سلسلة الأمن النووي رقم 40-T الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية

إرشادات تقنية

كُتيِّب عن تصميم نُظم الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرية

سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة

تعالج **سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة** قضايا الأمن النووي المتعلقة بمنع وكشف الأفعال الإجرامية أو المتعمدة غير المأذون بها المنطوية على مواد نووية أو مواد مشعة أخرى أو ما يرتبط بذلك من مرافق أو أنشطة، أو المستهدفة لها، والتصدي لتلك الأفعال. وتتسق هذه المنشورات مع الصكوك الدولية المتعلقة بالأمن النووي، وتكمّلها، مثل اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية وتعديلها، والاتفاقية الدولية لقمع أعمال الإرهاب النووي، وقراري مجلس الأمن التابع للأمم المتحدة رقم 1373 و1540، ومدونة قواعد السلوك بشأن أمان المصادر المشعة وأمنها.

فئات سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة

تصدر منشورات سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة في الفئات التالية:

- **أساسيات الأمن النووي** التي تحدد هدف نظام أمن نووي لدولة ما والعناصر الأساسية لنظام من ذلك القبيل. وتوفر الأساس لتوصيات الأمن النووي.
- **توصيات الأمن النووي** التي تحدد التدابير التي ينبغي أن تتخذها الدول من أجل تحقيق وتعهّد نظام أمن نووي وطني فعّال يتّسق مع أساسيات الأمن النووي.
- **أدلة التنفيذ** التي تقدم إرشادات عن الوسائل التي يمكن للدول أن تنفذ من خلالها التدابير المحددّة في توصيات الأمن النووي. وبهذا، تركّز على كيفية العمل بالتوصيات المتعلقة بمجالات واسعة للأمن النووي.
- **الإرشادات التقنية** تقدّم إرشادات عن مواضيع تقنية محدّدة لاستكمال الإرشادات المحددّة في أدلة التنفيذ. وهي تركّز على تفاصيل كيفية تنفيذ التدابير الضرورية.

الصياغة والاستعراض

يشارك في إعداد منشورات سلسلة الأمن النووي واستعراضها أمانة الوكالة، وخبراء من الدول الأعضاء (الذين يساعدون الأمانة في صياغة المنشورات) ولجنة إرشادات الأمن النووي، التي تستعرض وتعتمد مسودّة المنشورات. وعند الاقتضاء، تُعقد أيضاً اجتماعات تقنية مفتوحة العضوية خلال عملية الصياغة من أجل إتاحة الفرصة للأخصائيين من الدول الأعضاء والمنظمات الدولية المعنية لاستعراض ومناقشة مسودّة النص. وإضافة إلى ذلك، ولضمان مستوى رفيع من الاستعراض وتوافق الآراء على الصعيد الدولي، تعرض الأمانة مسودّات النصوص على جميع الدول الأعضاء لفترة 120 يوماً لكي تستعرضها استعراضًا رسميًا.

وتُعِد الأمانة لكل منشور الخطوات التالية، التي توافق عليها لجنة إرشادات الأمن النووي على مراحل متتالية ضمن عملية الإعداد والاستعراض:

- عرضًا وخطة عمل يصفان المنشور المتوخى الجديد أو المنقّح، وغرضه المستهدف ونطاقه ومحتواه؛
- مسودّة منشور لعرضها على الدول الأعضاء للتعليق عليها خلال فترة 120 يومًا الاستشارية؛
- صيغة نهائية لمسودّة المنشور مع مراعاة تعليقات الدول الأعضاء.

وتُراعى في عملية صياغة واستعراض المنشورات في سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة اعتبارات السرية، ويسلم فيها بأن الأمن النووي يتصل اتصالاً متلازماً بشواغل الأمن الوطني العامة والمحددة.

وأحد الاعتبارات المستند إليها هو أن معايير أمان الوكالة وأنشطتها الرقابية ذات الصلة ينبغي أن توضع في الاعتبار في المضمون التقني للمنشورات. وعلى وجه التحديد، تقوم اللجان المعنية بمعايير الأمان ذات الصلة ولجنة إرشادات الأمن النووي باستعراض منشورات سلسلة الأمن النووي التي تعالج المجالات التي يوجد فيها ترابط مع الأمان المعروفة بوثائق الترابط ـ في كل مرحلة من المراحل المحددّة أعلاه.

كُتيِّب عن تصميم نُظم
الحماية المادية للمواد النووية
والمرافق النووية

الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الاتحاد الروسي
إثيوبيا
أذربيجان
الأرجنتين
الأردن
أرمينيا
إريتريا
إسبانيا
أستراليا
إستونيا
إسرائيل
إسواتيني
أفغانستان
إكوادور
ألبانيا
ألمانيا
الإمارات العربية المتحدة
أنتيغوا وبربودا
إندونيسيا
أنغولا
أوروغواي
أوزبكستان
أوغندا
أوكرانيا
إيران، (جمهورية – الإسلامية)
آيرلندا
آيسلندا
إيطاليا
بابوا غينيا الجديدة
باراغواي
باكستان
بالاو
البحرين
البرازيل
بربادوس
البرتغال
بروناي دار السلام
بلجيكا
بلغاريا
بليز
بنغلاديش
بنما
بنن
بوتسوانا
بوركينا فاسو
بوروندي

البوسنة والهرسك
بولندا
بوليفيا، (دولة - المتعددة القوميات)
بيرو
بيلاروس
تايلند
تركمانستان
تركيا
ترينيداد وتوباغو
تشاد
توغو
تونس
تونغا
جامايكا
الجبل الأسود
الجزائر
جزر البهاما
جزر القمر
جزر مارشال
جمهورية أفريقيا الوسطى
الجمهورية التشيكية
الجمهورية الدومينيكية
الجمهورية العربية السورية
جمهورية الكونغو الديمقراطية
جمهورية تنزانيا المتحدة
جمهورية كوريا
جمهورية لاو
الديمقراطية الشعبية
جمهورية مولدوفا
جنوب أفريقيا
جورجيا
جيبوتي
الدانمرك
دومينيكا
رواندا
رومانيا
زامبيا
زمبابوي
ساموا
سان مارينو
سانت فنسنت وجزر غرينادين
سانت كيتس ونيفس
سانت لوسيا
سري لانكا
السلفادور

سلوفاكيا
سلوفينيا
سنغافورة
السنغال
السودان
السويد
سويسرا
سيراليون
سيشيل
شيلي
صربيا
الصين
طاجيكستان
العراق
عُمان
غابون
غامبيا
غانا
غرينادا
غواتيمالا
غيانا
غينيا
فانواتو
فرنسا
الفلبين
فنزويلا، (جمهورية - البوليفارية)
فنلندا
فيجي
فييت نام
قبرص
قطر
قيرغيزستان
كابو فيردي
كازاخستان
الكاميرون
الكرسي الرسولي
كرواتيا
كمبوديا
كندا
كوبا
كوت ديفوار
كوستاريكا
كولومبيا
الكونغو
الكويت
كينيا

لاتفيا
لبنان
لختنشتاين
لكسمبورغ
ليبيا
ليبيريا
ليتوانيا
ليسوتو
مالطة
مالي
ماليزيا
مدغشقر
مصر
المغرب
مقدونيا الشمالية
المكسيك
ملاوي
المملكة العربية السعودية
المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وآيرلندا الشمالية
منغوليا
موريتانيا
موريشيوس
موزامبيق
موناكو
ميانمار
ناميبيا
النرويج
النمسا
نيبال
النيجر
نيجيريا
نيكاراغوا
نيوزيلندا
هايتي
الهند
هندوراس
هنغاريا
هولندا، (مملكة -)
الولايات المتحدة الأمريكية
اليابان
اليمن
اليونان

وافق المؤتمر المعني بالنظام الأساسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية الذي عُقد في المقرِّ الرئيسي للأمم المتحدة في نيويورك، في 23 تشرين الأول/أكتوبر 1956، على النظام الأساسي للوكالة الذي بدأ نفاذه في 29 تموز/يوليه 1957. ويقع المقرُّ الرئيسي للوكالة في فيينا. ويتمثَّل هدف الوكالة الدولية للطاقة الذرية الرئيسي في "تعجيل وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في السلام والصحة والازدهار في العالم أجمع".

العدد T-40 من سلسلة منشورات الأمن النووية الصادرة عن الوكالة

كُتيِّب عن تصميم نُظم الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية

إرشادات تقنية

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا، 2024

ملاحظة بشأن حقوق النشر

جميع المنشورات العلمية والتقنية الصادرة عن الوكالة محمية بموجب الاتفاقية العالمية لحقوق التأليف والنشر بصيغتها المعتمدة في عام 1952 (جنيف) والمنقحة في عام 1971 (باريس). وقد عمدت المنظمة العالمية للملكية الفكرية (جنيف) لاحقاً إلى توسيع نطاق حقوق التأليف والنشر لتشمل الملكية الفكرية الإلكترونية والفرضية. ويجوز اشتراط الحصول على إذن لاستخدام النصوص الواردة في منشورات الوكالة بشكلها المطبوع أو الإلكتروني، استخداما كلياً أو جزئياً. ويرجى الاطلاع على الموقع الإلكتروني www.iaea.org/publications/rights-and-permissions للحصول على مزيد من التفاصيل. ويمكن توجيه الاستفسارات إلى العنوان التالي:

Publishing Section
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
tel.: +43 1 2600 22529 or 22530
email: sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/ar/almanshurat

حقوق النشر محفوظة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، 2024

طُبِع من قِبَل الوكالة الدولية للطاقة الذرية في النمسا

يوليو/تَمّوز 2024

STI/PUB/PUB/1875

ISBN 978-92-0-610823-9 (paperback) | ISBN 978-92-0-610223-7 (pdf) | ISBN 978-92-0-610323-4 (epub)

ISSN 2520-6923

تصدير

بقلم رافائيل ماريانو غروسي
المدير العام

ينصُّ النظام الأساسي للوكالة على تخويلها بأن تضع "..معايير الأمان اللازمة لحماية الصحة والتقليل إلى أدنى حد من المخاطر على الأرواح والممتلكات". وهذه معاييرٌ يجب أن تطبقها الوكالة في عملياتها، ويمكن للدول أن تطبقها من خلال تشريعاتها الوطنية.

وقد بدأت الوكالة برنامجها الخاص بمعايير الأمان في عام 1958، وحدثت منذ ذلك الحين العديد من التطورات. وبصفتي المدير العام، ألتزم بكفالة أن تحافظ الوكالة على هذه المجموعة المتكاملة والشاملة والمتسقة من معايير الأمان المحدثّة والميسورة الاستخدام والملائمة للغرض، وأن تعمل على تحسينها. وينبغي أن يتيح تطبيقها التطبيقَ الصحيح في استخدام العلم والتكنولوجيا النوويين مستوىً عاليا من وقاية الناس والبيئة في العالم أجمع، وأن يوفر الثقة اللازمة التي تسمح بالاستخدام المستمر للتكنولوجيا النووية لصالح الجميع.

إن الأمان مسؤولية وطنية ترتكز على عدد من الاتفاقيات الدولية. وتشكل معايير الأمان الصادرة عن الوكالة أساسا لهذه الصكوك القانونية، وهي بمثابة مرجع عالمي لمساعدة الأطراف على الوفاء بالتزاماتها. ومع أن معايير الأمان ليست قانوناً ملزما للدول الأعضاء، فإنها تُطبّق على نطاق واسع. وقد أصبحت نقطة مرجعية وقاسما مشتركا لا غنىً عنهما بالنسبة للغالبية العظمى من الدول الأعضاء التي اعتمدت هذه المعايير لاستخدامها في اللوائح الوطنية لتعزيز الأمان في توليد القوى النووية، ومفاعلات البحوث، ومرافق دورة الوقود، وكذلك في التطبيقات النووية في مجالات الطب، والصناعة، والزراعة، والبحوث.

وتستند معايير الأمان الصادرة عن الوكالة إلى الخبرة العملية للدول الأعضاء فيها، ويُتوصل إليها من خلال توافق الآراء الدولي. وتتسم مشاركة أعضاء اللجان المعنية بمعايير الأمان، ولجنة إرشادات الأمن النووي، ولجنة معايير الأمان، بأهمية خاصة، وأنا ممتن لجميع أولئك الذين يساهمون بمعرفتهم وخبراتهم في هذا المسعى.

وتستخدم الوكالة أيضا معايير الأمان هذه عندما تقوم بمساعدة الدول الأعضاء من خلال بعثاتها الاستعراضية وخدماتها الاستشارية. ويساعد ذلك الدول الأعضاء في تطبيق هذه المعايير ويتيح تقاسم الخبرات والرؤى والقيِّمة. وخلال التنقيح الدوري لهذه

المعايير، تؤخذ في الحسبان التعقيبات الواردة من هذه البعثات والخدمات، والدروس المستخلصة من الأحداث والخبرات في استخدام معايير الأمان النووي وتطبيقها.

وأعتقد أن معايير الأمان الصادرة عن الوكالة وتطبيقها يسهمان إسهاما قيما في ضمان مستوى عال من الأمان في استخدام التكنولوجيا النووية. وأحث جميع الدول الأعضاء على تعزيز هذه المعايير وتطبيقها، وعلى العمل مع الوكالة من أجل المحافظة على جودتها، في الحاضر وفي المستقبل.

ملحوظة تحريرية

واستخدام تسميات معيَّنة لبلدان أو أقاليم لا يعني ضمنًا إصدار أي حكم من جانب الناشر، أي الوكالة، بشأن الوضع القانوني لهذه البلدان أو الأقاليم أو سلطاتها ومؤسساتها أو تعيين حدودها.

وذكر أسماء شركاتٍ أو منتجاتٍ معيَّنة (سواء مع الإشارة إلى أنها مسجّلة أو دون تلك الإشارة) لا يعني ضمنًا وجود أي نية لانتهاك حقوق الملكية، كما لا ينبغي أن يُفسَّر على أنه تأييد أو توصية من جانب الوكالة.

وعلى الرغم من توخي قدر كبير من الحرص للحفاظ على دقة المعلومات الواردة في هذا المنشور، لا تتحمل الوكالة ولا دولها الأعضاء أي مسؤولية عن العواقب التي قد تنشأ عن استخدام تلك المعلومات.

الإرشادات الواردة في سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة هي إرشادات غير مُلزمة للدول، ولكن يجوز أن تَستَخدِم الدول الإرشادات لكي تساعدها على الوفاء بالتزاماتها بمقتضى الصكوك القانونية الدولية وعلى الاضطلاع بمسؤولياتها المتصلة بالأمن النووي داخل الدولة. وتهدف الإرشادات المعبَّر عنها بجمل تبدأ بالفعل "ينبغي" إلى عرض الممارسات الدولية الجيدة والإشارة إلى إجماع دولي بأنَّ من الضروري أن تتخذ الدول الإجراءات الموصى بها أو ما يعادل ذلك من تدابير بديلة.

ويجب أن تُفهَم المصطلحات ذات الصلة بالأمن حسب تعريفها الوارد في المنشور الذي ترد فيه، أو في الإرشادات الأعلى درجة التي يدعمها المنشور. وفي غير ذلك من الحالات، فإنَّ الكلمات تُستَخدَم بمعانيها المتعارف عليها.

ويُعتبَر التذييل جزءًا لا يتجزأ من المنشور. ويكون للمواد الواردة في أي تذييل نفس صفة المتن. وتُستَخدم المرفقات لتوفير معلومات أو تفسيرات إضافية. ولا تُعتَبر المرفقات أجزاءً لا تتجزأ من النص الرئيسي.

المحتويات

1- مقدمة 1

الخلفية (1-1 — 3-1) 1
الهدف (1-4) 2
النطاق (1-5 — 1-10) 2
الهيكل (1-11) 4

2- الوظائف الرئيسية لنظام الحماية المادية (2-1 — 2-3) 4

الردع (2-4 — 2-8) 5
الكشف (2-9 — 2-10) 7
التعطيل (2-11) 7
التصدي (2-12) 7

3- التصميم وتقييم نظام الحماية المادية (3-1 — 3-6) 8

تحديد متطلبات نظام الحماية المادية (المرحلة الأولى) (3-7 — 3-19) 9
تصميم نظام للحماية المادية (المرحلة الثانية) (3-20 — 3-26) 12
تقييم تصميم نظام الحماية المادية (المرحلة الثالثة) (3-27 — 3-32) 15
الاعتبارات التصميمية الأخرى (3-33 — 3-44) 16

4- معدات الحماية المادية (4-1 — 4-4) 20

الكشف (4-5 — 4-265) 20
نُظم التحكم في الدخول (4-266 — 4-310) 100
التعطيل (4-311 — 4-363) 116

5- التصدي (5-1) 142

المعدات (5-2 — 5-5) 143
التأهيل (5-6) 144
التدريب (5-7 — 5-8) 144

6- شبكات نُظم الحماية المادية ونُظم الدعم 145

شبكات نُظم الحماية المادية (6-1 — 6-19) 145
نُظم دعم نظام الحماية المادية (6-20 — 6-32) 152

7- التكنولوجيات الجديدة والناشئة (7-1 — 7-6) 156

تقييم الاحتياجات (7-7 — 7-10) 158
الاختبار والتقييم (7-11 — 7-17) 160
نشر التكنولوجيا (7-18 — 7-19) 161

8- الاختبار الدوري للمعدات 162

أنواع الاختبار (8-1 — 8-12) 162
استخدام منصات الاختبار المخصصة لهذا الغرض (8-13 — 8-16) 166

9- تقييم نظام الحماية المادية (9-1 — 9-6) 168

التحقق الإلزامي (9-7 — 9-10) 170
اختبار الأداء (9-11 — 9-28) 171

10- تحليل نظام الحماية المادية (10-1 — 10-4) 177

تحليل المسارات (10-5 — 10-10) 179
تحليل التحييد (10-11 — 10-19) 182
احتمالية فعالية نظام الحماية المادية (10-20 — 10-21) 184
التحليل من الداخل (10-22 — 10-26) 185
تحليل السيناريوهات (10-27 — 10-29) 187

11- نُظم إدارة الأمن النووي (11-1 — 11-5) 187

تطبيق نُظم الإدارة على نظام الحماية المادية (11-6 — 11-8) 189
إدارة المتطلبات (11-9 — 11-21) 191
توجيه العمل ومراقبته (11-22 — 11-37) 195
إدارة الموارد (11-38 — 11-42) 200
أنشطة الضمان (11-43 — 11-46) 201
الاستدامة والتحسين المستمر (11-47 — 11-50) 202

التذييل: مثال على تقييم الاحتياجات وتحليل المتطلبات للمنظومات الجوية غير المأهولة 203

المراجع 209
الاختصارات 213

1- مقدمة

الخلفية

1-1- تُشكل الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية جزءاً رئيسياً من منظومة الأمن النووي الوطنية بالنسبة للدول التي لديها مثل هذه المواد والمرافق. ويوفِّر العدد رقم 13 من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان "توصيات الأمن النووي بشأن الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية" [1] (INFCIRC/225/Revision 5)، توصيات للدول بشأن تطوير الحماية المادية الفعالة أو تعزيزها وتنفيذها والحفاظ عليها. ويوفِّر العدد G-27 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، بعنوان 'الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية' (تنفيذ الوثيقة INFCIRC/225/ Revision 5 [2])، إرشادات بشأن كيفية تنفيذ تلك التوصيات.

1-2- وتُشكل اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية [3] إطاراً لضمان الحماية المادية للمواد النووية المستخدمة للأغراض السلمية أثناء النقل الدولي. ودخل تعديل عام 2005 لاتفاقية الحماية المادية [4] حيز النفاذ في 8 أيار/مايو 2016، وهو يوسِّع نطاق الاتفاقية [3] ليشمل المواد النووية والمرافق النووية أثناء استخدامها المحلي وخزنها ونقلها المستخدمة في الأغراض السلمية، فضلاً عن تخريبها. ويوفِّر المرجع [1] إرشادات للدول الأطراف بشأن الوفاء بالتزاماتها بموجب الاتفاقية [3] وتعديلها [4].

1-3- ويستكمل هذا المنشور محتوى كُتيِّب عن الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية صدر بتوزيع مقيّد.[1] ويتضمن هذا المنشور معلومات مستمدة من الدورة الدولية بشأن الحماية المادية للمرافق والمواد النووية التي أعدتها وقدمتها مختبرات ساندیا الوطنية.

[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handbook on the Physical Protection of Nuclear Materials and Facilities, IAEA-TECDOC-1276, IAEA, Vienna (2002).

الهدف

1-4- الهدف من هذا المنشور هو توفير إرشادات شاملة ومفصلة للدول والسلطات المختصة والمشغلين لمساعدتها في تنفيذ التوصيات الواردة في المرجع [1] والإرشادات الواردة في المرجع [2] من أجل وضع/إرساء/تطوير نظام فعال للحماية المادية للمواد النووية أثناء استخدامها وخزنها وللمرافق النووية. ويُقدِّم المنشور مزيداً من التفاصيل التقنية بشأن كيفية تصميم نظام للحماية المادية وتقييمه من حيث اختيار تدابير الحماية المادية (بما فيها المعدات) المناسبة والفعالة، وإدماجها. والغرض من المنشور هو أن يكون مرجعاً عاماً يُحيل المستخدمين إلى إرشادات تكميلية أخرى بشأن المواضيع المحددة.

النطاق

1-5- ينطبق هذا المنشور على نُظم الحماية المادية للمواد النووية أثناء استخدامها وخزنها ونظم الحماية المادية للمرافق النووية من النقل غير المأذون به للمواد النووية ومن تخريب المواد النووية والمرافق النووية. ولا تتناول هذه الإرشادات التقنية الجوانب المتعلقة بالبنية الأساسية لمنظومة الأمن النووي الوطني فيما يتعلق بالحماية المادية، مثل الإطار التشريعي والرقابي أو المؤسسات والمنظمات المسؤولة عن تنفيذه داخل الدولة. وتُعالج هذه الجوانب في العدد 19 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان 'إرساء البنية الأساسية للأمن النووي من أجل برامج القوى النووية [5]، والعدد G-29 ، إعداد لوائح للأمن النووي وما يقترن بها من تدابير إدارية [6]. كما أنه لا يتناول بالتفصيل التدابير الأمنية المكمِّلة لنُظم الحماية المادية، مثل الأمن الحاسوبي أو حصر المواد النووية ومراقبتها ولكن هذه الجوانب تعالجها إرشادات أخرى، مثل العدد 17 من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان الأمن الحاسوبي في المرافق النووية [7]؛ والعدد G-25 الصادر بعنوان 'استخدام حصر المواد النووية ومراقبتها من أجل أغراض الأمن النووي في المرافق' [8]؛ والعدد T-32 الصادر عن بعنوان 'وضع نظام لمراقبة المواد النووية لأغراض الأمن النووي في مرفق أثناء الاستخدام والتخزين والنقل' [9].

1-6- وتنطبق الإرشادات التقنية الواردة في هذا المنشور على المرفق النووي في جميع مراحل عمره، ولكنها تُركز أساساً على مراحل التصميم واختيار المعدات والخطوات

التشـغيلية لتصميـم نُظـم الحمايـة الماديـة وتنفيذهـا والحفـاظ علـى اسـتدامتها. ويتنـاول المنشـور معـدات نظـام الحماية الماديـة ووظائفـه لتوفيـر الوقايـة مـن أحـداث الأمـن النـووي وكشـفها والتصـدي لهـا. ويُشـير، عنـد الضـرورة، إلـى الإرشـادات الأخـرى ذات الصلـة بالمواضيـع المحـددة. ويتضمـن بعـض الإرشـادات العامـة بشـأن تقييـم نظـام الحمايـة الماديـة، رهنـاً بوضـع إرشـادات محـددة مفصلـة.

1-7- وعلـى الرغـم مـن أن المفاهيـم والإرشـادات الـواردة فـي هـذا المنشـور موجهـة إلـى المـواد النوويـة والمرافـق النوويـة، يمكـن تطبيقهـا أيضـاً علـى المـواد المشـعة والمرافـق والأنشـطة المرتبطـة بهـا.

1-8- ويتمثـل أحـد أغـراض تدابيـر حصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا فـي الوقايـة والحمايـة مـن الأطـراف الداخليـة التـي قـد تشـرع بـدون إذن فـي إزالـة المـواد النوويـة والمرافـق النوويـة أو تخريبهـا، علـى النحـو الـذي نوقـش فـي المرجعيـن [8، 9] وفـي العـدد 8-G (Rev. 1) الصـادرة عـن الوكالـة بعنـوان 'تدابيـر الوقايـة والحمايـة مـن تهديـدات المطلعيـن علـى بواطـن الأمـور' [10]. ويتألـف حصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا مـن تدابيـر للمراقبـة الإداريـة والتقنيـة علـى حـد سـواء. وتشـمل التدابيـر التقنيـة التكنولوجيـات المسـتخدمة فـي الحمايـة الماديـة، مثـل المراقبـة بالفيديـو وأجهـزة الإنـذار التـي تكشـف عـن الإشـعاعات. ويصـف هـذا المنشـور التكنولوجيـات، ولكنـه لا يُقـدم معلومـات محـددة عـن التكنولوجيـات التـي يقتصـر اسـتخدامها علـى حصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا، مثـل أجهـزة كشـف علامـات التلاعـب (انظـر المرجـع [9] لمزيـد مـن الإرشـادات المفصلـة).

1-9- ولا يتضمن هذا المنشور إرشادات مفصلة بشأن ما يلي:

(أ) التصـدي لحـالات الطـوارئ النوويـة أو الإشـعاعية التـي قـد تنجـم عـن حـدث أمنـي نـووي؛
(ب) تخفيـف العواقـب الإشـعاعية للتخريـب فـي مرفـق نـووي أو التقليـل منهـا إلـى أدنـى حـد (مـا لـم تُسـتخدم حواجـز ماديـة للتخفيـف مـن عواقـب هجـوم)؛
(ج) تحديد مكان المواد النووية الخارجة عن التحكم الرقابي واستعادتها؛
(د) اعتبارات الحماية المادية في تحديد موقع مرفق نووي.

1-10- وبالإضافـة إلـى ذلـك، لا يتنـاول هـذا المنشـور أمـن المـواد أثنـاء النقـل، وهـو مـا يتناولـه العـدد 26-G مـن سلسـلة الأمـن النـووي الصـادرة عـن الوكالـة بعنـوان 'أمـن المـواد النوويـة فـي

النقل' [11]، والعدد 9-G (الصيغة المنقحة Rev. 1) بعنوان 'أمن المواد المشعة أثناء نقلها' [12].

الهيكل

1-11- يتضمن القسم 2 من هذا المنشور إرشادات بشأن الوظائف الرئيسية وتدابير الحماية التي تُشكل في العادة نظاماً للحماية المادية. ويتناول القسم 3 بالوصف عملية تصميم نظام الحماية المادية وتطويره وتنفيذه. ويُقدم القسم 4 إرشادات مفصلة بشأن تدابير الحماية المادية، بما يشمل مجموعة من التكنولوجيات والمعدات وإجراءات الدعم المستخدمة للوقاية والكشف والتعطيل والتصدي. ويتناول القسم 5 التصدي من خلال نظام الحماية المادية، بينما يتناول القسم 6 شبكات نُظم الحماية المادية ونُظم الدعم، ويُعالج القسم 7 مسألة إدخال التكنولوجيا الجديدة والناشئة. ويصف القسم 8 الاختبار الدوري للمعدات ومختلف أنواع الاختبارات، مثل اختبارات القابلية للتشغيل، والقبول، والاختبارات الوظيفية، واختبارات الصيانة، واختبارات المعايرة. ويستكشف القسم 9 تقييم نُظم الحماية المادية، ويُقدم القسم 10 لمحة عامة عن تحليل نظام الحماية المادية، ويتضمن القسم 11 إرشادات بشأن نُظم إدارة الأمن النووي.

2- الوظائف الرئيسية لنظام الحماية المادية

2-1- يصف هذا القسم الوظائف الرئيسية التي يؤديها نظام الحماية المادية وكيفية توافق تدابير الحماية المادية والنُظم الفرعية المختلفة (على النحو الموضح في الأقسام من 4 إلى 6) معاً لإنشاء نظام شامل للحماية المادية لتوفير الردع ولأداء الوظائف الرئيسية المتعلقة بالكشف والتعطيل والتصدي من أجل الحماية من محاولات الخصوم إكمال السحب دون إذن أو التخريب. وترد في المرجع [2] إرشادات بشأن الوظائف الرئيسية لنظام الحماية المادية.

2-2- ويمثل نظام الحماية المادية نظاماً متكاملاً لتدابير الكشف والتعطيل والتصدي، وينبغي أن يكون فعالاً ضد الإزالة بدون إذن والتخريب [1]. وينبغي أن يتألف هذا

النظـام مـن أفـراد وإجـراءات ومعـدات لتوفيـر الدفـاع فـي العمـق مـن خـلال نهـج متـدرج، والتغلـب علـى مجموعـة مـن التهديـدات المحـددة فـي بيـان التهديـدات المنطبقـة، والحمايـة مـن السـحب بـدون إذن والتخريـب. وتـرد إرشـادات بشـأن تقييـم التهديـدات، والتهديـدات المحتـاط لهـا فـي التصميـم فـي العـدد (Rev. 1) G-10 مـن سلسـلة الأمـن النـووي الصـادرة عـن الوكالـة بعنـوان 'التقييـم الوطنـي لتهديـدات الأمـن النـووي ووصـف التهديـدات المحتـاط لهـا فـي التصميـم وبيانـات نمـاذج التهديـدات [13].

2-3- ويشـمل نظـام الحمايـة الماديـة أجهـزة استشـعار لكشـف أي اقتحـام داخلـي أو خارجـي، وأجهـزة تصويـر للتقييـم، وتدابيـر للتعطيـل، وأجهـزة للتحكـم فـي الدخـول، وتدابيـر للتصـدي. ويشـمل نظـام الحمايـة الماديـة فـي العـادة العديـد مـن النُظـم الفرعيـة الآليـة المصممـة لتمريـر المعلومـات وصـور الفيديـو إلـى محطـة إنـذار مركزيـة يمكـن للمشـغلين فيهـا اسـتخدامها كأسـاس للتصـدي بطريقـة مناسـبة. وينبغـي أن يشـمل نظـام الحمايـة الماديـة وسـائل آمنـة تتيـح للمشـغلين داخـل محطـة الإنـذار المركزيـة التواصـل مـع قـوات التصـدي داخـل الموقـع وخارجـه، وتتيـح للحـراس التواصـل فيمـا بينهـم ومـع محطـة الإنـذار المركزيـة. ويشـمل نظـام الحمايـة الماديـة جميـع تدابيـر الحمايـة الماديـة والنُظـم الفرعيـة، ولكـن يمكـن أن تكـون النُظـم الفرعيـة متكاملـة معـاً داخـل نظـام الحمايـة الماديـة، ومـن ذلـك علـى سـبيل المثـال أن نظـام كشـف الاقتحـام يمكـن أن يُشـكل جـزءاً لا يتجـزأ مـن نظـام التحكـم فـي الدخـول.

الردع

2-4- يتحقـق الـردع إذا كان الخصـوم المحتملـون ينظـرون إلـى مرفـق مـا باعتبـاره هدفـاً غيـر جـذاب، وعندمـا يقـررون عـدم مهاجمتـه لأنهـم يدركـون أن احتمـالات النجـاح منخفضـة أكثـر مـن الـلازم أو أن المخاطـر التـي تُهددهـم عاليـة أكثـر مـن الـلازم.

2-5- وينبغـي أن تُشـكل الجـزاءات المفروضـة علـى الإزالـة بـدون إذن أو التخريـب جـزءاً لا يتجـزأ مـن النظـام التشـريعي أو الرقابـي للدولـة [1] لـردع الخصـوم عـن محاولـة القيـام بمثـل تلـك الأعمـال.

2-6- ويمكـن للحفـاظ علـى سـرية المعلومـات الحساسـة المتعلقـة بنظـام الحمايـة الماديـة أن يـردع الخصـوم مـن خـلال الحيلولـة دون حصولهـم علـى المعلومـات الرئيسـية التـي يمكـن

أن تساعدهم على محاولة الإزالة بدون إذن أو التخريب. ويمكن للعناصر الداخلية تعريض هذه المعلومات للخطر، إما عن قصد أو عن غير قصد، وربما بدون علم المشغِّل. وقد يُخفف برنامج الجدارة بالثقة من المخاطر المتصلة بالتهديد الداخلي. ويمكن أن يكون تطبيق قاعدة الشخصين على عمليات الدخول إلى أي منطقة داخلية أو منطقة حيوية رادعاً ويمكن أن يساعد أيضاً في كشف الإزالة بدون إذن أو التخريب.

2-7- وتشمل التدابير الأخرى التي يمكن أن تُعزز الردع في المرفق ما يلي:

(أ) يمكن للمنطقة الأمنية المضاءة جيداً والمزوّدة بنظام للحماية المادية أن تعطي انطباعاً بالاستعداد الأمني العالي في المرفق ويمكن أن تُشكل رادعاً للخصم المحتمل. ويمكن أيضاً لمصممي نُظم الحماية المادية النظر في المنهجية الكامنة وراء 'منع الجريمة من خلال التصميم البيئي'.[2]

(ب) الاستخدام الاستراتيجي للحراس وقوات التصدي يمكن أن يُساهم أيضاً في الردع. ومن ذلك على سبيل المثال أن المرفق النووي يمكن أن يتلقى معلومات عن احتجاج سلمي مقرر تنظيمه في يوم معيّن. وبالنظر إلى أن الخصوم يمكنهم استغلال الاحتجاجات السلمية للتخفي أو لصرف الانتباه عن الفعل الإيذائي، يمكن للمشغِّل نشر حراس إضافيين أو قوات للتصدي للعمل كرادع ولتوفير قدرات إضافية في مجال الكشف والتعطيل والتصدي.

(ج) يمكن للدوريات العشوائية التي يقوم بها الحراس وقوات التصدي داخل مناطق الوصول المقيّد وخارجه حول المرفق النووي، أن يُعزز الردع. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضاً لاستخدام عمليات البحث العشوائي، ومواقع الحراسة المحصنة، وأبراج الحراسة، ومركبات التصدي المدرّعة داخل الموقع، أن يُساهم أيضاً في تحقيق الردع.

2-8- وعلى الرغم من صعوبة قياس الردع، فإن الاستخدام المدروس لتدابير الحماية المادية لزيادة ظهور الحراس وقوات التصدي، وفي الوقت نفسه استخدام عناصر العشوائية في إجراءاتهم (بما في ذلك تسيير الدوريات)، أن يردع الخصم. غير أن صعوبة اختراق نظام الحماية المادية من جانب الخصم ينبغي ألاّ يكون دليلاً على أن النظام قد شكل رادعاً لتلك المحاولات.

---

[2] انظر: www.cpted.net

الكشف

2-9- يُمثل الكشف عملية في نظام الحماية المادية تبدأ باستشعار فعل إيذائي محتمل أو غير مأذون به، ويكتمل بتقييم سبب الإنذار [1]. والهدف من ذلك هو أن يتم الكشف في أقرب وقت ممكن.

2-10- ويبدأ الكشف بتنشيط أجهزة الاستشعار، أو تحديد الأشخاص غير المأذون لهم أو المواد المحظورة من خلال تدابير التحكم في الدخول، أو قيام الحراس أو الأفراد الآخرين بالإبلاغ عن الحادثات المشبوهة. وينتهي الكشف عندما تُقيَّم المعلومات الأوّلية ويتبيّن أنها مؤشر حقيقي على نشاط إيذائي. وترد في القسم 4 إرشادات مفصلة عن تدابير الكشف، بما يشمل الإنذار بحدوث اقتحام، وتكنولوجيات التقييم، ومحطات الإنذار، ونُظم البحث، والتحكم في الدخول.

التعطيل

2-11- التعطيل هي وظيفة نظام الحماية الاجتماعية التي يسعى النظام من خلالها إلى إبطاء تقدم الخصم نحو الهدف، مما يوفِّر بالتالي مزيداً من الوقت للتصدي الفعال [2]. وفي حين أن التعطيل يمكن أن تحدث قبل الكشف، فإن التعطيل التي تحدث بعد الكشف الأول عن فعل الخصم تُساعد في التصدي. ويُقدّم التعطيل في العادة من خلال الحواجز المادية، ولكن يمكن توفيره أيضاً أو زيادته من خلال الحراس أو قوات التصدي. ويمكن التغلب في نهاية المطاف على جميع الحواجز، ولكن وظيفة التعطيل تهدف إلى إتاحة وقت للشروع في تدابير التصدي قبل انتهاء الخصم من تنفيذ فعله الإيذائي. وترد إرشادات مفصلة بشأن الحواجز المادية في القسم 4.

التصدي

2-12- التصدي هو الوظيفة التي يسعى من خلالها نظام الحماية المادية إلى إيقاف الخصم وتحييده لمنعه من إتمام أي عمل إيذائي [2]. وترد إرشادات مفصلة بشأن التصدي في القسم 5.

3- التصميم وتقييم نظام الحماية المادية

3-1- ينبغي أن تكون عملية تصميم نظام الحماية المادية وتقييمه منهجية، ويُفضل إجراؤها باستخدام نهج هندسة النُظم. ويُستخدم هذا النهج في تصميم النُظم المعقدة وبنائها، ويشمل عمليات لتحديد المتطلبات[3] وتصميم النُظم وتقييم التصاميم.

3-2- ويشمل نهج هندسة النُظم أفرقة مشروعات متكاملة تضم مجموعات متعددة التخصصات مسؤولة عن وضع التصميم وتنفيذه باستخدام عمليات هندسة النُظم ذات الصلة.

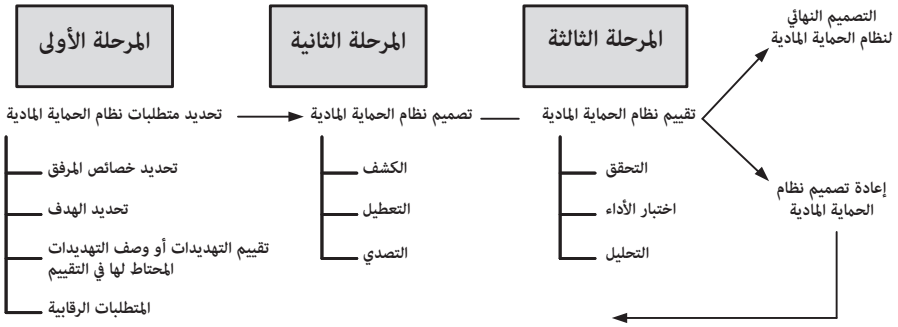
3-3- ويرد وصف مفصَّل لهذه العمليات في المعايير الدولية (انظر المرجعين [14، 15]). وقد يلزم في حالة نظام حماية مادية محدد استخدام معيار دولي محدّد لعملية هندسة النُظم، أو استخدام المعايير المعمول بها داخل الصناعة النووية في الدولة، أو اللوائح التي تحددها السلطة المختصة، أو قد يُسمح للشركة التي تنشئ النظام أو تشغله باستخدام البديل الخاص بها.

3-4- ويصف هذا القسم منهجية مقترحة تتألف من ثلاث مراحل وتستخدم نهجاً قائماً على هندسة النُظم:

(أ) المرحلة الأولى: تحديد الأهداف والمتطلبات والمواصفات الخاصة بنظام الحماية المادية.
(ب) المرحلة الثانية: تصميم نظام الحماية المادية للوفاء بالأهداف والمتطلبات والمواصفات المحددة في المرحلة الأولى.
(ج) المرحلة الثالثة: تحليل فعالية نظام الحماية المادية المصمم في المرحلة الثانية وتقييمها للوفاء بالأهداف والمتطلبات والمواصفات المحددة في المرحلة الأولى.

3-5- ويوضح الشكل 1 تسلسل المراحل الثلاث ويعرض لمحة عامة عن الأنشطة في كل مرحلة. ويتفق ذلك مع الشكل 2 الوارد في المرجع [2]، ولكن أُدخلت عليه تحسينات طفيفة لكي يشمل صراحة التحقق من المتطلبات الإلزامية.

[3] يمكن أن تشمل "المتطلبات" في هذا المنشور متطلبات مكتوبة محددة تفرضها السلطة المختصة ذات الصلة أو يفرضها المشغِّل للامتثال للمتطلبات الرقابية.



الشكل -1- عملية تصميم نظام للحماية المادية وتقييمه.

3-6- يبين الشكل 1 مثالاً لعملية هندسة النُظم التي أُدخلت تعديلات عليها لكي تنطبق على تصميم نُظم الحماية المادية وتقييمها. ويمكن تطبيق العملية بأسرها على أي نظام جديد أو على أي نظام قائم بالفعل أو على التغييرات التي يتم إدخالها على نظام قائم. وينبغي تكرار ثلاث مراحل بحسب الضرورة للوصول إلى تصميم فعال لنظام الحماية المادية.

تحديد متطلبات نظام الحماية المادية (المرحلة الأولى)

3-7- لبدء المرحلة الأولى لعملية تصميم وتقييم نظام الحماية المادية، ينبغي على المصمم أن يُحدد أولاً المتطلبات القانونية والرقابية للحماية المادية في الدولة. ويشمل تحديد كيفية تطبيق هذه المتطلبات في مرفق نووي أو على مواد نووية استخدام تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم، وتحديد الأهداف وتوصيف المرفق.

3-8- وترد في المرجع [1] توصيات بشأن متطلبات تدابير نُظم الحماية المادية من إزالة المواد النووية بدون إذن وتخريب المواد النووية والمرافق النووية. وتستخدم هذه المتطلبات الموصى بها نهجاً متدرجاً لحالات الإزالة غير المأذون بها، بالاستناد إلى تصنيف المواد النووية، والتخريب القائم على العواقب المحتملة، وتعريف الدولة للعواقب الإشعاعية غير المقبولة والعواقب الإشعاعية العالية.

3-9- ويمكن للدول أن تُحدد أيضاً أهدافاً أخرى تتجاوز النطاق المتعلق بمنع الإزالة بدون إذن والتخريب على النحو المحدد في اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية [3] وتعديلها [4]. وهذه الأهداف يمكن أن تشمل أهدافاً متعلقة بالأمان أو الاقتصاد أو أمن إمدادات القوى أو السمعة، وهي تخرج عن نطاق هذا المنشور.

استخدام المعلومات المتعلقة بالتهديدات

3-10- ينبغي استخدام بيان للتهديدات باعتباره الأساس الذي يستند إليه تصميم نظام الحماية المادية وتقييمه [1، 2، 13].

تحديد الهدف

3-11- استخدم تحديد الهدف لاتخاذ قرار بشأن المواد والمعدات الموجودة داخل المرفق والتي تحتاج إلى حماية ومستوى الحماية المطلوب [2]. ويشمل ذلك تحديد الفئة المناسبة للمواد النووية المطلوب حمايتها من الإزالة بدون إذن وتحديد المواد والمعدات التي تحتاج إلى حماية من التخريب.

3-12- وينبغي استخدام مستويات العتبات التي تحددها الدولة للعواقب الإشعاعية غير المقبولة والعواقب الإشعاعية الشديدة لتحديد متطلبات الحماية المادية للمرافق النووية التي تحتوي على أهداف محددة للتخريب [1]. ويمكن استخدام الإرشادات الواردة في العدد رقم 16 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان 'تحديد المناطق الحيوية في المرافق النووية' [16]، لتحديد المناطق الحيوية داخل المرفق النووي.

3-13- وباستخدام نهج متدرج، ينبغي توفير مستوى ملائم من الحماية لكل هدف على النحو الذي تحدده الدولة من خلال أهداف الداء والمتطلبات الإلزامية أو من خلال الجمع بينهما. وفي الحالات التي تكون فيها الأهداف المحتملة مجمّعة داخل منطقة أو مساحة محددة، ينبغي حماية تلك المنطقة وفقاً لمتطلبات الحماية المادية الأكثر تشدداً، سواءً للحماية من الإزالة بدون إذن أو من التخريب [1]. ويمكن أن يساعد ذلك على تطبيق تدابير الكشف أو التعطيل بصورة كبيرة على أهداف أقل جاذبية داخل تلك المنطقة أو المبنى. ومع ذلك، لا يزال يتعيّن النظر في حماية كل هدف على حدة، بما في ذلك النظر بصفة خاصة في التهديد الداخلي.

توصيف المرفق

3-14- ينبغي تصميم نظام الحماية المادية لاستيعاب أنواع عمليات التشغيل التي ستُنفذ في المرفق، ومراعاة مجموعة الظروف السائدة في المرفق والتي يمكن أن تؤثر عليه (مثل الظروف البيئية أو ظروف التشغيل).

3-15- وعادة ما تُنفذ عملية تشغيل واحدة أو أكثر من عملية في المرفق النووي، ويمكن أن تشمل كل عملية نشاطاً واحداً أو أكثر من نشاط. وتختلف العمليات التي تُنفذ في محطات القوى النووية عن العمليات التي تُنفذ في مرافق دورة الوقود النووي، وتختلف بالتالي الأنشطة التشغيلية. وتصف الفقرات من 3-16 إلى 3-19 أنواع المعلومات التي ينبغي جمعها عن أنشطة المرفق وعملياته [2].

3-16- ويتعيّن تحديد ظروف التشغيل المتوقعة في المرفق (على سبيل المثال، التشغيل العادي، والصيانة، والإغلاق، وظروف الطوارئ) وفهمها. وتُحدد جداول التشغيل الأنشطة المراد إجراؤها في أوقات مختلفة أثناء اليوم وفي أيام مختلفة. ويلزم أيضاً الحصول على معلومات عن تحركات المواد النووية، بما في ذلك عمليات الشحن والاستلام الخاصة بالتحركات داخل الموقع وخارجه. ويتعيّن أيضاً فهم العمليات والأنشطة المتصلة بالأمان وحصر المواد النووية ومراقبتها. وينبغي فهم الصلات بين هذه الوظائف المختلفة، ومنها على سبيل المثال الصلة بين الأمان والحماية المادية، فهماً جيداً وتوصيفها.

3-17- ويمكن أن تؤثر الظروف المادية والبيئية السائدة في المرفق على أداء تدابير الحماية المادية، ولا سيما تلك الموجودة في العراء أو في المناطق العالية الإشعاع. وتشمل هذه الظروف التضاريس والغطاء النباتي والحياة البرية، ومصادر الإشعاعات الكهرومغنطيسية التي يمكن أن تتداخل مع نُظم الاتصالات (على سبيل المثال، أجهزة الإرسال التي تعمل بالراديو أو الهاتفية)، والاضطرابات الزلزالية الطبيعية، وكذلك نطاقات درجات الحرارة، والتهطال (مثل المطر والثلوج) والرياح (المتوسطة والعاصفة). ويمكن أن تؤثر هذه العوامل على معدلات الإنذارات المزعجة، وقدرة النُظم الفرعية على استشعار الإنذارات وتقييمها و/أو قدرة الحراس وقوات التصدي للتحرك وأداء المهام.

3-18- ويشمل توصيف المرفق إعداد وصف شامل لخصائصه، بما يشمل حدوده والمباني الواقعة داخله، ومخططات طوابق المبنى، وارتفاعات الهيكل، ونقاط الدخول العادية والطارئة. وينبغي أيضاً تحديد الوصلات التي تربط بين المباني، فوق الأرض

وتحتها. وينبغي أن تكون تفاصيل تشييد الجدران والأسقف والأرضيات والأبواب والنوافذ عند حدود المرفق النووي والمواقع المستهدفة محددة الخصائص بصورة جيدة. وينبغي أيضاً جمع معلومات مماثلة عن البنية الأساسية، بما في ذلك نُظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ونُظم توزيع القوى، ومخططات النُظم، مثل نُظم الأمان الزائدة عن الحاجة والمعتمدة في المفاعل النووي.

3-19- ويمكن الحصول على معلومات عن المرفق من المصادر ذات الصلة، بما فيها رسومات المرفق وتوصيفات العمليات، وتقارير تحليل الأمان، وخطط الأمن والأمان، ومخططات البناء، وتقارير استعراض المرفق، والملاحظات والمقابلات مع الموظفين. وعند تركيب نظام للحماية المادية في مرفق قائم بالفعل، ينبغي أن تشمل المعلومات أيضاً الرسومات القياسية[4] التي يمكن اشتقاقها والتحقق من صحتها من خلال جولات تفقدية في المرفق. ويحتاج المصممون الذين يقومون بتصميم نظام الحماية المادية إلى هذه المعلومات لفهم ما هو في حاجة إلى حماية وقيود المرفق المحددة (على سبيل المثال، متطلبات الأمان) التي ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار أثناء التصميم.

تصميم نظام للحماية المادية (المرحلة الثانية)

3-20- ينبغي أن يكفل تصميم نظام الحماية المادية الوفاء بصورة كافية بجميع متطلبات الأمن والأمان. وخلال المرحلة الثانية، يُقرر المصمم أفضل طريقة للجمع بين تدابير الحماية المادية، مثل الحواجز المادية وأجهزة الاستشعار والإجراءات والمراقبة بالفيديو وأجهزة الاتصالات والتصدي في نظام الحماية المادية التي يمكن أن تفي بمتطلبات الحماية، مع مراعاة سائر الاعتبارات، مثل التكاليف الأوّلية لنظام الحماية المادية وتكاليفه طوال دورة عمره، والآثار المحتملة للتصميم على حصر المواد النووية ومراقبتها، والأمان والعمليات. ويهدف ذلك إجمالاً إلى التأكد من أن نظام الحماية المادية يُلبي متطلبات الحماية من خلال تحقيق مستوى ملائم من التوازن بين وظائف الكشف التعطيل والتصدي، مع تمكين المرفق أيضاً في الوقت نفسه من العمل بفعالية. وينبغي أن تُعبر خطة أمن المرفق النووي عن التصميم النهائي لنظام الحماية المادية [2].

---

[4] الرسومات القياسية هي المجموعة النهائية المجمعة من الرسومات التي تُعبِّر عن المرفق كما تم تشييده، بما في ذلك جميع التغييرات التي أُدخلت على المواصفات ورسومات العمل أثناء التشييد، وتُظهر الأبعاد الدقيقة والهندسة والموقع لجميع عناصر العمل المنجز أثناء التشييد.

الاعتبارات التصميمية العامة

3-21- ينبغي أن يوفّر تصميم نظام الحماية المادية حماية كافية بدون إهدار الموارد في تدابير حماية غير ضرورية. وعندما يمكن أن تتعرض متطلبات الأمان والعمليات والأمن كل منها مع الآخر، ينبغي تطبيق نهج متوازن مناسب لإدارة المخاطر.

3-22- وتشمل السمات الأساسية لتصميم نظام الحماية المادية ما يلي:

(أ) الدفاع في العمق، بحيث يتطلب نجاح الخصم أن يتغلب على العديد من تدابير الحماية الموضوعة بترتيب معيّن أو تجاوزها، ومن المثالي أن تشمل هذه التدابير تكتيكات مختلفة للتغلب على الخصم. ويتحقق ذلك في العادة من خلال وضع سلسلة من طبقات الحماية حول الأهداف، ويمكن أن يشمل ذلك مجموعة من التدابير المادية (على سبيل المثال، ضوابط لمراقبة الدخول إلى المناطق التي يمكن من خلالها الوصول إلى الهدف) والتدابير الإدارية (على سبيل المثال، حماية المعلومات الحساسة، وتنفيذ سياسة لضمان الجدارة بالثقة). ويمكن أن يشمل ذلك الاستفادة على أفضل وجه من مواطن قوة كل عنصر من عناصر الحماية المادية واستخدام المعدات في مجموعات تُكمِّل مواطن القوة أو تعوِّض عن قيود كل منها على الآخر.

(ب) النهج المتدرج، وهو استخدام متطلبات الحماية المادية المتناسبة مع العواقب المحتملة للعمل الإيذائي، مع مراعاة التقييم الراهن للتهديد والجاذبية النسبية للهدف. وفيما يتعلق بإزالة مواد نووية بدون إذن، سيتوقف ذلك على طبيعة المادة، وأما بالنسبة لتخريب المواد النووية أو المرافق النووية فإن نجاح ذلك التخريب يتوقف على ما يسببه من عواقب محتملة.

(ج) الحماية المتوازنة، بحيث يواجه الخصم تدابير فعالة نسبياً من نظام الحماية المادية بأي طريقة يتم بها محاولة الإزالة بدون إذن أو التخريب.

(د) الإحكام، ويعني أن من المحتمل بدرجة كبيرة أن يعمل نظام الحماية المادية بفعالية أثناء مجموعة واسعة من أنواع الهجمات من جانب الخصوم. ويتحقق ذلك في العادة من خلال إدماج مجموعة من تدابير الحماية الزائدة والمتنوعة في التصميم.

3-23- وبالإضافة إلى استخدام السمات المذكورة أعلاه، من الممارسات الجيدة التي ينبغي أن يتبعها مصمم نظام الحماية الاجتماعية النظر في التصاميم التي يمكن تكييفها

بسهولة مع التهديدات الجديدة والناشئة، والتغييرات في المرفق أو الأهداف، أو التغييرات في المتطلبات القانونية أو الرقابية. ويمكن أيضاً أثناء التصميم إيلاء المراعاة لقدرة نظام الحماية المادية على توفير حماية مؤقتة بالمستوى المناسب لهدف لا يستخدم أو يُخزن في العادة في موقع معيّن. ويشمل ذلك على سبيل المثال حالات الطوارئ أو حالات فشل النظام أو الظروف الأخرى التي تتطلب استخدام تدابير بديلة أو تعويضية. ويمكن أن يشمل ذلك التركيب المؤقت لأنواع النُظم الموضحة في القسم 4.

3-24- ولتقليل التهديد الداخلي بحدوث إزالة لمواد نووية بدون إذن أو تخريبها، ينبغي ألاّ يخلو أي نهج شامل من تدابير للوقاية والحماية، بما يشمل التدابير التي يوفرها حصر المواد النووية ومراقبتها [8]. ويرد في المرجع [10] مزيد من الإرشادات المفصلة بشأن الحماية من التهديدات الداخلية.

الأمن الجوهري

3-25- يُشكل إدماج السمات المحددة في الفقرات 3-22 إلى 3-24 في أقرب وقت ممكن من عمر المرفق صميم 'الأمن الجوهري' على النحو المبيّن في العدد G-35 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان 'الأمن أثناء عمر المرفق النووي' [17]، ومن المرجح أن يُفضي ذلك إلى مزيد من الفعالية والكفاءة في تدابير الأمن التي يمكن بسهولة الحفاظ على استمراريتها أو تكييفها. ويمكن أن تؤدي إضافة تدابير أمنية إلى مرفق بعد تصميمه وبنائه إلى الاعتماد في المدى البعيد على تدابير حماية أقل فعالية من حيث التكلفة.

3-26- ويشمل الأمن الجوهري النظر مبكراً في قدرة التصميم على التكيُّف (على سبيل المثال، شراء مساحة من الأرض أوسع مما هو مطلوب للسماح بإمكانية وضع متطلبات حماية أكثر صرامة في المستقبل) والنظر في المقايضات بين متطلبات الأمان والأمن والعمليات وسائر العوامل ذات الصلة أثناء التصميم المفاهيمي، لتحديد التصميم الذي يُلبي المتطلبات على أفضل وجه في جميع هذه المناطق. ويمكن أيضاً تطبيق الأمن الجوهري أثناء إجراء تعديلات في مرفق قائم بالفعل، على الرغم من أن الخيارات يمكن أن تكون محدودة أكثر مما في حالة المرفق الجديد. ويمكن أن يؤدي تطبيق متطلبات الأمان في وقت مبكر من عمليات إعادة التصميم والتعديلات الجزئية إلى أمان أكثر كفاءة من حيث التكلفة وفعالية ضد التهديدات المحددة.

تقييم تصميم نظام الحماية المادية (المرحلة الثالثة)

3-27- يُقيّم في المرحلة الثالثة تصميم نظام الحماية المادية الذي جرى تطويره في المرحلة الثانية، سواءً أكان جديداً أو قائماً بالفعل، لتحديد ما إذا كان يفي بالمتطلبات المحددة في المرحلة الأولى. ويشمل تقييم نظام الحماية المادية ثلاثة أنشطة يوضحها الشكل 1:

(أ) تقييمات للتحقق من أن نظام الحماية المادية يفي بالمتطلبات الإلزامية؛
(ب) اختبار الأداء لتحديد ما إذا كان نظام الحماية المادية يفي بمتطلبات الأداء؛
(ج) تحليل البيانات المستمدة من التقييمات واختبارات الأداء، وبالنسبة لنظام الحماية المادية القائم بالفعل، نتائج الاختبار الدوري للمعدات لتحديد فعالية النظام في حماية المرفق من إزالة المواد النووية بدون إذن أو التخريب.

3-28- وينبغي أن يشمل تقييم نظام الحماية المادية اختبار الأداء [1، 2]. وينقسم الاختبار في هذا المنشور إلى اختبار دوري للمعدات واختبار للأداء. ويُستخدم الاختبار الدوري للمعدات لتلبية متطلبات استدامة نظام الحماية الاجتماعية، بينما يُستخدم اختبار الأداء في تقييم نظام الحماية المادية لضمان امتثاله لمتطلبات الأداء المحددة.

3-29- ويشمل الاختبار الدوري للمعدات اختبار القبول والاستدامة. ويشمل اختبار القبول إجراء اختبارات للمعدات والنُظم التي جرى تركيبها حديثاً أو التي أُدخلت عليها تعديلات أو تم إصلاحها مؤخراً قبل إدخالها في الخدمة. وتُحدد اختبارات القبول ما إذا كانت المعدات والنُظم قد رُكِّبت وتعمل بشكل صحيح قبل الإذن باستخدامها. ويشمل اختبار الاستدامة الصيانة والمعايرة والقابلية للتشغيل والاختبار الوظيفي للمعدات بصورة مستمرة أثناء تشغيل نظام الحماية المادية. ويتناول القسم 8 الاختبار الدوري للمعدات.

3-30- ويشمل اختبار الأداء إجراء اختبارات للأداء على نطاقات محدودة وواسعة كجزء من عملية التقييم لتحديد ما إذا كان نظام الحماية المادية يفي بمتطلبات الأداء لمواجهة التهديدات المحددة في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم. ويتناول القسم 9 اختبار الأداء.

3-31- وينبغي أن يكون تقييم نظام الحماية المادية ملائماً لمرحلة عمر المرفق التي سيُطبق فيه [17]. ومن الممارسات السليمة الاستعانة بخبراء مستقلين لاستعراض نظام

الحمايـة الماديـة قبـل التقـدم إلـى السـلطة المختصـة بطلـب الموافقـة علـى تشـغيله. وعنـد الاسـتعانة بخبـراء مسـتقلين، ينبغـي ضمـان حمايـة المعلومـات الحساسـة امتثـالاً للقوانيـن والمتطلبـات الوطنيـة ذات الصلـة.

3-32- وعنـد تقييـم نظـام الحمايـة الماديـة بالاقتـران مـع نُظـم أخـرى، مثـل نُظـم الأمـان، ينبغـي إجـراء التقييـم مـن جانـب فريـق متكامـل يشـمل أفـراداً يتمتعـون بالخبـرة فـي مجـال الحمايـة الماديـة، والتصـدي للطـوارئ، والعمليـات، والأمـان، وحصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا، وسـائر التخصصـات ذات الصلـة، وأن يكـون قـد تـم التحقـق مـن جدارتهـم بالثقـة.

الاعتبارات التصميمية الأخرى

تكامل نظام الحماية المادية

3-33- يشـمل نظـام الحمايـة الماديـة تدابيـر للكشـف التعطيـل والتصـدي، وينبغـي أن يكـون فعـالاً ضـد الإزالـة بـدون إذن والتخريـب [1، 2]. ومـن المثالـي أن يشـمل تصميـم نظـام الحماية الماديـة العمليـات، والأمـان، وحصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا، والحمايـة الماديـة، والجـدارة بالثقـة، والأمـن المعلوماتـي والحاسـوبي مـن خـلال نهـج متـوازن يفـي بجميـع المتطلبـات. وينبغـي أن تُعـزز عمليـة التصميـم التشـغيل العـام للمرفـق النـووي وينبغـي أن تسـاعد علـى الوفـاء بجميـع المتطلبـات بأكثـر الطـرق فعاليـة وكفـاءة مـن حيـث التكاليـف. ومـع ذلـك، تختلـف الأولويـات والـرؤى باختـلاف التخصصـات.

العمليات

3-34- تتـواءم الظـروف التشـغيلية مـع الغـرض مـن المرفـق. وتشـمل هـذه الظـروف التـي سـتؤثر علـى نظـام الحمايـة الماديـة والتـي ينبغـي أن تؤخـذ فـي الاعتبـار فـي مرحلـة تصميـم النظـام، سـاعات العمـل (فـي العـادة وفـي ظـروف معيّنـة)، وعـدد الأشـخاص الذيـن يحتاجـون إلـى الوصـول إلـى أجـزاء مختلفـة مـن المرفـق، وسـعة نقـاط التحكـم فـي الدخـول، وعـدد وأنـواع المداخـل إلـى المنطقـة الآمنـة، مثـل المناطـق الحيويـة.

الأمان

3-35- تُعد الإدارة الفعالة للصلات بين الأمان والأمن عنصراً مهماً لكليهما من أجل ضمان الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية والصحة والأمان للعمال والجمهور [2]. وينبغي ألاّ تعرض تدابير الحماية المادية الأمان للخطر، وينبغي ألاّ تعرض تدابير الأمان الحماية المادية للخطر. ويتناول القسم 11 هذا الموضوع بمزيد من التفصيل.

3-36- ويلزم بصفة خاصة وجود تواصل وثيق بين الأخصائيين في مجال الحماية المادية والأمان عند تحديد أهداف التخريب وحماية هذه المواقع. وينبغي تطبيق نهج متدرج على نحو لا يضر بالأمان، ولكن يتيح حماية فعالة للأهداف. وينبغي أن يجري المشغِّل تحليلات لتحديد الأهداف:

(أ) تحديد ما إذا كان من المحتمل أن يسفر رصيد المواد المشعة في كل موقع عن عواقب إشعاعية غير مقبولة، كما تُحدد ذلك الدولة؛
(ب) تحديد المعدات والنُظم والأجهزة التي يمكن أن يؤدي تخريبها بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى عواقب إشعاعية غير مقبولة؛
(ج) تحديد الأجهزة الحاسوبية ونُظم المراقبة المهمة للأمان والأمن.

3-37- وبعد تحديد الأهداف، ينبغي تصميم نظام الحماية المادية (أو تعديله) لكي يكون فعالاً في مواجهة السيناريوهات ذات المصداقية المستمدة من بيان التهديدات المنطبق. ويتعيّن إجراء هذه العملية في كل مرة يحدث فيها تغيير في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم، أو عند حدوث تغيير في تعريف الدولة للعواقب الإشعاعية غير المقبولة أو عند حدوث تغيير جوهري في رصيد المرفق النووي. وتشمل العملية تحديد المناطق الحيوية (التي تحتوي على مواد نووية أو معدات أو نُظم أو أجهزة نووية يمكن أن يؤدي تخريبها إلى عواقب إشعاعية شديدة)، مع مراعاة نُظم السلامة الهندسية الموجودة بالفعل [16].

3-38- ويمكن للنظر في متطلبات الأمان والأمن في الوقت نفسه أثناء مرحلة تصميم المرفق أن يتيح استغلال أوجه التآزر بفعالية. وعلى سبيل المثال، يمكن أن توفِّر المعدات أو النُظم الفائضة، وفصل هذه المعدات أو النُظم، فوائد للأمان والأمن على حد سواء، في حين أن توافر معدات أو نُظم فائضة بدون فصلها قد يكون مفيداً للأمان ولكن ليس للأمن. ويمكن أن يوفِّر فصل المعدات الفائضة عن الحاجة حماية ضد التخريب لأن ذلك

يتطلب من الخصم مزيداً من التحضير ومعدات أكثر ووقتاً أطول لإنجاز عمله [10، 18].

3-39- ومن الأمثلة الأخرى على نُظم الأمان التي يمكن تصميمها لتكون مفيدة للأمن أجهزة الرصد المستمر للهواء أو أجهزة إنذار الضغط السلبي التي توفِّر الحماية للموظفين، ولكنها قد تُستخدم أيضاً لإصدار إنذارات تدل على احتمال الشروع في تخريب أو إزالة بدون إذن. ويمكن تحقيق التكامل بين هذه النُظم لأغراض الأمان والأمن من خلال إنشاء اتصالات إنذار (تلقائية أو عن طريق إجراءات) بين موظفي الأمان والأمن في حالة حدوث ظروف محددة.

3-40- ويمكن أيضاً استخدام تدابير الأمان الأساسية والحماية من الإشعاعات، مثل الجدران الخرسانية السميكة أو حواجز التدريع لزيادة مدة تعطيل الخصم في المواقع المستهدفة.

3-41- وتُصمم محطات القوى النووية تحديداً لتحمل الأحمال الخارجية والداخلية الشديدة، مثل الاهتزاز والحرارة والضغط الزائد والارتطام بدون تعريض الأمان للخطر. ويُقدم العدد رقم 4 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان 'جوانب الأمان الهندسي لحماية محطات القوى النووية من التخريب' [18]، منهجية لتقييم قدرة مجموعة فرعية مختارة من الهياكل والنُظم والمكونات المتصلة بالأمان في محطة القوى النووية على تحمل حدث ناجم عن التخريب. وتشمل هذه الإرشادات تقييم جوانب الأمان الهندسية المصممة لحماية محطات القوى النووية من التخريب، بما في ذلك الهجمات المادية المنفذة عن بُعد.

حصر المواد النووية ومراقبتها

3-42- يُساعد وجود نظام محكم لحصر المواد النووية ومراقبتها في المرفق على ردع إزالة المواد النووية بدون إذن وكشفها عن طريق حصر المواد وتطبيق ضوابط صارمة عليها [8]. وينبغي أن يشمل نظام حصر المواد النووية ومراقبتها قدرات لتلقي وتقييم الإنذارات والشروع في التصدي إذا أشار الإنذار إلى أن المواد النووية ربما تكون قد أُزيلت بدون إذن، أو أنها تستخدم على نحو غير مأذون به. ويمكن لنظام فعال لحصر المواد النووية ومراقبتها أن يكشف عن الأطراف الداخلية التي تحاول القيام بعمل إيذائي يشمل سجلات حصر المواد النووية ومراقبتها، ويمكن أن يدعم التقييم الصحيح لأي مخالفة متعلقة بالمواد النووية [8]. ولذلك يلزم أن يعمل نظام الحماية المادية ونظام حصر المواد النووية ومراقبتها بطريقة منسقة ومتكاملة لمواجهة مجموعة واسعة من

التهديـدات. ويمكـن اسـتخدام إرشـادات بشـأن إنشـاء نظـام لحصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا لأغـراض الأمـن النـووي فـي المرفـق النـووي لمسـاعدة المشـغلين علـى الإدارة الفعالـة لأوجـه الترابـط بيـن نظـام الحمايـة الماديـة ونظـام حصـر المـواد النوويـة ومراقبتهـا فـي المرفـق [2، 8، 10].

أمن المعلومات والأمن الحاسوبي

3-43- قـد يسـتفيد الخصـوم الـذي يرغبـون فـي سـحب مـواد نوويـة بـدون إذن أو تخريـب المـواد النوويـة والمرافـق النوويـة مـن الوصـول إلـى المعلومـات الحساسـة. ويمكـن أن توجـد المعلومـات الحساسـة بأشـكال عديـدة، بمـا فـي ذلـك البرمجيـات، التـي يمكـن أن يؤدي كشـفها أو تعديلهـا أو تغييرهـا أو تدميرهـا بـدون إذن أو رفـض اسـتخدامها، إلـى تعريـض الحمايـة الماديـة للخطـر. وقبـل البـدء فـي المراحـل الثـلاث لتصميـم نظـام الحمايـة الماديـة وتقييمـه، يتعيّـن علـى المشـغلين وضـع السياسـات وخطـط وإجـراءات داخليـة لحمايـة سـرية المعلومات الحساسـة التـي يحتفظـون بهـا أو يتعاملـون معهـا، وسـلامتها وتوافرهـا، وفقـاً لسياسـة الأمـن القومـي والقوانيـن والمتطلبـات الوطنيـة ذات الصلـة بشـأن أمـن المعلومـات. وتـرد فـي العـدد G-23 مـن سلسـلة منشـورات الأمـن النـووي الصـادرة عـن الوكالـة بعنـوان 'أمـن المعلومـات النوويـة' [19] وإرشـادات عامـة بشـأن أمـن المعلومـات فـي سـياق الأمـن النـووي، بمـا فـي ذلـك مثـال علـى دليـل للتصنيـف مـن أجـل المسـاعدة فـي تحديـد المعلومـات الحساسـة، ويُقـدم المرجعـان [1، 2] مزيـداً مـن الإرشـادات المحـددة بشـأن أمـن المعلومـات الحساسـة المتصلـة بالحمايـة الماديـة.

3-44- ويُعـد الأمـن الحاسـوبي عنصـراً مهمـاً فـي تصميـم نظـام الحمايـة الماديـة، وينبغـي أن يؤخـذ فـي الاعتبـار فـي جميـع مراحـل تصميـم نظـام الأمـن النـووي وتقييمـه. وتـرد إرشـادات عامـة بشـأن الأمـن الحاسـوبي لأغـراض الأمـن النـووي فـي المرجـع [7]. ويُقـدم العـدد G-42 مـن سلسـلة الأمـن النـووي الصـادرة عـن الوكالـة بعنـوان 'الأمـن الحاسـوبي لأغـراض الأمـن النـووي' [20]، والعـدد T-33 الصـادر بعنـوان 'الأمـن الحاسـوبي للأجهـزة ونُظـم المراقبـة فـي المرافـق النوويـة' [21]، مزيـداً مـن الإرشـادات المحـددة بشـأن الأمـن الحاسـوبي لأغـراض النُظـم فـي المرافـق النوويـة.

4- معدات الحماية المادية

4-1- يُمثل نظام الحماية المادية مجموعة متكاملة من تدابير الحماية المادية التي تشمل الأفراد والإجراءات والمعدات. وتُنفذ هذه التدابير ويتم الحفاظ على استمراريتها باستخدام نُظم الإدارة على النحو المبيّن في القسم 11.

4-2- والغرض من نظام الحماية المادية هو الوقاية والحماية من إزالة المواد النووية بدون إذن وتخريب المواد النووية والمرافق النووية [1، 2]. ويحقق نظام الحماية المادية ذلك باستخدام وظائف الكشف (الاستشعار والتقييم)، والتعطيل والتصدي. وترد تفاصيل هذه الوظائف الرئيسية والتفاعلات بينها في هذا القسم.

4-3- ويُصمم نظام الحماية المادية لتحقيق المبدأ الأساسي للدفاع في العمق من خلال إنشاء منطقة أمنية متعددة الطبقات أو إنشاء مناطق أمنية متحدة المركز حول أهداف محددة [1، 2]. ويُستخدم مصطلح 'المناطق الأمنية' في هذا المنشور بشكل عام للإشارة إلى المناطق المقيّدة الوصول والمناطق المحمية والمناطق الداخلية والمناطق الحيوية والغرف المحصّنة في المنطقة الداخلية (انظر الشكل 2).

4-4- يُعد تصميم نظام الأمن المادي لأي مرفق نووي عملية معقدة. وينبغي أن يتعاون المصممون على المستوى الوطني مع سائر المصممين والخبراء لتنسيق تصميم نظام الأمن المادي واختيار المعدات. ويمكن الحصول على مزيد من المساعدة أو المشورة، إذا اقتضت الضرورة ذلك، من خلال التعاون المباشر مع الدول الأخرى أو الوكالة.

الكشف

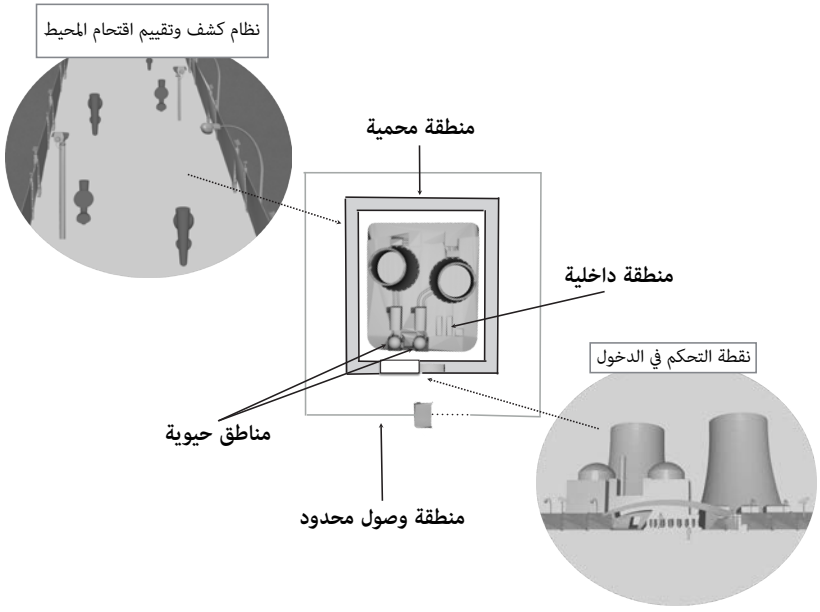
4-5- يُستخدم نظام كشف الاقتحام لإصدار إنذارات (استشعارات) يُقيمها مشغِّل محطة الإنذار المركزية لتحديد ما إذا كانت ناتجة عن تدخلات مثيرة للقلق بالنسبة للأمن النووي. ولذلك فإن احتمال الكشف هو نتاج احتمال الاستشعار واحتمال التقييم (انظر الشكل 3). وتشمل نُظم كشف الاقتحام في العادة أجهزة استشعار الاقتحام الخارجية والداخلية في المرفق، والدوائر التليفزيونية المغلقة، وتدابير التحكم في الدخول، ونُظم اتصالات الإنذار، والموظفين الذين يعملون معاً. وينبغي أن يكشف نظام كشف الاقتحام

عـن الخصـوم الذيـن يسـتخدمون إمكاناتهـم علـى النحـو المحـدد فـي تقييـم التهديـدات المعمـول بـه أو التهديـدات المحتـاط لهـا فـي التصميـم، لمحاولـة الإزالـة بـدون إذن أو التخريـب أو تيسـير ذلـك.

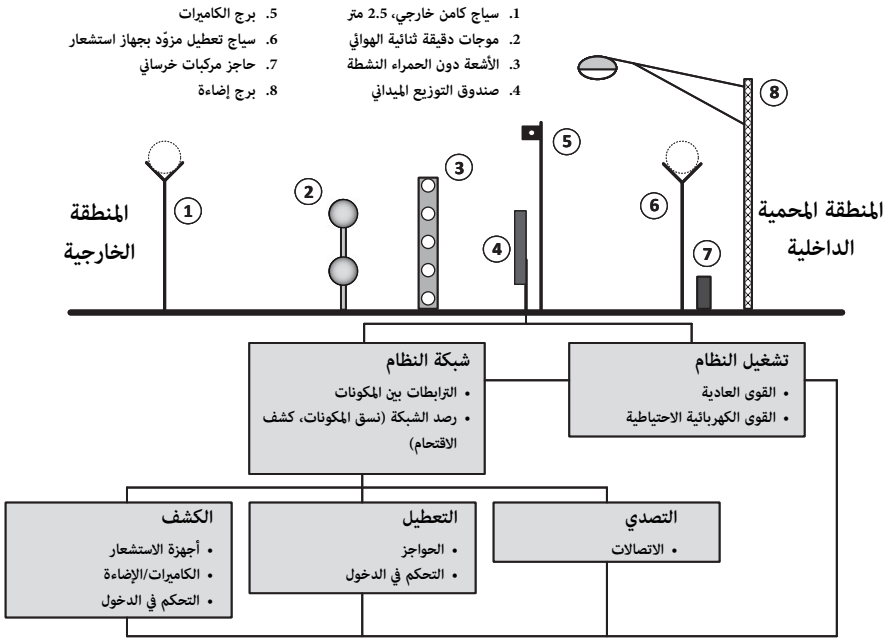
4-6- وينبغـي أن يكـون لـدى مصمـم نظـام كشـف الاقتحـام معرفـة شـاملة بالخصائـص التشـغيلية والماديـة والبيئيـة للمرفـق المـراد حمايتـه (انظـر القسـمين 2 و3). وينبغـي أن يكـون القائمـون بتصميـم نظـام الحمايـة الماديـة علـى درايـة تامـة بتكنولوجيـات الاستشـعار والتقييـم المتاحـة وكيفيـة عملهـا وحدودهـا.

خصائص الأداء

4-7- تصـف الخصائـص الأساسـية أداء أجهـزة استشـعار الاقتحـام، بمـا فـي ذلـك الخصائـص المتعلقـة باحتمـالات الاستشـعار ومعـدلات الإنـذارات الكاذبـة والمزعجـة، وإمكانيـة التغلـب عليهـا.



الشكل -2- أنواع المناطق الأمنية.



الشكل -3- المكونات النموذجية لنظام كشف اقتحام الحدود المحيطة.

4-8- وتعتمد احتمالات الاستشعار على المنطقة المراد تغطيتها وتصميم جهاز الاستشعار، وظروف التركيب، وإعدادات الحساسية، والطقس، والظروف البيئية، وحالة المعدات. ويمكن أن يعتمد أيضاً اعتماداً كبيراً على إمكانات الخصم. ولا يوجد جهاز استشعار فعال بنسبة 100 في المائة، ولكن ينبغي أن يكون احتمال حدوث إنذار كاذب أو مزعج منخفضاً قدر المستطاع، وينبغي أن يكون احتمال الاستشعار مرتفعاً قدر المستطاع.

4-9- وتختلف الظروف باختلاف طريقة تركيب جهاز الاستشعار (على الرغم من أن بعض مُصنعي أجهزة الاستشعار قد يدعون خلاف ذلك)، ولا يمكن تحديد احتمالية دقيقة لكفاءة جهاز الاستشعار أو مجموعة أجهزة استشعار في كشف محاولة الاقتحام وستختلف احتمالية الاستشعار باختلاف أعمار المعدات وظروفها. ولذلك فإن احتمالية الاستشعار ينبغي التحقق منها عن طريق إجراء اختبارات دورية للأداء (انظر القسم 8).

4-10- ويمثل معدل الإنذارات المزعجة عدد الإنذارات المتولدة خلال مدة زمنية بسبب الوقائع غير المرتبطة بالاقتحام أو بسبب الوقائع المقررة، مثل عمليات اختبار أجهزة الاستشعار. وقد تشمل هذه الوقائع عوامل بيئية، مثل الرياح أو الأمطار أو الحياة البرية،

أو الموظفين المأذونين الذين يتسببون عن غير قصد في إطلاق الإنذارات، أو قد تنتج تلك الوقائع عن سوء تركيب النظام أو تصميمه. ويُعبَّر في العادة عن معدلات الإنذارات المزعجة كمتوسط لعدد الإنذارات خلال مدة زمنية (مثل حدوث إنذار مزعج في الدقيقة أو في الساعة أو في اليوم)، ويمكن أن تختلف تلك الإنذارات اختلافاً كبيراً باختلاف أجهزة الاستشعار والمنشآت. وتُسمى الإنذارات المزعجة التي تُطلقها المعدات نفسها إنذارات كاذبة (مثل الإنذارات الناتجة عن سوء التصميم أو فشل المكونات)، ولا تُعالج هذه الإنذارات بمزيد من التفصيل في هذا القسم. ويمكن أن يساعد التحكم في البيئة المحيطة بجهاز الاستشعار والحفاظ عليها في التقليل إلى أدنى حد من الإنذارات المزعجة ويمكن أن يساهم ذلك بالتالي في الفعالية الشاملة لنظام الحماية المادية.

4-11- وتُصنف الإنذارات المزعجة في العادة بحسب المصدر. ومن المصادر الشائعة للإنذارات المزعجة التي تصدرها أجهزة الاستشعار الخارجية حركة النباتات والحياة البرية والظروف الجوية (مثل الرياح والأمطار والثلوج والضباب والبرق). ومن المصادر الأخرى للإنذارات المزعجة الاهتزازات الأرضية والتداخلات الكهرومغنطيسية والإشعاعات والمواد الكيميائية والتأثيرات الصوتية والحرارية والبصرية.

4-12- ومن المهم تحديد أسباب الإنذارات المزعجة وفهمها للتقليل منها. ويمكن التقليل من الإنذارات المزعجة بثلاثة طرق: التخلص من سبب انطلاق تلك الإنذارات؛ أو التقليل من حساسية جهاز الاستشعار؛ أو استخدام التكنولوجيات التي يمكنها تنقية الإنذارات المزعجة.

4-13- ويمكن أن يشمل النهج الأول، وهو التقليل من أسباب الإنذارات المزعجة، تدابير تشمل تحويل الجريان السطحي لمياه الأمطار لإبعادها عن القاعدة التي يتم تركيب جهاز الاستشعار عليها، أو إنشاء سياج لتقليل حركة النباتات عبر المنطقة. ويمكن تقليل بعض أسباب الإنذارات المزعجة عن طريق تغيير إجراءات الإدارة، وذلك على سبيل المثال عن طريق إخفاء أجهزة الإنذار في منطقة ما أثناء الأوقات التي يتواجد فيها الموظفون المأذون لهم.

4-14- ويتمثل النهج الثاني في تقليل حساسية أجهزة الاستشعار الفردية. ومع ذلك، يتعيّن توخي الحذر في الأخذ بهذا النهج للتأكد من أن الحساسية المنخفضة لا تقلل بصورة غير مقبولة من احتمالات استشعار محاولة اقتحام حقيقية.

4-15- ويتمثل النهج الثالث في استخدام التكنولوجيات المصممة لتنقية بعض الإنذارات المزعجة، مثل نُظم الاستشعار المزدوجة التكنولوجيا التي تشمل جهازي استشعار مختلفين يستخدمان تكنولوجيات مختلفة في نسق بوابة التابع المنطقي 'AND'. ولا تُصدر بوابة التابع المنطقي 'AND' إنذاراً إلاّ في حالة تنشيط جهازي الإنذار وتقل بالتالي احتمالات حدوث الإنذارات المزعجة التي تحدث في العادة عند استخدام أيٍ من تلك التكنولوجيات. ومن ذلك على سبيل المثال، أن جهاز الاستشعار السلبي الذي يعمل بالأشعة دون الحمراء يمكن وضعه مع جهاز استشعار أحادي الهوائي يعمل بالموجات الدقيقة في نفس الوعاء الواقي. ويمكن بهذه الطريقة ضبط كل جهاز استشعار بحيث تكون درجة حساسيته عالية بدون التسبب في الإنذارات المزعجة المرتبطة بنوع واحد من أجهزة الاستشعار.

4-16- وعند الجمع بين جهازي استشعار باستخدام بوابة التابع المنطقي 'AND' سيكون احتمال الاستشعار أقل من احتمال استشعار أجهزة الاستشعار الفردية. ومن ذلك على سبيل المثال أن أجهزة الكشف بالموجات الدقيقة تتسم باحتمالية أكبر لاستشعار الحركة المتجهة مباشرة نحوها أو بعيداً عنها، كما أن أجهزة الاستشعار بالأشعة دون الحمراء لديها احتمال أكبر لاستشعار الحركة عبر مجال الرؤية. ولذلك فإن احتمال الاستشعار باستخدام أجهزة الاستشعار المدمجة في وحدة واحدة سيكون أقل مما لو تم تركيب جهازي الاستشعار بشكل منفصل، عمودياً على بعضهما البعض، مع تداخل في أنماط الطاقة ومجالات الرؤية. وإذا كانت هناك حاجة إلى احتمالات أكبر للاستشعار، قد يكون من الأفضل استخدام أجهزة استشعار منفصلة.

4-17- وتنطوي الأنواع المختلفة من أجهزة الاستشعار أيضاً على مواطن ضعف مختلفة يمكن استغلالها. ولذلك ينبغي لمصمم نظام الحماية الاجتماعية أن يهدف إلى الدفاع في العمق من خلال تصميم شامل باستخدام أنواع مختلفة، ولكن متكاملة، من أجهزة الاستشعار، مع أغطية متداخلة في مجال الاهتمام المحدد، بحيث يصعب على الخصم التغلب على العديد من أجهزة الاستشعار، استناداً إلى تقنيات مختلفة، وباستخدام نفس الطريقة. وتُعزز أجهزة الاستشعار التكميلية الأداء العام للنظام، وهو ما يُعبَّر عنه من حيث الخصائص الأساسية الثلاث لجهاز الاستشعار.

4-18- وينبغي أيضاً إيلاء المراعاة لتوافر نُظم كشف الاقتحام؛ أي قدرة النظام على إداء وظائفه كلما دعت الحاجة، في ظل النطاق المتوقع لظروف الطقس طوال عمر النظام. ويمكن معالجة ذلك بمكونات فائضة عن الحاجة ومتنوعة، ومكونات ذات أعمال أطول وأجهزة استشعار مناسبة لظروف الطقس المتوقعة، ومن خلال برامج استدامة جيدة

التصميم، بما في ذلك الصيانة الوقائية (التي يتناولها القسم 11).

4-19- وتحتاج أجهزة الاستشعار الخارجية في كثير من الأحيان إلى منطقة خالية من العوائق حول جهاز الاستشعار للسماح للجهاز بالعمل ولتوفير أدلة مرئية إضافية تُساعد على تقييم أسباب انطلاق إنذارات جهاز الاستشعار. وينبغي أن يهدف مصممو نظام كشف الاقتحام الخارجي إلى مراعاة ظروف كشف موحدة على طول المحيط بالكامل، وهو ما يتحقق في العادة عن طريق الحفاظ على منطقة خالية موازية للأسوار المحيطة. وتهدف المنطقة الخالية إلى إبقاء الأشخاص والحيوانات والمركبات خارج منطقة الكشف، وعادة ما يتم تطهيرها من جميع النباتات والهياكل التي تكون موجودة فوق الأرض، بما في ذلك خطوط المرافق العلوية. وفي المناطق التي لا يمكن فيها نشر جهاز الاستشعار الأساسي بصورة صحيحة، مثل البوابة، يمكن استخدام جهاز استشعار بديل (على سبيل المثال، جهاز استشعار يعمل بالأشعة دون الحمراء النشطة) لتغطية الفجوة.

الظروف البيئية

4-20- ويمكن أن تولِّد العديد من الظروف البيئية أنواعاً مختلفة من 'الضوضاء' في نطاقات الطاقة التي تُصمم أجهزة استشعار الاقتحام لاستشعارها. ويمكن أن تؤدي مصادر الضوضاء هذه إلى تدهور أداء جهاز الاستشعار، ويمكن أن تتسبب في إصدار جهاز الاستشعار إنذارات حتى في حالة عدم وجود خصم. وتصف الفقرات من 4-21 إلى 4-28 العوامل التي يمكن أن تؤدي إلى تدهور أداء جهاز الاستشعار وكيفية التخفيف من التأثيرات.

4-21- وتشمل العوامل البيئية العامة التي يمكن أن تؤدي إلى تدهور أداء جهاز الاستشعار الطاقة الكهرومغنطيسية، والإشعاعات المؤينة، وبعض المواد الكيميائية، والظروف الصوتية والحرارية والبصرية والزلزالية والجوية. وتؤثر هذه العوامل على اختيار تكنولوجيا الاستشعار المناسبة، ويمكن أن تستدعي اتخاذ تدابير تخفيفية محددة.

4-22- وبالنظر إلى أن أجهزة الاستشعار الداخلية تحتوي بصفة عامة على تدريع كهربائي أقل من أجهزة الاستشعار الخارجية، يمكن أن تؤثر مصادر الطاقة الكهرومغنطيسية بصفة خاصة على أداء أنواع معيّنة من نُظم الاستشعار، ويمكن أن تزيد من انطلاق الإنذارات المزعجة. ويمكن أن توجد هذه الأجهزة أيضاً في المساحات الداخلية القريبة

مـن العديـد مـن أشـكال الطاقـة الكهرومغنطيسـية. ويمكـن أن تشـمل هـذه المصـادر الإضـاءة ومعـدات توزيـع القـوى، وخطـوط نقـل الطاقـة وإرسـال التـرددات الراديويـة (بمـا فـي ذلـك مـن وحـدات التحكـم عـن بُعـد). وسـيكون لتشـييد المبنـى أو الغرفـة المـراد مراقبتهـا بواسـطة جهـاز استشـعار الاقتحـام الداخلـي دور مهـم فـي تحديـد طبيعـة الطاقـة الكهرومغنطيسـية الموجـودة. وإذا كان الهيـكل مصنوعـاً أساسـاً مـن الخشـب أو الخرسـانة، ولا يوفِّـر أي منهمـا درعـاً كهرومغنطيسـياً، مـن الممكـن وجـود خلفيـة عاليـة مـن الطاقـة الكهرومغنطيسـية الناتجـة عـن مصـادر خارجيـة. ويمكـن التقليـل إلـى أدنـى حـد مـن تأثيـرات الطاقـة الكهرومغنطيسـية الشـاردة مـن خـلال توفيـر حمايـة كهرومغنطيسـية لجميـع مكونـات النظـام (بمـا فيهـا جميـع وصـلات نقـل البيانـات) وضمـان التأريـض الكهربائـي الكافـي لجميـع هـذه المكونـات.

4-23- ويمكـن للإشـعاعات المؤينـة أن تُسـبب تلـف بعـض المكونـات الموجـودة فـي معظـم أنـواع أجهـزة الاستشـعار، ولا سـيما مكونـات أشـباه الموصـلات وكبـلات الألیـاف البصريـة وعدسـات أجهـزة التصويـر. ويمكـن تقليـل تدهـور أداء جهـاز الاستشـعار مـن خـلال التصميـم المناسـب واختيـار المكونـات. وسـتؤدي الإشـعاعات النيترونيـة، بصفـة خاصـة، إلـى تدهـور أداء أجهـزة أشـباه الموصـلات والدوائـر المتكاملـة، وتعتمـد درجـة التدهـور فـي المقـام الأول علـى التعـرض الكلـي للإشـعاعات، ولذلـك يمكـن أن تـزداد عـدد مـرات اسـتبدال أجهـزة الاستشـعار فـي المناطـق التـي يرتفـع فيهـا مسـتوى الإشـعاع.

4-24- ويمكـن أن تؤثـر البيئـات الكيميائيـة فـي بعـض أجـزاء المرافـق النوويـة تأثيـراً سـلبياً علـى أجهـزة الاستشـعار (والمكونـات الإلكترونيـة الأخـرى التـي تـؤدي وظائـف متصلـة بالأمـن النـووي). ويمكـن أن يـؤدي تعـرض لوحـات المعالجـة الإلكترونيـة للمـواد المسـببة للتـآكل، وخاصـة بالاقتـران مـع مسـتويات الرطوبـة العاليـة، إلـى ترسـب المخلفـات علـى الدوائـر وإحـداث تـآكل كبيـر فـي المكونـات. ويمكـن أن يقلل ذلـك مـن أداء مكونـات جهاز الاستشـعار ومصداقيتـه. وينبغـي حمايـة المكونـات الإلكترونيـة فـي أجهـزة الاستشـعار لتقليـل التأثيـرات المعاكسـة الناتجـة عـن التعـرض للمـواد المسـببة للتـآكل. وبـدأت تظهـر مجموعـات جديـدة مـن المـواد تلبيـة للطلـب علـى التصغيـر، وقـد يختلـف تأثيـر التـآكل علـى هـذه المـواد عـن تأثيـره علـى المـواد القديمـة. ولذلـك ينبغـي تصميـم عمليـات صيانـة أجهـزة الاستشـعار واختبارهـا لضمـان فعاليـة تلـك الأجهـزة فـي البيئـة الفعليـة التـي تُسـتخدم فيهـا.

4-25- وتتولـد الطاقـة الصوتيـة مـن العديـد مـن المصـادر، ويمكـن أن تنتقـل الطاقـة المتولـدة مـن مصـادر خارجيـة إلـى منطقـة يُـراد حمايتهـا. وُشـمل أشـكال الطاقـة الصوتيـة التـي يمكـن أن تؤثـر علـى أداء أجهـزة استشـعار الاقتحـام الداخليـة مـا ينتـج مـن ضوضـاء بسـبب الظواهـر

الجوية، ومن أجهزة التهوية وتكييف الهواء والتدفئة، ومن التلفاز ومعدات الهاتف، ومن مصادر خارجية مثل الطائرات ومركبات الطرق والقطارات.

4-26- ويمكن أن تؤدي التغيُّرات في البيئة الحرارية إلى محفزات تؤثر على أداء أجهزة استشعار الاقتحام الداخلية. وتشمل هذه التغييرات توزيعات غير متساوية لدرجات الحرارة، وهو ما يمكن أن يتسبب في حركة الهواء داخل المنطقة وتمدد وانكماش المباني ومحتوياتها. وتشمل أسباب التغيُّرات في البيئة الحرارية معدات الطقس والتدفئة وتكييف الهواء والآلات التي تنتج الحرارة والإضاءة الداخلية والتفاعلات الكيميائية والإشعاعية التي تنتج مخرجات حرارية وتقلبات ضوء الشمس من خلال النوافذ والمناور.

4-27- وتشمل مصادر الظواهر البصرية التي تؤثر على أجهزة استشعار الاقتحام الداخلية طاقة الضوء المستمدة من ضوء الشمس، والإضاءة الداخلية، والأسطح العاكسة للغاية، وطاقة الأشعة دون الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية، التي تنبعث من المعدات الأخرى.

4-28- وتشمل مصادر التداخل الزلزالي التي يمكن أن تؤثر على أجهزة الاستشعار كلاً من المصادر الطبيعية والمصادر التي هي من صنع الإنسان. والمصدر الطبيعي الرئيسي للتداخل الارتجاجي هو طاقة الرياح، التي تنتقل إلى الأرض، وخاصة عن طريق الأسوار والأعمدة والأشجار. وتشمل الأمثلة على المصادر البشرية للتداخل الارتجاجي حركة المرور والآلات الصناعية الثقيلة.

تصنيف أجهزة الاستشعار

4-29- أجهزة الاستشعار إما كامنة أو نشطة، ويمكن تركيبها بحيث تكون مخبئة أو ظاهرة. ويمكن أن تكون أجهزة الاستشعار من النوع الذي يستشعر اقتحام حيِّز معيّن أو على طول خط أو عند نقطة. وتشمل تطبيقات أجهزة الاستشعار (أي الطرق التي يتم بها تركيبها واستخدامها) الخط المدفون، والسياج المرتبط، والتعليق الحر، وتتبع التضاريس، واختراق الحدود، والحركة الداخلية، والجسم، وخط البصر.

4-30- وتستجيب أجهزة الاستشعار الكامنة لنوع ما من الطاقة المنبعثة من جسم مثير للاهتمام (مثل الطاقة الميكانيكية المنبعثة من إنسان يمشي على الأرض أو يتسلق سياجاً) أو لتغيُّر في بعض مجالات الطاقة الطبيعية التي يسببها الجسم، مثل التغيير في المجال المغنطيسي الموضوعي الناجم عن وجود عنصر معدني.

4-31- وتنقل أجهزة الاستشعار النشطة نوعاً ما من الطاقة وتستجيب للتغيُّرات في الطاقة المستقبلة لاحقاً (عن طريق الإرسال أو الانعكاس) بسبب وجود جسم موضع اهتمام أو حركة ذلك الجسم، مثل الحُزمة الكهرومغنطيسية التي تحجب مؤقتاً بسبب وجود شخص أو جسم يمر من خلاله.

4-32- ويمكن أن تتأثر أجهزة الاستشعار النشطة بالظروف البيئية أكثر من أجهزة الاستشعار الكامنة لأنها تُرسل الإشارات وتستقبلها. ولذلك، عادة ما تتسبب أجهزة الاستشعار الكامنة في عدد أقل من الإنذارات المزعجة مقارنة بأجهزة الاستشعار النشطة في البيئة نفسها.

4-33- وتُصمم معظم أجهزة الاستشعار في الأصل بميزات تجعلها مناسبة إما للاستخدام المخبأ أو الظاهر. ولكن يمكن عند اللزوم تعديل تركيبها لتحويلها من الاستخدام المخبأ إلى الظاهر (على سبيل المثال لتوفير الردع) أو من ظاهر إلى مخبأ (لإخفاء التكنولوجيا).

4-34- ويتم إخفاء أجهزة الاستشعار المخبأة عن الأنظار، وذلك على سبيل المثال عن طريق دفنها في الأرض أو وضعها داخل الجدران. ويصعب على الخصم التعرف عليها وتحديد موقعها مقارنة بأجهزة الاستشعار الظاهرة - على الرغم من إمكانية كشف أجهزة الاستشعار المخبأة النشطة باستخدام المعدات الإلكترونية - ويمكن بالتالي أن تكون أكثر فعالية ضد الخصم الذي لا تردعه المراقبة المرئية.

4-35- ويمكن للخصم رؤية أجهزة الاستشعار الظاهرة (المرئية)، أي التي تكون على سبيل المثال متصلة بسياج أو مثبتة على هيكل داعم آخر. ويمكن أن تردع أجهزة الاستشعار المرئية الخصم. وعادة ما تكون أسهل في التركيب وأسهل في الصيانة من أجهزة الاستشعار المخبأة.

أنواع أجهزة الاستشعار

4-36- تستشعر أجهزة الاستشعار الحجمية اقتحام الحيز من فراغ: وينطلق إنذار عند استشعار دخول جسم إلى حيز جهاز الاستشعار. وعادة ما يكون حيز جهاز الاستشعار غير مرئي ويصعب على الخصم تحديده بدقة. وتعتمد خصائص حيز جهاز الاستشعار على عدة عوامل، بما في ذلك تردد موجة جهاز الاستشعار وشكل الموجة بناءً على تكوين الهوائي (على سبيل المثال، تباعد الكبلات، وارتفاع مكان التركيب، والحساسية، والمحازة).

4-37- وتستشعر أجهزة الاستشعار الخطية الاقتحام الذي يحدث على طول خط مستقيم: ينطلق الإنذار عند ملامسة جسم ما خط الكشف أو عند تجاوزه. وعادة ما يكون من السهل تحديد منطقة الاستشعار لجهاز استشعار الكشف الخطي إذا كان من الممكن رؤية خط المحاذاة الخاص بجهاز الاستشعار (أو إذا كان الخط يتبع شيئاً واضحاً، مثل السياج).

4-38- وتستشعر أجهزة الاستشعار النقطية مكاناً معيّناً، عادة ما يكون جسماً محدداً: وينطلق إنذار عند اقتراب شخص أو شيء من الجسم أو عند لمسه أو تحريكه.

تطبيقات أجهزة الاستشعار

4-39- ويمكن استخدام أجهزة الاستشعار في الهواء الطلق أو داخل المباني. وللاستخدام الخارجي، ينبغي مراعاة الظروف البيئية، وعادة ما تكون أجهزة الاستشعار قائمة بذاتها أو متصلة بالأسوار أو مرتكزة عليها ("السياج المرتبط") أو الخطوط المدفونة. ويقل تأثر تطبيقات أجهزة الاستشعار الداخلية بالظروف البيئية ويمكن أن تشمل اختراق الحدود واستشعار الحركة الداخلية واستشعار الاقتراب من جسم ما. ويمكن أن تستخدم نُظم الإنذار المبكر خارج حدود المرفق أيضاً أجهزة استشعار. وتبعاً للتطبيق المستخدم، يمكن أن تتبع أجهزة الاستشعار أيضاً خط البصر أو التضاريس.

4-40- ويمكن أن توفِّر نُظم الإنذار المبكر لقوات التصدي مزيداً من الوقت للانتشار أو للاشتباك مع الخصم المحتمل قبل الوصول إلى المنطقة موضع الاهتمام. وتحتوي هذه النُظم في العادة على رادار للمراقبة الأرضية طويل وقصير المدى، ومسح باستخدام التصوير الحراري، ورادار ليزر. ويتراوح المدى الفعال لهذه النُظم بين مئات الأمتار وعشرات الكيلومترات، مما قد يوفِّر ثوانٍ أو دقائق إضافية للتصدي. وتُعتمد هذه النُظم على خط البصر بين أجهزة الاستشعار والخصم، ولكن يمكن تركيبها في مناطق خارج حدود أمن المرفق التي لا تقع ضمن مجال رؤية أجهزة الاستشعار ونُظم التقييم الأخرى. وفي هذه التطبيقات، تُصمم أجهزة الاستشعار لتكون مخبأة ومستقلة تماماً. ومع ذلك، تُشكل هذه النُظم تحديات كبيرة في التصميم والتشغيل، مما قد يحول دون استخدامها بفعالية. ويرد وصف بعض هذه التحديات أدناه.

4-41- ولا توفِّر نُظم الإنذار المبكر خارج حدود المرفق في العادة مستوى الأداء المتوقع من أجهزة الاستشعار الخارجية في المرفق، مثل أجهزة الاستشعار المرتبطة بالسياج.

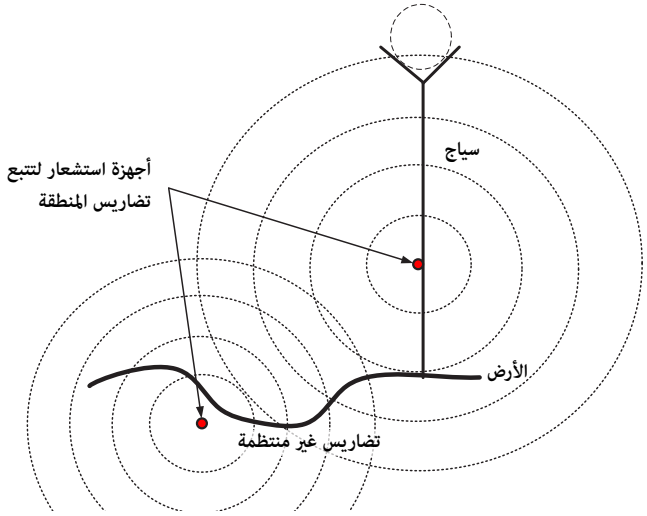
ويمثل تحديد متطلبات الأداء وتصميم النُظم التي يمكن أن تُلبيها بشكل موثوق تحدياً، نظراً لطبيعة هذه النُظم والمساحات الكبيرة التي يُحتمل أن تحتاج إلى تغطيتها. ومن المتوقع أن يختلف الأداء تبعاً لعوامل خاصة بالمرفق، مثل البيئة والتضاريس.

4-42- وينبغي تصميم نُظم خط البصر بحيث توفِّر رؤية مباشرة للمنطقة موضع الاهتمام، ومن ثم تعمل بأقصى قدر من الفعالية في المناطق المفتوحة. وفي المناطق التي تزخر بالحياة البرية أو النباتات، يمكن أن يكون معدل الإنذارات المزعجة مرتفعاً. ولكي تكون بعض التطبيقات أكثر فعالية، كما هو الحال عند استخدام أجهزة استشعار التي تعمل بالأشعة دون الحمراء الكامنة، ينبغي أن يحتوي النظام نفسه في العادة على إعدادات ووظائف لتحديد النطاق، أو قدرات إخفاء، أو لتجاهل الإنذارات الناتجة عن الحركة في المناطق الطرفية. وقد تحتاج أجهزة استشعار خط البصر الكثير من التحضيرات للموقع لتسوية التضاريس أو مساحات الكشف الصغيرة، مما قد يؤدي إلى نفقات كبيرة في بعض المرافق.

4-43- ويمكن لأجهزة الاستشعار التي تتتبع التضاريس أن تكون قادرة على استشعار الخصوم في المناطق التي يؤدي فيها عدم استواء التضاريس إلى الحاجة إلى تغطية المنطقة بأعداد كبيرة من أجهزة استشعار خط البصر (انظر الشكل 4). وهذا النوع من أجهزة الاستشعار قد يكون أو لا يكون مرتبطاً بسياج أو بخط مدفون. ويمكن أن توفِّر الاختلافات الكبيرة في التضاريس، مثل خنادق الصرف، أماكن يمكن فيها للخصم تجنب كشفه، ولذلك ينبغي تجنب وجود تلك الاختلافات أو إزالتها.

4-44- تستشعر أجهزة الاستشعار الخطية المدفونة حالات الاختراق عبر حدود المرفق. وعادة ما تكون هذه الأجهزة مدفونة وغير مرئية (أجهزة استشعار مخفية). وتشمل أنواع أجهزة الاستشعار الخطية المدفونة أجهزة استشعار الارتجاجات والمجال المغنطيسي وأجهزة الاستشعار العاملة بالأسلاك المتحدة المحور المزودة بمنفذ وأجهزة الاستشعار بالألياف البصرية.

4-45- ويمكن تركيب أجهزة الاستشعار المرتبطة بالسياج على السياج أو يمكن أن تُشكل هيكل السياج، ويمكن أيضاً اعتبار العديد منها أجهزة استشعار تتتبع تضاريس المنطقة. وتشمل أمثلة أجهزة الاستشعار المثبتة على الأسوار أسلاك الألياف البصرية وأجهزة استشعار المواسعة وأجهزة استشعار الاهتزازات. وتشمل أجهزة الاستشعار التي يمكن أن تُشكل هيكل السياج أجهزة استشعار حساسة للانفعال.



الشكل -4- نطاق التغطية لأجهزة استشعار تتبع تضاريس المنطقة.

4-46- وتُستخدم أجهزة الاستشعار القائمة بذاتها في المحيط وأحياناً في المناطق داخل المرفق. وتشمل التكنولوجيات ليزر الأشعة دون الحمراء النشط والكامن، والموجات الدقيقة الثنائية والأحادية الهوائيات، وأجهزة استشعار الحركة عن طريق الفيديو.

4-47- وتُستخدم أجهزة استشعار اختراق الحدود لاستشعار اختراق حدود المباني، بما في ذلك أسقف الغرف وأرضياتها، وكذلك الجدران وفتحات الجدران (مثل الأبواب والنوافذ وفتحات التهوية). وتشمل التكنولوجيات المستخدمة أجهزة الاستشعار الكهروميكانيكية، وأجهزة استشعار الاهتزاز، وكسر الزجاج، وأجهزة استشعار الاقتراب عن طريق الموجات دون الصوتية والمواسعة.

4-48- وتستخدم أجهزة استشعار الحركة الداخلية لاستشعار الحركة داخل المساحات الداخلية. وتشمل التكنولوجيات أجهزة الاستشعار التي تعمل بالأشعة دون الحمراء والموجات الدقيقة.

4-49- وتُستخدم أجهزة استشعار الأجسام (وتُسمى أيضاً أجهزة استشعار القرب) لتتبع هدف محدد داخل المرفق. وتشمل التكنولوجيات الضغط، والوزن، والمجال الكهربائي، والمواسعة، وفيديو تتبع الحركة، وأجهزة الاستشعار الكهروميكانيكية.

أجهزة الاستشعار الخارجية

4-50- ينفـرد كل مرفـق نـووي بمجموعـة مـن الظـروف البيئيـة التـي يمكـن أن تؤثـر علـى اختيـار أجهـزة الاستشـعار الخارجيـة. وتشـمل هـذه الشـروط: البيئـة الماديـة التـي تؤثـر علـى اختيـار أنـواع أجهـزة الاستشـعار المسـتخدمة فـي نُظـم استشـعار المحيـط؛ والبيئـات الطبيعيـة والصناعيـة التـي تؤثـر علـى معـدل الإنـذارات المزعجـة؛ وتضاريـس المحيـط، التـي تحدّد شـكل الحيـز المتـاح للكشـف وحجمـه، وتحديـداً عـرض المنطقـة الخاليـة وتضاريسـها. وبالتالـي فـإن نظـام الحمايـة الماديـة المصمـم لمرفـق نـووي واحـد مـن غيـر المرجـح أن يكـون الأمثـل لمرفـق آخـر.

4-51- وعلـى الرغـم مـن أن فهـم التفاعـل بيـن أجهـزة استشـعار الاقتحـام والبيئـة قـد ازداد بصـورة ملحوظـة فـي السـنوات الأخيـرة، مـن الممارسـات الجيـدة إنشـاء منطقـة اختبـار فـي الموقـع باسـتخدام أجهـزة استشـعار مختلفـة ممكنـة قبـل اختيـار نظـام كامـل. ويمكـن أن يسـاعد ذلـك علـى تأكيـد اختيـار أجهـزة الاستشـعار وتحديـد تصميـم النظـام النهائـي للحمايـة الماديـة. وينبغـي إجـراء الاختبـار فـي جميـع المواسـم لتقييـم أداء أجهـزة الاستشـعار فـي النطـاق الفعلـي للظـروف البيئيـة التـي سـيتعرض لهـا المرفـق.

أجهزة الاستشعار المرتبطة بالسياج

4-52- تسـتجيب أجهـزة استشـعار اهتـزازات السـياج للاضطرابـات الميكانيكيـة فـي السـياج، وهـي مصممـة أساسـاً لاستشـعار الخصـم الـذي يحـاول تسـلق السـياج أو قطعـه. وتُسـتخدم عـدة أنـواع مـن المحـولات لاستشـعار حركـة السـياج أو اهتـزازه. وتسـتجيب أجهـزة استشـعار اهتـزازات السـياج لأي اضطرابـات ميكانيكيـة تحـدث فـي السـياج، وينبغـي بالتالـي مراعـاة الإنـذارات المزعجـة التـي تحـدث علـى سـبيل المثـال بسـبب الريـاح القويـة (والأمطـار أو الحطـام الـذي تعصـف بـه الريـاح) أو البـرد أو الاهتـزاز مـن حركـة المـرور والآلات القريبـة. ويمكـن أن يسـاعد بنـاء السـياج الجيـد، بمـا فـي ذلـك أعمـدة السـياج الصلبـة ونسـيج السـياج المحكـم، فـي تقليـل حـدوث الإنـذارات المزعجـة.

4-53- وتُسـتخدم بعـض تكوينـات أجهـزة استشـعار اهتـزازات الأسـيجة أسـلاكاً حساسـة للانفعـال. ويتـم توصيـل هـذه الأجهـزة بالأسـوار، وهـي مصممـة أساسـاً لاستشـعار أي شـخص يتسـلق السـياج أو يقطعـه.

4-54- وتُمثل أسيجة الأسلاك المشدودة أجهزة استشعار مرتبطة بالسياج تحتوي على العديد من الأسلاك الأفقية المتوازية ذات قوة الشد العالية، وتكون متصلة، تحت تأثير الشد، بمحولات الطاقة القريبة من نقطة منتصف امتداد السلك. وتستجيب هذه المحولات لانحراف السلك الناتج عن قيام الخصم بقطعه أو التسلق عليه لتجاوز السياج أو فصل الأسلاك للتسلق عبر السياج. وعادة ما يكون السلك شائكاً، والمحولات عبارة عن مفاتيح ميكانيكية أو مقاييس إجهاد أو عناصر كهربائية إجهادية. ويمكن تركيب أسوار الأسلاك المشدودة على مجموعة قائمة من أعمدة السياج أو تثبيتها على صف مستقل من الأعمدة بحيث تكون قائمة بذاتها.

أجهزة استشعار الارتجاجات

4-55- أجهزة استشعار الارتجاجات هي أجهزة استشعار كامنة وخفية وخطية مدفونة وتتتبع تضاريس المنطقة. وتستجيب هذه الأجهزة لاضطرابات التربة التي يسببها الخصم الذي يمشي أو يجري أو يقفز أو يزحف.

4-56- ويتكون جهاز استشعار الارتجاجات من سلسلة من أجهزة قياس الاهتزازات ولكل منها ملف موصِّل ومغنطيس دائم. وإما يكون الملف أو المغنطيس مثبتاً في موضعه، والآخر حر في الاهتزاز أثناء حدوث اضطرابات ارتجاجية؛ وفي كلتا الحالتين، يتولى تيار كهربائي في الملف. ويمكن تقليل التداخل من الاهتزازات البعيدة عن أجهزة استشعار الارتجاجات عن طريق تبديل قطبية الملفات في سلسلة جهاز قياس الاهتزاز.

4-57- وتعتمد حساسية هذا النوع من أجهزة الاستشعار بدرجة كبيرة على نوع التربة التي يُدفن فيها الجهاز، ويعتمد العمق الأمثل لدفن الجهاز على التربة. وعادة ما يُعطي الدفن الضحل احتمالية أعلى للاستشعار، ولكن منطقة الاستشعار تكون أقل اتساعاً، بينما يؤدي العمق الأكبر إلى احتمالية استشعار أقل ولكن منطقة الاستشعار تكون أوسع. ويمكن أن يساعد الاختبار في الموقع استخدام أجزاء الاختبار القصيرة وأجهزة الاستشعار المدفونة على أعماق مختلفة في تحديد العمق الأمثل. ويتراوح اتساع منطقة الاستشعار النموذجية للخصوم في حالة المشي بين متر ومترين.

4-58- وتميل أجهزة استشعار الارتجاجات إلى فقدان الحساسية في التربة المجمدة. وفي المرافق التي تتجمد فيها التربة في الشتاء، يمكن إجراء تعديل موسمي للضغط وأجهزة استشعار الارتجاجات للحصول على حساسية مكافئة على مدار العام إذا كان انخفاض

الحساسية في الشتاء غير مقبول.

4-59- ويمكن لكثير من الضوضاء الارتجاجية أن تؤثر على هذه الأجهزة وتتسبب في انطلاق إنذارات مزعجة. ويتمثل المصدر الطبيعي الرئيسي للإنذارات المزعجة في طاقة الرياح التي تنتقل عبر الأرض من خلال الأسوار والأعمدة والأشجار. وتشمل المصادر الارتجاجية التي تكون من صنع الإنسان المركبات والآلات الصناعية الثقيلة. ومن الصعب عند استخدام أجهزة استشعار الارتجاجات التمييز بين الاهتزازات الخفيفة، مثل خطى الأقدام، بالقرب من جهاز الاستشعار والاهتزازات الثقيلة، مثل المركبات على مسافات أبعد. ويشيع استخدام هذه الأجهزة عند الحدود أكثر من استخدامها في محيط المرافق.

أجهزة استشعار الضغط

4-60- يتألف جهاز استشعار الضغط من أنبوبين مملوءين بالسائل مدفونين في خنادق ضحلة ويعملان مثل جهاز استشعار الارتجاجات من خلال كشف فروق الضغط الصغيرة بسبب الضغط (مثل وقع الخطوات) بالقرب من جهاز الاستشعار.

أجهزة استشعار المجال المغنطيسي

4-61- أجهزة استشعار المجال المغنطيسي هي أجهزة استشعار حجمية آمنة مرتبطة بالسياج وتتتبع تضاريس المنطقة، ويمكن أن تكون مخفية أو ظاهرة. وتستجيب هذه الأجهزة للتغيُّرات التي تحدث في المجال المغنطيسي الموضوعي بسبب حركة المواد المعدنية القريبة. ويمكنها استشعار الخصوم واتجاه حركتهم وما إذا كانوا يحملون أو يرتدون أشياء معدنية (مثل الأسلحة).

4-62- ويتكوّن هذا النوع من أجهزة الاستشعار من حلقات سلكية أو ملفات مدفونة في الأرض. وتؤدي حركة المواد المعدنية بالقرب من الحلقة أو الملف إلى تغيير المجال المغنطيسي الموضوعي وإطلاق تيار كهربائي. ويمكن أن تكون أجهزة استشعار المجال المغناطسي عرضة للاضطرابات الكهرومغنطيسية الموضوعية، مثل البرق، وقد يكون من الصعب معرفة ما إذا كان الخصم قد تسبب في انطلاق إنذار بسلاح صغير على مقربة من جهاز الاستشعار أو بواسطة مركبة كبيرة خارج المحيط.

4-63- ويمكن تصميم هذا النوع من أجهزة الاستشعار لاستخدامه تحت الماء أو على الأرض عند الحدود للكشف المبكر عن اقتحام المنطقة المحمية.

أجهزة الاستشعار بالأسلاك المتحدة المحور المزودة بمنفذ

4-64- أجهزة الاستشعار التي تستخدم الأسلاك المتحدة المحور المزودة بمنفذ هي في العادة أجهزة استشعار حجمية نشطة ظاهرة أو مخفية وخطية مدفونة وتتتبع تضاريس المنطقة. وهي تُعرف أيضاً باسم أجهزة استشعار "الكبل الراشح" أو "الكبل المشع". ويقوم هذا النوع من أجهزة الاستشعار بإنشاء مجال كهرومغناطيسي حول الكابلات، والذي يختل عندما يقترب الخصم من جهاز الاستشعار.

4-65- ويُشتق اسم هذا الجهاز من بناء الكبل المحوري الذي لا يوفِّر فيه الموصل الخارجي تدريعاً كاملاً للموصل المركزي، بحيث "تتسرب" بعض الإشارات المشعة عبر منافذ الموصِّل الخارجي. ويمتد حجم الاستشعار لمثل هذه الأجهزة بشكل كبير فوق الأرض ليصل إلى ارتفاع يتراوح بين 0,5 و1 متر فوق سطح الأرض وبين متر ومترين فوق المسافة بين كل كبلين. وتعتمد حساسية هذا الجهاز على نفاذية التربة.

4-66- وتحتوي بعض الكبلات المحورية المزوّدة بمنافذ على درع من رقائق معدنية بفتحة بدلاً من المنافذ: ويسمح الغلاف الداخلي شبه الموصِّل باحتواء الكبلين في غلاف خارجي واحد. ويتيح ذلك تثبيت جهاز الاستشعار بسهولة أكبر باستخدام خندق واحد بدون الحاجة إلى التباعد بين الكبلات. ومع ذلك، يكون نطاق الاستشعار في هذه الحالة أصغر قليلاً من النطاق الذي يوفِّره نظام الكبل المزدوج الذي تفصل فيه بين الكبلات مسافة تباعد كبيرة.

4-67- وقدمت الإصدارات الأقدم من هذه التكنولوجيا إنذاراً واحداً عندما جرى استشعار شيء ما في مكان ما داخل منطقة ما بما يصل في العادة إلى 100 متر من الكبلات، وسمحت هذه التكنولوجيا فقط بعتبة إنذار واحدة لكل منطقة من هذا القبيل. ويمكن أن توفِّر الإصدارات الأحدث بيانات عن المكان الذي يحدث فيه استشعار شيء ما على بُعد أمتار قليلة، ويمكن تغيير عتبات الإنذار على طول الكبلات، مما يسمح بمطابقة إعدادات الحساسية مع وسائط الدفن المختلفة.

4-68- ويمكن أن يتسبب المعدن أو الماء في منطقة الكشف في نوعين من المشاكل في هذه الأجهزة. وتُعد حركة الأجسام المعدنية وحركة المياه على وجه الخصوص من المصادر الرئيسية للإنذارات المزعجة، لأنها تتيح فرصاً كثيرة للاستشعار. ويمكن حتى للماء الراكد أن يُساهم في حدوث هذه المشكلة. وأما المشكلة الثانية فهي أن الأجسام المعدنية الثابتة والمياه الراكدة تُشوه مجال الإشعاع، وربما بطريقة تؤدي إلى إيجاد مناطق لا يكون فيها الاستشعار فعالاً. ولذلك، ينبغي استخدام هذه الأجهزة فقط في الأماكن التي يمكن فيها استبعاد الأجسام المعدنية وخطوط المرافق والأسوار والأعمدة وخطوط المياه الجوفية والكبلات الكهربائية من نطاق الاستشعار.

أجهزة الاستشعار بالألياف البصرية

4-69- أجهزة الاستشعار بالألياف البصرية هي أجهزة استشعار خطية كامنة أو نشطة، وهي ذات خطوط مدفونة أو مرتبطة بالسياج، وتتتبع تضاريس المنطقة، ويمكن أن تكون مخفية أو ظاهرة. وتوجه الألياف الشفافة في كبل الألياف البصرية الضوء من طرف إلى آخر، وتحيط بها مادة كسوة. وتُصمم الكسوة بحيث ينكسر الضوء مرة أخرى باتجاه مركز نواة الألياف، وبالتالي لا تحتاج كبلات الألياف البصرية إلى أن تكون مستقيمة. ويعد نمط حيود الضوء (البقعة) وشدة الضوء في نهاية كبل الألياف البصرية دالة لشكل الألياف على طولها بالكامل. ويمكن استشعار تغيير طفيف للغاية في شكل الألياف باستخدام أجهزة الاستشعار المتطورة ومعالجة الإشارات الحاسوبية في الطرف البعيد حتى 100 متر أو أكثر.

4-70- ويمكن استخدام أجهزة استشعار استمرارية الألياف البصرية لاستشعار اختراق الحدود الهيكلية، مثل اختراق الجدران أو الأسقف. ويمكن استخدام أجهزة استشعار الألياف البصرية الدقيقة كأجهزة استشعار للاهتزازات أو الضغط.

4-71- ويمكن أيضاً استخدام الألياف الأحادية الطور كجهاز استشعار عن طريق فصل الضوء عن المصدر وإرساله في كلا الاتجاهين حول حلقة. وفي حالة اضطراب الألياف، تعود الحزمتين الضوئيتين في مراحل مختلفة، ويُشير التغيير في الطور إلى مقدار الاضطراب. ويمكن لشريط واحد من كبل الألياف البصرية المدفون في الأرض على عمق بضعة سنتيمترات، أن يُعطي إنذاراً فعالاً للغاية عندما يخطو الخصم على الأرض فوق الألياف. ولزيادة احتمالية تقدم الخصم فوق الألياف، فإنها تُنسج في العادة في شبكة وتُدفن تحت السطح مباشرة.

4-72- وفيما يتعلق بالتطبيقات المثبتة على السياج، يمكن إما تركيب كبلات الألياف البصرية على السياج كنوع من أجهزة استشعار اهتزاز السياج أو نسجها في شبكة يمكن تثبيتها على السياج لإنشاء جهاز استشعار مرتبط بالسياج، وعادة ما تُستخدم هذه الأسيجة الشبكية نوعاً من أجهزة استشعار الاستمرارية للإشارة إلى قيام خصم باختراق السياج. وعادة ما يتم تكوين الجزء العلوي من السياج بحيث تؤدي محاولة الخصم تسلق السياج إلى تشويه الألياف، مما يتسبب في انطلاق إنذار.

4-73- وتتشابه مصادر الإنذارات المزعجة من أجهزة استشعار الألياف البصرية الدقيقة مع تلك التي تصدرها أجهزة استشعار الاهتزاز: الاهتزازات التي تسببها مصادر خارجية، مثل الآلات الدوارة أو الطائرات التي تطير على ارتفاعات منخفضة، أو القطارات، أو المركبات الكبيرة التي تمر بالقرب من المكان. ويمكن تجنب بعض الإنذارات المزعجة عن طريق ضبط حساسية جهاز الاستشعار، أو تنقية تلك الإنذارات المزعجة عن طريق تنقية الترددات أو حساب عدد الأحداث أو توقيت الأحداث.

أجهزة الاستشعار بالموجات الصوتية

4-74- أجهزة الاستشعار بالموجات الصوتية هي أجهزة استشعار حجمية نشطة ومخفية وقائمة بذاتها وتتتبع تضاريس المنطقة. وعادة ما يُستخدم نظام الاستشعار الذي يعمل بالموجات الصوتية أجهزة استشعار صوتية ويمكن تصميمه لحماية المناطق المائية المجاورة للمرافق عن طريق استشعار وتتبع الخصوم أو الأجسام التي تخترق المنطقة المراقبة أو المحمية. وتوفِّر أجهزة الاستشعار بالموجات الصوتية استشعاراً موثوقاً للأجسام تحت الماء، حتى في الظروف البحرية غير المواتية. ويمكن استخدام العديد من هذه النُظم مع وجود مناطق كشف متداخلة كجزء من النظام الشامل للحماية المادية.

4-75- وتعمل أجهزة الاستشعار بالموجات الصوتية عن طريق إرسال إشارات صوتية مائية نبضية واستقبال إشارات الصدى اللاحقة المنعكسة من الأجسام المتحركة تحت الماء. وتُرسل إشارات وحدة الهوائي عبر الكبل الرئيسي إلى جهاز الخدمة الصوتية المائية. ويمكن تركيب الجهاز في قاع مسطح مائي وفي مراسي أو أرصفة أو منصات إنشاءات الهندسة الهيدروليكية. ويُحدد نوع التكوين وهيكله واختيار مسار الكبلات الرئيسية وحمايتها من خلال تصميم نظام الحماية المادية، ويعتمد ذلك على التضاريس الموجودة تحت الماء وظروف التشغيل.

أجهزة الاستشعار الرادارية

4-76- أجهـزة الاستشـعار الراداريـة هـي أجهـزة استشـعار حجميـة نشـطة وظاهـرة وقائمـة بذاتهـا وتتتبـع خـط البصـر. وتُصمـم الأجهـزة الراداريـة لإرسـال إشـارة راديويـة واستشـعار التغييـرات التـي تحـدث فـي الإشـارة المنعكسـة لاستشـعار الأجسـام التـي توجـد فـي المنطقـة المـراد حمايتهـا. وتُسـتخدم أجهـزة الاستشـعار الراداريـة لرصـد منطقـة خاضعـة للمراقبـة، ويمكـن مـن خلالهـا استشـعار وتتبـع الخصـوم والأجسـام، مثـل القـوارب الصغيـرة أو السـباحين. ويمكـن لأجهـزة الاستشـعار الراداريـة تحديـد الموقـع الدقيـق للخصـم وسـرعته ومسـاره.

أجهزة الاستشعار الرادارية الليزرية

4-77- أجهـزة الاستشـعار الراداريـة الليزريـة هـي أجهـزة استشـعار حجميـة أو خطيـة نشـطة وظاهـرة وقائمـة بذاتهـا وتتتبـع خـط البصـر. ويُرسـل الليـزر شـعاعاً مـن الضـوء لمسـح منطقـة وقيـاس زمـن ارتـداد الضـوء المنعكـس إلـى جهـاز الإرسـال لحسـاب المسـافة مـن الجسـم. ويتسـبب وجـود خصـم متحـرك فـي تغييـر هـذه المسـافة بيـن عمليـات المسـح، ويـؤدي ذلـك إلـى إطـلاق إنـذار.

أجهزة الاستشعار الداخلي

4-78- ينبغـي عنـد اختيـار أجهـزة الاستشـعار الداخليـة تحديـد المعـدات وطـرق التثبيـت التـي تُلبـي أهـداف كشـف الاختـراق علـى أفضـل وجـه فـي منشـأة معيّنـة. وينبغـي أن يشـمل ذلـك النظـر فـي التفاعـل بيـن المعـدات والبيئـة والخصـوم المحتمليـن. وتضيـف أجهـزة الاستشـعار الداخليـة طبقـة دفـاع فـي العمـق ضـد الخصـوم الخارجييـن والحمايـة مـن الأعمـال الإيذائيـة المحتملـة مـن جانـب الأطـراف الداخليـة التـي لا تتـاح لهـا إمكانيـة الوصـول بـإذن إلـى المنطقـة المحميـة (مثـل المناطـق الداخليـة أو الحيويـة).

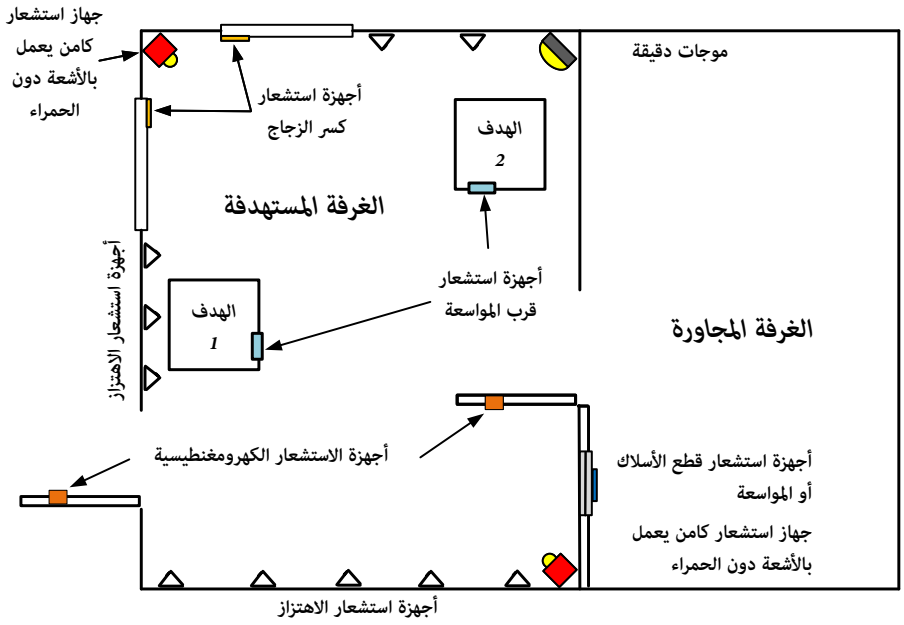
4-79- ومـن الأسـهل فـي العـادة تحديـد أجهـزة الاستشـعار الداخليـة المناسـبة مقارنـة بتحديـد أجهـزة الاستشـعار الخارجيـة، نظـراً لأن بيئـات البنـاء عـادة مـا تكـون أكثـر قابليـة للتنبـؤ وأكثـر قابليـة للقيـاس والمراقبـة. ومـع ذلـك، يحتـاج اختيـار النظـام الأمثـل لأجهـزة الاستشـعار الداخليـة معرفـة تأثـر أجهـزة الاستشـعار المختلفـة بالأسـباب المرجحـة للإنـذارات المزعجـة فـي البيئـة المعنيـة. ويمكـن تركيـب أجهـزة استشـعار الحركـة (الموجـات الدقيقـة والأشـعة دون الحمـراء) بصفـة خاصـة لتوفيـر تغطيـة مقبولـة باسـتخدام تعديـلات الحساسـية (اليدويـة

أو التلقائية) وتعويض درجة الحرارة الرقمية لتجنب انطلاق إنذارات مزعجة من المصادر الأكثر شيوعاً.

4-80- ويمكن تحقيق الأداء الأمثل لنظام استشعار الاقتحام الداخلي من خلال الاختيار المناسب لتكنولوجيات الاستشعار ووضع أجهزة الاستشعار (انظر الشكل 5).

أجهزة استشعار الضغط

4-81- أجهزة استشعار الضغط هي أجهزة استشعار كامنة وظاهرة لاستشعار الأجسام ونقاط اختراق الحدود. وتتخذ في كثير من الأحيان شكل حصائر يمكن وضعها حول شيء ما أو تحته. وتحتوي حصائر الضغط على سلسلة من المفاتيح الشريطية الموضوعة بالتوازي كل منها مع الآخر على طول الحصير. وتُنشأ المفاتيح الشريطية من شريطين من المعدن على شكل شريط مفصولة بمادة عازلة، بحيث تقوم الشرائط المعدنية بعمل اتصال كهربائي وإطلاق إنذار عند ممارسة مقدار محدد من الضغط (يضبط بحسب التطبيق) في أي مكان على طول الشريط. وعند استخدام حصائر الضغط في



الشكل -5- وضع أجهزة الاستشعار الداخلية.

تطبيقـات الأمـان، يمكـن إخفـاء هـذه الحصائـر تحـت أغطيـة الأرضيـات.

أجهزة استشعار القطع السلكي

4-82- أجهـزة استشـعار القطـع السـلكي (الاسـتمرارية) هـي أجهـزة كامنـة ظاهـرة لاستشـعار اختـراق الحـدود. وعـادة مـا تكـون متصلـة أو محاطـة بالجـدران أو الأسـقف أو الأرضيـات أو النوافـذ لاستشـعار الاختـراق. ويتكـون جهـاز الاستشـعار مـن أسـلاك صغيـرة موصلـة للكهربـاء، ويستشـعر التغيُّـر فـي التيـار، ويبـدأ الإنـذار فـي حالـة قطـع أيٍ مـن الأسـلاك. ويمكـن تشـكيل الأسـلاك بـأي نمـط، ويمكـن بالتالـي تصميـم جهـاز الاستشـعار لحمايـة منطقـة ذات شـكل غيـر معتـاد. ويمكـن اسـتخدام شـبكات وشاشـات القطـع السـلكي لاستشـعار الاختـراق، وذلـك علـى سـبيل المثـال مـن خـلال فتحـات التهويـة والأرضيـات والجـدران والأسـقف وغـرف التخزيـن المغلقـة والأقبيـة والمنـاور. وتنخفـض بدرجـة كبيـرة الإنـذارات المزعجـة التـي تصدرهـا هـذه الفئـة مـن أجهـزة الاستشـعار، إذ لا بـد مـن إحـداث قطـع فـي سـلك لإطـلاق الإنـذار، ولكـن بعـد كل حـدث ينطلـق فيـه إنـذار، لا بـد مـن إصـلاح جهـاز الاستشـعار أو اسـتبداله. وبالمثـل، يمكـن لأجهـزة استشـعار الاسـتمرارية القائمـة علـى قطـع الاتصـال الكهربائـي أن تسـتخدم أيضـاً كبـلات الألیـاف البصريـة أو الدوائـر المطبوعـة.

أجهزة استشعار كسر الزجاج

4-83- أجهـزة استشـعار كسـر الزجـاج هـي أجهـزة خطيـة كامنـة ظاهـرة لاستشـعار اختـراق الحـدود. وتسـتخدم هـذه الأجهـزة إمـا تكنولوجيـا الصدمـات أو الصـوت، وتستشـعر كسـر زجاج النوافـذ. وتعتمـد فعاليـة هـذه الأجهـزة علـى خصائـص، مثـل نـوع الزجـاج وسُـمكِه والمسـافة بيـن جهـاز الاستشـعار والنافـذة، ووجـود أي أغطيـة للنوافـذ (مثـل السـتائر الحاجبـة والسـتائر المعتمـة) أو أشـياء أخـرى بيـن الزجـاج وجهـاز الاستشـعار. ومـن المرجـح أن توفِّـر أجهـزة استشـعار الصدمـات المثبتـة مباشـرة علـى الزجـاج أداءً أفضـل. ويمكـن أن تنشـأ إنـذارات مزعجـة مـن مصـادر مثـل الرعـد أو الانفجـارات الصوتيـة أو المعـدات الثقيلـة أو إغـلاق الأبـواب. ويمكـن اسـتكمال أجهـزة استشـعار كسـر الزجـاج الاهتزازيـة بحساسـات مغنطيسـية إضافيـة لاستشـعار فتـح النوافـذ بـدون كسـر الزجـاج.

4-84- وعـادة مـا تثبـت أجهـزة استشـعار كسـر الزجـاج الصوتيـة علـى الأسـقف أو الجـدران علـى مسـافة محـددة مـن النوافـذ المحميـة. ولكـي ينطلـق الإنـذار، تحتـاج معظـم أجهـزة الاستشـعار مـن هـذا النـوع استشـعار الصـوت الأوّلـي المنخفـض التـردد الناتـج عـن الارتطـام

بالزجاج متبوعاً مباشرة بالصوت العالي التردد الناتج عن كسر الزجاج. ويمكن أن تنشأ إنذارات مزعجة من مصادر ضوضاء ذات ترددات مماثلة، مثل إسقاط المفاتيح على مكتب.

4-85- وأجهزة استشعار الاهتزاز هي أجهزة خطية كامنة وظاهرة لاستشعار اختراق الحدود يمكن تثبيتها على الجدران والأرضيات والأسقف لكشف محاولات اختراق الأسطح للوصول إلى الغرفة. وقد لا تختلف هذه الأجهزة كثيراً عن أجهزة استشعار اهتزاز السياج من خلال استشعار الترددات المختلفة التي قد تكون مرتبطة باختراق السطح. ويمكن أن تستخدم هذه الأجهزة تكنولوجيات الألياف البصرية أو التكنولوجيات الكهربائية الإجهادية أو تكنولوجيا "المفتاح الاهتزازي".

أجهزة الاستشعار الداخلية والخارجية

4-86- يمكن استخدام بعض أجهزة الاستشعار في التطبيقات الداخلية والخارجية على حد سواء، مع إجراء تعديلات في التثبيت لمراعاة البيئات المختلفة. وينبغي أن تشمل اعتبارات تثبيت هذه الأجهزة ما يلي:

(أ) الموقع (على سبيل المثال، بالقرب من الهدف أو على الحدود)؛
(ب) التركيب؛
(ج) مقاومة محاولات التغلب من خلال التلاعب أو الإخفاء أو الانتحال أو أساليب الخصم الأخرى؛
(د) الحاجة إلى أن تكون مقاومة للطقس (على سبيل المثال، الماء ودرجة الحرارة القصوى والغبار)؛
(ه) مستويات الضوء وتغيراتها؛
(و) سهولة الوصول لأغراض الصيانة؛
(ز) مواصفات الجهة المصنِّعة؛
(ح) مصادر الإنذارات المزعجة المحتملة.

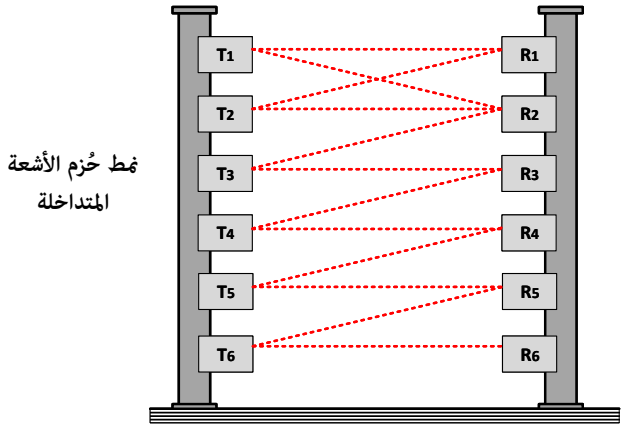
أجهزة الاستشعار النشطة العاملة بالأشعة دون الحمراء

4-87- أجهزة الاستشعار النشطة العاملة بالأشعة دون الحمراء هي أجهزة استشعار نشطة وظاهرة وتتتبع خط البصر ويمكن أن تكون مرتبطة بالسياج، أو قائمة بذاتها، أو تتتبع

اختـراق الحـدود. ولا يتيـح المسـتوى الرأسـي الضيـق الـذي يعمـل فيـه جهـاز الاستشـعار أي تغطيـة حجميـة كبيـرة. ويمكـن اسـتخدام هـذه الأجهـزة عبـر نطاقـات قصيـرة لسـد فجـوات التغطيـة، مثـل البوابـات والأبـواب والمنافـذ. ويمكـن اسـتخدامها أيضـاً فـي تطبيقـات ذات نطاقـات طويلـة تصـل إلـى نحـو 100 متـر.

4-88- وتُرسـل أجهـزة الاستشـعار النشـطة التـي تعمـل بالأشـعة دون الحمـراء حزمـة الأشـعة دون الحمـراء مـن صمـام ثنائـي باعـث للضـوء مـن خـلال عدسـة تسـديد واسـتقبال الحُزمـة من خـلال عدسـة تجميـع تُركـز الطاقـة علـى صمـام ضوئـي ثنائـي. ويستشـعر جهـاز الاستشـعار تغيُّـر طاقـة الحُزمـة المسـتقبلة عندمـا يحجـب جسـم مُعتـم الحزمـة أو يُغيِّـر خصائـص الانعـكاس.

4-89- وعلـى الرغـم مـن أن أجهـزة استشـعار الحُزمـة الواحـدة متاحـة لنُظـم التتبـع مـن نقطـة إلـى نقطـة أخـرى، تُسـتخدم أجهـزة استشـعار الحُـزم المتعـددة فـي العـادة لأن مـن السـهل جـداً التغلـب علـى جهـاز استشـعار الحُزمـة الواحـدة أو تجـاوزه. ويوضـح الشـكل 6 نظـام الاتصـال بيـن نقطتيـن المـزوّد بأجهـزة استشـعار الحُـزم المتعـددة فـي صفيفتيـن عموديتيـن مـن وحـدات الإرسـال (T) ووحـدات الاسـتقبال (R) (يعتمد العـدد والتكويـن المحـدد للوحدات علـى الشـركة المصنِّعـة). ويُطلـق "السـياج" الناتـج عـن عـدة حُـزم إنـذاراً فـي حالـة اعتـراض أي حُزمـة واحـدة. وعـادة مـا تشـمل أجهـزة استشـعار الحُـزم المتعـددة نوعـاً مـن المنطـق الـذي يُطلـق إنـذاراً إذا حـاول الخصـم انتحـال جهـاز اسـتقبال مـن خـلال توجيـه مصـدر آخـر للأشـعة دون الحمـراء إليـه.



الشكل -6- نظام الأشعة الحمراء النشط بين نقطتين باستخدام حُزم متعددة لإنشاء نمط أشعة متشابكة.

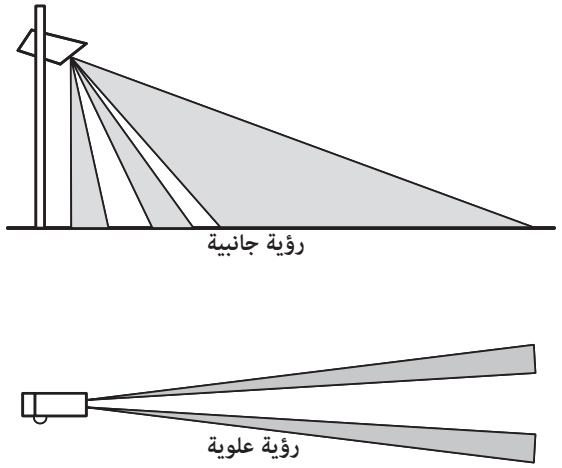
4-90- عند تقليل "الرؤية" بين صفيفتين، وذلك على سبيل المثال بسبب الضباب الجوي أو الثلج أو الدخان أو الغبار، قد ينتج عن النظام إنذارات مزعجة. ويمكن للأجسام المتساقطة أو الحيوانات الصغيرة أو غيرها من الأجسام المتحركة أن تعيق حُزمة الأشعة دون الحمراء بما يكفي لإحداث إنذار.

4-91- وتحتاج أجهزة الاستشعار النشطة العاملة بالأشعة دون الحمراء إلى سطح أرضي مستوٍ لأن الحُزمة تنتقل في خط مستقيم. ويحجب سطح الأرض المحدب انتقال الحُزمة، ويمكن أن يسمح السطح المقعر للخصم بالمرور أسفل الحُزمة بدون استشعاره. ويمكن استخدام أجهزة استشعار التكنولوجيا المزدوجة لمعالجة هذا القيد.

أجهزة الاستشعار الكامنة العاملة بالأشعة دون الحمراء

4-92- أجهزة الاستشعار الكامنة العاملة بالأشعة دون الحمراء هي أجهزة استشعار حجمية كامنة ظاهرة تتبع خط البصر ويمكن أن تكون قائمة بذاتها، وهي الأكثر استخداماً لكشف الحركة الداخلية. وتستشعر هذه الأجهزة ما يحدث من تغييرات في الطاقة الحرارية التي يُسببها على سبيل المثال دخول إنسان إلى نطاق جهاز الاستشعار. ويؤدي ذلك في العادة إلى زيادة في الطاقة الحرارية لأن الخصم يكون أكثر دفئاً من الخلفية؛ في بيئة ذات درجة حرارة عالية، ويمكن أن يستشعر الجهاز أيضاً الخصم عندما يكون أبرد من الخلفية. وتقوم العدسات الخاصة بتركيز حُزمة الأشعة دون الحمراء على كاشف جهاز الاستشعار وإنشاء مجال رؤية محدد: باستخدام عدسات مختلفة، يمكن أن يكون مجال الرؤية واسعاً على مسافة قصيرة أو ضيقاً على مسافة طويلة. وتوفِّر العدسات ذات الزاوية الواسعة استشعاراً حجمياً، وهو ما يحدث داخل الغرفة، في حين أن العدسات ذات الزاوية الضيقة تُستخدم لحماية منطقة ضيقة طويلة، مثل الممرات أو محيط المكان. وتُقسّم العدسات أيضاً مجال الرؤية إلى مناطق حساسة وغير حساسة.

4-93- وينبغي، حيثما أمكن، تركيب أجهزة الاستشعار الكامنة العاملة بالأشعة دون الحمراء بحيث تكون حركة الخصم على الأرجح عبر خط البصر الذي يكون فيه مستوى الحساسية أعلى. ويمكن أن تنطلق الإنذارات المزعجة بسبب الظروف الجوية، وتطاير الحطام، والحيوانات، وقد يكون الاستشعار غير موثوق أثناء هطول الأمطار الغزيرة. وتزداد حساسية جهاز الاستشعار الكامن العامل بالأشعة دون الحمراء عندما تكون الخلفية ذات درجة حرارة مختلفة تماماً عن الخصم. ويمكن أن تتجاوز نطاقات أجهزة الاستشعار 100 متر. ونظراً لأن هذه الأجهزة بصرية، فإن الطريقة الوحيدة للحد من النطاق الأقصى



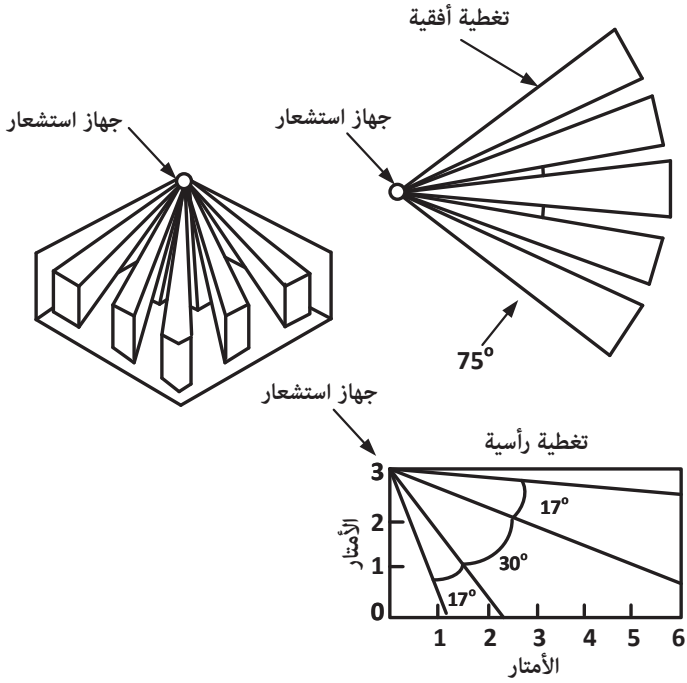
الشكل -7- نطاق أجهزة الاستشعار الكامنة العاملة بالأشعة دون الحمراء.

هـي توجيـه جهـاز الاستشـعار نحـو جسـم مُصمـت، مثـل الأرض، فـي نهايـة منطقـة الاستشـعار المطلوبـة (انظـر الشـكل 7).

4-94- يوضـح الشـكل 8 نمـط أجهـزة الاستشـعار الكامنـة الداخليـة النموذجيـة العاملـة بالأشـعة دون الحمـراء. ويتـم التقسـيم الفرعـي لمجـال الرؤيـة إلـى الأجـزاء الزاويـة المصمتـة الموضحـة بالعدسـة المجزئـة. ويمكـن أن تكـون هـذه العدسـات مـن نـوع عدسـات" فرينـل" التـي توضـع أمـام جهـاز استشـعار كهربائـي حـراري، أو قـد تكـون مـن نـوع المـرآة المجزئـة، التـي تعكـس الطاقـة علـى جهـاز الاستشـعار.

4-95- تكـون أجهـزة الاستشـعار الكامنـة العاملـة بالأشـعة دون الحمـراء أكثـر حساسـية عنـد استشـعارها الحركـة عبـر مجـال الرؤيـة، وتكـون أقـل حساسـية للحركـة المباشـرة باتجـاه جهـاز الاستشـعار أو بعيـداً عنـه (وهـذه هـي الحالـة العكسـية لأجهـزة الاستشـعار التـي تعمـل بالموجـات الدقيقـة)، حيـث ينتـج عـن الحركـة عبـر مجـال الرؤيـة إدخـال مزيـد مـن الأجـزاء فـي مسـافة أقصـر. وينبغـي مراعـاة هـذه الخاصيـة عنـد تحديـد مـكان تركيـب جهـاز الاستشـعار.

4-96- ولتقليـل الإنـذارات المزعجـة الناتجـة عـن التغيُّـرات فـي الحـرارة المنبعثـة مـن الأرض أثنـاء مـرور السُـحب فوقهـا، تقـوم أجهـزة الاستشـعار بمقارنـة الطاقـة الحراريـة المسـتقبلة مـن نمطـي استشـعار علـى شـكل سـتارة. ويـؤدي دخـول إنسـان إلـى منطقـة واحـدة إلـى اختـلال



الشكل -8- نمط أجهزة الاستشعار الكامنة العاملة بالأشعة دون الحمراء (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

التوازن. وينبغي أن تؤثر تغييرات الطقس على كلتا المنطقتين بالتساوي لمنع التسبب في انطلاق إنذار. ويمكن استخدام التطبيق الداخلي فقط كجهاز استشعار واحد.

4-97- ويمكن أن تشمل مصادر الإنذارات المزعجة الأخرى الحشرات على العدسة وغيرها من مصادر طاقة الأشعة دون الحمراء، مثل مصادر الحرارة (على سبيل المثال، المشعاعات، والسخانات، والأنابيب الساخنة(أو الأسطح الساخنة (على سبيل المثال، يمكن لضوء الشمس الذي يمر من خلال النوافذ أن يتسبب في أسطح ساخنة موضعية تُشع الطاقة بالطول الموجي المناسب). ويمكن استخدام أجهزة الاستشعار التي تعمل بالتكنولوجيا المزدوجة لمعالجة هذه القيود.

أجهزة استشعار المجال الكهربائي أو المواسعة

4-98- أجهزة استشعار المجال الكهربائي (بما فيها أجهزة استشعار المواسعة) هي أجهزة استشعار حجمية أو خطية أو نقطية نشطة وظاهرة وتتتبع تضاريس المنطقة ويمكن أن تكون مرتبطة بالسياج، أو قائمة بذاتها، أو تستشعر اختراق المحيط. وتُنشئ أجهزة الاستشعار الداخلية من هذا النوع دائرة كهربائية رنانة بين جسم معدني محمي ووحدة تحكم، مما يجعل منها أجهزة استشعار نشطة. وتصبح السعة الكهربائية بين الجسم المعدني المحمي والأرض جزءاً من السعة الكهربائية الكلية لدائرة مضبوطة في ذراع تذبذبية. وقد يكون تردد التذبذب في الدائرة المضبوطة ثابتاً أو قد يكون متغيراً.

4-99- وفيما يتعلق بالتطبيقات المحيطية، يمكن زيادة حساسية بعض أجهزة استشعار المجال الكهربائي لتوسيع نطاق جهاز الاستشعار ليصل إلى 1 متر بما يتجاوز السلك أو مستوى الأسلاك. ومع ذلك، تؤدي الحساسية العالية في العادة إلى مزيد من الإنذارات المزعجة، ويمكن أن تتأثر أجهزة استشعار المجال الكهربائي بالبرق والمطر وحركة السياج أو الحيوانات الصغيرة. ويمكن أن تتسبب العواصف الجليدية في حدوث أضرار جسيمة للأسلاك والعوازل. ويمكن أن يساعد التأريض الكهربائي الجيد لأجهزة استشعار المجال الكهربائي على تقليل الإنذارات المزعجة، وينبغي أن تكون الأجسام المعدنية الأخرى (مثل السياج) الداخلة في نطاق جهاز الاستشعار مأرضة بصورة جيدة لأن التأريض السيء أو المتقطع يؤدي إلى انبعاث إنذارات مزعجة. ونظراً لأن نطاق جهاز الاستشعار كبير نسبياً ويمتد إلى ما يتجاوز مستوى السياج فإن التغلب على أجهزة استشعار المجال الكهربائي عن طريق الحفر تحت السياج أو المرور فوقه يكون أكثر صعوبة مما في حالة أجهزة الاستشعار الأخرى المرتبطة بالسياج.

4-100- وتوفِّر أجهزة استشعار المجال الكهربائي المثبتة على أعمدة مقامة خصيصاً لهذا الغرض مستوى محسناً من الأداء، إذ يمكن استخدام حساسية أعلى للحصول على نطاق أكبر لجهاز الاستشعار، حيث سينخفض معدل انطلاق الإنذارات المزعجة الناتجة عن حركة السياج.

4-101- ويمكن أيضاً استخدام هذا النوع من أجهزة الاستشعار لاستشعار اختراق الحدود من خلال فتحات المباني القائمة التي تحتوي على تركيبات معدنية، مثل الشبكات وقنوات التهوية وأُطر النوافذ والأبواب.

4-102- وفيما يتعلق بالتطبيقات الداخلية، يمكن استخدام أجهزة استشعار قُرب المجال الكهربائي لحماية الأجسام أو لحماية مناطق محددة داخل المباني (على سبيل المثال، التكنولوجيات الآمنة أو الحساسة في منطقة العمل). وفيما يتعلق بالتطبيقات التي يتعيّن فيها تأريض، يمكن النظر إلى الجسم باعتباره مستوى الأرض. ويمكن تحقيق التأريض عن طريق غطاء المواسعة الكهربائية الملفوف فوق الجسم. وإذا كان الغطاء كبيراً بما يكفي لتغطية الجسم بالكامل فإن أي محاولات للوصول إليه ستؤدي إلى تحريك الغطاء، مما سينتج عنه تغيير في المواسعة الكهربائية وانطلاق الإنذار. ويمكن لهذا النوع من أجهزة الاستشعار كشف تغيُّرات المواسعة الكهربائية الصغيرة، مثل العدد القليل من البيكوفاراد.

4-103- ويمكن أن تتأثر حساسية أجهزة استشعار المجال الكهربائي بالتغيُّرات التي تطرأ على الرطوبة النسبية وقرب الأجسام المعدنية الأخرى من الجسم المحمي. وتؤدي التغيُّرات في الرطوبة النسبية إلى تغيير خصائص العزل وموصلية الهواء. وإذا ضُبطت حساسية الجهاز لاستشعار الخصم عندما يكون على بُعد عدة أمتار من الجسم، قد يكون هذا التغيير في الموصلية كافياً لإطلاق إنذار مزعج. وتتكيَّف أجهزة الاستشعار التي تستخدم دوائر الموازنة الذاتية تلقائياً مع التغييرات في الرطوبة النسبية وقرب الأجسام المعدنية من الجسم المحمي. ويمكن على الرغم من ذلك أن تنطلق إنذارات مزعجة إذا كانت حركة المشاة في المنطقة التي يوجد فيها الجسم كبيرة.

أجهزة الاستشعار بالموجات الدقيقة

4-104- أجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة هي أجهزة استشعار حجمية نشطة أو ظاهرة أو تتتبع خط البصر أو قائمة بذاتها أو تستشعر الحركة الداخلية. وعادة ما تُستخدم هذه الأجهزة الثابتة مع هوائيين متطابقين للموجات الدقيقة على طرفي نقيض من منطقة جهاز الاستشعار. ويتصل هوائي واحد بجهاز إرسال الموجات الدقيقة ويتصل الآخر بجهاز استقبال الموجات الدقيقة. ويكشف المستقبِّل التغيُّرات التي تحدث في طاقة الحُزمة المباشرة بين الهوائيين وإشارات الموجات الدقيقة المنعكسة من الأرض والأجسام الأخرى. وتستجيب أجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة للتغيُّرات التي تطرأ على مجموع المتجهات الخاصة بالإشارة المستقبلة التي تسببها الأجسام المتحركة في ذلك الجزء من الحُزمة المرسلة الموجودة داخل مجال الرؤية الخاص بجهاز الاستقبال. وبالتالي يتسبب الخصم المتحرك في إحداث انعكاسات جديدة عندما يقترب من جهاز الاستشعار أو عندما يحجب الإشارة، ويؤدي إلى زيادة أو تقليل الإشارة

المستقبلة تبعاً لطور الإشارة.

4-105- وتشمل الاعتبارات التي ينبغي مراعاتها عند تحديد معايير الكشف باستخدام الموجات الدقيقة ما يلي:

(أ) ينبغي أن يكون سطح الأرض مستوياً بحيث لا يكون الجسم محمياً من حزمة الموجات الدقيقة، مما يمنع الاستشعار.

(ب) للتغلب على تأثيرات منطقة قدرة الاستشعار المنخفضة في الأمتار القليلة الأولى الواقعة أمام الهوائيات، ينبغي أن تتداخل هوائيات أجهزة الاستشعار المجاورة لتغطية المنطقة.

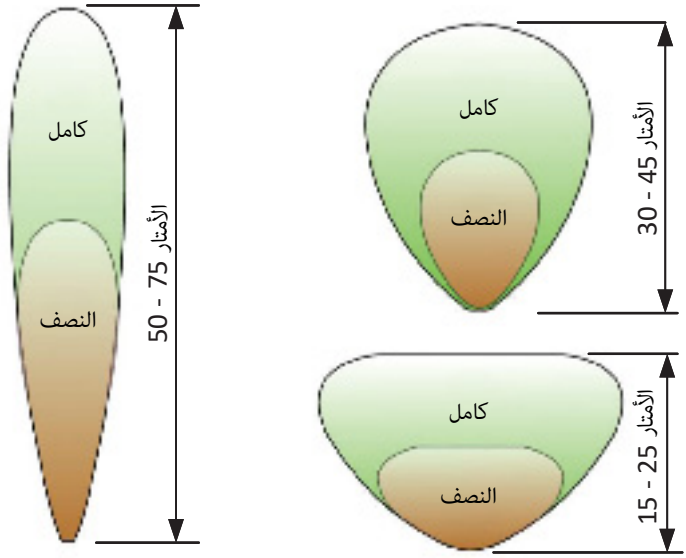
(ج) نطاق الاستشعار الخاص بأجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة الثنائية يكون كبيراً بالمقارنة مع معظم أجهزة استشعار الاقتحام الأخرى: قد يصل المقطع العرضي للنطاق إلى 4 امتار وقد يبلغ عرضه 3 امتار. ويمكن أيضاً تكديس أجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة للحصول على نطاقات استشعار أكبر.

4-106- ويمكن لأجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة أن تتحمل مجموعة كبيرة نسبياً من الظروف البيئية بدون إصدار إنذارات مزعجة. ومع ذلك، ينبغي أن تبقى منطقة الاستشعار خالية من الثلوج والنباتات. ولتقليل الإنذارات المزعجة بسبب الانعكاسات من المياه السطحية (بسبب المطر أو ذوبان الجليد)، ينبغي أن تحتوي الأسطح المستوية الواقعة في منطقة جهاز الاستشعار على منحدر أو وسائل أخرى لتصريف المياه. وغالباً ما يُستخدم الحصى أيضاً لتقليل الإنذارات المزعجة من المياه الراكدة.

4-107- وينبغي أن يكون المرسِّل والمستقبل في جهاز الاستشعار الذي يعمل بالموجات الدقيقة الأحادية الهوائي في نفس الوحدة. وتنطلق طاقة الموجات الدقيقة ذات الترددات الراديوية في شكل نبضات من جهاز الإرسال، ويستشعر المستقبل ما يطرأ من تغييرات في الحُزمة المنعكسة. وتتسبب حركة الخصم في تغييرات طفيفة في الترددات المنعكسة وتؤدي بالتالي إلى انطلاق إنذار. ويتسم هذا النوع من أجهزة الاستشعار بأن 'مداه محكوم ببوابة'، مما يعني أن المشغِّل يمكنه ضبط المدى الذي إذا تجاوزته الحركة فإنها لا تتسبب في انطلاق إنذار. وتُستخدم التركيبات الأحادية الهوائي في العادة في حجم ثابت (على سبيل المثال، ممر) أو عبر البوابات والمنافذ.

4-108- ويعتمد الكشف على إزاحة دوبلر بين الإشارة المرسلة والإشارة المستقبلة الناتجة عن جسم متحرك داخل مجال الطاقة. وتُعتبر أجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة الأحادية الهوائي أكثر حساسية للحركة التي تكون متجهة نحو جهاز الاستشعار أو التي تكون متجهة بعيدة عنه لأن هذا يزيد من التغيير في تردد الموجات الدقيقة. ومن المثالي وضع هذه الأجهزة بحيث تكون حركة الخصم بالنسبة لنقاط الدخول المرجحة نحو الأجسام المحمية تقريباً باتجاه جهاز الاستشعار أو بعيداً عنه. ويكون شكل منطقة الاستشعار محكوماً بتصميم الهوائي (انظر الشكل 9).

4-109- يمكن تحديد بوابة المدى لتقييد مسافة الكشف الفعال، ولا سيما إذا كان جهاز الاستشعار سيُستخدم في موقع يمكن أن تخترق فيه طاقة الموجات الدقيقة جدران المنطقة أو الغرفة المراد حمايتها. وستخترق الموجات الدقيقة معظم أنواع الزجاج والجص والجبس والخشب الرقائقي وغيرها من المواد المستخدمة عادة في الجدران. ويمكن أن يُسبب ذلك تداخلاً غير مرغوب فيه مع أجهزة الاستشعار. ويمكن أن تتسبب الأجسام المعدنية، مثل قطع الأثاث الكبيرة أو الشاشات أو الأسوار الواقعة داخل المنطقة المحمية، في 'مناطق ظل' تكون فيها التغطية غير كاملة.



الشكل -9- أنماط الكشف النموذجية الخاصة بالموجات الدقيقة الأحادية.

4-110- وفيما يتعلق بالتطبيقات الداخلية، من المثالي تركيب أجهزة الاستشعار التي تعمل بالموجات الدقيقة بالقرب من سقف المنطقة المراد حمايتها وتوجيهها في اتجاه التغطية المرجوة، ولكن بعيداً عن الأجسام المعدنية التي يمكن أن تعكس طاقة الموجات الدقيقة وتتسبب في انطلاق إنذارات مزعجة.

أجهزة استشعار الحركة بالفيديو

4-111- أجهزة استشعار الحركة بالفيديو هي أجهزة استشعار كامنة، وظاهرة أو مخفية، وقائمة بذاتها أو حجمية لتتبع الحركة الداخلية. وهذه الأجهزة تُعالج إشارات الفيديو المنبعثة من كاميرات الدوائر التليفزيونية المغلقة، التي تُستخدم في المواقع الداخلية والخارجية. وتُثبت هذه الكاميرات في العادة على الأبراج أو الأسقف أو الجدران لكشف المنطقة محل الاهتمام، ويمكن استخدامها بالاقتران للاستشعار والمراقبة وتقييم الإنذارات وكتسجيل للفيديو. ويمكن أن تحتاج كاميرات النهار التي تعمل باستمرار إلى إضاءة اصطناعية.

4-112- ويمكن إضافة أجهزة استشعار للحركة بالفيديو مع إمكانية تحليل الفيديو (وحدات نموذجية للأجهزة، وأجهزة وبرمجيات حاسوبية لمعالجة إنذارات الفيديو) إلى نُظم الكاميرات التناظرية أو الرقمية التي تستخدم الكاميرات التي تعمل في ضوء النهار، والكاميرات التي تعمل بالأشعة المقاربة للأشعة دون الحمراء، والتصوير الحراري، وطرق العرض بزاوية 360 درجة. وهذه التكنولوجيا نمطية ويمكن تثبيتها إما مع الكاميرا أو في وحدة الإنذار المركزية.

4-113- وتستشعر أجهزة استشعار الحركة بالفيديو أي تغيير في مستوى إشارة الفيديو لجزء محدد من المشهد المعروض. واعتماداً على التطبيق، يمكن أن يكون هذا الجزء مستطيلاً كبيراً أو مجموعة من النقاط المنفصلة أو شبكة مستطيلة من النقاط.

4-114- وتزداد احتمالات استشعار هذه الأجهزة للحركة عبر مجال الرؤية في اتجاه الكاميرا أو بعيداً عنها. ومن المثالي أن تكون خلفية منطقة الكشف محايدة اللون، بحيث يكون من السهل اندماج الخصم مع الخلفيات الفاتحة جداً أو الداكنة جداً. ويمكن أيضاً أن تنخفض احتمالات الاستشعار أثناء ظروف الرؤية المنخفضة، مثل ظروف الضباب والثلج والأمطار الغزيرة.

4-115- وتشمل المصادر المحتملة للإنذارات المنزعجة التي تنطلق من أجهزة استشعار

الحركة بالفيديو المستخدمة في الهواء الطلق حركة حامل الكاميرا غير المستقر، والتغيُّرات في الضوء الناتجة على سبيل المثال عن عمليات السحب، والأجسام العاكسة والمصابيح الأمامية للمركبات، والأجسام المتحركة، مثل الطيور والحياة البرية الأخرى، والحطام المتطاير، وهطول الأمطار على الكاميرا أو بالقرب منها. ويمكن تقليل بعض مصادر الإنذارات المزعجة عن طريق استخدام شاشة للحد من مجال الرؤية الذي تغطية الكاميرا.

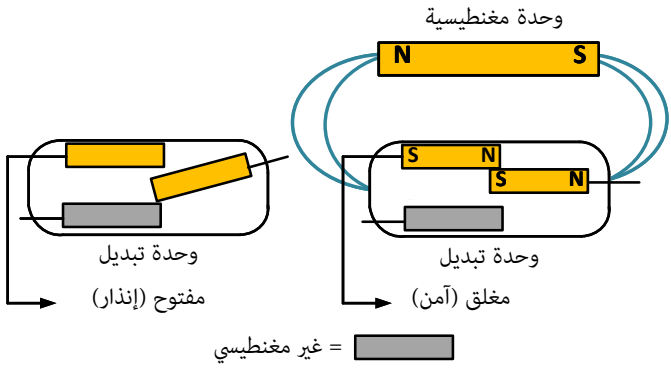
أجهزة استشعار الاهتزاز

4-116- أجهزة استشعار الاهتزاز هي أجهزة استشعار خطية كامنة ظاهرة يمكن أن تكون سلكاً مدفوناً أو مرتبطة بسياج أو تستشعر اختراق المحيط. وتشمل أجهزة استشعار الاهتزاز الداخلية أجهزة استشعار كسر الزجاج. وتستشعر هذه الأجهزة حركة السطح المتصلة به: أي الارتطام على السطح الذي يتسبب في اهتزازه بتردد معيّن تبعاً لتشييده، وتبعاً بدرجة أقل للجسم الذي يُسبب الارتطام. وتُصمم أجهزة استشعار الاهتزاز للاستجابة للترددات المرتبطة بأحداث الكسر والدخول، مثل الدخول القسري (الذي يزيد في العادة على 4 كيلوهرتز)، ولتجاهل اهتزازات المبنى العادية، مثل الاهتزازات الناتجة عن أجهزة تكييف الهواء أو التدفئة.

4-117- ويمكن أن تولِّد أجهزة استشعار الاهتزاز إنذارات مزعجة إذا كانت مثبتة على الجدران أو الهياكل المعرضة للاهتزازات الخارجية، ولا يُنصح باستخدامها على الهياكل المعرضة للاهتزازات الشديدة المتكررة (الناتجة على سبيل المثال عن الآلات الدوارة). ومع ذلك، إذا كانت الهياكل معرضة لارتطامات عرضية، يمكن أن تكون أجهزة استشعار الاهتزاز فعالة إذا زوِّدت بمراكم نبضي أو دائرة عداد.

أجهزة الاستشعار الكهروميكانيكية

4-118- أجهزة الاستشعار الكهروميكانيكية هي أجهزة استشعار نشطة أو كامنة، وتكون ظاهرة أو مخفية أو نقطية لاستشعار اختراق الحدود وتطبيقات استشعار الأجسام. والنوع الأكثر شيوعاً هو مفتاح بسيط نسبياً يستخدم في العادة لاستشعار فتح الأبواب والنوافذ. ومعظم مفاتيح التبديل من هذا النوع تكون مغنطيسية وتتألف من وحدة تبديل ووحدة مغنطيسية. ويبين الشكل 10 مفتاح تبديل من ريشة مغنطيسية ومكوناته في وضعي الإغلاق والفتح.



الشكل -10- مفتاح تبديل الريشة المغنطيسية.

4-119- تثبت وحدة التبديل التي تحتوي على مفتاح من ريشة مغنطيسية، على الجزء الثابت من الباب أو النافذة. وتُثبت الوحدة المغنطيسية التي تحتوي على مغنطيس دائم، على الجزء المتحرك من الباب أو النافذة، بجدار وحدة التبديل عند إغلاق الباب أو النافذة. ويُضبط التباعد بين وحدة التبديل والوحدة المغنطيسية بحيث يتسبب المجال المغنطيسي للمغنطيس الدائم في تبديل الريشة لتكون في وضع الإغلاق (أو الوضع الآمن). ويؤدي فتح الباب أو النافذة إلى تحريك المغنطيس بعيداً، مما يؤدي إلى انخفاض في المجال المغنطيسي وحركة المفتاح إلى وضع الفتح (أو الإنذار).

4-120- ويمكن إضافة مغنطيس تحييدي إضافي للتعديل من أجل المساعدة في منع التغلب على جهاز الاستشعار: ويُشار حينئذ إلى مفتاح التبديل باعتباره مفتاح تبديل مغنطيسي متوازن. وتشمل الاختلافات الأخرى مفتاح الريش المتعددة والمغنطيس المتعدد، وأجهزة استشعار انهيار الجهد والانصهار، والعُلب المدرعة، مما يزيد من تعقد الوحدة ويجعل التغلب عليها أكثر صعوبة. وتحتوي بعض النماذج أيضاً على ميزات تجعلها ذاتية الاختبار.

4-121- ويحتوي مفتاح تأثير هول على مفاتيح تبديل الريشة الميكانيكية، ويحتاج إلى توصيله بمصدر للقوى. والغرض منه هو توفير مستوى أمان أعلى من المفاتيح المغنطيسية المتوازنة. وعلى غرار مفاتيح التبديل المغنطيسية الأخرى، يتألف هذا المفتاح من وحدة تبديل ووحدة مغنطيسية، ولكن تشغيله يعتمد على أجهزة تأثير هول في وحدة التبديل التي تقيس شدة المجال المغنطيسي للوحدة المغنطيسية. وفي حالة حدوث تغييرات كافية في المجال المغنطيسي، ينطلق إنذار. وتوفِّر كل من مفاتيح

التبديل المغنطيسية المتوازنة وأجهزة استشعار تأثير هولحماية أفضل ضد التلاعب والتغلب، بما في ذلك محاولات التلاعب والتغلب من جانب الأطراف الداخلية، مقارنة بمفتاح التحويل المغنطيسي البسيط.

أجهزة الاستشعار بالتصوير الحراري

4-122- أجهزة الاستشعار بالتصوير الحراري هي أجهزة استشعار كامنة أو مخفية أو تتتبع خط البصر أو قائمة بذاتها أو حجمية داخلية لاستشعار الحركة. وتسمح كاميرات التصوير الحراري بالتعرف على أنواع مختلفة من الخصوم وتحديدها، حتى في الظروف الجوية أو ظروف الإضاءة غير المواتية وعلى مسافات مختلفة.

ملخص تكنولوجيا أجهزة الاستشعار

4-123- يُلخص الجدول 1 تكنولوجيات أجهزة استشعار الاقتحام المختلفة وفقاً لأنماط التشغيل المختلفة ونوع جهاز الاستشعار وتطبيقاته.

تقييم الإنذارات

4-124- تتمثل الخطوة النهائية في عملية الكشف في تقييم الإنذار، ويشمل ذلك ما يلي:

(أ) تحديد سبب كل إنذار يُطلقه جهاز الاستشعار؛
(ب) تحديد ما إذا كان الإنذار ناتجاً عن خصم أم أنه إنذار مزعج (على سبيل المثال، إنذار بريء بسبب حدث بيئي أو إنذار كاذب)؛
(ج) إذا تأكد سبب الإنذار باعتباره ناتجاً عن خصم، يتم توفير معلومات عن الخصم، مثل: من وماذا وأين ومتى وكم.

4-125- ويعتمد تقييم الإنذار على الموظفين المدربين بمساعدة تكنولوجيات الفيديو والإضاءة والاتصالات المناسبة.

الجدول 1 - أنواع أجهزة الاستشعار وتطبيقاتها النموذجية

الجدول 1 - أنواع أجهزة الاستشعار وتطبيقاتها النموذجية (تابع)

جهاز الاستشعار	الطريقة[أ]	نوع جهاز الاستشعار[ب]	التطبيق[ج]
جهاز الاستشعار	الطريقة[أ]	نوع جهاز الاستشعار[ب]	التطبيق[ج]
الخارجي			
الارتجاجات	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي	سلك مدفون، تتبع تضاريس المنطقة
المجال المغنطيسي	جهاز استشعار نقطي	حجمي	سلك مدفون، تتبع تضاريس المنطقة، مرتبط بالسياج
سلك متحد المحور مزوّد لمنافذ	نشط	حجمي	سلك مدفون، تتبع تضاريس المنطقة
ألياف بصرية	نشط، جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي	سلك مدفون، تتبع تضاريس المنطقة، مرتبط بالسياج، تتبع تضاريس المنطقة مرتبط بالسياج
حساس للانفعال	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي	قائم بذاته، تتبع تضاريس المنطقة
صوتي	نشط	حجمي	
راداري	نشط	جهاز استشعار خطي، حجمي	
رادار ليزري	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي، حجمي	
حساس للضغط		جهاز استشعار خطي	
داخلي			
الضغط	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار نقطي	اختراق الحدود, استشعار الأجسام
قطع الأسلاك	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي	اختراق الحدود
كسر الزجاج	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي	اختراق الحدود

الجدول 1 - أنواع أجهزة الاستشعار وتطبيقاتها النموذجية (تابع)

جهاز الاستشعار	الطريقة[أ]	نوع جهاز الاستشعار[ب]	التطبيق[ج]
كلا النوعين			
نشط يعمل بالأشعة دون الحمراء	نشط	جهاز استشعار خطي، حجمي	اختراق الحدود، قائم بذاته، مرتبط بالسياج، خط البصر
كامن يعمل بالأشعة دون الحمراء	جهاز استشعار نقطي	حجمي	قائم بذاته، حركة داخلية، خط البصر
المجال الكهربائي	نشط	جهاز استشعار خطي، جهاز استشعار نقطي، حجمي	اختراق الحدود، قائم بذاته، مرتبط بالسياج
المواسعة	نشط	حجمي	اختراق الحدود، قائم بذاته، مرتبط بالسياج
الموجات الدقيقة	جهاز استشعار نقطي	حجمي	قائم بذاته، حركة داخلية، خط البصر
استشعار الحركة بالفيديو	جهاز استشعار نقطي	حجمي	قائم بذاته، حركة داخلية
الاهتزاز	نشط، جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي	سلك مدفون، اختراق الحدود، مرتبط بالسياج
كهروميكانيكي	جهاز استشعار نقطي	جهاز استشعار خطي، جهاز استشعار نقطي	اختراق الحدود، استشعار الأجسام
تصوير حراري		حجمي	قائم بذاته، حركة داخلية، خط البصر

أ كامنة (A)، نشطة (P).

ب جهاز استشعار خطي (L)، جهاز استشعار نقطي (P)، جهاز استشعار حجمي (V).

ج خط مدفون (BL)، اختراق الحدود (BP)، التعليق الحر (F)، السياج المرتبط (FA)، والحركة الداخلية (IM)، خط البصر (LOS)، الجسم (O)، تتبع التضاريس (TF).

4-126- ويمكن تقييم الإنذارات باستخدام الأدلة المرئية المستمدة من تكنولوجيات الفيديو و/أو الموظفين. وتعتمد هاتان الطريقتان المستخدمتان في التقييم على الإضاءة المناسبة وخطوط البصر المناسبة. ويمكن أن يؤدي استخدام التقييم بالفيديو إلى تقليل وقت التقييم النموذجي وبالتالي تقليل مدة التصدي الإجمالية.

4-127- ويشمل استخدام التقييم بالفيديو في العادة مخرجات الكاميرات الثابتة التي تسمح بتسجيل الأحداث وإعادة التشغيل الفوري وإيقاف الحركة، ومن الكاميرات ذات التحكم اليدوي أو باستخدام البحث الذكي (على سبيل المثال، التحرك التلقائي للإشارة إلى موقع الحركة المستشعرة).

4-128- ويشمل التقييم الذي يجريه الموظفون استخدام ملاحظات الحراس أو قوات التصدي أو غيرهم من الموظفين، بالاعتماد على خطة أمن المرفق. وقد يلزم إجراء تقييم من جانب الموظفين إذا كان نظام التقييم بالفيديو غير قابل للتشغيل (على سبيل المثال بسبب الصيانة أو ظروف الطقس غير المناسبة) أو إذا كان غير مناسب لحالة معيّنة، أو في حالة عدم وجود مثل هذا النظام. ويعتمد التقييم الذي يجريه الموظفون على تواجد موظفين في المكان المناسب الذي يسمح لهم بالملاحظة، وتقل أيضاً احتمالية التقييم الصحيح من جانب الموظفين كلما ازدادت المدة التي يستغرقها الوصول إلى الموقع. فإن احتمالية التقييم ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار عند تحديد احتمالية الكشف.

4-129- ويمكن لتكنولوجيات تحديد أولويات الإنذار أن تساعد في تقييم الإنذارات. وعند انطلاق عدة إنذارات متزامنة، قد يكون نظام الإنذار قادراً على تحديد أولويات الإنذارات تلقائياً بحسب ترتيب الأهمية بالنسبة لمحطة الإنذار المركزية.

تكنولوجيا الفيديو

4-130- تشمل أمثلة تطبيقات تكنولوجيا الفيديو ما يلي:

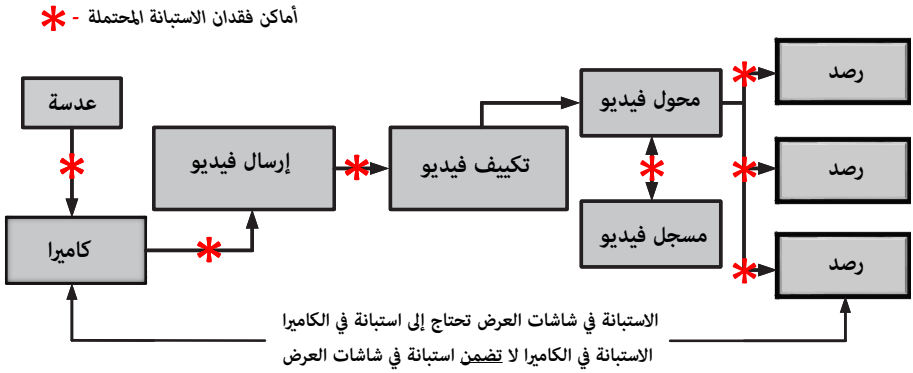
(أ) تقييم الإنذار لتحديد التهديد الذي يتعرض له المرفق بدقة وفي الوقت المناسب. ويُمكِّن ذلك من الشروع في التصدي المناسب عند اللزوم.
(ب) كشف الاختراق، بما في ذلك استخدام أجهزة استشعار الحركة بالفيديو وكاميرات المراقبة.
(ج) مراقبة دخول الأفراد والمركبات. ويمكن استخدام برمجيات التعرف على الأشخاص من سمات وجوههم لدعم التعرف على الأفراد. ويمكن لتكنولوجيات الفيديو أن تدعم أيضاً تشغيل معدات الأمان عن بُعد (مثل البوابات الآلية أو معدات إيقاف المركبات).
(د) كشف المواد المحظورة، بما يشمل معدات المراقبة تحت المركبات وكاميرات التفتيش بالمنظار.
(ه) الوعي بالحالة السائدة لتوفير معلومات لقوات التصدي عن إجراءات الخصم وموقعه أثناء الهجوم.
(و) توفِّر صور الفيديو السابقة على وقوع الحدث معلومات عن الفترة السابقة على انطلاق الإنذار وأثناء انطلاقه، لاستخدامها في تقييم الإنذار.

(ز) توفِّـر صـور الفيديـو بعـد وقـوع الحـدث معلومـات عـن الخصـم وأي أدوات يحملهـا الخصـم ويمكـن أن توفِّـر إشـارات توضـح هـدف الخصـم، ممـا قـد يسـاعد قـوات التصـدي علـى اعتـراض الخصـم.

(ح) يمكـن اسـتخدام مقاطـع الفيديـو المسـجلة (السـابقة للحـدث واللاحقـة لـه) بعد كشـف الحـدث، لدعـم التحقيقـات والملاحقـة القضائية.

4-131- ولكـي تكـون هـذه التطبيقـات المختلفـة فعالـة، فإنهـا تحتـاج إلـى درجـات مختلفـة مـن اسـتبانة الفيديـو. وتُحـدِّد اسـتبانة الفيديـو مـدى إمكانيـة رؤيـة التفاصيـل فـي الصـورة، وتعتمـد علـى مكونـات نظـام الفيديـو (بمـا فـي ذلـك العدسـة، والكاميـرا، ونظـام الانتقـال، ومعـدات التسـجيل، وضغـط البيانـات، والشاشـة التـي تُعـرض عليهـا مخرجـات الفيديـو). ويمكـن فقـدان الاسـتبانة فـي عـدة نقـاط مـن النظـام (الشـكل 11). وينبغـي اختبـار نظـام الفيديـو علـى فتـرات متكـررة للتحقـق مـن أن توليفـة المكونـات توفِّـر الاسـتبانة اللازمـة فـي جميـع ظـروف التشـغيل (علـى سـبيل المثـال اختـلاف نسـق المكونـات أو تقلّـب عـرض النطـاق). وينبغـي أن يُحـدد نـوع التقييـم الـذي يُسـتخدم فيـه موقـع معيّـن للكاميـرا مسـتوى الاسـتبانة المطلوبـة، وينبغـي اختيـار النظـام لتوفيـر هـذه الاسـتبانة.

4-132- تتمثـل مسـتويات الاسـتبانة العامـة التـي ينبغـي أن تؤخـذ فـي الاعتبـار مسـتويات اسـتبانة الكشـف، والتصنيـف، والتعـرف علـى الهويـة، علـى الرغـم مـن أن هـذه المسـتويات مـن الاسـتبانة تعتمـد أيضـاً علـى مـا يـراد تقييمـه ومسـتوى التقييـم المطلـوب (علـى سـبيل المثـال، تصنيـف صـورة علـى أنهـا صـورة إنسـان وليسـت صـورة حيـوان يحتـاج إلـى اسـتبانة أقـل مـن التعـرف علـى هويـة إنسـان محـدد).



الشكل -11- رسم بياني لنظام الكاميرا يوضح أماكن فقدان الاستبانة.

4-133- وينبغي تقييم المستوى العام لاستبانة النظام من خلال مراعاة الكاميرا والعدسة ونظام إرسال الفيديو ونظام تسجيل الفيديو وطرق الضغط واستبانة شاشة العرض. ويمكن أن توفِّر نُظم فيديو الأمان المتاحة تجارياً استبانة منخفضة تصل إلى 10 بكسل/متر، ولكن هذه الاستبانة لا تكفي في العادة لأغراض الحماية المادية. ولا تتوقف استبانة الفيديو الكافية فقط على عدد البكسلات لكل متر، بل تعتمد أيضاً على عوامل مثل حجم مستشعر خلية التصوير، ومجال الرؤية، والخلفية، وعرض النطاق الترددي. وتعتمد الاستبانة المطلوبة على الغرض. وبشكل عام، تُقترح استبانة قدرها 25 بكسل/متر لاستشعار وجود جسم في منطقة محل اهتمام. وتتيح زيادة الاستبانة إلى نحو 125 بكسل/متر تصنيف الجسم، وتوفِّر بالتالي معلومات كافية لتحديد ما هو موجود بحسب الفئة (حيوان، أو حطام متطاير، أو شخص). ومن المرجح أن يحتاج تحديد هوية شخص ما إلى استبانة أعلى تبلغ نحو 250 بكسل/متر للتعرف على شخص بعينه بالاستناد إلى تفاصيل المظهر.

الكاميرات

4-134- تتمثل الوظيفة الأساسية للكاميرا في تحويل صورة بصرية لمشهد مادي إلى إشارة كهربائية (فيديو)، مناسبة للإرسال إلى موقع آخر لعرضها. وتُستخدم معظم الكاميرات مكونات صلبة، وتشمل مجموعة متنوعة من السمات التي تحقق المستوى الأمثل للصورة التي تكونها الكاميرا. وتُحدد الشركة المصنّعة نسق الصور التي تكونها الكاميرا واستبانة تلك الصور.

4-135- وينبغي تركيب الكاميرات على برج ثابت أو على ارتفاع متوافق مع الاستخدام المتوخى للنظام. وعلى سبيل المثال، يمكن تركيب كاميرا التعرف على الأشخاص من سمات وجوههم بارتفاع الرأس، بينما يمكن تركيب الكاميرا المستخدمة لمراقبة منطقة ما على ارتفاع كبير لتوفير رؤية ممتدة. وتشمل الاعتبارات التي ينبغي مراعاتها عند تركيب الكاميرات مجال الرؤية، والأجسام الموجودة في مجال الرؤية، وإمكانية الوصول إلى الكاميرا لصيانتها (على سبيل المثال، استخدام الأبراج القابلة للطي) والحماية من الخصوم، سواءً في الداخل أو من الخارج ومن الشمس. وعلى سبيل المثال، يمكن حماية الكاميرات من الخصوم الداخليين والخارجيين عن طريق وضعها بين الأسوار الخارجية والداخلية وجعل الوصول إلى هذه المنطقة مقصوراً على أفراد الصيانة المأذون لهم. وقد يكون من الصعب التخفيف من آثار شروق الشمس وغروبها نظراً لتغيُّر أوقات الشروق والغروب. ويمكن أن يساعد تركيب الكاميرات في موضع أعلى وتوجيهها إلى

الأسـفل أن يسـاعد علـى تخفيـف هـذه التأثيـرات، ولكنـه سـيؤدي إلـى جعـل طـول منطقـة الاستشـعار أقصـر.

4-136- ومـن خـلال التحكـم فـي قزحيـة العدسـة ومـدة التعـرض وتضخيـم الإشـارة الإلكترونيـة، تُنتـج معظـم الكاميـرات صـورة لمتوسـط سـطوع المشـهد. وتعمـل النقـاط المضيئـة فـي مجـال رؤيـة الكاميـرا علـى زيـادة متوسـط السـطوع ممـا يـؤدي بالكاميـرا إلـى التعويـض عـن طريـق تقليـل متوسـط إشـارة الفيديـو الخارجـة. ويـؤدي ذلـك إلـى جعـل الأجزاء الأكثـر قتامـة فـي الصـورة مظلمـة أكثـر مـن الـلازم. ويكـون عـدد وكثافـة المناطـق السـاطعة والمظلمـة فـي مجـال رؤيـة الكاميـرا والتـي يمكـن للكاميـرا تعويضهـا محـدود: ويُعـرف ذلـك بالمـدى الدينامـي للكاميـرا.

4-137- وفـي ظـروف الإضـاءة المنخفضـة، تعـوِّض معظـم الكاميـرات تلقائيـاً نقـص الإضـاءة عـن طريـق زيـادة مـدة التعـرض (التحكـم فـي الغالـق) وزيـادة إشـارة المضخـم، مـع مراعـاة مسـتوى السـطوع الإجمالـي الـذي يحـدده المسـتخدم. وتعـوِّض الكاميـرات المـزودة بعدسـات قزحيـة تلقائيـة مـا يحـدث مـن تغيُّـر فـي مسـتويات الضـوء عـن طريـق فتـح قزحيـة العدسـة أو غلقهـا. وتسـمح بعـض الكاميـرات الرقميـة للمسـتخدم ببرمجـة تعويـض مسـتوى الإضـاءة. ويمكـن أيضـاً تحديـد أولويـة التحكـم فـي القزحيـة والتحكـم فـي الغالـق وزيـادة إشـارة المضخـم للتحكـم فـي الإضـاءة.

4-138- ويمثـل معـدل تتابـع الأُطـر عـدد الأُطـر الفرديـة أو الصـور فـي كل ثانيـة مـن الفيديـو. وأمـا سـرعة الغالـق فهـي زمـن تعـرض كل إطـار للضـوء علـى حـدة. وإذا كانـت سـرعة الغالـق أكبـر مـن الـلازم، سـيؤدي ذلـك إلـى تعتيـم الصـورة فـي الإطـار. وينبغـي أن يزيـد مقـام سـرعة الغالـق بمقـدار الضعـف تقريبـاً علـى عـدد الأُطـر التـي تُسـجل فـي الثانيـة.

4-139- ويـؤدي اسـتخدام التحكـم فـي الغالـق لتعويـض الإضـاءة المنخفضـة إلـى زيـادة مـدة التعـرض للضـوء. وتـؤدي مـدة التعـرض الطويلـة إلـى صـور مشوشـة للأجسـام المتحركـة، بينمـا تـؤدي زيـادة إشـارة المضخـم لإشـارات الضـوء المنخفضـة جـداً إلـى زيـادة تحبـب الصـورة، وكلاهمـا غيـر مسـتحب فـي التقييـم المسـتند إلـى الفيديـو. وغالبـاً مـا يُشـير مصنعـو الكاميرات إلـى حساسـية الكاميـرا لظـروف الاختبـار المختلفـة وإعـدادات بارامتـرات الكاميـرا، بمـا فـي ذلـك الحـد الأدنـى لمسـتوى الإضـاءة فـي خليـة التصويـر فـي الكاميـرا، وهـو مـا يُنظـر إليـه باعتبـاره يوفِّـر صـورة قابلـة للاسـتخدام. وهـذه المواصفـات فـي الكاميـرا لا تأخـذ فـي الاعتبـار انخفـاض مسـتوى الإضـاءة الـذي تسـببه عدسـة الكاميـرا، وبالتالـي فـإن كميـة الضـوء التـي لا

بـد مـن دخولهـا إلـى العدسـة لتحقيـق الحـد الأدنـى مـن مسـتوى الإضـاءة فـي خليـة التصويـر يمكـن أن تكـون أعلـى بكثيـر مـن المسـتوى المحـدد. وقـد لا توثـق أيضـاً ظـروف الإضـاءة والمشـهد الـذي تحـدّد فيـه حساسـية الكاميـرا فـي مواصفـات الكاميـرا. وبالإضافـة إلـى الحـد الأدنـى لمسـتوى الإضـاءة، يلـزم توفيـر المعلومـات التاليـة:

(أ) ظـروف مخرجـات الفيديـو (علـى سـبيل المثـال مخرجـات الكاميـرا، وزيـادة الإشـارة، ومـدة التعـرض)؛
(ب) نفاذيـة العدسـة (أي النسـبة المئويـة للضـوء السـاقط الـذي يظهـر فـي مقدمـة العدسـة التـي تمـر عبرهـا إلـى خليـة التصويـر)؛
(ج) الرقـم البـؤري للعدسـة (f-number) (أي مقـدار الضـوء الـذي يصـل إلـى خليـة التصويـر وتحـدده قزحيـة العدسـة أو فتحتهـا)؛
(د) انعـكاس مشـهد الاختبـار (أي النسـبة المئويـة للضـوء السـاقط علـى مشـهد مرتـد إلـى مصـدره).

4-140- وفـي بعـض الحـالات، يمكـن أن تكـون الحساسـية التـي تُطالـب بهـا الشـركة المصنعـة غيـر واقعيـة، ويمكـن أن تُشـير إلـى أداء أفضـل ممـا يمكـن تحقيقـه فـي الإنشـاءات الفعليـة. ويمكـن أن يُسـاهم ارتفـاع مسـتوى انعـكاس المشـهد غيـر الواقعـي وأوقـات التعـرض الطويلـة بشـكل غيـر مقبـول، وحجـم فتحـة العدسـة الـذي لا يمكـن تحقيقـه عمليـاً (رقـم f منخفـض) فـي زيـادة الحساسـية التـي تُلاحـظ فـي الاختبـارات مقارنـة بالظـروف الحقيقيـة. وعـادة مـا تُحـدد هـذه البارامتـرات مـن خـلال توجيـه الكاميـرا إلـى مشـهد ثابـت: إذا أُخـذت فـي الاعتبـار أيضـاً الحاجـة إلـى مراقبـة فعالـة للحركـة، قـد تكـون حساسـية الكاميـرا الفعليـة أقـل بكثيـر ممـا تدعيـه الشـركة المصنعـة.

4-141- تتسـم خلايـا التصويـر فـي الكاميـرات بحساسـيتها لمنطقـة معيّنـة مـن الطيـف الكهرومغنطيسـي. وإذا كان طيـف الإخـراج (اللـون) لمصـدر الإضـاءة والاسـتجابة الطيفيـة لخلية التصويـر فـي الكاميـرا غيـر متوافقيـن، سـتكون هنـاك حاجـة إلـى زيـادة الضـوء لتوفيـر إضـاءة مناسـبة، أو سـتكون هنـاك حاجـة إلـى مصـدر ضـوء مختلـف. وسـتؤثر الاختلافـات الماديـة بيـن خلايـا التصويـر تأثيـراً معاكسـاً علـى أداء الكاميـرا فـي الإضـاءة المنخفضـة (الحساسـية)، وذلـك فـي العـادة بمعامـل اثنيـن.

4-142- وينبغـي أن تكـون خليـة التصويـر فـي الكاميـرا حساسـة للـون الضـوء الناتـج عـن مصـدر الإضـاءة. ويلـزم تقليـل الإضـاءة فـي حالـة الكاميـرات التـي تنتـج صـوراً بالأبيـض والأسـود

مقارنة بكاميرات الصور الملونة لإنتاج نفس المستوى من مخرجات الفيديو. وفي حالة استخدام مصدر طاقة مقاربة للأشعة دون الحمراء، يمكن للكاميرا التي تنتج صوراً بالأبيض والأسود توفير صور فيديو مرئية حتى لو لم يكن ضوء الأشعة دون الحمراء القريب مرئياً للعين البشرية.

4-143- وعند استخدام نُظم الفيديو في تقييم الإنذارات، من المثالي استخدام أكثر من كاميرا لتقييم الإنذار. وعلى سبيل المثال، إذا كان جهاز الاستشعار المحيطي يغطي مسافة طويلة، قد يكون من الضروري وجود عدد من الكاميرات للسماح بتقييم الإنذارات في منطقة الكشف بأكملها. وقد يكون التمشيط التلقائي للكاميرات في مناطق الكشف المجاورة مفيداً أيضاً، ولا سيما عندما تتداخل نطاقات تغطية أجهزة الاستشعار.

4-144- وينبغي أيضاً مراعاة العوامل المؤثرة على قابلية الكاميرا للتشغيل. وعلى سبيل المثال، يمكن استخدام آلية لتسخين الوعاء الواقي للكاميرا في المناخ الشديد البرودة للحفاظ على درجة حرارة دنيا. وقد يلزم أيضاً اتخاذ تدابير لمنع تراكم الثلج والجليد اللذين قد يؤثران على أداء الكاميرا.

4-145- وتستخدم بعض نُظم الإنذار بالفيديو عدداً أقل من الكاميرات، ولكنها تستخدم حوامل قابلة للإمالة وعدسات تقريب (يشار إليها في كثير من الأحيان باسم كاميرات تقريب متحركة) ويمكن إعادة توجيه هذه الكاميرات بسرعة لعرض المنطقة التي يحدث فيها الإنذار وذلك غالباً في غضون ثانية أو أقل. وكان التحكم في النُظم الأقدم يتم يدوياً، ولكن نُظم التقريب المتحركة يمكن برمجتها باستخدام إعدادات مسبقة تجعل الكاميرا تتحول تلقائياً إلى مشهد الإنذار بمجرد تلقي الإنذار. ويمكن أن يسمح ذلك بتغطية ما يصل إلى أربع أو خمس مناطق إنذار بكاميرا واحدة. غير أن سرعة رد الفعل تكون حاسمة الأهمية. وإذا كان رد فعل الكاميرا شديد البطء، قد يخرج الخصم من مجال الرؤية قبل أن تُركز الكاميرا على منطقة الإنذار.

4-146- وهناك بعض العيوب الهامة المرتبطة باستخدام هذا النهج. وإذا انطلقت عدة إنذارات في آن واحد داخل المناطق التي تغطيها كاميرا تقريب متحركة واحدة، لن يتمكن النظام من تسجيل جميع هذه المشاهد، ويلزم ترتيب الأولويات لتحديد الإنذار الذي ستدور الكاميرا لعرضه. ويؤدي أيضاً استخدام كاميرات التقريب المتحركة إلى الحيلولة دون تسجيل الإنذار المسبق، إذ من المستبعد أن تكون الكاميرا موجهة إلى مصدر الإنذار قبل الإنذار مباشرة. وأخيراً، قد يحتاج الحامل الميكانيكي القابل للإمالة إلى مزيد من الصيانة

والإصلاحـات المتكـررة.

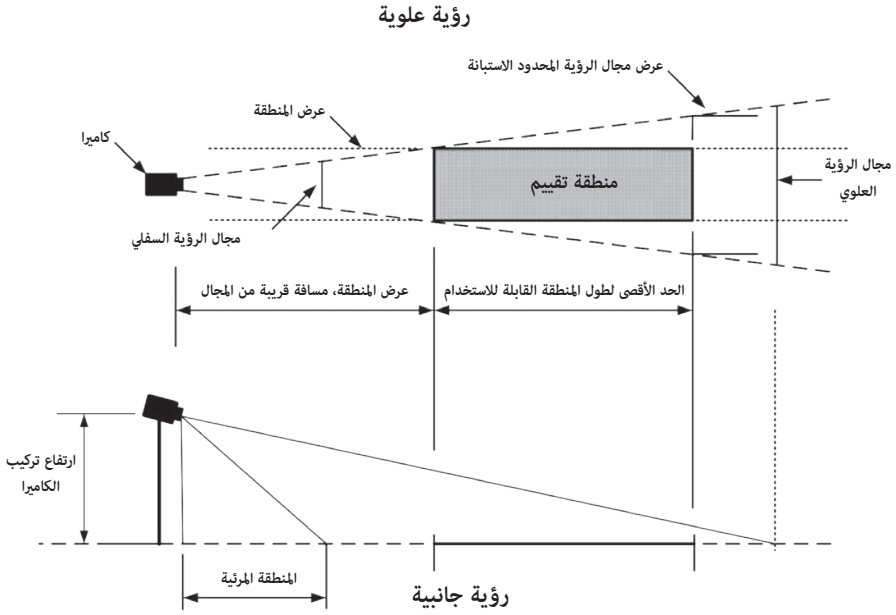
4-147- وينبغـي اسـتخدام الكاميـرا الثابتـة بـدلاً مـن كاميـرات التقريـب المتحركـة لتقييـم حـالات الكشـف الفـوري، ولكـن يمكـن أن تكـون كاميـرات التقريـب المتحركـة مفيـدة لمراقبـة الحـدث أو المنطقـة بعـد انطـلاق الإنـذار. وهـذه الكاميـرات مفيـدة أيضـاً عنـد تعقـب خصـم خـارج موقـع الإنـذار.

4-148- ويمكـن أيضـاً اسـتخدام كاميـرات التصويـر الحـراري كجـزء مـن نظـام الدوائـر التليفزيونيـة المغلقـة. وتسـمح هـذه الكاميـرات بكشـف أنـواع مختلفـة مـن الأجسـام والتعـرف عليهـا وتحديدهـا فـي الظـروف الجويـة وظـروف الإضـاءة غيـر المواتيـة علـى مسـافات مختلفة.

العدسات

4-149- تمثـل البارامتـرات الرئيسـية لاختيـار عدسـات الكاميـرا متغيـرات مترابطـة (مثـل الشـكل، والبُعـد البـؤري، ومجـال الرؤيـة، والرقـم البـؤري. ويعتمـد اختيـار القيـم علـى أهـداف المصمـم، بمـا فـي ذلـك الطريقـة التـي سـيتفاعل بهـا نظـام الفيديـو مـع سـائر نُظـم الأمـن. ويُحـدد الرقـم البـؤري وإعـدادات القزحيـة المنطقـة التـي سـتكون فـي بـؤرة العدسـة، وهـو مـا يُعـرف أيضـاً باسـم عمـق المجـال. وبالنسـبة لأي كاميـرا، تحتـاج منطقـة التقييـم إلـى أن تكـون فـي البـؤرة، أو أن يكـون لهـا عمـق مجـال يسـمح بالحصـول علـى صـور بالاسـتبانة اللازمـة فـي جميـع ظـروف الإضـاءة.

4-150- ويمكـن للسـمات الأخـرى أن تُعـزز أداء العدسـة. وتحتـوي بعـض العدسـات علـى عناصـر تحكـم تلقائيـة فـي فتحـة القزحيـة، بمـا فـي ذلـك مرشـحات الكثافـة المحايـدة فـي وسـط العدسـة، وتعمـل هـذه المرشـحات مـع دائـرة الكاميـرا للسـماح بالتعديـل التلقائـي لمسـتويات الضـوء. ويسـمح ذلـك بزيـادة تقليـل الضـوء السـاطع عندمـا تكـون فتحـة القزحيـة أصغـر مـن مرشـح الكثافـة المحايـدة. وتحتـوي بعـض العدسـات علـى طبقـات طـلاء خاصـة لتحسـين أو تنقيـة بعـض أطـوال موجـات الضـوء لتحسـين أداء العدسـة لأغـراض محـددة. وعلـى سـبيل المثـال، تعمـل بعـض العدسـات علـى تعزيـز نقـل الأشـعة المقاربـة للأشـعة دون الحمـراء (أطـوال موجيـة تتـراوح بيـن 800 و1100 نانـو متـر)، ويمكـن اسـتخدامها بواسـطة الكاميـرات الرقميـة.



الشكل -12- هندسة منطقة تقييم المحيط.

4-151- وينبغي اختيار العدسات لتوفير الاستبانة ومجال الرؤية الضروريين. وعندما يُصمم نظام الفيديو لمراقبة محيط المنطقة، يمكن استخدام 'تقريب المسافة والعرض' لتحديد أقصى طول للمنطقة يمكن تقييمه باستخدام كاميرا وعدسة معيّنة (انظر الشكل 12). وعادة ما يكون مجال الرؤية السفلي (الذي يظهر في العادة في الجزء السفلي من الشاشة) أضيق من عرض المنطقة، ويكون مجال الرؤية العلوي في العادة أوسع من مجال الرؤية المحدود الاستبانة. ولا يمكن للكاميرا رؤية المنطقة غير المرئية الواقعة بين الكاميرا ومجال الرؤية السفلي.

نظام نقل الفيديو

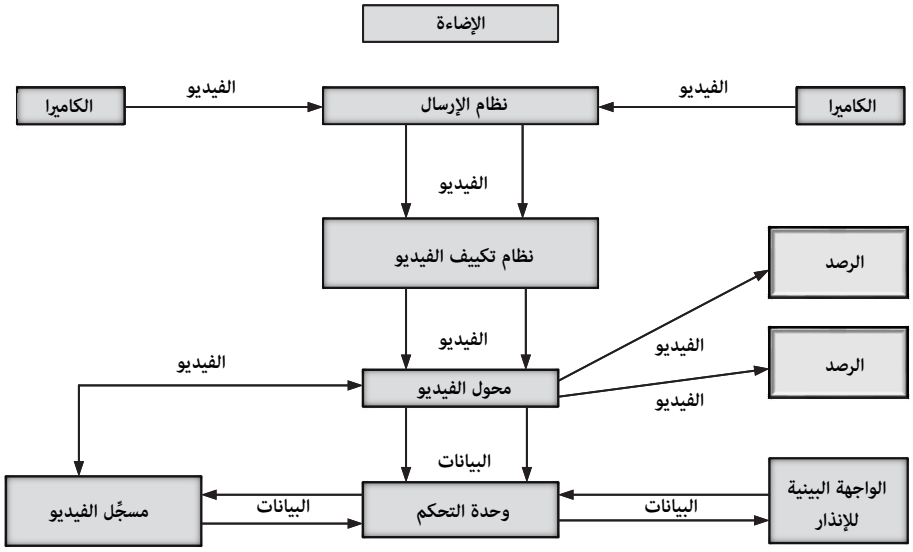
4-152- تتمثل وظيفة نظام نقل الفيديو في ربط الكاميرات بمحطة الإنذار المركزية التي تحتوي على شاشات عرض الفيديو بدون أي تأثيرات غير مرغوب فيها على إشارة الفيديو. ويتكون أي نظام نموذجي من كاميرات ونُظم نقل بأسلاك أو بدون أسلاك، ومعدات معالجة، ومكونات تخزين وعرض. وبالنسبة لغالبية التطبيقات، سيلزم أيضاً وجود نظام للإضاءة. ويمكن أن تكون نُظم الفيديو تناظرية أو رقمية أو يمكن أن تجمع

بيـن الاثنيـن.

4-153- ويمكـن ربـط نقـل الفيديـو مـن عـدة كاميـرات بعـدة طـرق، وذلـك علـى سـبيل المثـال مـن خـلال مـا يلـي:

(أ) كبل متحد المحور (رقمي وتناظري)؛
(ب) الألياف البصرية (الرقمية والتناظرية)؛
(ج) وصـلات الموجـات الدقيقـة أو النُظـم البصريـة (الأشـعة دون الحمـراء) أو غيرهـا مـن النُظـم غيـر السـلكية الأخـرى (الرقميـة أو التناظريـة)؛
(د) اتصال بالشبكة (رقمي).

4-154- ويوضـح الشـكل 13 نظامـاً تناظريـاً ينبغـي أن تكـون فيـه لشاشـة العـرض اسـتبانة متطابقـة بشـكل وثيـق مـع اسـتبانة الكاميـرات المسـتخدمة فـي نظـام التقييـم. وفيمـا يتعلـق بالنُظـم الرقميـة، ينبغـي ألا تقـل اسـتبانة شاشـة العـرض عـن اسـتبانة خليـة التصويـر الموجـودة داخـل الكاميـرا.



الشكل -13- المكونات التناظرية لنظام الفيديو.

4-155- يُجهز في العادة النظام الرقمي باستخدام مكونات (كاميرات، وأجهزة تخزين، وشاشات عرض) متصلة بشبكة. ويحتاج مصممو النظام إلى اختيار نظام تناظري أو رقمي للحصول على جودة الصورة (بما في ذلك الاستبانة)، والتوافر والموثوقية اللازمين للتطبيق. ويتناول القسم 6 الاعتبارات الأمنية الخاصة بشبكات نقل الفيديو.

4-156- وينبغي مراعاة سعة الشبكة الرقمية عند تصميم ذلك النظام. ويؤثر عدد الكاميرات ومعدل تتابع الأُطر واستبانة الصور المعروضة على فعالية نظام الفيديو: وكلما ازداد عدد الكاميرات المتصلة بالشبكة وكلما زاد معدل تتابع الأُطر للكاميرات، ازدادت احتمالية بطء الفيديو أو 'تجمده'. ويمكن لتكنولوجيات الضغط الرقمي أن تُحسن سعة الشبكة، ولكنها تؤثر في العادة تأثيراً سلبياً على الاستبانة في شاشة العرض.

4-157- ويستخدم الإرسال عبر الأسلاك إما إشارات كهربائية محمولة بواسطة كبل نحاسي أو إشارات بصرية محمولة بواسطة كبلات الألياف البصرية. وقد يؤدي استخدام الكبلات النحاسية (على سبيل المثال المتحدة المحور) إلى بعض التدهور في الإشارة إذا لم يتم تكييفها مع معادلات التيار أو محولات العزل أو المشابك. وبالمقارنة، فإن كبلات الألياف البصرية تفقد الإشارة بدرجة أقل، ولكنها قد تحتاج إلى مكونات إضافية للتحويل التناظري - الرقمي للإشارة.

4-158- ويمكن أن تؤدي الحلقات الأرضية والضوضاء المستحثة والتغيُّر المفاجئ بسبب الصواعق، إلى إتلاف المعدات الكهربائية، ولكن ذلك لا يحدث مع كبلات الألياف البصرية. ولا يحتاج النقل عبر الألياف البصرية إلى تكييف الإشارة مع معادلات أو محولات عزل أو مشابك، ولكنه قد يحتاج إلى مكررات الإشارة لتوفير قوة إشارة كافية للكبلات الطويلة جداً.

4-159- ويستخدم العديد من نُظم الفيديو التناظرية القديمة كاميرات أكثر من شاشات العرض في محطة الإنذار المركزية، ولذلك تُستخدم معدات تبديل الفيديو لتوصيل إشارات فيديو متعددة بجهاز واحد أو أكثر من جهاز من أجهزة المراقبة (شاشات العرض، ومسجلات الفيديو). وعادة ما يتفاعل نظام استشعار الإنذار المتصل بنظام التبديل بحيث يؤدي الإنذار في أي منطقة إلى عرض تلقائي لمخرجات الكاميرا على شاشة موضوعية.

4-160- وفيما يلي أنواع نُظم التحويل التناظرية:

(أ) التبديل اليدوي باستخدام ملامسات أزرار الضغط، بحيث توجه إشارة الفيديو عبر جهاز التحويل بدون تكييف أو توقيت إلكتروني.
(ب) التبديل التسلسلي الذي تُمسح فيه جميع مخرجات الكاميرا تسلسلياً، ويتم ذلك في العادة بمعدل مسح ضوئي قابل للتعديل أو مدة عرض كل صورة.
(ج) التبديل المفعَّل الذي تُرسل فيه إشارة الفيديو من الكاميرا إلى منطقة الإنذار تلقائياً إلى مخرجات الفيديو بغض النظر عن المدخلات المختارة قبل تفعيل الإنذار.
(د) التحويل عن بُعد الذي يشمل تحويلات متعددة، وبعضها يتم عن بُعد قبل وصول الإشارات إلى محطة الإنذار المركزية.

4-161- وتستخدم النُظم الحديثة برمجيات التوزيع الرقمي المتعدد لإدارة صور الكاميرات. وتُمثل وحدة التوزيع المتعدد جهازاً يختار واحدة من عدة إشارات داخلة تناظرية أو رقمية ويعيد توجيه هذه المدخلات كإشارة خارجة واحدة.

تسجيل الفيديو

4-162- توفِّر نُظم تسجيل الفيديو معلومات تاريخية لدراستها لاحقاً، بما يشمل استخدام إعادة التشغيل الفوري وإيقاف التشغيل للمساعدة على التقييم وتوفير مسار للتدقيق. ويمكن أن تستخدم نُظم تسجيل الفيديو إما مسجلات تناظرية (أي شرائط فيديو) أو مسجلات رقمية. ويمكن أيضاً استخدام التسجيلات الرقمية للتقييم الآني.

4-163- ويُحدد عدد الكاميرات وعدد الأُطر المسجلة في الثانية (التي تتراوح في العادة بين إطارين و30 إطاراً في الثانية) لكل كاميرا على حدة، واستبانة هذه الصور ومدة التخزين، سعة التخزين اللازمة لتسجيلات الفيديو. ويحتاج مقدار البيانات المسجلة إلى توفير توازن بين احتياجات نظام الفيديو لاستخدامه في التقييم وسعة التخزين المتاحة. وعلى سبيل المثال، تدعم جودة الفيديو الكلية العالية التشغيل المباشر للتقييم الآني، وقد تسمح الصور العالية الاستبانة بتحديد الخصم (بدلاً من الإشارة ببساطة إلى وجود خصم)، وقد يساعد معدل تتابع الأُطر المرتفع في تقييم الإجراء الذي يقوم به طرف داخلي، ولكنها تحتاج جميعاً إلى مزيد من البيانات لتخزينها. ويمكن لنُظم إدارة الفيديو ضغط بيانات الفيديو للتخزين، ويمكنها ضبط جودة صور الفيديو تلقائياً بين

حـالات الإنـذار (معـدلات تتابـع أُطـر واسـتبانة عاليـة) والحـالات العاديـة (معـدلات تتابـع أُطـر واسـتبانة منخفضـة).

4-164- ويمكـن التحكـم فـي مسـجلات الفيديـو الرقميـة باسـتخدام نظـام حاسـوبي يتفاعـل مـع وظيفـة مراقبـة إنـذارات أجهـزة الاستشـعار الخاصـة بنظـام الحمايـة الماديـة، بحيـث يمكـن توجيـه المسـجّل لتشـغيل الفيديـو قبـل وبعـد الإنـذار مـن الكاميـرا التـي تغطـي المنطقـة التـي يقـع فيهـا جهـاز الاستشـعار عندمـا ينطلـق إنـذار.

4-165- ويمكـن تقليـل حجـم ملفـات الفيديـو المخزّنـة عـن طريـق تقليـل مـدة التسـجيل ومعـدل تتابـع الأُطـر وضغـط الملفـات. ولعـرض صـورة مسـجلة مضغوطـة، يتـم فـك ضغـط الملـف أولاً، ولكـن التفاصيـل فـي الصـورة المأخـوذة مـن الملـف الـذي يتـم فـك ضغطـه قـد تتدهـور مقارنـة بالصـورة الأصليـة قبـل الضغـط. وبالتالـي فـإن الجـودة الكليـة للصـورة المأخـوذة مـن بيانـات الفيديـو المسـجلة هـي دالـة لاسـتبانة الكاميـرا ومعـدل تتابـع الأُطـر واسـتبانة الصـورة الملتقطـة ومقـدار الضغـط المسـتخدم.

4-166- وينبغـي تثبيـت شاشـات عـرض فيديـو كافيـة فـي محطـة الإنـذار المركزيـة للسـماح بالتقييـم الفعـال والسـريع دون تدخـل مـن عناصـر التحكـم والمخرجـات الأخـرى فـي النظـام.

4-167- وتُمثـل وحـدة التحكـم فـي الفيديـو الواجهـة الرئيسـية بيـن نظـام الحمايـة الماديـة المترابـط ونظـام الفيديـو. وتتحكـم هـذه الوحـدة تلقائيـاً فـي مدخـلات ومخرجـات وحـدة التوزيـع المتعـدد، وتتتبـع المسـجل، وتعـرض المشـاهد علـى شاشـة العـرض. ويمكـن أن تكـون وحـدة التحكـم فـي الفيديـو جـزءاً مـن برمجيـة وجهـاز الإنـذار والاتصـال والعـرض، وتُشـكل فـي العـادة جـزءاً لا يتجـزأ مـن نُظـم التسـجيل الرقميـة والشـبكية.

تكنولوجيا الإضاءة

4-168- يلـزم وجـود إضـاءة أمنيـة كافيـة للمناطـق أو الهيـاكل التـي تُشـكل محيـط المرفـق النـووي، حيـث تُسـتخدم نُظـم كشـف الاقتحـام وتقييـم الإنـذارات. ويمكـن أيضـاً اسـتخدام الإضـاءة للسـماح بتقييـم الإنـذارات فـي مناطـق، مثـل المناطـق الحيويـة ومناطـق تخزيـن المـواد النوويـة والمناطـق الداخليـة، أو المناطـق التـي توجـد فيهـا مرافـق أو بنيـة أساسـية حيويـة للحمايـة الماديـة.

4-169- وتوفّر الإضاءة الأمنية إضاءة لما يلي:

(أ) الدوائر التلفزيونية المغلقة (بما في ذلك أجهزة استشعار الحركة بالفيديو) للكشف (وخاصة تقييم الإنذارات) ومراقبة الخصوم؛
(ب) ردع الخصوم؛
(ج) مناطق الإخفاء المحتملة؛
(د) نقاط مراقبة الدخول (على سبيل المثال، للسماح للأفراد والمركبات بالتعرف على المواد المحظورة وكشفها)؛
(هـ) أنشطة قوات الحراسة والتصدي.

4-170- وتُساعد الإضاءة الأمنية على حماية الحراس وقوات التصدي عن طريق تقليل احتمالات اختفاء الخصم. وعندما تكون الإضاءة الأمنية ضعيفة، يمكن استخدام أعمدة أمنية إضافية ودوريات، وأجهزة رؤية ليلية أو غيرها من الترتيبات الأخرى.

4-171- وينبغي مراعاة التباين بين الخصم والخلفية عند التخطيط لنظام إضاءة أمنية. وعلى سبيل المثال، يمكن للألوان الفاتحة على الأجزاء السلفية من المباني والهياكل أو على سطح الأرض أن تجعل من السهل رؤية الخصم الذي يرتدي ملابس داكنة.

4-172- وينبغي التخطيط لأي نظام إضاءة مقترح بالاقتران مع نُظم الأمن الأخرى، بما في ذلك الدوائر التليفزيونية المغلقة ونُظم كشف الاقتحام. ويمكن أن يؤثر استخدام الإضاءة الأمنية أيضاً على الأمان النووي أو الصحة والأمان التقليديين، وينبغي فهم هذه الواجهات والأولويات المرتبطة بها. وينبغي اتخاذ ترتيبات لضمان الإبلاغ عن أعطال الإضاءة وتصحيحها في الوقت المناسب. وتُطلق بعض النُظم إنذارات عند حدوث أعطال في الإضاءة.

4-173- وفي الحالات التي لا تتوافر فيها إضاءة أو لا يمكن استخدامها، يمكن استخدام كاميرا تصوير حراري. ويستخدم هذا النوع من الكاميرات الإشعاع الحراري المنبعث من الأجسام لتكوين صورة بدون إضاءة: تُطلق جميع الأجسام إشعاعات حرارية غير مرئية، وتبدو الأجسام ذات درجات الحرارة الأعلى (مثل جسم الإنسان) أكثر إشراقاً في الصورة مقارنة بالأجسام الأكثر برودة. وتبدو الصورة التي تتكون في العادة مثل صورة بالأبيض والأسود، على الرغم من أن بعض النُظم تستخدم ألواناً مختلفة على الصورة لتمثيل درجات الحرارة المختلفة.

4-174- وإذا كانت القوانين أو السياسات البيئية المحلية تتطلب قيام المشغِّل بتخفيض استهلاك القوى أو استخدام مستويات إضاءة أقل، يمكن النظر في استخدام الكاميرات التي تعمل في الإضاءة المنخفضة، وأجهزة الإضاءة المخفية التي تعمل بالأشعة دون الحمراء ونُظم الإضاءة التي يتم تنشيطها بالحركة، ونُظم الصمام الثنائي الباعث للضوء كبدائل موفّرة للطاقة.

أنواع نُظم الإضاءة

4-175- ينبغي اختيار نوع نظام الإضاءة تبعاً للمتطلبات الأمنية للمرفق. ويمكن استخدام أربعة نُهج أساسية للإضاءة الأمنية: المستمرة، والاحتياطية، والمتحركة، والطارئة.

4-176- وتُمثل الإضاءة المستمرة أكثر أنواع الإضاءة الأمنية شيوعاً. وتُرتب مجموعة من الأضواء الثابتة لإضاءة منطقة معيّنة باستمرار أثناء ظروف الإضاءة المنخفضة، مع وجود أقماع متداخلة من الضوء. وأما الإضاءة الاحتياطية فلها نسق مشابه ولكن الأضواء تكون في العادة مطفأة أثناء ساعات الظلام ويتم تشغيلها تلقائياً أو يدوياً عندما يشتبه الحراس في حدوث نشاط مشبوه أو عند كشفه بواسطة أجهزة استشعار الاقتحام. وفي حالة استخدام هذا النوع من الإضاءة، ينبغي توخي العناية في التعامل معها، ويمكن أن يكون لها تأثيرات غير مرغوبة (مثل تحذير الخصوم من كشف وجودهم). وتتكون الإضاءة المتحركة من مجموعات متكاملة من الأضواء والمولدات المتحركة التي تعمل يدوياً ويمكن تشغيلها أينما ومتى دعت الحاجة، خلال ساعات الظلام أو في غيرها. وعادة ما يُستخدم هذا النوع من النُظم لتكميل الإضاءة المستمرة أو الاحتياطية أو كتدبير تعويضي. ويمكن أن تُكرر الإضاءة الطارئة أياً من النُظم المذكورة أعلاه أو جميعها، ولكنها تعمل عندما يتعطل مصدر القوى العادي أو عندما تؤدي ظروف أخرى إلى تعطيل نظام الإضاءة العادي. وتعتمد الإضاءة الطارئة على مصدر قوى بديل غير متقطع، مثل المولدات أو البطاريات المثبتة أو المحمولة.

الاستضاءة

4-177- يمكن أن تكون الاستضاءة طبيعية أو اصطناعية وتقاس بالشمعة المعيارية. ويمكن للعين البشرية، عندما تتعود على مستويات الإضاءة المنخفضة، وفي ظل التباين الجيد بين الهدف والخلفية، أن ترى خصماً بمستوى إضاءة يبلغ 1 شمعة تقريباً، ولكن هناك حاجة إلى مزيد من الاستضاءة بشكل كبير للتعرف على الشخص, وتحتاج العين

البشرية في العادة إلى ما يتراوح بين 5 و20 دقيقة للتكيُّف مع مستويات الاستضاءة المنخفضة، تبعاً لعمر الشخص، وينبغي أن يؤخذ ذلك في الاعتبار عند التخطيط لاستراتيجية دوريات الحراسة.

4-178- ولضمان انعكاس الاستضاءة الطبيعية الكافية على الكاميرا أثناء ظروف الإضاءة المنخفضة وضمان احتمالات تباين الخصوم بدرجة كافية مع الخلفية، ينبغي أن يكون سطح الأرض لمنطقة التقييم عاكساً بدرجة كافية.

4-179- وتُقاس الاستضاءة والانعكاسات في العادة باستخدام مقياس ضوئي على مسافة محددة من منطقة التقييم، وهي تتراوح في العادة بين 15 و30 سنتيمتراً فوق سطح الأرض. ويُحسب متوسط الاستضاءة في المنطقة التي يغطيها عدد من الأضواء من خلال عدة قياسات في مواقع على مسافات متساوية عبر المنطقة. ويُعرف هذا المقياس باسم 'استضاءة المشهد الأفقية' أو تُسمى ببساطة 'استضاءة المشهد'.

4-180- وينبغي أن يكون متوسط استضاءة المشهد كافياً لدعم تقييم الفيديو والتقييم البصري الذي يجريه الحراس وقوات التصدي. ومن ذلك على سبيل المثال، بالنسبة لمنطقة خالية من العوائق، يمكن أن يوفِّر متوسط استضاءة المشهد الذي يبلغ 10 شمعات معيارية مع سطح أرضي بنسبة انعكاسية تتراوح بين 25 و35 في المائة ضوءً كافياً لأغراض التقييم.

4-181- وتؤثر نسبة الإضاءة إلى الظلمة داخل منطقة ما أيضاً على القدرة على التقييم. ويحتوي الشكل 14 على نسبة إضاءة إلى ظلمة تبلغ تقريباً 20: 1، وتظهر فيه نقاط غير مرئية كبيرة. ويتم تقليل ذلك بدرجة كبيرة في الشكل 15 الذي تبلغ فيه نسبة الإضاءة إلى الظلمة 4: 1 تقريباً. وعادة ما توفِّر الإضاءة التي تبلغ فيها نسبة الإضاءة إلى الظلمة 6: 1 أو أقل تبايناً كافياً لأغراض التقييم. وينبغي أن يحتوي 75 في المائة على الأقل من مجال رؤية الكاميرا على الحد الأدنى من متوسط الاستضاءة على الأقل ونسبة مقبولة من الإضاءة إلى الظلمة.

4-182- وبالنظر إلى أن معظم تطبيقات الإضاءة تستخدم المصابيح التي تولِّد ضوءً مرئياً، يمكن حدوث أخطاء في تقدير الضوء المطلوب إذا لم يؤخذ في الاعتبار طيف خلية التصوير الموجودة في الكاميرا والذي يمتد إلى جزء الأشعة دون الحمراء من الطيف.

الشكل -14- مشهد بنسبة إضاءة إلى ظلمة مرتفعة تقارب 20: 1. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

الشكل -15- مشهد بنسبة إضاءة إلى ظلمة منخفضة تقارب 4: 1. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

نسق توزيع الإضاءة

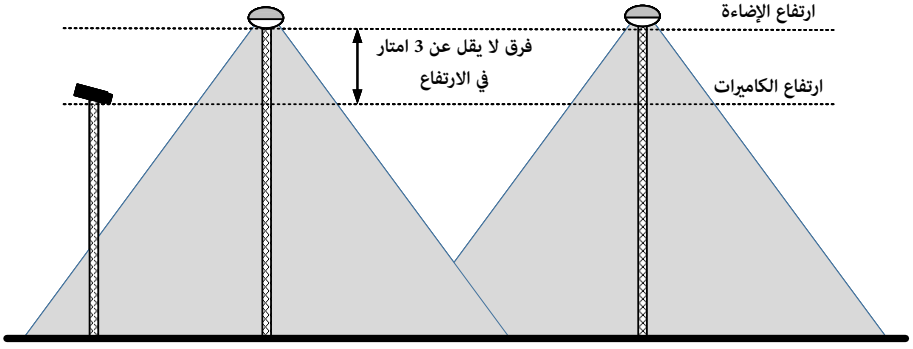
4-183- من المثالي لمنع الكاميرات من أن تكون موجهة مباشرة إلى مصدر الضوء أن توضع جميع تركيبات الإضاءة فوق الكاميرا وخارج مجال الرؤية (انظر الشكل 16) ولتجنب التأثيرات المحتملة للتشتت العكسي للغبار أو الضباب، ينبغي عدم تركيب مصدر الضوء فوق الكاميرا مباشرة. ويمكن للواقي الشمسي الذي يمتد إلى ما وراء زجاج

الغطاء الأمامي للوعاء الواقي للكاميرا أن يساعد أيضاً في تقليل هذه التأثيرات. وينبغي أن تكون أعمدة إضاءة المحيط واقعة داخل المحيط، بحيث لا يمكن للخصم استخدامها لتجاوز السياج المحيط.

4-184- يمكن استخدام نمذجة نظام إضاءة مقترح لتقدير مستويات استضاءة المشهد ونسبة الإضاءة إلى الظلمة. ومن المثالي اختبار تصميم نظام الإضاءة مادياً قبل التثبيت في الشكل النهائي لإضاءة المحيط. ويمكن إجراء هذا الاختبار عن طريق تثبيت ما لا يقل عن خمسة تركيبات (للإنشاءات المؤلفة من صف واحد) وقياس الاستضاءة بناءً على المعايير المقترحة أعلاه.

4-185- ومن المحتمل أن يكون تعديل نظام الإضاءة برمته بعد تثبيته ضرورياً لتحقيق الأداء المطلوب. وعلى سبيل المثال، غالباً ما يظهر اختبار الكاميرا انعكاسات أو نقاط مضيئة غير محددة مسبقاً تحتاج إلى تصحيح.

4-186- وينبغي النظر في نسق مماثل لتوزيع الإضاءة في التطبيقات الداخلية. وتسمح مستويات الإضاءة الداخلية العادية باستخدام كاميرا فيديو ذات حساسية أقل مما تتطلبه التطبيقات الخارجية. ويمكن أن تستخدم داخلياً مصادر الإضاءة بالأشعة المقاربة للأشعة دون الحمراء لتوفير مقياس لدرجة إخفاء المراقبة بالفيديو.



الشكل -16- فرق الارتفاع المقترح بين الإضاءة الخارجية والكاميرات.

4-187- ينبغي أن تفي إضاءة المحيط بمتطلبات محددة تبعاً لما إذا كان المحيط معزولاً أو شبه معزول أو غير معزول. ويمثل المحيط المصور المعزول خطوط سياج حول المنطقة التي يقع فيها السياج على بعد 30 متراً أو أكثر من المباني أو مناطق التشغيل. ويمثل محيط السياج شبه المعزول خطوط سياج تكون فيها مناطق الاقتراب خالية من العوائق لمسافة تتراوح بين 20 و 30 متراً خارج السياج. ويمثل محيط السياج غير المعزول خطوط سياج متاخمة مباشرة لمناطق التشغيل. وعلى سبيل المثال، يمكن التحكم في الإضاءة بحيث يخيم الظلام النسبي على طرق دوريات الحراسة أثناء إضاءة المنطقة أو المنطقة الخاضعة للمراقبة. وينبغي مراعاة متطلبات الأمان الخاصة بالدولة أو المشغل عند تسيير دوريات الحراسة في مناطق ذات مستويات إضاءة منخفضة (على سبيل المثال لتجنب أخطار العثرات).

4-188- وتختلف متطلبات إضاءة نقاط التحكم في الدخول. وتحتاج نقاط التحكم في دخول المشاة المزودة بالموظفين إلى إضاءة كافية للتمكين من التعرف على الأفراد وفحص أوراق الاعتماد. ويمكن أن تختلف متطلبات نقاط الدخول التي تحتوى على نظم آلية للتحكم في الدخول. ويمكن أن تحتاج مداخل المركبات إلى إضاءة إضافية لتسهيل تفتيش المركبات والتعرف على هوية الركاب. ويمكن أن يكون لنقاط الدخول الأقل استخداماً نفس مستويات الإضاءة المستخدمة في المحيط، مع خيار زيادة المستويات عند الحاجة. وستحتاج نقاط الحراسة في نقاط التحكم في الدخول إلى مستويات إضاءة داخلية تمكن الحراس من رؤية المركبات والمشاة عند اقترابهم، مع تقليل مدى قدرة الأشخاص بالخارج على الرؤية داخل المبنى.

4-189- ويمكن أن تحتاج مناطق وهياكل أُخرى داخل محيط المرفق إلى إضاءة، مثل المناطق المفتوحة، ومساحات التخزين، ومناطق العمل، والأرصفة، والأحواض، وغيرها من المناطق والهياكل الحساسة، ويمكن أن يكون لكل منها متطلبات إضاءة خاصة بها. وينبغي في العادة إضاءة المناطق المفتوحة ومساحات التخزين الخارجية (مثل مناطق تخزين المواد، وجوانب السكك الحديدة، ومواقف السيارات) للسماح للحراس في الدوريات برؤية كافية للمنطقة. وينبغي في العادة أن تكون إضاءة المنطقة المفتوحة المجاورة للمحيط متوافقة مع متطلبات نفس المحيط. وينبغي أن توفر الإضاءة في أماكن التخزين الخارجية إضاءة مناسبة في الممرات والتجاويف للتخلص من المناطق المظلمة التي يمكن أن يختبئ فيها الخصم.

4-190- وتلـزم الاسـتضاءة بصفـة خاصـة فـي المناطـق القريبـة مـن الميـاه والأرصفـة والأحـواض إذا كانـت موجـودة فـي المرفـق. ويمكـن اسـتخدام كشـافات التفتيـش لإنـارة المنطقـة محـل الاهتمـام أو لأسـباب محـددة بحسـب مـا تقتضيـه الحاجـة. وينبغـي ألا تتنافـى هـذه الإضـاءة مـع القواعـد واللوائـح التـي تحكـم اسـتخدام البحـر أو الممـرات المائيـة الداخلية (أي ينبغـي ألا تكـون سـاطعة للملاحيـن).

أنواع المصابيح وخصائصها

4-191- ينبغـي مراعـاة خصائـص نظـام التقييـم عنـد اختيـار نـوع المصبـاح (علـى سـبيل المثـال، إذا كان التقييـم يعتمـد علـى معـدات تعمـل بالأشـعة دون الحمـراء، سـتكون هنـاك حاجـة إلـى اسـتخدام إضـاءة مناسـبة). وتشـمل أنـواع المصابيـح الشـائعة المسـتخدمة للأغـراض الأمنيـة مـا يلـي:

(أ) المصابيح المتوهجة: ينبعث الضوء من خيوط ساخنة داخل كرة مفرغة.

(ب) مصابيـح الإضـاءة الفلوريـة: يتولـد الضـوء عـن طريـق قـوس كهربائـي فـي أنبـوب مملـوء ببخـار زئبـق منخفـض الضغـط. وينبعـث البخـار مـن إشـعاع فـوق البنفسـجي يحـول إلـى ضـوء مـرئ بواسـطة مسـحوق فلـوري علـى السـطح الداخلـي للأنبـوب.

(ج) مصابيـح التفريـغ العالـي الكثافـة: يتولـد الضـوء عـن طريـق التفاعـل المباشـر لقـوس مـع غـاز. وتشـمل الغـازات المسـتخدمة فـي مصابيـح التفريـغ العالـي الكثافـة بخـار الزئبـق، والهاليـدات المعدنيـة، وبخـار الصوديـوم العالـي الضغـط والمنخفـض الضغـط. وعـادة مـا يضـاف الأرغـون للمسـاعدة فـي الاشـتعال، ويمكـن إضافـة مسـاحيق أو أبخـرة أُخـرى لتحسـين معالجـة اللـون.

(د) مصابيـح الصمـام الثنائـي الباعـث للضـوء: يتولـد الضـوء مـن صمـام ثنائـي صلـب. وتحتـوى هـذه المصابيـح فـي العـادة علـى مجموعـة مـن الصمامـات الثنائيـة الباعثـة للضـوء داخـل وعـاء مناسـب.

(هـ) مصابيـح الأشـعة المقاربـة للأشـعة دون الحمـراء: يتولـد الضـوء إمـا مـن مجموعـات مـن الصمامـات الثنائيـة الباعثـة للضـوء أو المصابيـح المتوهجـة، وتسـتخدم المرشـحات الخارجيـة لإزالـة الضـوء المرئـي.

محطات الإنذار

4-192- تتمثل وظيفة محطة الإنذار المركزية (أو محطة رصد الإنذارات إذا كانت محطة الإنذار المركزية غير ضرورية) في توفير رصد مستمر للإنذارات وتقييم الإنذارات باستخدام الدوائر التلفزيونية المغلقة وعمليات المراقبة باستخدام الدوائر التلفزيونية المغلقة، والتواصل مع الحراس وموظفي المرفق وقوات التصدي (انظر الشكل 17) [1، 2] وفي بعض الحالات، يُشغل الأفراد العاملون في محطة الإنذار المركزية معدات التحكم في الدخول عن بعد. وتحتفظ محطة الإنذار المركزية أيضاً بسجلات تُستخدم لعدد من الأغراض، بما فيها التحقيق في الحادثات. وفيما يتعلق بالمرافق التي تحتوي على مواد نووية من الفئة الأولى أو من الفئة الثانية أو التي يحتمل أن تكون لها عواقب إشعاعية عالية، على النحو الذي تحدده السلطة المختصة، نتيجة للتخريب، ينبغي أن تكون محطة الإنذار المركزية واقعة داخل المنطقة المحمية، وأن تكون مزودة بموظفين دائمين، وينبغي أن يكون الدخول إليها خاضع للمراقبة. وعلى الرغم من أنه لا يوصى باستخدام محطة إنذار مركزية في المرافق النووية الأُخرى، فإن مصطلح محطة الإنذار المركزية يستخدم في هذا المنشور للتبسيط في الإشارة إلى مكان أداء الوظائف المذكورة أعلاه.

الشكل -17- محطة الإنذار المركزية. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

4-193- ينبغي تصميم محطة الإنذار المركزية وتشغيلها بطريقة مشابهة لغرفة التحكم في المفاعل النووي، مع تطبيق نفس النُهج في إدارة أوجه التواصل بين الإنسان والآلة. وعلى الرغم من أن المعيار 18-2 المشترك بين المعهد الوطني الأمريكي للمعايير والمعهد الدولي للأتمتة لعام 2016 قد وضع لأغراض صناعات التجهيز، يمكن أن تؤخذ في الاعتبار إدارة نظم الإنذار لأغراض صناعات التجهيز[22] عند تصميم محطة إنذار مركزية لمرفق نووي.

4-194- وينبغي إدماج جميع نظم الأمن المادي (بما فيها نظم كشف الاقتحام ونظم التحكم في الدخول وتقييم الدوائر التلفزيونية المغلقة ونظم المراقبة) في محطة الإنذار المركزية وإدارتها بشكل مناسب. وينبغي أن توفر محطة الإنذار المركزية قدرة على مراقبة وتقييم الإنذارات التي تطلقها جميع أجهزة الاستشعار وينبغي أن تكون مجهزة بشبكة مخصصة فائضة وآمنة ومتنوعة للاتصالات الصوتية الداخلية والخارجية واتصالات البيانات. وتساعد التوصيات التالية محطة الإنذار المركزية على أداء وظائفها بفعالية:

(أ) ينبغي أن تُرسل جميع أجهزة الاستشعار المركبة في المرفق إشاراتها مباشرة إلى محطة الإنذار المركزية.

(ب) إذا لم ترصد أي إنذارات في محطة الإنذار المركزية، ينبغي وضع إجراءات واضحة لضمان الاتصال الكافي بمحطة الإنذار المركزية من أجل التصدي الفوري. وينبغي ألا يعتمد ذلك على التقييم الذي يجريه الموظفون في المرفق.

(ج) ينبغي أن يكون موظفو المرفق قادرين على تقديم معلومات إلى محطة الإنذار المركزية بشأن الحادثات، بما في ذلك الدخول غير المأذون به، وإدخال العناصر المحظورة، وتفعيل إنذارات الأمان (على سبيل المثال، الإنذار بالإشعاع) أو أي حادثات أو أنشطة أُخرى مشبوهة.

رصد الإنذارات

4-195- تشمل المهام الرئيسية للموظفين في محطة الإنذار المركزية رصد الإنذارات التي تطلقها أجهزة الاستشعار، وضمان تقييم جميع الإنذارات التي تتلقاها المحطة، والمبادرة بإجراءات التصدي الملائمة عند الضرورة. وينبغي أن يؤدي الموظفون في محطة الإنذار المركزية جميع واجباتهم وفقاً للإجراءات المعتمدة.

التقييم والمراقبة

4-196- ينبغي إجراء تقييم الإنذارات مباشرة باستخدام صور الدوائر التلفزيونية المغلقة و/أو بشكل غير مباشر من جانب الحراس أو قوات التصدي لتقييم سبب الإنذار وإبلاغ محطة الإنذار المركزية. وينبغي أن تستخدم محطة الإنذار المركزية الدوائر التلفزيونية المغلقة وأي إنذارات لاحقة لتتبع (أي لمراقبة سبب الإنذار). وينبغي تزويد الحراس وقوة التصدي بمعلومات عن مسار الخصم والوصف التفصيلي لحركته ومظهره وأسلحته وأفعاله. ويمكن أن يؤدي استخدام نظم الدوائر التلفزيونية المغلقة المركبة في المواضع السليمة والمجهزة بسمات القابلية للإمالة والتقريب التلقائي إلى تعزيز القدرة على المراقبة. وتتيح تكنولوجيا الفيديو التي تشمل سمات إعادة التشغيل الفوري وإيقاف الحركة، والتسجيل المسبق، وأوجه التواصل المريحة بين الإنسان والآلة، إجراء تقييم آني.

الاتصالات

4-197- ينبغي أن تكون نظم الاتصال بين محطة الإنذار المركزية والحراس وقوات التصدي ومديري المرفق مخصصة وآمنة ومتوفرة ومتنوعة وفورية وموثوقة. وينبغي أن يتواصل موظفو محطة الإنذار المركزية بصورة فعالة مع المنظمات الأُخرى، مثل منظمات التصدي للطوارئ ومنظمات صيانة نظام الحماية المادية، وأن يوفروا الوعي بالحالة. وتستخدم الاتصالات مع محطة الإنذار المركزية للشروع في التصدي وتوفير معلومات إلى الموظفين المكلفين بوظائف القيادة والتحكم أثناء التصدي لأحداث الأمن النووي

التحكم في الدخول

4-198- يوفر نظام التحكم في الدخول إمكانية رصد حركة الأفراد ومراقبتها حول المرفق، ويكمل نظم إدارة الأمن والطوارئ الأُخرى.

4-199- ويمكن إدماج نظم التحكم في الدخول في محطة الإنذار المركزية كجزء من شبكة أمان أو استخدامها كنظام مستقل وقائم بذاته. وفي كلتا الحالتين، ينبغي أن يكون أي نظام متصلة بالشبكة آمناً.

4-200- وتجمع نظم التحكم في الدخول بيانات عن الدخول غير المأذون به من

خـلال نقطـة التحكـم فـي الدخـول والمحـاولات غيـر الناجحـة للدخـول بـدون إذن وتخـزن هـذه البيانـات. ويمكـن تهيئتهـا أيضـاً لعـرض طلبـات الدخـول أو لتوفير وظائـف التحكـم الآلي. وينبغـي أن يكـون نظـام كشـف الاقتحـام متكامـلاً مـع نظـام التحكـم فـي الدخـول بحيـث لا يتسـبب الدخـول المـأذون بـه فـي انطـلاق إنـذارات مزعجـة.

4-201- وتجهـز بعـض نظـم التحكـم فـي الدخـول بحيـث تسـمح للشـخص بالتحكـم عـن بعـد فـي مـا إذا كان شـخص مسـموح لـه بالدخـول إلـى منطقـة مـا والسـماح بالدخـول، عنـد الاقتضـاء، وذلـك علـى سـبيل المثـال عـن طريـق فتـح القفـل النهائـي المثبـت علـى البـاب عـن بعـد. وفـي هـذه الحـالات، قـد يعـرض نظـام التحكـم فـي الدخـول صـورة مخزنـة للفـرد الـذي يطلـب الوصـول، وصـور الدائـرة التلفزيونيـة المغلقـة للمنطقـة ذات الصلـة. ويمكـن للمشـغل بعـد ذلـك تحديـد مـا إذا كان سيسـمح الدخـول أو سـيرفضه.

حفظ السجلات

4-202- ينبغـي تسـجيل جميـع الحادثـات البـارزة المتعلقـة بالتحكـم فـي الدخـول والإنـذارات وتقييمـات الفيديـو وأرشـفتها لاسـتعراضها فـي المسـتقبل. وينبغـي أن تكـون نظـم الأمـان المترابطـة (أجهـزة الإنـذار والكاميـرات ونظـم التسـجيل) مـزودة بخاصيـة ختـم التوقيـت بحيـث تسـتخدم جميـع عناصـر النظـام نفـس المرجـع الزمنـي.

4-203- وتتسـم قـدرة نظـام التحكـم فـي الدخـول علـى تسـجيل المـكان والوقـت الـذي يدخـل فيـه الفـرد ويغـادر مناطـق معينـة مـن المرفـق بأهميـة للأغـراض الأمنيـة وإدارة الأمـان. وعلـى سـبيل المثـال، يمكـن اسـتخدام سـجلات التحكـم فـي الدخـول للتحقـق مـن احتسـاب جميـع الأفـراد الذيـن كانـوا فـي المبنـى بعـد الإخـلاء فـي حالـة الطـوارئ.

4-204- ويمكـن أيضـاً اسـتخدام سـجلات الإنـذار الآلـي لجمـع وتحليـل الإنـذارات الكاذبـة والمزعجـة، ويمكـن تحليـل الاتجاهـات لدعـم جـداول الصيانـة. ويمكـن أيضاً اسـتخدام سـجلات الإنـذار وتقييـم الفيديـو فـي التحقيقـات التـي تعقـب الأحـداث وحـالات الطـوارئ المتعلقـة بالأمـن النـووي. ويمكـن أيضـاً فحـص سـجلات المشـغل المكتوبـة والآليـة للتحقـق مـن إجـراء اختبـارات الإنـذار بالتواتـر المطلـوب، وأنـه تـم الشـروع فـي اتخـاذ التدابيـر التعويضيـة عندمـا تقتضـي الحاجـة ذلـك. وينبغـي تخزيـن المعلومـات المسـتمدة التـي يتـم الحصـول عليهـا فـي محطـة الإنـذار المركزيـة بطريقـة آمنـة.

التواصل البشري

4-205- ينبغي أن تكون محطة الإنذار المركزية مزودة دائماً بموظفين مأذون لهم وتم التحقق من جدارتهم بالثقة وكفاءتهم من خلال الاختيار الدقيق، وينبغي أن تكون لديهم المهارات والمعرفة المناسبة للقيام بالمهام الموكلة إليهم. ويمكن تطبيق تدابير مثل قاعدة الشخصين أو المراقبة عن بعد في محطة الإنذار المركزية لتقليل التهديد الداخلي، وقد يكون ذلك مطلوباً لبعض الوظائف في محطة الإنذار المركزية، مثل وضع جهاز استشعار في وضع الدخول (غير الآمن) أو فتح باب شديد الحراسة عن بعد.

4-206- وينبغي أن تكون محطة الإنذار المركزية مزودة بعدد كافٍ من الموظفين لرصد وتقييم الإنذارات والشروع في التصدي عند الاقتضاء، ولتلقي وتقييم المعلومات من المصادر الأُخرى. وينبغي أثناء أحداث الأمن النووي أن يكون لدى موظفي محطة الإنذار المركزية القدرة على إبلاغ تفاصيل الحادثة إلى إدارة المرفق وتقديم المشورة إلى موظفي المرفق المناسبين بشأن التصدي المطلوب.

4-207- وينبغي أن يكون موظفو محطة الإنذار المركزية على دراية بتكنولوجيات الأمن، وينبغي تدريبهم واختبارهم على نطاق واسع قبل تكليفهم بمهامهم. وعادة ما يكون موظفو خدمة محطة الإنذار المركزية حراساً أو أعضاءً في قوة التصدي، ويتمتعون بالمعرفة والفهم اللازمين للمرفق والعمليات الأمنية والإجراءات وخطط الطوارئ. وتوجد إرشادات بشأن خطط الطوارئ في العدد رقم . T-39 من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة 'وضع خطة طوارئ للأمن النووي في المرافق النووية [23]. وينبغي التمرن بانتظام على الوظائف الخاصة بالمحطة وموظفيها.

العوامل البشرية

4-208- تتمثل الخطوة الأولى في تصميم النظم داخل محطة الإنذار المركزية في تحديد الوظائف التي سيتعين على الموظفين أداؤها والواجبات اللازمة لدعم هذه الوظائف. وقد يلزم عرض معلومات، مثل حالة النظام ونسق تخطيط المرفق النووي، وحالة الإنذار، وعرض الفيديو، والمعلومات المتعلقة بالتحكم في الدخول، لدعم هذه الوظائف. وينبغي النظر بعناية في توقيت وكيفية عرض هذه المعلومات على المشغل (على سبيل المثال، دائماً، أو عند انطلاق إنذار، أو عند الطلب) والحالات التي لا تعرض فيها تلك المعلومات، مثل الحالات التي يكون فيها الإنذار مرتبطاً بباب يديره شخص

مـأذون لـه. ويمكـن أن يتغيـر ذلـك تبعـاً للأنشـطة فـي المرفـق فـي أوقـات مختلفـة مـن اليـوم.

4-209- وتعتمـد عمليـة تقييـم الإنـذارات اعتمـاداً حاسـماً علـى القـرارات البشـرية. وقـد يكـون للمرفـق النـووي الكبيـر عـدة مئـات مـن الكاميـرات وأجهـزة الاستشـعار التـي لابـد مـن رصدهـا، ويمكنهـا جميعـاً توليـد إنـذارات. وتعتمـد القـدرة علـى الشـروع فـي الإجـراءات المناسـبة بسـرعة ودقـة علـى قـدرة موظفـي محطـة الإنـذار المركزيـة علـى تفسـير البيانـات واتخـاذ القـرارات المناسـبة. وينبغـي تصميـم وحـدة التحكـم فـي محطـة الإنـذار المركزيـة للحيلولـة دون إرهـاق موظفـي المحطـة بمعلومـات كثيـرة جـداً فـي آن واحـد. وفيمـا يتعلـق بالنظـم الأكبـر، يمكـن اسـتخدام مشـغلين متعدديـن، لـكل منهـم محطتـه الخاصـة بـه، لرصـد نظـام الأمـن ومواصلـة التحكـم فيـه بفعاليـة، ولكـن فـي مثـل هـذه الحـالات، لابـد مـن إيـلاء المراعـاة الواجبـة للعلاقـات والتفاعـلات بيـن المشـغلين ومعداتهـم أثنـاء التخطيـط والتصميـم. وفـي حالـة تعييـن مشـغل واحـد فـي محطـة الإنـذار المركزيـة، يمكـن تصميـم النظـام لرصـد الحالـة الصحيـة للشـخص وتنبيـه الموظفيـن المناسـبين الآخريـن إذا كان المشـغل عاجـزاً عـن أداء مهمتـه.

4-210- وينبغـي النظـر بعنايـة فـي نسـق توزيـع الأجهـزة ونظـم البرمجيـات عنـد تصميـم محطـة إنـذار مركزيـة. وينبغـي أن تكـون منطقـة العمـل مريحـة وسـهلة الاسـتخدام لعـدد مـن المشـغلين المتوقـع وجودهـم فـي المـكان. وينبغـي أن يكـون المشـغلون قـادرون علـى رؤيـة المعـدات الضروريـة وشاشـات العـرض وبعضهـم البعـض، وسـماع مؤشـرات الإنـذار والاتصـالات لبعضهـم البعـض، وتشـغيل أدوات التحكـم الحاسـوبي ومعـدات الاتصـال.

النسق والتصميم

4-211- يمكـن النظـر إلـى منطقـة العمـل فـي محطـة الإنـذار المركزيـة باعتبارهـا مجموعـة مـن المناطـق المختلفـة مـن حيـث إمكانيـة الوصـول إليهـا وظهـور كل منهـا. وينبغـي توفيـر مسـاحة كافيـة لجميـع شاشـات العـرض وأدوات التحكـم للسـماح باسـتخدامها فـي الوظيفـة المقصـودة. وينبغـي أن تكـون شاشـات العـرض الأساسـية مرئيـة بوضـوح مـن مـكان العمـل المعتـاد للمشـغل بـدون الحاجـة إلـى الكثيـر مـن حركـة العيـن أو الـرأس. وينبغـي أن يكـون المشـغل قـادراً علـى التحكـم فـي جميـع الوظائـف الضروريـة بسـرعة وبدقـة. وينبغـي مراعـاة تقنيـات مثـل أحجـام الحـروف المتغيـرة والخلفيـات المظللـة لتحقيـق التبايـن واسـتخدام الألـوان لتحسـين العـرض المرئـي للمعلومـات.

4-212- وينبغي أن يختار المصمم أجهزة إدخال البيانات (على سبيل المثال، ماوس الكمبيوتر، ولوحة المفاتيح، وزر الضغط البسيط) الأنسب للوظيفة المقصودة. وينبغي أن تكون معدات الاتصال، مثل الميكروفونات والهواتف، في متناول المشغلين. وينبغي اختيار مكان معدات الدعم بناء على أهميتها وتكرار استخدامها.

4-213- وتشمل الاعتبارات التصميمية الإضافية تقنيات تنظيم المعلومات المعروضة وإدارتها للتيسير على المشغل في تفسير البيانات وزيادة فعالية ما يتخذ من إجراءات. وتشمل تقنيات إدارة المعدات في وحدة التحكم ما يلي:

(أ) الإشارات الصوتية لتنبيه المشغل بانطلاق إنذار، باستخدام أصوات مختلفة للإشارة إلى فئة مختلفة أو أولوية إنذار مختلفة.
(ب) الرموز اللونية (أو الرموز الوامضة) على شاشة العرض للتأكيد أو للمساعدة في تصنيف المعلومات (انظر الشكل 18).
(ج) شاشات الحواسيب المنفصلة لعرض الرسوم والنصوص لمختلف أنواع البيانات.
(د) الرسومات المتعددة الطبقات المزودة بروابط بين الطبقات. ومن ذلك على سبيل المثال أن خريطة طوابق المبنى يمكن أن تشير إلى انطلاق إنذار في غرفة معينة (انظر الشكل 19)، ويؤدي تحديد الرابط المؤدي إلى تلك الغرفة إلى إظهار الغرفة وجهاز الاستشعار الذي ينطلق منه الإنذار.
(هـ) عرض النصوص مع الأوصاف أو مربعات الحوار التي توفر معلومات إضافية (انظر الشكل 20).

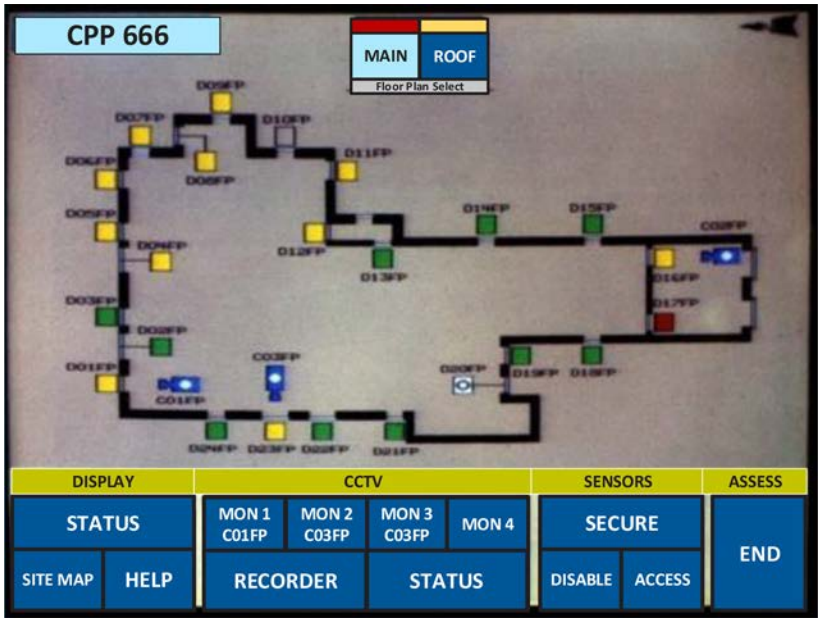
4-214- وينبغي تهيئة نظام إدارة الإنذارات للتمييز بين الإنذارات وتحديد أولوياتها بناء على موقعها (على سبيل المثال، الإنذار في منطقة حساسة قبل إنذار المحيط) والغرض من الإنذارات (على سبيل المثال، الاقتحام، أو تعطل النظام، أو فقدان الطاقة، أو النشاط غير المأذون به، أو التلاعب). وينبغي أن يوفر هذا النظام الإنذارات بالترتيب الذي تحدث به أو، لتقييم العديد من الإنذارات المتزامنة، وفقاً للأولوية المحددة بناء على أهمية الأصول المراد حمياتها. وتعرض الإنذارات للمشغل وفقاً للترتيب التنازلي للأولويات، ولكن تقيم جميع الإنذارات في نهاية المطاف. وعلى سبيل المثال، في نظام كشف اقتحام المحيط، يمكن تحديد أولوية الإنذار من خلال مراعاة ما يلي:

(أ) عدد أجهزة الاستشعار التي تولد إنذارات في منطقة معينة؛
(ب) الوقت بين الإنذارات في المنطقة؛

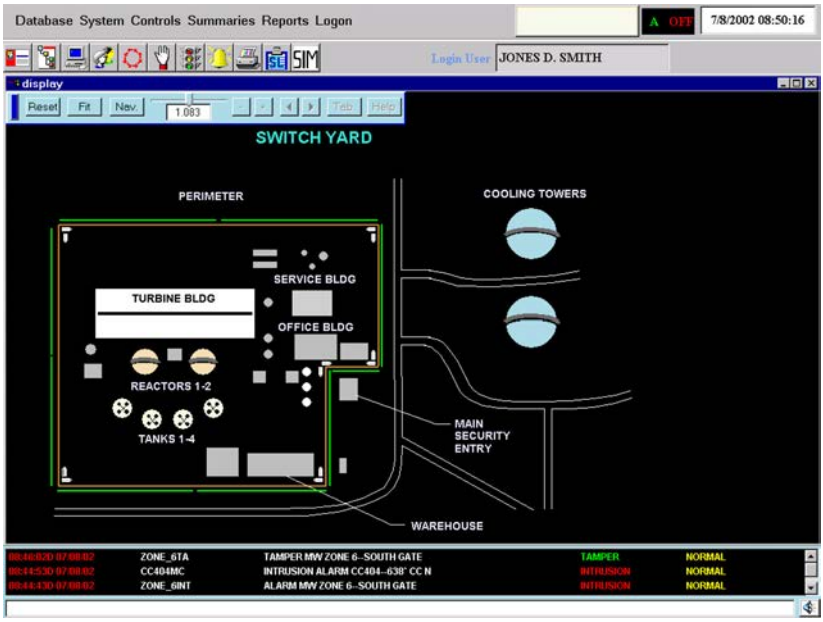
(ج) الترتيب الذي تحدث به الإنذارات بالنسبة للنسق المادي لأجهزة الاستشعار؛
(د) وجود أو عدم وجود أجهزة إنذار في المناطق المجاورة.

4-215- وينبغي في العادة وضع محطة الإنذار المركزية الخاصة بالمرافق المحتوية على مواد نووية من الفئة الأولى أو الفئة الثانية والمرافق ذات العواقب الإشعاعية العالية في مكان بعيد عن حدود المحيط داخل هيكل مقوى (قبو على سبيل المثال). وينبغي النظر في تحديد موقع محطة الإنذار المركزية بعيداً عن الجدران الخارجية للمبنى الذي توجد داخله لزيادة حمايتها من الهجوم المباشر أو الهجوم عن بعد. وينبغي أن يكون الدخول إلى محطة الإنذار المركزية خاضعاً لرقابة صارمة. ويمكن أن تكون طرق التحكم في الدخول يدوية، حيث يقوم المشغل، على سبيل المثال، بتحرير باب الدخول عند التحقق من الهوية عن طريق الفيديو أو من خلال نظم آلية. ولمنع الدخول غير المأذون به من خلال تتبع شخص مأذون له بدخول محطة الإنذار المركزية، يمكن استخدام بابين متشابكين تغطيهما دوائر تلفزيونية مغلقة، مع تعزيز التحكم في الدخول.

الشكل -18- شاشة عرض نصوص الإنذار في وحدة التحكم. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية)



الشكل -19- شاشة عرض خريطة طوابق المرفق. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).



الشكل -20- مخطط الطوابق مع عرض تفاصيل أجهزة الاستشعار. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

4-216- وينبغي تطبيق تدابير أمان حاسوبية على النظم الموجودة في محطة الإنذار المركزية، مثل التحكم في الوصول إلى المعدات المتصلة بالشبكة والتحكم في الوصول إلى المعلومات وكشفه [7, 21].

4-217- وينبغي أن تكون محطة الإنذار المركزية قادرة على الاستمرار في العمل أثناء حالات انقطاع التيار الكهربي المجدولة وغير المجدولة، أو حالات الطوارئ النووية أو الإشعاعية وأحداث الأمن النووي. وينبغي أن تكون النظم المتصلة بمحطة الإنذار المركزية زائدة عن الحاجة ومتنوعة ومحمية من التلاعب، إلى أقصى حد ممكن. وينبغي أن تشمل إمدادات القوى المتصلة بمحطة الإنذار المركزية مصدرين مستقلين على الأقل، وينبغي أن تكون مجهزة بمصادر قوى كهربائية لا تنقطع، وبمولد احتياطي عند الضرورة.

4-218- وبالنظر إلى أن محطة الإنذار المركزية تمثل نقطة التعطل الوحيدة المحتملة لنظام الحماية المادية، من الممارسات الجيدة إنشاء محطة احتياطية يمكنها تولي وظائف محطة الإنذار المركزية في حالة تعذر استخدامها. ويشمل ذلك، على سبيل المثال، حدوث عطل في الأجهزة أو تعطل الأفراد، أو حدوث هجوم على محطة الإنذار المركزية، أو الحاجة إلى إخلائها) على سبيل المثال بسبب حريق أو زلزال أو فيضان أو انطلاق نويدات المشعة). وينبغي أن تشمل الوظائف الاحتياطية رصد ومراقبة أجهزة الإنذار وكاميرات المراقبة والاتصالات. وينبغي أن تكون المحطة الاحتياطية منفصلة جغرافياً عن محطة الإنذار المركزية، وينبغي أن تكون في مكان يمكن الوصول إليه عند الحاجة، وينبغي اختبارها بانتظام.

نظم الاتصالات الصوتية

4-219- يلزم وجود اتصالات صوتية موثوقة بين محطة الإنذار المركزية وموظفي الطوارئ وموظفي المرفق والحراس وقوات التصدي داخل الموقع وخارجه. وينبغي أن يشمل ذلك ما يلي:

(أ) القدرة على التواصل في جميع الأوقات وفي مختلف الظروف (على سبيل المثال في كل من الحالات العادية وحالات الطوارئ)؛
(ب) القدرة على استخدام طرق اتصال آمنة عند الحاجة؛
(ج) القدرة على الاتصال في الوقت المناسب بالسلطات المختصة وقوات التصدي خارج الموقع عند الضرورة؛

(د) طريقة اتصال ثانوية أو بديلة عندما تكون الطريقة الرئيسية غير متاحة.

4-220- وينبغي تصميم نظم الاتصالات بحيث يصعب اختراقها، من خلال إدراج أساليب اتصال متعددة، مثل أجهزة الراديو الثنائية الاتجاه، والهواتف المحمولة، وأجهزة الاتصال الداخلي، والهواتف الأرضية. ويعمل العديد من نظم الاتصالات الصوتية عبر شبكة حاسوبية قد تستخدم تكنولوجيا لا سلكية لنقل الإشارات. ويتناول القسم 6 أمن هذه الشبكات.

النظم الراديوية

4-221- يستخدم الحراس وقوات التصدي في العادة نظاماً من أجهزة الراديو المحمولة باليد التي يتم تشغيلها بالبطارية وتعمل بطاقة منخفضة. وهذه الأجهزة سهلة الاستخدام وتحتاج إلى القليل من البنية الأساسية، بخلاف الإمداد بالكهرباء لشحن البطاريات دورياً. ويمكن أن يعمل جهاز الراديو النموذجي على أي تردد أو على قنوات متعددة. وأقصى مدى للاتصال الموثوق بين جهازي راديو هو كيلومترين أو 5 كيلومترات تبعاً للتضاريس ونسق تخطيط المرفق وحالة بطارية جهاز الراديو والهوائي. ويمكن استخدام أجهزة الإرسال الأكثر قوة وأجهزة الاستقبال الأكثر حساسية، والتي تسمى في العادة محطات قاعدية، في محطات الإنذار والمواقع الثابتة. وتستخدم أيضاً نظم محمولة على مركبات. ويمكن لهذه النظم أن توسع نطاق الاتصال الموثوق به ليصل إلى أكثر من 20 كيلومتراً. وعادة ما تعمل نظم الراديو المستخدمة في الاتصالات التي تجريها قوات التصدي من خلال قنوات مخصصة بتردد معين من خلال تضمين ترددي ضيق النطاق ونقل واضح للصوت (أي لا يتم تشفير الإرسال الصوتي أو تشويشه).

4-222- وتنطوي نظم الراديو الواضحة الصوت على عيوب، ولا سيما قابليتها للاعتراض والخداع (على سبيل المثال، يقوم الخصم بمراقبة الاتصالات الراديوية لمعرفة البروتوكولات، وإرسال رسائل كاذبة لتعطيل التصدي) والتشويش (إرسال الإشارات عبر قناة التردد الخاصة بنظام الاتصالات من أجل إخفاء الاتصالات المطلوبة). وتعد نظم الراديو الصوتية المشفرة أكثر أمناً (فهي على سبيل المثال أكثر مقاومة للاعتراض أو إرسال الرسائل الخادعة). ويمكن أن تتعرض نظم الترددات الراديوية للتشويش لأن إشارة التشويش يمكن أن تنتقل من مكان بعيد. ويمكن زيادة قدرة شبكة الاتصال على مقاومة التشويش باستخدام أجهزة راديو ذات قدرة أعلى وتحتاج إلى معدات تشويش ذات قدرة أعلى أو تكنولوجيات راديوية أكثر تطوراً أو نظم اتصالات متعددة. ولا تمنع أجهزة الراديو المشفرة في حد ذاتها التشويش، إذ يمكن تشويش الإشارة المشفرة بنفس

الطريقة التي يتم بها تشويش الإشارة الواضحة وتعد نظم الراديو الأكثر أمناً، والتي تكون أكثر مقاومة للتشويش، معقدة أكثر وتتطلب تكلفة أعلى، وعادة ما تقلل من عمر بطارية أجهزة الراديو، وتعاني من ارتفاع مستوى الضوضاء في قناة الاتصال، مما يقلص من نطاق الاتصال الفعال.

4-223- وتبعاً لنسق تهيئة المرفق وحجمه وأنواع المباني الموجودة في الموقع، يمكن أن تعاني النظم الراديوية من فقدان الإشارة، وقد يكون من الضروري زيادة الإشارة من الوحدات المحمولة باليد باستخدام جهاز تكرار الترددات الراديوية. ويستقبل جهاز تكرار الترددات الراديوية الإرسالات الصوتية من الوحدات المحمولة باليد ويرسلها عبر تردد منفصل إلى جميع الوحدات الأُخرى داخل النظام. ويمكن أن يؤدي وضع جهاز تكرار الإشارة في مكان مرتفع أيضاً إلى توسيع النطاق.

4-224- ولضمان قدرة الحراس وقوات التصدي على التواصل أثناء وقوع حدث أمن نووي، ينبغي أن تتاح مجموعة متنوعة من طرق الاتصال المختلفة. وقد يشمل ذلك النظم المستخدمة بصورة روتينية لأغراض أُخرى، مثل الهواتف الأرضية وأجهزة الاتصال الداخلي، وكذلك النظم المخصصة تحديداً لحالات الطوارئ. ويمكن لمجموعة متنوعة من طرق الاتصال توفير نظام قوي وموثوق ومقاوم للاعتراض والخداع والتشويش. ويمكن أن تكون أجهزة الراديو مجهزة أيضاً بخاصية 'إنذارات إكراه' التي ترسل إنذاراً لتنبيه محطة الإنذار المركزية بأن الشخص الذي يشغل الجهاز قد يرسل رسائل مضللة تحت الإكراه.

نظم التفتيش

4-225- يمكن أن يخضع الأشخاص والمركبات والمواد التي تدخل المناطق الأمنية أو تغادرها للتفتيش من الحراس والكلاب ونظم التفتيش باستخدام تكنولوجيات، مثل أجهزة كشف المعادن والإشعاع والمتفجرات. وعادة ما يكون التفتيش عند الدخول لمنع إدخال مواد محظورة. وتهدف عمليات التفتيش عند الخروج أساساً إلى منع إزالة المواد النووية بدون إذن. وإذا أطلق نظام التفتيش الآلي أو الكلب إنذاراً، يمكن للحراس إجراء تفتيش يدوي لتحديد ما إذا كان الإنذار إنذاراً مزعجاً أو إنذاراً صحيحاً، والشروع في التصدي عند الضرورة.

الشكل -21- بوابة التحكم في دخول المركبات. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

التفتيش اليدوي

4-226- التفتيش اليدوي هو في العادة أسلوب فحص ثانوي يستخدم لتفتيش الموظفين والطرود والمركبات بعد انطلاق إنذار أولي. وتتوقف فعالية عمليات التفتيش اليدوية التي يقوم بها الحراس على تدريبهم وإجراءاتهم. ويحتاج الحراس بصفة خاصة إلى أن يكونوا قادرين على تحديد أنواع المواد المحظورة التي يجري البحث عنها، وذلك على سبيل المثال، حجمها المحتمل وكتلتها وشكلها. ومن حيث المبدأ، يمكن تفتيش أي عنصر يدوياً، يتراوح ذلك بين الطرود الصغيرة والأشخاص أو المركبات أو حاويات الشحن الكبيرة.

تفتيش المركبات

4-227- ونظراً لصعوبة تفتيش المركبات تفتيشاً دقيقاً، يمكن للمشغل أن يطلب من المركبة البقاء خارج حدود المرفق. وإذا كان مسموح للمركبات أن تدخل إلى الموقع، يمكن استخدام بوابة التحكم في الدخول، أو 'قفل المركبة' قفل السيارة لعزلها أثناء التفتيش (انظر الشكل 21).

كشف المعادن

4-228- تستخدم أجهزة كشف المعادن في العادة لتفتيش الأفراد عند المداخل والمخارج، ويمكن تقسيمها إلى فئتين عريضتين:

(أ) أجهزة كشف المعادن النشطة التي تنقل الكهرومغنطيسية وتكشف المعادن باستشعار استجابة المجال المرسل لوجود الجسم المعدني.
(ب) مقاييس المغنطة التي تستشعر التشوهات الموضعية في المجال المغنطيسي للأرض التي تكون ناجمة عن وجود مواد مغنطيسية حديدية.

4-229- ولا يمكن كشف بعض أشكال المواد النووية ومواد التدريع بواسطة أجهزة بسيطة لكشف المعادن، ولذلك يشيع استخدام تكنولوجيات أُخرى لكشف المعادن، ولا سيما أجهزة كشف المجال النبضي وأجهزة كشف الموجات المتواصلة من خلال البوابات والأجهزة المحمولة باليد.

بوابة كشف المعادن

4-230- تطبق إشارة جيبية ثابتة على ملف المرسل على جانب واحد من قوس جهاز الكشف. ويولد هذا الملف مجالاً مغنطيسياً منخفض القوة (يبلغ في العادة 50 ميكروتسلا أو أقل). وتثبت ملفات الاستقبال على الجانب الآخر من قوس الكشف، بحيث يمر الشخص المراد فحصه بين جهاز الإرسال وملفات جهاز الاستقبال. ويكشف عن الإشارة بواسطة ملفات الاستقبال ثم يتم تحليلها. وفي حالة عدم وجود معدن داخل القوس، لا يحدث تغيير في الإشارة بمرور الوقت.

4-231- وفي جهاز كشف المعادن النبضي المجال، تنتج ملفات الإرسال المنخفضة الحث نبضات قصيرة جداً من الطاقة المغنطيسية (القصيرة التي تصل إلى خمسين ميكرو ثانية)، أي ما يتراوح بين 200 و 400 مرة في الثانية. وأثناء النبضة، يتم تجاهل الإشارة المستقبلة، ولكن بعد نهاية كل نبضة، تحلل الإشارة المستقبلة لمدة زمنية قصيرة (تبلغ في العادة بضع عشرات من الملي ثانية). وإذا لما يكن هناك معدن في البوابة، فإن خرج جهاز الاستقبال سيكون مجرد ضوضاء كهرومغنطيسية خلفية (منخفضة جداً في العادة). وإذا كان هناك جسم معدني، فإن النبضة المغنطيسية تحفز تياراً دواراً في المعدن، ويتناقص التيار بسرعة (كدالة لمقاومة المعدن) ولكنه يستمر لمدة زمنية كافية

ليكون موجوداً عند تحليل الإشارة المستقبلة. وتضخم الإشارة بعد ذلك وتكشف المرحلة، وإذا كانت الإشارة تتجاوز عتبة مختارة، ينطلق إنذار. وتمثل أجهزة الكشف المعتمدة على هذه التقنية الغالبية العظمى من بوابات كشف المعادن المستخدمة اليوم.

4-232- ولفحص الأفراد الذين يمرون عبر نقاط التفتيش، يمكن استخدام بوابات المرور لفحص أعداد كبيرة من الأشخاص بحثاً عن المعادن عند الدخول والخروج على حد سواء.

4-233- وينبغي أن تطلق أجهزة كشف المعادن أيضاً إنذارات في الحالات التي يحدث فيها تعطل في خطوط القوى الكهربائية أو في حالة تعطل المعدات أو التلاعب بها. ويمكن أن تؤثر البيئة المحيطة بوابة كشف المعادن على أدائها، بما يشمل ما يلي:

(أ) تحريك أجسام معدنية، مثل الأبواب، على بعد أمتار قليلة، مما يسبب إنذارات مزعجة.
(ب) الأجسام المعدنية الساكنة، بما فيها قضبان التسليح المعدنية في الأرضيات، مما يشوه المجال المغنطيسي وإيجاد مناطق ذات حساسية أعلى أو أقل.
(ج) الأجهزة الكهربائية، مثل أجهزة الراديو وأجهزة الأشعة السينية والحواسيب التي تعمل على مقربة من جهاز كشف المعادن، مما يسبب إنذارات مزعجة.
(د) حركة الأرض تحت جهاز كشف المعادن عند سير الناس في المنطقة، مما يسبب إنذارات مزعجة. وقد تتسبب الأنابيب التي تحمل الماء في الحوائط أو تحت الأرض أيضاً في تحريك الأنابيب المعدنية.

أجهزة كشف المعادن المحمولة باليد

4-234- تعتمد معظم أجهزة كشف المعادن المحمولة باليد على تكنولوجيا الموجات المتواصلة وتولد هذه الأجهزة مجالاً مغنطيسياً يتراوح مداه الترددي بين 100 هرتز و25 كيلو هرتز. (كانت البوابات المبكرة المستخدمة في كشف المعادن تعتمد أيضاً على هذه التقنية ولكنها استبدلت إلى حد كبير بأجهزة الكشف الميدانية النبضية).

4-235- ويلزم تشغيل أجهزة كشف المعادن المحمولة باليد على مقربة كبيرة من الشخص المراد فحصه. وهذه الأجهزة حساسة للغاية ويمكنها استشعار أشياء أصغر بكثير مما يمكن استشعاره بواسطة البوابات الكاشفة عندما تكون في حدود المسافة

التشغيلية العادية من الجسم. وتتميز هذه الأجهزة على وجه الخصوص بأنها أنسب من البوابات الكاشفة لكشف المقادير الأصغر من المعادن التي قد تستخدم لتدريع المواد النووية المراد إزالتها. وتعتمد فعالية جهاز كشف المعادن المحمول باليد اعتماداً كبيراً على التقنية التي يستخدمها الشخص الذي يقوم بالفحص. ويمكن أن يكون الفحص الدقيق بعد إجراء مصمم بصورة جيدة فعالاً للغاية، ولكنه يستغرق وقتاً طويلاً. ولذلك تستخدم أجهزة الكشف المحمولة باليد في الغالب كطريقة ثانوية في الحالات التي تطلق فيها بوابات كشف المعادن إنذارات، وينبغي وجود جهاز محمول باليد لكشف المعادن في كل نقطة فحص مزودة ببوابة لكشف المعادن.

كشف المتفجرات

4-236- يشيع استخدام طرق امتصاص الأشعة السينية والتنشيط النيتروني لكشف المتفجرات في البضائع والأمتعة. ولا تستخدم هذه الطرق في فحص الأفراد.

4-237- ووضعت نُهج نشطة وكامنة لكشف أثر بخار المتفجرات، وتستخدم هذه الطرق في العادة نظم قياس الطيف بالحركة الأيونية والكلاب المدربة. وتفحص الطرود الأصغر بحثاً عن المتفجرات باستخدام هذه الطرق لاستشعار الكميات الضئيلة من المتفجرات على الأسطح الملوثة من جانب الأشخاص الذين تعاملوا مع المتفجرات أو في الحالات التي حدث فيها تلامس مع المتفجرات. وهذه الطرق مناسبة أيضاً لتفتيش الأفراد.

4-238- ويمكن استخدام تكنولوجيا الموجات المليمترية المنخفضة الطاقة لتفتيش الأفراد، ويمكن استخدام طرق التصوير بالأشعة السينية لتفتيش الطرود.

4-239- وتقيس أجهزة كشف المتفجرات السائبة خصائص المواد السائبة لاستشعار وجود المتفجرات. وتشمل هذه الخصائص معامل امتصاص الأشعة السينية، ومعامل التناثر الخلفي للأشعة السينية، وثابت العزل الكهربائي وتفاعلات أشعة غاما أو النيترونات، وانبعاثات الموجات الدقيقة أو الأشعة دون الحمراء. ويمكن أن يوفر تحديد قياسات هذه البارامترات تقديرات للكتلة والكثافة ومحتوى النيتروجين والعدد الذري الفعال للمادة. وبينما لا تنفرد المتفجرات بأي من هذه الخصائص فإنها يمكن أن تشير إلى احتمالات كبيرة لوجود متفجرات، ويمكن أن يكون معدل الإنذار الكاذب لأجهزة كشف المواد السائبة منخفض بما يكفي للسماح بالكشف تلقائياً عن المواد التي قد تكون متفجرات. وإذا أطلق النظام إنذاراً، يمكن للمشغل إجراء فحص (تقييم) ثانوي لتحديد ما إذا كانت المتفجرات موجودة.

امتصاص الأشعة السينية

4-240- في معظم الحالات، تمثل أجهزة كشف المتفجرات السائبة باستخدام الأشعة السينية نسخاً معدلة من أجهزة المسح المستخدمة في تفتيش الطرود. ولذلك تساعد هذه الأجهزة في العادة على تحقيق غرض مزدوج، ويمكن تفتيش الطرد بحثاً عن أسلحة أو مواد محظورة أخرى، وتفحص بحثاً عن متفجرات في الوقت نفسه. ولا توفر ماسحات الأشعة السينية البسيطة التي تستخدم الإرسال الأحادي الطاقة معلومات كافية للكشف الآلي عن المتفجرات، وتحتاج إلى قيام المشغل بتفسير الصورة. وتقيس الماسحات الثنائية الطاقة (التي تتراوح قدرتها في العادة بين 100 و 160 كيلو إلكترون فلط) نسبة الطاقة المستقبلة إلى الطاقة المرسلة بين الطاقتين، وبالمقارنة مع معاملات التوهين الأولي المعروفة، يمكنها حساب عدد ذري فعال للمنطقة الممسوحة. ولأغراض العرض، تضاف الألوان إلى الصور للإشارة إلى المواد ذات العدد الذري المنخفض والعالي، وهو ما يمكن أن يساعد الموظفين في تفسير الصور. ويمكن لأجهزة المسح باستخدام التصوير المقطعي الحاسوبي استخراج معلومات كافية لحساب كتلة المادة وكثافتها ومعامل الامتصاص الكتلي. ويمكن أن يحدد تحليل التناثر الخلفي العدد الذري الفعال للمادة من خلال فحص طاقة الأشعة السينية المتناثرة في اتجاه المصدر (ويرجع ذلك أساساً إلى التناثر الخلفي وفقاً لظاهرة كمبتن، وهو أكثر فعالية في حالة المواد الغنية بالهيدروجين، مثل المتفجرات والمواد البلاستيكية والمواد الغذائية).

تنشيط النيوترونات وامتصاصها

4-241- يمكن أيضاً استخدام أجهزة كشف التنشيط النيتروني الحراري والامتصاص النيتروني السريع النبضي لكشف المتفجرات. ويمكن لأجهزة النيترونات الحرارية تحديد محتوى النيتروجين في مادة ما. ويولد الامتصاص النووي للنيترون الحراري بواسطة نظير النيتروجين 14- نظير النيتروجين- 15 في حالة مستحثة، وهي حالة غير مستقرة وتنبعث منها أشعة غاما ذات التردد المميز. ويشير مقدار الإشعاع في هذا التردد إلى محتوى النيتروجين، وبالنظر أن معظم المتفجرات غنية بالنيتروجين، يمكن لهذه الأجهزة كشف وجود المتفجرات. ويمكن لأجهزة النيترونات السريعة النبضية أن تقارب تكوين الهيدروجين والكربون والأكسجين للمادة، والتي عند دمجها مع قياسات النيترونات الحرارية في المحتوى النيتروجيني يمكن أن تتعرف بصورة أكثر تحديداً على المادة. غير أن نظم النيترونات السريعة النبضية باهظة التكلفة وكبيرة الحجم وبطيئة، ولذلك غالباً ما تعتمد النظم الخاصة بالأعداد الكبيرة من الطرود الأصغر على التنشيط الحراري

الجدول 2- ضغط بخار جزيئات المتفجرات في درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي (02 درجة مئوية، 001 كيلوبسكال)

المتفجرات	المادة المكونة	ضغط البخار (جزء في البليون)
ثنائي نيترات الإثيلين غليكول	ديناميت	92 000
النيتروغليسيرين	ديناميت	340
ثنائي نتروتولين	ثالث نتريت التولوين العسكري	300
ثالث نتريت التولوين	ثالث نتريت التولوين العسكري	8
ثلاثي نتريت الأمين ثلاثي الميثيلين الحلقي	سي فور، سيمتكس	0.006
رباعي نترات خماسي الإيريثريتول	ديتاشيت، سيمتكس	0.002

للنيترونات، بينما تعتمد نظم تفتيش الأعداد الأصغر من المركبات وحاويات الشحن الكبيرة على النيترونات السريعة النبضية.

كشف الأبخرة النزرة

4-242- يشكل كشف الأبخرة المتفجرة تحدياً لأن تركيزات الطور البخاري للمواد الشديدة الانفجار يمكن أن تكون منخفضة جداً (انظر الجدول 2). ويكون ضغط البخار أقل عند تعبئة المتفجرات في هلام أو مذيب زيتي.

4-243- وفي نظام قياس الطيف لحركة الأيونات، تتأين الجزيئات الموجودة في عينة الهواء أولاً ثم تنتقل إلى منطقة الانسياق من خلال مصراع يفتح دورياً لمدة أجزاء من الثانية في كل مرة، مما يتسبب في حدوث 'نبضات' أيونية. وداخل منطقة الانسياق، تنفصل الأيونات بالكتلة، وتتقدم الأخف وزناً بسرعة أكبر من الأثقل وزناً. وفي نهاية منطقة الانسياق، تصطدم الأيونات بلوحة فاراداي التي تسجل التيار الخارج كدالة للزمن منذ دخول الأيونات إلى منطقة الانسياق.

4-244- وتوفر أجهزة الكشف التي تستخدم مطياف الحركة الأيونية حساسية عالية في

كشف مركبات الديناميت وثالث نتريت التولوين من الدرجة العسكرية، والمتفجرات البلاستيكية. وبسبب هذه الحساسية والسهولة النسبية للتشغيل والصيانة، تستخدم تقنية قياس الطيف الأيوني على نطاق واسع لكشف المتفجرات. ولكن يمكن أن يكون من الصعب إزالة بقايا المتفجرات من الجهاز بعد كشف كميات كبيرة، إذ يظل من الممكن كشف آثار صغيرة جداً متبقية (على سبيل المثال نانوغرامات) لبعض المتفجرات.

4-245- وتكون معظم أجهزة كشف المتفجرات التجارية أكثر حساسية عندما تستخدم في وضع أخذ العينات السطحية، وفي هذه الحالة يمسح السطح الذي يشتبه في تلوثه بركيزة تجميع. وتوضع الركيزة بعد ذلك في وحدة تسخين تمتص جزيئات المتفجرات التي تجمع على الركيزة وتنقلها إلى جهاز الكشف لتحليلها.

4-246- وفي حالة فحص الأفراد الذين يمرون من خلال نقاط التفتيش الحساسة والمزدحمة، مثل مناطق صعود الطائرات، توضع بوابات مرور للأفراد.

4-247- وتستخدم الكلاب المدربة أيضاً على نطاق واسع للبحث عن المتفجرات. ولكن الكلاب تحتاج إلى إعادة تدريب باستمرار لكي تتمكن من مواصلة التعرف حتى على المتفجرات المحددة أو المواد الأخرى التي دُربت على العثور عليها. وعلاوة على ذلك، فإن موثوقية الكشف مرهونة بصحة الكلب وطبيعته، ويقظة موجه الكلب ومهارته. وتدرب الكلاب في العادة على التعرف على ما يتراوح بين ست وعشر روائح، ويمكن أن تكون فعالة في التعرف عليها لمدة زمنية محدودة فقط كل يوم. ولذلك باتت أجهزة كشف المتفجرات المستندة إلى التكنولوجيا مستخدمة على نطاق أوسع باعتبارها الطريقة المفضلة لفحص الأفراد بحثاً عن المتفجرات.

التصوير بالأشعة السينية والتصوير بالموجات المليمترية

4-248- ويمكن أن تستخدم الأجهزة المتاحة تجارياً الأشعة السينية ذات التناثر الخلفي المنخفض الطاقة لتصوير المواد الموجودة على أجسام الأشخاص المراد فحصهم. ويمكن لهذه الأجهزة أن توفر صورة للمواد المحظورة، بما في ذلك المتفجرات المخبأة تحت الملابس، على الأشخاص الذين يتم فحصهم. ويتم في العادة تعريض الشخص لجرعة منخفضة جداً من الإشعاع المؤين. وهناك شواغل متعلقة بالخصوصية نتيجة لتصوير جسم الشخص من خلال الملابس. ويمكن معالجة هذه الشواغل المتعلقة بالخصوصية في جانب منها عن طريق التحليل الآلي للصورة المتكونة التي تبين ببساطة للمشغل ما

إذا كانت هناك حاجة إلى إجراء تفتيش يدوي إضافي للشخص وترد توصيات في العدد SSG-55من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة بعنوان 'الأمان الإشعاعي لمولدات الأشعة السينية ومصادر الإشعاعات الأُخرى المستخدمة لأغراض التفتيش والتصوير البشري غير الطبي' [24].

4-249- ويُمثل التصوير بالموجات المليمترية أو التيراهرتزية تكنولوجيا أخرى متاحة تجارياً لتصوير الأفراد باستخدام الإشعاعات بترددات تكون معظم الملابس بالنسبة لها شفافة، ولكنها تنعكس على الجلد. وتمتص المعادن هذه الترددات بقوة، ويمكن بالتالي أن تكشف الصور عن العناصر المحظورة، مثل البنادق والسكاكين والمتفجرات. ويمكن استخدام برمجية حاسوبية لتعديل الصور أو إخفاء هوية صاحبها للتغلب على مسائل الخصوصية.

4-250- وفيما يتعلق بالتصوير بالأشعة السينية ذات التناثر الخلفي والموجات المليمترية، يلزم إجراء فحص ثانوي يتم في العادة من خلال تفتيش يدوي، لتأكيد المؤشرات التي توفرها التكنولوجيا.

4-251- ويحتاج فحص المركبات وحاويات البضائع الكبيرة إلى أشعة سينية ذات طاقة أعلى من الأشعة المستخدمة مع الطرود الصغيرة. وعادة ما تُستخدم نُظم الأشعة السينية ذات الطاقات التي تبلغ 320 و630 كيلو فلط لعمليات تفتيش المركبات. ويُستخدم إشعاع غاما أيضاً في بعض نُظم فحص المركبات، حيث تستخدم نويدات مشعة، مثل السيزيوم - 137 (باستخدام انبعاث قدره 661 كيلو إلكترون فلط من نواتج الباريوم - 137 شبه المستقر القصير العمر) والكوبالت - 60 (1173و1333 كيلو إلكترون فلط) لتوفير إشعاع أكثر قدرة على الاختراق حتى من نُظم الأشعة السينية العالية الطاقة. وأثناء الفحص بهذه النُظم العالية الطاقة، سواءً كانت الأشعة السينية أو أشعة غاما، ينبغي عدم وجود أي ركاب داخل المركبة.

كشف المواد النووية

4-252- الغرض من أجهزة كشف المواد النووية هو استشعار وكشف الإزالة غير المأذون بها للمواد النووية الموجودة مباشرة على الأشخاص أو في الطرود أو المركبات التي تغادر منطقة أمنية، بعد إجراء التقييم المناسب. وهناك طريقتان شائعتان لاستشعار المواد النووية

وتُطبقان سواءً في الإعدادات الخاصة بوابات الكشف أو الأجهزة المحمولة باليد:

(أ) الطرق الكامنة التي تستشعر الانبعاثات الغيمية والنيوترونية من المواد النووية.
(ب) الطرق النشطة التي تستخدم التنشيط النيوتروني لاستشعار المواد النووية المدرعة.

4-253- ويمكن كشف الإشعاعات المنبعثة من المواد النووية باستخدام واحدة من عدة مواد كاشفة، بما في ذلك ما يلي: الومَّاضات البلورية أو العضوية (داخل مصفوفة بلاستيكية)؛ وأشباه الموصلات (الصلبة) التي تصبح موصلة للكهرباء عند تعرضها للإشعاع؛ وأجهزة الكشف النسبي المحتوية على غاز يمكنه كشف النيوترونات.

كشف شعاع غاما

4-254- تكشف الومَّاضات شعاع غاما من خلال الاضمحلال الإشعاعي للمواد النووية: تنتج الفوتونات عندما تمتص المادة الومَّضة الإشعاع المؤين. وتكون الومَّاضات في العادة بلورية (يوديد الصوديوم) أو عضوية (بلاستيكية)، وهذه الأخيرة تستخدم على نطاق واسع في بوابات المشاة.

4-255- ويشيع استخدام ومَّاضات يوديد الصوديوم المنشّط بالثاليوم المقترنة بأنبوب مضاعف ضوئي لكشف إشعاع غاما والتعرف عليه. وتومض بلورات يوديد الصوديوم النقية بكفاءة عند تبريدها إلى حوالي 77 كلفن، ولكنها تومض بكفاءة أقل بكثير في درجات الحرارة المحيطة العادية. ولا تؤدي إضافة الثاليوم إلى زيادة الكفاءة في درجات حرارة التشغيل العادية فحسب، بل تؤدي أيضاً إلى تحول في الطول الموجي للضوء الوميضي بحيث يكون شفافاً أمام ما يصدره من وميض. ومن عيوب هذه النُظم هو أن التعرض لمقادير صغيرة من الرطوبة يتسبب في تغيُّر لون يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم، مما يُقلل من شفافيته للضوء الوميضي الخاص به ويمنع الكشف الموثوق عن إشعاع غاما والتعرف عليه. ويمكن استخدام جهاز كشف يوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم للتمييز بين إشعاع غاما من الطاقات المختلفة، وبالتالي يمكن استخدامه للتمييز بين النويدات المشعة؛ ولكن لا يمكنه كشف النيوترونات. ومع ذلك، هناك ومّضات أخرى، مثل بروميد اللانثانم الذي يمكن أن يوفِّر مستوى أفضل قليلاً بدقة التمييز بين الطاقات مقارنة بيوديد الصوديوم المنشّط بالليثيوم.

4-256- وتنبعث من الومّاضات البلاستيكية فوتونات عندما يسقط إشعاع عالي الطاقة

(مثـل الأشـعة السـينية وإشـعاع غامـا والنيتـرون) علـى البلاسـتيك. ومـع ذلـك، لا تُشـير الفوتونـات إلـى طاقـة الإشـعاع السـاقط الـذي تسـبب فـي حـدوث الوميـض، وبالتالـي لا يمكـن اسـتخدامها لتحديـد النويـدات المشـعة. والمـواد البلاسـتيكية أرخـص (لـكل وحـدة مسـاحة) مـن الومّضـات البلوريـة الموصوفـة أعـلاه، ولكـن كفاءتهـا أقـل. ويمكـن للومّضـات البلاسـتيكية بصفـة عامـة أن توفِّـر مزيـداً مـن الحساسـية بتكلفـة أقـل، ولكـن بـدون أي دقـة فـي التمييـز بيـن الطاقـات. ويمكنهـا أيضـاً كشـف النيوترونـات إلـى حـد مـا، ويشـيع اسـتخدامها فـي الفحـص الإشـعاعي للأفـراد.

4-257- ويمكـن لأجهـزة الكشـف ذات الحالـة الصلبـة، مثـل أجهـزة الكشـف التـي تسـتخدم الجرمانيـوم العالـي النقـاء، وتيلوريـد زنـك الكادميـوم أن تبيـن طاقـة إشـعاع غامـا السـاقط علـى البلـورات. ويسـمح ذلـك بتحديـد النويـدات المشـعة لأن طاقـة إشـعاع غامـا المنبعثـة تُميِّـز اضمحـلال نويـدة مشـعة بعينهـا. ويُسـاعد ذلـك بصفـة خاصـة فـي التمييـز بيـن مصـدر الانبعاثـات المزعجـة. ومـن ذلـك علـى سـبيل المثـال أن الشـخص الـذي يكـون قـد خضـع مؤخراً لإجـراء طبـي باسـتخدام نظيـر مشـع، مثـل نظيـر التكنتيـوم - 99 شـبه المسـتقر، سـينبعث منـه مسـتوى مـن إشـعاع غامـا يمكـن كشـفه، ولكـن جهـاز الكشـف ذي الحالـة الصلبـة يمكنـه تمييـز طيـف طاقـة غامـا عـن طيـف طاقـة النويـدات المشـعة التـي قـد يكـون الشـخص قـد تعـرض لهـا فـي مرفـق نـووي. وتتميَّـز بلـورات أشـباه الموصـلات بكفـاءة ممتـازة (مـن حيـث الحساسـية لـكل وحـدة مسـاحة) ودقـة جيـدة فـي تمييـز الطاقـة، ولكنهـا أغلـى (لـكل وحـدة مسـاحة) مقارنـة بالومّضـات البلاسـتيكية. وتحتـاج أجهـزة الكشـف المعتمـدة علـى الجرمانيـوم أيضـاً إلـى تبريـد باهـظ الثمـن باسـتخدام النيتروجيـن السـائل، فـي حيـن أن أجهـزة الكشـف التـي تسـتخدم تيلوريـد زنـك الكادميـوم يمكـن أن توفِّـر دقـة طاقـة معقولـة فـي درجـات الحـرارة المحيطـة العاديـة. ويمكـن لأجهـزة الكشـف ذات الحالـة الصلبـة أن تكتشـف أيضـاً النيوترونـات إلـى حـد مـا.

كشف النيوترونات

4-258- يُسـاعد كشـف النيوترونـات بصفـة خاصـة فـي كشـف المـواد النوويـة لأن بعـض المـواد النوويـة (ولا سـيما نظائـر البلوتونيـوم) تُطلـق نيوترونـات مـن الصعـب تدريعهـا، وبالنظـر إلـى أن الخلفيـة النيوترونيـة منخفضـة جـداً بصفـة عامـة. ولذلـك يمكـن لأجهـزة كشـف النيوترونـات أن تكـون حساسـة جـداً، ويمكـن لكشـف النيوترونـات أن يكـون مؤشـراً موثوقـاً يـدل علـى وجـود مـادة نوويـة.

4-259- ويولِّد جهاز كشف النيوترونات إنذاراً عندما تحدث زيادة ذات دلالة إحصائية مقارنة بقراءة الخلفية العادية. وينبغي اختيار عتبة الإنذار بحيث تكون قريبة من مستوى الخلفية العادية، وعلى ألاّ تكون قريبة أكثر من اللازم إلى المستوى الذي يتسبب في انطلاق عدد كبير من الإنذارات المزعجة. ويُحدد المستوى المرجعي للخلفية عن طريق حساب متوسط عدد المرات على عدد الفترات الزمنية الفاصلة، ويتم تحديث هذا المتوسط باستمرار. ويعاد في العادة، في أجهزة الكشف عند بوابات المرور التجارية، حساب عدد الإشارات في كل مرة يغادر فيها الشخص جهاز الكشف، ويقارن عدد الإشارات بمستوى الإنذار، مع مراعاة متوسط الخلفية الحالية؛ وينطلق إنذار إذا تجاوز عدد الإشارات مستوى الإنذار.

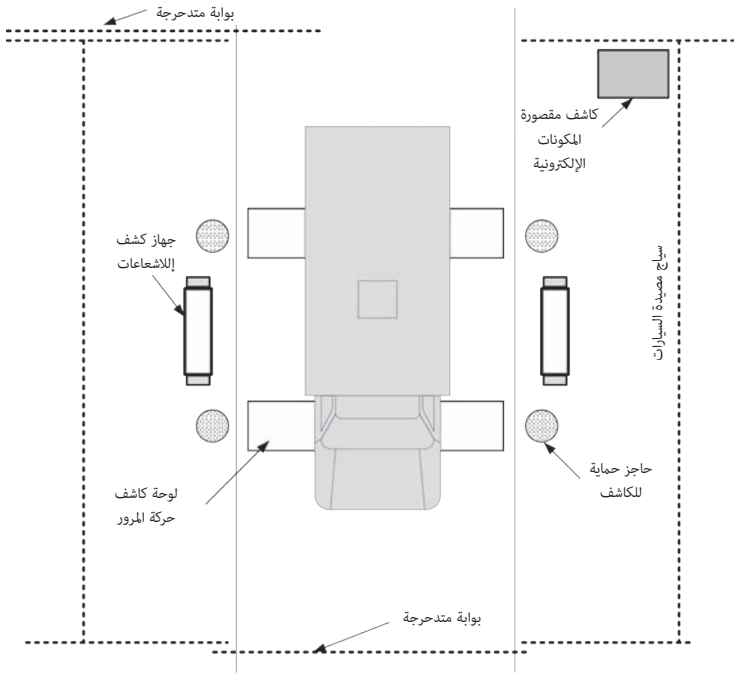
4-260- وينبغي أن تنطلق الإنذارات في حالة كشف انقطاع في خط القوى الكهربائية أو تعطل الجهاز أو حدوث ارتفاع أو انخفاض مفرط في الخلفية أو التلاعب بالجهاز.

كشف التنشيط النيوتروني

4-261- يعتمد كشف التنشيط النيوتروني على توجيه حُزمة من النيوترونات من مصدر مثل الكاليفورنيوم - 252، نحو هدف، وعادة ما تكون حاوية من الصعب تفتيشها بوسائل أخرى (على سبيل المثال، حاويات البضائع) لكشف وجود اليورانيوم. ويُستخدم المصدر لتوجيه نبضة نيوترونية إلى الحاوية لتستمر في العادة لبضع ثوانٍ - ثم يتم تدريعها لوقف النيوترونات الساقطة. وتُحسب بعد ذلك أي نيوترونات متأخرة منبعثة من شظايا انقسام اليورانيوم للدلالة على ما إذا كانت مادة نووية موجودة أو غير موجودة في الحاوية. وينبغي أن يقتصر استخدام هذه الطريقة على الحاويات.

بوابة كشف المواد النووية

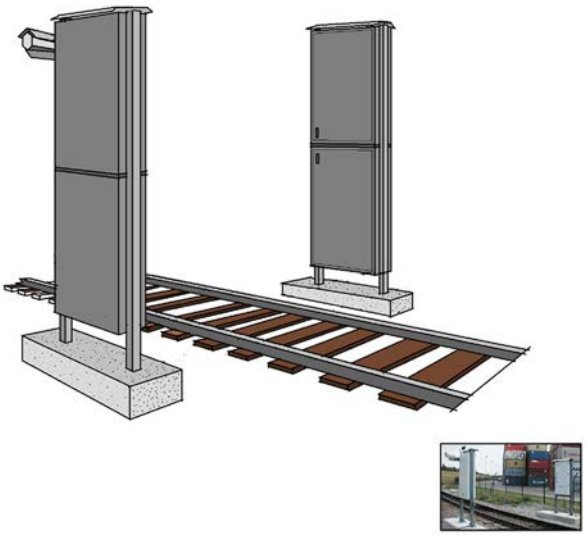
4-262- يمكن تركيب معدات كشف الإشعاعات في البوابات لكشف المواد النووية في المركبات وعربات السكك الحديدية (انظر الشكلين 22 و23). ويمكن تركيب أجهزة الكشف على قاعدة خرسانية أو على الجدران، ويمكن تركيب جهاز واحد أو مجموعة من الأجهزة لزيادة ارتفاع منطقة الكشف لتغطية منطقة وجود المركبات. ويمكن أيضاً تجهيز البوابات بمراقبة بالفيديو لتسجيل عملية الكشف وتقديم أدلة لتقييم الإنذارات. ويمكن كشف المواد النووية في المركبات الثابتة أو المتحركة.



الشكل -22- نسق تهيئة بوابة كشف المواد النووية في المركبات.

كشف المواد النووية بالأجهزة المحمولة باليد

4-263- يمكن استخدام أجهزة الكشف المحمولة باليد لتفتيش الأفراد والطرود والمركبات بحثاً عن مجموعة واسعة من المواد النووية أو يمكن تعديلها لاستخدامها مع أنواع محددة من المواد النووية. وتُستخدم أجهزة كشف المواد النووية المحمولة باليد في المقام الأول للفحص الثانوي وفحص المناطق أو الأحجام الكبيرة جداً التي تكون فيها أجهزة الكشف البوابية غير فعالة. وتتشابه إجراءات البحث والوقت اللازم لإجرائه وفائدة كشف الكميات الأصغر من المواد النووية مع فوائد وقيود جهاز الكشف اليدوي عن المعادن المعروض أعلاه. وينبغي أيضاً أن تكون كل نقطة من نقاط الفحص التي توجد فيها بوابات لكشف المواد النووية مجهزة بجهاز محمول باليد لكشف الإشعاعات.



الشكل -23- جهاز رصد مزوَّد بدائرة تليفزيونية مغلقة لكشف المواد النووية في عربات السكك الحديدية.

المواد النووية المدرّعة

4-264- يُعد استخدام أجهزة كشف المعادن إلى جانب أجهزة كشف المواد النووية ضرورياً للكشف المواد النووية المدرّعة. وينبغي أن يكون جهاز كشف المعادن قادراً على كشف الكميات الصغيرة نسبياً من المعادن الثقيلة، مثل الرصاص. وبالنظر إلى أن مقاومة هذه المعادن أعلى عموماً من مقاومة المعادن ذات الأعداد الذرية الأقل، فإن كشفها يكون في العادة أكثر صعوبة. وفي جميع الحالات، ينبغي أن تعمل أجهزة الكشف بدرجة عالية جداً من الحساسية، مما سيزيد من معدل انطلاق الإنذارات المزعجة، وبالتالي قد تكون هناك حاجة إلى مساحة للأفراد لإزالة العناصر المعدنية من ملابسهم (مثل خلع الأحذية المزوّدة بمقدمة حديدية).

ملخص تكنولوجيات التفتيش

4-265- يلخص الجدول 3 تكنولوجيات التفتيش المختلفة وفقاً لمختلف مخططات تصنيف التطبيقات وعمليات التفتيش.

نُظم التحكم في الدخول

4-266- تُستخدم نُظم التحكم في الدخول لمنع أو كشف الدخول بدون إذن إلى المناطق الأمنية (مثل مناطق الوصول المحدود والمناطق المحمية والمناطق الداخلية والمناطق الحيوية). وينبغي أن تسمح هذه النُظم للأفراد والمركبات المأذون لهم فقط بالدخول والخروج ودعم منع وكشف نقل المواد النووية بدون إذن، والمعلومات الحساسة، والمواد المحظورة أو المعدات إلى داخل المناطق الأمنية أو خارجها. وترد إرشادات عامة حول التحكم في الدخول في المرجع [2]. وينبغي حماية المفاتيح والأقفال والتراكيب وكلمات المرور والأجهزة ذات الصلة المستخدمة للتحكم في الدخول إلى المناطق الأمنية ومعدات الحماية المادية وفقاً لذلك.

4-267- ويمكن أن يكون نظام التحكم في الدخول:

(أ) قائماً بذاته: مثل قفل مثبت على باب.
(ب) مترابط: مجموعة من أجهزة التحكم في الدخول يتم التحكم فيها موضعياً.
(ج) متكامل: نظام للتحكم في الدخول يُشكل جزءاً من نظام لكشف الاقتحام.

4-268- ويقل عدد الأفراد المأذون لهم بدخول كل طبقة متتالية من المنطقة الأمنية في العادة نتيجة للسياسات من أجل التقليل إلى أدنى حد من الوصول إلى المناطق التي يُطبق عليها مستوى أمني أعلى. ويمكن بالتالي لنظام التحكم في الدخول، بل وينبغي له، أن يُوفِّر تدابير لزيادة الصرامة في كل طبقة متتالية: ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار عدد الموظفين المأذون لهم الذين يحتاجون إلى المرور عبر كل نقطة دخول، وكذلك المتطلبات الأمنية عند اتخاذ قرار بشأن المعدات وعمليات الفحص الموضوعة. ويمكن التحكم في الدخول باستخدام شيء يمتلكه الشخص، مثل بيانات اعتماد الموظفين، أو استخدام شيء يعرفه الشخص، مثل رقم التعريف الشخصي، أو سمة ينفرد بها الشخص، مثل بصمة الأصابع. وينبغي أن يُشرف الحراس على نظام التحكم في الدخول بحيث يتم كشف أي محاولة للتغلب على النظام أو تجاوزه، والشروع في التصدي.

4-269- وفيما يتعلق بنُظم التحكم في الدخول المزوّدة بنُظم لكشف الاقتحام، يتناول القسم 6 متطلبات مسارات الاتصال بين الخوادم وأجهزة التحكم في الدخول. ويتطلب هذا النوع من نُظم التحكم في الدخول إلى تواصل مع النظام الفرعي الذي يستشعر حالة نقاط الدخول (المفتوحة أو المغلقة) ليتمكن من أن يُسجل بدقة الوقت الذي يمر

الجدول 3 - تصنيف نُظم التفتيش والتطبيقات النموذجية

نوع التفتيش	تفتيش البنود النموذجية	الاحتمالية[أ]	مبدأ التشغيل[ب]	التفاعل[ج]	نوع الإنذار[د]
كشف المعادن					
البوابات	الأفراد	الثابتة المدمجة	الكهر ومغنطيسية	نشطة كامنة	إنذار
المحمولة باليد	الأفراد	المتنقلة	الكهر ومغنطيسية	نشطة	إنذار
كشف المتفجرات					
امتصاص الأشعة السينية	المركبات حاويات البضائع العناصر المحمولة باليد	الثابتة	شاشة العرض الأشعة السينية	نشطة	يفسره المشغِّل
التنشيط النيوتروني وامتصاص النيوترونات	المركبات حاويات البضائع العناصر المحمولة باليد	الثابتة	شاشة العرض الإشعاع	نشطة	يفسره المشغِّل
الأبخرة النزرة	الأفراد العناصر المحمولة باليد	ثابتة متنقلة	تحليل الغازات	نشطة	إنذار يفسره المشغِّل
كلاب مدرَّبة	الأفراد المركبات حاويات البضائع العناصر المحمولة باليد	متنقلة	متفجرات روائح	غير منطبق	يفسره المشغِّل
كشف المواد النووية					
بوابات الكشف: إشعاع غاما والنيوترونات	الأفراد المركبات حاويات البضائع العناصر المحمولة باليد	ثابتة مدمجة	إشعاع	كامنة	إنذار
بوابات الكشف: التنشيط الإلكتروني	مركبات حاويات بضائع	ثابتة قائمة بذاتها	إشعاع	نشطة	إنذار يفسره المشغِّل

الجدول 3 - تصنيف نُظم التفتيش والتطبيقات النموذجية (تابع)

نوع التفتيش	تفتيش البنود النموذجية	الاحتمالية[أ]	مبدأ التشغيل[ب]	التفاعل[ج]	نوع الإنذار[د]
محمولة باليد: إشعاع غاما والنيوترونات	الأفراد المركبات حاويات البضائع العناصر المحمولة باليد	متنقلة	إشعاع	كامنة	إنذار يفسره المشغِّل
بوابات كشف المعادن والمتفجرات					
التصوير بالأشعة بالسينية (التناثر الخلفي المنخفض الطاقة)	الأفراد	ثابتة	شاشة عرض أشعة سينية	نشطة	يفسره المشغِّل
التصوير بالإشعاعات الكهرومغنطيسية والموجات المليمترية	الأفراد	ثابتة	شاشة العرض الإشعاع	نشطة	يفسره المشغِّل
كشف المعادن والمواد النووية والمتفجرات					
التفتيش اليدوي	الأفراد المركبات حاويات البضائع محمولة باليد ثابتة	ثابتة متنقلة	شاشة عرض مرايا لمس	نشطة	يفسره المشغِّل

[أ] ما إذا كان النظام ثابتاً أو مدمجاً (مقترناً بتطبيقات أخرى) أو قائماً بذاته (غير مقترن بتطبيقات أخرى) أو متنقل (يمكن نقله من موقع إلى آخر).

[ب] نوع التكنولوجيا المستخدمة.

[ج] تفاعل نشط أو كامن مع العنصر المراد تفتيشه.

[د] إنذار مسموع/مرئي أو يفسره المشغِّل

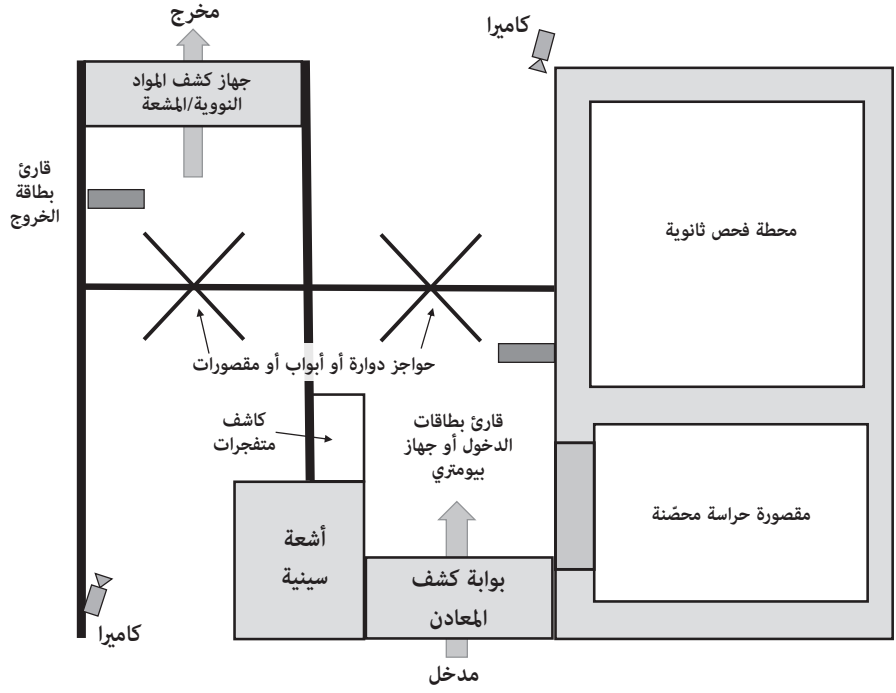
فيه الفرد من خلال النظام، وأن نقطة الدخول في الوضع السليم بعد ذلك. ويحتاج نظام التحكم في الدخول أيضاً إلى تواصل على مستوى ما مع نظام الإبلاغ عن الإنذار والتقييم. وإذا كان النظامان متكاملين، ينبغي أن يكون هناك على الأقل مستوى معيّن من التفاعل بين النظامين لمعرفة ما إذا كان الدخول الذي جرى تسجيله مأذون به أم غير مأذون به، وفي الحالة الأخيرة ينطلق إنذار. ويمكن دمج النظامين ما دام النظام

يديـر الإنـذارات ورسـائل التحكـم فـي الدخـول تبعـاً للأولويـات الصحيحـة.

4-270- ويوضـح الشـكل 24 مثـالاً علـى نسـق تهيئـة المكونـات فـي بوابـة التحكـم فـي الدخـول، ويمكـن أن يتبايـن الترتيـب الـذي تتـم بـه مصادقـة أجهـزة البحـث، ولكـن ينبغـي إتمـام جميـع عمليـات البحـث قبـل السـماح للشـخص بالدخـول إلـى المنطقـة الأمنيـة.

التحكم في دخول الأفراد

4-271- يتحقـق نظـام التحكـم فـي دخـول الأفـراد مـن هويـة الشـخص الـذي يطلـب الدخـول إلـى منطقـة أمنيـة والإذن الممنـوح لـه. ويعتمـد الإذن فـي العـادة علـى الحاجـة إلـى الدخـول لإجـراء الأنشـطة المـأذون بهـا. وتحتـوي نُظـم التحكـم فـي الدخـول الإلكترونـي الآليـة علـى قائمـة دخـول، وهـي فـي العـادة قاعـدة بيانـات إلكترونيـة تحتـوي علـى بيانـات عـن الأفـراد الذيـن يحـق لهـم الدخـول المـأذون بـه. ومـن المثالـي تصميـم هـذه النُظـم لإنشـاء سـجلات مختومـة زمنيـاً لجميـع الأحـداث أو الإنـذارات التـي تتولَّـد فـي النظـام. ويمكـن لأجهـزة التحكـم



الشكل -24- مثال على مكونات نقطة التحكم في الدخول.

في الدخول الحديثة تخزين أحدث البيانات بحيث يمكنها العمل في الوضع الاحتياطي في حالة حدوث عطل في الشبكات. وتبين الفقرات من 4-272 إلى 4-295 مختلف تدابير التحكم في دخول الأفراد.

بيانات الاعتماد

4-272- عادة ما تنطوي تدابير التحكم في الدخول التي تعتمد على شيء يمتلكه الشخص (أوراق اعتماد، مثل شارة هوية تحمل صورة الشخص) على فحص بصري من حارس. وتحتوي بعض الشارات أيضاً على بيانات اعتماد مشفرة يمكن استخدامها في نُظم التحكم في الدخول الآلية. وإذا استُخدمت هذه الشارات لتشغيل نظام التحكم في الدخول (مثل فتح الأبواب أو الحواجز الدوارة أو البوابات)، ينبغي التعامل مع الشارات والتحكم فيها بطريقة مماثلة لنظام التحكم في الأقفال والمفاتيح (انظر الفقرات من 4-299 إلى 4-309).

4-273- وتُمثل شارات التعريف بالصور نوعاً شائعاً من أوراق الاعتماد المستخدمة للتحكم في دخول الأفراد ولكنها الأقل أماناً. ويمكن عمل شارة تعريف مزيَّفة تحمل صورة مزيّفة، أو يمكن للفرد تغيير مظهره لمطابقة الصورة الموجودة على شارة مسروقة. وبالنظر إلى أن فحص هذا النوع من الشارات يتم يدوياً، يمكن للأخطاء البشرية التي يرتكبها الحارس أن تُقلل من فعالية الشارة، وخاصة في الأوقات التي يدخل فيها عدد كبير من الأشخاص إلى المرفق. وعادة ما تظل هذه الشارات في حوزة الشخص بعد ساعات العمل.

4-274- وفي نظام تبادل الشارات، عندما يُقدم شخص ما شارة، يقوم الحارس بمقارنة الشارة المقدمة والفرد بالصورة التي تحملها شارة التبادل المنفصلة المحتفظ بها في نقطة التحكم في الدخول. وفي حالة تطابقهما، يتبادل الحارس الشارات ويسمح بالدخول. ويتم الاحتفاظ بالشارة عند نقطة التحكم في الدخول لحين مغادرة الشخص المنطقة، وفي ذلك الوقت يتم استبدال الشارات مرة أخرى، ولا تغادر شارة التبادل التي يتم ارتداؤها داخل المنطقة الأمنية هذه المنطقة. ويُقلل ذلك من خطر تزوير الشارات أو ضياعها أو سرقتها، ولكنه لا يمنع حدوث خطأ بشري أو قيام شخص بتغيير مظهرة لمطابقته مع الصورة الموجودة على شارة مفقودة أو مسروقة.

4-275- وفي نظام الصور المخزّنة، يتحقق الحارس من هوية الشخص بناءً على

الخصائص المرئية. وتُعرض الصورة المخزّنة بشكل آمن على شاشة فيديو أو شاشة حاسوب وتُستخدم للمقارنة مع صورة آنية للشخص الذي يطلب الدخول. ولا تعتمد نُظم الصور المخزّنة على خاصية فريدة قابلة للقياس، مثل بصمة الإصبع، ولذلك لا تُعتبر شكلاً من أشكال التحقق البيومتري. ومع ذلك، تُعتبر هذه النُظم أكثر أماناً من نُظم التعرف على الصور يدوياً لأنه من الصعب التلاعب بالصور المخزّنة في مكان آمن.

4-276- وتحتوي بيانات الاعتماد المشفرة التي قد تتخذ شكل شارة، على معلومات مخزّنة في الشارة أو عليها، ويمكن قراءتها بواسطة نظام التحكم الإلكتروني في الدخول. وتشمل النُظم المتاحة تجارياً التي تستخدم بيانات اعتماد مشفرة سمات مثل رموز الإذن الفريدة و/أو الإذن لوقت محدد و/أو لدخول منطقة محددة، وتسجيل المرور في كل نقطة دخول. وتشمل أمثلة هذه النُظم ما يلي:

(أ) يُستخدم الترميز بالشريط المغنطيسي على نطاق واسع في نُظم بطاقات الائتمان التجارية. ويتم ترميز شريط من مادة مغنطيسية على طول إحدى حواف الشارة بالبيانات، وتُقرأ هذه البيانات أثناء تحريك البطاقة خلال فتحة قارئ الشرائط المغنطيسية أو عن طريق إدخالها في قارئ. وتلقى تكنولوجيا الشرائط المغنطيسية رواجاً بسبب تكلفتها المنخفضة نسبياً وموثوقيتها الكبيرة.

(ب) تُستخدم تكنولوجيا إشارات ويغاند (Wiegand) شفرة اعتماد تولدها سلسلة من الأسلاك المتوازية المزودة بخصائص مغنطيسية خاصة تُشكل جزءاً لا يتجزأ من البطاقة. وعادة ما تُرتب الأسلاك في صفين و'يُثبت' الترميز أثناء تصنيع البطاقة. وتُمرر البطاقة في قارئ بطاقات مشقوق، على غرار الطريقة التي يمكن بها قراءة البطاقات ذات الشريط الممغنط. وتُستخدم هذه التكنولوجيا على نطاق واسع في صناعة التحكم في الدخول.

(ج) تُستخدم الرموز الشريطية على نطاق واسع في تجارة التجزئة لتحديد المنتجات تلقائياً في نقطة البيع، ويمكن استخدامها في أوراق الاعتماد المشفرة. ويؤدي تباين اتساع الشرائط والمسافات الفاصلة بينها إلى إنشاء الرمز، وتُقرأ البطاقة بواسطة مستشعر بصري يقوم بمسح الرمز الشريطي ونقل المعلومات إلى وحدة فك التشفير. ويُعاد إنتاج الرموز الشريطية بسهولة باستخدام طابعة كمبيوتر أو آلة تصوير. ويمكن للرموز الشريطية الثنائية الأبعاد تخزين معلومات أكثر من الرموز الشريطية ذات البُعد الواحد.

4-277- ويمكن قراءة الشارات التقاربية بدون تمرير الشارة فعلياً في قارئ البطاقات.

وتُستخدم شارة التعرف على الهوية الإلكترونية التقاربية جهاز إرسال واستقبال الترددات اللاسلكية الصغيرة (المُرسل) وتحتاج إلى تشغيلها بطريقة ما. وتستمد الشارات التقاربية الكامنة طاقتها من إشارة التردد اللاسلكية التي تولدها وحدة القارئ أثناء قراءة الشارة. ويتم تشغيل الشارات التقاربية النشطة بواسطة بطارية طويلة العمر مضمّنة في الشارات. وتُستبدل الشارات النشطة إلى حد كبير بشارات كامنة. وكانت الشارات في مراحلها الأولى تُقرأ فقط مع تثبيت رمز محدد أثناء التصنيع، ولكن الشارات الأحدث يمكن قراءتها وكتابة رموزها وبرمجتها، بحيث يمكن لمدير النظام برمجة الشارة وفقاً لاحتياجات النظام. وتتميَّز النُظم الأحدث بأنها محمية بكلمة مرور ويمكنها تشفير البيانات واستخدام الاتصالات المشفرة بين الشارة والقارئ. ويُصمم النظام بحيث لا يمكن قراءة الشارة إلاّ من خلال قارئ النظام نفسه.

4-278- ويبلغ حجم البطاقة الذكية، المعروفة أيضاً بالبطاقة المزوّدة بشريحة إلكترونية، نفس حجم بطاقة الائتمان المصرفية العادية، وتحتوي على دائرة متكاملة مدمجة في البطاقة. ويمكن للبطاقة الاتصال بجهاز القراءة من خلال بيانات الاتصال الموجودة على سطح البطاقة أو من خلال اتصالات الترددات اللاسلكية المنخفضة الطاقة (البطاقة الذكية غير التلامسية). وتحتوي البطاقات الذكية على معالج دقيق يمكن استخدامه أيضاً لتضمين معلومات أخرى، مثل المعاملات المالية، أو تدريب الموظفين، أو سجلات الرعاية الصحية، أو وظائف مراقبة الممتلكات.

أرقام تعريف الهوية الشخصية

4-279- يعتمد الكثير من نُظم التحكم في الدخول على قيام المستخدم بإدخال رمز الهوية الشخصية على لوحة مفاتيح للسماح له بالدخول. ولا يُعرِّف رقم تعريف الهوية الشخصية الفرد بطريقة فريدة إذا كان لأفراد آخرين في قاعدة بيانات النظام نفس رقم تعريف الهوية الشخصية. ولا يوفِّر استخدام رقم تعريف الهوية الشخصية وحده مستوى عالٍ من الأمان، إذ يمكن للخصم الحصول على رقم تعريف هوية شخصية عن طريق الملاحظة أو الإكراه. وإذا كان النظام لا يمنع إدخال أرقام تعريف هوية شخصية غير صحيحة متكررة، فقد يكون من الممكن التغلب عليه.

4-280- ويوفِّر رقم تعريف الهوية الشخصية المستخدم مع بيانات الاعتماد المذكورة أعلاه نظاماً أكثر أماناً. وعلى سبيل المثال، يقوم الفرد الذي يطلب الدخول بتسجيل بيانات الاعتماد الخاصة به المشفرة في النظام ثم إدخال رقم تعريف الهوية الشخصية

مـن خـلال لوحـة المفاتيـح. ويمكـن بعـد ذلـك مقارنـة هـذا الرقـم بالرقـم المشـفر المخـزن في ملـف الدخـول الخـاص بالشـخص، وإذا كانـت الأرقـام متطابقـة (وكان لـدى الشـخص السـلطة المناسـبة) يُمنـح الشـخص حـق الدخـول. ومـع ذلـك، لا يـزال هـذا النظـام يعانـي مـن مواطـن ضعـف، إذ يمكـن للفـرد تمريـر كل مـن رقـم تعريـف الهويـة الشـخصية وبيانـات الاعتمـاد إلـى الخصـم.

4-281- وعـادة مـا تكـون النُظـم أكثـر أمانـاً إذ أنشـئت أرقـام تعريـف الهويـة الشـخصية عشـوائياً للمسـتخدمين، بـدلاً مـن السـماح للمسـتخدم بإنشـائها. وينبغـي أن يحمـي النظـام أيضـاً رقـم تعريـف الهويـة الشـخصية عـن طريـق تشـفيره قبـل إرسـاله عبـر شـبكة أو تخزينـه.

النُظم البيومترية للتحقق من الهوية

4-282- تُسـتخدم النُظـم البيومتريـة للتحقـق مـن الهويـة خصائـص القياسـات الحيويـة الفيزيائيـة أو الفسـيولوجية الفريـدة للفـرد للتحقـق مـن هويتـه. وتُسـتخدم النُظـم المتاحـة تجاريـاً خصائـص مثـل الـوزن وهندسـة اليـد أو الأصابـع وأنمـاط الأوردة الدمويـة وبصمـات الأصابـع والتعـرف علـى الوجـوه وأنمـاط العيـن. وتشـمل العوامـل التـي ينبغـي أخذهـا فـي الاعتبـار عنـد اختيـار هـذه النُظـم مـدى قـدرة السـمة علـى تحديـد الفـرد بصـورة فريـدة، وتغيُّـر السـمة فـي الفـرد، وصعوبـة تنفيـذ النظـام الـذي يعالـج السـمة. ويمكـن اسـتخدام النُظـم البيومتريـة للتثبـت مـن صحـة بيانـات الاعتمـاد الأخـرى للتحكـم فـي الدخـول، أو كمعـرِّف وحيـد. وفـي الحالـة الأولـى، يسـتخدم النظـام بيانـات الاعتمـاد الأولـى لتحديد السـجل المناسـب (علـى سـبيل المثـال، رقـم تعريـف الهويـة الشـخصية أو بطاقـة الهويـة التـي تعمـل بالتـرددات اللاسـلكية) ويتحقـق النظـام بعـد ذلـك مـن صحـة البيانـات البيومتريـة المرتبطـة بالفـرد. وعندمـا تُسـتخدم قاعـدة البيانـات البيومتريـة بمفردهـا، يتعيّـن علـى النظـام البحـث فـي قاعـدة البيانـات البيومتريـة بأكملهـا حتـى يتـم العثـور علـى السـجل المناسـب، ممـا يزيـد مـن وقـت المعالجـة الـذي تسـتغرقه عمليـة التحقـق، وخاصـة إذا كانـت قاعـدة البيانـات كبيـرة. وفـي الحـالات التـي تتطلـب فيهـا قوانيـن الدولـة عـدم كشـف الهويـة، تُصمـم بعـض النُظـم لمنـع إعـادة بنـاء البيانـات البيومتريـة لشـخص مُعيّـن (علـى سـبيل المثـال، لا يمكـن اسـترجاع بصمـات الأصابـع).

4-283- وهنـاك بعـض الأفـراد الذيـن لا يمكـن التعـرف علـى هويتهـم علـى نحـو موثـوق باسـتخدام الخاصيـة البيومتريـة، وينبغـي أن تكـون هنـاك طـرق بديلـة متاحـة لمثـل هـذه الحـالات. وإذا احتـاج الأفـراد إلـى ارتـداء معـدات الحمايـة الشـخصية عنـد دخولهـم منطقـة

معيّنة، يمكن أن تعيق هذه المعدات أيضاً استخدام التعرف البيومتري على هويتهم. ويمكن تصميم تدابير التحكم في الدخول القابلة للتطبيق، على سبيل المثال، للأفراد الذين يرتدون قفازات أو أجهزة تنفس صناعي. ولا يمكن التعرف على هوية الشخص الذي يرتدي قفازات من خلال هندسة اليد أو بصمات الأصابع؛ ويمكن أن يمنع جهاز التنفس الصناعي استخدام التعرف على الشخص من سمات وجهه أو نمط العين أو نُظم التعرف على الهوية من قزحية العين.

4-284- ولكل مقياس من مقاييس التحكم في الدخول معدل قبول زائف (النسبة المئوية للمرات التي يسمح فيها النظام لشخص ما بالدخول بدون إذن) ومعدل الرفض الزائف (النسبة المئوية لمرات رفض النظام دخول شخص مأذون له). وسيكون هناك أيضاً بعض الأعطال بسبب خصائص الشخص أو أفعاله، مثل بصمات الأصابع التي لا يمكن قراءتها. وينبغي أن تُراعى هذه العوامل في نُظم التحكم في الدخول البيومترية.

4-285- ويمكن أن يشمل نظام التحكم في دخول الأفراد ميزان يُسجل وزن الشخص المأذون له عند الدخول لمقارنته لاحقاً. وإذا كان وزن الشخص لاحقاً يتطابق مع وزنه المسجل (في حدود هامش تفاوت محدد)، فعندئذ، جنباً إلى جنب مع تدابير التحكم في الدخول الأخرى، مثل البطاقات وأرقام تعريف الهوية الشخصية، تكون هناك ثقة أكبر في التحقق من الهوية. وتُقلل مقاييس الوزن أيضاً من مخاطر قيام الأفراد بتمرير أوراق اعتماد للآخرين أو الدخول بدون إذن لأكثر من موظف واحد في وقت واحد.

4-286- وتصف نُظم هندسة اليد خصائص شكل اليد، وتقيس السمات الثلاثية الأبعاد لليد، مثل عرض الأصابع وطولها وسمكها. وتلتقط كاميرا رقمية صوراً لليد، بما في ذلك منظر جانبي يُبين سُمك اليد. وتوفِّر الإضاءة بالأشعة دون الحمراء واللوحة العاكسة صورة ظل اليد بالنسبة للكاميرا. ويقيس النظام أطوال وعرض عدد من أجزاء اليد وينشئ تمثيلاً رقمياً (أو قالباً نموذجياً) لليد، ويقارنه بيد الشخص الذي يطلب الدخول. وإذا كانت الصورة المقروءة والقالب النموذجي المخزَّن متطابقين في حدود هامش تفاوت مقبول، فإن التحقق يكون ناجحاً.

4-287- وتُمثل هندسة الإصبعين نسخة أبسط لهذا النظام للتحقق من الهوية بطريقة مماثلة. وفي هذه الحالة، يقيس النظام السبابة والإصبع الأوسط فقط.

4-288- وتُمثل أنماط الأوردة الدموية، وخاصة الموجودة في أجزاء اليد، خصائص

مفيـدة يمكـن اسـتخدامها للتعـرف علـى هويـة الأفـراد. وتسـتخدم أدوات التحقـق مـن الهويـة البيومتريـة المتاحـة تجاريـاً أنمـاط الأوردة فـي راحـة اليـد والأصابـع وظهـر اليـد. ويمكـن لضـوء الأشـعة المقاربـة للأشـعة دون الحمـراء أن يختـرق الجلـد إلـى عمـق كافٍ لتوفيـر صـور واضحـة لـلأوردة فـي أجـزاء اليـد عنـد اسـتخدامه مـع أي كاميـرا رقميـة.

4-289- وتُسـتخدم نُظـم بصمـة الأصابـع فـي العـادة أطـراف الأصابـع وتشـعّباتها كسـمات لتعريـف بصمـة الأصبـع، علـى الرغـم مـن أن بعـض النُظـم تسـتخدم البصمـة بأكملهـا لأغـراض المقارنـة. وتعتمـد جميـع نُظـم التعـرف علـى بصمـات الأصابـع علـى تحديـد الموضـع الدقيـق للأصبـع والتحليـل الدقيـق ومقارنـة البصمـة لتحديـد الهويـة بصـورة موثوقـة. وتشـمل النُظـم الحديثـة أيضـاً فحـص النبـض لمزيـد مـن التأكيـد. وتتـاح أجهـزة الاستشـعار بالتصويـر المباشـر التـي تسـتخدم أجهـزة رقميـة للحصـول علـى صـور بصمـات الأصابـع، باسـتخدام طرق المواسـعة والمجـال الكهربائـي والطـرق الحراريـة. ويشـيع اسـتخدام هـذه الأجهـزة فـي تطبيقـات مثـل تسـجيل الدخـول الآمـن إلـى الحواسـيب، واسـتخدام التصويـر بالموجـات فـوق الصوتيـة أو التصويـر البصـري:

(أ) تُسـتخدم طريقـة التصويـر بالموجـات فـوق الصوتيـة لتصويـر الطبقـات السـفلية مـن الجلـد وبالتالـي فهـي أكثـر دقـة بالنسـبة لبصمـات الأصابـع 'التالفـة' التـي يكـون فيهـا السـطح الخارجـي للجلـد جافـاً أو مهترئـاً. ويكـون التصويـر بالموجـات فـوق الصوتيـة أبطـأ مـن طـرق التصويـر البصـري بسـبب المسـح التمشـيطي الـذي يحتـاج إليـه محـوِّل الإشـارة فـوق الصوتيـة.

(ب) تسـتخدم الطـرق البصريـة منشـوراً وكاميـرا رقميـة لالتقـاط صـورة بصمـات الأصابـع. ومـن الصعـب تصويـر بصمـات الأصابـع الجافـة أو المهترئـة باسـتخدام الطـرق البصريـة، ولكـن يمكـن اسـتخدام طـلاءات خاصـة علـى الأقـراص الضوئيـة لتحسـين جـودة الصـور مـن خـلال ضمـان جـودة الاقتـران البصـري بيـن القـرص وبصمـة الأصبـع.

4-290- وتسـتخدم نُظـم التعـرف علـى الأشـخاص مـن سـمات وجوههـم الخصائـص المميـزة للوجـه للتحقـق مـن هويـة الشـخص. وتلتقـط معظـم النُظـم صـورة الوجـه باسـتخدام كاميـرا فيديـو، علـى الرغـم مـن أن بعـض النُظـم يمكنهـا أيضـاً التقـاط صـور حراريـة باسـتخدام جهـاز تصويـر بالأشـعة دون الحمـراء. وتُسـتخرج السـمات المميـزة مـن الصـورة وتقـارن بالسـجلات المخزّنـة مسـبقاً لهـذه السـمات. وإذا تطابقـت الصـور فـي حـدود هامـش تفـاوت محـدد، يتـم التحقـق مـن الهويـة. وينبغـي تصميـم هـذه النُظـم بعنايـة للتعامـل مـع الاختلافـات بشـكل موثـوق فـي عـرض الوجـه والإضـاءة.

4-291- وتُشكل سمات أنماط العين، شأنها شأن بصمات الأصابع، سمات فريدة بشكل فعال، وتُتاح نُظم التحقق من الهوية باستخدام الأنماط المميزة في شبكية العين وقزحية العين. ويمكن تقييم النمط الفريد للأوعية الدموية على شبكية العين بصرياً من خلال عدسة العين. ويتم إجراء مسح لمسار دائري حور مركز الرؤية باستخدام ضوء منخفض الشدة من مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء التي تعمل بالأشعة دون الحمراء، وتدل شدة الضوء المنعكس من موضع كل شعاع أثناء الفحص إلى موقع الأوعية الدموية في شبكية العين.

4-292- وتستخدم النُظم البيومترية التي تعتمد على قزحية العين كاميرا فيديو لتصوير بنية القزحية في العين. ويتم الحصول على هذه الصور باستخدام كاميرا تقع على بُعد حوالي 25 سنتيمتراً من القزحية، ولذلك لا حاجة إلى اتصال جسدي بين الوجه والماسح الضوئي، ولا يوجد ضوء صناعي يسطع في العينين (تضيء العين خارجياً بالضوء المرئي). ولهذه الأسباب، غالباً ما تُفضل تكنولوجيا مسح قزحية العين على ماسح الشبكية. ويمكن أن تشمل العيوب المحتملة للتكنولوجيا البيومترية المعتمدة على مسح قزحية العين أخطاء الرفض الكاذب للأفراد الذين يرتدون نظارات، والوقت الطويل نسبياً المطلوب (الذي يتراوح بين 4 و5 ثوانٍ للمستخدمين المتمرسين، حتى 15 ثانية للمستخدمين الجُدد)، وعدم قدرة النظام على التعرف على لون قزحية العين أو بنيتها لدى نحو 2 في المائة من الأفراد.

تتبع الأفراد

4-293- يوفِّر العديد من نُظم التحكم في الدخول قدرة على تتبع الأفراد داخل المرفق عن طريق تسجيل البيانات المقروءة من أوراق الاعتماد عند نقاط الدخول والمراقبة. ويسجل النظام بالتالي المناطق التي يدخلهاالفرد، ويمكنه تقييد الوصول إلى مواقع معيّنة بشكل عام أو في أوقات محددة (على سبيل المثال خارج ساعات العمل). ويُساعد نظام تتبع الأفراد على الحماية من المخالفات الإجرائية، مثل إزالة بيانات الاعتماد أو تبادلها أو 'تمريرها'، لكشف مخالفات قاعدة الشخصين.

4-294- وتُخزّن بيانات تتبع الأفراد في سجل دائم يُعطي تفاصيل الدخول بحسب التاريخ أو المنطقة أو الفرد أو المعالم البارزة الأخرى. ويمكن لسجلات مراقبة الدخول، عندما تُسجل بشكل مناسب، أن تُستخدم أثناء التحقيق في أحداث الأمن النووي لتحديد المشتبه بهم المحتملين أو للتأكد من أن الحراس يؤدون الواجبات المكلفين بها في

دوريات الحراسة بشكل صحيح. ويمكن للوعي بوجود هذا النظام للتتبع في المرفق أن يؤدي أيضاً إلى ردع الموظفين عن الإجراءات غير المأذون بها. ومن المثالي استعراض طلبات الدخول المأذون به إلى المناطق أو النُظم الأمنية المهمة للسلامة أو الأمن سواءً المعتمدة أو المرفوضة، بانتظام للتأكد من استمرار حاجة الأفراد للدخول، وللمساعدة على تحديد نشاط التهديد الداخلي المحتمل.

قاعدة الشخصين للتحكم في الدخول

4-295- تفرض بعض نُظم التحكم في الدخول الآلية قاعدة الشخصين، إذ تقتضي مجموعتين من بيانات الاعتماد أو الخصائص البيومترية لإدخالها في النظام قبل منح الدخول المأذون به إلى منطقة ما. ويمكن أن ينطبق ذلك، على سبيل المثال، على الدخول إلى منطقة أمنية مشددة والخروج منها لضمان عدم دخول شخص واحد أو البقاء بمفرده في هذه المنطقة. ويمكن أيضاً تطبيق ضوابط الدخول باستخدام قاعدة الشخصين على فتح الخزائن التي تحتوي على معدات الأمان أو مكونات الإنذار، أو الدخول إلى غرف المعالجة الخاصة بوحدة التحكم أثناء الصيانة، أو لبعض وظائف أفراد محطة الإنذار المركزية، مثل فتح باب أمني عن بُعد.

التحكم في دخول المركبات

4-296- يمكن أن تخضع المركبات لضوابط التحكم في الدخول عند دخولها المناطق الأمنية أو خروجها منها. وفي بعض الحالات، يكون التحقق من الإذن الممنوح لقائد المركبة وركباها كافياً، ولا يلزم الحصول على إذن منفصل للمركبة. وبالنسبة للمناطق التي تُفرض فيها تدابير أمنية أكثر تشدداً، يمكن استخدام نظام تسجيل المركبات للسماح فقط بدخول المركبات المأذون لها.

4-297- وتبعاً للمرفق، يمكن أن تكون طرق التحكم في دخول المركبات آلية أو يدوية. وفيما يتعلق بالمرافق الصغيرة، يمكن استخدام قائمة يدوية للمركبات المأذون لها للحد من وصول المركبات إلى المناطق الأمنية. وفيما يتعلق بالمرافق الكبيرة والمعقدة، يمكن وضع قاعدة بيانات آلية للمركبات المأذون لها، والوصول إلى بيانات الاعتماد الصادرة لهذه المركبات، على غرار نُظم التحكم في دخول الأفراد، أو يمكن استخدام تكنولوجيا التعرف على هوية المركبات آلياً (على سبيل المثال من خلال التعرف على لوحة تسجيل المركبة أو من خلال شريحة مُدمجة في المركبة). ويمكن أيضاً استخدام قواعد

بيانات الصور للتعرف بصرياً على هوية المركبات المأذون لها ولتحديد ما إذا كان قد تم تعديلها مقارنة بالنسق المأذون به.

التحكم في الدخول في حالات الطوارئ

4-298- ينبغي وضع طرق لإتاحة دخول موظفي الطوارئ في حالات الطوارئ. ويمكن أن يشمل ذلك دخول هؤلاء الأفراد مصحوبين بأشخاص مأذون لهم عندما يكونون في المناطق الأمنية. ويرد في المرجع [2] مزيد من الإرشادات بشأن هذا الموضوع.

الأقفال والمفاتيح

4-299- تُمثل الأقفال مكونات حاسمة الأهمية لنظام الحماية المادية، وتوفِّر وظائف التحكم في الدخول وعرقلته. وقد يحدث اختراق لحاجز مادي، مثل الباب، سواءً عن طريق اختراقه أو التغلب على آلية القفل. وينبغي اختيار الأقفال لتعطيل الخصم عند الحاجز أو بالقرب منه قدر الإمكان. ويمكن أن يشمل ذلك اقتران آلية القفل بالحاجز نفسه. وعادة ما تُصنَّف الأقفال من خلال الآليات المستخدمة لسحب نظام الإغلاق، ويشمل ذلك الأقفال المُركبة والأقفال ذات المفاتيح والأقفال الإلكترونية.

4-300- وتتخذ الأقفال التوافقية شكل قفل صندوقي، مثبت على حاجز أو داخله، أو قفل منفصل. وتتوافر الأقفال التوافقية في شكل أقراص دائرية متعددة مرقمة، وأزرار ضاغطة، وأقراص دائرية واحدة مرقمة وإلكترونية. ويحتوي قفل الاتصال المتعدد الأقراص المرقمة على عدد من الأقراص الدوارة، ولكل منها عدة مواضع (عشرة في العادة، وهي مرقمة من صفر إلى 9)، ويُشيع استخدامها في الحاويات الصغيرة وحقائب الأوراق وأقفال الدراجات، ولكن يمكن التغلب عليها بسهولة. وفي الأقفال ذات الأزرار الضاغطة الميكانيكية، يُضغط على سلسلة من الأزرار بترتيب معيّن لتنشيط الروابط بين البوابة والمقبض الخارجي للسماح بفتح القفل (إذا كانت السلسلة صحيحة). ويوفِّر هذا النوع من الأقفال في العادة عدداً قليلاً نسبياً من التراكيب التوافقية الممكنة، ويمكن بالتالي التغلب عليه بمجرد محاولة كل تركيبة توافقية ممكنة حتى يتم كشف التركيبة التوافقية الصحيحة. وأما قفل التركيبة التوافقية الوحيد القرص الذي يحتوي على قرص مرقَّم واحد فهو قفل ميكانيكي مزوّد بقرص مرقم دوار، وهو يتفاعل مع العديد من الأقراص أو أسطوانات نقل الحركة المتوازية. وعادة ما تُفتح الأقفال من هذا النوع عن طريق تدوير أسطوانات نقل الحركة في اتجاه عقارب الساعة لمسافات محددة (تتخذ

فـي العـادة شـكل خطـوات مرقمـة) وفـي عكـس اتجـاه عقـارب السـاعة بالتنـاوب. وعـادة مـا تحتـوي أسـطوانات نقـل الحركـة علـى مسـافة بادئـة أو شـق، وعندمـا يتـم إدخـال التركيبـة التوافقيـة الصحيحـة، تحـدث محـاذاة بيـن جميـع الشـقوق، ممـا يسـمح للمـزلاج بـأن يتخـذ وضعـاً متناسـبا معهـا ويفتـح القفـل. ويمكـن التغلـب علـى بعـض الأقفـال التوافقيـة ذات القـرص المرقّـم الواحـد بسـهولة نسـبية، ولكـن تتوافـر تصاميـم أمـان عاليـة يصعـب التغلـب عليهـا. وتوفِّـر الأقفـال التوافقيـة الإلكترونيـة سـمات كثيـرة غيـر متاحـة فـي سـائر أنـواع الأقفـال التوافقيـة. ويمكـن التغلـب علـى بعـض هـذه الأقفـال، شـأنها شـأن الأقفـال التوافقيـة الأخـرى، ولكـن التغلـب عليهـا يكـون فـي العـادة أكثـر صعوبـة.

4-301- ويمكـن للأقفـال التـي تُفتـح بمفاتيـح أن تكـون مـن النـوع المسـنن أو المحتـوي علـى رقاقـة (أو قـرص) أو رافعـة أو لسـان، وأكثرهـا شـيوعاً هـو اللسـان الدبوسـي. وعلـى غـرار الأقفـال التوافقيـة، ينبغـي أن يكـون مـن الممكـن فـي العـادة ضبـط الأقفـال التـي تفتـح بمفتـاح لقبـول واحـد فقـط مـن عـدد كبيـر مـن المفاتيـح المختلفـة الممكنـة. وتتوافـر أسـطوانات قفـل عاليـة الأمـان يمكـن أن تسـمح بمزيـد مـن التحكـم فـي المفاتيـح عـن طريـق تقييـد أي طلـب لتوريـد أو نسـخ المفاتيـح أو المفاتيـح غيـر المقصوصـة أو الأسـطوانات بحيـث يقتصـر ذلـك علـى الأشـخاص الذيـن يحملـون إذنـاً خطيـاً، وتقييـد تصنيـع وتوريد أنسـاق مفاتيـح محـددة لمسـتخدمين محددين. وتسـمح الأقفـال ذات المفاتيـح باسـتخدام المفاتيـح الرئيسـية، حيـث تفتـح معظـم المفاتيـح قفـلاً واحـداً محـدداً فقـط، ولكـن يمكـن اسـتخدام مفتـاح رئيسـي لفتـح أي أقفـال مـن هـذا النـوع. وينبغـي فـرض ضوابـط إضافيـة عنـد اسـتخدام هـذا النظـام، إذ يمكـن اسـتخدامه لفتـح العديـد مـن الأقفـال المختلفـة فـي المرفـق فـي حالـة فقـدان المفتـاح الرئيسـي أو سـرقته.

4-302- ويتكـون القفـل الإلكترونـي مـن غالقـة آليـة مثبتـة علـى البـاب، وجهـاز إدخـال، وجهـاز تحكـم وقفـل، وهـو فـي العـادة قفـل ميكانيكـي يفتـح أو يُنشـط عنـد إدخـال التركيبـة التوافقيـة الصحيحـة أو عنـد إدخـال الشـفرة الصحيحـة فـي جهـاز الإدخـال. ويمكـن أن تسـتخدم هـذه النُظـم شـارات البيانـات البيومتريـة أو بطاقـات الأشـرطة الممغنطـة أو بطاقـات القـرب أو البطاقـات الذكيـة أو الدخـول التوافقـي. وتسـمح الأقفـال الإلكترونيـة بعـزل القفـل الـذي يحتـوي علـى الشـفرة عـن الجـزء المكشـوف، ويمكـن برمجـه لاسـتخدامه بطـرق مختلفـة، ويمكـن دمجـه بسـهولة فـي نُظـم الإنـذار. وفـي حالـة انقطـاع التيـار الكهربائـي، يمكـن تصميـم نظـام القفـل الإلكترونـي ليكـون 'آمنـاً عنـد التعطـل'، ويعنـي ذلـك أن الأبـواب تظـل مغلقـة أمـام الأفـراد علـى الجانـب غيـر المحمـي، ولكـن الخـروج مـن الجانـب الآمـن يكـون ممكنـاً. ويُجهـز العديـد مـن الأقفـال الإلكترونيـة بقفـل صندوقـي فـي البـاب، وغالبـاً مـا يكـون مفتاحـاً ماديـاً لأسـطوانته - مفتـاح تجـاوز الطـوارئ - يمكـن اسـتخدامه لفتـح القفـل أثنـاء انقطـاع التيـار الكهربائـي.

4-303- وينبغي أن يُنفذ مشغِّل المرفق نظاماً للتحكم في الأقفال والمفاتيح، وتعيين الأدوار والمسؤوليات المحددة للتحكم في جميع أجهزة الإغلاق المستخدمة في المرفق، بما فيها الأقفال والمفاتيح وسائر تدابير التحكم في الدخول. وتصف الفقرات من 4-304 إلى 4-306 مكونات نظام التحكم في الأقفال والمفاتيح.

4-304- وينبغي في العادة إعداد نسق هرمي لتجميع الأقفال والمفاتيح وأجهزة التحكم في الدخول الأخرى في مجموعات من الإجراءات المطلوبة لتوفير مستويات مماثلة من الأمن بالاستناد إلى نهج متدرج. وعلى سبيل المثال، يمكن تصنيف الأقفال والمفاتيح وأجهزة التحكم في الدخول الأخرى المستخدمة كجزء من نظام الحماية المادية باعتبارها 'الأقفال والمفاتيح الأمنية' لتمييزها عن 'الأقفال والمفاتيح الإدارية' المستخدمة في أي مكان آخر في المرفق.

4-305- وينبغي وضع إجراءات للتحكم في الأقفال والمفاتيح الأمنية إلى جانب اتخاذ تدابير ملائمة متناسبة مع العواقب المحتملة في حالة فقدان المفاتيح والأقفال أو المساس بسلامتها. وعلى سبيل المثال، ينبغي فرض ضوابط صارمة فيما يتعلق بجميع المفاتيح المستخدمة لدخول منطقة حيوية لضمان عدم إمكانية قيام شخص غير مأذون له بالدخول باستخدام تلك المفاتيح؛ وأما في حالة مفاتيح المكاتب الإدارية التي لا توجد فيها أي مواد حساسة، قد يكون للباب حد أدنى من الضوابط. وينبغي تخزين الأقفال الأمنية الاحتياطية، وقلوب الأقفال، والمفاتيح، والمفاتيح غير المقصوصة، وبيانات اعتماد (البطاقات والشارات) في مكان آمن.

4-306- ويمكن استخدام قائمة الدخول المأذون به (مثل تحديد الأفراد المأذون لهم بالوصول إلى المفاتيح الأمنية). وينبغي عدم منح إمكانية الوصول إلى المفاتيح والتراكيب التوافقية إلاّ للأفراد الذين يحملون إذناً ويحتاجون إلى استخدام المفتاح الأمني أو التركيبة التوافقية لإجراء عملهم. وينبغي أن يشمل نظام التحكم في القفل والمفتاح إجراءات للتحقق من هوية الفرد الذي يطلب المفاتيح أو التراكيب التوافقية، وينبغي أن يكون الشخص مخولاً لدخول جميع المناطق التي توفِّر المفاتيح أو التراكيب التوافقية إمكانية الدخول إليها.

4-307- وينبغي تطوير نظام إدارة الرصيد للمحاسبة والتحكم في الأقفال والمفاتيح الأمنية وبيانات الاعتماد المستخدمة، وقطع الغيار المخزنة. وينبغي أن يكون للأقفال والمفاتيح الأمنية خاصية فريدة، مثل رقم تعريف فريد، وينبغي الاحتفاظ بسجل لجميع

الأقفال وقلوب الأقفال والمفاتيح، والمفاتيح غير المقصوصة وبيانات الاعتماد وتخزينها في مكان آمن. وينبغي أن تُحدد السجلات عدد مفاتيح كل قفل ومواقعها، وجميع المناسبات التي جرى فيها تغيير القفل أو التي أُعيد فيها إدخاله أو تدويره. وينبغي استعراض رصيد جميع الأقفال والمفاتيح الأمنية والأجهزة الأخرى وتحديثها على فترات محددة. وينبغي اتخاذ تدابير لمعالجة فقدان أو سرقة المفاتيح أو بيانات الاعتماد أو العناصر المماثلة، مثل تغيير المفاتيح أو تغيير الأقفال أو تغيير التراكيب التوافقية أو الشفرات. وينبغي إنشاء عملية إخطار للإبلاغ عن المفاتيح الأمنية وبيانات الاعتماد المفقودة أو المسروقة.

4-308- وتُتاح نُظم آلية للتحكم في إصدار المفاتيح، وتتبعها لحين إرجاعها وإجراء عمليات الفحص والحصر الآلية.

4-309- وينبغي وضع نظام لإدارة أرقام تعريف الهوية الشخصية للتحكم في إصدارها لمنح الإذن للأفراد. وينبغي تأمين سجلات التراكيب التوافقية وأرقام تعريف الهوية الشخصية والقوالب النموذجية البيومترية بشكل مناسب. وينبغي الاحتفاظ بسجلات للموظفين المأذون لهم بمعرفة التراكيب التوافقية وأرقام تعريف الهوية الشخصية وآخر مرة تم فيها تغيير التراكيب التوافقية أو أرقام تعريف الهوية الشخصية والوقت المقرر تغييرها فيه. وينبغي تغيير التراكيب التوافقية وأرقام تعاريف الهوية الشخصية دورياً عندما لا يحتاج الموظفون المأذون لهم بمعرفتها إلى الوصول إليها، أو عندما يكون هناك دليل على احتمال تعرضها للخطر.

الأختام أو أجهزة كشف التلاعب

4-310- يمكن استخدام الأختام أو أجهزة كشف التلاعب مع الأقفال والإنذارات كمؤشر إضافي لأي محاولة غير مأذون بها لفتح باب أو حاوية. وفي حالة استخدام هذه الأجهزة، ينبغي أن تُفحص دورياً بحثاً عن أي مؤشر على وجود مخالفات. وترد في المرجع [8] معلومات إضافية عن الأجهزة التي تكشف عن حدوث تلاعب.

التعطيل

4-311- تهدف وظيفة التعطيل التي تُقدم أساساً من خلال الحواجز، إلى زيادة المدة التي يحتاج إليها الخصم لإتمام فعل إيذائي (لا سيما الوقت بعد الكشف وإخطار التصدي) عن طريق إدخال عوائق على طول أي مسار قد يختاره الخصم، مع نية توفير الوقت الكافي لقوة التصدي للرد والتصدي. وتُكمِّل الحواجز أيضاً تدابير التحكم في الدخول وتدعم في العادة الكشف في محيط المنطقة الأمنية، ويمكن استخدامها للتخفيف من عواقب الهجوم عن بُعد. ويمكن أن تردع الحواجز بعض الخصوم، وقد تُعرقل بعض المحاولات للقيام بأعمال إيذائية. ويمكن توفير الحواجز من حين لآخر بواسطة العناصر الطبيعية في موقع المرفق، مثل المنحدرات أو التلال أو المسافات الكبيرة جداً، ولكن ينبغي في العادة توفير التعطيل من خلال الحواجز الهندسية التي يتم التخطيط لها بعناية ووضعها في مسار الخصم. وبالإضافة إلى التعطيل الذي يوفره الحاجز نفسه، يمكن للمسافة بين الحاجز والهدف المحمي أن توفِّر تعطيلا إضافيا. ويعتمد التعطيل على طبيعة العوائق المادية المستخدمة وقدرات الخصم. وترد في المرجع [2] إرشادات بشأن الحواجز المادية.

4-312- وينبغي النظر في الحواجز بالنسبة لهدف الخصم (الذي يتمثل في العادة في الإزالة بدون إذن أو التخريب) وقدرات الخصم كما هو محدد في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم. وإذا كان الهدف هو إزالة المواد بدون إذن، فإن الحواجز التي يتم اختراقها أو تدميرها من جانب الخصم عند دخول المرفق لن توفِّر تعطيلا لمغادرة المرفق. ويمكن أن توفِّر بعض الحواجز، مثل مخارج الطوارئ، بعض التعطيل للخصم الخارجي الذي يحاول دخول المرفق، ولكن لأسباب تتعلق بالأمان، يلزم السماح للموظفين بالخروج بسرعة.

4-313- ويُقدّم الجدول 4 نظرة عامة على أنواع الحواجز والوظائف المرتبطة بها، ووضعها النموذجي، وقيودها، والتدابير التعويضية المحتملة (التدابير المؤقتة التي يمكن استخدامها في حالة فشل الحواجز) ووسائل ضمان سلامة الحاجز.

4-314- ويمكن استخدام تصاميم متعددة ومختلفة للحواجز لوضع نهج للدفاع في العمق من خلال التعطيل للمساعدة في تقييم الإنذارات واعتراض الخصم في مواقع يمكن التنبؤ بها. وينبغي إيلاء المراعاة لعملية تثبيت الحواجز ونُظم الكشف المجاورة لبعضها البعض، بحيث يواجه الخصم الحاجز مباشرة بعد جهاز الاستشعار. ويؤدي هذا

الترتيب إلى تعطيل الخصم عند نقطة الاستشعار، ويزيد من احتمال التقييم الدقيق، مما يؤدي إلى زيادة الكشف (انظر القسم 9).

4-315- ويضمن تصميم الحاجز المتوازن، إلى أقصى حد ممكن، أن يوفِّر كل جانب من جوانب تكوين الحاجز عرقلة مكافئة. وينبغي مراعاة ما يلي عند تصميم نظام تعطيل متوازن:

(أ) استخدام الحواجز وتدابير التعطيل الأخرى الأقرب إلى الهدف لزيادة مدة التعطيل إلى أقصى حد؛
(ب) استخدام حواجز تتألف من مواد مختلفة بحاجة إلى طرق وأدوات مختلفة للتغلب عليها ؛
(ج) تحديد حواجز المركبات في مناطق الكشف الخارجية الأبعد؛
(د) تقييد استخدام الخصم للمركبات بالقرب من الهدف؛
(هـ) إجبار الخصم المترجل على حمل الأدوات والأسلحة (واستهداف المواد في حالة الإزالة غير المأذون بها)؛
(و) منع استخدام مركبة كجهاز للاصطدام أو كموقع قتالي أو لإلقاء متفجرات على الموقع المستهدف.
(ز) استخدام الحواجز في الأماكن المحصورة للتقليل إلى أدنى حد من حرية حركة الخصم.

الحواجز القليلة الحراسة

4-316- تُستخدم الحواجز القليلة الحراسة في العادة في حدود المرفق الخارجية الأبعد، وهي أساساً لأغراض الأمان (على سبيل المثال في مشروعات البناء)، ولا توفِّر سوى القليل من التعطيل للخصم. وتُستخدم هذه الحواجز بصورة متكررة لترسيم الحدود (على سبيل المثال، لتحديد المنطقة التي يُعتبر دخولها بدون إذن جريمة) ولإبقاء الحيوانات خارج منطقة الكشف. وتشمل الحواجز المنخفضة الحراسة النموذجية الأسيجة المصنوعة من الخشب والنسيج والأسلاك.

الجدول 4 - أنواع الحواجز

النوع	الوضع	الوظيفة	القيود	التدابير التعويضية الممكنة	تدابير ضمان السلامة
الحواجز المنخفضة الحراسة	حدود المرفق	تعيين الحدود	بدون تعطيل	دورية حراسة	تفتيش بصري
أسياج أمنية	حدود المرفق المناطق الأمنية	تعيين الحدود المساعدة في الاستشعار والتقييم تبعاً للتعطيل يمكن أن تُشكل جزءاً من نظام الكشف	تعطيل محدودة	نقطة حراسة	تفتيش بصري يمكن أن تحتوي على أجهزة استشعار
حواجز المركبات	في العادة عند حدود المنطقة الأمنية	منع دخول مركبة بدون إذن	تُصمم الحواجز بُحيث تراعى فيها زاوية الارتطام، والحد الأقصى للوزن، وسرعة المركبة الواحدة المتاريس تحد من سرعات الاقتراب	الأجهزة أو العوائق المؤقتة	التفتيش البصري أو الاختبار الوظيفي اليومي للحواجز المتحركة
الحواجز الهيكلية (المباني)	يمكن استخدامها كحد لمنطقة أمنية	توفّر تعطيل	عدم حدوث هجوم عن بُعد بعض العناصر قد تحتاج إلى تشديد لتحقيق التوازن (على سبيل المثال، تركيب شبكات أو بوابات على النوافذ)	الحراس قوات التصدي العوائق المتحركة	التفتيش البصري يمكن أن تحتوي على أجهزة استشعار

الجدول 4 - أنواع الحواجز (تابع)

النوع	الوضع	الوظيفة	القيود	التدابير التعويضية الممكنة	تدابير ضمان السلامة
الحواجز الدوارة والأبواب	عند حدود المنطقة الأمنية أو داخلها	تُستخدم للسماح بالدخول بإذن إلى منطقة أمنية	قد يكون من الصعب موازنة التعطيل مع الحاجز الثابت المرتبط بها	الحراس قوات التصدي العوائق المتحركة	التفتيش البصري قد تحتوي على أجهزة استشعار اختبار وظائف أي نظام من نُظم التعطيل النشط (على سبيل المثال، مغاليق الأبواب)
حواجز منع اقتحام الحدود	مواقع محددة	توفير تعطيل متوازن	قد يكون من الصعب موازنة التعطيل مع الحاجز المرتبط بها	الحراس قوات التصدي العوائق المتحركة	التفتيش البصري قد تحتوي على أجهزة استشعار
الحواجز المتخصصة (العراقيل، ومرابط التثبيت)	مواقع محددة لزيادة التعطيل (على سبيل المثال، المواقع المستهدفة)	توفير تعطيل متوازن	الأمان/الأثر التشغيلي	الحراس قوات التصدي العوائق المتحركة	التفتيش البصري
الحواجز القابلة للنقل	المواقع المستهدفة	توفير التعطيل	الأمان الاستخدام المحدود مشاكل الأماكن المحصورة	الحراس التنشيط اليدوي عند تعطل التنشيط الإلكتروني	الصيانة والاختبار
الحواجز البحرية	حدود المجاري المائية	تعطيل الهجوم من المجاري المائية	قد يكون من الصعب تصميمها ونشرها (على سبيل المثال المد والجزر، والتيارات المائية)	الحراس المركبات غير المأهولة	التفتيش البصري اختبار وظائف أي نظام من نُظم التعطيل النشط

السياج الأمني

4-317- يتم تثبيت السياج الأمني عند حدود المناطق الأمنية. ويوفِّر السياج الأمني الردع وبعض التعطيل، وغالباً ما يُستخدم جنباً إلى جنب مع نُظم كشف الاقتحام. ويمكن استخدامه لدعم وظائف الاستشعار والتقييم. وعلى سبيل المثال، يمكن تثبيت الأسيجة الأمنية بالتوازي من أجل إنشاء منطقة خالية حول منطقة أمنية. ويمكن تركيب أجهزة الاستشعار والإضاءة والكاميرات داخل المنطقة الخالية لإنشاء نظام لكشف اقتحام المحيط.

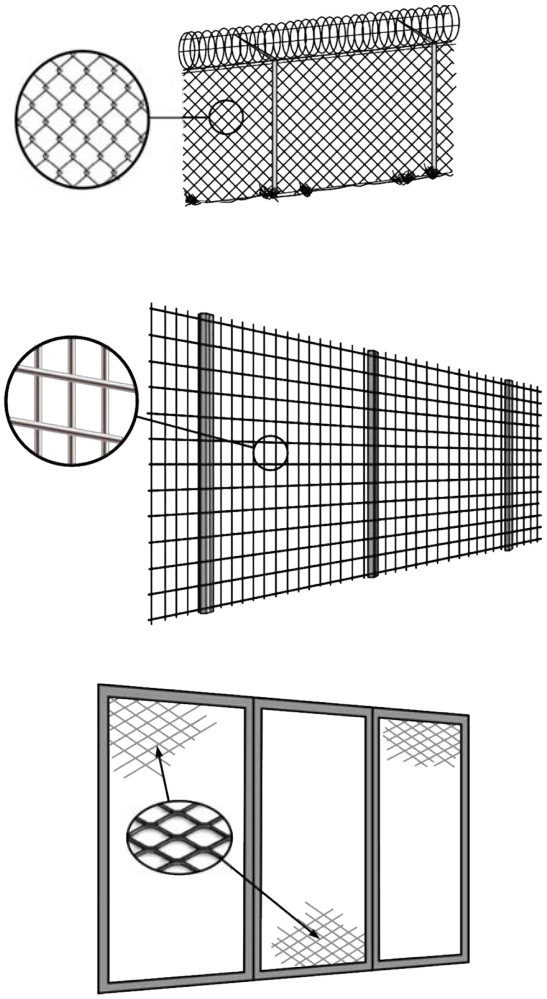
4-318- ويتكون السياج الأمني في العادة من ألواح وقوائم وأجهزة وأساسات. وكما هو مبيّن في الشكلين 25 و26، تشمل الأمثلة النموذجية لألواح الأسيجة الأمنية السلاسل الرابطة، والشبك الملحوم، والمعدن الممدد (العادي أو المسطح) والحاجز المعدني، والشبكة المعدنية، والخرسانة المسلحة.

4-319- وينبغي تشييد الأسيجة الأمنية لمنع حفر الأنفاق تحت السياج. ويمكن تحقيق ذلك في العادة عن طريق مد الأساسات في باطن الأرض أو عن طريق التأريض الخرساني.

4-320- وينبغي أن يأخذ تصميم السياج الأمني في الحسبان نُظم الكشف ذات الصلة وقدرات الخصم. وعند اختيار مادة السياج، وخاصة عند استبدال الأسيجة الأمنية القائمة، ينبغي مراعاة التأثير على استراتيجيات دوريات الحراسة والنطاق الذي تغطيه الدوائر التلفزيونية المغلقة، إذ قد تغيُّر مواد الأسيجة المختلفة الرؤية من خلال السياج. ولأغراض محددة، يمكن استخدام مواد أخرى في تشييد الأسيجة (مثل الزجاج الأمني).

4-321- ويمكن استخدام الأسيجة الأمنية كجزء من نظام الكشف نفسه. وتشمل الأمثلة الأسيجة المزودة بكبلات الألياف البصرية المركبة وأجهزة الاستشعار الحساسة للتوتر وأجهزة استشعار الاهتزاز المثبتة على السياج (انظر الشكل 27).

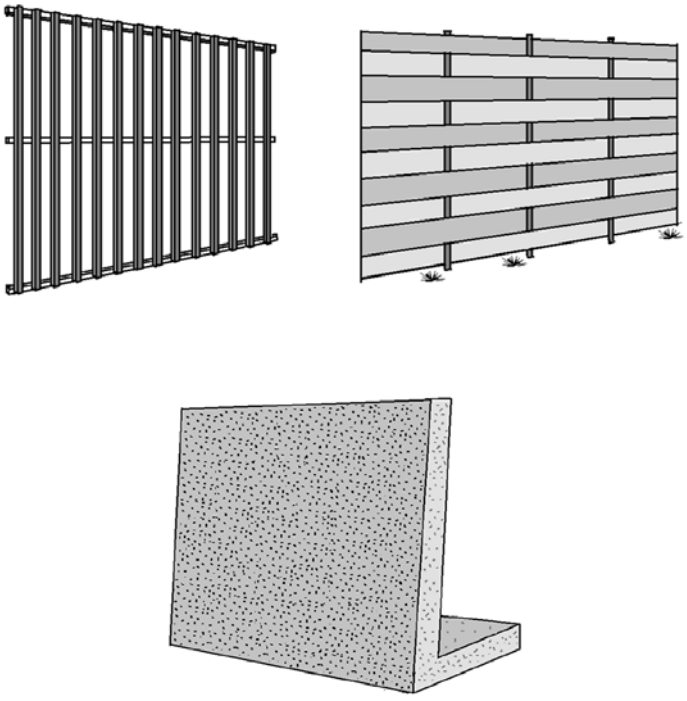
4-322- وينبغي أن تكون الأسيجة الأمنية خاضعة لتفتيش بصري منتظم للتأكد من أنها تظل قادرة على أداء وظيفة التعطيل. وتشمل التدابير التعويضية النموذجية في حالة تعطل هذه الوظيفة مؤقتاً (على سبيل المثال، عند إصلاح السياج التالف) وضع نقاط حراسة لتوفير وظائف الكشف والتعطيل بحسب الضرورة.



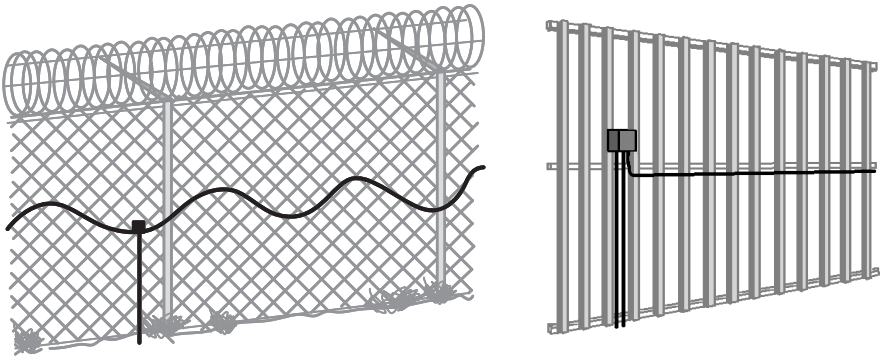
الشكل -25- ألواح الأسيجة الأمنية النموذجية. (من الأعلى إلى الأسفل) السلسلة الرابطة؛ والشبك الملحوم؛ والمعدن الممدد.

استخدام لفائف الأسلاك الشائكة

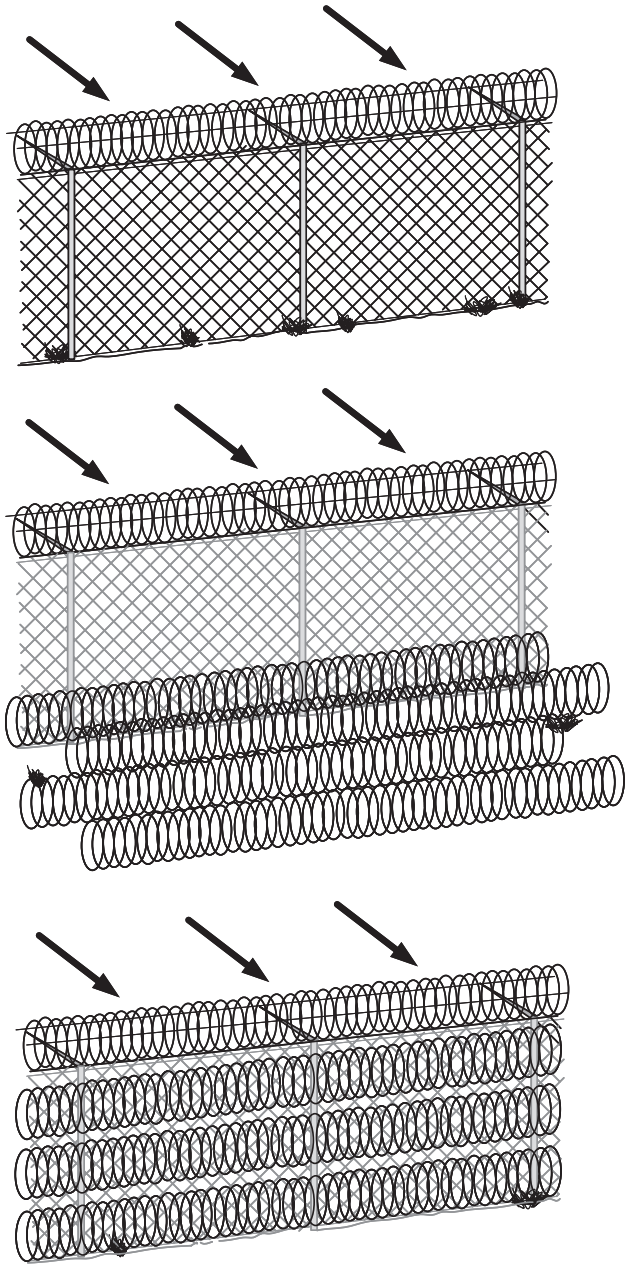
4-323- يمكن لوضع لفائف الأسلاك الشائكة على الأسوار أو بالقرب منها أن يُعزز قدرتها على تعطيل الخصوم. وعند إضافته إلى الجزء العلوي من السياج الأمني القائم، يمكن أن يُشكل ذلك إضافة فعالة، إذ سيحتاج الخصم إلى أدوات إضافية ليتمكن من تسلق السياج (انظر الشكل 28). وفي حالة استخدام لفائف الأسلاك الشائكة، سيحتاج مشغِّل المرفق إلى النظر في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم،



الشـكل -26- ألـواح الأسـيجة الأمنيـة النموذجيـة. (مـن الأعـلى إلى الأسـفل) الحواجـز المعدنيـة؛ والشـبكة المعدنية؛ والخرسـانة المسلحة.



الشكل -27- تزويد السياج الأمني بكبل لاستشعار الاهتزاز (إلى اليسار) وكبل ألياف بصرية (إلى اليمين).



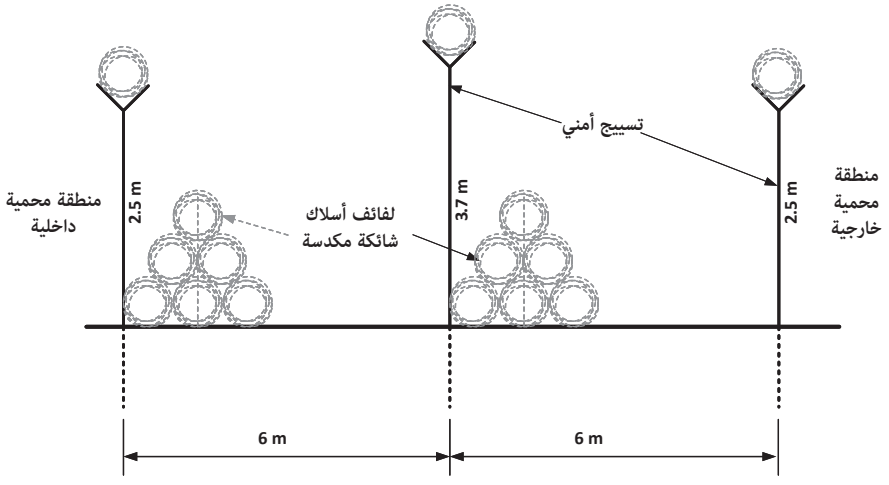
الشكل -28- سياج أمني مزوّد بلفائف أسلاك شائكة

والظـروف البيئيـة، والتأثيـرات المحتملـة علـى الأمـان، أو التداعيـات القانونيـة، والقـدرة الهيكلية للحاجـز القائـم لدعـم لفائـف الأسـلاك الشـائكة والتأثيـر المحتمـل علـى أنشـطة الصيانـة (مثـل الوصـول إلـى أجهـزة الاستشـعار أو الكاميـرات).

4-324- وتشـمل التعزيـزات الأخـرى وضـع لفائـف أسـلاك شـائكة أُفقيـاً علـى الأرض مقابـل السـياج أو بيـن الأسـيجة (انظـر الشـكل 29). ويمكـن أن يـؤدي وضـع لفائـف الأسـلاك الشـائكة بيـن السـياجين المحيطيـن إلـى منـع الإصابـة العرضيـة للمـارة خـارج المرفـق وداخلـه. وعندمـا توضـع لفائـف الأسـلاك الشـائكة أفقيـاً، ينبغـي أن توضـع علـى الأرض، وينبغـي توخـي الحـذر لمنـع النمـو المفـرط للنباتـات أو تراكـم الحطـام فـي اللفائـف.

حواجز المركبات

4-325- تُصمم حواجز المركبات لمنع دخول المركبات بدون إذن إلى مرفق عن طريق تبديد الطاقة الحركية للمركبة. ويمكن أن تكون هذه الحواجز على شكل هياكل ثابتة مبنية بما يتماشى مع الأسيجة الأمنية أو المكونات المتحركة المنتشرة على بوابات الطرق أو السكك الحديدية. وينبغي أن يكون نظام حواجز المركبات قادراً على إيقاف مركبة محددة (بما يتوافق مع تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم) على مسافة محددة بعيداً عن المناطق الداخلية والحيوية، بغض النظر عن مكان بدء الهجوم. وينبغي الموازنة بين قدرة الحواجز الثابتة والمتحركة على الإيقاف لتجنب الأجزاء الضعيفة في تسلسل حواجز المركبات.



الشكل -29- نسق السياج الأمني المزوّد بلفائف أسلاك شائكة.

4-326- وتخترق المركبة حاجز المركبات بنجاح إذا مرت عبره وظلت تعمل، أو إذا تجاوزت الحاجز بسبب إزالته أو تركيب جسم عليه أو اختراقه، وذلك على سبيل المثال بواسطة مركبة سابقة.

4-327- وينبغي مراعاة الاعتبارات التالية عند تصميم حواجز المركبات:

(أ) التهديد (باستخدام تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم) الذي يُقصد من الحاجز إيقافه (مثل نوع المركبة وحجمها ووزنها وسرعة الارتطام وزاويته، وغير ذلك من الخصائص المادية)؛
(ب) ظروف تشغيل المرفق ذات الصلة، مثل معدل تدفق المركبات؛
(ج) القيود المفروضة على حواجز المركبات للحماية من أنواع المركبات غير العادية (مثل شاحنات التوصيل الصغيرة والدراجات الآلية ومركبات البناء والمركبات الصغيرة الرباعية الدفع)؛
(د) المناطق التي يتعيّن حمايتها (لاختيار المواقع المثلى لتركيب حواجز المركبات)؛
(هـ) الاعتبارات الخاصة بالمرفق، مثل التضاريس ونسق تخطيط الطرق، في المناطق الخاضعة للسيطرة وحولها، ومسارات الاقتراب المحتملة، والظروف البيئية.

4-328- وينبغي اختيار الحواجز الأنسب للحماية من التهديد المحدد والملائمة للحالة والبيئة المعيّنة، وينبغي تثبيتها بشكل صحيح:

(أ) ينبغي تصميم الحواجز التي يتم تركيبها خارج منطقة الكشف بحيث يصعب على الخصم التغلب عليها، وسيجعل ذلك، إلى جانب الدوريات الروتينية، من الصعب على الخصم إزالة الحواجز دون كشفها والتصدي له. وعلى سبيل المثال، سيكون من الصعب إزالة الأنابيب المملوءة بالخرسانة ذات القطر الكبير والمدفونة بعمق في الأرض جنباً إلى جنب مع الدوريات العشوائية دون أن تكتشفها الدوريات، مما قد يُقلل من الحاجة إلى المراقبة المستمرة للمنطقة.
(ب) ينبغي وضع حواجز المركبات التي من السهل نسبياً التغلب عليها داخل منطقة الكشف للسماح بكشف أي تلاعب بالحاجز.
(ج) ينبغي اختيار ارتفاع حاجز المركبات وطريقة تشييده لتحقيق أكبر قدر من الفعالية في مواجهة المركبات المتوقعة في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم.

4-329- وتُصمم معظم حواجز المركبات الدائمة لإيقاف المركبات بواحدة أو أكثر من

الطـرق التاليـة:

(أ) يمتـص نظـام إيقـاف المركبـات معظـم الطاقـة الحركيـة للمركبـة ويُطبـق قـوة مقاومـة منخفضـة إلـى معتدلـة لإيقـاف المركبـة تدريجيـاً علـى مسـافة طويلـة نسـبياً. وتشـمل الأمثلـة سلسـلة مـن الأوزان التـي تعلـق بالمركبـة علـى التوالـي أثنـاء تحركهـا عبـر الحاجـز، والكبـلات المتصلـة بنُظـم الكبـح لتبديـد طاقـة المركبـة.

(ب) تمتـص وسـادة الاصطـدام معظـم الطاقـة الحركيـة للمركبـة وتوفِّـر قـوة مقاومـة شـديدة لإيقـاف المركبـة علـى مسـافة معقولـة. ومـن الأمثلـة علـى ذلـك الحاويـات البلاسـتيكية المملـوءة بالسـائل، ومصفوفـات البراميـل الفولاذيـة الفارغـة المدعومـة بدعامـات قويـة.

(ج) يتبـادل جهـاز القصـور الذاتـي الزخـم والطاقـة الحركيـة مـع المركبـة أثنـاء الاصطـدام. ويوفِّـر هـذا الجهـاز قـوة مقاومـة شـديدة لإيقـاف المركبـة علـى مسـافة معقولـة. وتشـمل الأمثلـة الأشـكال الخرسـانية الصغيـرة والبراميـل المملـوءة بالرمـل غيـر المثبتـة.

(د) يوفِّـر الجهـاز الصلـب قـوة مقاومـة عاليـة لإيقـاف المركبـات علـى مسـافة قصيـرة جـداً. وتُبـدد المركبـة تقريبـاً كل طاقتهـا الحركيـة عنـد تشـوهها أثنـاء الاصطـدام. وتشـمل الأمثلـة الأشـكال الخرسـانية الضخمـة والهيـاكل الفولاذيـة المثبتـة جيـداً. ومـن أنـواع هـذه الأجهـزة الصلبـة محـولات مسـارات القطـارات.

4-330- ومـن المحتمـل أن تكـون حواجـز المركبـات عرضـة للخطـر عنـد نقـاط الدخـول. وغالبـاً مـا تكـون مسـارات الاقتـراب موجهـة مباشـرة نحـو نقطـة الدخـول، ممـا يجعلهـا عرضـة للاصطـدام بالمركبـة، ولكـن توجيـه حواجـز المركبـات والطـرق يمكـن أن يُقلـل مـن احتمـالات اختـراق الحاجـز. وتُقلـل مسـارات الاقتـراب التـي تُقـام باسـتخدام العديـد مـن المنعطفـات والحواجـز (مثـل الممـرات) علـى كل جانـب مـن منطقـة نقطـة الدخـول سـرعة اقتـراب المركبـات ومغادرتهـا.

4-331- وينبغـي النظـر فـي تركيـب حواجـز مركبـات متحركـة متداخلـة عنـد نقـاط الدخـول. ويسـمح هـذا النظـام بإغـلاق وقفـل حاجـز متحـرك واحـد قبـل تحريـر الآخـر وفتحـه، بحيـث توفِّـر المنطقـة بيـن حواجـز المركبـات منطقـة احتجـاز لمركبـة واحـدة للسـماح بتفتيشـها قبـل دخولهـا أو خروجهـا. ويمكـن النظـر فـي طـرق أخـرى لتحقيـق تأثيـر مماثـل (علـى سـبيل المثـال، اسـتخدام المركبـات أو الحاويـات أو أكيـاس البنـاء الثقيلـة كحواجـز مؤقتـة للمركبـات). ويمكـن أن يُسـاعد الوضـع الدقيـق لعناصـر التحكـم التشـغيلية والنُظـم الهيدروليكيـة والكهربائيـة المرتبطـة بحاجـز المركبـات فـي تحسـين موثوقيـة هـذه الحواجـز.

4-332- ولا تُصمم حواجز المركبات المتحركة النموذجية لإيقاف المركبات غير المأذون لها، ولكن يتم تحريكها للسماح بدخول المركبات المأذون لها. وتشمل الأنواع المختلفة المصدات العمودية، والحواجز القابلة للطي، وحواجز ذراع الرافعة (انظر الشكل 30).

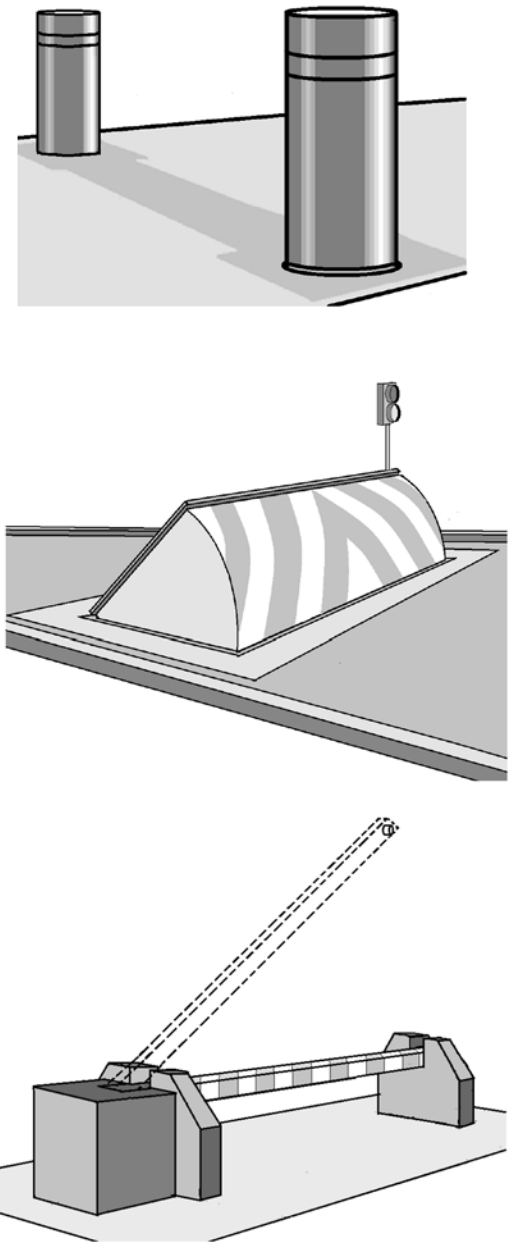
الحواجز الهيكلية

4-333- الحواجز الهيكلية هي مكونات، مثل الجدران الخرسانية، والأرضيات، والأسقف والأسطح التي يمكن أن تكون بمثابة حواجز للتعطيل. ويمكن أن تشمل الحواجز الهيكلية أيضاً هياكل داخلية قائمة بذاتها يمكن أن تُعرقل أيضاً الخصم. ويمكن أيضاً استخدام الحواجز الهيكلية لحماية الحراس أو أفراد التصدي.

4-334- وتُصمم الجدران الخرسانية والأرضيات، والأسطح والأسقف لدعم الأحمال الهيكلية، ولا تُصمم في العادة بشكل خاص لتعطيل الاختراق. ويشمل بناء الجدران التقليدي الأُطر الخشبية أو الطوب أو الكتل أو الخرسانة. وتُبنى الجدران الخرسانية بحيث تفي من قوة الخرسانات وسمكها، وحجم وتباعد مواد التسليح (حديد التسليح) لتلبية المتطلبات الإنشائية. ومع ذلك ومن أجل توفير مدة التعطيل اللازمة للحماية المادية، بما في ذلك الحماية من الهجمات عن بُعد، قد تحتاج الحواجز الهيكلية إلى أن تكون مصممة وفقاً لمعايير أعلى أو بتعزيزات إضافية.

4-335- وينبغي أن تأخذ مواصفات الحواجز الهيكلية في الاعتبار قدرات التهديدات المحددة في تقييم التهديدات أو في التهديدات المحتاط لها في التصميم. وتشمل في العادة طرق الاختراق التي يمكن أن يستخدمها الخصم للتغلب على حاجز هيكلي الأدوات اليدوية والكهربائية والحرارية والمتفجرات ومعدات البناء والهدم الثقيلة، التي تُستخدم منفردة أو مجتمعة.

4-336- وإذا أمكن، ينبغي تصميم أي مرفق جديد وبناؤه بسمات متأصلة قادرة على توفير مدة تعطيل كبيرة. ولا يوفِّر هذا حماية من التهديدات القائمة فحسب، بل يمكن أن يوفِّر أيضاً حماية من التهديدات والقدرات الجديدة والناشئة. ويمكن بدلاً من ذلك أن تُصمم الحواجز الهيكلية الجديدة وتُبنى لتوفير تعطيل إضافي، ويمكن في بعض الحالات جعل الهياكل القائمة أكثر قوة عن طريق إضافة سمات لزيادة التعطيل. وتشمل طرق



الشـكل -30- حواجـز المركبـات المتحركـة. (مـن الأعـلى إلى الأسـفل) المصـدات العموديـة الآليـة أو اليدويـة؛ والحواجـز القابلـة للطـي؛ وحواجـز ذراع الرافعـة المتحركـة.

زيادة التعطيل التي توفرها الحواجز الهيكلية ما يلي:

(أ) تشييد اثنين أو أكثر من الجدران الخرسانية المسلحة المتوازية القريبة من بضعها البعض. ويوفِّر ذلك مدة تعطيل اختراق أطول مما يوفره جدار واحد بسمك يساوي مجموع تلك الجدران المنفصلة، لأن اختراق الجدران المتعددة يحتاج إلى جهود فردية متعددة ونقل الأدوات من جدار إلى آخر.

(ب) تشييد اثنين أو أكثر من الجدران الخرسانية المسلحة بمواد حشو (مثل الصخور) بين الجدران.

(ج) استخدام مواد متعددة لتشييد جدار مركب، مثل التغطية بألواح فولاذية تُغلف جانبي الجدار الخرساني. ويزيد ذلك من مدة التعطيل وتعقيد المهمة للتغلب على هذا الحاجز.

(د) إضافة تعزيزات إلى الأسطح، مثل الأغشية المزودة بشاشات مدمجة، وعدة بوصات من العزل القوي، والخرسانة المسلحة بأسياخ فولاذية ملتوية وشبكة من الفولاذ الممدد، وحديد التسليح الكبير في شكل صفوف أو طبقات في الخرسانة المسلحة.

(هـ) تقوية حديد التسليح في الجدران الخرسانية. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى إطالة مدة تعطيل الاختراق في معظم التصاميم. وعلى الرغم من أن الخرسانة قد يتم اختراقها من خلال الانفجار فإن مادة التسليح تبقى سليمة وتتعيّن إزالتها قبل الدخول. وغالباً ما تستغرق إزالة حديد التسليح وقتاً أطول من إزالة الخرسانة، وبالتالي فإن استخدام حديد التسليح الإضافي أو زيادة حجم حديد التسليح أو تقليل المسافات بين أسياخ حديد التسليح يمكن أن يكون مفيداً.

(و) غطاء ترابي أو غير ذلك من الأثقال، لتعطيل الوصول إلى الجدار نفسه.

(ز) الحواجز الموضوعة تحت حيز السطح. وقد يكون ذلك أكثر فعالية ضد الاختراق مقارنة بالحواجز الموجودة في السقف نفسه، ويمكن استخدامها في بعض الهياكل القائمة بدون تعديل كبير. ويوفِّر وضع هذه التعزيزات أسفل خط السقف بعض الحماية ضد الهجوم المباشر وقد يؤدي إلى الحاجة إلى محاولة اختراق منفصلة ثانية. ويمكن أيضاً تقييد محاولة الاختراق الثانية، لأنها ستحدث في منطقة محصورة، ويمكن أن تحتاج إلى أدوات مختلفة لإتمام الاختراق. ومن المحتمل أن تكون المسافة المُثلى أسفل السطح حوالي 30 سنتيمتراً، ويمكن أن تؤدي هذه المسافة إلى تقييد إجراءات الخصم اللاحقة بسبب حشوها بالحطام. وتشمل مواد التحسين السواتر الحجرية، والصلب الممدد، وشبك الغرف المحصنة أو شبكات الأرضيات.

4-337- وعند استخدام الحواجز كحماية للحراس وأفراد التصدي، ينبغي أن يأخذ التصميم في الاعتبار مقاومة الحاجز للتأثيرات البالستية والمتفجرة أو الدخول القسري. وإذا كان الغرض من التصميم هو استخدامه كموقع قتالي، يمكن أن يشمل منافذ (أو فتحات) للمدافع والزجاج المضاد للرصاص.

الحواجز الدوارة والأبواب

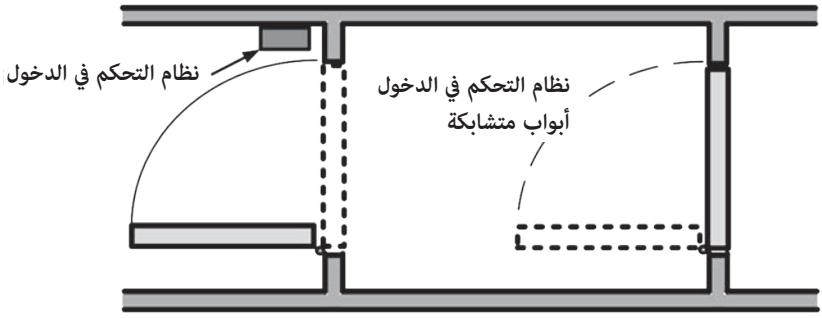
4-338- ينبغي أن تكون مدة تعطيل الاختراق في نقاط الدخول ضمن سلسلة من الحواجز في تصميم حاجز متوازن مساوياً لمدة التعطيل في هياكل الحواجز المحيطة. وتشمل الأمثلة على نقاط دخول الأفراد ذات وظائف التعطيل عند حدود المنطقة الأمنية الحواجز الدوارة المعدنية والمقواة، وبوابات مرور الأفراد (على سبيل المثال، مقصورة مزودة بباب متشابك، تُعرف باسم منفذ التأمين)، وأبواب من الصلب المقوى وأبواب حاجزة (انظر الأشكال من 31 إلى 33).

4-339- وينبغي عدم تقليل قيمة الجدار الحاجز عن طريق تركيب أبواب أو أُطر أو مفصلات عادية أو فتحات أخرى. ويمكن زيادة فترات تعطيل الاختراق في نقاط الدخول باستخدام مواد أكثر سمكاً أو مواد مركبة. ويمكن أن توفِّر الأبواب والشبكات المقاومة

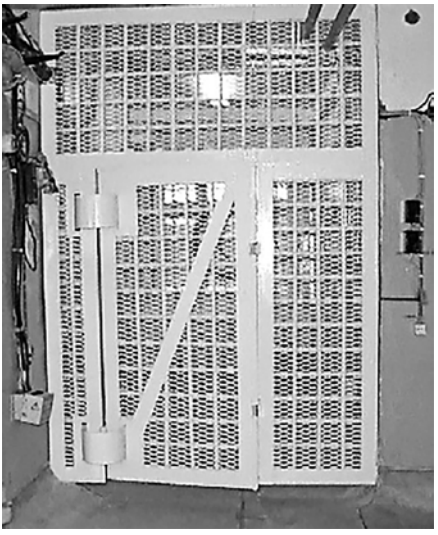
الشكل -31- حاجز دوار معدني (إلى اليسار) وحاجز دوار مقوى (إلى اليمين). إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).

للمتفجرات والرصاص لمنع الدخول القسري أن توفِّر زيادة كبيرة في مقاومة الاختراق. وينبغي تقوية الأبواب والأُطر والمفصلات والمسامير والأقفال المرتبطة بها، بحيث توفر نفس درجة التعطيل التي توفرها الأرضيات والجدران والأسقف في الهيكل. وعلى سبيل المثال، ينبغي تزويد الغرف الشديدة التحصين المستخدمة في تخزين المواد النووية من الفئة الأولى إلى أبواب محصّنة بنفس القدر.

4-340- وينبغي إيلاء اعتبار خاص للتفاعل بين اعتبارات الأمان والأمن في نقاط الدخول التي تُعد جزءاً من مسارات الخروج من الهيكل في حالات الطوارئ والتي



الشكل -32- نسق مكونات بوابة مرور الأفراد (منفذ التأمين).



الشكل -33- باب مشبّك من الفولاذ المقوى (يمكن أن يكون مزوداً بحراسة أو بدون حراسة).

تـؤدي وظائـف تعطيـل. وقـد يلـزم النظـر فـي تدابيـر مثـل الإغـلاق عـن بُعـد (بمـا فـي ذلـك الإغـلاق المؤقـت لآليـة فتـح أبـواب الطـوارئ) فـي حـالات الإنـذارات المقـدَّرة والمراقبـة البصريـة للحالـة. ويمكـن أن تشـمل الحلـول الأخـرى تركيـب أبـواب حاجـزة متشـابكة أو جهـاز فصـل إضافـي (علـى سـبيل المثـال، حواجـز دوارة مقـواة).

4-341- وبالنظـر إلـى أن تعزيـز نقـاط الدخـول القائمـة وتقويتهـا لاحقـاً سـتكون مكلفـة نسـبياً، ينبغـي التقليـل إلـى أدنـى حـد مـن عـدد هـذه النقـاط.

4-342- وعـادة مـا تكـون الأبـواب القياسـية المخصصـة لدخـول الأفـراد عبـارة عـن أبـواب فولاذيـة خفيفـة الـوزن، ويمكـن أن تختلـف مـدة الاختـراق تبعـاً لـلأدوات المسـتخدمة. ويمكـن اعتبـار تعزيـز الأبـواب القائمـة لزيـادة مـدة التعطيـل وموازنـة النظـام العـام للحواجـز، بمـا فـي ذلـك تقويـة واجهـة البـاب والإطـار والمفصـلات وأجهـزة الخـروج وفتحـات التهويـة والتزجيـج والأقفـال، والحمايـة مـن محـاولات الاختـراق بـالأدوات اليدويـة أو الكهربائيـة أو الحراريـة. ويمكـن اسـتخدام الطـرق التاليـة:

(أ) التخلـص مـن جميـع فتحـات التهويـة والمقابـض الخارجيـة وفتحـات المفاتيـح والفتحات الأخـرى غيـر الضرورية.
(ب) إضافة ألواح فولاذية إلى واجهات الأبواب.
(ج) إضافة مفصلات شديدة التحمل لدعم أي وزن إضافي.
(د) إضافـة قلـب خشـبي بيـن الألـواح التـي يتألـف منهـا البـاب لزيـادة مـدة تعطيـل أدوات التقطيـع الحراريـة.
(هـ) لحـام أو ربـط شـريط مـن الألـواح الفولاذيـة بالبـاب. وينبغـي أن يكـون هـذا الشـريط بنفـس ارتفـاع البـاب وألاّ يقـل عرضـه عـن 5 سـنتيمترات مـع تداخـل قـدره 2,5 سـنتيمتر مـع إطـار البـاب المجـاور.
(و) تعبئـة إطـار البـاب بخرسـانة مسـلحة بارتفـاع لا يقـل عـن 45 سـنتيمتراً فـوق مـكان الصـد الخـاص بالإطـار.
(ز) فتـح ثقـوب فـي إطـار البـاب للسـماح بحشـو كلا الجانبيـن مـن الإطـار بالخرسـانة المسـلحة ولحـام لـوح معدنـي فـوق الثقـوب.
(ح) لحام رأس الدبوس بالمفصلة.
(ط) استخدام المفصلات المزودة بخاصية الدبوس في الثقب..
(ي) منـع إزالـة البـاب مـن الجانـب المفصلـي عـن طريـق اسـتخدام قطـاع صلـب علـى شـكل حـرف Z يتـم تثبيتـه بمسـامير أو لحامـه علـى الوجـه الخلفـي للبـاب. وفـي حالـة إزالـة

مفصلات الباب ومحاولة إخراج الباب من إطاره، ستتلامس إحدى قائمتي القطاع الفولاذي إما مع السطح الداخلي للإطار أو السطح الخلفي لمصد الباب.

(ك) حماية أجهزة الأمان عن طريق إضافة لوح من الفولاذ المقوى على الوجه الداخلي للباب. ويمنع اللوح المعدني الذي يثبت عليه قطاع فولاذي مقاوم للحفر، أي نحت على الباب أو تثبيت أسلاك في قضيب الأمان. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى إطالة مدة الاختراق بشكل كبير في حالة وقوع هجوم على المنطقة الواقعة بين قضيب الأمان والقائمة الأفقية للوح المعدني.

(ل) استخدام قفل تقليدي واحد مع نظام تأمين قوي مزوّد بألسنة متعددة.

(م) إضافة باب ثانٍ أو شبكة ثانية داخل الباب القائم لموازنة التعطيل داخل الهيكل.

4-343- وفي المرافق الجديدة، أو عندما تقتضي الحاجة استبدال الباب بأكمله، يمكن تركيب أبواب توفِّر مستوى عالٍ من الأمن إلى جانب الحماية من القذائف التسيارية ومقاومة الدخول القسري لمواجهة التهديد المحدد في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم.

حواجز اختراق الحدود

4-344- يُصمم العديد من الحدود، مثل جدران المباني، بحيث تحتوي على فتحات للنوافذ وفتحات لتمرير خدمات المرافق. وبالنظر إلى أن هذه العوامل تضر بسلامة جدار المبنى الأصلي، تُستخدم الحواجز لكي تجعل من الصعب على شخص غير مأذون له استخدام الفتحة لاختراق الحدود.

4-345- وينبغي تعزيز النوافذ لتوفير تعطيل متوازن، بحيث لا تكون حلقة ضعيفة في نظام الحواجز. ولا توفّر النوافذ العادية أي تعطيل في الاختراق الذي يقوم به الخصوم، وينبغي تعزيزها لكي توفِّر مقاومة كبيرة للاختراق. وإذا كانت النافذة قابلة للفتح، فإن آلية الأقفال قد تُشكل نقطة ضعف، إذ قد تُفتح إذا تم تحريكها بالقوة. وعندما تثبت النوافذ في الأبواب، فإن الشرائط المعدنية التي تفصل الزجاج عن الباب تُمثل نقاط ضعف. ويؤثر موقع النافذة أيضاً على التعزيز المطلوب. وعلى سبيل المثال، تحتاج النوافذ القريبة من مستوى الأرض إلى مزيد من التقوية مقارنة بالنوافذ التي تقع على ارتفاع عدة أمتار فوق سطح الأرض. وينبغي أن تكون آلية إقفال النافذة موضوعة في مكان لا يمكن الوصول إليه بسهولة من الخارج. ويمكن اعتبار تثبيت مزيد من أجهزة الأقفال الأساسية أو النوافذ الثابتة بمثابة تعزيزات ممكنة.

4-346- وتختلف قوة مادة إطار النافذة ووزنها بدرجة كبيرة. وتحتوي بعض أُطر النوافذ الخاصة على مواد مخفية تُقاوم أدوات التقطيع، ويمكن تحسين ربط الإطار بالهيكل باستخدام مثبتات إضافية أو أثقل أو عن طريق لحام زعنفة الإطار. ومع ذلك، لن تؤثر هذه التحسينات على مدة التعطيل عبر النافذة ما لم يتم أيضاً إجراء تقوية لمواد التزجيج والأغطية الواقية.

4-347- وتتسم المواد الزجاجية العادية بقابليتها الكبيرة للكسر. وتزداد خصائص القوة الميكانيكية والإجهاد الحراري في الزجاج المقسم مقارنة بالزجاج العادي. ويُستخدم الزجاج السلكي في الأبواب والنوافذ المقاومة للحريق، ويتسم بأنماط سلكية مدمجة تُعزز مقاومة الاختراق. وغالباً ما تتم تقوية مواد التزجيج المستخدمة فيه بشبكة واقية من الفولاذ الممدد أو أشكال أخرى من الشبك المعدني.

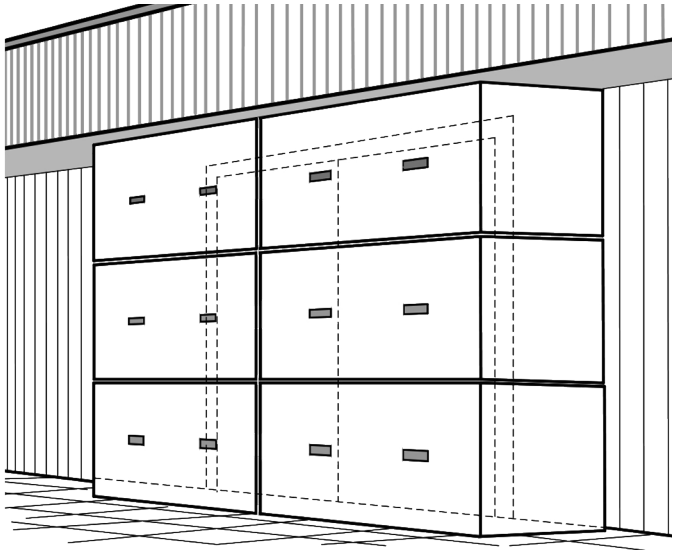
4-348- وعند الحاجة إلى مستوى أعلى من مقاومة الاختراق، يمكن استخدام زجاج التأمين السميك. ويتألف الزجاج المصفح من لوحين أو أكثر من الزجاج الملدن العائم، والألواح الزجاجية، والزجاج المسطح المرتبط بطبقة (أو طبقات) من البلاستيك. وهذا الزجاج أكثر مقاومة للاختراق القسري مقارنة بالزجاج العادي، ويمكن استبداله بمعظم أنواع الزجاج. ومع ذلك، فإن بعض أنواع الزجاج المصفح قابلة للاحتراق، ويُقيّد استخدامها بموجب لوائح مكافحة الحريق. ويحتوي التزجيج المركب باستخدام البولي كربونات على طبقة أساسية صلبة من البولي كربونات مغلفة بين طبقتين خارجيتين من الزجاج. ويمكن اختراق المُركبات باستخدام الأدوات اليدوية وبلطة المطافئ، ولكن من الصعب اختراق الألواح الأكثر سُمكاً باستخدام الأدوات المصنوعة من الفولاذ. وتقترب مقاومة تأثير البولي كربونات من نفس أداء الزجاج المضاد للرصاص. وتشمل التحسينات المحتملة إضافة شاشة أو شبكة من القطبان على الجانب الداخلي لفتحة التهوية أو الزجاج.

4-349- وتشمل منافذ المرافق جميع أنواع الفتحات ذات الأُطر غير المراقبة بخلاف الأبواب والنوافذ. وتحتوي المرافق النووية على العديد من هذه الفتحات مثل قنوات التهوية وأنفاق المرافق ومساحات الزحف وفتحات الناقلات وفتحات الوصول إلى الأسقف ومراوح العادم وفتحات الخدمة التي يمكن للخصم استخدامها جميعاً كمسار للدخول. ويمكن أن تشمل هذه الفتحات في محطات القوى النووية أيضاً قنوات السحب والتفريغ المغمورة التي تحتاج إلى حماية. ويمكن أن تحتوي منافذ المرافق على أغطية يمكن إزالتها بسهولة نسبياً، ولذلك ينبغي توصيلها بنظام إنذار وتحصينها. وغالباً ما

تحتوي منافذ المرافق أيضاً على شبكات لأسباب تتعلق بالأمان أو لدواعي الزينة، ويمكن أن تعمل أيضاً كحواجز. ويمكن زيادة مقاومة اختراق منافذ المرافق عن طريق تركيب أغطية واقية، مثل الشبكات أو القضبان أو الشبك المعدني الممدد أو السواتر. ويمكن بالمثل استخدام شبكات القضبان والشبك الفولاذي، أو المعدن الممدد، أو القضبان الفولاذية أو الأنابيب أو الأسياخ للتقليل من حجم الفتحات في منافذ المرافق لمنع دخول الإنسان منها. ويمكن استخدام الأنابيب أو المواسير المتداخلة لمنع الوصول إلى مجاري الهواء أو مواسير الصرف أو خطوط المياه الكبيرة.

الحواجز المتخصصة

4-350- تشمل الحواجز المتخصصة المستخدمة في تطبيقات محددة الحواجز المتحركة التي توضع حول المناطق التي تجري فيها عمليات إصلاح وصيانة أو التي تحتاج في حالات أخرى إلى حماية لمدة زمنية محدودة (مثل مناطق التخزين الوسيطة). ويمكن استخدام الكتل النمطية الضخمة أو حاويات البضائع أو حتى المركبات المتوقفة لزيادة مدة التعطيل التي تحققها الحواجز القائمة، مثل وضعها أمام مدخل المركبات المؤدي إلى موقع التخزين (انظر الشكل 34).



الشكل -34- الكتل النمطية الضخمة.

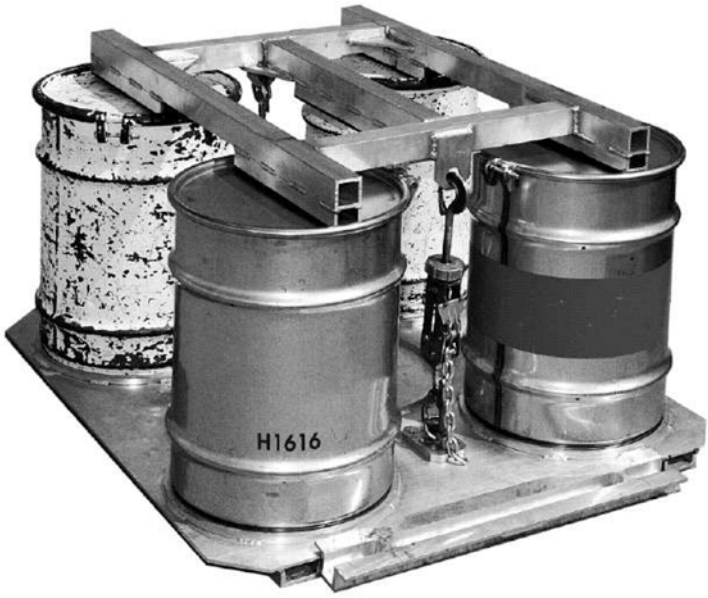
4-351- يمكن للحواجز المتخصصة الأخرى أن توفِّر تعطيلا إضافيا مباشرة في المواقع التي يمكن أن تحدث فيها إزالة للمواد النووية من غير إذن، أو في مواقع أهداف التخريب. وتشمل هذه الحواجز المتخصصة أبواب غرف التخزين الشديدة القوة، والأقفاص الفولاذية المزدوجة الطبقات لتخزين المواد النووية، ومرابط التثبيت المتخصصة (انظر الشكلين 35 و36).

الحواجز القابلة للنقل

4-352- يمكن أن تكون الحواجز القابلة للنقل نشطة أو كامنة، ويمكن استخدامها لتوفير تعطيل إضافي عن طريق زيادة المدة التي يحتاج إليها الخصم لكي يتغلب على حاجز مادي من خلال تعقيد المهمة. وعادة ما تُخزن المواد القابلة للنقل في شكل مضغوط، ومن خلال تفاعل كيميائي أو فيزيائي تتوسع لملء الفتحة أو الفراغ أثناء الهجوم. ومن الأمثلة على الحواجز التي يمكن نقلها نُظم المعتمات النارية ونُظم الرغوة المائية.

4-353- وينبغي حماية نُظم الحواجز النشطة القابلة للنقل من تعطيلها من جانب الخصم أو من جانب طرف داخلي، وينبغي تصميمها بحيث تسمح بتجنب التنشيط العرضي أثناء الفترات الأخرى (مثل الصيانة). ومع ذلك، ينبغي أن توفِّر مستوى عالٍ

الشكل -35- قفص فولاذي من طبقتين لتخزين المواد النووية. (إهداء من مختبرات ساندیا الوطنية).



الشكل -36- مرابط تثبيت متخصصة.

من التأكيد بأن النظام سيُنشط أثناء هجوم الخصم (الموثوقية). وقد يلزم إيلاء الاعتبار للأمان إذا جرى تنشيط هذه النُظم (بشكل صحيح أو غير صحيح) في أماكن العمل المحصورة. ويمكن أن يشمل مقياس الدفاع في العمق نشر مادة تعتيم كثيفة، إلى جانب الأسلاك الشائكة الحلزونية أو الأسلاك الشائكة الحادة الموجة، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تحقيق زيادة كبيرة في مدة التعطيل مقارنة باستخدام الأسلاك الشائكة الحادة الموجة أو المعتمات وحدها. ويمكن أيضاً استخدام بعض نُظم الأمان كنُظم حواجز قابلة للنقل. وعلى سبيل المثال، يمكن أيضاً استخدام نظام الرغوة المائية لمكافحة الحرائق كنظام حاجز قابل للنقل لأغراض الأمن، ولكن الطريقة التي يتم بها ذلك ينبغي ألاّ تُعرض الأمان أو الأمن للخطر.

4-354- ولا تعتمد الحواجز الكامنة القابلة للنقل المثبتة في الأبواب أو المواقع الأخرى على التنشيط عن بُعد أو التنشيط الخارجي، وهي بسيطة نسبياً وغير مكلفة.

4-355- وينبغي استخدام الحواجز القابلة للنقل في العادة جنباً إلى جنب مع حواجز مادية كبيرة لزيادة التعطيل على المسار إلى الموقع المستخدم. وتوفِّر هذه الحواجز

فائـدة أقـل فـي زيـادة مـدة التعطيـل، ولكنهـا قـد تكـون فعالـة أكثـر كحواجـز ضـد الإزالـة بـدون إذن أكثـر مـن فعاليتهـا كحواجـز ضـد التخريـب.

4-356- وينبغـي تنسـيق أي اسـتخدام للحواجـز القابلـة للنقـل، وخاصـة للتطبيقـات النشـطة، بشـكل وثيـق مـع تدابيـر الأمـان أثنـاء أنشـطة التصميـم والتركيـب والصيانـة والاختبـار لضمـان عـدم المسـاس بأمـان الموظفيـن.

الحواجز المحمولة جواً

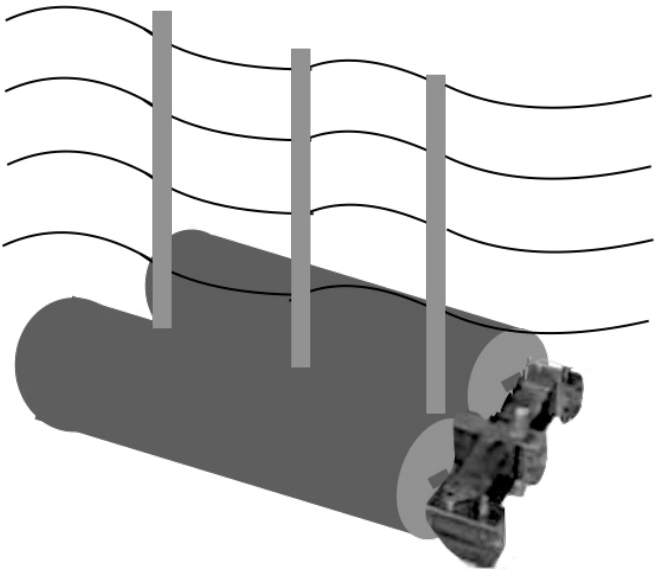
4-357- إذا كانـت التهديـدات المحمولـة جـواً تُشـكل مصـدر قلـق ذي مصداقيـة، يمكـن أن يـؤدي تحديـد المواقـع الاسـتراتيجية للأعمـدة أو الكبـلات أو الحواجـز الماديـة الأخـرى (مثـل لفائـف الأسـلاك الشـائكة) إلـى تقييـد بعـض أنـواع المركبـات المحمولـة جـواً مـن الهبـوط فـي المرفـق. ويمكـن أن توجـد هـذه الحواجـز علـى الأرض أو علـى أسـطح المبانـي.

الحواجز البحرية

4-358- يمكـن النظـر فـي اسـتخدام الحواجـز البحريـة عندمـا يكـون ذلـك ضروريـاً للحمايـة مـن اقتحـام المركبـات المائيـة غيـر المـأذون لهـا. ويمكـن أن تكـون الحواجـز البحريـة ثابتـة أو عائمـة بشـكل دائـم. وتُصمـم الحواجـز العائمـة المصممـة هندسـياً فـي نسـق معيـاري مبنـي مـن عـوارض فولاذيـة مقاومـة للصـدأ أو كبـلات معـززة، ووصـلات مفصليـة خاصـة ورغـوة صلبـة عاليـة الكثافـة مغلفـة بوقـاء مـن البولـي إيثيليـن، ويمكـن دمـج الوحـدات فـي سلسـلة لتوفيـر الطـول المطلـوب للحاجـز. وتُسـتخدم هـذه الأجهـزة أيضـاً لتحديـد حـدود المرفـق فـي المسـطح المائـي.

4-359- ويمكـن تهيئـة الحواجـز العائمـة المصممة هندسـياً بطـرق متنوعـة، ويمكـن تزويدها بأجهـزة أمـان إضافيـة، مثـل الحواجـز السـطحية، والشـبكات المثبتـة تحـت المـاء، وأجهـزة الكشـف (انظـر الشـكل 37).

4-360- يمكـن التحكـم فـي الحواجـز القابلـة للنقـل تحـت المـاء بواسـطة رافعـة كهربائيـة مـن مـكان بعيـد أو مـن محطـة الإنـذار المركزيـة أو يدويـاً. ويمكـن أن تتكـون هـذه الحواجـز مـن سـواتر أو شـبكات أو مـواد تسـييج أخـرى.



الشكل -37- نسق حاجز عائم مزدوج مزوّد بحاجز سطحي علوي وجهاز للكشف.

4-361- وتُركب الحواجز العائمة المصممة هندسياً في العادة بحيث يُثبت الحاجز على المراسي الشاطئية أو المراسي في قاع جسم المسطح المائي. وفيما يتعلق بالحاجز الطويل، قد يلزم وجود نقاط تثبيت وسيطة متعددة لتأمين الحاجز بشكل مناسب في مكانه. ويعتمد نسق التركيب على ظروف التشغيل، بما في ذلك عمق المياه واتجاه الرياح وظروف المد والجزر. ويمكن تركيب الحواجز العائمة المصممة هندسياً على الأنهار والبحيرات والقنوات والمناطق البحرية والمسطحات المائية الأخرى. وينبغي إيلاء اهتمام خاص للتثبيت عند تركيب هذه الحواجز عند مداخل مياه التبريد أو قنوات التصريف أو بالقرب منها، بسبب التيارات القوية التي قد تتولد.

4-362- وقد تتكون الحواجز البحرية الأخرى من هياكل ثابتة مرتكزة على الشاطئ، إلى جانب حواجز تحت الماء وقدرات للكشف (انظر الشكل 38). ويمكن أيضاً استخدام بعض الجدران البحرية المصنوعة من الخرسانة المسلحة أو جدران مقاومة التسونامي كحواجز بحرية.

الشكل -38- حاجز بحري مرتكز على الشاطئ. (إهداء من هيئة الأمان النووي الكندية).

دور الحواجز في صد هجمات التخريب عن بُعد

4-363- ينبغي أن يراعي تصميم تدابير التخفيف من هجمات التخريب عن بُعد قوة سمات الأمان والسمات التشغيلية المصممة هندسياً (مثل احتواء المفاعل، والاستحاطة، والفصل المادي للمعدات الحيوية)، والحماية من الحرائق، والحماية من الإشعاعات، وتدابير الاستعداد والتصدي للطوارئ القائمة بالفعل في المرفقة. ويمكن النظر في زيادة دوريات قوات الحراسة وقوات التصدي في مواقع المواجهة المحتملة لردع أي خصوم وتعطيلها، بالإضافة إلى استخدام الحواجز. وعندما لا تكون التدابير القائمة كافية للتصدي بشكل مناسب للهجمات التي تتم عن بُعد، ينبغي النظر في تدابير الحماية الإضافية التالية:

(أ) زيادة المسافة الفاصلة عن طريق توسيع منطقة الوصول المحدودة أو إنشاء مناطق خالية أكبر خارج المحيط، وإزالة مناطق الإخفاء.

(ب) تركيب هياكل أو سواتر لإخفاء خط البصر بين مواقع الهجوم المحتملة والأهداف، مما يُقلل من قدرة الخصم على المراقبة، وتحديد أهدافه المقررة والمناطق المعرضة للخطر وتزويد أفراد التصدي بغطاء.

(ج) تركيب حواجز مادية بالقرب من الأهداف أو عليها للتخفيف من عواقب الهجوم عن بُعد. ويمكن أن تشمل الحواجز طبقات من المواد المتباينة الكثافة لتقليل فعالية الموجة الصادمة الناتجة عن هجوم تفجيري. ويمكن أن تتسبب الحواجز المتعددة المتباعدة في الخارج أو في داخل الهيكل في حدوث انفجار مبكر للمتفجرات، مما يدفع الخصم إلى شن هجمات متعددة دقيقة. ويمكن أن تؤثر

طبيعـة التهديـد ومتطلبـات الدولـة أيضـاً علـى أماكـن وضـع الحواجـز، بمـا فـي ذلـك المسـافة بيـن الحواجـز والمرفـق.

(د) تعديل نسق التصميم وتقوية البنية التحتية للمرافق من خلال ما يلي:

'1' تشييد مواقع التخزين المستهدفة أو نقلها تحت الأرض؛

'2' نقـل الأهـداف داخـل غرفـة تخزيـن محصنـة داخـل هيـكل خارجـي أضعـف ينهـار عنـد مهاجمتـه ويدخـل غرفـة التخزيـن الداخليـة المحصنة؛

'3' إضافة طبقة سميكة من التربة إلى المرافق القائمة أو المخطط لها.

5- التصدي

5-1- تشمل واجبات قوات الحراسة أنشطة مثل توفير الحراسة لنقاط التحكم في نقاط الدخول، وحراسة محطة الإنذار المركزية، ومرافقة الأفراد، وتسيير الدوريات، وتقييم الإنذارات، وتوفير التصدي في الوقت المناسب، والتواصل مع محطة الإنذار المركزية أو مركز رصد الإنذارات [2]. وتشمل واجبات قوات التصدي الاستعداد للتحرك والتواصل وتحييد الخصوم على النحو المحدد في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم. ويمكن أن تتضمن معدات قوة التصدي تكنولوجيات للمساعدة في الإلمام بالحالة والتصدي الفعال. ويصف هذا القسم الاعتبارات الرفيعة المستوى المتعلقة بالمعدات والتأهيل والتدريب.

المعدات

5-2- ينبغي تزويد الحراس وأفراد التصدي بالمعدات لأداء وظائفهم الروتينية ووظائف التصدي. وتعتمد المعدات المناسبة للحراس وأفراد التصدي على عدة عوامل تشمل الوظائف التي يحتاجون إليها لأداء مهامهم، ومتطلبات التشغيل والأمان للمرفق (مثل استخدام معدات الحماية الشخصية)، والعوامل البيئية والمعدات المحددة اللازمة لمنع إزالة المواد النووية بدون إذن أو تخريب المواد النووية والمرافق النووية.

5-3- ولأغراض أداء واجباتهم المتمثلة في القدرة على التحرك (أي الانتشار في موقع مناسب)، والتواصل مع الخصم وتحييده، يمكن أن تشمل معدات قوات التصدي مركبات (مثل المركبات

المحصنة والطائرات والزوارق الملاحية)، ومعدات الاتصالات، والأسلحة.

5-4- وتشمل المعدات الأخرى التي يمكن النظر فيها التكنولوجيات التي تُساعد في الإلمام بالحالة، مثل نظام تتبع أفراد التصدي والمنظومات الجوية غير المأهولة. وتسمح نُظم التتبع لقائد العمليات التكتيكية وأفراد التصدي بمراقبة مواقع أفراد التصدي والمركبات عن بُعد. وتسمح التكنولوجيات مثل المنظومات الجوية غير المأهولة لقائد العمليات التكتيكية بالحفاظ على رؤية آنية لحدث الأمن النووي.

5-5- وينبغي أيضاً أن تؤخذ في الاعتبار معدات حماية أفراد التصدي، مثل المواقع المحصنة والمركبات المدرّعة. ويمكن استخدام مواقع القتال المحصنة لإبطاء تقدم الخصوم، ولكن ينبغي في حالة استخدامها توخي الحذر لحماية تلك المواقع من الاستيلاء عليها قبل أن يتمكن القائمون بالتصدي من الوصول إليها. ويمكن لمركبات، مثل الطائرات والمركبات الأرضية أن تقلل من مدة التصدي، ويمكن استخدامها كمنصات أسلحة ثابتة. وإذا كانت هذه المركبات مدرعة بشكل مناسب، فسيمكنها أيضاً حماية قوات التصدي خارج الموقع إلى حد ما من الخصوم المسلحين.

التأهيل

5-6- ينبغي أن تضع الدولة متطلبات التأهيل الدنيا للحراس وأفراد قوات التصدي الذين يوفرهم المشغِّل (خلافاً لأجهزة إنفاذ القانون أو المنظمات العسكرية المحلية). وينبغي أن يتأكد المشغلون من استيفاء الحراس وأفراد قوات التصدي (بما يشمل المرشحين الذين لا يزالون قيد التدريب) للمؤهلات المتعلقة بصحتهم ولياقتهم البدنية ودقتهم وكفاءتهم في استخدام الأسلحة النارية ومعرفتهم بالإجراءات والسياسات والتواصل الشفوي والمكتوب.

التدريب

5-7- ينبغي أن يساعد التدريب والتقييم على ضمان قدرة الحراس وقوات التصدي على أداء الوظائف الموكلة إليهم بفعالية أثناء الظروف الروتينية وأثناء أحداث الأمن النووي. ويمكن استخدام نتائج التدريب والتقييمات بالاقتران مع طرق أخرى لتقدير فعالية التصدي في اعتراض وتحييد الخصوم المحددين في تقييم التهديدات أو في التهديدات المحتاط لها في التصميم (انظر أيضاً القسم 9).

5-8- وينبغي أن يستند التدريب إلى المتطلبات والخطط والإجراءات المحددة، وأن يتم إجراؤه في بيئة واقعية قدر الإمكان. وينبغي أن يستخدم هذا التدريب مجموعة من السيناريوهات التي تُعبِّر عن قدرات الخصم على النحو المحدد في تقييم التهديدات أو في التهديدات المحتاط لها في التصميم. ويمكن استخدام التدريب والتمارين المنضدية وتمارين قوات التصدي المحدودة النطاق والكاملة النطاق، وتمارين محاكاة العمليات القتالية (أي اختبارات الأداء الكاملة النطاق) لتقييم مدى استعداد الحراس وقوات التصدي، وتحديد المجالات التي تحتاج إلى تحسين، وضمان ملاءمة الخطط والإجراءات وفعاليتها. وينبغي أن تشمل التمارين في العادة عناصر لاختبار ما يلي:

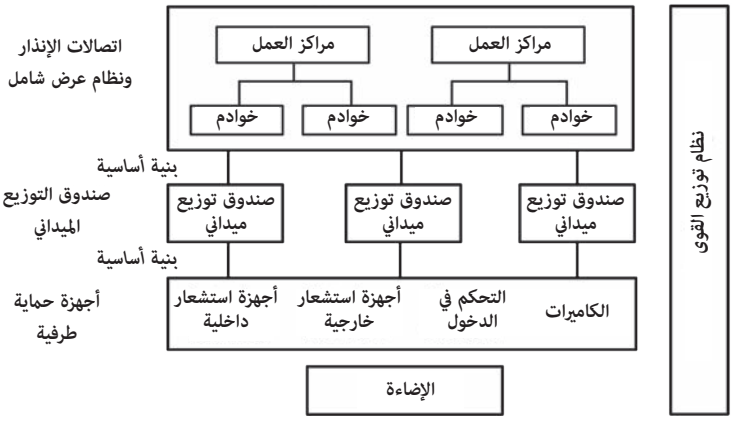
(أ) الإلمام بمتطلبات الوظيفة وإجراءاتها؛
(ب) خطط التصدي (الوصول أو المنع أو الاحتواء)؛
(ج) الكفاءة في استخدام الأسلحة النارية، بما يشمل استخدامها في ظروف الإضاءة المنخفضة؛
(د) استخدام القوة غير المفضية إلى الموت؛
(هـ) تتبع الخصم.

6- شبكات نُظم الحماية المادية ونُظم الدعم

شبكات نُظم الحماية المادية

6-1- ينبغي تحديد متطلبات شبكات نُظم الحماية المادية أثناء مرحلة التصميم وفي الحالات التي يتم التخطيط فيها لإجراء تعديلات، وعندما تطرأ تغييرات على تقييم التهديدات والتهديدات المحتاط لها في التصميم. وينبغي إدماج تصميم شبكات الاتصالات وإمدادات القوى ونُظم الدعم الأخرى في تصميم نظام الحماية المادية (انظر الشكل 39). وينبغي تصميم نظام الحماية المادية بحيث يكون قادر على مقاومة الهجمات الإلكترونية وتوفير إمكانية كشفها (انظر المراجع [10، ومن 17 إلى 21] لإرشادات إضافية بشأن الأمن الحاسوبي).

6-2- ينبغي تحقيق التكامل في شبكات نُظم الحماية المادية بطريقة آمنة، على ألاّ يغيب عن الأذهان أن تكامل النُظم والربط بينها يمكن أن يزيد من تعقيد الشبكة



الشكل -39- شبكة نظام حماية مادية نموذجية والأجهزة المرتبطة بها.

ويمكن أن يزيد من عدد الطرق التي يمكن للخصم أن يحاول بها اختراق الشبكة. ولذلك ينبغي أن تؤخذ متطلبات الأمن الحاسوبي في النُظم المعتمدة على الحواسيب، والشبكات، والنُظم الرقمية منذ بداية عملية تصميم شبكة نظام الحماية المادية.

6-3- وتشمل النُظم والشبكات الحاسوبية التي تحتاج إلى حماية على النحو المحدد في المرجع [1] ما يُستخدم منها لأغراض نُظم الحماية المادية من أجل الحماية من إزالة المواد النووية بدون إذن أو التخريب، والنُظم المستخدمة لأغراض حصر المواد النووية ومراقبتها، وفي أغراض الأمان. ويمكن أن تستهدف الهجمات على الفضاء الإلكتروني ما يلي:

(أ) تجاوز السرية للحصول على معلومات حساسة عن هذه النُظم (انظر أيضاً القسم 3)؛
(ب) المساس بسلامة المعلومات المتعلقة بهذه النُظم (على سبيل المثال، تغيير سجلات حصر المواد النووية ومراقبتها لإخفاء إزالة المواد النووية بدون إذن)؛
(ج) منع إتاحة النظام (مثل تعطيل نظام مهم لنظام الحماية المادية أو منع إنذار من الوصول إلى محطة الإنذار المركزية)؛
(د) إساءة استخدام إحدى وظائف النظام (مثل فتح قفل باب يعمل عن بُعد).

6-4- وينبغي عند معالجة أمن الحواسيب والشبكات الخاصة بنُظم الحماية المادية إيلاء عناية خاصة للسيناريوهات التي يتعرض فيها نظام لاختراق باعتبار ذلك مقدمة لهجوم

مـادي (أي كجـزء مـن 'هجـوم مختلـط'). وفي هـذا الحـالات، قد تحـدث الهجمـات علـى الفضاء الإلكترونـي فـوراً قبـل الهجوم الفعلـي، ولكن قـد تُنفذ قبل ذلـك بكثير. وفي حالة كشـف حدوث اختـراق للنظـام الحاسـوبي لنظام الحمايـة المادية أو شـبكته، ينبغي اتخـاذ تدابير لتحديـد ما إذا كان المقصـود مـن الاختـراق هـو تغييـر النظـام لتسـهيل هجوم مـادي في المسـتقبل.

6-5- وتسـتخدم مجموعـة كبيـرة مـن أنـواع النُظـم الحاسـوبية فـي نظـام الحمايـة الماديـة فـي المرفـق النـووي، بمـا فـي ذلـك نُظـم تكنولوجيـا المعلومـات والاتصـالات (التـي تحتفـظ بالمعلومـات وتنقلهـا، بمـا فـي ذلـك المعلومـات الحساسـة)، والنُظـم الحاسـوبية المدمجـة، والأجهـزة ونُظـم التحكـم) التـي تحتـوي علـى شـفرات البرمجيـات، ولكـن سـلامتها وتوافرهـا قـد يكونـان ضروريـين للأمـان). ويتفاعـل نظـام الحمايـة الماديـة فـي العـادة مـع العمليـات وحصـر المـواد النوويـة ونُظـم التحكـم والأمـان، بمـا فـي ذلـك نُظـم الاسـتعداد للطـوارئ والتصـدي لهـا. وتـرد إرشـادات بشـأن نظـام الحمايـة الماديـة المتكامـل فـي المرجـع [2] وبشـأن حمايـة النُظـم المعتمـدة علـى الحواسـيب فـي المرجعيـن [7، 20]، بمـا فـي ذلـك إرشـادات بشـأن إنشـاء برنامـج أمـن حاسـوبي فعـال فـي المرافـق النوويـة. وتـرد فـي المرجـع [21] إرشـادات بشـأن توفيـر الحمايـة لنُظـم الأجهـزة والتحكـم المعتمـدة علـى الحواسـيب فـي المرجـع [21].

تصميم الشبكات

6-6- تختلـف تصاميم شـبكات نُظم الحمايـة المادية باختلاف حجـم المرفق النـووي ومتطلباته. وهنـاك العديـد مـن المتغيـرات التـي لا بـد مـن أخذهـا فـي الاعتبـار عنـد تصميـم شـبكة لتلبية الاحتياجـات القائمـة والسـماح بالمرونـة والتوسـع. وينبغـي أن يتوافـق تصميـم الشـبكة مـع متطلبـات البنيـة الدفاعيـة للأمـن الحاسـوبي. وبرنامـج الأمـن الحاسـوبي للمرفـق [7]. وتشـمل الاعتبـارات المهمـة التـي ينبغـي أخذهـا فـي الاعتبـار مـا يلي:

(أ) التسلسـل الهرمـي: يسـمح تصميم شـبكة هرميـة للمصمـم بتقسـيم التصميـم المعقد إلى أجـزاء أصغـر وأبسـط. ويمكن أن يسـاعد أيضـاً في تصميـم بنية أساسـية موثوقة قـد توفّر فائـدة للأمن الحاسـوبي.

(ب) النمطيـة: يمكن تسـهيل تصميم الشـبكة عـن طريق فصـل الوظائف المختلفـة التي تؤديها النُظـم الموجـودة علـى الشـبكة إلى مناطـق. ويمكن أن تـؤدي النمطيـة أيضاً إلى تشـغيل أكثـر اسـتقراراً، بحيـث لا يـؤدي إلـى تعطل أحـد المجـالات الوظيفيـة (على سـبيل المثال، منطقـة أو وظيفة) إلـى تعطل النظـام بأكمله.

(ج) السرية: ينبغي حماية المعلومات المتعلقة بالشبكة (على سبيل المثال، قواعد البيانات والملفات والوثائق المرتبطة بها، ومكونات التغيير وأجهزة المحاكاة) بحيث لا تتاح ولا يُكشف عنها لأفراد أو كيانات أو عمليات بدون إذن.

(د) التوافر: ينبغي أن تكون الشبكة متاحة للاستخدام ولأداء الوظائف المطلوبة في الظروف البيئية والتشغيلية المتوقعة (أي العادية وغير الطبيعية والطارئة) لفترة زمنية محددة. ويمكن أن تشمل الظروف غير الطبيعية تعطل الأجهزة أو البرمجيات، وأحمال البيانات الكبيرة، وأنماط مرور البيانات غير العادية، وأحداث رفض الخدمة، والأحداث الأخرى غير المخطط لها.

(ه) المرونة: إمكانية تعديل أجزاء من الشبكة أو إضافة وظائف جديدة أو زيادة سعة الشبكة في المستقبل بدون إجراء تطوير رئيسي (على سبيل المثال، بدون استبدال الأجهزة الرئيسية)، أو السماح بإجراء تغييرات مستقبلية في العمليات.

(و) سلامة الشبكة: ينبغي أن يكون لمكونات الشبكة تدابير وقائية تكفل سلامتها طوال مدة خدمتها. وتشمل طرق ضمان سلامة الشبكة السمات التصميمية للتحكم في الوصول المادي والمنطقي إلى المعدات، وكشف الوصول بدون إذن إلى الشبكة وداخلها، وحماية البيانات الأساسية.

(ز) التعقيد: ينبغي الموازنة بين تعقيد الشبكة ومتطلبات حماية المرفق النووي والعمليات ومتطلبات الصيانة.

6-7- وأثناء تصميم شبكة نظام الحماية المادية، ينبغي مراعاة الاحتياجات لكل من أمن المعلومات والحماية المادية لخطوط الاتصال والأجهزة المتصلة بالشبكة. وينبغي أن يشمل النظام وسيلة لكشف حالات الأعطال الصريحة والضمنية للمكونات وتسجيلها (مثل الأجهزة والخوارزميات والإشارات) [7]. وينبغي إيلاء عناية خاصة لتدابير الحماية على حدود منطقة الأمن الحاسوبي (أي جدران الحماية، والحد من حركة مرور البيانات) وكذلك الضوابط المادية والإدارية.

6-8- وينبغي أن يأخذ تصميم النظام في الاعتبار الجودة وبيئة التشغيل للمكونات المراد تركيبها. وينبغي تقييم أنماط الأعطال لفهم العواقب المحتملة للعطل (الأعطال). وعلى سبيل المثال، في 'شبكة الشجرة'، يمكن أن تتأثر جميع المكونات المرتبطة 'بالفرع'، بينما تظل الفروع الأخرى غير متأثرة. ويؤدي تركيب معدات احتياطية على نفس فرع الشبكة ببساطة إلى تأثر كلتا المجموعتين من المعدات بنفس العطل.

6-9- وتُستخدم شبكات اتصالات البيانات بنى معمارية مختلفة لنقل المعلومات من جهاز إلى آخر. وتُمثل بنية الشبكة طريقة لتوصيل الأجهزة بشبكة حاسوبية واحدة. ويُحدد نوع البنية المختارة تكلفة الشبكة وقوتها وموثوقيتها، ويمكن استخدام البنى المعمارية المختلفة للشبكة لتلبية الاحتياجات المختلفة.

شبكات الاتصال

6-10- وينبغي أن تتفاعل الشبكات وأجهزة الاتصالات الخاصة بنظام الحماية المادية مع النظام الشامل للحماية المادية. وينبغي أن يفصل تصميم نظام الحماية المادية الآلي الوظائف الحيوية للنظام، مثل كشف اقتحام المحيط ومراقبة المحيط والتحكم في الدخول، عن شبكات المرافق الأخرى. ويوفِّر الفصل بين الوظائف بنية تسمح باتخاذ تدابير أكثر فعالية للأمن الحاسوبي.

6-11- ويمكن أن يشمل نظام الحماية المادية الآلي في المرفق ما يلي:

(أ) نظام الحصول على بيانات الإنذار وتجهيزها (معدات العرض والتقييم) المستخدم لمراقبة نظام كشف الاقتحام؛
(ب) نظام التحكم في الدخول، بما في ذلك النُظم الآلية للتحقق من الأفراد المأذون لهم والتعرف على هويتهم؛
(ج) التقييم والمراقبة بواسطة الفيديو؛
(د) نُظم الاتصالات (الصوت والبيانات)، بما في ذلك مع الحراس وقوات التصدي؛
(هـ) مكونات الأمن الحاسوبي وأمن الشبكة.

6-12- وتولِّد أجهزة النظم الفرعية لنظام الحماية المادية المذكورة أعلاه مجموعة من أنواع الإشارات وتستقبلها وتعالجها (على سبيل المثال، إنذارات الاستشعار، وإشارات الفيديو لتقييمها، واتصالات التحكم في الدخول، والحالة العامة للنظام). وفيما يتعلق بالنُظم الفرعية لنظام الحماية المادية، يمكن إدماج جميع تدابير الاتصال في شبكة واحدة أو تقسيمها بين عدة شبكات. ويسمح التكامل في الشبكة بنقل المعلومات من الأجهزة الطرفية إلى الحواسيب التي تؤدي وظيفة الخوادم لمعالجة البيانات المدخلة.

6-13- ويمكن أن تشمل شبكات اتصالات البيانات ما يلي:

(أ) أجهزة الحماية المادية (مثل أجهزة الاستشعار والكاميرات وأجهزة الإنذار)؛
(ب) الأجهزة الطرفية التي تتفاعل مع المستخدمين (مثل أجهزة قراءة البيانات البيومترية، وأقفال الأبواب الكهرومغنطيسية)؛
(ج) وحدات التحكم في الأجهزة التي توفِّر معالجة للإشارات من عدة أجهزة استشعار؛
(د) أجهزة التوزيع (على سبيل المثال، المحولات والموجهات)؛
(هـ) خوادم قواعد البيانات التي تُعالج الإشارات من أجهزة التوزيع الوسيطة؛
(و) مراكز عمل معدات نظام الحماية المادية الخاصة بمحطة الإنذار المركزية، والحراس، وقوات التصدي.

6-14- وينبغي استخدام مسارات اتصال بيانات احتياطية ومتنوعة حيثما أمكن، وتُصمم النُظم بصفة عامة بحيث يمكن للنظام الثانوي التحكم تلقائياً في حالة تعطل النظام الأساسي. وتوفِّر الاستحاطة نظام اتصال أكثر أمناً من خلال إجبار الخصم على التغلب أو المساومة على مسارين منفصلين للاتصال.

طرق التشفير

6-15- يمكن استخدام تشفير البيانات المرسلة إذا تعذر التحكم في الدخول المادي إلى خطوط الاتصالات الخاصة بنظام الحماية المادية. ومع ذلك، يمكن أن يتسبب التشفير في تأخير كبير في الاتصال، وذلك بسبب تشفير الإشارات وفك تشفيرها. وينبغي تقييم المخاطر المرتبطة بزيادة مدة الاتصال وأخذها في الاعتبار أثناء تصميم شبكة نظام الحماية المادية. وينبغي تقييم استخدام التشفير أثناء الجرد الشامل للأصول الذي يتم إجراؤه كأساس لتصنيف النُظم الحاسوبية تبعاً للأهمية [19].

تكنولوجيا الإرسال

6-16- تُقسّم نُظم الأسلاك الفرعية الخاصة بنظام الحماية المادية إلى شبكات إشارة وشبكات إمداد بالقوى. وينبغي تشغيل نظام الحماية المادية والنُظم الفرعية الخاصة بالإضاءة باستخدام مصدر قوى غير متقطع (على سبيل المثال، يلزم وجود مصادر قوى بديلة أو احتياطية في جميع الأوقات).

6-17- ويمكـن لاتصـالات البيانـات الخاصـة بنظـام الحمايـة الماديـة اسـتخدام الأسـلاك أو الألياف البصريـة أو يمكـن، بصفـة اسـتثنائية، اسـتخدام الوصـلات اللاسـلكية (انظـر الجـدول 5). وتُعـد خطـوط الاتصـال السـلكية حاليـاً الطريقـة الرئيسـية لنقـل البيانـات.

الجدول 5 - أنواع التوصيل بخطوط الاتصال

الطريقة	النوع	مزايا وعيوب الاستخدام في شبكات نُظم الحماية المادية
الأسلاك		
المتحدة المحور	النبضات الكهربائية (الفولطية، على سبيل المثال RJ45)	طريقة تقليدية تُستخدم في المعدات التلفزيونية والإذاعية درجة عالية من مقاومة الضوضاء وقوة ميكانيكية كبيرة
الزوج المجدول	RS-232 (معيار الاتصالات) أو كبل من الفئة 6	الكبل RS-232 محدود بطول 15 متراً (كبل قياسي) إلى 300 متر (كبل خاص)
ألياف بصرية	نبضات خفيفة	لا تتأثر بالصواعق أو مشاكل التأريض أو مصادر الإشعاع الكهرومغنطيسي الأخرى أسرع 100 مرة من الكبلات المتحدة المحور أسرع 1000 مرة من الأزواج المجدولة المُرسل والمستقبل مطلوبان لتحويل الإشارة الكهربائية إلى ضوء ثم إلى إشارة كهربائية نصف قطر الانحناء محدود إذا كانت الألياف البصرية تمر عبر مجال إشعاعي، من المحتمل حدوث تلف 'أو تعتيم' للألياف
متعدد الأنماط	عدة حُزم أو أنماط	يمكن لامتداد الكبل لمسافات طويلة أن يتسبب في فقدان الإشارة
وحيد النمط	حُزمة واحدة أو نمط واحد	تُرسل الإشارة عبر مسافة أطول من الألياف المتعددة الأنماط الكبل الأحادي النمط أكثر تكلفة من الكبل المتعدد الأنماط
لاسلكية	تُستخدم ترددات الموجات الكهرومغنطيسية أو الراديوية أو الموجات الدقيقة أو ترددات الأشعة دون الحمراء (لمسافات قصيرة جداً)	توفِّر حلاً في حالة عدم توافر خيارات الخطوط الصلبة (الأسلاك) الإشارات اللاسلكية معرضة بشدة للهجوم ينبغي أن يقتصر استخدامها على التطبيقات المنخفضة المخاطر ينبغي عدم استخدامها في نُظم الحماية المادية المخصصة لأعلى مستويات الأمن لا حدود واضحة للإشارات اللاسلكية

6-18- ويمكن أن تكون الإشارات اللاسلكية معرضة لأنواع مختلفة من الهجمات على الفضاء الإلكتروني، بما في ذلك رفض الخدمة (التوافر) [7]. وينبغي أن يكون أي قرار بشأن استخدام التكنولوجيا اللاسلكية في الاتصالات الخاصة بنظام الحماية المادية قراراً قائماً على الوعي بالمخاطر، ويتم في العادة تثبيط استخدام التكنولوجيا اللاسلكية في النُظم التي تتطلب أعلى مستويات الأمن [7].

6-19- وعند التفكير في استخدام نُظم الاستشعار اللاسلكية، ينبغي مراعاة احتمالات حدوث تصادمات، وخبو الإشارة، والتداخل والتشويش. وتحدث التصادمات عند استقبال إشارتين أو أكثر في وقت واحد، مما يؤدي إلى عدم قراءة إحدى الرسالتين بواسطة جهاز الاستقبال. ويمكن يحدث خبو الإشارة عندما يكون المسار بين المُرسل والمستقبل طويلاً جداً أو عندما تعترضه مادة تحجب الإشارة، مثل الأجسام أو الهياكل المعدنية الكبيرة. ويحدث التداخل عندما تتداخل المصادر الأخرى التي تُرسل في نفس نطاق التردد مع الإشارة التي يرسلها جهاز الاستشعار أو وحدة الإرسال. وأما التشويش فهو تداخل متعمد من جانب الخصم، بحيث لا تصل إشارات الإنذار إلى جهاز الاستقبال. وتتعرض أيضاً الإشارات اللاسلكية للاعتراض والتحريف.

نُظم دعم نظام الحماية المادية

نظم الطاقة الكهربائية والطاقة الاحتياطية

6-20- الغرض من نظام القوى هو توفير مصدر قوى موثوق لنُظم الحماية المادية ونُظمها الفرعية أثناء التشغيل العادي وظروف الطوارئ. ويمكن للاستحاطة أن تحول دون تسبب تعطل المكونات الفردية في تعطل النظام بأسره. وتبعاً للمتطلبات، يمكن توفير الكهرباء بواحدة أو بمجموعة من الطرق التالية:

(أ) إمدادات القوى الكهربائية التجارية خارج الموقع؛
(ب) إمدادات القوى الكهربائية والبطاريات غير المتقطعة؛
(ج) المولدات الاحتياطية.

6-21- وفيما يتعلق بالمرافق الأكثر حساسية، قد يكون من المستصوب وجود مصدرين منفصلين للقوى الكهربائية خارج الموقع لتقليل احتمالية الانقطاع. وينبغي عدم تجميع

مصادر القوى خارج الموقع لضمان عدم تسبب حدث واحد في انقطاع التيار الكهربائي. وتشمل الاعتبارات الأخرى لمصادر القوى الكهربائية لنظام الحماية المادية استهلاك القوى الكهربائية الذي ينبغي الوفاء به وتوافقه مع شبكة توزيع القوى الكهربائية (مثل خطوط القوى الكهربائية، وصناديق التوزيع، والتوصيلات، وأنابيب الأسلاك)، بما في ذلك قيود التحميل لجميع مكونات نظام الحماية المادية ونُظمه الفرعية.

6-22- وفي حالة فقدان القوى الكهربائية الواصلة إلى نظام الحماية المادية، ينبغي أن يوفِّر مصدر القوى غير المنقطع على الفور القوى الكهربائية اللازمة لدعم التشغيل المستمر لمعدات نظام الحماية المادية المصنفة على أنها حاسمة الأهمية، مثل أجهزة الاستشعار، وأجهزة الإنذار، ومكونات الاتصال، وكاميرات المراقبة. ويوفِّر مصدر القوى غير المنقطع الذي يعمل في العادة بالبطارية، تياراً كهربائياً مؤقتاً لنظام الحماية المادية لحين الانتقال التلقائي للحمل الكهربائي من مصدر القوى العادي إلى مصدر قوى الطوارئ (عادة ما يكون مولِّد الطوارئ). وينبغي إرسال إشارة صوتية ومرئية تفيد بحدوث انقطاع في التيار الكهربائي واستعادته لاحقاً إلى محطة الإنذار المركزية، بما في ذلك مؤشر يدل على حالة مولد الطوارئ، إن وجد. ولا تُستخدم إضاءة المحيط في العادة مصادر إمدادات القوى الكهربائية غير المنقطعة أو مصادر القوى التي توفرها البطاريات نظراً لاستهلاكها الكبير للقوى الكهربائية.

6-23- ويمكن لإمدادات القوى الكهربائية غير المنقطعة والمولدات الاحتياطية أن توفِّر مساراً يُمكِّن الخصم من مهاجمة النُظم الخاصة بنظام الحماية المادية، وينبغي بالتالي أن تخضع لتدابير الحماية، بما في ذلك الأمن الحاسوبي. ويمكن أن تشمل اعتبارات حماية القوى الكهربائية الاحتياطية ما يلي:

(أ) التركيب داخل منطقة مراقبة أو داخل مبنى محصّن داخل المحيط (في بعض الحالات داخل منطقة حيوية)؛
(ب) تركيب أجهزة استشعار لكشف التلاعب والدخول من غير إذن؛
(ج) بدء التشغيل التلقائي عند انقطاع القوى الكهربائية الأوّلية؛
(د) اختبار الصيانة الروتينية تحت الحمل لضمان استمرار الكفاءة والفعالية؛
(هـ) الفحوص الروتينية لجهد الخرج لمعالجة الزيادة الأوّلية في القوى؛
(و) رصد بطاريات إمدادات القوى غير المنقطعة ونُظم الشحن، بما في ذلك مدة إعادة الشحن، من جانب محطة الإنذار المركزية؛

(ز) تحديد الحمل والوقت الآمنين اللذين يمكن لمعدات نظام الحماية المادية أن تعمل على قوى كهربائية احتياطية (مثل تخزين كميات كافية من الوقود والإمداد بها)؛
(ح) توفير قدرة كافية لتوفير القوى الكهربائية اللازمة لنظام الحماية المادية ومحطة الإنذار المركزية والمحطة الاحتياطية؛
(ط) توفير القوى الكهربائية اللازمة لمعدات نظام الحماية المادية الأساسية لضمان استمرار التشغيل.

6-24- وتوفِّر القدرة على الانتقال إلى شبكة احتياطية استحاطة لتشغيل معدات شبكة نظام الحماية المادية في حالة حدوث تلف لأحد عناصر الشبكة، ويمكن أن يخفف ذلك من أثر التعطل الكامل للنظام الفرعي بأكمله أو تعطل مكوناته. وتكون الشبكات الاحتياطية في أقوى حالتها عندما تُستخدم تكنولوجيات ومعدات مختلفة (أي التنوع) وفي حالة عدم وجود توصيلات بينية.

متطلبات الموقع والحماية للمعدات الثابتة

6-25- ينبغي إقامة محطات العمل الخاصة بالصيانة المستخدمة لمعدات نظام الحماية المادية والأجهزة المتصلة بالشبكة (ولا سيما الخوادم) في منطقة يتم فيها التحكم في الدخول (على سبيل المثال، الخزائن المحكمة الإغلاق أو الغرف المزودة بنُظم للتحكم في الدخول ونُظم إنذار). ويمكن استخدام قاعدة الشخصين أو تدابير أخرى للوصول إلى خوادم الشبكة ومحطات العمل لتوفير الحماية الإدارية للمعدات ولضمان إدارة نسق المكونات.

اعتبارات حماية كبلات الشبكة

6-26- ينبغي وضع جميع كبلات إشارات نظام الحماية المادية، حيثما أمكن، داخل منطقة محمية لتقييد الوصول إليها. وفي حالة عدم وجود كبلات الشبكة في منطقة آمنة وعند نقل البيانات الحساسة عبر هذه الكبلات، ينبغي تشفير البيانات واستخدام الإشراف على الإشارات وحماية الخطوط في القنوات المعدنية وعُلب التفريعات، مع وصلات ملحومة. ولزيادة الحماية، من المثالي تغطية القنوات أو دفنها. وعادة ما تكون الكبلات مكشوفة في المواقع الطرفية وعرضة بشكل خاص للهجوم في هذه النقاط.

6-27- وينبغي أيضاً مراقبة خطوط الاتصالات المستخدمة لإرسال المعلومات الحساسة ورصدها من خلال تدابير الأمن الحاسوبي لضمان الحفاظ على سلامة كل من الخط والإشارة، ولتوفير مؤشر على عمليات الاقتحام المحتملة أو تعطل المكونات [7]. وينبغي النظر في وضع ضوابط على كل منفذ، بما في ذلك إغلاقها في حالة وجود مؤشر على نشاط إيذائي محتمل.

الحماية من التلاعب

6-28- ينبغي إدماج الحماية من التلاعب في تصميم الأجهزة والنُظم، وذلك على سبيل المثال عن طريق أجهزة استشعار كشف اقتراب خصم من المعدات أو الخطوط. وينبغي استخدام الحماية من التلاعب أو الإشراف على الخطوط في الحالات التالية:

(أ) حاويات المكونات الإلكترونية وعُلب التفريعات الخاصة بأجهزة الاستشعار، إلى جانب مفاتيح تبديل لكشف التلاعب عن طريق إصدار إنذار في حالة فتحها؛
(ب) خطوط الاتصال الخاصة بالإنذارات، مع الإشراف على الخطوط لكشف حالات القطع أو الفصل أو التماس الكهربائي أو تحويل المسار.

صيانة شبكة نظام الحماية المادية واختبارها

6-29- تتعرض أجهزة شبكة نظام الحماية المادية باستمرار لظروف تشغيل يمكن أن تُقلل من عمر المكونات (مثل ظروف الطقس، والآثار الميكانيكية، وتغيُّرات الجهد، والمجالات الإشعاعية). وتُؤدي الصيانة الوقائية الدورية لشبكة الحماية المادية إلى زيادة قدرة نظام الحماية المادية على العمل وإطالة عمره التشغيلي. وينبغي أن تتوافق أنشطة صيانة شبكة نظام الحماية المادية واختبارها مع متطلبات الأمان الحاسوبي.

6-30- ويمكن أن تكون صيانة شبكة نظام الحماية المادية وقائية (محددة المواعيد) أو طارئة (غير محددة المواعيد، أو مرتبطة بانقطاع أو انحراف مكونات النظام عن مواصفاتها). ويمكن أن تساعد اختبارات الصيانة والتشغيل الدورية في رصد أداء الشبكة وضمان استمرارية تشغيليها وموثوقيتها وتوافرها لجمع البيانات وإيصالها من النُظم الفرعية الآلية للحماية المادية.

6-31- وينبغي على المشغِّل وضع إجراءات وجداول زمنية للصيانة الوقائية لنُظم شبكة نظام الحماية المادية على أساس نوع المعدات المركبة وظروف تشغيل المعدات وتاريخ صيانتها.

6-32- وينبغي إدارة دورة عمر مكونات شبكة نظام الحماية المادية ونُظمها لضمان استبدال المكونات قبل تعطلها بسبب تقادمها أو بطلان استخدامها، مع مراعاة الأعمار التي تزعمها الشركات المصنّعة أو التي تُلاحظ على مر التاريخ. ويمكن للأنشطة التالية تيسير الاستعادة في حالة حدوث عطل غير متوقع:

(أ) التصميم النمطي للسماح بسرعة استبدال المكونات وعودتها إلى الخدمة.
(ب) النسخ الاحتياطي المتكرر لقواعد البيانات ونسق مكونات النظام.
(ج) إجراءات الاستعادة الموثقة لعودة الشبكة إلى التشغيل الكامل بعد حدوث حالة انقطاع.
(د) توافر قطع غيار ومعدات أصلية أو متوافقة. ويمكن أن تحتاج التغييرات في البائعين والموردين إلى رصد لضمان هذا التوافر.

7- التكنولوجيات الجديدة والناشئة

7-1- يتعيّن تقييم التكنولوجيات الجديدة والناشئة (وفي حالة التكنولوجيات الوقائية، اعتمادها بحسب الاقتضاء) لمعالجة تطور التكنولوجيا والتهديدات الجديدة والناشئة. ويمكن أن يُسهِّل هذا التقييم اعتماد التكنولوجيات التي تُقلل التكاليف وتُحسِّن الفعالية وتخفف من المخاطر المرتبطة بالتهديدات الجديدة والناشئة، وتُحسِّن الأداء العام لوظائف نظام الحماية المادية وقدراته.

7-2- ولكي تُستخدم تكنولوجيا نُظم الحماية المادية الجديدة بنجاح، ينبغي أن تكون مستندة إلى تحديد أنسب التكنولوجيات المتاحة لحل مشكلة ما، باستخدام التكنولوجيا في حدود قدراتها التصميمية المقصودة، والإدماج الفعال للتكنولوجيات المختلفة، والاقتصار على إدماج التكنولوجيات المتقدمة الناضجة بالقدر الكافي. وينبغي النظر بعناية في ما تزعمه الشركة المصنعة بشأن التكنولوجيا، بما في ذلك النظر في مدى ملاءمة التكنولوجيا وموثوقيتها في الوفاء باحتياجات المرفق وبيئته.

7-3- ويُقدم هذا القسم إرشادات لتقييم الاحتياجات أو الثغرات التكنولوجية في نظام الحماية المادية القائم، وتحديد التكنولوجيات المرشحة لمعالجة الاحتياجات أو الفجوات وتقييمها قبل

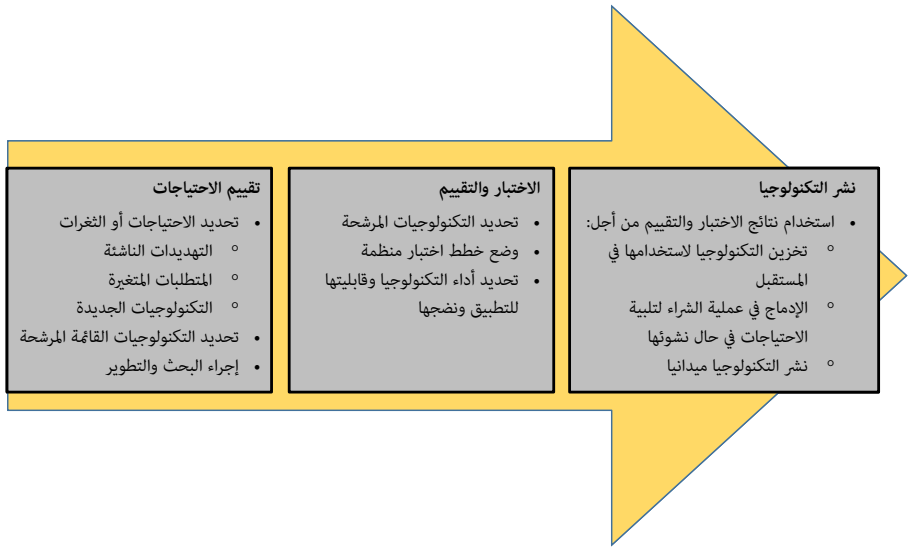
الشراء والتنفيذ. وتُشير الاحتياجات أو الفجوات التكنولوجية إلى قيود في تنفيذ نظام الحماية المادية الحالي أو عدم القدرة على معالجة الاحتياجات القائمة أو المستقبلية. ومن الناحية المفاهيمية، يعني الاختلاف بين تكنولوجيات نُظم الحماية المادية القائمة والتكنولوجيات الجديدة والناشئة ببساطة ما إذا كانت تكنولوجيا معيّنة من تكنولوجيات نُظم الحماية المادية شائعة الاستخدام أو غير شائعة الاستخدام في المرافق النووية داخل الدولة.

7-4- ويمكن أن تضع الدولة أو يضع المشغِّل إطاراً منظماً لإدارة التكنولوجيا من أجل ضمان إدماج تكنولوجيات نُظم الحماية المادية الجديدة والناشئة في النُظم القائمة. والهدف من هذا الإطار هو تحديد وتطوير تكنولوجيات الأمن الجديدة والناشئة وضمان فعاليتها وموثوقيتها في البيئة ذات الصلة وتوافرها للاستخدام.

7-5- ومن المستصوب مراعاة ما يلي في إطار إدارة التكنولوجيا:

(أ) تحديد التهديدات الجديدة والناشئة وتحديد كيفية تأثيرها على المرفق، وتحديد أي تدابير أمنية جديدة أو مطوَّرة مطلوبة؛
(ب) تحديد البحث والتطوير أو التكنولوجيات الجديدة التي ستساعد في التصدي للتهديدات الناشئة وتلبية الاحتياجات المشتركة؛
(ج) تحديد التكنولوجيات التي تُلبي على أفضل وجه حاجة محددة وتكون قد خضعت لاختبارات وتقييمات كافية؛
(د) إدماج تكنولوجيات نُظم الحماية المادية في المرفق النووي لتحقيق أهداف النظام الشاملة؛
(هـ) ضمان أن تكون التكنولوجيا الجديدة ناضجة بما يكفي لاستخدامها في المرفق النووي.

7-6- ويشمل أي إطار مقترح للتكنولوجيات الجديدة والناشئة عمليات ذات صبغة رسمية لتقييم الاحتياجات وإجراء الاختبارات التقييم ونشر التكنولوجيا (انظر الشكل 40). ووفق هذا الإطار المقترح، يُستخدم تقييم الاحتياجات لتحديد المجالات التي قد تعالج فيها التكنولوجيا الثغرات أو المسائل القائمة، والبحث والتطوير اللذين يمكنهما دعم التكنولوجيات المحتملة لمعالجة الاحتياجات والتهديدات المستقبلية. وتُفحص التكنولوجيات المرشحة بعد ذلك لتحديد التكنولوجيات التي يمكن تطويرها أو استخدامها بحالتها الراهنة كحول ناضجة وممكنة لتلبية الاحتياجات المحددة. وتتمثل المرحلة الأخيرة في قبول تكنولوجيات الأمن الناضجة الجاهزة للاستخدام في المرافق بحسب ما تقتضيه الحاجة، والتي يمكن إدماجها مع تكنولوجيات الأمن الأخرى.

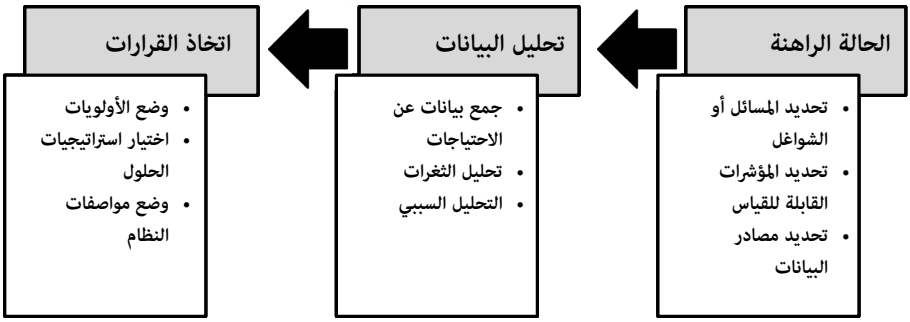


الشكل -40- إطار مقترح لإدارة التكنولوجيا.

تقييم الاحتياجات

7-7- يمثل تقييم الاحتياجات عملية منهجية تُستخدم لتحديد الاحتياجات وفحص طبيعتها وأسبابها وتحديد أولويات العمل في المستقبل لمعالجتها (انظر الشكل 41). ويُركز تقييم الاحتياجات على الأهداف التي يتعيّن تحقيقها بدلاً من وسائل تحقيقها. وقد تتأثر الأهداف بالعديد من العوامل، مثل التغييرات في التهديدات، أو التغييرات في المتطلبات الرقابية، أو التغييرات في العمليات في المرفق النووي، أو الرغبة في زيادة فعالية نظام الحماية المادية أو كفاءته. وتُستخدم النتائج لوضع الأولويات وتحديد معايير الحلول المحتملة لمساعدة صانعي القرار على التوصل إلى قرارات سليمة بشأن أفضل سُبل تخصيص الموارد المتاحة.

8-7- الخطوة الأولى في تقييم الاحتياجات هي تحديد الحالة الراهنة لنظام الحماية المادية القائم والتهديد القائم. وتُحدد المسائل أو الشواغل من عدة مصادر، بما في ذلك التقديرات أو التقييمات، وتحليلات أداء نظام الحماية المادية، والتغييرات التي تطرأ على التهديد، أو المتطلبات الرقابية، أو عمليات المرفق. وينبغي وضع مؤشرات قابلة للقياس للاحتياجات، حيثما أمكن. وعلى سبيل المثال، قد يكون لدى أجهزة الاستشعار



الشكل -41- عملية تقييم الاحتياجات.

القائمة احتمالية استشعار مُجرَّبة تبلغ 0,75، في حين أن الأداء المنشود (أو المطلوب) هو احتمالية استشعار قدرها 0,80. وينبغي أن تحدد أيضاً مصادر البيانات لتحليل المسألة بالتفصيل.

7-9- وتُجمع بعد ذلك البيانات لتحليل كل مسألة محددة. وينبغي إجراء تحليل للثغرات لتحديد المجالات المحددة في أي نظام في حاجة إلى تحسين، وبالتالي تحديد الثغرات بين الوضع القائم والحالة المنشودة. والتحليل السببي هو تحليل منظم يتم من خلاله تحديد ما أدى إلى حدوث المسألة أو وجود الثغرة المحددة للمساعدة في ضمان أن أي حلول تُحدد ستُعالج السبب الفعلي للمسألة وليس مجرد أعراضها. وعلى سبيل المثال، قد تكون احتمالية الاستشعار لدى جهاز الاستشعار في المثال الوارد أعلاه منخفضة بسبب القيود في الاتصال بين جهاز الاستشعار واتصالات نظام الإنذار ونظام العرض وليس بسبب أجهزة الاستشعار نفسها. ولن يؤدي استبدال جهاز الاستشعار في هذه الحالة إلى معالجة السبب الجذري للمسألة.

7-10- وتوثق نتائج مرحلة تحليل تقييم الاحتياجات لتوفير المعلومات التي يمكن لصانعي القرار استخدامها لتحديد الأولويات واختيار الاستراتيجيات ووضع المواصفات لتكنولوجيات نظام الحماية المادية القادرة على تلبية الاحتياجات المحددة التي يتعيّن أخذها في الاعتبار في عملية الاختبار والتقييم.

الاختبار والتقييم

7-11- الغرض من الاختبار والتقييم هو توفير معلومات لصانعي القرار عن طريق التحقق من متطلبات الأداء والتثبت من صحتها، وتقييم مدى تلبية التكنولوجيا لهذه المتطلبات، وتحديد ما إذا كانت النُظم ناضجة وفعالة من الناحية التشغيلية ومناسبة للاستخدام المقصود. وخلال المراحل المبكرة من تقييم التكنولوجيا الجديدة، يتم إجراء اختبار وتقييم لإثبات جدوى النُهج المفاهيمية، وتقييم المخاطر التصميمية، وتحديد البدائل التصميمية، ومقارنة المقايضات وتحليلها، وتقدير جدوى تلبية المتطلبات التشغيلية. وبالنظر إلى أن التكنولوجيا الجديدة تخضع للتصميم والتطوير، تنتقل العملية التكرارية تدريجياً من اختبار التصميم وتقييمه، وهي مرحلة تُعنى أساساً بتحقيق أهداف التصميم الهندسي والتحقق من المواصفات التقنية، إلى الاختبار والتقييم التشغيلي، وهي مرحلة تُركز على مسائل الفعالية التشغيلية ومدى ملاءمتها لتلبية حاجة محددة.

7-12- واستحدثت عمليات اختبار وتقييم رسمية للمعدات، ولكن ينبغي أيضاً تنفيذ العمليات وتكييفها لتوفير اختبار فعال للبرمجيات. وفي كلتا الحالتين، ينبغي أن تكون عملية الاختبار والتقييم شاملة ومنطقية ومنهجية وتكرارية، وينبغي أن تكون مصحوبة باختبارات مبكرة تتبعها تعقيبات مستمدة من نتائج الاختبار والتقييم وموثقة جيداً وغير متحيزة وتُقدم إلى مطوري النظام والمستخدمين وصانعي القرار.

7-13- ويمكن تلخيص معظم عمليات الاختبار والتقييم في أربع خطوات رئيسية:

(1) وضع أهداف الاختبار.
(2) وضع خطة الاختبار الأوّلي (بما في ذلك النتائج المتوقعة من الاختبارات).
(3) إجراء الاختبارات، بما يشمل ما يلي:
   ‘1’ وضع خطط اختبار مفصلة؛
   ‘2’ جمع بيانات الاختبار؛
   ‘3’ تحديد بيانات الاختبار؛
   ‘4’ توثيق نتائج الاختبار.

(4) إجراء تقييم لاحق للاختبار وتوثيقة.

7-14- وتوضع أهداف الاختبار بناءً على نتائج تحليل الاحتياجات، ويمكن أن تتعلق بعوامل، مثل مواصفات الأداء، واحتياجات المستخدمين، والمتطلبات البيئية أو التشغيلية،

ومتطلبات التفاعل بين الإنسان والنظام؛ ومتوسط الوقت بين حالات التعطل، والقدرة على التكامل مع النُظم الأخرى وسهولة الصيانة.

7-15- ويُستخدم تحليل الاختبار الأوّلي لأهداف التقييم من أجل تحديد أنواع وكميات البيانات المطلوبة والنتائج المتوقعة من الاختبارات والأدوات التحليلية اللازمة لإجراء الاختبارات والتقييمات. ويمكن أيضاً مراعاة كيفية تصميم سيناريوهات الاختبار، وكيفية تهيئة بيئة الاختبار، وكيفية تسجيل الاختبارات، والموارد المطلوبة، وأفضل تسلسل للاختبارات، وكيفية تقدير نتائج الاختبار أثناء تحليل الاختبار الأوّلي.

7-16- ويشمل إجراء الاختبارات وضع خطط اختبار محددة، وإجراء الاختبارات، وجمع البيانات وتحليلها، وتوثيق نتائج الاختبار. وينبغي تخطيط الاختبارات وإجراؤها لتوفير بيانات كافية لدعم التحليل. وينبغي بعد ذلك استعراض البيانات للتأكد من اكتمالها ودقتها وصحتها قبل استخدامها في الخطوة النهائية من العملية.

7-17- والخطوة النهائية في العملية هي التقييم اللاحق للاختبار، وهو مقارنة النتائج التي جرى قياسها (بيانات الاختبار) بالنتائج المتوقعة، وتقييم البيانات، وتطبيق التقدير التقني والتشغيلي. وعندما تختلف النتائج المقاسة عن النتائج المتوقعة، ينبغي إعادة فحص شروط الاختبار وإجراءاته لتحديد ما إذا كانت انحرافات الأداء حقيقية أم ناتجة عن ظروف الاختبار. ويمكن أن تنشأ تلك الانحرافات عن عمليات المحاكاة الحاسوبية غير الدقيقة [2]، أو أوجه القصور في معدات الاختبار أو في ظروف إجرائه، أو أخطاء في الأجهزة، أو أخطاء في عمليات الاختبار. وينبغي توخي الدقة في اختيار البارامترات المدروسة لتمثيل البيئة التشغيلية وأداء النُظم والدعم اللوجستي، ووصفها وتوثيقها بصورة كاملة قبل الاختبار. ويمكن استخدام النمذجة والمحاكاة أثناء تحليل البيانات لدعم تقييم الأداء والفعالية والملاءمة.

نشر التكنولوجيا

7-18- نشر التكنولوجيا هو عملية إضافة تكنولوجيا جديدة أو محسّنة إلى نظام قائم. والهدف هو نشر التكنولوجيا المتوافقة مع متطلبات الأمن في غضون مدة زمنية

معقولـة وبأقـل تكلفـة. وأهـداف نشـر التكنولوجيـا هـي:

(أ) استخدام أفضل التكنولوجيا المتاحة من جميع المصادر، بحسب الاقتضاء؛
(ب) نشر التكنولوجيا بسرعة بعد الاختيار؛
(ج) تحديـث التكنولوجيـا، بحسـب مـا تقتضيـه الحاجـة، للحفـاظ علـى فعاليـة نظـام الحمايـة الماديـة طـوال عمـر النظـام.

7-19- ويعالج نشر التكنولوجيا الأهداف التالية:

(أ) تحسين نظام الحماية المادية القائم وتحديثه، بحسب ما تقتضيه الحاجة؛
(ب) الحفـاظ علـى أداء النُظـم أو المكونـات فـي نظـام الحمايـة الماديـة عـن طريـق تحديـث التكنولوجيـات لمنـع بطـلان اسـتخدامها فـي النظـام القائـم؛
(ج) تعزيـز وظائـف النُظـم أو المكونـات فـي نظـام الحمايـة الماديـة عـن طريـق تطويـر التكنولوجيـا أو إضافـة تكنولوجيـا جديـدة لتعزيـز قـدرة نظـام الحمايـة الماديـة القائـم.

8- الاختبار الدوري للمعدات

أنواع الاختبار

8-1- يشمل الاختبار الدوري للمعدات اختبار القبول والاستدامة، ويشمل ذلك ما يلي:

(أ) اختبـار القبـول المسـبق الـذي يتـم إجـراؤه أثنـاء التركيـب لضمـان عمـل جميـع مكونـات الأجهـزة والبرامـج وتفاعلهـا بشـكل صحيـح؛
(ب) اختبـار القبـول، الـذي يتـم إجـراؤه لإثبـات تنفيـذ المكونـات أو النُظـم المركبـة علـى النحـو المصمـم وضمـان عملهـا وفقـاً للتصميـم؛
(ج) اختبـار القابليـة للتشـغيل والاختبـار الوظيفـي، ويتـم إجـراء هـذا الاختبـار للإشـارة إلـى أن مكونـات الحمايـة الماديـة تعمـل علـى النحـو المقصـود؛
(د) اختبـار الصيانـة والمعايـرة، الـذي يتـم إجـراؤه لتحديـد مـا إذا كانـت المكونـات والنُظـم فـي نظـام الحمايـة الماديـة قـد جـرى تركيبهـا ومواءمتهـا ومعايرتهـا بشـكل صحيـح.

8-2- ويمكن إجراء هذه الأنواع المختلفة من الاختبارات كعمليات منفصلة، أو يمكن أن تكون متكاملة مع بعضها البعض كجزء من عملية صيانة واختبار شاملة، أو دعم برنامج ضمان الجودة كجزء من نظام إدارة متكامل (انظر القسم 11). وعلى سبيل المثال، يمكن اختبار القابلية للتشغيل والاختبار الوظيفي مرة واحدة يومياً لعنصر معيّن في نظام الحماية المادية كعملية مميزة. وفي الوقت نفسه، يمكن إجراء اختبار للقابلية للتشغيل واختبار وظيفي واختبار للمعايير للعنصر نفسه بعد الصيانة وقبل إجراء اختبار القبول، وإذا اجتاز العنصر جميع الاختبار، يُعاد تشغيله. وتصف الفقرات من 8-3 إلى 8-16 أنواع الاختبارات بمزيد من التفصيل.

الاختبار السابق للقبول

8-3- عقب تركيب نُظم الحماية المادية الجديدة ونُظمها الفرعية، ينبغي أن تخضع جميع مكونات الحماية المادية للاختبار السابق للقبول لضمان أن جميع مكونات المعدات والبرمجيات تعمل وتتفاعل بشكل صحيح. وتشمل هذه العملية اختباراً شاملاً على طول الشبكة بالكامل لضمان عمل جميع الاتصالات الخاصة بنُظم الإنذار ووصولها إلى محطة الإنذار المركزية. أو أي موقع آخر، بحسب ما تقتضيه الحاجة. وتشمل العملية اختبار جميع المعدات والبرمجيات واتصالات الصوت والبيانات، والإضاءة، والقوى الكهربائية، ونُظم النسخ الاحتياطي. وعادة ما يكون هذا الاختبار جزءاً من مرحلة بناء المرفق. ويتم إجراؤه قبل الانتقال الرسمي من المنظمة المنشئة إلى المنظمة المشغِّلة.

اختبار القبول

8-4- ينبغي أن يُجري المشغِّل اختبارات للقبول للتأكد من أن تدابير نظام الحماية المادية تعمل بكامل طاقتها في جميع جوانب التشغيل، وأنها تفي بالمواصفات التصميمية قبل القبول. وينبغي أن يشمل الاختبار جميع مكونات النُظم الرئيسية والنُظم الفرعية في نظام الحماية المادية. ويُمثل اختبار القبول أوسع جزء في الاختبار، بما في ذلك التحقق من التركيب الصحيح لجميع المكونات والنُظم الفرعية، وكذلك تحديد وتوثيق خطوط الأساس للأداء وقابلية التشغيل وأداء الوظائف. وتهدف اختبارات القبول إلى تحديد أي مشاكل تشغيلية ووظيفية في حاجة إلى معالجة لضمان تشغيل النظام وفقاً للمواصفات والمتطلبات المحددة في التصميم. ويُطبق هذا النوع من الاختبار على جميع المعدات والبرمجيات في نظام الحماية المادية، واتصالات الصوت والبيانات، والإضاءة، والقوة الكهربائية ونُظم النسخ الاحتياطي.

8-5- وينبغي تخطيط اختبار القبول وتوثيقه بدقة في خطة اختبار القبول التي تحدِّد أهداف الاختبار، ونطاق الاختبار، والموافقات الخاصة بالاختبار، والمسؤوليات، ونهج الاختبار، وتسجيل الأخطاء والبيانات، ومواصفات الموارد، وبيئة الاختبار، وتصف كل اختبار من المقرر إجراؤه. وينبغي وضع خطط الاختبارات بحيث تشمل المواصفات، ووصف الاختبار، وظروف الاختبار الأوّلي، وإجراءات الاختبار المفصل، والنتائج المتوقعة وأي عوامل خاصة. وتعتمد خطة اختبار القبول الفعالة على المواصفات التصميمية المحددة بوضوح والقابلة للقياس والتي يتم اختبارها بسهولة.

قابلية التشغيل والاختبار الوظيفي

8-6- ويهدف اختبار قابلية التشغيل والاختبار الوظيفي إلى ضمان سلامة أداء تدابير نظام الحماية المادية ومكوناته ونُظمه في البداية عند تركيبه، واستمرارها في العمل وتشغيلها بشكل صحيح. ويتم إجراء هذه الاختبارات بصورة روتينية لتحديد الأعطال أو حالات الانقطاع التي تحدث في مكونات نظام الحماية المادية أو نُظمه الفرعية. وأثناء اختبار القابلية للتشغيل والاختبار الوظيفي، لا يتم إجراء أي محاولة للتغلب على مكونات نظام الحماية المادية أو نظمه الفرعية أو لتحديد مدى سلامة عمل المكونات، ولكن الاختبار يقتصر على تأكيد تشغيله. وعلى سبيل المثال، قد يُعيّن حراس للتأكد من اتصال بوابة كشف المعادن بمصدر القوى الكهربائية والمرور عبر بوابة كشف المعادن لتحديد ما إذا كانت العناصر المعدنية التي يحملوها في العادة تتسبب في انطلاق إنذارات مرئية ومسموعة، كما ينبغي، أو فتح باب يحتوي على مفتاح مغنطيسي متوازن، وتأكيد انطلاق الإنذار. ويمكن أيضاً تطبيق اختبارات قابلية التشغيل والاختبارات الوظيفية على النُظم الفرعية. وعلى سبيل المثال، قد تعيَّن دورية حراسة لتفقد المنطقة التي يرصدها جهاز حجمي لاستشعار الاقتحام مزوّد بدائرة تلفزيونية مغلقة لتأكيد انطلاق الإنذار. ويُحدد موظفو محطة الإنذار المركزية ما إذا كانت المحطة قد تلقت الإنذار من جهاز الاستشعار، وما إذا كانت الكاميرا المناسبة قد نُشطت وأنها توفِّر صورة بجودة كافية لتحديد ما إذا كان الإنذار قد انطلق بسبب وجود شخص.

8-7- وينبغي في العادة إجراء اختبارات قابلية التشغيل والاختبارات الوظيفية وفقاً لجدول زمني متكرر نسبياً (على سبيل المثال، من مرة واحدة في كل نوبة عمل إلى مرة واحدة في الأسبوع، بحسب الاقتضاء) لضمان استمرار عمل المكونات والنُظم الفرعية. وينبغي تصحيح أي مشاكل يتم تحديدها من خلال اختبارات التشغيل والاختبارات الوظيفية على الفور، أو تنفيذ التدابير التعويضية لحين الانتهاء من الإجراءات التصحيحية.

8-8- ويمكن إجراء اختبارات قابلية التشغيل والاختبارات الوظيفية يدوياً بواسطة شخص يتولى إجراء الاختبار أو باستخدام إمكانات الاختبار الذاتي، أو عن بُعد. وتشمل أمثلة الاختبارات اليدوية اختبار التبديل المغنطيسي المتوازن المبيّن أعلاه، أو قيام فني بتفتيش محيط المكان بعد هبوب عاصفة لتحديد ما إذا كانت أجهزة الاستشعار أو الكاميرات قد تعرضت للتلف أو ما إذا كان يبدو أنها تزحزحت عن موضعها.

8-9- ويُفضل بقوة إجراء اختبار يدوي لمكونات نظام الحماية المادية. غير أنه في ظروف معيّنة، مثل ظروف نقص الموظفين أو بُعد نُظم كشف الاقتحام، قد لا يكون الاختبار اليدوي ممكناً أو قد يكون غير عملي. وفي هذه الحالات، يمكن استخدام قدرات الاختبار الذاتي أو الاختبار عن بُعد، حيث يقوم نظام الاتصال والتحكم في الإنذار نفسه بتشغيل إشارة اختبار. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يبدأ الاختبار الذاتي بنظام كشف الاقتحام الذي يُرسل إشارة اختبار إلى جهاز استشعار محدد في وقت عشوائي، ومن المتوقع أن يستجيب جهاز الإنذار بإطلاق إنذار. وسيتحقق نظام كشف الاقتحام لاحقاً من أن الإنذار قد حدث خلال وقت محدد من انطلاق إشارة الاختبار، وأن المشغِّل قد قام بمسحه خلال فترة زمنية محددة. وينبغي أن ينتج عن عدم اجتياز الاختبار الذاتي أو الاختبار عن بُعد رسالة إنذار تُشير إلى احتمال حدوث عطل في الأجهزة أو تلاعب بها، وينبغي التحقق من ذلك. ويمكن أن تحدِّد تكنولوجيات الاختبار عن بُعد والاختبار الذاتي المتاحة حالياً أن جهاز الاستشعار يعمل ولكن لا يمكنها اختبار معايرة جهاز الاستشعار أو التأكد من عدم تزحزحه عن موضوعه، وبالتالي ينبغي أن يُكمِّل اختبار ذاتي عن بُعد الاختبار اليدوي بدون أن يحل محله.

اختبار الصيانة والمعايرة

8-10- يهدف إجراء اختبارات الصيانة والمعايرة إلى تحديد ما إذا كانت مكونات نظام الحماية المادية ونُظمه الفرعية مركبة بشكل صحيح ومثبتة في موضعها ومعايرة وفقاً للموصفات. ويمكن إجراء هذا الاختبار أيضاً كجزء من اختبارات القبول الأوّلي أو أنشطة الصيانة التالية أو التزامن معها. وعلى سبيل المثال قد يشمل اختبار الصيانة أو المعايرة لجهاز رصد بوابة كشف المعادن أو الإشعاعات المرور بشكل متكرر عبر البوابة بمصدر اختبار محدد لإثبات أن جهاز الكشف لديه احتمالية مقبولة لكشف ذلك المصدر. ومن الأمثلة الأخرى إمكانية قيام فني مدرَّب باختبار جهاز استشعار محيطي عن طريق المشي أو الجري أو القفز أو التسلق أو الزحف (بحسب الاقتضاء) في منطقة الكشف لإثبات أن جهاز الاستشعار يوفِّر الاحتمالية المطلوبة للاستشعار.

8-11- وستكتشف اختبارات الصيانة والمعايرة المصممة جيداً ما إذا كان أداء المكونات قد تدهور بمرور الوقت، وما إذا كانت قطع الغيار تبدو معيبة أو ما إذا كان قد حدث تلاعب بأحد المكونات. وينبغي إجراء اختبارات الصيانة والمعايرة بطريقة متسقة وتقديم نتائج قابلة للتكرار للتأكد من أن اجتياز الجهاز للاختبار في يوم معيّن وإخفاقه في اجتيازه في اليوم التالي يدل على بعض التدهور في أداء الجهاز وليس تبايناً في كيفية إجراء الاختبار. ويمكن تحقيق الاتساق والتكرار من خلال توفير مجموعة مفصلة من الإجراءات وتدريب الشخص القائم بالاختبار، أو باستخدام جهاز اختبار معتمد يُحاكي عبور خصم أمام جهاز الاستشعار (على سبيل المثال، استخدام أداة لسحب الألياف المصنوع منها السياج بقوة ثابتة لمحاكاة التسلق).

الاختبار داخل الموقع

8-12- نظراً لانفراد كل مرفق بتصميمه وظروفه البيئية، ينبغي على المشغِّل إجراء اختبار للأداء داخل الموقع لتحديد القيم المستخدمة في تقييمات فعالية نظام الحماية المادية والتحقق من صحتها (انظر القسم 9). وإذا كان المرفق قيد التشغيل، يلزم تنسيق مفصَّل بين عمليات المرفق وموظفي الأمن لضمان الحفاظ على تدابير الحماية أثناء فترة الاختبار، بوسائل تشمل، عند الضرورة، التدابير التعويضية المعتمدة من قبل. وإذا حُددت جوانب قصور من خلال الاختبار أو في حالة التغلب على أحد عناصر الحماية كجزء من الاختبار (على سبيل المثال، النجاح في قطع السياج)، ينبغي تنفيذ التدابير التعويضية والشروع في الإجراءات التصحيحية على الفور. وينبغي أن تظل التدابير التعويضية سارية لحين الانتهاء من الإجراءات التصحيحية وتقييمها.

استخدام منصات الاختبار المخصصة لهذا الغرض

8-13- يمكن استخدام اختبار الأداء على منصات الاختبار المخصصة لهذا الغرض داخل المرفق أو في موقع اختبار آخر لاختبار فعالية مكونات نظام الحماية الاجتماعية في مجموعة واسعة من الظروف ومقابل مجموعة واسعة من التكتيكات. وتتيح منصة الاختبار المخصصة لهذا الغرض إجراء الاختبار في ظروف واقعية بدون التأثير على عمليات المرفق أو أمنه. ويمكن أن تشمل منصة الاختبار مرافق لاختبار النُظم والبنية الأساسية الداخلية والخارجية الخاصة بنظام الحماية المادية لدعم اختبار أجهزة الاستشعار وجمع البيانات وتسجيلها. ويمكن أن تشمل منصة الاختبار نُظم التحكم في الدخول، ونُظم

التعطيـل، وأجهـزة الاستشـعار التـي تكتشـف المـواد المحظـورة، والإضـاءة، ونُظـم التقييـم وتوزيـع القـوى الكهربائيـة، وكذلـك الاتصـالات الخاصـة بالإنـذارات، ونُظـم الرصـد والتسـجيل.

8-14- وتوفِّـر منصـة الاختبـار الموجـودة داخـل مرفـق إمكانيـة اختبـار تدابيـر نظـام الحمايـة الماديـة ورصدهـا فـي الظـروف البيئيـة والصناعيـة الخاصـة بالمرفـق مـن أجـل بلـورة فهـم أفضـل لكيفيـة تأثيـر هـذه العوامـل علـى الأداء ومعـدلات الإنـذارات المزعجـة. ويمكـن أيضـاً اسـتخدام هـذه المنصـة لتقييـم مكونـات الحمايـة الماديـة ونُظمهـا الفرعيـة قبـل بنـاء المرفـق. ويُسـتصوب رصـد المكونـات والنُظـم الفرعيـة واختبارهـا لتغطيـة جميـع ظـروف الطقـس الممكنـة.

8-15- ويمكـن أيضـاً اسـتخدام منصـة اختبـار مخصصـة للحصـول علـى بيانـات أداء واقعيـة لتقييـم التكنولوجيـات الجديـدة ولتدريـب الأفـراد علـى تشـغيل نظـام الحمايـة الماديـة وصيانتـه. ويمكـن اسـتخدام منصـة اختبـار لتحديـد اختبـارات الصيانـة والمعايـرة الخاصـة بالمرفـق، ولاختبـار أداء حاجـز أو نظـام كشـف الاقتحـام الـذي لا يمكـن اختبـاره فـي المرفـق نفسـه بسـبب التكلفـة أو الاعتبـارات الخاصـة بالمرفـق، مثـل أمـان الأفـراد (علـى سـبيل المثـال، فـي المناطـق العاليـة الإشـعاع أو الملوثـة).

8-16- ويمكـن أن توفِّـر تلـك الاختبـارات مـا يلـزم مـن بيانـات لفتـرات التعطيـل التـي توفرهـا الحواجـز الماديـة المحـددة. وفـي حالـة توثيـق هـذه الاختبـارات بصـورة صحيحـة، ويمكـن اسـتخدام النتائـج لإعـداد مكتبـة بيانـات تشـمل خصائـص عناصـر نظـام الحمايـة الاجتماعيـة (علـى سـبيل المثـال، فتـرات التعطيـل التـي توفرهـا الحواجـز) لدعـم اسـتخدام تدابيـر الحمايـة المماثلـة فـي المرافـق النوويـة الأخـرى داخـل الدولـة بـدون الحاجـة إلـى تكـرار الاختبـار. وبالمثـل، يمكـن جمـع بيانـات عـن فتـرات التعطيـل التـي توفرهـا الحواجـز لمجموعـة مـن تكتيـكات الخصـوم، مثـل اسـتخدام الأدوات اليدويـة، والأدوات التـي تعمـل بالقـوى الكهربائيـة، والمتفجـرات والمركبـات، بحسـب الاقتضـاء.

9- تقييم نظام الحماية المادية

9-1- يتمثل الغرض من تقييم نظام الحماية المادية في تحديد ما إذا كان النظام يفي بالمتطلبات الإلزامية أو أهداف الأداء. وتؤثر الطرق والمصادر المستخدمة في جمع البيانات وتحليلها وإدارتها في التقييم تأثيراً مباشراً على صحة التقييم. وينبغي إدراج جميع تدابير الحماية المادية، بما يشمل الأفراد والخطط والإجراءات والمعدات المعنية، في التقييم لتحديد ما إذا كان نظام الحماية المادية ككل فعالاً لتلبية المتطلبات والأهداف المحددة. ويُقدم هذا القسم نظرة عامة على الطرق التي يمكن استخدامها لتقييم فعالية نظام الحماية المادية.

9-2- ويمكن أن تشمل متطلبات تصميم نظام الحماية المادية التي تحددها الدولة الأنواع التالية:

(أ) نهج رقابي إلزامي تُحدد من خلاله الدولة متطلبات محددة لتحقيق أهداف الحماية المادية المحددة. ويتم استيفاء شرط إلزامي في حالة اتخاذ التدابير المطلوبة: على سبيل المثال، 'يلزم وجود سياج من سلسلة بطول 2.4 متر على حدود منطقة الوصول المحدود'. ويمكن أن تشمل المتطلبات الإلزامية معايير أداء تُقاس تقنياً، وليس من حيث الفعالية مقابل تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم.

(ب) نهج رقابي قائم على الأداء حيث يُحدد مطلب عام من حيث الأهداف العامة لنظام الحماية المادية ككل مقابل التهديد المحدد في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم. ومن ذلك على سبيل المثال أن المتطلب القائم على الأداء يمكن أن يتمثل في منع سرقة مواد نووية من الفئة الأولى من جانب خصم مزّود ببنادق ومتفجرات سائبة ومركبة تجارية، أو لكشف اقتحام مرفق يحتوي على كمية من مواد نووية من الفئة الثالثة والإبلاغ عن ذلك للشرطة المحلية على الفور والسلطة المختصة في غضون 24 ساعة.

(ج) نهج إلزامي ورقابي مشترك قائم على الأداء يمكن من خلاله تحديد فعالية بعض المتطلبات مقابل تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم، ويمكن من خلاله تحديد بعض المتطلبات من حيث وجود أو عدم وجود واحد أو أكثر من التدابير المحددة التي تشترطها الدولة (ربما استيفاء معايير تقنية ذات صلة). ويمكن أن تشمل المتطلبات الأخرى أيضاً مزيجاً من هذين الجانبين.

3-9- ويشمل قياس فعالية نظام الحماية المادية لتلبية المتطلبات الإلزامية ببساطة تحديد عما إذا كان قد تم أم لا استيفاء جميع المتطلبات المحددة بالكامل. ويمكن في العادة تقييم المتطلبات الإلزامية من خلال الملاحظة المباشرة في المرفق النووي، ومن ذلك على سبيل المثال ملاحظة الخطط والإجراءات التشغيلية، والسجلات وبيانات التسجيل، وتدريب الأفراد، والمقابلات والملاحظات المتعلقة بتشغيل نظام الحماية المادية.

4-9- ويشمل قياس فعالية نظام الحماية المادية بهدف تلبية متطلبات الأداء في العادة إجراء اختبارات للأداء، مثل التمارين [2]. ولا يمكن إجراء اختبار للأداء في مرفق قيد التصميم، ولذلك يمكن استخدام طرق أخرى، مثل عمليات المحاكاة باستخدام الحواسيب. ويمكن أن يشمل تقييم متطلبات الأداء استعراضات مقارنة مباشرة واختبارات مستقلة للتحقق من أن كل عنصر من عناصر نظام الحماية المادية يفي بمتطلبات الأمان ومواصفاته.

5-9- وعندما تُشير التقييمات إلى أن أي عنصر من عناصر نظام الحماية المادية يشوبه قصور أو لا يحقق المستوى المناسب من الأداء، قد يلزم اتخاذ إجراء تصحيحي فوري، بما في ذلك اتخاذ تدابير تعويضية، إلى جانب إخطار السلطة المختصة، بحسب الاقتضاء. ويمكن أيضاً استخدام تقييم نظام الحماية المادية للأغراض التالية:

(أ) تحسين فعالية نظام الحماية المادية عن طريق تحديد أوجه الكفاءة وجوانب القصور؛
(ب) تعديل قدرة نظام الحماية المادية في الحالات التي تتجاوز المتطلبات التنظيمية أو لا تفي بها؛
(ج) مقارنة فعالية العديد من خيارات تصميم نظام الحماية المادية لدعم اختيار الخيار الأفضل.

6-9- ويمكن النظر أيضاً في إجراء استعراضات مستقلة، مثل الاستعراضات التي تُقدمها الخدمة الاستشارية الدولية الخاصة بالحماية المادية التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، لدعم تقييم نظام الحماية المادية في المرفق.

التحقق الإلزامي

9-7- تفرض الدولة، مستخدمة النهج الرقابي الإلزامي، متطلبات الحماية المادية لتحقيق أهدافها المحددة الخاصة بالحماية المادية من إزالة كل فئة من فئات المواد النووية بدون إذن ولكل مستوى من مستويات العواقب الإشعاعية الناتجة عن التخريب [2]. وتوفِّر هذه المتطلبات مجموعة من الأحكام أو المعايير 'الأساسية' التي يلزم من المشغِّل تطبيقها على كل فئة من فئات المواد وعلى كل مستوى من مستويات العواقب الإشعاعية.

9-8- ويمكن عموماً تقييم المتطلبات الإلزامية من خلال الملاحظة المباشرة أو القياس أو من خلال فحص السجلات، بالاقتران مع إجراء اختبارات للعناصر الفردية في نظام الحماية المادية. وتشمل أمثلة المتطلبات الإلزامية ما يلي:

(أ) السمات المحددة (مثل الجدران أو الأسيجة أو الكاميرات) التي يتعيّن أن تكون موجودة.
(ب) يتعيّن أن تفي تدابير الحماية المادية مباشرة ببارامترات قابلة للقياس (مثل الحد الأدنى لسُمك الجدار أو ارتفاع السياج).
(ج) تحتاج معدات الحماية المادية إلى شهادة أو غيرها من الوثائق المعترف بها رسمياً لتأكيد مواصفاتها.
(د) يتعيّن أن يتمتع الحراس بمؤهلات معيّنة وأن تكون لديهم أنواع معيّنة من المعدات وأن يكونوا على دراية باستخدامها.
(هـ) يتعيّن تصميم جهاز الاستشعار المحيطي وتشغيله واختباره دورياً للتأكد من أنه يوفِّر على الأقل احتمالية محددة للاستشعار بمستوى لا يقل عن الحد الأدنى لمستوى الثقة بالنسبة لشخص يزحف أو يمشي أو يركض في منطقة الكشف.

9-9- ينبغي إجراء تقييم لنظام الحماية المادية مقابل المتطلبات الإلزامية دائماً قبل التقييمات الأخرى، وذلك على سبيل المثال إذا كان يتعيّن أيضاً تقييم المتطلبات القائمة على الأداء.

طرق التقييم الإلزامية

9-10- يشمل تقييم نظام الحماية المادية مقابل المتطلبات الإلزامية فهم المتطلبات وجمع المعلومات ومقارنتها مع المتطلبات لتحديد الامتثال. وتُستخدم الطرق التالية للحصول على المعلومات المطلوبة لتحديد الامتثال:

(أ) استعراض المواد المكتوبة، مثل الخطط والإجراءات وخطط دروس التدريب وبيانات التسجيل والسجلات.
(ب) المقابلات مع الموظفين المشاركين في تصميم نظام الحماية المادية وتشغيله وإدارته وصيانته. ويمكن أيضاً إجراء مقابلات مع موظفي المرفق غير المشاركين بصورة مباشرة في نظام الحماية المادية لبلورة فهم أوسع لكيفية تنفيذ تدابير الحماية المادية في الممارسة العملية.
(ج) الملاحظات المباشرة التي تُجريها المنظمة، والممارسات والنُظم الموضوعة لنظام الحماية المادية والتدابير المحددة المتخذة في المرفق.
(د) استخدام جميع ما سبق لإجراء تقييم موضوعي بشأن امتثال نظام الحماية المادية لكل متطلب من المتطلبات الإلزامية.

اختبار الأداء

9-11- يُستخدم اختبار الأداء للتحقق من قدرة نظام الحماية المادية على تلبية متطلبات الأداء، ولكنه قد يكون مطلوباً أيضاً في الحالات التي يتعيّن فيها أن يستوفي مقياس محدد معياراً ما أو مواصفة ما.

9-12- ويمكن أن يعتمد اختيار مكونات نظام الحماية المادية وتدابير الاختبار على تشغيل المرفق أو على مواعيد الاختبار أو متطلبات السلطة المختصة. ويمكن أيضاً اختبار تدابير محددة بناءً على الدروس المحددة من الخبرة التشغيلية أو نتائج التقييمات السابقة أو أحداث الأمن النووي، أو غير ذلك من المعلومات التي تُشير إلى ضعف محتمل في نظام الحماية المادية.

9-13- ويمكن إجراء اختبارات الأداء لتدابير الحماية المادية الفردية أو مجموعة من

تدابير نظام الحماية المادية لمجموعة متنوعة من الأسباب تشمل ما يلي:

(أ) اختبارات لتحديد قيم مؤشرات الأداء (مثل احتمالات الكشف وفترات التعطيل) التي تمثل مدى جودة أداء تدابير الحماية المادية ضد الخصوم ذوي القدرات المختلفة، على النحو المحدد في تقييم التهديدات أو في التهديدات المحتاط لها في التصميم؛
(ب) اختبارات لتحديد الطرق التي يمكن أن يستخدمها الخصم للتغلب على التدابير التقنية والنُظم الفرعية (التي يمكن استخدامها لدعم تحليلات شجرة الأخطاء).

14-9- وتشمل الاعتبارات الأخرى في تطوير برنامج لاختبار الأداء، بما يشمل التمارين، لدعم تقييم نظام الحماية المادية، ما يلي:

(أ) وضع خطة للتحقق من الامتثال للمتطلبات، وأداء نظام الحماية المادية. وينبغي أن تُشكل الخطة الأساس لتصميم وتواتر اختبارات الأداء ومعايير التقييم؛
(ب) وينبغي أن تضمن الخطة تحديد التقييم لما إذا كان قد تم استيفاء المعايير فيما يتعلق بالموثوقية، وقابلية التشغيل، والسلامة الوظيفية، والجاهزية، والأداء؛
(ج) إدماج الأجزاء الأخرى من المنظمة المشغِّلة (مثل التصدي للطوارئ، وموظفي المرفق، وموظفي غرفة التحكم) في التدريبات لجعلها واقعية، واختبار التخصصات المختلفة التي تعمل معاً أثناء أحداث الأمن النووي؛
(د) توثيق نتائج التقييمات، بما في ذلك الإجراءات التصحيحية اللازمة وكذلك، عند الاقتضاء، إبلاغ النتائج والاستنتاجات إلى السلطة المختصة؛
(هـ) العمل مع المشغلين الآخرين أو المنظمات الأخرى لتقاسم الدروس المحددة وأفضل الممارسات، بما يشمل عملية إجراء التقييمات والنتائج.

15-9- وينبغي أن يستفيد برنامج اختبار أداء نظام الحماية المادية من البيانات المستمدة من الاختبارات القائمة الأخرى التي يُجريها أفراد الصيانة كجزء من برنامج ضمان الجودة. ومن المستصوب أن يكون لبرنامج اختبار الأداء عناصر لتنسيق التصميم والتخطيط وإجراء الاختبارات وإدارة البيانات المستمدة من الاختبارات، بما يشمل ما يلي:

(أ) إدماج البيانات المستمدة من الاختبارات الأخرى، مثل الصيانة والتدريب، لتحديد الأهداف المشتركة والطرق المستخدمة في الاختبارات وتحقيق أقصى قدر من الفعالية في استخدام بيانات الاختبارات؛

(ب) ضمان إدماج الموارد مع الجداول الزمنية التشغيلية للمرفق للتقليل إلى أدنى حد من حالات الانقطاع؛

(ج) وضع خطط اختبار لتحديد الأهداف والطرق والإجراءات والمعايير الخاصة بالاختبار؛

(د) تصميم الاختبارات للحصول على بيانات كافية لدعم التقييم الكمي بدرجة مناسبة من الثقة الإحصائية؛

(هـ) إجراء الاختبار مع موظفين مؤهلين ومدربين على تشغيل عنصر نظام الحماية المادية الذي يجري اختباره، وعلى الإجراءات ذات الصلة؛

(و) إجراء الاختبارات مع موظفين محايدين لضمان سلامة البيانات؛

(ز) إدارة الخصائص المختلفة لبيانات الاختبار لفهم كيفية تفسير البيانات وتطبيقها؛

(ح) وضع خطة لإدارة البيانات لتوجيه جمع بيانات الاختبار وتحليلها والحفاظ عليها بفعالية.

9-16- وينبغي أن تكون اختبارات الأداء قابلة للتكرار وموضوعية: ينبغي أن يؤدي الاختبار بواسطة خبراء مختلفين باستخدام نفس خطة الاختبار إلى نتائج متماثلة. وينبغي هيكلة منهجية الاختبار لضمان قدر أكبر من الكفاءة والدقة في استخدام نتائج وملاحظات الاختبارات الفردية. ويمكن أن توفِّر المعايير الدولية[5] ممارسات جيدة في استخدام عينات البيانات وتصميم الاختبارات.

طرق تقييم الأداء

9-17- تشمل اختبارات الأداء المستخدمة في التقييم تمارين محدودة النطاق وكاملة النطاق لقوة التصدي وتمارين محاكاة الاشتباك بين القوات، وهي مصممة لتحديد ما إذا كان الأفراد والإجراءات والمعدات توفِّر مستويات الأداء اللازمة. ويمكن تصميم هذه الاختبارات لاختبار أداء مكون واحد في نظام الحماية المادية أو نظام فرعي واحد في نظام الحماية المادية الشامل. وعلى سبيل المثال، قد يكون الاختبار المحدود النطاق تمريناً لقياس مدة التصدي والتقييم فيما يتصل بهدف بعينه، أو اختباراً لتحديد ما إذا كان مشغِّل محطة الإنذار المركزية يمكنه التفاعل مع نظام كشف الاقتحام لتحديد مصدر الإنذار في منطقة التخزين في وقت محدّد.

[5] على سبيل المثال، المعايير الدولية التي وضعتها اللجنة 69 التابعة للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس بشأن تطبيقات الطرق الإحصائية.

9-18- ويمكن إجراء اختبارات أداء متعددة لكل عنصر حماية مادية، عندما يكون ذلك عملياً، من أجل جمع بيانات عن النطاق التمثيلي للاختبار. وعلى سبيل المثال، يمكن إجراء ثلاثة تمارين لتحديد فترات التصدي بحيث يُخصص اختبار واحد لكل نوبة من نوبات القائمين بالتصدي. ويمكن استخدام تسجيلات الفيديو لتسجيل بيانات الاختبار.

9-19- ويمكن الاحتفاظ ببيانات اختبار الأداء في مكتبة بيانات يمكن استخدامها بعد ذلك كأساس لتبرير الافتراضات المتعلقة باحتمالات الاستشعار والتقييم والتعطيل وأوقات التصدي المستخدمة في تقييمات الحماية المادية. ويُقدم القسم 8 مزيداً من المعلومات حول جمع بيانات الاختبار.

اختبارات الأداء المحدودة النطاق

9-20- يمكن استخدام اختبارات الأداء المحدودة النطاق لاختبار أي عملية أو أي إجراء، والتحقق من اتباع سياسة ما، أو التحقق من المعرفة أو المهارة المطلوبة. وتحتاج تقنيات التقييم، مثل الملاحظات والمقابلات، إلى خطط اختبار، ولكن ينبغي توثيق اختبارات الأداء المحدودة النطاق رسمياً والموافقة عليها مسبقاً. وينبغي تحديد معايير اختبار النجاح/الفشل والنتائج المتوقعة للتأكد من أن طرق جمع البيانات وتحليلها مفيدة وفعالة من حيث التكلفة لتقييم نظام الحماية المادية الشامل. ويمكن وضع جدول زمني لمواعيد اختبارات الأداء المحدودة النطاق أو إبقائها غير معلنة. ومن المثالي أثناء أي عملية تقييم استخدام تقنيات اختبار متعددة لتحديد ما إذا كان الموظفون المكلفون بأنشطة نظام الحماية المادية يؤدون الوظائف المسندة إليهم بفعالية.

9-21- ويمكن استخدام اختبارات الأداء المحدودة النطاق لتقييم العديد من تدابير نظام الحماية المادية بدون تعطيل لعمليات المرفق أو استخدام موارد كثيرة أو أعداد كبيرة من الأفراد. ويمكن أن تشمل اختبارات الأداء المحدودة النطاق الملاحظة المباشرة لنشاط معيّن أو عملية معيّنة أو تقييم إجراءات معيّنة أو التصدي لحالة شاذة. ويمكن أن توفِّر اختبارات الأداء المحدودة النطاق مؤشراً على القدرة على توفير حماية محددة، بينما يمكن أن توفِّر الاختبارات المتعددة لسلسلة من الإجراءات ضماناً أكبر للقدرة الشاملة.

9-22- ويمكن أن تُركز اختبارات الأداء المحدودة النطاق على تدابير أو خطط أو إجراءات محددة في نظام الحماية المادية أو جمع بيانات للتدريب والتأهيل لموظفي العمليات والمتخصصين في مجال الأمن والحراس.

9-23- تشمل اختبارات الأداء الكاملة النطاق تمارين التصدي الكاملة النطاق وتمارين محاكاة الاشتباك بين القوات. ويُمثل كلا النوعين من التمارين اختبارات متكاملة مصممة لتقييم جميع التدابير المستخدمة للتصدي لهجوم من جانب خصم محدد في مرفق ما. وعندما يتحقق تمرين التصدي الكامل النطاق من خطة التصدي والجداول الزمنية والإجراءات، يسمح تمرين محاكاة الاشتباك بين القوات بإجراء تقييم واقعي والتحقق من فعالية نظام الحماية المادية. ويمكن جمع البيانات للتحقق من الافتراضات وتقييم فعالية نظام الحماية المادية في مواجهة التهديدات المحددة وتقييم القدرة على تنفيذ استراتيجيات الحماية، وتقييم التدريب، وتحديد المجالات التي بحاجة إلى تحسين.

9-24- وتحتاج تمارين محاكاة الاشتباك بين القوات إلى تخطيط وتنسيق مكثفين مع جميع أجزاء المنظمة المشغلة، بما في ذلك المديرين وموظفي المرفق والموظفين المسؤولين عن الحماية المادية وأفراد التصدي في حالات الطوارئ وأفراد التصدي خارج الموقع. وتنطوي هذه التمارين أيضاً على صعوبات وتتطلب تكلفة كبيرة، ولذلك يلزم تخطيطها وتنسيقها بدقة للحصول على أقصى فائدة. ويمكن استخدام أسلحة المحاكاة لجمع البيانات حول اشتباك أفراد قوات الخصم وقوات التصدي أثناء التمرين. وينبغي استخدام خطة تمرين شاملة لتخطيط وتنسيق وتنفيذ تمرين محاكاة الاشتباك بين القوات وتسجيل بيانات ذات مغذى. ويمكن إدراج العديد من العناصر، ولكن خطة تمارين محاكاة الاشتباك بين القوات تشمل في العادة على الأقل ما يلي:

(أ) أهداف اختبار واضحة؛
(ب) سيناريوهات الهجوم العامة والخاصة؛
(ج) الخصوم المحددين وقدراتهم (بناءً على تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم)؛
(د) المرفق المعني (أو المرافق المعنية) وحدود التمرين؛
(ه) التدابير التعويضية لحماية المرفق أثناء الاختبار، بما في ذلك قوة الظل (قوة تصدٍ إضافية على أهبة الاستعداد) إذا اقتضت الضرورة ذلك؛
(و) تدابير لحماية المشاركين أثناء التمرين، بما في ذلك إجراءات محددة يتخذها المشاركون في التمرين في حالة الشروع في تصدٍ فعلي أثناء التمرين؛
(ز) التواصل بين المشاركين في التمرين وقوات الظل لضمان عدم المساس بالأمان أو الأمن أثناء التمرين؛

(ح) منهجية الاختبار؛
(ط) الجدول الزمني.

وضع السيناريوهات

9-25- وتعتمد تمارين محاكاة الاشتباك بين القوات والاختبارات المحدودة النطاق على سيناريوهات هجوم محددة. وعند وضع هذه السيناريوهات، يهدف الخبراء المتخصصون إلى وضع مجموعة من السيناريوهات لمواجهة التهديدات المحددة في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم. ويمكن أن تشمل هذه السيناريوهات خصوماً خارجيين أو تهديدات داخلية أو هجمات تنطوي على تواطؤ بينهم. وتُستمد المعلومات المستخدمة لوضع السيناريوهات من عدة مصادر تشمل ما يلي:

(أ) خصائص المرفق النووي؛
(ب) خصائص الأهداف المحددة للإزالة بدون إذن والتخريب؛
(ج) خصائص الخصوم وقدراتهم، على النحو المبيّن في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم؛
(د) نتائج التحليلات السابقة، مثل تحليل المسارات.

9-26- وتشمل بعض الاعتبارات الخاصة بوضع سيناريوهات الخصم ما يلي:

(أ) قدرات الخصم (بما في ذلك مجموعة التكتيكات المستخدمة، مثل القوة أو التخفي أو الخداع)؛
(ب) اختلاف ظروف تشغيل المرفق وقت الهجوم (مثل فتح قبو تخزين المواد النووية أو إغلاقه)؛
(ج) مقدار المعلومات التي قد تكون لدى الخصم؛
(د) أي تصرفات من الداخل في سيناريو التواطؤ.

9-27- وعندما توضع مجموعة من السيناريوهات، ينبغي اختيار السيناريو أو السيناريوهات المراد اختباره أو اختبارها في تمرين محاكاة الاشتباك بين القوات أو أثناء تقييم نظام الحماية المادية. وتشمل اعتبارات الاختيار تحديد سيناريو 'الحالة الأسوأ' أو سيناريوهات محددة (السيناريوهات التي تُقدِّم اختبارات أكثر صعوبة بالنسبة لنظام الحماية المادية، ويمكن بالتالي أن تكون بمثابة اختبار للسيناريوهات الأقل صعوبة)، واختيار سيناريو

لاختبار سمة معيَّنة في نظام الحماية المادية، أو اختبار مجموعة من السيناريوهات بمرور الوقت. وبغض النظر عن السيناريو الذي يقع عليه الاختيار، ينبغي أن يحقق السيناريو أهداف الاختبار.

9-28- وسيُحدد اختيار السيناريوهات التي ستخضع للاختبار مدى توفير النتائج معلومات مفيدة بشأن فعالية نظام الحماية المادية. وفي بعض الحالات، قد يكون أداء نظام الحماية المادية أفضل في سيناريوهات الهجوم التي تبدو قبل الاختبار أكثر صعوبة، وقد يكون أداء نظام الحماية المادية أقل جودة في السيناريوهات التي تبدو أقل صعوبة. ولذلك يمكن أن يوفِّر تقييم مجموعة من السيناريوهات مؤشراً أفضل على فعالية النظام. وتشمل الطرق الأخرى لإجراء تقييمات السيناريوهات التمارين المنضدية وعمليات المحاكاة الحاسوبية.

10- تحليل نظام الحماية المادية

10-1- يتناول هذا القسم بالوصف عملية التحليل والطرق المستخدمة في تقييم نتائج اختبارات الأداء والنمذجة والمحاكاة لتحديد فعالية نظام الحماية المادية في تلبية متطلبات الأداء المحددة بناءً على تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم، بما في ذلك ما يلي:

(أ) تحليل المسارات: طريقة لتقييم مسارات الخصم المحتملة وتحديد احتمالية تمكن التصدي من إيقاف الخصم قبل تحقيق هدفه.

(ب) تحليل التحييد: طريقة لتحديد احتمال أن يؤدي التصدي إلى إيقاف الخصم قبل تحقيق هدفه أو التسبب في تخلي الخصم عن المحاولة.

(ج) التحليل من الداخل: طريقة لتحديد فعالية نظام الحماية المادية في الحماية من فعل يقوم به شخص لديه حق الدخول بإذن في مرفق نووي.

(د) تحليل السيناريوهات: طريقة لوضع خطة هجوم محددة (سيناريو) وتقييم نظام الحماية المادية لتحديد فعاليته ضدها.

10-2- الهدف من تحليل فعالية نظام الحماية المادية هو تحديد احتمالية توفيره الحماية المناسبة من إزالة المواد النووية بدون إذن أو تخريب المواد النووية والمرافق النووية. ويمثل اختبار الأداء أهم طريقة للحصول على المعلومات بشأن فعالية نظام الحماية المادية، ويمكن استخدام نتائج اختبار الأداء لدعم طرق التحليل الموضحة في هذا القسم. وعلى سبيل المثال، يمكن استخدام اختبار الأداء لتحديد احتمالية الكشف باستخدام نظام كشف اقتحام المحيط في مرفق نووي، ويمكن استخدامه بعد ذلك لتحليل المسار [2]. وتحليل المسار هو تحليل شامل لجميع المسارات المحتملة للخصم من خارج المرفق إلى الهدف. ويمكن أيضاً استخدام طرق أخرى، مثل نتائج اختبار الأداء في تحديد فعالية نظام الحماية المادية ضد التهديدات المحددة.

10-3- وتهدف وظائف الكشف والتعطيل التي يؤديها نظام الحماية المادية إلى تيسير التصدي في الوقت المناسب لحدث من أحداث الأمن النووي. وتهدف وظيفة التصدي بعد ذلك إلى اعتراض الخصم وتحييده أو إيقافه بطريقة أخرى قبل أن يتمكن من تحقيق هدفه، أو جعله يتخلى عن المحاولة. ويمكن التعبير عن فعالية نظام الحماية المادية كمياً كاحتمالية لفعالية النظام (P_E)، في الصيغة التالية:

$$P_E = P_I \times P_N \quad (1)$$

حيث:

P_E احتمالية تلبية نظام الحماية المادية متطلبات الأداء؛

P_I احتمالية أن يؤدي التصدي إلى اعتراض الخصم، ويعني ذلك وصول عدد كافٍ من أفراد قوات التصدي المدربين والمجهزين بشكل مناسب إلى الموقع المناسب في الوقت المناسب لإيقاف تقدم الخصم نحو إتمام الإزالة بدون إذن أو التخريب؛

وP_N هو الاحتمالية الشرطية بأن يتغلب نظام الحماية المادية (بما في ذلك التصدي) على الخصم، نظراً لحدوث اعتراض له.

10-4- ويهدف تحليل المسارات إلى تقييم P_I، الذي يعتمد على العلاقة بين قدرات الكشف وفترات التعطيل والوقت بين الاستشعار الأول للخصم والتصدي في الوقت المناسب. ويهدف تحليل التحييد إلى تقييم P_N، الذي يعتمد على أعداد قوة التصدي

وأسـلحتها وتدريبهـا ومعداتهـا مقارنـة بأعدادهـا لـدى الخصـم. ويتعيّـن مراعـاة المتطلبـات القانونيـة والتنظيميـة فـي تحليـلات التحييـد، بالإضافـة إلـى جـودة خطـط التصـدي. وتُسـتخدم تحليـلات المسـارات والتحييـد لتحديـد أوجـه الضعـف المحتملـة أو الحقيقيـة مـن خـلال النظـر فـي العوامـل ذات الصلـة، لتقييـم مـا إذا كانـت متطلبـات الأداء فيمـا يخـص P_I وP_N قـد تـم اسـتيفاؤها، ولتحديـد مـا إذا كان نظـام الحمايـة الماديـة ككل يوفِّـر دفاعـاً كافيـاً فـي العمـق وتحقيـق حمايـة متوازنـة.

تحليل المسارات

10-5- ينتـج عـن تحليـل المسـارات تقديـرات لاحتماليـة تمكـن التصـدي مـن اعتـراض الخصـم P_I لـكل مسـار ذي مصداقيـة يمكـن أن يتخـذه الخصـم للوصـول إلـى الهـدف المحـدد، ويُقيـم لـكل مسـار مـدى احتماليـة كشـف الخصـم بينمـا يُتـاح وقـت كافٍ لقـوات التصـدي لاعتـراض الخصـم قبـل أن يتمكـن مـن إتمـام عمليـة الإزالـة غيـر المـأذون بهـا أو التخريـب. ويمكـن اسـتخدام ذلـك لتحديـد مسـارات الخصـم التـي تبلـغ فيهـا P_I، أدنـى مسـتوى لهـا، والتـي تُعـد أكثـر المسـارات عرضـة للخطـر، وتُسـمى فـي بعـض الأحيـان المسـارات الحرجـة. وتُقـاس فعاليـة تصميـم نظـام الحمايـة الماديـة فـي اعتـراض الخصـم كقيمـة للاحتماليـةP_I للمسـار الأكثـر ضعفـاً: إذا كانـت الاحتماليـة P_I منخفضـة جـداً بالنسـبة للمسـار الأكثـر ضعفـاً فـإن تصميـم نظـام الحمايـة الماديـة يعتبـر غيـر كافٍ. وتُحـدّد قيمـة P_I لمسـار واحـد باسـتخدام تسلسـل زمنـي مـن قبيـل التسلسـل الزمنـي الموضـح فـي الشـكل 42.

10-6- يوضـح الشـكل 42 الخـط الزمنـي للخصـم فـي أعلـى الشـكل، حيـث يُشـير إلـى المـدة التـي يسـتغرقها الخصـم لإتمـام جميـع المهـام فـي المسـار المحـدد، إلـى جانـب فـرص الاستشـعار المتاحـة لنظـام الحمايـة الماديـة علـى طـول الخـط الزمنـي التـي يمكـن أن تسـمح بكشـف الخصـم. ويرتبـط بـكل فرصـة استشـعار فـي نظـام الحمايـة الماديـة احتماليـة مرتبطـة بالكشـف، P_D، يمكـن تقديرهـا مـن حيـث المبـدأ بنـاءً علـى اختبـارات الأداء. وتُسـمى فرصـة الاستشـعار الأخيـرة التـي يمكـن أن تُتيـح الكشـف فـي الوقـت المناسـب للسـماح باعتـراض الخصـم فـي الوقـت المناسـب نقطـة الكشـف الحرجـة. ويوضـح الشـكل تحـت الخـط الزمنـي للخصـم زمـن اسـتجابة نظـام الحمايـة الماديـة، والمـدة المتبقيـة لمهمـة الخصـم فـي المسـار بعـد الاستشـعار الأول لـكل فرصـة استشـعار ممكنـة. وعـادة مـا تُقـاس أو تُقـدَّر مـدة مهمـة الخصـم وزمـن اسـتجابة نظـام الحمايـة الماديـة كميـاً بنـاءً علـى اختبـارات الأداء.

10-7- وتُعد فرصة الاستشعار المرتبطة بالمسار 'مناسبة التوقيت' إذا كان زمن استجابة نظام الحماية المادية الذي يتيح لعملية التصدي أن تعترض الخصم بعد الاستشعار الأول أقل من المدة المتبقية الذي يحتاج إليها الخصم لإتمام الفعل المقصود وإلاّ فإن فرصة الاستشعار لن تكون مناسبة التوقيت. وفي الشكل 42، تتحقق الفرصتان الأوليان للاستشعار في الوقت المناسب، وفي هذه الحالة، تُمثل P_{I} احتمالية كشف الخصم في واحدة أو أكثر من فرص الاستشعار في الوقت المناسب في المسار المحدد. وإذا كانت هناك فرص استشعار K في الوقت المناسب، تُحسب P_{I} على النحو التالي:

$$P_{\mathrm{I}} = 1 - \left\{ \prod_{i=1}^{K} \left(1 - P_{\mathrm{D}i}\right) \right\} \qquad (2)$$

حيث:

$P_{\mathrm{D}i}$ احتمالية الكشف المرتبطة بفرصة الاستشعار؛

K عدد فرص الاستشعار المناسبة التوقيت؛

وi فرصة الاستشعار الوحيدة المناسبة التوقيت.

10-8- وينطبق تحليل المسار لحساب P_{I} من الناحية المفاهيمية في كل مسار يؤدي إلى الهدف. وتُعرَّف مجموعة المسارات التي يتعيّن تقييمها من حيث طبقات الحماية المتحدة المركز حول هدف معيّن (انظر الشكل 43).

10-9- وتتألف طبقة المنطقة المحمية من حاجزين (البوابة، السياج)، بينما تتكون طبقة الحماية الثانية من أربعة حواجز (الباب 1، الباب 2، الجدار 1، الجدار 2). وهناك ثمانية مسارات مؤدية إلى الهدف: {السياج، الجدار 1}، {السياج، الجدار 2}، {السياج، الباب 1}، {السياج، الباب 2}، {البوابة، الجدار 1}، {البوابة، الجدار 2}، {البوابة، الباب 1}، {البوابة، الباب 2}. وأثناء تحليل المسار لهذا المرفق الافتراضي، تُحسب قيمة P_{I} لكل من هذه المسارات الثمانية ويُحدد المسار الذي تبلغ فيه قيمة P_{I} أدنى مستوى لها باعتباره المسار الأكثر ضعفاً. وإذا كانت قيمة P_{I} عالية بالقدر الكافي، يمكن اعتبار أن نظام الحماية المادية يوفِّر قدرة فعالة للاعتراض عند هذا الهدف.

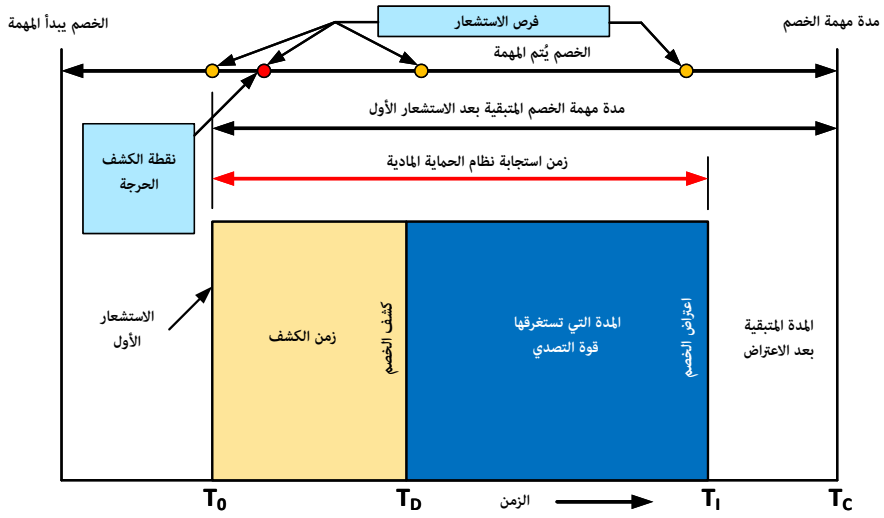
10-10- وبالإضافة إلى تحديد P_I للمسار الأكثر ضعفاً، يمكن أن يوفِّر تحديد المسار رؤية تساعد على فهم ما إذا كان الدفاع في العمق كافياً، من خلال النظر في تدابير الحماية التي يمكن مواجهتها قبل نقطة الكشف الحرجة على كل مسار أو عند هذه النقطة. وعلى سبيل المثال، لن يكون للمرفق الافتراضي في الشكل 43 دفاعاً في العمق إذا كانت طبقة واحدة فقط مناسبة التوقيت، مثلاً إذا كان السياج والبوابة عند حدود المحيط يوفران فرص استشعار مناسبة التوقيت ولكن حدود المنطقة الداخلية لا توفِّر هذه الفرص. وفي المقابل، إذا كان للمرفق الافتراضي في الشكل 43 نقطة كشف حرجة عند حدود الغرفة المحصّنة، يوفِّر السياج والبوابة عند حدود المحيط دفاعاً في العمق، مما يتيح فرصتين للكشف في الوقت المناسب.

تحليل التحييد

11-10- تهدف تحليلات التحييد إلى تقييم P_N كمقياس لفعالية التصدي. وتُحدد هذه الاحتمالية بناءً على معلومات بشأن التصدي والتهديد ونظام الحماية المادية واختيار منهجية تحديد التحييد. وتُقيّم P_N من خلال النظر في مجموعة من الاشتباكات تستخدم فيها قوتان متعارضتان (التصدي والخصم) أسلحة وتكتيكات في محاولة كل منهما تحقيق أهدافها. ويمكن أن تؤثر العديد من العوامل العشوائية على نتيجة الاشتباك، وهناك بالتالي العديد من النتائج المحتملة. وتُعرَّف النتيجة على أنها 'فوز نظام الحماية المادية' إذا قُتلت قوة الخصم أو أُسرت أو إذا تخلت عن الهجوم. ويمكن تحديد احتمالية التحييد، P_N، باستخدام الصيغة التالية:

$$P_N = \frac{\text{Number of wins}}{\text{Number of engagements}} \quad (3)$$

12-10- ولكي تكون هذه المعادلة صحيحة، ينبغي افتراض أن عدد الاشتباكات في المقام هي عدد كبير بصورة عشوائية. وفي ظل ازدياد عدد الاشتباكات، ستميل نسبة جولات الفوز نحو الاحتمالية الفعلية لذلك الحدث. وفي استخدام المعادلة (3)، ينبغي تصميم جميع الاشتباكات باستخدام افتراضات متطابقة، مثل نفس الشروط الأوّلية، وينبغي أن تكون هناك نتيجتان محتملتان فقط للاشتباك، إما فوز قوات التصدي أو خساراتها.



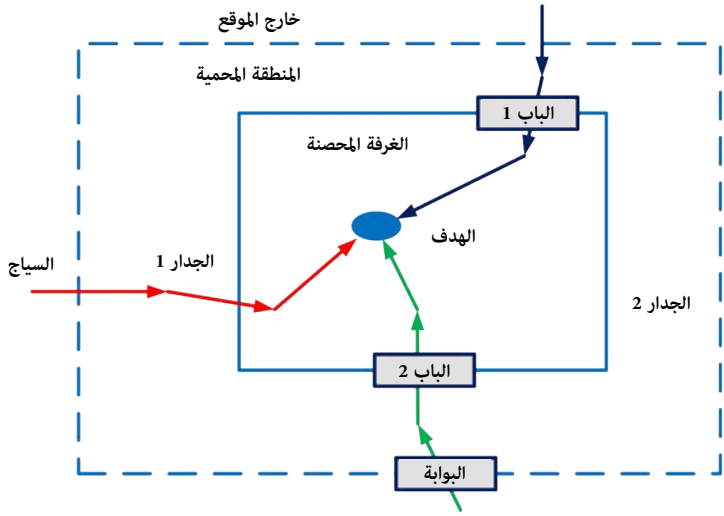
الشكل -42- مقارنة بين الخط الزمنية للخصم والخط الزمني للتصدي.

10-13- وتشمل طرق تحديد P_N ما يلي:

(أ) تقديرات الخبراء؛
(ب) النماذج الرياضية؛
(ج) عمليات المحاكاة؛
(د) تحليل نتائج الأحداث الحقيقية.

10-14- ولكل طريقة مزاياها وعيوبها من حيث تكلفة الوقت المطلوب لإنجازها ومن حيث دقتها. وتشمل بعض الطرق مراعاة عدد قليل من العوامل فقط، بينما يأخذ البعض الآخر في الاعتبار عدداً أكبر من العوامل الأخرى، ولكن لا توجد طريقة يمكن أن تأخذ في الاعتبار جميع العوامل المؤثرة على نتيجة اشتباك واحد. ومع ذلك، يمكن أن تساعد هذه الطرق على فهم مدى قوة التصدي.

10-15- وقد لا تحتاج الطرق البسيطة، مثل أحكام الخبراء، إلا إلى بيانات عن الأفراد والأسلحة (الأعداد والأنواع) لدى كل جانب، والوقت الذي يبدأ فيه الاشتباك بينهما. وقد



الشكل -43- .ثلاثة مسارات للخصم محددة في مرفق افتراضي مزوّد بطبقتين للحماية

تحتاج عمليات المحاكاة الأكثر تعقيداً إلى قدر كبير من البيانات، بما في ذلك ما يلي:

(أ) المواقع الأوّلية لقوات التصدي والخصوم؛
(ب) طرق نشر التصدي والمواقع النهائية؛
(ج) مسار الخصم؛
(د) خطة هجوم الخصم؛
(هـ) تضاريس المنطقة؛
(و) خصائص البناء؛
(ز) خصائص نظام الحماية المادية (مثل التعطيل الذي توفره الحواجز).

10-16- ويعتمد تحليل التحييد، عند استخدامه كجزء من عملية التصميم، على الجمع بين أحكام الخبراء والنمذجة الرياضية والمحاكاة. ويمكن أن يشمل التحليل النظر في مسائل التخطيط العام للتصدي، مثل خيارات خطة الطوارئ، وأعداد قوات التصدي وأسلحتها، وتدريب قوات التصدي (مع مراعاة المتطلبات الرقابية).

10-17- وقد يشمل تحليل التحييد أيضاً مكوناً قائماً على الأداء يمكن أن يعالج بالتفصيل أداء قوات التصدي ضد الخصوم في سيناريوهات مختلفة وفي ظروف مختلفة. وعند استخدام هذا النهج، يوضع عدد من السيناريوهات التي يُحدّد كل منها من خلال

المعلومـات والافتراضـات المتعلقـة بالخصـم والهـدف المـراد مهاجمتـه (الأهـداف المـراد مهاجمتهـا). وتشـمل هـذه الافتراضـات تدابيـر نظـام الحمايـة الماديـة (بمـا يشـمل التصـدي)، وقـدرات الخصـم، ونيـة الخصـم وخطـة الهجـوم، بمـا فـي ذلـك سلسـلة مـن إجـراءات الخصـم المفترضـة وواحـد أو أكثـر مـن مسـاراته. وقـد تكـون السـيناريوهات المـراد تقييمهـا معروفـة فـي بدايـة تحليـل التحييـد أو قـد توضـع أثنـاء إجـراء التحليـل.

10-18- ويُركـز تحليـل التحييـد علـى جوانـب تصـدي نظـام الحمايـة الماديـة وبالتالـي توضـع افتراضـات بشـأن عنصـر نظـام الحمايـة الماديـة أو طبقـة الحمايـة فـي مسـار الخصـم التـي تـؤدي أولاً إلـى كشـفه. ويمكـن اختيـار ذلـك لأن نقطـة الكشـف الحرجـة أو العنصـر الأول أو الطبقـة الأولـى التـي تؤخـذ فـي الاعتبـار توفِّـر احتماليـة كبيـرة للكشـف. ويتـم بعـد ذلـك إجراء تمارين لاختبـار الفعاليـة، سـواءً كانـت تمارين محـدودة النطـاق أو تمارين لمحـاكاة الاشـتباك بيـن القـوات، أو عمليـات محـاكاة، بـدءاً مـن ذلـك العنصـر أو تلـك الطبقـة.

10-19- وبالنظـر إلـى أن مـن الصعـب فـي كثيـر مـن الأحيـان إجـراء عـدد كبيـر مـن الاختبـارات، لا سـيما تمارين محـاكاة الاشـتباك بيـن القـوات، يمكـن اسـتخدام طـرق وتوثيقهـا لتقديـر P_N مـن مجموعـة العينـات المتاحـة. وإحـدى طـرق تقديـر P_N هـي الصيغـة الـواردة فـي المعادلـة (4)، ويمثـل ذلـك تقديـراً أقـل موثوقيـة عندمـا يكـون حجـم العينـة صغيـراً. وتوجـد طـرق أخـرى لتحديـد تقديـرات الاحتمـالات مـن خـلال أحجـام عينـات صغيـرة.

$$P_N = \frac{\text{Number of simulation wins by the response}}{\text{Number of simulations performed}} \quad (4)$$

احتمالية فعالية نظام الحماية المادية

10-20- عنـد تحديـد احتماليـة فعاليـة نظـام الحمايـة الماديـة، تتمثـل إحـدى الطـرق فـي تقييـم P_E كناتـج عـن P_I و P_N لمسـار معيّـن، وتحديـد موقـع نقطـة الكشـف الحرجـة للمسـار الأكثـر ضعفـاً، ثـم التمـرن علـى السـيناريوهات أو نمذجتهـا لتقديـر P_N بـدءاً مـن الخصـوم عنـد نقطـة الكشـف الحرجـة. ومـن عيـوب هـذه الطريقـة أن نقطـة الكشـف الحرجـة تقـع فـي العـادة داخـل الموقـع المسـتهدف أو بالقـرب منـه، وغالبـاً مـا يكـون مـن غيـر الواقعـي عـدم حـدوث الكشـف قبـل هـذه النقطـة.

10-21- وهناك طريقة أخرى لتقييم P_E من خلال P_I ، وذلك من خلال تحديد موقع على مسار الخصم قبل نقطة الكشف الحرجة أو عندها أو بعدها، ثم التمرن على السيناريوهات أو محاكاتها لتقدير قيمة P_N بافتراض أن الخصوم تبدأ في ذلك الموقع. وفي هذه الحالة، تُمثل P_I الاحتمالية التراكمية للكشف بالنسبة لجميع فرص الاستشعار في ذلك المسار حتى الموقع المختار. وفي هذا النهج، يمكن تحليل السيناريو باستخدام نقطة الكشف الأكثر احتمالاً. وفي هذه الحالة، لن تُساوي قيمة P_E المحسوبة قيمتها من الطريقة السابقة إذا لم يكن العنصر المختار أو إذا لم تكن الطبقة المختارة هي نقطة الكشف الحرجة، لأن P_I في هذه الحالة لن تكون مساوية لقيمة P_D التراكمية للعنصر المختار أو الطبقة المختارة.

التحليل من الداخل

10-22- ترد في المرجعين [8، 9] إرشادات بشأن التدابير المتخذة ضد التهديدات الداخلية. وتصف الفقرات من 10 - 22 إلى 10-26 طريقة لتحليل نظام الحماية المادية ضد التهديدات الداخلية المنفردة أو المتواطئة مع خصوم خارجيين. وتشمل الطرق المستخدمة على نطاق واسع لتحديد التهديدات الداخلية استعراضات الخبراء، وتحليلات المسارات، والتحليلات النظرية. وتُمثل الأطراف الداخلية تحدياً خاصاً لنظام الحماية المادية لأن هذه الأطراف الداخلية تمتلك معلومات مفصلة، وهي قادرة على استخدام طرق غير متاحة للخصوم الخارجيين للتغلب على نظام الحماية المادية. ويُتاح للأطراف الداخلية بصفة خاصة ما يلي:

(أ) الوصول: الوصول بإذن إلى المرافق النووية، مثل الوصول إلى منطقة داخلية أو منطقة محدودة الدخول.

(ب) السلطة: سلطة محددة للتأثير أو للسيطرة على الآخرين. وعلى سبيل المثال، قد يكون للشخص المشرف على قوة الحراسة سلطة توجيه حارس لتجاهل متطلبات تفتيش مركبة تدخل إلى منطقة محمية.

(ج) المعرفة: المعرفة المحددة التي تكون لدى الشخص بناءً على وظيفته أو خبرته. وقد يشمل ذلك معلومات تتعلق، على سبيل المثال، بخصائص المرفق وعملياته، وتدابير نظام الحماية المادية، والقدرات والتشغيل، والأهداف.

10-23- ويشمل النهج المستخدم لتحليل التهديدات الداخلية وضع سيناريوهات داخلية

ذات مصداقية على أساس أهداف محددة ومجموعات داخلية محددة. وينبغي أن تأخذ السيناريوهات في الاعتبار التهديدات المحددة في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم، وينبغي أن تشمل وصفاً للمهام المحددة التي سيتعيّن على الطرف الداخلي تنفيذها. وقد تكون التهديدات الداخلية:

(أ) كامنة: الاستعداد لتقديم معلومات للخصوم الخارجيين بدون المشاركة في الهجوم.
(ب) نشطة: الاستعداد للتصرف بمفرده أو التواطؤ مع تهديدات داخلية أخرى أو مع خصوم خارجيين لارتكاب عمليات إزالة بدون إذن وتخريب. وقد يكون الشخص الذي يُشكل تهديداً داخلياً نشطاً مستعداً أو غير مستعد لاستخدام العنف.

10-24- ويشمل تحليل التهديدات الداخلية الكامنة تحديد المعلومات التي قد توفرها الأطراف الداخلية، ووضع سيناريوهات تشمل الخصوم الذين يمتلكون هذه المعلومات. وتُحدد فعالية نظام الحماية المادية من خلال اختبار الأداء في تلك السيناريوهات.

10-25- ويشمل تحليل التهديد الذي يُشكله الطرف الداخلي النشط وحده استخدام الخبراء المتخصصين لوضع سيناريوهات تستغل فيها الأطراف الداخلية ما تتمتع به من مزايا في الوصول والسلطة والمعرفة. وينبغي أيضاً وضع السيناريوهات بمشاركة العديد من الأطراف الداخلية إذا كان تقييم التهديدات أو التهديد المحتاط له في التصميم يتطلب ذلك. وينبغي إيلاء المراعاة عند وضع سيناريوهات داخلية لإمكانية وجود تهديد داخلي يستغل مواطن الضعف في التدابير الإدارية والتقنية الخاصة بالمراقبة والاحتواء والتحكم. ويمكن تقدير فعالية نظام الحماية المادية ضد هذه التهديدات باستخدام الخبراء، وتحليل مسار الخصم من الداخل (دمج البيانات المستمدة من اختبارات الأداء للتحكم في الدخول ونُظم الاحتواء والمراقبة) أو التمارين المنضدية.

10-26- ويمكن أن يشمل تواطؤ طرف داخلي مع خصوم خارجيين إجراءات مباشرة وغير مباشرة من جانب الطرف الداخلي لدعم النجاح في إتمام الإزالة بدون إذن أو التخريب. ويشمل تحليل هذه الإمكانات وضع سيناريوهات تُمثل الخصم الخارجي وتشمل استخدام الوصول والسلطة والمعرفة من جانب التهديد الداخلي المختار في دور نشط لدعم الهجوم. وتُقيّم بعد ذلك سيناريوهات الهجوم على النحو المبيّن من قبل، باستخدام اختبارات الأداء وتحليلات المسارات وتحليلات التحييد.

10-27- يشمل تحليل السيناريوهات إنشاء مجموعة تمثيلية مفصلة من سيناريوهات الخصوم، وتحديد التصدي في كل سيناريو، بناءً على خطط وإجراءات أمن المرفق والنشر التكتيكي لقوات التصدي؛ وإجراء محاكاة للتفاعل بين الخصوم ونظام الحماية المادية ضمن إطار واقعي قدر الإمكان.

10-28- ويمثل تحليل السيناريوهات تقنية لتقييم فعالية نظام الحماية المادية بالاعتماد على افتراض سيناريوهات هجوم الخصوم، وتحديد P_E مباشرة بدون حساب P_I في تحليل، و P_N في تحليل آخر. وينبغي اختيار مسارات الخصوم التي تستفيد من مواطن الضعف المحتملة في نظام الحماية المادية، كما هو متوقع من خصم حقيقي. ولذلك يشمل التحليل تحديد تدابير نظام الحماية المادية التي قد يكون من الممكن التغلب عليها بسبب خصائص تركيبها أو إجراءات تشغيلها. وينبغي النظر في طرق التغلب المحتملة على أجهزة الاستشعار والحواجز ونُظم الاتصالات، بالإضافة إلى إمكانية تحويل مسار جزء من قوة التصدي أو القضاء عليه. وتشمل الأدوات التي يمكن استخدامها في تحليل السيناريوهات التمارين المنضدية والمحاكاة الحاسوبية للقتال، وتمارين محاكاة الاشتباك بين القوات.

10-29- ويمكن استخدام نتائج تحليل السيناريوهات لاشتقاق قيمة P_N في المعادلة (1)، أو يمكن استخدامها لإجراء تقدير مباشر لقيمة P_E إذا اكتُشف الهجوم في موقع تكون فيه احتمالية الكشف عالية بدرجة معقولة.

11- نُظم إدارة الأمن النووي

11-1- يتمثل دور إدارة المرفق النووي في أداء وظائف، مثل التخطيط والتنظيم والتوظيف وقيادة العمل وتوجيهه، ومراقبة العمل ورصده وتقييمه، وتقييم النتائج. وتُمثل نُظم الإدارة طرقاً وعمليات وأدوات يستخدمها المديرون في المرفق النووي لوضع إطار لإجراء العمل بطريقة مأمونة وآمنة وفي الوقت نفسه ضمان تحقيق أهداف مشغِّل المرفق ضمن الإطار القانوني والرقابي للدولة.

11-2- وبالنظر إلى أن نُظم الإدارة المستخدمة في جميع مجالات عمليات المرفق النووي تستند إلى مفاهيم ومبادئ مشتركة، يؤدي إدماجها في إطار عمل شامل واحد إلى زيادة الكفاءة والفعالية ويتيح للمشغِّل ما يلي:

(أ) وضع وتطبيق سياسات وعمليات وإجراءات لتلبية متطلبات السلطة المختصة والمشغِّل؛
(ب) تحسين الكفاءة العامة عن طريق القضاء على الازدواجية؛
(ج) تسهيل التحسين المستمر لنُظم الإدارة؛
(د) تعزيز التغيير وتشجيع الابتكار عن طريق وضع إطار للتحسين المستمر والأداء على أساس الخبرة المكتسبة من كل تخصص؛
(هـ) إدارة التغييرات بفعالية بالحفاظ على الأمن أو تحسينه؛
(و) اتخاذ قرارات تُلبي على أفضل وجه الاحتياجات العامة للمرفق بطريقة متسقة ومنضبطة؛
(ز) الجمع بين الخبرات من مختلف التخصصات لمعالجة المتطلبات المتضاربة وتحديد الحلول المُثلى لتلبية جميع المتطلبات؛
(ح) الحيلولة دون تسبب الحد من المخاطر في أحد التخصصات، مثل الأمان، في زيادة أو إيجاد مخاطر جديدة في تخصص آخر، مثل الحماية المادية؛
(ط) التأكد من أن الحماية المادية لا تؤثر بدون داعٍ على عمليات المرفق.

11-3- ويُدمج نظام الإدارة المتكامل إدارة جميع جوانب المرفق النووي في نظام واحد متماسك، وتطبيق مبادئ الإدارة الأساسية وعملياتها على كل تخصص محدد (مثل الحماية المادية، وحصر المواد النووية ومراقبتها، والأمان، والعمليات). وينبغي أن تكون الأنشطة المؤثرة على الأداء التشغيلي أو الامتثال الرقابي جزءاً من نظام الإدارة. ويوفِّر نظام الإدارة المتكامل إطاراً واحداً للترتيبات والعمليات لمعالجة جميع أهداف مشغِّل المرفق، بما في ذلك جوانب الأمان والصحة والبيئة والأمن النووي والجودة والجوانب الاقتصادية وجوانب إدارة المعلومات. ويمثل تنسيق عناصر مثل الهيكل التنظيمي، واتخاذ القرارات الاستراتيجية، وتخصيص الموارد، وعمليات المراجعة، واستعراض الأداء، أجزاء من نظام الإدارة المتكامل. وينبغي إدماج جميع العمليات والوثائق التي تصف هذه العمليات في إطار واحد. وينبغي توخي الدقة لضمان توفير الحماية المناسبة للمعلومات الحساسة المتصلة بنظام الحماية المادية وكذلك أي معلومات حساسة أخرى، وعدم إطلاع أحد عليها إلاّ إذا كان هناك ما يقتضي اطلاعه عليها.

11-4- وينبغي على مشغِّلي المرافق النووية استخدام نظام إدارة متكامل لجميع مراحل عمر المرفق، وكذلك للمرفق النووي الجديد، وينبغي أن يتكامل نظام الإدارة مع جميع أنشطة المرحلة السابقة [17]. وفي حالة عدم وجود نظام إدارة متكامل بالفعل في مرفق نووي، يمكن وضع هذا النظام من خلال إدماج نُظم الإدارة القائمة، بما في ذلك إدارة الجودة، في نظام واحد. وتفترض الإرشادات الواردة في هذا القسم وجود نظام إدارة متكامل في المرفق النووي.

11-5- وينبغي تحديد الواجبات والمسؤوليات للحماية المادية، ولضمان جودة الحماية المادية، ضمن إطار نظام الإدارة [2]. وينبغي على المشغلين الأخذ بنهج متكامل ومنسق من خلال نظام الإدارة الخاص بهم لاستعراض جميع التغييرات المقترح إدخالها على ترتيبات الحماية المادية قبل تنفيذها لضمان عدم تسببها في تأثيرات غير مقصودة على الأمان. ويُعالج تطبيق نظام الإدارة المتكامل على المرافق النووية بمزيد من التفصيل في المراجع [من 25 إلى 27]. ويُشير المرجع [2] إلى أن على المشغلين الامتثال للإطار القانوني والرقابي للدولة، وتحمل المسؤولية الرئيسية عن تنفيذ نظام الحماية المادية، وتشجيع ثقافة قوية للأمن النووي، والتعاون مع سائر كيانات الدولة التي تضطلع بمسؤوليات عن الحماية المادية، مثل قوات التصدي خارج الموقع. وينص العدد 7 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان 'ثقافة الأمن النووي' [28] على ما يلي:

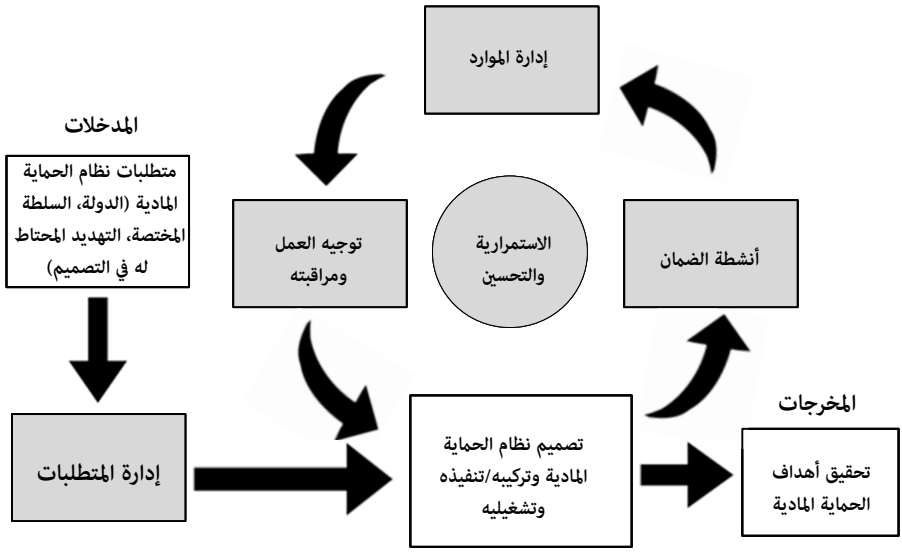
> "يتأثر أداء الموظفين بنوعية الإدارة وبتوفير التوقعات والمتطلبات والمعايير اللازمة لتسيير العمل، كما يتأثر بالتدريب والإجراءات الموثقة [و] نُظم المعلومات".

تطبيق نُظم الإدارة على نظام الحماية المادية

11-6- يستخدم مديرو المرافق نظام إدارة متكامل لرصد جميع الأنشطة ومراقبتها في جميع أنحاء المرفق النووي، بما في ذلك نظام الحماية المادية. ولأغراض هذا المنشور، يشمل مصطلح 'تشغيل نظام الحماية المادية' جميع الأنشطة المرتبطة بنظام الحماية المادية، بما في ذلك الصيانة والاختبار. ويُساعد تطبيق النظام الإداري على ضمان استمرار نظام الحماية المادية في تلبية مواصفات التصميم الأصلية وتعديلها بحسب الحاجة لمعالجة التغييرات في المتطلبات.

11-7- ويمكن تطبيق نظام الإدارة المتكامل على نظام الحماية المادية في المرفق النووي من خلال سلسلة من العناصر: إدارة المتطلبات؛ وتوجيه العمل ومراقبته؛ وإدارة الموارد؛ وأنشطة الضمان (انظر الشكل 44).

11-8- ويمكن لمنظمات أخرى القيام ببعض الوظائف في المرفق النووي، وفي هذه الحالة قد لا يُعالج نظام إدارة المرفق جميع وظائف نظام الحماية المادية. ومن ذلك على سبيل المثال أن التصدي لمرفق نووي يمكن أن تقوم به الشرطة الوطنية أو المنظمات العسكرية، وفي هذه الحالة تقع على مشغِّل المرفق المسؤولية عن تشغيل مكونات الكشف والتعطيل في نظام الحماية المادية، وقد يُنفذ عمليات ضمان الجودة الشاملة التي تُشكل جزءاً من نظام إدارة المرفق. وستستخدم الشرطة الوطنية أو المنظمات العسكرية في أنشطتها ممارسات ضمان الجودة الخاصة بها. وفي حالة عدم وجود نظام إدارة متكامل في المنشأة، ينبغي أن يبذل المشغّل جهوداً لإدماج الحماية المادية في التخصصات الأخرى، مثل عمليات المرفق، وحصر المواد النووية ومراقبتها وأمانها، ولاسيما فيما يتعلق بالأنشطة المشتركة، مثل ضمان الجودة. وينبغي أن يُنشئ المشغِّل اتصالات قوية مع جميع منظمات الدولة والمنظمات المشغِّلة المشاركة في جميع مراحل تصميم تدابير الحماية المادية وتطويرها وتركيبها وتشغيل نظام الحماية المادية.



الشكل -44- تطبيق نظام الإدارة على نظام الحماية المادية.

11-9- وينبغي تصميم نظام الحماية المادية لتحقيق مجموعة من الأهداف التي تضعها الدولة وسلطتها المختصة. ويمكن التعبير عن هذه الأهداف في شكل متطلبات توجيهية أو متطلبات خاصة بالأداء أو بمتطلبات تجمع بين الاثنين وتستخدم في تصميم نظام الحماية الاجتماعية لتحديد المواصفات. وبمجرد وضع تصميم نظام الحماية المادية والموافقة عليه وتركيبه، تُشكل المواصفات التصميمية الأساس الذي تستند عليه أنشطة التحقق لضمان استمرار نظام الحماية المادية في تلبية متطلبات تشغيله. وتشمل مجموعة الطرق والأدوات المستخدمة في إدارة المتطلبات في العادة أربع خطوات:

(1) تجميع متطلبات أصحاب المصلحة؛
(2) تحليل المتطلبات؛
(3) التحقق من المتطلبات؛
(4) توثيق إمكانية تتبع المتطلبات.

11-10- ويمكن تنفيذ هذه الخطوات بالتتابع أثناء سير عملية التصميم أو، في بعض الحالات، يُمكن إجراؤها بالتوازي. وتوفر معايير الصناعة مزيداً من المعلومات عن كيفية جمع متطلبات أصحاب المصلحة وكيفية إجراء تحليل للمتطلبات (انظر المرجع [29]).

تجميع متطلبات أصحاب المصلحة

11-11- تتمثل الخطوة الأولى في العملية في تحديد ما يمكن تطبيقه من متطلبات جميع أصحاب المصلحة المعنيين. وهذه المتطلبات يمكن أن تشمل متطلبات الدولة والسلطة المختصة، والمتطلبات التشغيلية والمتطلبات المتعلقة بالأمان. وأثناء مرحلة التصميم، ستُستخدم متطلبات أصحاب المصلحة لوضع متطلبات مشتقة إضافية تُستخدم لتحديد المواصفات التصميمية.

تحليل المتطلبات

11-12- بعد الانتهاء من تجميع جميع متطلبات أصحاب المصلحة القابلة للتطبيق، تكمن الخطوة الثانية في إجراء تحليل للتأكد من وضوح المتطلبات، ولتحديد أي متطلبات متضاربة وتحويل المتطلبات إلى متطلبات مشتقة لنظام الحماية المادية

والمواصفات التصميمية لتشغيل نظام الحماية المادية وصيانته، باستخدام نهج أدارة المخاطر. وينبغي أن يكون أصحاب المصلحة المعنيون قادرين على فهم كيفية تعبير المتطلبات المشتقة لمتطلباتهم.

11-13- وتوضح الأمثلة التالية كيفية وضع المتطلبات المشتقة (التأكيد الأصلي):

(أ) التوصية (الفقرة 4-39 من المرجع [1]): "ينبغي أن تتيح المناطق الداخلية تعطيل الوصول دون إذن للسماح بالتصدي في الوقت المناسب وعلى النحو اللازم لأي سحب دون إذن". وقد يلزم الحصول على معلومات إضافية من أصحاب المصلحة المعنيين (مثل السلطة المختصة) أو افتراضها من أجل وضع المواصفات التصميمية. ومن ذلك على سبيل المثال أن التوصية لا تُحدد مقدار التعطيل الذي يوفره حاجز المنطقة الداخلية، ومدة التصدي التي تستغرقها قوات التصدي أو قدرات الخصم التي يمكن استخدامها للتغلب على الحاجز. وإذا كانت قدرات الخصم على النحو المحدد في تقييم التهديدات أو التهديدات المحتاط لها في التصميم تسمح باستخدام المتفجرات للتغلب على الحاجز، على سبيل المثال، ينبغي أن يكون الحاجز أكثر قوة مما لو كان من المفترض أن تقتصر القدرات على استخدام الأدوات اليدوية. ولذلك قد ينتج عن التحليل معايير تصميمية مشتقة تقضي بان يوفِّر جدار المنطقة الداخلية تعطيل لا تقل عن 30 دقيقة للدخول القسري.

(ب) التوصية (الفقرة 4-42 من المرجع [1]): "ينبغي السماح بالوصول إلى المنطقة الداخلية للأشخاص المأذون لهم بذلك فقط". وتعني هذه التوصية أن يقوم المشغِّل بوضع خطط وعمليات وإجراءات قبل تشغيل نظام الحماية المادية وأن يُحدد ما يلي:

'1' المناصب الوظيفية أو فئات الموظفين التي تتطلب الوصول إلى المنطقة الداخلية لأداء مهام الوظيفة المعيّنة؛

'2' كيفية التحكم في عملية الموافقة على وصول الأشخاص المأذون لهم إلى المنطقة الداخلية؛

'3' عملية السماح للشخص المأذون له بالوصول إلى المنطقة الداخلية؛

'4' التدريب المتصل بالأمن المطلوب قبل منح الأفراد حق الوصول.

11-14- وينبغي أن يُحدد تحليل إدارة المتطلبات أي تضاربات محتملة بين توصيات الحماية المادية ومتطلبات الأمان. ومن ذلك على سبيل المثال أن الفقرة 4-40 من المرجع [1] تُشير إلى أنه "ينبغي قصر عدد منافذ الوصول إلى المناطق الداخلية على

العدد الأدنى الضروري (ومن الأمثل أن يكون منفذاً واحداً فقط)". ومع ذلك، قد تقتضي متطلبات الأمان توفير مخرج للطوارئ على بُعد 25 متراً من أي مكان داخل المنطقة الخطرة. وقد تكون هناك أيضاً متطلبات تشغيلية تقضي بوجود نقاط وصول في المناطقة الداخلية لتبسيط تحركات المواد النووية بين المناطق الداخلية الأخرى وتقليل مدة المعالجة. وقد يؤدي وجود نقطة وصول واحدة فقط، في بعض الظروف، إلى حدوث تعارض مع متطلبات التشغيل والأمان. وينبغي حل ذلك التضارب أثناء خطوة التحليل بطريقة تُحقق التوازن بين المعايير المتضاربة.

11-15- وقد يتم إجراء عملية تحليل المتطلبات بالتوازي مع عملية تصميم نظام الحماية المادية، لضمان تحويل المتطلبات إلى متطلبات مشتقة رسمية ومواصفات تصميمية لتشغيل نظام الحماية المادية وصيانته.

التحقق من المتطلبات

11-16- أثناء تركيب تدابير الحماية المادية وتنفيذها، ستُستخدم متطلبات أصحاب المصلحة والمتطلبات المشتقة كأساس لأنشطة التحقق. ويهدف التحقق من المتطلبات إلى ضمان تلبية المواصفات التصميمية وجميع متطلبات تشغيل نظام الحماية المادية وصيانته (وبالتالي تلبية متطلبات أصحاب المصلحة).

11-17- وقد يشمل التحقق إجراء اختبارات للأداء، أو تقييمات، أو عمليات تفتيش، أو عمليات مراجعة أو غير ذلك من الوسائل التي توفِّر ضمانات تؤكد الوفاء بالمتطلبات الموثقة رسمياً. ويمكن أيضاً إجراء أنشطة التحقق على مستوى المكون أو النظام الفرعي أو نظام الحماية المادية.

توثيق إمكانية تتبع المتطلبات

11-18- تشمل إدارة المتطلبات توثيق الطريقة التي يمكن بها تتبع كل متطلب رسمي من متطلبات أصحاب المصلحة من خلال المتطلبات المشتقة لنظام الحماية المادية وصولاً إلى مواصفات تصميم تدابير الحماية المادية وتركيبها وتنفيذها وتشغيل نظام الحماية المادية.

11-19- ويوفِّر هذا التوثيق لإمكانية التتبع دليلاً يثبت تلبية المتطلبات، كما أنه يُشكل

آليـة فعالـة لتحديـد الخطـط والعمليـات والإجـراءات والتدريبـات التـي بحاجـة إلـى تغييـر فـي حالـة تغيُّـر المتطلبـات. وتتمثـل إحـدى الطـرق الشـائعة فـي أن تضـع النُظـم البسـيطة مصفوفـة تتبـع تشـمل قائمـة بـكل متطلـب وجميـع الخطـط والعمليـات والإجـراءات المرتبطـة بهـذا المتطلـب، وتسـجيل التدابيـر المسـتخدمة لتلبيـة هـذا المتطلـب. وفيمـا يتعلـق بالنُظـم الأكثـر تعقيـداً، تُصبـح مصفوفـات التتبـع غيـر عمليـة ويُسـتخدم مزيـد مـن الأدوات الرسـمية.

11-20- وعلـى سـبيل المثـال، قـد يوضـع شـرط رقابـي يقضـي بـأن يتلقـى الأفـراد نوعـاً معيّنـاً مـن التدريـب الأمنـي كل سـتة أشـهر للسـماح لهـم بالوصـول إلـى منطقـة داخليـة. ويُشـكل هـذا المتطلـب جـزءاً مـن خطـة أمـن المرفـق. وقـد يكـون اسـتخدام مصفوفـة تتبـع هـذا المطلـب علـى النحـو التالـي:

(أ) وضـع خطـة تدريـب، إلـى جانـب خطـط لاسـتخلاص الـدروس المسـتفادة، لموظفـي الأمـن مـن أجـل تقديـم التدريـب فـي الوتيـرة المحـددة.

(ب) إنشـاء عمليـة تتطلـب مـن المديريـن ضمـان وضـع جـدول زمنـي لتدريـب الأفـراد الذيـن يحتاجـون إلـى الوصـول إلـى المنطقـة الداخليـة، وضمـان حصولهـم علـى التدريـب قبـل منحهـم حـق الوصـول إلـى المنطقـة، وأن يكـون التدريـب بالوتيـرة المطلوبـة بعـد ذلـك، وتسـجيل إتمـام كل فـرد للتدريـب، وإرسـال نسـخة مـن السـجل إلـى موظفـي الأمـن المعيّنيـن فـي كل مـرة يتـم فيهـا الفـرد هـذا التدريـب.

(ج) قيـام موظفـي الأمـن بإنشـاء وإدارة قائمـة بالأفـراد المـأذون لهـم بالدخـول إلـى المنطقـة الداخليـة، علـى أن تشـمل القائمـة اسـم كل منهـم، والإدارة التابـع لهـا، وتاريـخ (تواريـخ) تلقـي التدريـب، والتاريـخ الـذي يلـزم فيـه إجـراء التدريـب التنشـيطي التالـي. وتُحـدث القائمـة شـهرياً، ويُحـدد موظفـو الأمـن حينئـذ جميـع الموظفيـن المدرجيـن فـي القائمـة الذيـن سـيحتاجون إلـى تدريـب تنشـيطي فـي الشـهر التالـي وإخطـار الإدارات المختصـة. ويوفِّـر موظفـو الأمـن لنقطـة التحكـم فـي الدخـول قائمـة بالأفـراد الذيـن تلقـوا التدريـب بيـن التحديثـات الشـهرية.

(د) وضـع إجـراءات للحـراس الذيـن يعملـون فـي نقـاط التحكـم فـي الدخـول إلـى المنطقـة الداخليـة للتحقـق مـن أن الأفـراد مدرجـون فـي القائمـة وأن تدريبهـم قـد تـم تحديثـه، قبـل منحهـم حـق الدخـول.

11-21- وفـي هـذا المثـال، يتجسّـد متطلـب صاحـب المصلحـة الوحيـد فـي خطـة الأمـن وخطـة التدريـب وخطـط الـدروس المسـتفادة مـن التدريـب والسـجلات والإجـراءات. وستشـمل مصفوفـة التتبـع جميـع هـذه العناصـر، بحيـث يمكـن، عنـد حـدوث تغييـر، مثـل التكـرار

المطلـوب للتدريـب، تحديـث جميـع الخطـط والعمليـات والإجـراءات والسـجلات لكـي تُعبـر عـن المتطلبـات الجديـدة.

توجيه العمل ومراقبته

11-22- يشـمل توجيـه العمـل لإدارة نظـام الحمايـة الماديـة تحديـد الوظائـف التـي يتعيّـن أداؤهـا، ووضـع السياسـات الأمنيـة، وإنشـاء هيـكل تنظيمـي لأداء تلـك الوظائـف، وتحديـد الأدوار والمسـؤوليات والمسـاءلات، وتطويـر الأهـداف الاسـتراتيجية والتكتيكيـة، ووضـع معاييـر الأداء لنظـام الحمايـة الماديـة.

11-23- ويتطلـب تحديـد الوظائـف التـي يتعيّـن أداؤهـا لتصميـم نظـام للحمايـة الماديـة وتركيبـه وصيانتـه بلـورة فهـم للوظائـف التقنيـة والإداريـة ووظائـف الدعـم المطلوبـة لإجـراء العمـل. وقـد يتولـى أفـراد أمـن المرفـق أداء بعـض الوظائـف، وبعضهـا قـد تؤديـه إدارات أخـرى. ومـن ذلـك علـى سـبيل المثـال مـا يلـي:

(أ) قـد تشـمل مرحلـة تصميـم نظـام الحمايـة الماديـة متخصصيـن فـي الأمـن، ومصممـاً، وموظفيـن مسـؤولين عـن البنيـة التحتيـة للمرفـق، وموظفيـن للعمليـات، وقـوات الحراسـة والتصـدي، ومتخصصيـن فـي مجـال الأمـان، وموظفـي دعـم تكنولوجيـا المعلومـات، وموظفـي الميزانيـة.

(ب) يشـمل تركيـب مرافـق نظـام الحمايـة الماديـة وحواجـزه وسـائر النُظـم موظفـي التشـييد والبنيـة الأساسـية.

(ج) يشـمل تشـغيل نظـام الحمايـة الماديـة موظفيـن لتشـغيل تدابيـر نظـام الحمايـة الماديـة وصيانتهـا، وموظفيـن إشـرافيين وغيرهـم مـن أفـراد الأمـن الذيـن يقدمـون وظائـف، مثـل التدريـب والتقييـم واختبـار الأداء وضمـان الجـودة وفحـص الجـدارة بالثقـة وإدارة السـجلات وأمـن المعلومـات والأمـن الحاسـوبي، والشـؤون الإداريـة، والميزنـة، والشـراء، وإدارة العقـود.

11-24- ويلـزم وضـع سياسـة تنـص علـى التـزام الإدارة العليـا للمرفـق بالحمايـة الماديـة. ومـن المثالـي إصـدار هـذه السياسـية الأمنيـة مباشـرة مـن جانـب الإدارة العليـا لجعـل أهميتهـا واضحـة ولإثبـات التزامهـا بالحمايـة الماديـة. ويتعيّـن أن يكـون جميـع الموظفيـن مدركيـن أن الالتـزام بهـذه السياسـة متوقـع مـن الجميـع فـي المرفـق. وتؤكـد هـذه السياسـة قيـادة الإدارة

العليا فيما يتعلق بمسائل الحماية في جميع المجالات، بما فيها نظام الحماية المادية.

11-25- ويشمل إنشاء هيكل تنظيمي من أجل الإدارة الفعالة لنظام الحماية المادية تحديد الإطار الذي تعمل من خلاله إدارة الحماية المادية. وسيعتمد أنسب هيكل تنظيمي للحماية المادية في مرفق نووي معيّن على عدة عوامل، بما في ذلك الهيكل التنظيمي الأوسع، ونوع المرفق النووي، وقوانين الدولة ومتطلباتها، والمعايير الثقافية وعوامل أخرى. ومع ذلك، يتمثل الهدف في وضع هيكل تنظيمي يوفِّر الإدارة الفعالة للعمل من أجل تصميم نظام الحماية المادية وتركيبه وتشغيله. وتشمل بعض الاعتبارات الشائعة عند تحديد الهيكل التنظيمي لإدارة الحماية المادية ما يلي:

(أ) إنشاء تسلسل قيادي واضح، وتسلسل متواصل للسلطة من مدير الحماية المادية إلى الأفراد الذين يؤدون وظائف متصلة بنظام الحماية المادية.

(ب) تحديد 'نطاقات السيطرة' المناسبة (عدد المرؤوسين الذين يخضعون لإشراف مدير أو مشرف). وتبعاً لطبيعة العمل وتعقده، يمكن تعديل نطاق السيطرة بحيث يمكن إدارة الموظفين والعمل بفعالية.

(ج) تحديد كيفية اتخاذ القرارات داخل المنظمة، والأشخاص المسؤولين عن اتخاذها داخل التسلسل القيادي. وإذا كان صنع القرار مرهون بشخص واحد في أعلى التسلسل القيادي، يُشار إلى ذلك بأنه نموذج صنع القرار المركزي. ويحدد المستوى المناسب لصنع القرار من خلال عوامل مثل الآثار المحتملة للقرار بالنسبة للمنظمات الأخرى، والمخاطر والتكاليف المرتبطة بكل خيار.

(د) تقسيم أنشطة العمل أو المهام بين الوظائف الفردية (تقسيم العمل). وتحتاج بعض الوظائف المعنية بتشغيل نظام الحماية المادية إلى تدريب متخصص، مثل صانعي الأقفال أو صانعي الدروع، وبعضها يحتاج إلى مهارات عامة، مثل القائم بالتخطيط الأمني المسؤول عن وضع خطط الأمن والإجراءات ذات الصلة بنظام الحماية المادية.

(هـ) إضفاء الصبغة الرسمية على المهام الوظيفية داخل الهيكل التنظيمي فيما يتعلق بالأمن. والعامل التوجيهي هو درجة اقتصار مهام وظيفية وأنشطة محددة على العمليات والإجراءات المحددة التالية التي قد تتطلب اتخاذ إجراءات اجتهادية.

(و) تجميع وظائف محددة معاً للمساعدة في تنسيق الأنشطة والمهام المشتركة. ويوجد لدى بعض منظمات الأمن فريق أمن تقني يتألف من أفراد يمكنهم أداء جميع الوظائف للحفاظ على نظام الحماية المادية، مثل المهندسين، والمصممين، والتقنيين، والمتخصصين في الشبكات، ومختبري الأداء، والعمال. وفي حالات أخرى،

قد يكون لدى فريق الأمن التقني بعض الوظائف، ولكنه يستخدم أفراداً من إدارات أخرى، مثل المتخصصين في الشبكات من إدارة تكنولوجيا المعلومات، بحسب ما تقتضيه الحاجة لإجراء نشاط محدّد.

11-26- ويُساهم تحديد أدوار ومسؤوليات الإدارات والأفراد بدور مهم في وضع هيكل فعال لإدارة الحماية المادية. ويحتاج جميع العاملين في المرفق إلى فهم واضح لأدوارهم ومسؤولياتهم، وكذلك الأدوار والمسؤوليات الخاصة بالأفراد الذين يحتاجون إلى التفاعل معهم لتحقيق النتائج المرجوة. ويشمل ذلك جميع المديرين الذين يفهمون مسؤولياتهم المفوضة إليهم فيما يتعلق بالحماية المادية للأهداف داخل مناطقهم، بما في ذلك المعلومات والنُظم الحاسوبية ومهام الدعم، مثل الموظفين والتدريب وتنفيذ سياسة الجدارة بالثقة. ويتعيّن أيضاً تكليف المديرين بالمسؤولية عن التأكد من أن الأفراد الخاضعين لسلطتهم يفهمون مسؤوليتهم عن الحماية المادية، وتطبيق متطلبات الحماية المادية وإجراءاتها كشرط تعاقدي، وتوفير الإشراف المناسب عليهم في هذا الصدد.

11-27- ويشمل وضع معايير الأداء لنظام الحماية المادية وضع متطلبات الأداء أو التوقعات التي ينبغي أن يفي بها نظام الحماية المادية ككل أو التي ينبغي أن تفي بها المكونات الفردية. وينبغي أن تكون معايير الأداء محددة وقابلة للقياس وقابلة للتحقيق وواقعية ومحددة زمنياً. ويمكن وضع معايير الأداء لمعالجة عوامل كثيرة، بما فيها الجودة أو الكمية أو حُسن التوقيت، وهي عوامل تُحدد مدى جودة أداء العمل، أو مدى دقة تنفيذه، أو مدى فعالية النتيجة. ومن الأمثلة على مؤشر الأداء الكمي لنظام الحماية المادية قدرة النظام على معالجة 100 شخص في الساعة من خلال نقطة التحكم في الدخول إلى المرفق النووي. ومن الأمثلة على مؤشر أداء حُسن التوقيت هو استجابة الحراس لأي إنذار في محيط المنطقة في غضون خمس دقائق.

11-28- ويُقترح أن يضع المديرون أهدافاً قابلة للقياس من أجل الحماية المادية. ويبذل المديرون بعد ذلك جهوداً حثيثة للحصول على معلومات عن أداء الحماية المادية في نطاق مسؤولية كل منهم، من خلال الرصد الملائم وبما يتفق مع سياسات أمن المعلومات، ويتبادلون هذه المعلومات داخل المنظمة، وبالتالي إظهار الالتزام بالتحسين المستمر. وينبغي ألاّ تُشجع أهداف الأداء والمعايير القياسية السلوك المعاكس والتهاون. وينبغي بناء أي نظام للمكافآت بحيث لا يدفع نحو السلوك غير المرغوب. وعلى سبيل المثال، إذا كان الهدف من المرفق هو عدم وقوع حادثات أمنية، قد يحجم الموظفون عن الإبلاغ عن مثل تلك الحادثات.

11-29- وتشمل مراقبة العمل توفير الإشراف والتخطيط من خلال وضع إطار عمل لتسيير العمل والتأكد من أن التغييرات في تصميم نظام الحماية المادية أو تشغيله تتم بطريقة مدروسة وخاضعة للمراقبة ومتكاملة.

11-30- وينبغي أن يكفل المديرون إنجاز أنشطة الحماية المادية بشكل مناسب من خلال تخطيط أنشطة العمل المرتبطة بنظام الحماية المادية وتحديد تلك الأنشطة والإشراف عليها. ويمكن للمديرين توفير القيادة بأن يكونوا مثالاً يُحتذى به في الالتزام بإعطاء الأنشطة المتصلة بالحماية المادية باستمرار الاهتمام والأولوية المناسبين. وينبغي التخطيط لجميع الأعمال بشكل مناسب من أجل ضمان تحقيق الغرض منها وعدم المساس بالحماية المادية. ويلزم إجراء تخطيط للعمل الروتيني والأنشطة غير الروتينية أو الأحداث غير العادية، مثل التمارين وأعمال الصيانة وتعديل المعدات واستبدالها، وحالات توقف العمل، وفقدان القوى الكهربائية، وتعطل تدابير الحماية المادية، وأحداث الأمن النووي، من أجل ضمان الحفاظ على سلامة نظام الحماية المادية في جميع الأوقات. وسيتعيّن التخطيط لاتخاذ تدابير تعويضية في بعض الأنشطة غير الروتينية أو الأحداث غير العادية.

11-31- ويشمل ضمان حدوث التغييرات في تصميم نظام الحماية المادية وتشغيله على نحو مدروس وخاضع للمراقبة ومتكامل تنفيذ برامج لإدارة نسق المكونات ومراقبة التغييرات من أجل إدارة نظام الحماية المادية. وينبغي أن تُشكل إدارة نسق المكونات جزءاً من برنامج الاستدامة الخاص بالمشغِّل، وينبغي أن توثق العناصر المادية والإجرائية والتدريبية الخاصة بنظام الحماية المادية في المنظمة المشغِّلة، بما يشمل النُظم والبرمجيات ذات الصلة. ويوفِّر ذلك مستودعاً لوثائق التصميم وإجراءات التشغيل القياسية والمبادئ التوجيهية الحاكمة لنظام الحماية المادية. ويشمل أيضاً عمليات لتنسيق التغييرات التي تطرأ على نُظم المرفق أو عملياته التي قد تؤثر على فعالية نظام الحماية المادية. وعلاوة على ذلك، يُشير المرجع [2] إلى أن إدارة نسق المكونات قد تُشكل واحدة من ضوابط الإدارة المستخدمة لمعالجة مسائل الترابط بين الأمان والأمن أثناء التصميم والتشييد والعمليات العادية، وكذلك أثناء أحداث الأمن النووي وحالات الطوارئ، وأثناء الإخراج من الخدمة.

11-32- وتكفل إدارة نسق المكونات إجراء التغييرات في نظام الحماية المادية وتقييمها والموافقة عليها وتنفيذها والتحقق منها وتوثيقها بصورة سليمة. ويمكن أن يساعد الوصول الفوري إلى هذه المعلوماتالمشغِّل على التعافي بسرعة من أعطال الأجهزة أو

البرامج والتأكد من أن المعدات تعمل على النحو المنشود عند عودتها إلى الخدمة. وبالإضافة إلى ذلك، إن الوصول إلى سجلات دقيقة بشأن التدريب والإجراءات والصيانة واللوجستيات يتيح للمشغِّل التحقق من تنفيذ هذه الجوانب الهامة في نظام الحماية المادية. وينبغي أن يقوم المشغِّل بما يلي:

(أ) ضمان استعراض الآثار المترتبة على التغييرات في نظام الحماية المادية الخاضعة لإدارة نسق المكونات قبل التنفيذ، وتوثيقها بشكل مناسب؛
(ب) ضمان دقة معلومات إدارة نسق المكونات وتوافرها في الوقت المناسب وحمايتها بشكل مناسب؛
(ج) تطبيق إدارة نسق المكونات لتوثيق سجلات نظام الحماية المادية فيما يتعلق بتصميمه المادي وتشغيله الإجرائي وتدريب الأفراد.

11-33- وتُسلط إرشادات الوكالة الضوء على أهمية برامج إدارة نسق مكونات نظام الحماية المادية [2]. وتقترح إرشادات أخرى طرقاً لتطبيق إدارة نسق المكونات على تجميع جميع وثائق الأمن ذات الصلة (على سبيل المثال، وثائق التصميم، وإجراءات التشغيل الموحدة، والمبادئ التوجيهية الحاكمة) واتخاذ القرارات المستنيرة (على سبيل المثال لتنسيق التغييرات) [26].

11-34- ويمكن لإدارة التغيير أن تضمن أن أي تغيير مهم مقترح داخل المرفق النووي تجريه أي إدارة لأي سبب، سواءً كان تغييراً هيكلياً أو إجرائياً أو تنظيمياً، وسواءً كان مؤقتاً أو دائماً - يتم تحليله من حيث أثره على الحماية المادية. ولا يُسمح بتقليل فعالية الحماية المادية، ولو لمدة قصيرة من الوقت، بدون تبرير وموافقة مناسبين. ويمكن أيضاً استخدام نظام إدارة التغيير لضمان عدم تسبب أي تغييرات مهمة مقترحة على نظام الحماية المادية في إلحاق أضرار بالنُظم الأخرى، مثل النُظم الخاصة بحصر المواد النووية ومراقبتها وأمانها.

11-35- ويُفضل أن يوافق مدير واحد على كل تغيير، وأن يتم اعتماد التغيير أيضاً من جانب الموظفين الذين يؤثر التغيير على مجال مسؤوليتهم. وينبغي إيلاء عناية خاصة لهذا الاستعراض ولعملية الموافقة في الحالات التي يؤثر فيها التغيير على مجالات المسؤولية في أجزاء مختلفة من المنظمة. وينبغي أن تُقدم إلى منظمة الأمن أدلة تثبت أن التغيير يفي بمتطلبات الحماية المادية.

11-36- وينبغي إجراء عمليات رصد كافية أثناء تنفيذ التغيير لتوفير إنذار مبكر عن أي آثار سلبية على فعالية نظام الحماية المادية، بحيث يكون هناك وقت كافٍ لاتخاذ أي إجراء علاجي ضروري. وتشمل أمثلة الأنشطة المقررة التي يمكن أن يكون لها أثر سلبي على الحماية المادية ما يلي:

(أ) الأنشطة التي يمكن أن تتسبب في فقدان القوى الكهربائية الرئيسية التي تعمل بها معدات الحماية المادية؛
(ب) وضع المركبات أو المعدات الثقيلة أو تركيب أو صياغة تدابير حماية مادية أو وضع حواجز يمكن أن تتسبب في تعطيل قدرات الاستشعار أو التقييم، أو تقليل مدة التعطيل أو زيادة مدة التصدي؛
(ج) أنشطة البناء التي تزيل الحواجز المادية أو تتسبب في إضعافها، مما يسمح بتجاوز ضوابط التحكم في الدخول.

11-37- وإذا كانت حدود المرفق النووي مشتركة مع حدود مرفق نووي آخر قائم بالفعل أو من المقرر إنشاءه، ينبغي اتخاذ ترتيبات، بحسب الاقتضاء، لضمان ألا تُقلل أنشطته المقررة فعالية خطة الأمن أو نظام الحماية المادية في المرفق المجاور.

إدارة الموارد

11-38- تشمل إدارة الموارد مواضيع مثل: برامج التدريب والتأهيل؛ واختيار الموظفين للوظائف لدعم تصميم تدابير الحماية المادية وتركيبها وتنفيذها وتشغيل نظام الحماية المادية؛ وشراء السلع والخدمات؛ وتهيئة بيئة عمل منتجة.

11-39- ويمثل اختيار الموظفين العملية المنهجية المستخدمة لاختيار الموظفين لأداء مهام وظيفية تتعلق بنظام الحماية المادية، ولتحديد الأشخاص الذين لديهم معرفة ومهارات وقدرات وغيرها من الخصائص لتقديم المساهمات الأكثر قيمة للمنظمة. وتُشكل عمليات الموارد البشرية في المرفق النووي جزءاً من نظام الإدارة المتكامل، وينبغي أن يهدف مديري الحماية المادية إلى تعيين أفضل الموظفين المتاحين واستبقائهم ضمن قيود النظام. ويشمل اختيار الموظفين أيضاً التأكد من أنهم يتمتعون بجميع المؤهلات اللازمة لأداء مهمة وظيفية معيّنة، والتحقق من جدارتهم بالثقة قبل تعيينهم في منصب يتطلب مثل هذا التحديد.

11-40- وتعتمد الحماية المادية الفعالة على تمتع الموظفين بالمعرفة والمهارات اللازمة لأداء وظائفهم وفقاً للمعايير المرجوة. ويتعيّن على المديرين التأكد من أن موظفيهم لا يتلقون فقط تدريباً أمنياً محدداً مناسباً لمسؤولياتهم، بل ينبغي أيضاً بصفة عامة أن يكونوا على دراية بالتهديدات والمواضيع الأخرى المتعلقة بثقافة الأمن النووي القوية وأن يكونوا على وعي بها [28].

11-41- ومن الضروري شراء السلع والخدمات للحفاظ على فعالية نظام الحماية المادية. وتشمل الاعتبارات ذات الأهمية الخاصة في هذا السياق شراء معدات نظام الحماية المادية من البائعين المعتمدين، والتأكد من توافر قطع الغيار التي تغطي العمر المتوقع للمعدات، واختبار المكونات الجديدة وتقييمها قبل شرائها للتأكد من إمكانية إدماجها مع مكونات نظام الحماية المادية القائم بالفعل وتوافقها معها، وتقييم المخاطر الأمنية المحتملة المتصلة بسلسلة الإمداد. ويحتفظ المشغِّل بمسؤولية الحماية المادية عند استخدام المتعهدين أو شراء أي سلع أو خدمات ويتعيّن على المشغلين الاحتفاظ بالكفاءة لتحديد النطاق والجودة المطلوبين لمنتج أو خدمة، ومن ثم تقييم ما إذا كانت المنتجات أو الخدمات تستوفي متطلبات معدات الحماية المادية ومواصفاتها. ويمكن أن يشمل نظام الإدارة ترتيبات لما يلي:

(أ) تأهيل البائعين والمتعهدين وموردي السلع والخدمات؛
(ب) اختيار البائعين والمتعهدين والموردين على أساس فعالية نُظمهم الإدارية وأدائهم؛
(ج) التحقق من أن البائعين والمتعهدين والموردين يفهمون متطلبات الحماية المادية ويلتزمون بها (بما في ذلك المتطلبات المتعلقة بأمن المعلومات الحساسة) المتعلقة بالسلع أو الخدمات التي يقدمونها؛
(د) الموافقة المسبقة من المشغِّل على أي تعاقد من الباطن يجريه البائع أو المتعهد أو المورِّد؛
(ه) تحديد المتطلبات التعاقدية، بما يشمل متطلبات الحماية المادية؛
(و) تقديم المشورة والمعلومات والتدريب بشأن الحماية المادية، عند الاقتضاء، للبائعين والمتعهدين والموردين وموظفيهم؛
(ز) التقييم الدوري لنُظم الإدارة، بما في ذلك ترتيبات الحماية المادية للبائعين والمتعهدين والموردين وأدائهم، باستخدام نهج متدرج؛
(ح) التحقق من أن السلع والخدمات المورَّدة تفي بمواصفات الحماية المادية للمرفق وأنها أصلية.

11-42- وتؤثر بيئة العمل المادية والفسيولوجية تأثيراً كبيراً على كيفية أداء الموظفين مهامهم وامتثالهم لمتطلبات الحماية المادية. ومن المهم ألاّ يُنظر إلى إجراءات الحماية المادية باعتبارها عبئاً مفرطاً أو غير ضروري. ويمكن للمديرين إشراك العاملين في مراجعة أدلة وإجراءات الحماية المادية للتأكد من أنهم يفهمون الوثائق وسبب وجودها، وأنهم قادرون على تقديم اقتراحات لزيادة فعاليتها.

أنشطة الضمان

11-43- تشمل أنشطة الضمان تنفيذ برامج ضمان الجودة وتوكيدها. ويكفل برنامج ضمان الجودة أداء نظام الحماية المادية على النحو المحدد في التصميم، وتلبيته المتطلبات الرقابية ومتطلبات الأداء. ويُحدد برنامج الضمان أنشطة التقييم أو الاختبار بدقة كافية للضمان من تشغيل تدابير نظام الحماية المادية في جميع الأوقات وأنها تعمل على النحو المقصود، وتتفاعل بطريقة تؤدي إلى كشف أي إجراء يتخذه الخصم والتصدي له قبل انتهائه من فعل إيذائي.

11-44- ويُشكل ضمان الجودة جزءاً من إدارة الجودة (التي ينبغي أن تُشكل من جانبها جزءاً من نظام الإدارة المتكامل) التي تركز على توفير الثقة في تلبية متطلبات الجودة. ويمثل نظام إدارة الجودة مجموعة من أساليب العمل التي تُركز على تحقيق سياسة الجودة والأهداف المتعلقة بالجودة للوفاء بالمتطلبات الرقابية.

11-45- ويتناول برنامج الضمان نتائج عمليات التفتيش التي تجريها السلطة المختصة، ونتائج التقييم الذاتي الداخلي وفق نهج شامل لتأكيد استمرار فعالية نظام الحماية المادية. وينبغي أن تكون أنشطة التقييم متدرجة ومتكيِّفة مع الأصول الموجودة في الموقع والتدابير التي يتألف منها مُجمل نظام الحماية المادية في المرفق النووي. وينبغي إيلاء المراعاة لوضع جداول زمنية لأنشطة الضمان، وتخطيط كيفية استخدام أنشطة الضمان، وتحديد التدابير، بما فيها التدابير التعويضية، التي ينبغي اتخاذها إذا كانت أنشطة الضمان تُشير إلى تدهور غير مقبول في فعالية نظام الحماية المادية. وينبغي أن يشمل برنامج التقييم الذاتي (أو الاستعراض الداخلي) في العادة استخدام مجموعة واسعة من التقييمات، وتحليلات الأسباب الجذرية، ومؤشرات الأداء، والدروس المحددة، وبرامج تتبع الإجراءات التصحيحية.

11-46- وتشمل أنشطة الضمان إجراء تقييمات منتظمة لكفالة قدرة المشغِّل على الحفاظ على نظام الحماية المادية الخاص بالمرفق من خلال تحديد مواطن القوة والمجالات التي في حاجة إلى تحسين. وينبغي أن تستند دقة هذه التقييمات إلى نهج متدرج، تبعاً لنوع المواد النووية أو المرفق النووي، وطبيعة العمليات والتدابير التي تُشكل نظام الحماية المادية. ويمكن الرجوع إلى معلومات إضافية عن أنشطة الضمان في القسم 9.

الاستدامة والتحسين المستمر

11-47- تشمل الاستدامة الحفاظ على أداء الأفراد والإجراءات والمعدات. ويشمل ذلك رصد الأداء، وتوفير الحافز والقيادة لإنشاء منظمة فعالة بصورة متسقة وتتحسن باستمرار. وتشمل الاستدامة برامج الصيانة والاختبار للحفاظ على عمل النُظم الخاصة بنظام الحماية المادية على النحو المحدد في التصميم، والعمل على تهيئة ثقافة قوية للأمن النووي، كما هو موضح في العدد G-30 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة بعنوان 'استدامة نظام للأمن النووي' [30].

11-48- وينطوي الحفاظ بفعالية على استمرارية نظام الحماية المادية ليس فقط على الحفاظ على التكنولوجيا، بل وكذلك على الأشخاص الذين يستخدمون التكنولوجيا. ويحتاج المديرون إلى إبلاغ العاملين بما هو متوقع منهم، وبالأهداف التنظيمية، والسلوك الذي سيكافؤون عليه، والإجراءات التي سيُعاقب عليها. ويحتاج جميع الموظفين وصناع القرار بتعميم ما هو متوقع تحقيقه وأنماط السلوك المقبولة لتحقيق ذلك على نطاق المنظمة بأسرها. ويتعيّن على المديرين توفير القيادة وفقاً لسياسات المنظمة وقيامها واستراتيجياتها.

11-49- ويعتمد الأداء الرفيع المستدام على وجود الموظفين المناسبين في المناصب المناسبة وتمتعهم بالصفات القيادية المناسبة. ويمكن تحقيق ذلك من خلال برامج من أجل:

(أ) تعيين أفضل العاملين المؤهلين المتاحين؛
(ب) تنمية مهارات الموظفين وقدراتهم من خلال برامج التدريب والتأهيل؛
(ج) تقدير السلوك الجيد ومكافأته؛
(د) إعادة تدريب العاملين ذوي الأداء غير المُرضي أو نقلهم أو فصلهم من العمل؛

(هـ) توفير بيئة عمل مأمونة.

11-50- ويمثل التحسين المستمر عملية تُحدد من خلالها التحسينات في السياسات والعمليات والخطط والإجراءات والمعدات أو في نظام الإدارة نتيجة للمسائل المحددة أثناء أنشطة التقييم، مثل عمليات التفتيش، أو التقييمات الذاتية، أو اختبارات الأداء، أو التعقيبات من العاملين أو الدروس المحددة، أو من التغييرات في العمليات أو الأمان أو البرامج الأخرى في المرفق النووي. ومن الناحية العملية، يقترب أداء نظام الحماية المادية عند نقطة ما من الذروة، ويكون التحسين بعد هذه النقطة هامشياً، ما لم يحقق تغيير واضح (على سبيل المثال، تكنولوجيا جديدة) تحسيناً كبيراً في كفاءة نظام الحماية المادية أو فعاليته. غير أن أداء نظام الحماية المادية معرض دوماً لخطر التراجع بسبب عوامل من قبيل تقادم المعدات أو بطلان استخدامها، وانخفاض الدعم المالي، وفقدان الحافز لدى العاملين والتهاون من جانب المديرين.

التذييل

مثال على تقييم الاحتياجات وتحليل المتطلبات للمنظومات الجوية غير المأهولة

ألف -1- يُقدم هذا التذييل لمحة عامة مفصلة عن تقييم افتراضي للاحتياجات وتحليل المتطلبات. وفي هذا المثال، حدد مدير المرفق الحاجة إلى وعي أفضل بالحالة وقدرات تقييم مرنة لتغطية منطقة الوصول المحدود بدون تعريض دوريات الحراسة للأذى المحتمل من الخصوم. ومن المفيد، إن أمكن، تحذير الخصوم من الاقتراب، وذلك مرة أخرى بدون تعريض دوريات الحراسة للخطر.

ألف -2- وتتمثل إحدى طرق توفير هذه القدرة في استخدام منظومة جوية غير مأهولة. وقد تكون البدائل وجود كاميرات داخل منطقة الوصول المحدود، بحيث تكون مثبتة على مركبات دورية حراسة أو مُركبة في جميع أنحاء منطقة الوصول المحدود. وقد تشمل الخيارات والمعلومات التي تؤخذ في الاعتبار بشأن المنظومات الجوية غير المأهولة ما يلي:

(أ) يمكن تشغيل المنظومات الجوية غير المأهولة بعدة طرق:

'1' الوجود المستمر لمنظومات جوية غير مأهولة بدون قيد فوق المناطق المحمية لكي تقوم باستمرار (رهناً بظروف الطقس) برصد وتوجيه أفراد ومعدات الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع (مثل الكاميرات وأجهزة الاستشعار) في المناطق المثيرة للقلق. ويشمل هذا النهج التشغيلي فترات طيران طويلة (التحمل) أو التبادل السريع للمعدات المستخدمة في الخدمة أو الخارجة عن الخدمة للسماح بإعادة شحن البطاريات أو التزود بالوقود.

'2' التشغيل العادي باستخدام كبل القوى والاتصالات. ويمكن تصميم هذا النظام بحيث يمكن ربطه في أمكان مختلفة في أوقات مختلفة. وعلى سبيل المثال يمكن ربط الكبل بمركبة أو قارب لتمكين العمليات المتنقلة. ويمكن تنفيذ هذا النهج التشغيلي على مدار فترة زمنية (رهناً بالتوافر) ولكنه سيوفِّر مزيداً من الخيارات المحدودة مقارنة بالعمليات المستمرة غير المقيّدة بكبل.

'3' النشر الدوري (على سبيل المثال مرة واحدة كل ساعة) أو عند الطلب لتقييم أو تحديد نية خصم محدّد.

(ب) ولا يتاح سوى القليل جداً من المعلومات الموثوقة بخلاف ادعاءات البائعين، لتقييم مدى جودة أداء هذه المنظومات فعلياً على مدى فترات زمنية طويلة.

(ج) يخضع تشغيل المنظومات الجوية غير المأهولة في كثير من الأحيان للوائح الرقابية الخاصة بالطيران في الدولة، وبالتالي فإن القيود القانونية وقيود السياسات على العمليات ستحتاج إلى معالجة.

ألف -3- وعلى سبيل المثال، يُفترض أن مشغلاً يرغب في نشر منظومة جوية غير مأهولة عند الطلب عندما تكون هناك مؤشرات على وجود خصوم داخل منطقة الوصول المحدود. وتتمثل أولى خطوات استكشاف استخدام المنظومة الجوية غير المأهولة في تحديد متطلبات أصحاب المصلحة لهذا النظام الفرعي؛ أي قدرات ووظائف النظام الذي يحتاج إليه أصحاب المصلحة، وكذلك معايير الجودة والاختبار والتقييم واختبار الأداء. وقد تشمل متطلبات أصحاب المصلحة ما يلي:

(أ) متطلبات الفعالية التشغيلية: على سبيل المثال، يتعيّن أن تكون المنظومة الجوية غير المأهولة قادرة على التقييم الإيجابي واعتراض الخصم في غضون 30 ثانية بعد كشفه عند حدود منطقة الوصول المحدود. ويتعيّن أن تكون المنظومة الجوية غير المأهولة متاحة للنشر في ما لا يقل عن 75 في المائة من الوقت وتغطية 70 في المائة من المسارات التي سيسلكها الخصم على الأرجح عبر منطقة الوصول المحدود.

(ب) المتطلبات الرقابية: تُحدد لوائح الطيران في الدولة كيفية قيام الجهات الحكومية بنشر المنظومات الجوية غير المأهولة، وتضع حدود الوزن والحدود التشغيلية للمنظومات الجوية غير المأهولة ومتطلبات التدريب لوحدات التحكم في هذه المنظومات. وتقتصر وحدات التحكم في المنظومات الجوية غير المأهولة أيضاً على 8 ساعات أو أقل من وقت الطيران خلال فترة 24 ساعة. وقد يكون لدى السلطة المختصة متطلبات تخص المشغِّل إذا كان مشاركاً في التصدي.

(ج) متطلبات المشغِّل:

'1' تتطلب سياسات المشغِّل بشأن الأمان تشغيل أي نظام فرعي خاص بالحماية المادية ضمن قيود خطة الأمان، لحماية موظفي المرفق والجمهور؛

'2' الوثائق المطلوبة، بما في ذلك خطط اختبار القبول وخطط الصيانة وخطط التدريب لوحدات التحكم في المنظومات الجوية غير المأهولة وموظفي الصيانة.

(د) متطلبات التكاليف: توضع مسبقاً قيود للتكاليف، ولكن يتعيّن تقدير التكاليف الأوّلية والتشغيلية لنشر المنظومة الجوية غير المأهولة لكي يتمكن المديرون من أن يقرروا ما إذا كانوا سيدرسون بمزيد من التفصيل استخدام المنظومة الجوية غير المأهولة والبدء في التصميم المفاهيمي لتلك المنظومة.

(هـ) متطلبات نُضج النظام: ينبغي أن تحدد بوضوح المخاطر المرتبطة بتشغيل منظومة جوية غير مأهولة وكذلك الفوائد التي يحققها استخدامها.

ألف -4- والخطوة التالية هي تحديد مفهوم العمليات (أي الطريقة التي يعمل بها النظام من منظور المشغِّل) بما في ذلك احتياجات المستخدم وأهداف النظام وخصائصه. وقد يشمل المفهوم المحتمل لعمليات المنظومات الجوية غير المأهولة ما يلي:

(1) ملاحظة الخصوم المحتملين داخل منطقة الوصول المحدود باستخدام أجهزة التصوير الحراري أو بواسطة الدوريات التي تستخدم مناظير المراقبة.

(2) إخطار الدوريات الراكبة ودوريات الزوارق في منطقة الوصول المحدود باحتمال وجود مركبات أو أفراد غير مأذون لهم في منطقة الوصول المحدود أو في مناطق بجانب المياه يُحظر فيها دخول الجمهور.

(3) قيام مشغِّل محطة الإنذار المركزية بعد ذلك بإصدار تعليمات لواحدة أو أكثر من مركبات وزوارق الدوريات المختارة لإطلاق منظومة جوية غير مأهولة. وسيُحدد الموظفون الموجودون في المركبة أو الزورق ما إذا كانت المنظومات الجوية غير المأهولة الخاصة بهم تعمل وأنها في موقع يمكن إطلاقها فيه، وما إذا كانت ظروف الطقس مناسبة لإطلاقها. وإذا لم يكن الأمر كذلك، يتم إبلاغ محطة الإنذار المركزية، وقد تسأل الدوريات الأخرى عما إذا كانت في وضع يمكنها من إطلاق منظومة جوية غير مأهولة.

(4) يمكن أيضاً التحكم في المنظومات الجوية غير المأهولة من محطة الإنذار المركزية لكي تُلحق بالقرب من المركبة أو الخصم لتحديد ما إذا كانوا مسلحين أو يقودون مركبات مدرعة أو يحملون مواد مشبوهة. وإذا كان الأمر كذلك، تقوم محطة الإنذار المركزية بإخطار الحراس وقوات التصدي بالاقتحام عن طريق الراديو.

(5) إذا لـم يُتخـذ أي قـرار، تُشـغّل المنظومـة الجويـة غيـر المأهولـة علـى مقربـة مـن الخصـوم لإصـدار تعليمـات إليهـم بواسـطة مكبِّـر صـوت تطلـب منهـم مغـادرة منطقـة الوصـول المحـدود أو مناطـق الوصـول المحظـور بجانـب المـاء.

ألـف -5- وقـد يـؤدي كل مـن متطلبـات أصحـاب المصلحـة ومفهـوم العمليـات إلـى متطلبـات مشـتقة، مثـل المتطلبـات الافتراضيـة التاليـة:

(أ) الخطـوات مـن 1 إلـى 4 مـن خطـوات مفهـوم العمليـات الـواردة فـي الفقـرة 4 مـن التذييـل ينبغـي إجراؤهـا فـي غضـون 30 ثانيـة بعـد كشـف خصـم محتمـل عنـد حـدود منطقـة الوصـول المحـدود. وتُحـدد السـرعات والتوصيفـات التـي يمكـن افتراضهـا لمركبـات الخصـوم أو قواربهـم بنـاءً علـى تقييـم التهديـدات أو التهديـدات المحتـاط لهـا فـي التصميـم. وقـد يلـزم جمـع بيانـات عـن الأداء لوضـع جـدول زمنـي للخطـوات فـي مفهـوم العمليـات. ويمكـن بعـد ذلـك اسـتخدام الجـدول الزمنـي للتحقـق مـن الوفـاء بمتطلبـات أصحـاب المصلحـة ضـد الخصـوم المحتمليـن.

(ب) ينبغـي أن تكـون المنظومـة الجويـة غيـر المأهولـة متاحـةً للنشـر فـي 75 فـي المائـة مـن الوقـت، رهنـاً بظـروف الطقـس وقيـود موثوقيـة النظـام. وسـتؤخذ فـي الاعتبـار مواصفـات البائـع بشـأن وزن المنظومـة الجويـة غيـر المأهولـة وحجمهـا وسـرعتها، جنبـاً إلـى جنـب مـع البيانـات السـابقة عـن ظـروف الطقـس، مثـل المطـر والثلـج والبـرد والريـاح الشـديدة أو العواصـف العاتيـة لتحديـد النسـبة المئويـة للوقـت الـذي يمكـن أن تُطلـق فيـه فعليـاً المنظومـة الجويـة غيـر المأهولـة.

(ج) بالنظـر إلـى أن المنظومـة الجويـة غيـر المأهولـة تحتـاج إلـى أن تكـون قابلـةً للنشـر فـي 75 فـي المائـة مـن الوقـت، ينبغـي أن تكـون بعـض القـدرات متاحـة أثنـاء الليـل لكشـف الخصـوم وتتبعهـم. ومـن المرجـح أن توفِّـر التكنولوجيـا الحاليـة هـذه القـدرة مـن خـلال التصويـر الحـراري أو الـرادار أو كشـف المـدى وتمديـده بالضـوء.

(د) ينبغـي أن تُحـدد فـي منطقـة الوصـول المحـدود وعلـى جانـب المـاء مناطـق حظـر طيـران أو مناطـق محظـورة، وهـي مناطـق لـن يتسـنى فيهـا تشـغيل المنظومـات الجويـة غيـر المأهولـة وستسـاعد هـذه المناطـق فـي تحديـد المـكان الـذي يُسـمح فيـه بالتحليـق فـي منطقـة المرفـق والارتفـاع المسـموح بـه للمنظومـات الجويـة غيـر المأهولـة.

(هـ) سـيلزم تحديـد سياسـات وإجـراءات لمنـع إطـلاق المنظومـات الجويـة غيـر المأهولـة أو تشـغيلها داخـل المناطـق المحظـورة وهبوطهـا بأمـان فـي حالـة تعطلهـا أو فقـدان السـيطرة عليهـا.

(و) سيحتاج العاملون المعنيون إلى التدريب لأداء جميع خطوات مفهوم العمليات. ويشمل ذلك مشغّل محطة الإنذار المركزية، أو الدورية الراكبة أو أفراد الزورق وموظفي الصيانة.

(ز) ستعتمد متطلبات التكاليف على الحاجة إلى وجود أجهزة منظومات جوية غير مأهولة كافية متاحة للنشر في 75 في المائة من الوقت لتغطية 70 في المائة من المسارات التي سيسلكها الخصم على الأرجح عبر منطقة الوصول المحدود.

(ح) سيلزم وضع افتراضات بشأن مقدار الصوت أو الضوء الذي ينبغي توفيرهما لتحذير الخصم من الاقتراب من حدود منطقة الوصول المحدود، بما في ذلك في ظل ظروف الطقس المختلفة.

(ط) للوفاء بمتطلبات نُضج النظام، لن تُقيّم سوى نماذج المنظومات الجوية غير المأهولة التي جرى تشغيلها في مرفق نووي لمدة لا تقل عن عام للتأكد من إمكانية استخدامها.

المراجع

[1] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، توصيات الأمن النووي بشأن الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية (INFCIRC/225/Revision 5)، العدد 13 من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (2011).

[2] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الحماية المادية للمواد النووية والمرافق النووية (تنفيذ الوثيقة INFCIRC/225/Revision 5)، العدد 27-G من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (2018).

[3] اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية، INFCIRC/274/Rev. 1، الوكالة، فيينا (1980).

[4] تعديل اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية، INFCIRC/274/Rev. 1/Mod. 1، الوكالة، فيينا (2016).

[5] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، إرساء البنية الأساسية للأمن النووي من أجل برامج القوى النووية، العدد 19 من سلسلة الوكالة للأمن النووي، الوكالة، فيينا (2013).

[6] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، إعداد لوائح للأمن النووي وما يقترن بها من تدابير إدارية، العدد 29-G من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (2018).

[7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Computer Security Techniques for Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 17-T (Rev. 1), IAEA, Vienna (in preparation).

[8] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، استخدام حصر المواد النووية ومراقبتها من أجل أغراض الأمن النووي في المرافق، العدد 25-G، من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الوكالة، فيينا (2015).

[9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Establishing a System for Control of Nuclear Material for Nuclear Security Purposes at a Facility during Use, Storage and Movement, IAEA Nuclear Security Series No. 32-T, IAEA, Vienna (2019).

[10] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تدابير الوقاية والحماية من تهديدات المطلعين على بواطن الأمور، سلسلة الأمن النووي رقم 8-G (Rev. 1) الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الوكالة، فيينا (2020).

[11] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، أمن المواد النووية في النقل، سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية -العدد 26-G، الوكالة، فيينا (2015).

[12] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، أمن المواد المشعة أثناء نقلها العدد 9-G (الصيغة المنقحة Rev. 1) من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (2020).

[13] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التقييم الوطني لتهديدات الأمن النووي ووصف التهديدات المحتاط لها في التصميم وبيانات نماذج التهديدات، العدد 10-G (الصيغة المنقحة Rev. 1) من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (قيد الإعداد).

[14] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Systems and Software Engineering: System Life Cycle Processes, ISO/IEC/IEEE 15288:2015, ISO, Geneva (2015).

[15] INTERNATIONAL COUNCIL ON SYSTEMS ENGINEERING, Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Process and Activities, 4th edn, Wiley, Hoboken, NJ (2015).

[16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Identification of Vital Areas at Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 16, IAEA, Vienna (2012).

[17] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الأمن أثناء عمر المرفق النووي، سلسلة الأمن النووي رقم G-35 الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الوكالة، فيينا (2019).

[18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Engineering Safety Aspects of the Protection of Nuclear Power Plants against Sabotage, IAEA Nuclear Security Series No. 4, IAEA, Vienna (2007).

[19] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، أمن المعلومات النووية، العدد G-23 من سلسلة منشورات الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (2015).

[20] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الأمن الحاسوبي لأغراض الأمن النووي، العدد G-42 من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (قيد الإعداد).

[21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Computer Security of Instrumentation and Control Systems at Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 33-T, IAEA, Vienna (2018).

[22] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, INTERNATIONAL SOCIETY FOR AUTOMATION, Management of Alarm Systems for the Process Industries, ANSI/ISA-18.2-2016, ISA, Research Triangle, NC (2016).

[23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Developing a Nuclear Security Contingency Plan for Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 39-T, IAEA, Vienna (2019).

[24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Safety of X Ray Generators and Other Radiation Sources Used for Inspection Purposes and for Non-medical Human Imaging, IAEA Safety Standards Series No. SSG-55, IAEA, Vienna (2020).

[25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1, IAEA, Vienna (2006).

[26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.5, IAEA, Vienna (2009).

[27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Management for Research Reactors and Related Facilities, IAEA, Vienna (2016).

[28] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ثقافة الأمن النووي، العدد 7 من سلسلة الأمن النووي الصادرة عن الوكالة، الوكالة، فيينا (2008).

[29] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Systems and Software Engineering: Life Cycle Processes — Requirements Engineering, ISO/IEC/IEEE 29148:2018, ISO, Geneva (2018).

[30] الوكالـة الدوليـة للطاقـة الذريـة، اسـتدامة نظـام للأمـن النـووي، سلسـلة الأمـن النـووي رقـم G-30 الصـادرة عـن الوكالـة الدوليـة للطاقـة الذريـة، الوكالـة، فيينـا (2018).

الاختصارات

CAS	central alarm station	محطة إنذار مركزية
PIN	personal identification number	رقم تعريف هوية شخصية
PPS	physical protection system	نظام حماية مادية
UAS	unmanned aerial system	منظومة جوية غير مأهولة

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرية

رقم 26

طلب شراء المنشورات محليًّا

يمكن شراء المنشورات المسعَّرة الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية من المصادر المذكورة في القائمة أدناه أو من المكتبات المحلية الكبرى.

أمَّا المنشورات غير المسعَّرة فينبغي توجيه طلبات شرائها إلى الوكالة مباشرة. وترد تفاصيل الاتصال في آخر هذه القائمة.

أمريكا الشمالية

Bernan / Rowman & Littlefield
15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA
Telephone: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550
Email: orders@rowman.com • Web site: www.rowman.com/bernan

Renouf Publishing Co. Ltd
22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADA
Telephone: +1 613 745 2665 • Fax: +1 613 745 7660
Email: orders@renoufbooks.com • Web site: www.renoufbooks.com

سائر بلدان العالم

برجاء الاتصال بالمورّد المحلي المفضّل لديكم، أو بالموزِّع الرئيسي الخاص بنا:

Eurospan Group
Gray's Inn House
127 Clerkenwell Road
London EC1R 5DB
United Kingdom

الطلبات التجارية والاستفسارات:

Telephone: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640
Email: eurospan@turpin-distribution.com

الطلبات الفردية:

www.eurospanbookstore.com/iaea

للحصول على مزيد من المعلومات:

Telephone: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609
Email: info@eurospangroup.com • Web site: www.eurospangroup.com

ويمكن توجيه طلبات شراء المنشورات، المسعَّرة وغير المسعَّرة على السواء، مباشرة إلى العنوان التالي:

Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria
Telephone: +43 1 2600 22529 or 22530 • Fax: +43 1 26007 22529
Email: sales.publications@iaea.org • Web site: www.iaea.org/publications

يهدف هذا المنشور إلى تقديم إرشادات شاملة ومفصلة لمساعدة الدول والسلطات المختصة والجهات المشغلة على تنفيذ توصيات الوكالة وإرشاداتها بشأن إرساء نظام فعال لتوفير الحماية المادية للمواد النووية قيد الاستخدام والخزن وللمرافق النووية. ويقدم المنشور مزيدا من التفاصيل التقنية عن كيفية تصميم وتقييم هذا النظام، فيما يتعلق باختيار تدابير الحماية المادية المناسبة والفعالة وتحقيق التكامل بينها.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا