائرة.
- في الدوائر الكهربائية المختلفة: إذا كانت المقاومة كبيرة، وفرق الجهد الكهربائي ثابتاً، فإن التيار الكهربائي سيكون أقل.
- في الدائرة الكهربائية الواحدة: تظل المقاومة ثابتة لا تتغير، وكلما زاد فرق الجهد زادت شدة التيار الكهربائي مع بقاء المقاومة ثابتة.

مثال (1)

دائرة كهربائية تحتوي على مقاومة مقدارها 100Ω ، ويمر خلالها تيار كهربائي شدته $0.02 A$ ، احسب الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة.

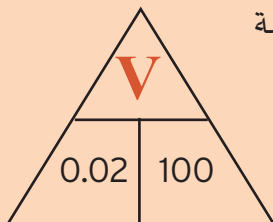
الحل:

فرق الجهد الكهربائي = شدة التيار الكهربائي $\times$ المقاومة

$$V = I \times R$$

$$V = 0.02 \times 100$$

$$= 2 V$$



ثانياً: حساب شدة التيار الكهربائي

تُحسب شدة التيار الكهربائي المار بمعرفة فرق الجهد الكهربائي والمقاومة باستخدام المعادلة الآتية المشتقة من قانون أوم:

$$I = \frac{V}{R}$$

ويتضح من المعادلة السابقة أنه:

- كلما زاد الجهد الكهربائي مع بقاء المقاومة ثابتة زاد التيار الكهربائي.
- كلما زادت المقاومة مع بقاء الجهد الكهربائي ثابتاً قل التيار الكهربائي.

مثال (2)

دائرة كهربائية بها مقاومة مقدارها (2Ω) ، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيها $(6V)$. احسب شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة.

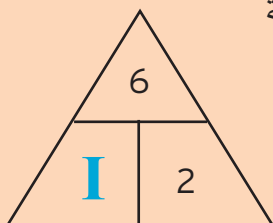
الحل:

شدة التيار الكهربائي = فرق الجهد الكهربائي $\div$ المقاومة

$$I = \frac{6}{2}$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = 3 A$$



ثالثاً: حساب المقاومة

تُحسب المقاومة بمعرفة فرق الجهد الكهربائي وشدة التيار الكهربائي باستخدام المعادلة المشتقة من قانون أوم:

$$R = \frac{V}{I}$$

ويتضح من المعادلة السابقة أنه:

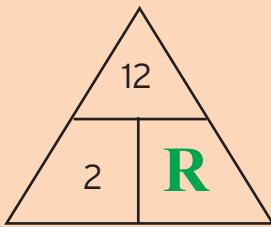
- كلما زاد فرق الجهد الكهربائي مع بقاء التيار الكهربائي ثابتاً زادت المقاومة.
- إذا زاد التيار الكهربائي مع بقاء فرق الجهد الكهربائي ثابتاً قلت المقاومة.

مثال (3)

إذا علمت أن فرق الجهد الكهربائي بين طرفي مقاومة في دائرة كهربائية يساوي 12 V ، ويمر بها تيار كهربائي شدته 2 A . احسب قيمة المقاومة.

الحل:

المقاومة = فرق الجهد الكهربائي ÷ شدة التيار الكهربائي



$$R = \frac{V}{I}$$
$$R = \frac{12}{2}$$

$$R = 6\ \Omega$$

مثال (4)

إذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي مقاومة في دائرة كهربائية يساوي (20 V) ، ويمر بها تيار كهربائي شدته (0.05 A) ، احسب قيمة المقاومة.

المعطيات:

شدة التيار الكهربائي $I = 0.05\text{ A}$

فرق الجهد الكهربائي $V = 20\text{ V}$

الحل:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{0.05} = 400\ \Omega$$

القدرة والطاقة والكفاءة

(Power, Energy, and Efficiency)

تُعد مفاهيم القدرة والطاقة والكفاءة من المرتكزات الأساسية في الدراسات العلمية والهندسية، إذ تُسهم في تفسير آليات تحويل الموارد الطبيعية إلى أشكال متنوعة من العمل المفيد، كما تساعد هذه المفاهيم على فهم سبل الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة، وتعزيز فعالية النظم التقنية في مختلف القطاعات.

القدرة الكهربائية (Power)

تعرف القدرة الكهربائية (Electric Power) بأنها معدل انتقال أو استهلاك الطاقة الكهربائية في دائرة كهربائية، وتُقاس بوحدة الواط (Watt (W)) وتمثل كمية الطاقة المحولة إلى أشكال أخرى (مثل الحرارة، والضوء، والحركة) في وحدة الزمن، عند التفكير في كمية الطاقة التي تتدفق عبر سلك لتشغيل جهاز، فإن معدل نقل هذه الطاقة هو القدرة الكهربائية، وهي مقياس لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية التي ينقلها الجهاز من مكان إلى آخر خلال زمن معين، وتعتمد قدرة الموصل على فرق الجهد الكهربائي وشدة التيار الكهربائي، ويُعبّر عنها بالمعادلة الآتية:

القدرة = شدة التيار الكهربائي × فرق الجهد الكهربائي

$$P = I \times V$$

الطاقة الكهربائية (Electrical Energy)

تعرف الطاقة الكهربائية (Electrical Energy) بأنها كمية الشغل المبذول بواسطة التيار الكهربائي أو الطاقة المستهلكة أو المنتجة في نظام كهربائي خلال فترة زمنية معينة، وهي ناتج ضرب القدرة الكهربائية في الزمن، وتُقاس عادةً بوحدة الجول (Joule)، ويُحسب مقدار الطاقة الكهربائية التي ينقلها المصدر من مكان إلى آخر بالمعادلة الآتية:

الطاقة الكهربائية المنقولة = القدرة × الزمن

$$E = P \times t$$

أو

الطاقة الكهربائية المنقولة = شدة التيار الكهربائي × فرق الجهد الكهربائي × الزمن

$$E = I \times V \times t$$

أشكال الطاقة الكهربائية:

يمكن للطاقة الكهربائية أن تتخذ شكلين رئيسيين: إما طاقة حركية أو طاقة وضع حسب الآتي:

■ تحدث الطاقة الحركية نتيجة لتحرك الجسيمات المشحونة، مثل الإلكترونات، فعندما تتحرك هذه الجسيمات، تولد تياراً كهربائياً، وبالتالي طاقة كهربائية، على سبيل المثال، تتحرك الإلكترونات عبر الأسلاك في المصباح اليدوي، وهذه الحركة هي مثال على الطاقة الحركية.

■ تنشأ طاقة الوضع عندما يتم تخزين الطاقة الكهربائية، ويحدث ذلك عندما تحتفظ الجسيمات المشحونة بمسافة معينة من بعضها البعض، أو يتم تخزينها في أجسام مصممة خصيصاً لذلك، مثل البطاريات، حيث تقوم بتخزين الطاقة الكيميائية التي يمكن تحويلها إلى طاقة كامنة كهربائية عند الحاجة، أي إنها تحتفظ بطاقة مخزنة حتى يتم استخدامها لتشغيل جهاز ما، وتبقى هذه الطاقة محفوظة حتى يتم استهلاكها أو إطلاقها.

مثال (1)

الحل:

■ حساب القدرة الكهربائية

القدرة = شدة التيار الكهربائي × فرق الجهد الكهربائي

$$P = I \times V$$

$$P = 0.6 \times 300$$

$$P = 180 \text{ W}$$

■ حساب مقدار الطاقة الكهربائية

الطاقة الكهربائية المنقولة = القدرة × الزمن

$$E = P \times t$$

$$E = 180 \times 60$$

$$E = 10800 \text{ J}$$

شغل مصباح بفرق جهد كهربائي مقداره (300 V)، وبلغت شدة التيار الكهربائي (0.6 A). احسب القدرة الكهربائية، ومقدار الطاقة الكهربائية المنقولة من مكان إلى آخر خلال دقيقة.

المعطيات:

$$V = 300$$

$$I = 0.6 \text{ A}$$

$$t = 1 \text{ m}$$

$$m = 60 \text{ s}$$

الكفاءة الكهربائية (Electrical Efficiency)

الكفاءة الكهربائية مفهوم أساسي في الهندسة الكهربائية والطاقة المتجددة، حيث يساعد في تحسين الأداء وتوفير الطاقة، أي إن الكفاءة الكهربائية هي مقياس يوضح مقدار الكهرباء التي يستخدمها الجهاز في إنتاج طاقة نافعة مقارنةً بما يُفقد منها غالباً على شكل حرارة، وتُعرض هذه النسبة كنسبة مئوية، وكلما زادت كفاءة الجهاز قلت الطاقة المفقودة، وترتبط الكفاءة بمفهومين رئيسيين هما:

- طاقة الإدخال، وهي إجمالي الطاقة الكهربائية المدخلة إلى جهاز أو نظام.
- طاقة الإخراج، وهي الطاقة المرغوبة التي ينتجها الجهاز.

أهمية الكفاءة الكهربائية:

- تعد الكفاءة الكهربائية من أهم الاعتبارات المرغوبة عند شراء الأجهزة وذلك للأسباب الآتية:
- توفير استهلاك الطاقة: بتقليل الفاقد من الطاقة (كالحرارة أو الضوضاء).
 - تحسين الأداء وتقليل تكاليف التشغيل: قد يساعد التشغيل الفعال على تقليل تراكم الحرارة، الأمر الذي من شأنه أن يزيد من العمر الافتراضي للمعدات الكهربائية.
 - توفير النفقات: يؤدي التقليل من استهلاك الطاقة إلى تخفيض تكاليف التشغيل وزيادة قيمة الأجهزة.
 - المزايا البيئية: من الممكن أن يساهم تقليل استهلاك الطاقة في الحد من التبعات البيئية لإنتاج الطاقة، مثل التلوث والاحتباس الحراري.

العوامل المؤثرة في الكفاءة الكهربائية:

- تؤثر عوامل عديدة على كفاءة الجهاز الكهربائي، ومنها ما يأتي:
- تصميم وجودة أجزاء الجهاز: الجهاز الجيد يعتمد على تصميم دقيق ومواد قوية، وهذا يساعد على ترتيب الأسلاك بشكل أفضل وتوفير الطاقة.
- ظروف التشغيل: فعندما يعمل الجهاز في درجات حرارة عالية أو تحت أحمال ثقيلة، قد تقل كفاءته، كما يُمكن للتغيرات الطفيفة في الجهد أو تقلبات مصدر الطاقة أن تُخفض مستويات الكفاءة.
- الصيانة الدورية: إذا تم تنظيف الجهاز وتزييته وفحصه بانتظام، فسيعمل بشكل أفضل.

حساب الكفاءة الكهربائية:

تُحسب الكفاءة بالمعادلة الآتية:

$$\text{الكفاءة} = (\text{طاقة المخرجات المرغوبة} / \text{إجمالي طاقة المدخلات}) \times 100\%$$

مثال (2)

إذا كان جهاز يستهلك 1000 واط من الطاقة الكهربائية، وينتج 800 واط من العمل المفيد، فإن كفاءته هي:

$$\text{الكفاءة} = (\text{طاقة المخرجات المرغوبة} / \text{إجمالي طاقة المدخلات}) \times 100\%$$

$$\%80 = \%100 \times \left(\frac{800}{1000} \right)$$

انخفاض الجهد (Voltage Drop)

لكل موصل كهربائي (مثل الأسلاك) مقاومة معينة تعيق تدفق التيار؛ فعندما يتدفق التيار عبر سلك ذي مقاومة، يحدث انخفاض في الجهد، مثل تدفق الماء عبر خرطوم، حيث يقاوم الخرطوم تدفق الماء، وبالمثل، تقاوم الأسلاك الكهربائية تدفق التيار، مما يتسبب في انخفاض الجهد، ويعتمد مقدار الجهد المفقود على الآتي:

■ طول السلك.

■ سُمْك السلك.

■ كمية التيار المار في السلك.



انخفاض الجهد (Voltage Drop):

هو انخفاض قيمة الجهد الكهربائي عند مرور التيار عبر مكونات الدائرة الكهربائية (مثل الكابلات، والمقاومات، والأحمال، أو الوصلات)، نتيجة فقدان جزء من الطاقة الكهربائية على شكل حرارة، بسبب المقاومة الكهربائية للموصلات أو العناصر الإلكترونية.

تُسبب التيارات العالية انخفاضاً كبيراً في الجهد؛ لأن تأثير المقاومة يزداد بزيادة شدة التيار الكهربائي، وتُعدّ معرفة انخفاض الجهد أمراً بالغ الأهمية للحفاظ على تشغيل الأنظمة الكهربائية بأمان وكفاءة، فإذا انخفض الجهد بشكل كبير، فقد يتسبب في تعطل المعدات أو تلفها بشكل أسرع؛ لذلك يقيس الكهربائيون الجهد في نقاط مختلفة من الدائرة الكهربائية؛ لضمان حصول الأجهزة على الطاقة التي تحتاجها.

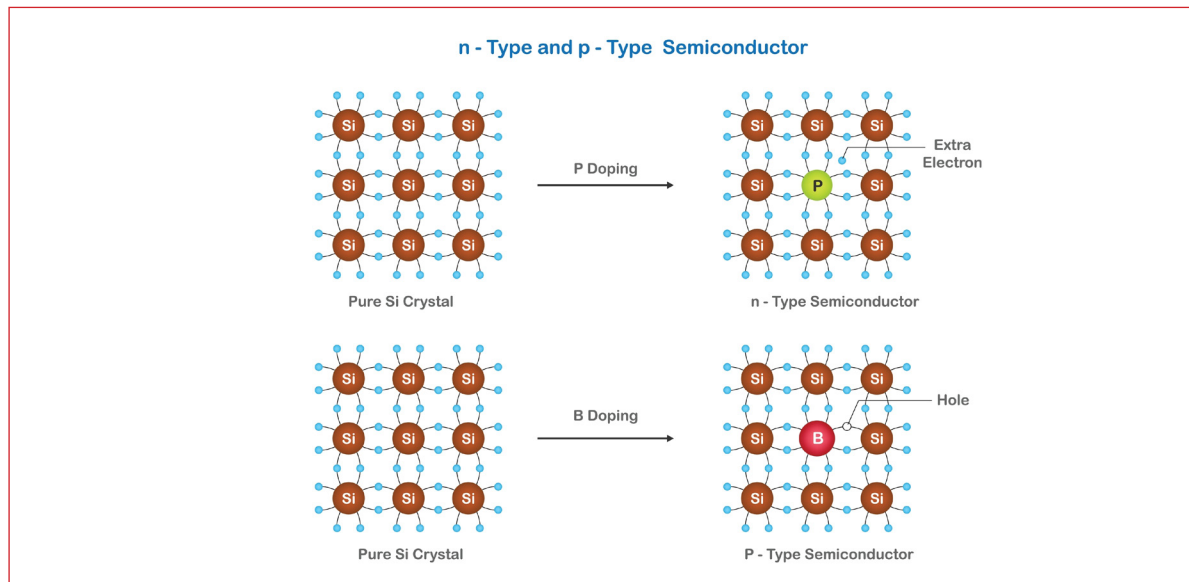
التشويب الكهربائي (Electrical Doping)

التشويب أو التطعيم الكهربائي هو عملية إضافة شوائب إلى مواد شبه موصلة (مثل السيليكون أو الجرمانيوم) لتعديل خصائصها الكهربائية، مثل زيادة الموصلية أو تغيير نوع حاملات الشحنة (إلكترونات أو فجوات)، ويُستخدم على نطاق واسع في صناعة الأجهزة الإلكترونية مثل الترانزستورات، والثنائيات الباعثة للضوء (LED)، والخلايا الشمسية.

طريقة عمل التشويب الكهربائي:

يمكن تعديل توصيل المواد شبه الموصلة للكهرباء عبر إضافة شوائب مُعينة، في حال أدخلت هذه الشوائب إلكترونات زائدة للمادة، يتشكل ما يُعرف بشبه موصل من النوع n (النوع السالب)، وهذا يعني وجود إلكترونات حرة أكثر للمساهمة في مرور التيار الكهربائي، وبالمقابل، إذا سببت الشوائب نقصاً في الإلكترونات أو كوَّنت "فجوات"، يظهر شبه موصل من النوع p (النوع الموجب)، وهذه الفجوات تتصرف كشحنات موجبة، وتساعد في نقل التيار بطريقة مختلفة، أي إن هذه الشوائب تقوم بإدخال فائض أو نقص في الإلكترونات.

فمثلاً، في رقائق السيليكون، تُضاف كميات صغيرة من الفوسفور لإنشاء مناطق من النوع (n)، بينما يُضاف البورون لإنشاء مناطق من النوع (p)، وتتيح هذه العملية للمصنعين التحكم في كيفية تدفق الكهرباء عبر الدوائر الدقيقة، فبدون الشوائب لن تتمكن أشباه الموصلات من تشغيل الإشارات أو إيقافها أو معالجتها؛ لذلك تُعد الشوائب عناصر حيوية في إنتاج الترانزستورات والثنائيات والخلايا الشمسية، إذ تساعد على تكوُّن الخصائص الإلكترونية اللازمة لعمل هذه الأجهزة بكفاءة.



أنواع التشويب الكهربائي

الدوائر الكهربائية

(Electrical Circuits)

تعد الدوائر الكهربائية أساس النظام الكهربائي؛ فهي عبارة عن مسار مغلق من مجموعة من المكونات المرتبطة مع بعضها البعض بسلك موصل يسري خلاله التيار الكهربائي لتشغيل الأجهزة والأدوات والأنظمة الكهربائية، ومن مكونات الدائرة الكهربائية الآتي:

■ الخلية (Cell):

وحدة أساسية لتخزين الطاقة، تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية (Chemical Energy) إلى طاقة كهربائية.

■ البطارية (Battery):

جهاز يقوم بتخزين الطاقة الكيميائية، وتحويلها إلى طاقة كهربائية، وتتكون البطارية عادة من عدة خلايا.

■ سلك التوصيل (Connecting Wire):

مادة موصلة (Conductor)، تُصنع غالباً من النحاس أو الألمنيوم، محاطة بغلاف عازل (Insulation Layer).

■ مفتاح كهربائي (On/ Off Switch):

جهاز يُستخدم للتحكم في تدفق الكهرباء في الدائرة، يكتمل مسار الدائرة عند غلقه، وينقطع مرور التيار الكهربائي عند فتحه.

■ مصدر الجهد الكهربائي (Voltage Source):

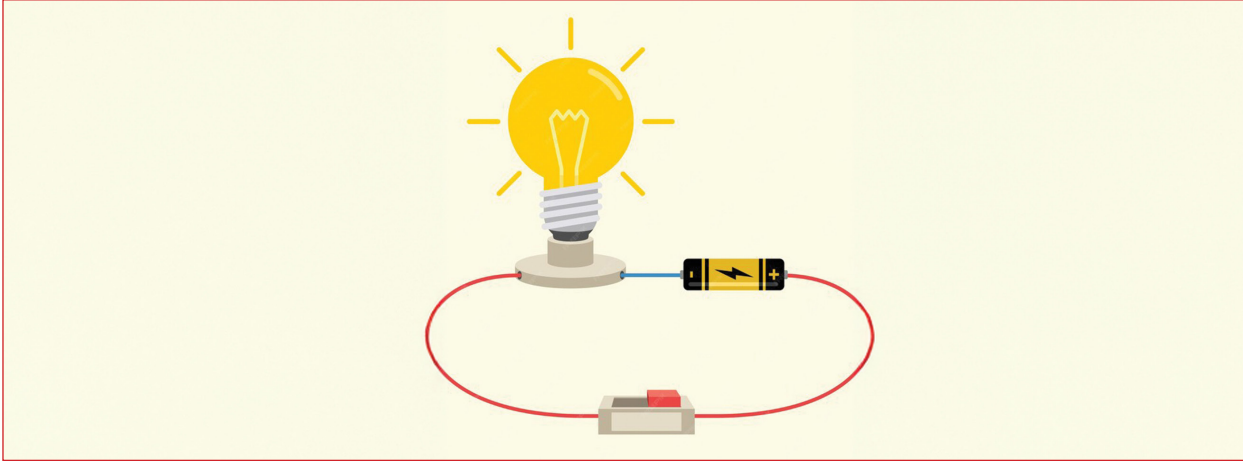
جهاز يوفر فرقاً ثابتاً أو متغيراً للجهد الكهربائي في الدائرة.

■ مصباح (Bulb):

جهاز يحتوي على خيوط معدنية تتوهج عند مرور التيار الكهربائي.

■ فولتميتر (Voltmeter):

جهاز يُستخدم لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين.



مصدر الجهد الكهربائي

■ **الأميتر (Ammeter):**

جهاز يُستخدم لقياس شدة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية.

■ **المنصهر (Fuse):**

عنصر وقاية أو أمان يحتوي على سلك معدني ينصهر عند تجاوز التيار الكهربائي حده الآمن.

■ **المقاومات (Resistors):**

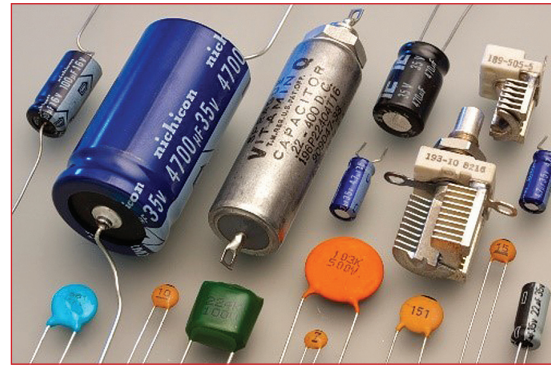
تستخدم المقاومات في الدائرة الكهربائية للتحكم في شدة التيار الكهربائي الذي يمر خلالها، مما يؤدي إلى انخفاض الجهد الكهربائي، وحماية مكونات الدائرة من التلف، ومن أمثلة ذلك: المقاومات المستخدمة في دوائر التدفئة كالسخانات.

■ **المكثفات (Capacitors):**

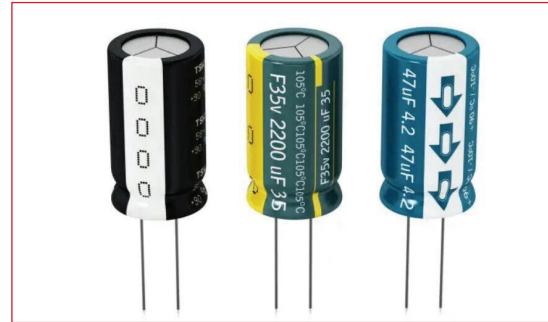
تُعد المكثفات من العناصر الأساسية في الدوائر الكهربائية؛ إذ تعمل على تحسين أداء الدوائر الكهربائية عن طريق تخزين الطاقة الكهربائية على هيئة شحنات كهربائية لفترة زمنية مؤقتة.

■ **المحثات (Inductors):**

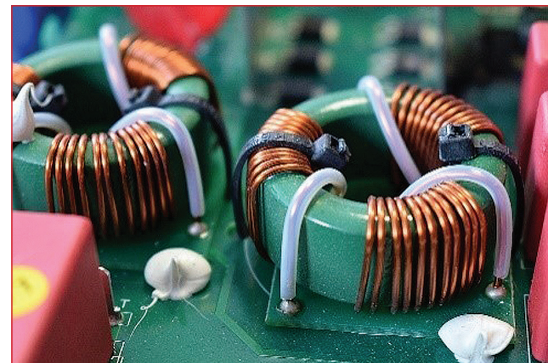
تخزن المحثات الطاقة في المجال المغناطيسي (Magnetic Field) الناتج عن مرور التيار الكهربائي فيها، وتتناسب شدة المجال المغناطيسي المتكون في المحث مع شدة التيار الكهربائي المار فيه.



المقاومات



المكثفات



المحثات

■ الصمام الثنائي (Diodes):

هي من أبسط المكونات في الدائرة الكهربائية، ويتكون من طرفين، هما: المصعد/الأنود (Anode)، والمهبط/الكاثود (Cathode)، ويمر التيار الكهربائي خلالهما، وتُستخدم للسماح للتيار الكهربائي بالمرور في اتجاه واحد، ومنعه من المرور في الاتجاه المعاكس.

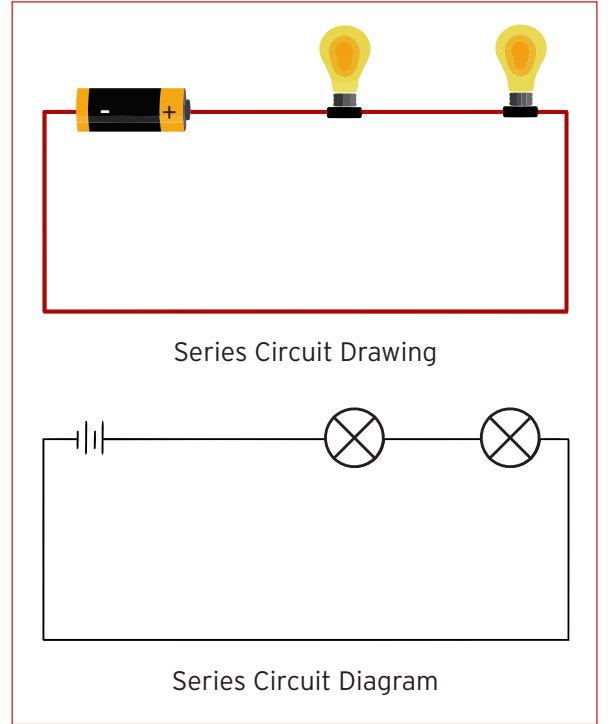


توصيل الدوائر الكهربائية

تصنف الدوائر الكهربائية وفقاً لنوع التوصيل الكهربائي، وحركة التيار الكهربائي فيها إلى الأنواع الآتية:

1- دائرة التوصيل على التوالي (Series Circuit)

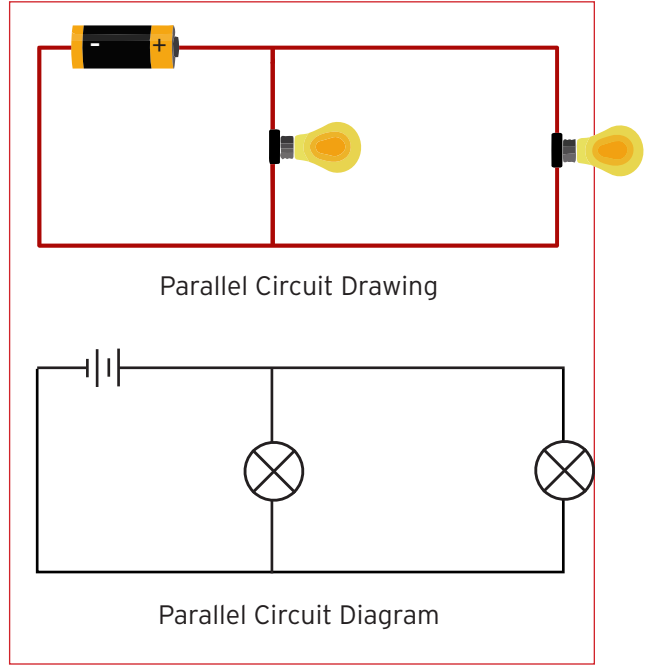
توصل فيها جميع المكونات بمسار كهربائي واحد، بحيث يتدفق التيار الكهربائي عبر كل مكون بالتتابع (End-to-end)، وأي انقطاع أو عطل في أحد المكونات يؤدي إلى توقف التيار الكهربائي في الدائرة بالكامل، وتُستخدم دوائر التوالي غالباً في التطبيقات التي تتطلب تدفقاً ثابتاً للتيار في جميع المكونات، مثل: بعض مصابيح الإضاءة المتسلسلة.



2- دائرة التوصيل على التوازي

(Parallel Circuit)

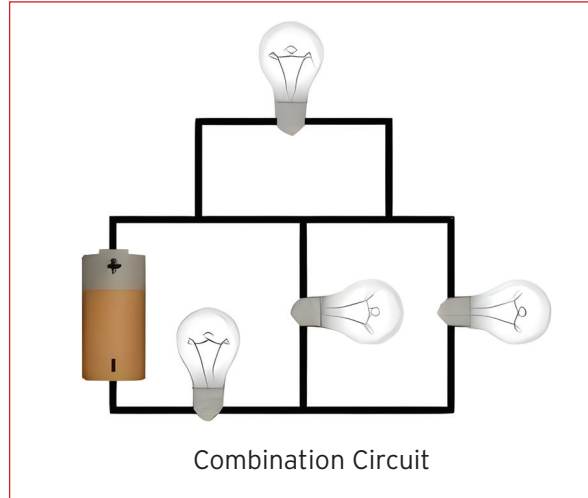
تُوصَل جميع المكونات بشكل متوازٍ في هذه الدائرة، بحيث يكون لكل مكون مسار خاص للتيار الكهربائي، بينما يكون الجهد الكهربائي ثابتاً عبر جميع المكونات، وتتميز هذه الدائرة باستمرارية عمل المكونات الأخرى إذا تعطل أحدها، مما يجعلها مثالية للتوصيلات التي تتطلب مرونة واستمرارية في عمل المكونات.



3- الدائرة المركبة

(Combination Circuit)

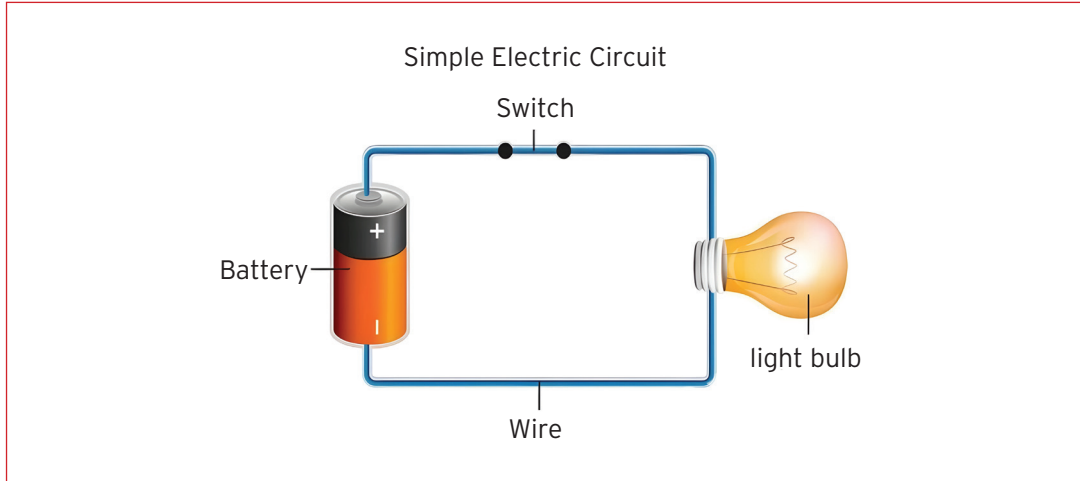
هي دائرة كهربائية تجمع بين توصيلات التوالي (Series) والتوازي (Parallel) في الدائرة نفسها؛ حيث تكون بعض المكونات متصلة على التوالي، وأخرى متصلة على التوازي، ويُعد نظام الإضاءة في السيارة نموذجاً على الدائرة المركبة.



خطوات رسم مخططات الدائرة الكهربائية (Drawing Circuit Diagrams)

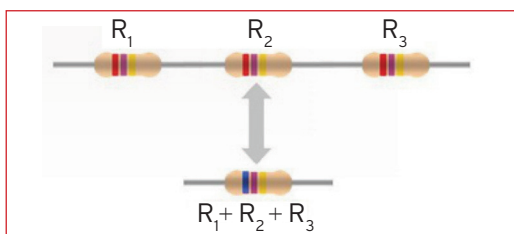
عند رسم دائرة كهربائية بسيطة يجب معرفة المكونات الكهربائية ورموزها، واتباع الخطوات الآتية:

- تحديد المكونات الكهربائية اللازمة للدائرة، مثل: مصدر الجهد الكهربائي، والمقاومات، والمفاتيح.
- ترتيب المكونات في الدائرة بشكل صحيح بتحديد نوع الدائرة سواء أكانت على التوالي، أم على التوازي، أم مركبة.
- رسم مخطط الدائرة باستخدام الرموز الكهربائية.
- إضافة التسميات والرموز للتعرف على كل مكون في الدائرة.



الدائرة الكهربائية البسيطة

توصيل التيار والجهد الكهربائي والمقاومة



التوصيل على التوالي

يوصل التيار والجهد الكهربائي والمقاومة بثلاث طرق هي:

1- التوصيل على التوالي

ويوضحها الجدول الآتي:

طريقة التوصيل	توصل المقاومات واحدة تلو الأخرى في مسار واحد للتيار الكهربائي.
التيار الكهربائي	قيمة التيار الكهربائي تكون ثابتة في جميع المقاومات، وتُحسب بالمعادلة الآتية: $I = \frac{V}{R_t}$
الجهد الكهربائي	ينقسم الجهد الكهربائي الكلي بين المقاومات حسب قيمة كل مقاومة، ويُحسب بالمعادلة الآتية: $V_1 = I \times R_1$
المقاومة الكلية	مجموع المقاومات في الدائرة الكهربائية: $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

مثال (1)

الحل:

المقاومة الكلية:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_t = 6 + 8 + 2$$

$$R_t = 16 \Omega$$

شدة التيار الكهربائي الكلي:

$$I_T = \frac{V}{R_T}$$

$$I_T = \frac{8}{16}$$

$$I_t = 0.5 A$$

وصّلت ثلاث مقاومات قيمها:

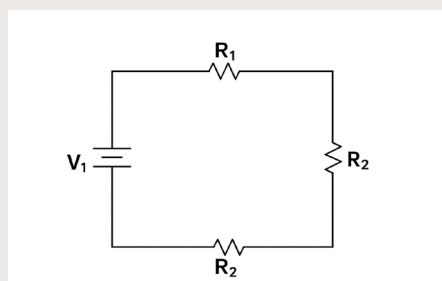
6Ω ، و 8Ω ، و 2Ω على التوالي، في

الدائرة الكهربائية بين قطبي بطارية

جهدها (8 V). أوجد قيمة كل من:

■ المقاومة الكلية.

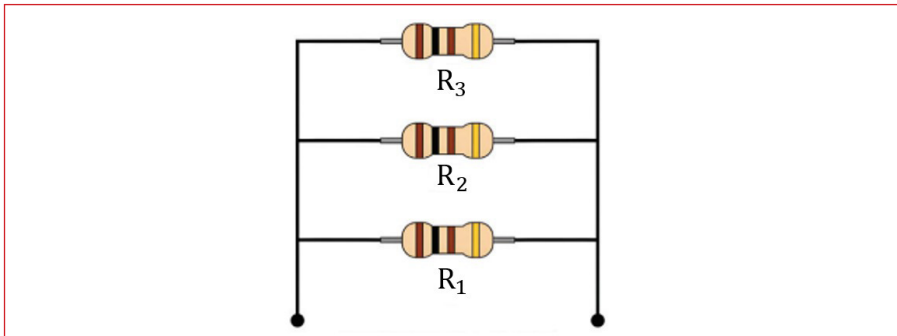
■ شدة التيار الكهربائي المار بالدائرة.



2- التوصيل على التوازي

يتمثل في الآتي:

طريقة التوصيل	توصل جميع المقاومات بشكل متوازٍ بحيث تكون أطرافها متصلة بمصدر الجهد الكهربائي في الدائرة.
التيار الكهربائي	يوزع التيار الكهربائي الكلي بين المقاومات حسب قيمة كل مقاومة، ويُحسب بالمعادلة الآتية: $I = \frac{V}{R_1}$
الجهد الكهربائي	قيمة الجهد الكهربائي تكون ثابتة في جميع المقاومات.
المقاومة الكلية	$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2}$



التوصيل على التوازي

مثال (2)

الحل:

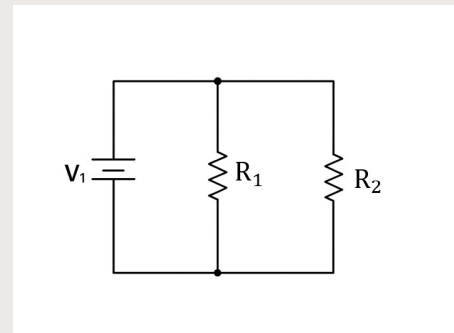
$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_t = \frac{60 \times 80}{60 + 80}$$

$$R_t = \frac{4800}{140}$$

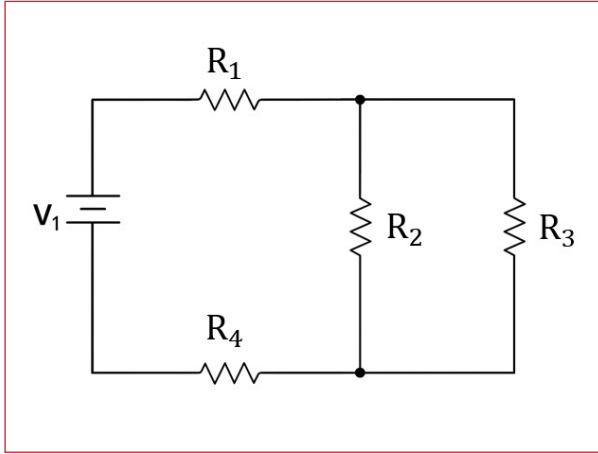
$$R_t = 34.28 \approx 34.3 \, \Omega$$

وصلت مقاومتين $60\, \Omega$ و $80\, \Omega$ على التوازي، أوجد المقاومة الكهربائية.



3- التوصيل المركب

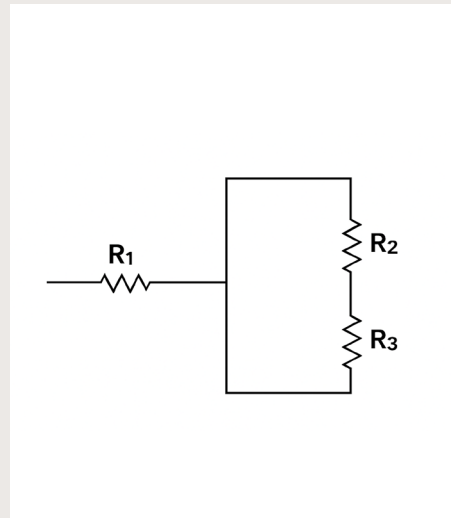
(Combination Connection)



توصّل المقاومات والتيار والجهد الكهربائي في التوصيل المركب على التوالي والتوازي في الدائرة الكهربائية ذاتها، ويستخدم في الدوائر المعقدة التي تحتاج إلى توزيع متنوع للجهد والتيار الكهربائي.

مثال (3)

وُصّلت مقاومات كما هو موضح،
احسب المقاومة المكافئة.

**الحل:**

التوصيل (R_2 و R_3) على التوازي، ثم
المقاومة المكافئة (R_{23}) متصلة على
التوالي مع R_1 .

الحل:

1. حساب المقاومة:

$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{(2+1)}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$R_{23} = 4 \, \Omega$$

2. حساب المقاومة الكلية:

$$R_{eq} = R_1 + R_{23} = 4 + 4 = 8 \, \Omega$$

النتيجة:المقاومة الكلية للتوصيل المركب $8 \, \Omega$

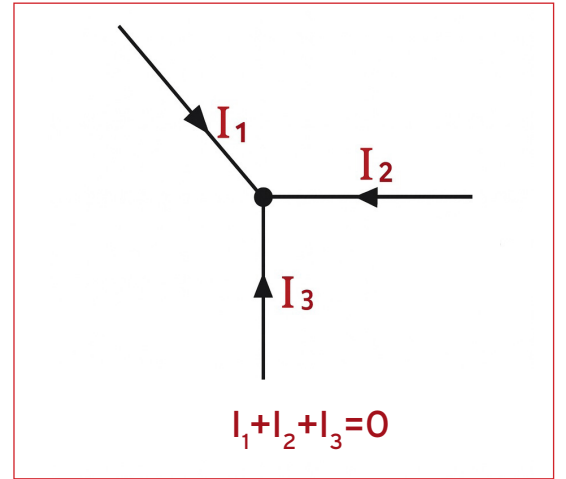
قوانين كيرشوف (Kirchhoff's Laws)

تساعد قوانين كيرشوف على فهم كيفية عمل التيارات والجهد الكهربائي في الدوائر الكهربائية، ويستخدم المهندسون والكهربائيون هذه القوانين لفهم كيفية تدفق الكهرباء في الأنظمة المعقدة، وتُعد هذه القوانين من أقوى الأدوات لتحليل الدوائر الكهربائية المعقدة (خاصة التي تحتوي على عدة بطاريات أو توصيلات متشابكة)، حيث تكمل قانون أوم عندما لا يكون كافياً، وهناك قانونان رئيسيان: قانون كيرشوف للتيار، وقانون كيرشوف للجهد، ويشرح كل منهما جانباً مختلفاً عن كيفية انتقال الكهرباء وسلوكها في الدوائر الكهربائية:

■ قانون كيرشوف للتيار

(Kirchhoff's Current Law (KCL))

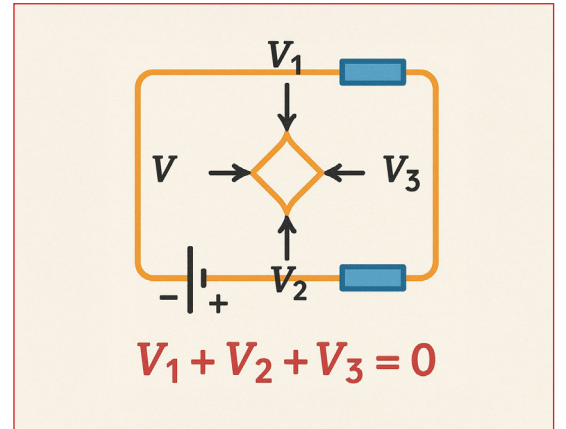
ينص القانون على أن مجموع التيارات الداخلة إلى أي عقدة (نقطة توصيل) يساوي مجموع التيارات الخارجة منها، أو بمعنى آخر: المجموع الجبري للتيارات في أي عقدة = صفر.



■ قانون كيرشوف للجهد

(Kirchhoff's Voltage Law (KVL))

ينص القانون على أن المجموع الجبري لجميع فروق الجهد حول أي مسار مغلق (حلقة) في الدائرة يساوي صفراً.





تسمح قوانين كيرشوف بالتوقع المسبق لمسارات التيار وفروق الجهد داخل الدوائر المعقدة، التي قد تضم العديد من المكونات، مثل المقاومات والمكثفات ومصادر الطاقة.

تطبيقات عملية لقوانين كيرشوف:

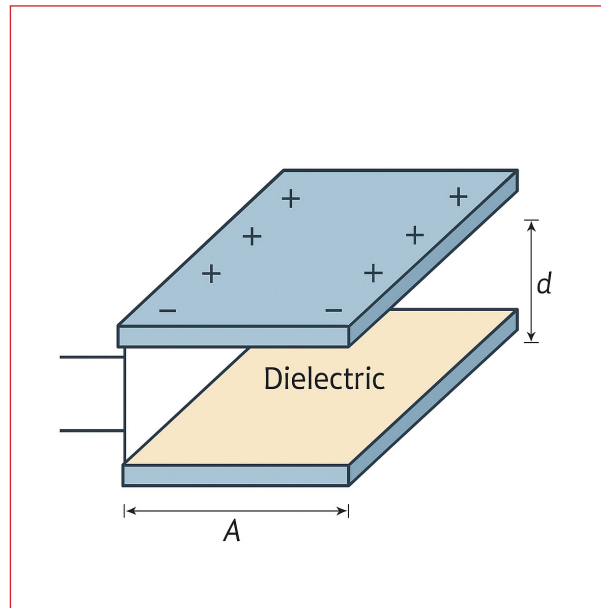
لقوانين كيرشوف تطبيقات عديدة منها:

- تحليل دوائر التوصيل المتسلسل والمتوازي المعقدة.
- تصميم دوائر تقسيم الجهد (Voltage Dividers).
- فحص الأعطال في الشبكات الكهربائية.

المكثفات (Capacitors)

المكثف هو عنصر كهربائي يُخزن الشحنة الكهربائية والطاقة في مجال كهربائي مؤقت بين لوحين موصلين، يفصل بينهما عازل (مادة عازلة)، وتُقاس سعته بوحدة الفاراد (Farad).

تستخدم المكثفات لتخزين الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي، وهناك تصميمات متعددة للمكثفات، أهمها: المكثف ذو اللوحين، الذي يتكون من لوحين موصلين متوازيين (Conductive Plates) تفصل بينهما مادة عازلة (Dielectric)، مثل: الهواء، والبلاستيك، ويُربط بكل لوح أطراف كهربائية (Electrical Terminals) لتوصيل المكثف بالدائرة الكهربائية.



السعة الكهربائية للمكثف (Capacitance)

تعبّر قيمة السعة الكهربائية للمكثف (Capacitance) عن قدرة المكثف على تخزين الشحنات الكهربائية كمجال كهربائي، وتُقاس بوحدة الفاراد (Farad)، وتُحسب بالمعادلة الآتية:

$$\text{السعة} = \frac{\text{الشحنة المخزنة}}{\text{فرق الجهد الكهربائي بين الألواح}}$$

$$C = \frac{Q}{V}$$

وتقسم وحدة الفاراد إلى وحدات أصغر هي:

الوحدة	قيمتها
الميكروفاراد (μF)	1×10^{-6}
النانوفاراد (nF)	1×10^{-9}
البيكوفاراد (pF)	1×10^{-12}

مثال (4)

الحل:

$$Q = 0.02 \text{ C} \quad \text{الشحنة}$$

$$V = 10 \text{ V} \quad \text{الجهد الكهربائي}$$

تُحسب السعة كآتي:

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C = \frac{0.02}{10}$$

$$C = 0.002 \text{ F}$$

إذا السعة الكهربائية للمكثف هي

$$0.002 \text{ F} \text{ أو } 2 \mu \text{F}$$

خزنت شحنة كهربائية على لوح
مكثف مقدارها 0.02 C عند جهد
كهربائي مقداره 10 V. احسب السعة
الكهربائية للمكثف.

توصيل المكثفات (Capacitors Connection)

توصل المكثفات على التوالي والتوازي وفق الآتي:

■ التوصيل على التوالي

ويكون مثلما يوضحه الجدول:

مثال (5)

السعة الكلية لمكثفين سعتهما $(4\mu F)$ ، و $(5\mu F)$ وُصلا بالدائرة الكهربائية على التوالي هي:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{9}{20}$$

$$C_t = \frac{20}{9}$$

$$C_t = 2.22\mu F$$

طريقة التوصيل	توصل المكثفات واحداً تلو الآخر في مسار واحد للتيار الكهربائي.
التيار الكهربائي	قيمة التيار الكهربائي تكون ثابتة في جميع المكثفات. $I_t = I_1 + I_2 + I_3$
الجهد الكهربائي	ينقسم الجهد الكهربائي الكلي بين المكثفات حسب قيمة كل مكثف، ويُحسب بالمعادلة الآتية: $V_t = V_1 + V_2 + V_3$
السعة الكلية للمكثفات	$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

■ التوصيل على التوازي

يتضح في الجدول الآتي:

مثال (6)

السعة الكلية لمكثفين سعتهما $(7\mu F)$ ، و $(9\mu F)$ وُصلا بالدائرة الكهربائية على التوازي هي:

$$C_t = C_1 + C_2$$

$$C_t = 7 + 9$$

$$C_t = 16\mu F$$

طريقة التوصيل	توصل جميع المكثفات بشكل متواز، بحيث تكون أطرافها متصلة بمصدر الجهد الكهربائي في الدائرة.
التيار الكهربائي	يوزع التيار الكهربائي الكلي بين المكثفات حسب قيمة كل مكثف.
الجهد الكهربائي	قيمة الجهد الكهربائي تكون ثابتة في جميع المقاومات.
السعة الكلية للمكثفات	$C_t = C_1 + C_2$

المخاطر الكهربائية

(Electrical Risk)

تُعد الكهرباء عنصراً محورياً في البنية التحتية للعالم الحديث، حيث تُمكن من تشغيل المنازل والمنشآت الاقتصادية والصناعية، ما يجعلها جزءاً أساسياً من متطلبات الحياة اليومية، غير أن الاستخدام المكثف لها يرتبط بمخاطر كهربائية كامنّة قد تُسفر عن عواقب وخيمة إذا لم تتم مراقبتها والسيطرة عليها، وتبرز هذه المخاطر بشكل خاص عند سوء التعامل مع التيار الكهربائي أو في حال وجود أعطال في المعدات والأجهزة.

المخاطر الكهربائية الشائعة

مخاطر الكهرباء تعني احتمال وقوع أذى بسبب التعرض إلى خطر كهربائي مع شدة عاقبة هذا الخطر، وتشمل هذه المخاطر ما يأتي:

الصدّات الكهربائية (Electric Shock)



الصدمة الكهربائية هي إصابة تحدث نتيجة مرور تيار كهربائي عبر جسم الإنسان من نقطة دخول إلى نقطة خروج، سالكاً المسار الأقل مقاومة داخل الجسم.

الوصف العام

- ملامسة سلك كهربائي مكشوف.
- ملامسة معادن مشحونة.
- ملامسة أجهزة كهربائية تالفة.
- ملامسة أجهزة كهربائية مبللة.
- أعطال في التصليح.
- ملامسة مصدر كهربائي مباشرة.
- التعرض إلى صاعقة.

الأسباب

الصدمة الكهربائية (Electric Shock)

- العوامل المؤثرة في شدة الصدمة الكهربائية
- كمية التيار الكهربائي المار عبر الجسم، وترتبط هذه الكمية بالمصدر الكهربائي.
- كيفية انتقال التيار الكهربائي عبر الجسم.
- رطوبة الجلد.
- المسار الذي سلكته الشحنة الكهربائية في جسم الشخص (على سبيل المثال، عبر القلب، أو العضلات، أو الرأس، أو العينين، أو الصدر، أو من يد إلى أخرى).
- مدة اتصال الجسم بالمصدر الكهربائي.
- الحالة الصحية للجسم.

العواقب

- وخز أو طعن.
- حروق.
- تشنجات عضلية.
- فقدان الوعي.
- نوبات صرع.
- مشاكل قلبية.
- مشاكل في التنفس.
- تلف الجهاز العصبي.

وميض القوس الكهربائي وانفجار القوس الكهربائي (Arc Flash & Arc Blast)

الوصف العام

- وميض القوس (Arc Flash): هو الوهج من الضوء والحرارة، يشبه البرق، ويظهر عند مرور التيار الكهربائي في الهواء بين مكونات الدائرة، وتصل درجة حرارة هذا الوميض إلى عشرات الآلاف من الدرجات الفهرنهايتية، بل قد تتجاوز درجة حرارة سطح الشمس.
- انفجار القوس الكهربائي (Arc Blast): موجة ضغط عنيفة ناجمة عن التوسع السريع للهواء بسبب حرارة الشرارة الكهربائية، أي إنه الدوي الذي يلحق وميض القوس.



الأسباب

- الخطأ البشري: يمكن أن يسقط العمال أدواتهم أو يلمسون أجزاء مشحونة دون اتخاذ احتياطات السلامة.
- تآكل أو تلف العزل حول الأسلاك والمكونات الكهربائية يمكن أن يؤدي إلى إنشاء مسار خفي للكهرباء.
- التركيب غير السليم للمعدات، مثل توصيل الأسلاك بشكل خاطئ أو استخدام مقاسات غير مناسبة.
- التوصيلات الكهربائية المترخية أو المتآكلة تؤدي إلى تراكم مقاومة عالية.
- العوامل البيئية، مثل الرطوبة تؤثر سلباً على العوازل والملامسات الكهربائية.
- التلوثات مثل الغبار والحطام يمكن أن تسبب أقواساً كهربائية من خلال إعاقة تدفق الكهرباء.
- تقلبات الجهد والتذبذبات العابرة، الناتجة عن زيادات مفاجئة في الجهد.
- الدوائر الكهربائية المحملة بشكل زائد، فعندما يتدفق تيار كهربائي زائد عبر دائرة كهربائية، ترتفع درجة حرارة الأسلاك وقد ينصهر العازل.
- تشغيل أو إيقاف الدوائر الكهربائية إذا تعطلت القواطع أو كانت المفاتيح غير مُصممة للاستخدام المتكرر، مما يسبب تدفقاً كهربائياً مفاجئاً.

العواقب

- الحروق.
- فقدان البصر.
- فقدان السمع.
- إصابات ساحقة.
- الوفاة.
- تلف في المعدات والهياكل.

الحرائق الكهربائية (Electrical Fires)

الوصف العام

عندما يتدفق التيار الكهربائي عبر موصل، يتسبب في توليد حرارة نتيجة تصادم الإلكترونات مع الذرات، وكلما زاد التيار زادت التصادمات والحرارة الناتجة، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الموصل، ومع ارتفاع درجة الحرارة تزداد مقاومة السلك، فيصبح مرور التيار أكثر صعوبة، فإذا كان التيار مرتفعاً جداً، قد تتراكم درجة الحرارة بسرعة، فيضعف عزل السلك أو يؤدي إلى انصهاره، وبالتالي يسبب شرارات أو ماسا كهربائيا قد يؤدي إلى نشوب حرائق.



الأسباب

- الأسلاك المعيبة: احتواء الأسلاك التالفة على توصيلات مفكوكة أو خيوط مكسورة، مما يعيق تدفق التيار.
- الأسلاك القديمة: عدم مناسبة مواصفات الأسلاك القديمة مع بعض الأجهزة الكهربائية الجديدة.
- عدم توافق المقابس مع الأجهزة.
- تلف العزل: يتسبب تلف العزل الذي يحيط بالأسلاك في ظهور الأسلاك مكشوفة.
- توصيل عدة أجهزة من نقطة واحدة.
- تلف قواطع الدائرة الكهربائية (Circuit Breakers).

العواقب

- إصابات بالحروق أو الاختناق نتيجة الدخان.
- وفيات في الحالات الشديدة.
- توقف العمليات والإنتاج.
- تعطل سير العمل والخدمات.
- خسائر تشغيلية واقتصادية.

الوصف العام

تحدث الانفجارات عندما تشكل الكهرباء شرارة تُشعل خليطاً قابلاً للانفجار في الهواء، مثل الغازات أو الأبخرة أو الغبار، يحدث مثل هذا عادة في أماكن تخزين المواد الكيميائية أو المصانع.



الأسباب

- زيادة الحمل على الدوائر الكهربائية.
- قصر الدائرة الكهربائية (Short Circuit): يؤدي اتصال مباشر بين موصلين مختلفي الجهد إلى مرور تيار عالٍ بشكل مفاجئ يفوق قدرة الدارة، مما قد يسبب حرارة زائدة.
- الرطوبة: دخول الماء إلى الدوائر الكهربائية يسبب حدوث شرارات.
- الأسلاك المعيبة.
- المعدات المعيبة.
- التوصيلات غير المحكمة: حيث ترتخي الوصلات وتظهر فجوات مسببة شرارات.
- الكهرباء الساكنة: عند تلامس جسمين بشحنات كهربائية مختلفة، قد يُفرغان الكهرباء على شكل شرارة صغيرة.

العواقب

- إصابات متفاوتة.
- وفاة.
- تلف الممتلكات.
- خسارة العمل.
- خسائر مالية.

الحروق الكهربائية (Electrical Burns)

الوصف العام



عندما تتدفق الكهرباء عبر الجسم، فإنها تُلحق الضرر بالأعضاء والأنسجة، مما يُسبب حرقاً كهربائياً، وتزداد خطورتها لأنها قد تُسبب أضراراً داخلية غير مرئية، إضافةً إلى الإصابات الظاهرة على سطح الجلد.

أنواع الحروق الكهربائية

1. الحروق الحرارية (Thermal Burns): تنتج عن الحرارة العالية الناتجة من القوس الكهربائي أو الأسطح المعدنية المسخنة بفعل التيار.
2. حروق وميض القوس الكهربائي (Arc Burns): تحدث عند تشكل وميض قوس كهربائي.
3. الحروق التلامسية (Contact Burns): تنتج عن ملامسة الجلد لموصل كهربائي حي، فيؤدي إلى حروق عميقة في نقطة التلامس.
4. الحروق الداخلية (Internal Burns): تنتج عند مرور التيار داخل الجسم من نقطة دخول إلى نقطة خروج، مسببة تلفاً في الأنسجة والأعضاء الداخلية.

الأسباب

- ملامسة مصدر كهربائي.
- الأقواس الكهربائية.
- ملامسة أسلاك مكشوفة أو معيبة.
- الصواعق.
- ملامسة معدات كهربائية مشحونة.

العواقب

- حروق سطحية: بسبب الحرارة المتولدة عن مرور التيار عبر الجسم.
- مشاكل قلبية: بسبب تداخل الكهرباء مع إشارات القلب الكهربائية.
- تلف الأعضاء الداخلية: بسبب مرور التيار عبر هذه الأعضاء.
- الاختلالات العصبية.
- تشوهات: بسبب الحروق.
- متلازمة الحيز: هي حالة طبية طارئة تحدث عندما يزداد الضغط داخل حيز عضلي مغلق (مكوّن من العضلات والأنسجة المحيطة به) بشكل يفوق الضغط الدموي، مما يعيق تدفق الدم إلى الأنسجة، ويؤدي إلى تلف العضلات والأعصاب.
- تلف العضلات.

إدارة المخاطر الكهربائية (Emergency Command Structure)

إدارة المخاطر الكهربائية عملية دقيقة ومتدرجة تُستخدم للتعامل مع المخاطر الكهربائية في بيئة العمل، وهي جزء أساسي من أي خطة سلامة داخل أي مؤسسة، وتتضمن هذه العملية تحديد المخاطر الكهربائية المحتملة، وتقييم مدى خطورة هذه المخاطر، واتخاذ القرارات اللازمة للحد منها، بهدف خفض مستوى المخاطر الكهربائية إلى مستوى آمن، وتشمل عملية إدارة المخاطر المراحل الآتية:

1 تحديد الخطر الكهربائي (Identify Electrical Hazards):

تشكل عملية تحديد الأخطار الكهربائية وتحديد أماكنها أساس إدارة المخاطر الكهربائية، ولتحديد هذه الأخطار تُتبع مجموعة من الإجراءات، وهي كالاتي:

- الاستناد إلى القوانين واللوائح المتعلقة بالكهرباء.
- الاستفادة من آراء الخبراء وتجاربهم السابقة.
- الرجوع إلى كتيبات التعليمات والإرشادات المتعلقة بالتوصيلات الكهربائية والأجهزة الكهربائية.
- مراجعة العمليات، وسجلات الصيانة، وسجلات الفحص والتفتيش الكهربائية.
- الرجوع إلى سجلات الحوادث الكهربائية وتقارير الصحة والسلامة الكهربائية.
- فحص النظام الكهربائي بأكمله بعناية.
- فحص العوامل البيئية التي تؤثر على سلامة الأنظمة الكهربائية، مثل الرطوبة والغبار ودرجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة.



تحديد الخطر الكهربائي

- التجول في مواقع العمل ومراقبتها.
- مناقشة العاملين للتعرف على مصادر الخطر والمشاكل التي تواجههم.

2 تحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم للخطر الكهربائي (Potential Individuals Exposed to Electrical Hazards):

يكون تحديد الأشخاص المحتمل تعرضهم للخطر الكهربائي، وما يمكن أن يحدث لهم في حالة تعرضهم للخطر الكهربائي من خلال الآتي:

- الاستفادة من تجارب الخبراء.
- تحليل حركة الأشخاص العاملين بالكهرباء داخل الموقع وخارجه.
- مراجعة المهام والأنشطة الكهربائية؛ لتحديد من يتعامل معها بشكل مباشر أو غير مباشر.
- إجراء استبانات، أو عقد مناقشات مع العاملين؛ لتحديد المخاطر التي يشعرون بها وتحليلها.
- تحليل الحوادث السابقة؛ لمعرفة المتأثرين بها، واتخاذ التدابير والآليات المناسبة.



عاملون معرضون للمخاطر الكهربائية

3 تقييم المخاطر الكهربائية (Electrical Risk Assessment):

عملية تقييم المخاطر الكهربائية هي عملية ممنهجة تحليلية للمخاطر الكهربائية المحددة الموجودة في بيئة العمل، ويعتمد هذا التحليل على محورين أساسيين، هما:

1- محور الاحتمالية (Probability):

يقيس مدى احتمالية وقوع المخاطر الكهربائية، ويعتمد على تقديرات عديدة مثل:

- تكرار وقوع الخطر.
- الظروف المحيطة بالخطر والعامل.
- صعوبة العمل.
- إجراءات وخطة العمل.

2- محور العواقب (Consequence):

يقيس مدى شدة تأثيرات المخاطر الكهربائية، وتختلف شدة التأثير لأسباب مختلفة منها:

- نوع الكهرباء وشدتها.
- الظروف المحيطة.
- صحة العامل.
- مدة التعرض إلى الخطر.

4 الاستجابة للمخاطر الكهربائية والتحكم بها (Electrical Risk Response and Control):

تعد إجراءات الاستجابة للمخاطر الكهربائية والتحكم بها مقصد إدارة المخاطر الكهربائية، من حيث تحديد آلية التعامل مع المخاطر الكهربائية لتقليل تأثيراتها والتكاليف المرتبطة بها، وحماية العاملين، وبناء ثقافة الصحة والسلامة الكهربائية في المؤسسة، ويُستجاب للمخاطر باستخدام هرم السيطرة على المخاطر حسب الجدول الآتي:

الضوابط	الآلية	الأمثلة
الإزالة	إزالة الكهرباء نهائياً.	■ إزالة الأجهزة الكهربائية نهائياً. ■ فصل الكهرباء عن المعدات.
الاستبدال	استبدال الأجهزة الكهربائية نهائياً، أو استبدال الأجهزة الكهربائية الخطيرة بأجهزة أقل خطورة.	■ استبدال الأجهزة الكهربائية بأجهزة لا تعمل بالكهرباء. ■ استبدال الأجهزة عالية الجهد بأجهزة قليلة الجهد.
الضوابط الهندسية	تصميم معدات لعزل وفصل الكهرباء عن العمال.	■ العوازل. ■ التأريض.
الضوابط الإدارية	تغيير طريقة العمل.	■ تصريح العمل. ■ التدريب. ■ التفقيش الدوري. ■ الدخول المحدود للأماكن الكهربائية.
معدات الوقاية الشخصية	أدوات يتم ارتداؤها للحماية من المخاطر الكهربائية.	■ قفازات السلامة. ■ نظارات السلامة. ■ أحذية السلامة.

يُعد تسجيل الأخطار الكهربائية مكوناً حيوياً لأمان موقع العمل، فهو يشمل جميع المستندات والبيانات التي تساعد في تحديد وتقييم المخاطر المرتبطة بالكهرباء والسيطرة عليها، ويمكن أن تتخذ هذه السجلات شكل قوائم مراجعة أو تقارير أو تعليمات، وتؤدي دوراً مهماً في ضمان سلامة العمال وغيرهم عند التعامل مع الأنظمة الكهربائية أو بالقرب منها، ويجب أن توضح هذه الوثائق الإجراءات الضرورية؛ لكي يعرف الجميع كيفية التعامل مع المعدات الكهربائية بأمان، وتحدد المسؤول عن مهام السلامة المعينة، مثل فحص الأسلاك أو فصل التيار الكهربائي في حالات الطوارئ، إذ لا بد من توثيق كل إجراءات عملية إدارة المخاطر.

وتكمن أهمية توثيق عمل إدارة المخاطر فيما يأتي:

- **الاثباتات:** حيث يحتوي التوثيق إثباتات لعملية إدارة المخاطر.
- **إدارة المخاطر بشكل أفضل:** من خلال النظر في الإجراءات بعد توثيقها، ويمكن البناء عليها وتطويرها.
- **الامتثال للوائح القانونية والمعايير العالمية:** حيث تلزم كل اللوائح والمعايير بتوثيق عملية إدارة المخاطر.
- **التدريب والتواصل:** حيث يسهل توثيق عملية إدارة المخاطر تدريب العمال عليها، ويسهل من نشرها ومشاركتها مع العمال.
- **التحقيق في الحوادث:** يسهل من عملية التحقيق والوقوف على مكان الخلل الذي أدى إلى حصول الحادث.



التوثيق

6 المراجعة والتحديث (Review and Update):



المراجعة هي جزء أساسي من عملية إدارة المخاطر الكهربائية، وهي إعادة تقييم محتوياتها بشكل منهجي؛ لضمان بقائها دقيقة وذات صلة وفعالة في إدارة المخاطر المحتملة، وينبغي أن تتم مراجعة عملية إدارة المخاطر في الحالات الآتية:

المراجعة والتحديث

- بعد أي تعديل على الآلات، واللوازم.
- بعد الحوادث أو الوقائع أو الحوادث التي كادت أن تقع: يساعد هذا في تحديد مدى فاعلية الضوابط الحالية، وما إذا كانت هناك حاجة إلى أي تعديلات.
- بعد حدوث تغيير في:



المراجعة الدورية:

تضمن هذه المراجعة مواكبة التقييم لأي تعديلات في بيئة العمل.

- القوانين واللوائح التنظيمية.
- العملاء والأطراف المتدخلة في العمل.

وتكمن أهمية هذه المراجعة في الآتي:

■ مواكبة التطورات:

تتطور العمليات وأماكن العمل، مما يضيف مخاطر جديدة أو يغير المخاطر القائمة؛ وتضمن المراجعات الدورية أن يأخذ التقييم هذه التطورات في الاعتبار، مع الحفاظ على قابليته للتطبيق وفاعليته.

■ منع الإصابات:

تساعد تقييمات المخاطر في تحديد المخاطر المحتملة، ووضع تدابير رقابية لحماية العمال وغيرهم من الأذى.

■ الوفاء بالالتزامات القانونية:

تفرض اللوائح والأنظمة المعمول بها في سلطنة عُمان ضرورة إجراء مراجعات دورية لتقييم المخاطر؛ وذلك لضمان الامتثال لمتطلبات الصحة والسلامة.

■ تعزيز السلامة:

يمكن للشركات تقليل احتمالية وقوع الحوادث والإصابات والأمراض من خلال إدراك المخاطر المحتملة والتخفيف منها.

■ ترسيخ ثقافة السلامة:

تُظهر التقييمات الدورية التزامًا بالسلامة، وتحفز الموظفين على التنبيه للمخاطر والإبلاغ عنها.

■ التوفير:

يمكن أن يؤدي منع الحوادث والإصابات إلى انخفاض نفقات تعويضات العمال، وزيادة الانتاجية.

■ التعود على العمليات والتقنيات الجديدة:

قد يتم إدخال إجراءات وتقنيات جديدة.

السلامة من المخاطر الكهربائية

(Electrical Safety)

السلامة من المخاطر الكهربائية هي مجموعة من الإجراءات والضوابط الوقائية التي تهدف إلى حماية الأفراد والممتلكات من المخاطر الناجمة عن استخدام مصادر الكهرباء أو التعامل معها، وذلك من خلال تطبيق معايير العزل، والفصل، واستخدام معدات الوقاية الشخصية، والتدريب المستمر، والفحص الدوري للمعدات.

التأريض الكهربائي (Electrical Grounding)

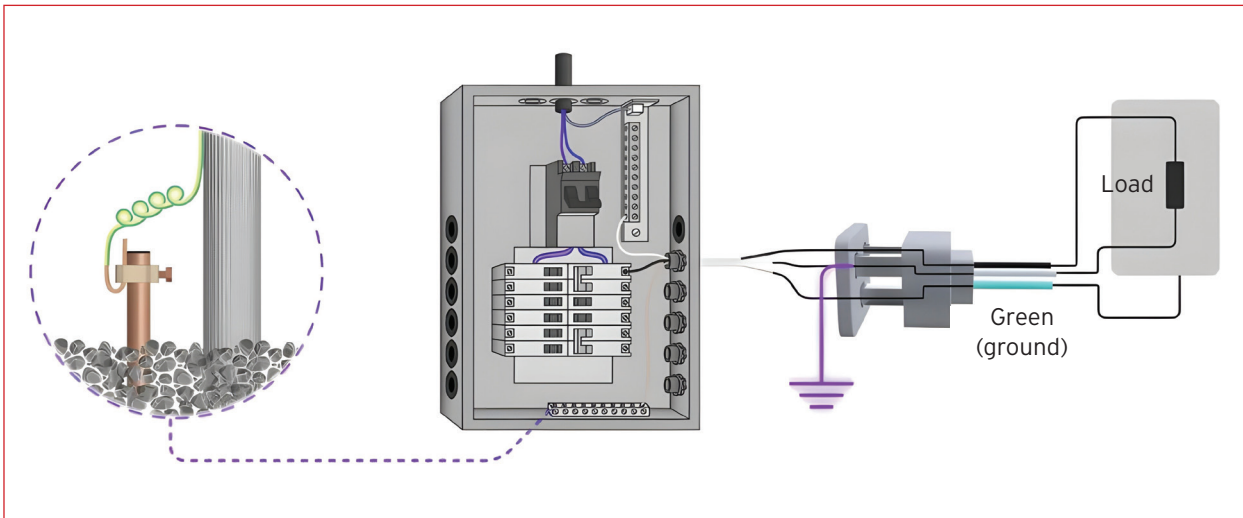
يُعد التأريض الكهربائي (Electrical Grounding/Earthing) جزءاً أساسياً من أنظمة السلامة الكهربائية، وتكمن أهمية التأريض الكهربائي في الآتي:

■ حماية الأفراد في مواقع العمل من الصدمات الكهربائية:

يتيح التأريض تفريغ التيارات الكهربائية غير المرغوب فيها إلى الأرض، مما يقلل من احتمالية تعرض الأشخاص لصدمات كهربائية عند ملامسة الأجزاء المعدنية المتصلة بالنظام الكهربائي.

■ حماية المعدات الكهربائية:

يمنع التأريض تلف الأجهزة والمعدات الإلكترونية الحساسة الناتج عن زيادة التيار الكهربائي، أو حدوث أعطال مثل القصر الكهربائي.



تفريغ التيارات الكهربائية الزائدة



التأريض الكهربائي (Electrical Grounding/Earthing):

عملية توصيل المعدات، أو الهياكل الكهربائية بالأرض لتوفير مسار آمن ذي مقاومة منخفضة (Low-Resistance Path) لتفريغ التيارات الكهربائية الزائدة إلى الأرض.

- **تقليل مخاطر الحرائق الكهربائية (Reducing the Risk of Electrical Fires):**
يؤدي التأريض إلى تصريف التيارات الزائدة الناتجة عن الأحمال الزائدة أو الصواعق، مما يقلل من احتمالية ارتفاع درجة الحرارة التي قد تسبب حرائق.
- **تحسين استقرار الجهد الكهربائي (Stabilizing Voltage):**
يعمل التأريض كمرجع ثابت لجهد النظام، مما يساهم في تحسين استقرار الجهد الكهربائي، وحماية المعدات الإلكترونية من الفروقات المفاجئة في الجهد (Voltage Fluctuations).
- **الحماية من الصواعق الكهربائية (Lightning Protection):**
يوفر التأريض مساراً آمناً لتفريغ تدفق الشحنات الكهربائية أثناء الصواعق إلى الأرض عن طريق مانعات الصواعق (Lightning Rods)، مما يمنع تلف المعدات الكهربائية.
- **منع تراكم الشحنات الساكنة (Static Electricity):**
يساعد التأريض على تصريف الشحنات الكهربائية الساكنة التي قد تسبب شرارات، أو انفجارات في مواقع العمل.
- **تقليل التداخل الكهرومغناطيسي (Reducing Electromagnetic Interference (EMI)):**
يشير التداخل الكهرومغناطيسي إلى الاضطراب، أو التأثير الذي يحدث عندما تتداخل الإشعاعات/الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة عن مصدر كهربائي أو إلكتروني مع الأجهزة الإلكترونية أو المعدات الأخرى، ويقلل التأريض من هذا التداخل من خلال توفير مسار آمن للتيارات غير المرغوب فيها، وتوجيهها إلى الأرض، مما يساهم في تحسين أداء الأجهزة.

مكونات نظام التأريض الكهربائي

يتألف نظام التأريض من المكونات الأساسية الآتية:

المكون	الوصف
شريط التأريض (Grounding Bar)	شريط معدني مصنوع عادةً من النحاس أو الألمنيوم، يُستخدم لتجميع كل أسلاك التأريض وربطها معاً.
أسلاك التأريض (Grounding Cables)	أسلاك معدنية (عادةً من النحاس أو الألمنيوم)، تُستخدم لربط المعدات الكهربائية بشريط التأريض.
قضبان التأريض (Grounding Rods)	هي قضبان معدنية تدفن في الأرض، وعادةً ما تكون مصنوعة من النحاس أو الفولاذ المجلفن (Galvanized Steel)، وتُستخدم لتوفير مسار آمن لتفريغ التيارات الكهربائية نحو الأرض.
شبكة التأريض (Grounding Lattice)	هي عبارة عن مجموعة من قضبان التأريض تُدفن في شكل شبكة لتوسيع مساحة الاتصال مع الأرض.
حفرة التأريض (Grounding Pit)	حفرة عميقة في الأرض تُغطى بمواد كالصخر أو الملح أو الرمل لتحسين قدرة الأرض على توصيل التيار الكهربائي إلى الأعماق، وحماية المعدات والأنظمة الكهربائية من الأعطال، أو المخاطر المحتملة الناجمة عن التيارات الكهربائية الزائدة.
مشابك التأريض (Grounding Clamps)	تُستخدم مشابك التأريض لربط الموصلات (Conductors) أو أسلاك التأريض أو القضبان أو المواد الأخرى لتفريغ الشحنات الكهربائية بشكل آمن.

حدود وميض القوس (Arc Flash Boundary)



حدود وميض القوس (Arc Flash Boundary)

هو المسافة الآمنة من
مصدر القوس الكهربائي
التي يمكن عندها
أن يتعرض الشخص
لحروق خطيرة في حال
وقوع وميض كهربائي
(Arc Flash). ولا يُسمح
للعمال بتجاوزها إلا وفق
ضوابط محددة؛ لتجنب
خطر القوس الكهربائي.



تقدم الجمعية الوطنية للحماية من الحرائق (National Fire Protection Association (NFPA)) إرشادات للسلامة حول المخاطر الكهربائية، وتوصي بتقسيم المنطقة المحيطة بالمعدات الموصولة بالتيار الكهربائي إلى ثلاثة حدود واضحة، حيث يشرح معيار NFPA 70E - وهو معيار يغطي السلامة الكهربائية - كيفية تحديد هذه الحدود بدقة، وباحتياطات الواجب اتخاذها عند الاقتراب من الدوائر الكهربائية وتشمل هذه الحدود الآتي:

■ حدود الاقتراب المحظور

(Restricted Approach Boundary):

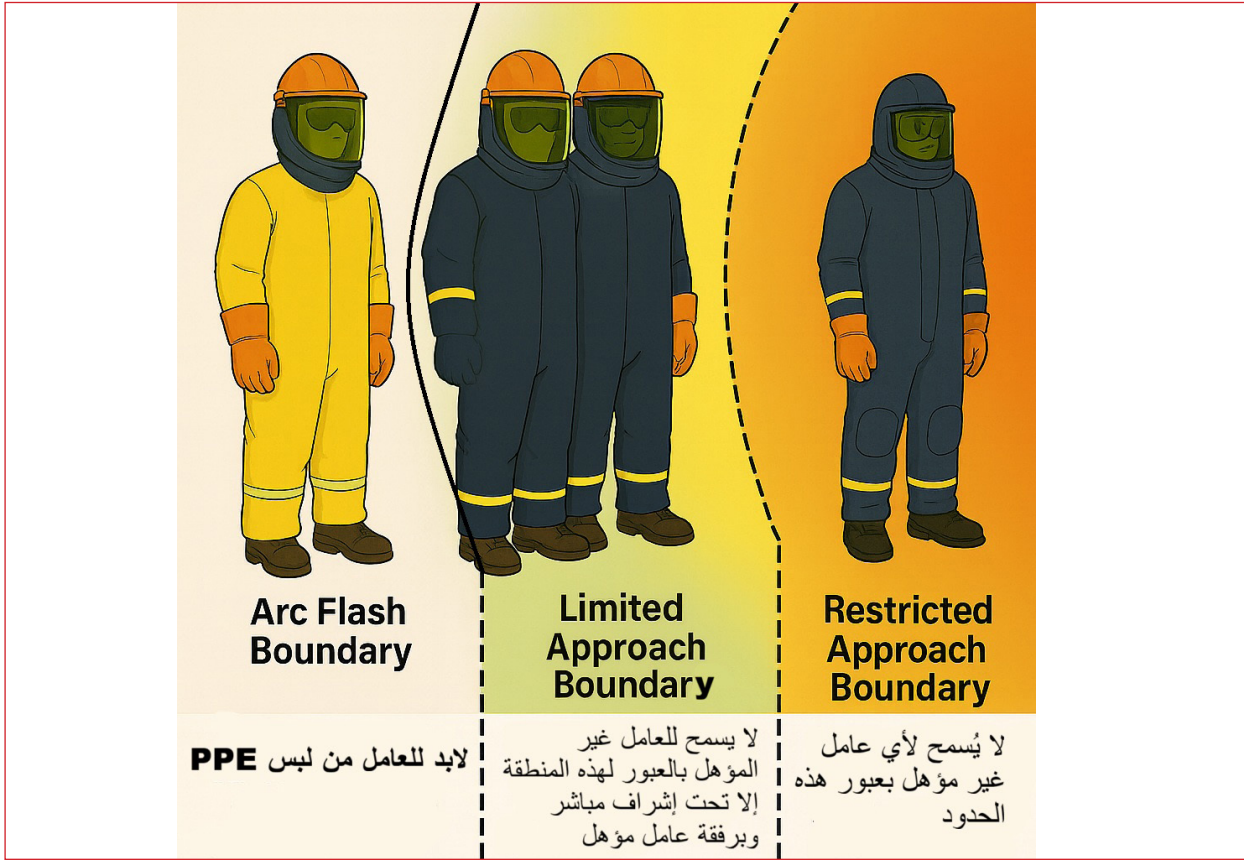
هذه الحدود هي الأقرب إلى مصدر الكهرباء، وتُعد منطقة خطيرة جداً؛ لذلك تتطلب تأهيلاً عالياً وإجراءات صارمة، حيث ترتفع احتمالية التعرض إلى الصدمة الكهربائية، ولا يُسمح لأي عامل غير مؤهل بعبور هذه الحدود تحت أي ظرف من الظروف؛ لذا يجب على العمال المؤهلين تجنب دخول أو حمل أي مواد موصلة داخل حدود الاقتراب المحظور، إلا إذا كانوا يرتدون معدات الوقاية الشخصية المناسبة، وكانت هذه المواد الموصلة معزولة.

■ حدود الاقتراب المحدود (Limited Approach Boundary):

هي المسافة التي يُسمح فيها للأشخاص المدربين بالاقتراب منها، ويمكن للعامل الغير مدرب التواجد في هذه المنطقة بشرط أن يكون تحت إشراف مباشر من قبل عامل مؤهل، ويظل احتمال التعرض إلى صدمة كهربائية قائماً.

■ حدود وميض القوس الكهربائي (Arc Flash Boundary):

عند هذه الحدود، قد يُصاب العامل الذي لا يرتدي معدات الوقاية الشخصية المناسبة بحروق من الدرجة الثانية جراء وميض القوس الكهربائي، ولا يُسمح للعامل غير المؤهل بعبور حدود وميض القوس الكهربائي إلا إذا كان يرتدي معدات الوقاية الشخصية المناسبة وتحت إشراف دقيق من موظف مؤهل.



حدود وميض القوس

المحافظة على الأدوات الكهربائية ومعايرتها

تعد المحافظة على الأدوات الكهربائية ومعايرتها (Calibration) بشكل دوري جزءاً أساسياً من إجراءات السلامة في التعامل مع الأنظمة الكهربائية؛ فالأدوات غير المعايرة، أو المتآكلة، أو التالفة، قد تؤدي إلى أخطاء في القياس، مما يزيد من نسبة المخاطر في موقع العمل.

العناية بالأدوات الكهربائية

تشمل العناية بالأدوات الكهربائية الآتي:

الوسيلة	الإجراء
التنظيف (Cleaning)	■ تنظيف الأدوات الكهربائية باستمرار؛ لإزالة الأوساخ والغبار. ■ استخدام مواد التنظيف المناسبة لنوع الأداة الكهربائية.
التخزين (Storage)	■ تخزين الأدوات الكهربائية في أماكن نظيفة وجافة؛ لمنع الصدأ (Rust) والتلف. ■ استخدام صناديق الأدوات الكهربائية أو المنظّمات.
الفحص والتحقق (Inspection)	■ فحص الأدوات بصرياً (Visual Checks) باستمرار؛ بحثاً عن علامات التآكل، والتلف، والشقوق (Corrosion, Damage, and Cracks). ■ اختبار الأدوات الكهربائية (Functional Checks) للتأكد من أنها تعمل بصورة جيدة قبل الاستخدام.
التشحيم (Lubrication)	■ تشحيم الأجزاء المتحركة من المعدات التي تعمل بالطاقة الكهربائية حسب الحاجة؛ لضمان التشغيل السلس، وتقليل الاحتكاك (Friction). ■ استخدام نوع التشحيم (Lubricant) الموصى به لكل أداة؛ لمنع حدوث تلف.
الاستخدام الآمن (Proper Use)	■ استخدام الأدوات والأجهزة الكهربائية وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة لتجنب سوء الاستخدام أو التلف. ■ تجنب الحمل الزائد على الأدوات الكهربائية لتجنب تلفها أو كسرها.
الصيانة الدورية (Regular Maintenance)	■ التأكد من صيانة الأدوات الكهربائية بشكل صحيح، وتخزينها وفقاً للإرشادات والتعليمات الموضوعة.

معايرة الأدوات الكهربائية

تُعرف المعايرة (Calibration) بأنها تحديد دقة أجهزة القياس بمقارنتها بالمعايير المرجعية (Reference Standards) المعروفة لتصحيح أي انحرافات عن المعيار، وتقليل أخطاء القياس، ولمعايرة الأدوات الكهربائية يجب اتباع الإجراءات الآتية:

- تحديد الأدوات الكهربائية التي تحتاج إلى معايرة بناءً على معدل استخدامها، ومواصفات الشركة المصنّعة.
- استعمال تقنيات مختلفة مثل: الفحص البصري للأدوات، والأجهزة الكهربائية للكشف عن علامات التلف.
- الاستعانة بذوي الخبرة والكفاءة في هذا المجال في حال وجود شكوك حول دقة (Accuracy) عملية المعايرة، أو الحاجة إلى استخدام أجهزة معايرة متخصصة ومعقدة.
- تدريب الأفراد المسؤولين عن عملية المعايرة.
- التوثيق (Documentation) وذلك لضمان الامتثال لمعايير الأمن والسلامة، وضبط الجودة (Quality Control)؛ من خلال حفظ سجلات (Records) دقيقة تتضمن تواريخ المعايرة، والنتائج، وأي تعديلات أخرى أجريت عليها.

نظام الإغلاق ووضع العلامات

(Lockout/Tagout System (LOTO))



تطبق إجراءات (LOTO) في الحالات الآتية:

- قبل أي صيانة أو إصلاح أو خدمة للمعدات.
- قبل أي مهمة تتطلب وضع أي جزء من الجسم في منطقة التشغيل أو بالقرب منها.

الإغلاق ووضع العلامات (LOTO) هو إجراء أمان مبني على قواعد تُستخدم للحفاظ على سلامة العمال عند العمل مع آلات أو معدات قد تكون خطيرة.

تهدف هذه القواعد إلى ضمان حماية العاملين من مصادر الطاقة الخطرة، حيث تُسهم عند تطبيقها بالشكل الصحيح في حماية العمال من عمليات التشغيل غير المتوقعة أو تسرب الطاقة، كما تمنع إعادة تشغيل المعدات عن طريق الخطأ أثناء إجراء الصيانة.

وتتضمن عملية الإغلاق خطوتين رئيسيتين هما:



- 1 فصل مصادر الطاقة أو الكهرباء التي قد تُسبب ضرراً. على سبيل المثال، إذا احتاج العمال إلى إصلاح آلة، فسيقومون بإغلاق قاطع الدائرة أو الصمام الذي يتحكم في الطاقة، حيث يضمن استخدام القفل عدم إعادة تشغيل الطاقة عن طريق الخطأ.



تُلزم اللوائح التي وضعتها المنظمات العالمية مثل إدارة السلامة والصحة المهنية (OSHA) والمنظمات المحلية أماكن العمل باتباع قواعد الإغلاق ووضع العلامات.

- 2 وضع علامة تحذيرية بعد قفل المعدة: يُلصق العمال علامة تحذير على القفل أو على المعدة نفسها، وتُشير العلامة بوضوح إلى أن الآلة خارج الخدمة ويجب عدم تشغيلها، وتتضمن هذه العلامات معلومات مثل

■ معلومات الموظف المُصرَّح له:

يجب أن تتضمن البطاقة اسم الموظف الذي قام بالقفل/العزل، وقسمه، ومعلومات الاتصال به.



يُعدّ وضع العلامة بشكل صحيح بنفس أهمية إغلاق الآلة؛ لأنه يوضح الموقف، ويمنع التشغيل العرضي الذي قد يُسبب إصابات.

■ سبب القفل/العزل:

يجب أن توضح البطاقة سبب قفل الجهاز، مثلاً: للصيانة أو الإصلاح أو الخدمة.

■ التاريخ والوقت:

يشير إلى تاريخ ووقت بدء القفل/العزل.

■ التحذير:

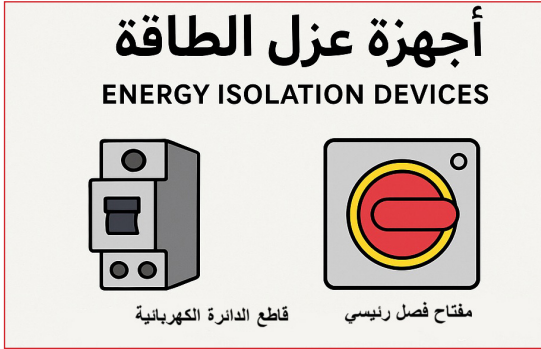
يجب أن تتضمن البطاقة تحذيراً لمنع تشغيل الجهاز عن طريق الخطأ، مثل "ممنوع التشغيل"، أو "ممنوع التشغيل".



العلامات

العناصر الرئيسية لنظام الإغلاق ووضع العلامات (LOTO):

تُعد العناصر الرئيسية لنظام الإغلاق ووضع العلامات أساسية لفهم كيفية الحفاظ على سلامة العمال أثناء أعمال الصيانة أو الإصلاح، ومن أهم هذه العناصر الآتي:



■ أجهزة عزل الطاقة (Energy Isolation Devices):

- القواطع كهربائية (Circuit Breakers)، والمنصهر (Fuses)، أو غيرها من الوسائل المستخدمة لعزل مصدر الطاقة.
- يجب أن تكون قابلة للإغلاق بشكل يضمن عدم إعادة التشغيل.



■ أقفال وأجهزة الإغلاق (Lockout Devices):

- أقفال خاصة توضع على أجهزة العزل لمنع تشغيلها.
- تكون مخصصة لكل عامل، ولها مفتاح فردي لا يملكه غيره.



■ بطاقات التحذير (Tagout Devices):

- بطاقات أو علامات تُعلق مع الأقفال، توضح أن الجهاز تحت الصيانة، مع بيانات الشخص المسؤول وتاريخ الإغلاق.
- يجب أن تكون واضحة، ومتينة، وغير قابلة للإزالة بسهولة.



■ تدريب العاملين (Staff Training):

- تدريب جميع الموظفين على كيفية تنفيذ نظام (LOTO).
- يشمل التدريب المخاطر المحتملة، وخطوات الإغلاق ووضع العلامات، وإجراءات الطوارئ.

خطوات إجراء (LOTO):

يتطلب تطبيق آلية الإغلاق ووضع العلامات (LOTO) الالتزام بتنفيذ الخطوات وفق تسلسل زمني متتابع، مع تجنب الفواصل الزمنية الطويلة التي قد تؤثر في صلاحية الإجراءات السابقة، ولا بد من اتباع الخطوات الآتية:

- **إبلاغ العاملين:** إبلاغ جميع الموظفين والعاملين في المنطقة بأن هناك صيانة أو عمل على المعدات، وسيتم تطبيق نظام (LOTO).
- **إيقاف تشغيل المعدات:** إيقاف تشغيل الآلة أو الجهاز بشكل كامل باستخدام أدوات التحكم الاعتيادية (مثل زر الإيقاف).
- **عزل مصادر الطاقة:** فصل جميع مصادر الطاقة المرتبطة بالمعدة (كهرباء، أو هواء مضغوط، أو ماء، أو بخار، أو هيدروليك)؛ لضمان عدم تشغيلها.
- **تفريغ الطاقة المخزنة:** تفريغ أو تحييد أي طاقة مخزنة في الجهاز (مثل الضغط، أو الحرارة، أو الكهرباء الساكنة، أو الأجزاء المتحركة).
- **تركيب الأقفال والعلامات:** وضع القفل الشخصي على مصدر الطاقة المعزول، ثم تعليق بطاقة تحذير مكتوب عليها معلومات "ممنوع التشغيل".
- **التحقق من العزل:** التأكد من أن المعدة لا يمكن تشغيلها من خلال محاولة تشغيلها بعد العزل.
- **إجراء العمل المطلوب بأمان:** بدء الصيانة أو العمل الفني بعد التأكد من أن كل مصادر الطاقة معزولة ومقفلة.
- **إزالة القفل والعلامة:** بعد الانتهاء من العمل والتأكد من سلامة وأمان بيئة العمل، يزيل الشخص نفسه القفل والبطاقة، ولا يُسمح لأي شخص آخر بفعل ذلك.
- **إعادة تشغيل المعدات:** إعادة توصيل مصادر الطاقة، وتشغيل المعدة بعد التأكد من أن جميع الأدوات والأجزاء تمت إزالتها.

التشغيل التجريبي (Tryout):

يُعد التشغيل التجريبي خطوة أساسية أخيرة للتحقق من سلامة كل خطوات (LOTO)، بعد الانتهاء من وضع العلامة والقفل، يُجري العمال تجربة عملية؛ وذلك بمحاولة تشغيل المُعدّة بعد عزل مصادر الطاقة (بشكل آمن)؛ للتأكد من أن العزل ناجح والمُعدّة لا تستجيب، أي لا يمكن تشغيلها.

تطبيق عملي لنظام الإغلاق و وضع العلامات (LOTO) في العمل الكهربائي

- **الموقع:** محطة كهرباء أو موقع صيانة كهربائية.
- **المُعدّة:** لوحة توزيع كهربائية أو محول كهربائي.
- **العمل المطلوب:** صيانة أو إصلاح لوحة التوزيع الكهربائية.

خطوات تطبيق نظام الإغلاق و وضع العلامات (LOTO):

- 1 إبلاغ الفريق: يقوم فني الكهرباء بإبلاغ جميع العاملين في المنطقة بأنه سيتم فصل التيار الكهربائي للوحة التوزيع وإجراء الصيانة.
- 2 إيقاف تشغيل الطاقة الكهربائية: يقوم الفني بإيقاف تشغيل القاطع الرئيسي للوحة التوزيع الكهربائية.
- 3 عزل مصدر الطاقة: يتم فصل مصدر التيار الكهربائي بشكل كامل من المصدر، من خلال قاطع الدائرة أو مفتاح العزل.
- 4 تركيب القفل والعلامة: يضع الفني قفله الشخصي على قاطع الدائرة أو مفتاح العزل.
- 5 تعليق بطاقة تحذيرية على القفل مكتوب عليها: "لا تشغل-صيانة كهربائية-الاسم: فني الكهرباء، رقم التواصل (0000000)، التاريخ: اليوم/الشهر/السنة، الساعة 00:00"
- 6 تفريغ الطاقة المخزنة: يتأكد الفني من تفريغ أي طاقة مخزنة في المكثفات أو الدوائر الكهربائية المتبقية.
- 7 محاولة التشغيل (Tryout): يقوم الفني بمحاولة تشغيل اللوحة أو الجهاز؛

- 8 للتأكد من عدم وجود طاقة كهربائية وأن النظام معزول بالكامل.
- البداية في أعمال الصيانة: يبدأ الفني أعمال الصيانة أو الإصلاح بأمان تام، دون تخوف من حدوث صدمة كهربائية.
- 9 إزالة القفل والعلامة: بعد الانتهاء من العمل والتأكد من سلامة الموقع، يقوم الفني بنفسه بإزالة القفل والعلامة.
- 10 إعادة تشغيل الطاقة: يقوم الفني بإعادة تشغيل القاطع الرئيسي للوحة بعد التأكد من جاهزية المعدات والسلامة.

العامل الكهربائي المؤهل (Qualified Electrical Worker (QEW))

لا بد لعامل الكهرباء المؤهل أن يتحلى بالمهارات والمعارف الفنية والعملية الآتية:

■ المعرفة الفنية:

- فهم مبادئ الكهرباء (الجهد، والتيار، والمقاومة، والقدرة، وغيرها).
- القدرة على قراءة المخططات والرسومات الكهربائية.
- الإلمام بخصائص ومواصفات المعدات الكهربائية.

■ التدريب على السلامة الكهربائية:

- تلقى تدريب معتمد على مخاطر الكهرباء والجهد العالي.
- معرفة قواعد وأنظمة العمل الآمن مثل نظام LOTO.
- فهم طرق الوقاية من المخاطر الكهربائية.

■ القدرة على تحديد المخاطر:

- التعرف على المعدات الخطرة.
- تقييم بيئة العمل ومعرفة المناطق المصنفة كخطر كهربائي.

■ المهارات العملية:

- استخدام أدوات القياس الكهربائية (مثل جهاز الفولتميتر).
- صيانة وتركيب الدوائر والمعدات الكهربائية بأمان.
- استخدام معدات الحماية الشخصية (PPE) الخاصة بالكهرباء.



العامل الكهربائي المؤهل

Qualified Electrical Worker (QEW)

هو شخص يمتلك التدريب والمعرفة والخبرة الكافية للتعامل مع الأنظمة الكهربائية بأمان، وقادر على التعرف على المخاطر الكهربائية وتطبيق الإجراءات الوقائية اللازمة.

■ الالتزام بالمعايير الوطنية أو الدولية، مثل:

- المعايير الأمريكية للسلامة الكهربائية (NFPA 70E).
- إدارة السلامة والصحة المهنية (OSHA).
- اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC).

■ مسؤوليات العامل الكهربائي المؤهل:

- تنفيذ الأعمال الكهربائية المعقدة بأمان.
- تطبيق إجراءات العزل (LOTO) قبل بدء العمل.
- الالتزام بارتداء معدات الحماية الشخصية المناسبة.
- التعاون مع الفريق لتقليل مخاطر الحوادث الكهربائية.
- الإبلاغ عن أي مخاطر أو أعطال كهربائية فور وقوعها.



يُدرِّك عمال الكهرباء المؤهلون عادات العمل الآمنة ويمارسونها لحماية أنفسهم والآخرين، كما أنهم يفهمون ويتبعون خطط السلامة الكهربائية التي تُحدِّد كيفية العمل بأمان في مشاريع مُحدَّدة.

معدات الوقاية الشخصية الكهربائية

(Electrical Personal Protective Equipment)

تُشكل معدات الوقاية الشخصية (PPE) خط الدفاع الأخير في الأعمال الكهربائية؛ إذ تحمي العمال من المخاطر المتبقية حتى بعد تطبيق جميع الضوابط الهندسية والإدارية الأخرى، ولا تُغني معدات الحماية الشخصية عن ممارسات العمل الآمنة، ولكنها تؤدي دوراً كبيراً في حماية الأفراد من المخاطر الكهربائية، مثل الصدمات الكهربائية، والقوس الكهربائي، والحروق.

تُصمم معدات الوقاية الشخصية الكهربائية لحماية العمال من مخاطر متعددة كالصدمات والحروق والومضات الكهربائية، ويساعد فهم وظيفة كل قطعة على اختيار المعدات المناسبة، مما يعزز السلامة خصوصاً عند التعامل مع الجهد العالي.

القفازات الكهربائية (Electrical Gloves)

تُعرف أحياناً باسم القفازات العازلة للكهرباء، وهي أحد معدات الحماية الشخصية التي تحمي أيدي مرتديها من الصدمات الكهربائية، ويشترط في القفازات الكهربائية أن:

- تُصنع القفازات من مواد عازلة للكهرباء، مثل السيليكون أو المطاط أو خليط منهما.
- تمتاز بقدرة عزل عالية، إضافة إلى الليونة والمتانة.
- توفر حماية للمستخدمين من الجهود الكهربائية العالية.
- تتحمل ضغوط العمل الكهربائي بمستوياته المختلفة.

فئات القفزات الكهربائية:

تُقسم قفزات الأمان الكهربائية إلى فئات متعددة استناداً إلى أقصى جهد كهربائي مصممة لحمايته، وتوفر الفئات الأعلى الحماية ضد الجهد الكهربائي العالي، وترتبط كل فئة بنطاق جهد كهربائي معين، ويوضح الجدول الآتي هذه الفئات:

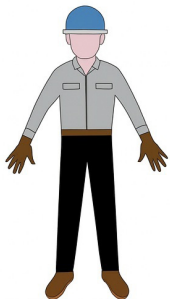
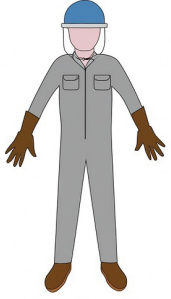
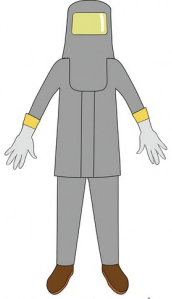
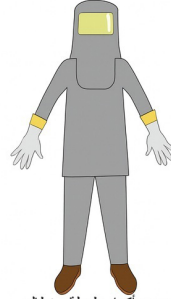
الفئة	اللون	لون بطاقة أقصى مستوى للجهد القفز
00	رملي	500 / 750
0	أحمر	1,000 / 1,500
1	أبيض	7,500 / 11,250
2	أصفر	17,000 / 25,500
3	أخضر	26,500 / 39,750
4	برتقالي	36,000 / 54,000



الملابس المقاومة للقوس الكهربائي (Arc-Rated Clothing (AR))

الملابس المقاومة للقوس الكهربائي، التي تُعرف غالباً باسم ملابس (AR)، مصممة لحماية العمال من الحروق الشديدة الناتجة عن ومضات القوس الكهربائي، وتشمل هذه الملابس قمصاناً بأكمام طويلة، وبدلات عمل، وأقنعة تغطي الرأس والرقبة.

تُختبر هذه الملابس لمقاومة الحرارة واللهب، وتُقاس قوتها بوحدة تُسمى cal/cm^2 كالوري/سم²، التي تُظهر مقدار الحرارة التي يتحملها القماش قبل أن يشتعل، ويضمن هذا الاختبار أن الملابس توفر مستوى عالياً من الأمان في بيئات العمل الخطيرة، ويوضح الشكل الآتي فئات هذه الملابس:

4 cal/cm ²	8 cal/cm ²	25 cal/cm ²	40 cal/cm ²
			
قميص وبنطال بأكمام طويلة مقاوم للقوس أو بدلة كاملة (Coverall) درع وجه (Face shield) أو غطاء رأس مقاوم للقوس (Flash suit hood) سترة (Jacket)	قميص وبنطال بأكمام طويلة مقاوم للقوس أو بدلة كاملة غطاء رأس كامل مقاوم للقوس (Flash suit hood) قناع واق (Balaclava) سترة	قميص بأكمام طويلة، بنطال، بدلة كاملة، سترة مقاومة للقوس، وبنطال بدلة مقاوم للقوس غطاء رأس مقاوم للقوس (Flash suit hood) قفازات مقاومة للقوس سترة	قميص بأكمام طويلة، بنطال، بدلة كاملة، سترة مقاومة للقوس، وبنطال بدلة مقاوم للقوس غطاء رأس مقاوم للقوس (Flash suit hood) قفازات مقاومة للقوس سترة



ASTM F1506

هو معيار الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد (American Society for Testing and Materials (ASTM) الذي يحدد متطلبات الأداء للمواد النسيجية المقاومة للهيب، المستخدمة في الملابس الواقية للعمال المعرضين للأقواس الكهربائية والمخاطر الحرارية ذات الصلة.

ويجب أن تتوافق جميع معدّات الوقاية الشخصية المقاومة للقوس الكهربائي مع متطلبات (ASTM F1506)، وهي مواصفة الأداء القياسية للمواد النسيجية المقاومة للهيب والمقاومة للقوس الكهربائي، والمخصصة للملابس التي يرتديها عمال الكهرباء المعرضون للقوس الكهربائي اللحظي والمخاطر الحرارية ذات الصلة، ويجب أن يُشار إلى المطابقة بعلامة أو ملصق على الملابس.

ولا تقتصر أهمية ملابس الحماية من القوس الكهربائي على تغطية الجسم فحسب، بل يجب أن تكون مرنة بما يكفي لتمكين العمال من الحركة بحرية، ومتينة بما يكفي لتحمل الاستخدام المتكرر، وتساعد معدات السلامة هذه على الحد من الحروق، فالاستثمار في ملابس عالية الجودة ومختبرة مقاومة للقوس الكهربائي يمكن أن ينقذ الأرواح، ويحافظ على سلامة العمال في العمل.

خوذات السلامة المزودة بواقيات للوجه (Safety Helmets with Face Shields)



خوذات السلامة المزودة بواقيات للوجه

تُعد خوذات السلامة المزودة بواقيات للوجه جزءاً أساسياً من معدات الحماية للعديد من العمال، فهي لا تقتصر على حماية الرأس من الصدمات والارتطام فحسب، بل صُممت لامتصاص قوة سقوط الأجسام، والحد من إصابات الرأس الناتجة عن ذلك، ويُعد هذا الأمر بالغ الأهمية خاصة في مواقع البناء، أو أرضيات المصانع، أو أي مكان تُتقل فيه مواد ثقيلة، حيث تأتي العديد من الخوذات مزودة بواقيات للوجه تتأرجح إلى الأسفل أو تُثبت بشكل دائم، وتعمل هذه الواقيات كحاجز يمنع الحطام الخطير والغبار والشظايا من الوصول إلى الوجه، فعندما يقوم العمال بقطع المعادن أو لحامها، قد تُسبب الشرارات والضوء الشديد حروقاً في الجلد أو العينين.

وتساعد واقيات الوجه على الحد من حدوث حروق الوميض وحماية الوجه الحساس من الجسيمات المتطايرة، فعلى سبيل المثال، غالباً ما يرتدي عمال اللحام نوعاً خاصاً من الخوذ يُسمى غطاءً مقاوماً للقوس الكهربائي، حيث صُممت هذه الخوذات لحمايتهم من الومضات الساطعة والحرارة الشديدة الناتجة أثناء اللحام.

الأحذية العازلة للكهرباء (Dielectric Footwear)



الأحذية العازلة للكهرباء

يُعد ارتداء أحذية عازلة مناسبة شرطاً أساسياً في العديد من معايير ولوائح السلامة، ووفقاً لخبراء السلامة، فإن ارتداء النوع المناسب من الأحذية التي تمنع انتقال التيار الكهربائي يقلل بشكل كبير من الإصابات الناجمة عن الحوادث الكهربائية.

وفي بيئات العمل التي تتعامل كثيراً مع الكهرباء ومع وجود الرطوبة تتفاقم خطورة التعرض إلى الصدمة الكهربائية؛ لذلك فإن ارتداء الأحذية العازلة للكهرباء يحول دون سريان الكهرباء، ويقلل من احتمالية التعرض للصدّات أو الوفاة بالصعق.

معدّات حماية العين والسمع (Eye and Hearing Protection)

حماية العين والسمع ضرورية عند العمل بأدوات قد تُطلق شرارات أو حطاماً أو ضوضاء عالية، حيث تؤدي نظارات السلامة دوراً حيوياً في حماية العينين من الجسيمات المتطايرة والغبار والشرر التي قد تُسبب إصابات أو حتى أضراراً دائمة، فهي مُحكمة التركيب ومصنوعة من مواد قوية، مثل البولي كربونات، مما يُقاوم الصدمات، ويساعد على منع وصول الشظايا أو الجسيمات إلى العين، على سبيل المثال، عند طحن المعادن أو اللحام، تتطاير الشرارات في جميع الاتجاهات، وبدون حماية مناسبة للعين، قد تصيب العين أو تُسبب حروقاً أو خدوشاً خطيرة.

بالإضافة إلى سلامة العين، تُعد حماية السمع أمراً ضرورياً، خاصةً أثناء الأنشطة التي تكثر فيها الأصوات العالية، حيث يُقلل ارتداء واقيات الأذن من المخاطر، ويُحافظ على سلامة السمع، إذ تساعد سدادات وواقيات الأذن على تقليل مستوى الضوضاء، خاصة عند العمل بالقرب من الآلات التي تُصدر ضوضاء شديدة.



معدّات حماية العين والسمع

معايير معدّات الوقاية الشخصية (PPE Standards)

لمعايير معدّات الوقاية الشخصية (PPE) أهمية بالغة عند العمل بالكهرباء، فيجب أن تستوفي جميع معدّات الوقاية الشخصية الكهربائية قواعد السلامة المحددة لتكون موثوقة وفاعلة، وتضمن هذه المعايير حماية العمال من الصدمات الكهربائية والحرائق، وغيرها من المخاطر التي قد تنشأ عند العمل على خطوط الكهرباء أو الأنظمة الكهربائية أو بالقرب منها، وتتمثل هذه المعايير في الآتي:

معيّار (NFPA 70E)

يحدد هذا المعيار الحد الأدنى لمتطلبات معدّات الوقاية الشخصية المتعلقة بالمخاطر الكهربائية، ويوضح للعمال وأصحاب العمل المعدّات اللازمة للحفاظ على سلامتهم عند العمل مع الأسلاك الكهربائية أو المعدّات الموصولة بالطاقة، على سبيل المثال، يشرح هذا المعيار كيفية اختيار القفازات وواقيات الوجه والملابس التي تمنع الإصابات الخطيرة الناتجة عن الصدمات الكهربائية أو الأقواس الكهربائية.

معيّارا (ASTM D120) و (D1051)

يحدد هذان المعياران قواعد القفازات المطاطية العازلة، وهي من أدوات السلامة الشائعة التي يستخدمها الكهربائيون، حيث صُممت هذه القفازات خصيصًا لمقاومة التيار الكهربائي وحماية اليدين، وتحدد معايير ASTM كيفية اختبار هذه القفازات من حيث المتانة والمقاومة الكهربائية، حتى يدرك العمال القفازات المناسبة والمعتمدة للسلامة.

معيّار (International Electrotechnical Commission (IEC 61482

يحدد هذا المعيار طرق اختبار الملابس المُستخدمة ضد المخاطر الحرارية الناتجة عن الأقواس الكهربائية، حيث يضمن معيار IEC 61482 قدرة الملابس (مثل القمصان المقاومة للهب والبدلات) على تحمّل درجات الحرارة العالية الناتجة عن القوس الكهربائي.

فحص واختبار معدّات الحماية الشخصية (PPE Inspection and Testing)



يجب إجراء

الاختبارات الدورية
(مثل اختبار العازل
الكهربائي للقفازات)
وفقاً لتوصيات الشركة
المصنعة والمتطلبات
التنظيمية، ويجب وضع
علامات على معدّات
الحماية الشخصية التالفة
وتغييرها فوراً.

يجب فحص معدّات الحماية الشخصية بعناية قبل استخدامها بحثاً عن أي عيوب أو تلوث أو علامات تآكل قد تؤثر على الحماية، وذلك على النحو الآتي:

- **القفازات:** الفحص البصري بحثاً عن أي شقوق، أو ثقوب، أو هشاشة، أو إجراء اختبار تسرب الهواء؛ للتأكد من خلو القفازات من الثقوب والشقوق.
- **الملابس:** التحقق من عدم وجود تمزقات، أو ثقوب، أو حروق، أو تلف كيميائي.
- **الخوذات وواقيات الوجه:** التأكد من سلامة الأحزمة والأجزاء التي تثبت الخوذة على الرأس، والتحقق من عدم وجود الشقوق أو الكسور في هيكل الخوذة.
- **الأحذية:** التحقق من سلامتها من أي تلف.

الصيانة والتخزين (Maintenance and Storage)

تطيل الصيانة المناسبة والتخزين المثالي من عمر معدّات الحماية الشخصية وموثوقيتها؛ لذا، عند تخزين هذه المعدّات يجب اتباع الإجراءات الآتية:

- غسل الملابس المقاومة للقوس الكهربائي وفقاً للإرشادات المحددة، مع تجنب استخدام المبيضات أو منعمات الأقمشة التي قد تُسبب تغيراً في خصائص الحماية.
- الحفاظ على نظافة القفازات العازلة وتخزينها في أكياس واقية بعيداً عن أشعة الشمس ومصادر الأوزون.
- تخزين الخوذات والدروع في بيئات باردة وجافة بعيداً عن الملوثات.

الاستجابة للطوارئ والإسعافات الأولية

(Emergency Response and First Aid)

قد تقع الحوادث عند التعامل مع الكهرباء، رغم اتخاذ أفضل التدابير الوقائية؛ لذا، تُعد الاستجابة السريعة والفاعلة للطوارئ، إلى جانب الإسعافات الأولية الدقيقة أمراً ضرورياً لتقليل الضرر وإنقاذ الأرواح.



خطوات الاستجابة للطوارئ (Emergency Response Sequence)

في حالات الطوارئ يجب التأكد من اتباع الخطوات الآتية:

1 تقييم موقع الحادث:

تقييم سريع للمخاطر الكهربائية النشطة أو الأضرار الهيكلية، والتأكد من السلامة الشخصية قبل اتخاذ أي إجراء.

2 تنبيه خدمات الطوارئ:

الاتصال بفرق الاستجابة الداخلية وخدمات الطوارئ الخارجية، وفقاً لبروتوكول الموقع.

3 عزل التيار الكهربائي:

إذا كان الشخص مدرباً، يجب عليه فصل التيار الكهربائي بأمان عن لوحة التوزيع الرئيسية للحد من الأضرار.

4 إنقاذ الضحايا:

إنقاذ الضحايا بعناية باستخدام أدوات معزولة ومعدات الوقاية الشخصية المناسبة، من قبل أفراد مدربين فقط.

5 تثبيت المصاب والإسعافات الأولية:

تقديم الإسعافات الأولية المناسبة (الإنعاش القلبي الرئوي (CPR))، ورعاية الحروق، وإدارة الصدمات، والحفاظ على هدوء المصاب وثباته.

6 التواصل والتوثيق:

الإعلان عن تنبيهات الحوادث، وتأمين المنطقة، والبدء في الإبلاغ عن الحادث مع الطوابع الزمنية وروايات الشهود.

الإسعافات الأولية للحوادث الكهربائية (First Aid Procedures for Electrical Accidents)

تُعد الحوادث الكهربائية من أخطر الحوادث التي قد يتعرض لها الأفراد في بيئة العمل؛ إذ يمكن أن تؤدي إلى إصابات خطيرة، مثل: الحروق الشديدة، أو الوفاة؛ لذا يتطلب العمل مع الأنظمة الكهربائية إلمامًا ووعيًا كافيًا بإجراءات الإسعافات الأولية؛ لضمان سلامة الأفراد في مواقع العمل، وتشمل هذه الإجراءات قبل وأثناء وبعد الإسعافات الأولية كالآتي:

■ قبل البدء بإسعاف المصاب

- عند وقوع حادث في موقع العمل، يجب إسعاف المصاب أوليًا باتباع الإجراءات الآتية:
- إيقاف تشغيل مصدر الكهرباء، وعدم لمس الشخص إذا كان لا يزال على اتصال بمصدر الكهرباء.
- دفع المصاب بعيد عن المصدر باستخدام جسم غير موصل للطاقة الكهربائية (Non-Conductive Material)، مثل عصا خشبية.
- الاتصال بخدمات الطوارئ (Emergency Services) على الفور (على سبيل المثال، 9999) للإبلاغ عن الحادث، وطلب المساعدة الطبية المتخصصة.

■ أثناء إسعاف المصاب

- أثناء إسعاف المصاب يجب التحلي بالهدوء والتصرف وفق خطوات منظمة، هي:
- إبقاء المصاب هادئًا، ومطمئنًا حتى وصول المساعدة.
- رصد الأعراض (Monitor Symptoms)، مثل: علامات الصدمة، أو الحروق، أو الأعراض الأخرى، مثل:
- التشنجات العضلية (Muscle Spasms).
- صعوبة في التنفس (Difficulty Breathing).
- الارتباك، أو فقدان الوعي (Confusion or Altered Consciousness).
- التحقق من التنفس، والقيام بالإنعاش القلبي الرئوي (Cardiopulmonary Resuscitation (CPR)) - إذا لزم الأمر - من قبل شخص مدربًا تدريبًا معتمدًا، حسب الآتي:

- الضغوطات الصدرية (Chest Compressions):
 - ضع راحة يدك الأولى في منتصف صدر المصاب.
 - ضع يدك الأخرى فوق الأولى، واشبك أصابعك.
 - اضغط بقوة وبسرعة بمعدل (100-120) ضغطة في الدقيقة، وبعمق (5-6) سم.
- إذا كنت مدرباً، ابدأ بإجراء تنفس اصطناعي مرتين بعد الضغط 30 مرة، وذلك كالآتي:
 - افتح مجرى الهواء بإمالة الرأس للخلف ورفع الذقن.
 - أغلق أنف المصاب، وثبت فم المسعف على فم المصاب.
 - أعطِ نفسين بطيئين لمدة ثانية، مع التأكد من ارتفاع صدر المصاب.
 - استمر في إنعاش المصاب حتى يبدأ بالتنفس، أو التحرك، أو وصول خدمات الطوارئ.
- في حالة وجود حروق يجب:
 - تبريد المنطقة المصابة بالماء الفاتر لمدة (10-20) دقيقة، وعدم وضع الحرق مباشرة في الماء البارد أو الثلج.
 - استخدام ضمادة معقمة غير لاصقة، أو قطعة قماش نظيفة لتغطية الحروق.
- إذا ظهرت على المصاب علامات الصدمة الكهربائية، يُتبع الآتي:
 - يُوضع المصاب على الأرض.
 - تُرفع ساقاه إذا لم تكن هناك إصابات تمنع ذلك.
 - تغطيته ببطانية لمنع انخفاض حرارة جسمه.

■ بعد إجراء الإسعاف الأولي للمصاب

- أثناء إسعاف المصاب يجب التحلي بالهدوء والتصرف وفق خطوات منظمة، هي:
 - تجنب وضع المراهم أو الثلج، أو أي مادة أخرى على الحروق الكهربائية ما لم يكن ذلك بتوجيه من أخصائي طبي.
 - متابعة العلامات الحيوية للمصاب (الوعي، والتنفس، والنبض حتى وصول خدمات الطوارئ).
 - عند وصول المساعدة يجب إبلاغ الفريق الطبي بتفاصيل الحادثة، مثل مقدار الجهد الذي تعرض له المصاب، والمدة، والإصابات المرتبطة، وكذلك الإجراءات التي اتخذت بالكامل.



أسئلة الوحدة

- عرف فرق الجهد والتيار الكهربائي والمقاومة.
- عرف الكفاءة الكهربائية، ووضح أهميتها.
- اذكر أنواع الأخطار الكهربائية.
- اشرح إجراءات الإغلاق ووضح العلامات (LOTO)، ووضح أهميته.
- اذكر خطوات الإغلاق ووضح العلامات (LOTO).
- عرف التأريض الكهربائي، ووضح أهميته.
- ما الفرق بين حدود الاقتراب المحدود وحدود الاقتراب المحظور؟
- ما دور العامل الكهربائي المؤهل (QEW) في بيئة العمل؟
- اذكر أنواع معدات الوقاية الشخصية للحماية من المخاطر الكهربائية.
- اذكر خطوات الاستجابة للطوارئ.
- اذكر إجراءات الإسعافات الأولية للحوادث الكهربائية.

رقم الإيداع
م ٢٠٢٥/٩٩٣٣

www.moe.gov.om



الصحة والسلامة المهنية

الصف الثاني عشر · كتاب الطالب · الفصل الدراسي الأول