١٠٧

المنشأة المادية
Physical Plant

Bruce Hyndman
Director of Engineering Services, Community Hospital of the Monterey Peninsula, Monterey, CA

تشمل المنشأة المادية (أي منشأة البناء أو منشأة مجموعة الأبنية) عموماً على عناصر البنية التحتية التي توفر أنظمة المرافق إلى المبنى. يصف هذا الفصل بعض المرافق العامة التي تعتبر من عناصر المنشأة. لا تُشكل المرافق الموصوفة قائمة شاملة لجميع عناصر المنشأة في المستشفى ولكنها تُعتبر مُمثلة للأنظمة الرئيسية.

غالباً ما يتم احتواء العناصر الرئيسية للمنشأة المادية في موقع مركزي وذلك من أجل كفاءة البناء والتشغيل. عادة ما تُدعى هذه العناصر المُثبتة والمبنية وفقاً لذلك بالمنشأة المركزية. قد يتم احتواء المنشأة المركزية في مبنى مرافق منفصل ولكنه متاخم أو قد تكون موجودة داخل نطاق مبنى المستشفى. غالباً ما تشمل المنشأة المركزية على مراجل الماء الساخن والبخار والمبردات وتجهيزات توليد الطاقة أو بعض المجموعات الفرعية من هذه العناصر. تترافق هذه الأجهزة الكهروميكانيكية الكبيرة بمجموعة من المضخات والمحركات والأنابيب والمواسير والأسلاك والمداخن. تكون المكونات الأخرى للمنشأة موزعة لتُشكل مسارات التوزيع لنواتج وطاقة المنشأة. يشمل هذا الفصل على وصف لعناصر المنشأة من أجل تعريف المهندس الإكلينيكي بالمنشأة.

سلامة الحياة
Life Safety

كشف الحرائق Fire Detection

تتألف الأنظمة الحديثة للكشف عن الحريق من خزانة واحدة (أو أكثر) مجهزة بمعالجات صغرية مع أجهزة ميدانية فردية مُرتبطة بالخزانة من خلال الأسلاك وبروتوكول الاتصالات. قد تشمل هذه الأجهزة على ما يلي:

- كاشفات الدخان.

- كاشفات الحرارة.
- وحدات التحكم للمراوح والأبواب.
- أجهزة الإبلاغ البصرية (الأجهزة الوماضة).
- أجهزة الإبلاغ السمعية (مكبرات الصوت والأبواق).

ترتبط أنظمة إنذار الحريق الحديثة (والمعروف أيضاً بلوحات التحكم بإنذار الحريق) بجهاز حاسب شخصي (PC) يقوم بتحميل المعلومات الخاصة بالموقع بما في ذلك مهام الأجهزة وتسميات الأجهزة وبروتوكولات الإبلاغ والرسائل وتسلسل العمليات لأجهزة التحكم والإبلاغ. يمكن أن تشمل الخيارات المتاحة لعمليات هذه الأنظمة على الفترة الزمنية التي يبقى فيها الكاشف في حالة الإنذار قبل أن يتم الإعلان عن الإنذار العام وكذلك الفترة الزمنية التي تكون فيها الإشارات الصوتية فعالة مع الإنذار العام وشكل الرسائل التي يتم عرضها لأي حالة. تُجهَّز المباني والمجمعات الكبيرة بخزائن متعددة تحتوي على الأجهزة الداعمة. ترتبط الخزائن الموجودة داخل مناطق معينة بشبكة مشتركة. قد تكون هذه الأنظمة ذكية بما يكفي للقيام بالمراقبة والإبلاغ عن حالات مثل كاشفات الدخان المتسخة والأجهزة المفقودة وحالات الأرضي المفتوح أو المُعطل. عادة ما يتم اعتماد معايير الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق (NFPA) لضبط وتنظيم عمليات التركيب والصيانة لنظام إنذار الحريق.

الحماية من الحريق وقمع الحريق Fire Protection/Suppression

المرشات Sprinklers

يُعتبر نظام الرش التلقائي بالنسبة إلى المستشفيات نظام الحماية الرئيسي من الحرائق. إن نظام الرش التلقائي هو نظام مياه منقولة بالأنابيب وعادة ما يتغذى من مياه الشوارع الرئيسية موصلاً هذه المياه إلى المبنى من خلال مجموعة من الأنابيب والصمامات المستقلة عن نظام المياه المحلية على الرغم من احتمال أن تكون المياه على مستوى الشارع تأتي أصلاً من نفس نظام الأنابيب الرئيسية. يوجد في نظام الرش صمامات لكل فرع حيث تكون متاحة لقسم مكافحة الحرائق كما يُمكن قفلها في وضعية الفتح. كما أن لأنظمة الرش هذه أنظمة مراقبة إلكترونية للدلالة على حالات الإغلاق أو الإغلاق الجزئي. قد تكون الصمامات المتواجدة خارج المبنى من النوع الذي يعرف بصمام "الدلالة على الوضع" (post-indicating valve "PIV") الذي يحتوي على نافذة تُظهر عبارة "مفتوح" أو "مغلق". قد يتضمن نظام الرش داخل المبنى على صمامات إضافية خاصة بكل منطقة حيث تتم مراقبة كل صمام إلكترونياً بهدف إحداث حالة إنذار إذا كان الصمام مغلقاً أو مغلقاً جزئياً. تُوزَّع أنابيب نظام الرش في جميع أرجاء المبنى وتتصل مع رؤوس رش ذات تفعيل حراري. يُفتَح رأس الرش عند درجة حرارة معينة وبعد فترة زمنية معينة حيث يتم رش المياه فوق المنطقة التي يخدمها. تستمر المياه بالتدفق حتى يتم إغلاق صمام التحكم.

تعمل بعض الأنظمة حصراً على ضغط مياه الشوارع الرئيسية. وقد يتواجد في بعض الأنظمة الأخرى مضخات لرفع ضغط الرش إلى المستوى المطلوب أو لتوفير المياه من مصادر بديلة مثل الخزانات أو البرك. قد تكون توصيلة قسم مكافحة الحريق جزءاً من نظام الأنابيب الخارجية مما يسمح لشاحنة ضخ المياه بأن ترتبط بنظام الرش التلقائي وزيادة الضغط في النظام أو إضافة كميات إضافية من الماء إذا كان الإمداد الرئيسي غير كاف.

بالإضافة إلى أنظمة الرش التلقائية الرطبة فقد يتم تركيب أنظمة أنابيب رأسية جافة خارج المبنى للسماح بتوصيل مصدر مياه مثل محرك مضخة شاحنة إطفاء الحريق لتوفير المياه إلى خراطيم إطفاء الحريق أو إلى الرشاشات داخل المبنى. قد يتم استخدام أنظمة إخماد حرائق أخرى في مناطق مختارة في المستشفيات. قد يتم تجهيز غرف الكمبيوترات بنظام الهالون (Halon) الذي يستخدم مواد كيميائية مضغوط لإخماد الحريق. تعمل هذه الأنظمة كهربائياً اعتماداً على نمط كشف مُحدَّد في الغرفة. عند تفعيل هذه الأنظمة يؤدي فتح صمامها إلى التحرير السريع للمادة المضغوطة داخل الغرفة المغلقة. تُزوَّد مناطق الطهي والشوايات والأجهزة الأخرى المنتجة للشحوم بمدخنة عادم مع أنظمة إطفاء كيميائية جافة ذات تفعيل حراري. تُحرِّر هذه الأنظمة مادة كيميائية مُثبطة للحريق على منطقة الطهي إذا تجاوزت درجة الحرارة في مدخنة العادم درجة حرارة معينة.

أما أنظمة الإطفاء الأخرى بما في ذلك أنظمة غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط فهي أقل شيوعاً في المستشفيات. إلا أنه يتم ربط جميع الأنظمة مع نظام إنذار الحريق الموجود في المستشفى بحيث إن تفعيل أي نظام إخماد يؤدي إلى إنذار حريق عام. في حال نظام الرش فإن أجهزة الكشف عن التدفق في أنابيب الرش هي التي تُفعِّل إنذار الحريق. أما الأنظمة الأخرى فتعطي إشارات الإنذار إلى نظام إنذار الحريق الرئيسي من خلال تماسات الفاصمات أو عن طريق وسائل أخرى.

الحواجز Barriers

تتم الحماية من الحريق في المستشفيات بشكلٍ جزئي من قبل عناصر البناء في المباني. تشمل الحواجز التي تحول دون انتشار الدخان والنيران على الجدران والأبواب والمخمدات.

تُحدِّد مُتطلبات بناء المستشفى مواد البناء والترتيب لاحتواء الحريق والدخان داخل الغرف والمقصورات لإتاحة الوقت لإخماد الحريق ولحماية مسارات الخروج من المنطقة أو من المبنى.

طفايات الحريق Extinguishers

بالإضافة إلى أنظمة الرش التلقائية وأنظمة الإخماد غير المائية، فإن المستشفيات تحتوي على مخزون كبير من طفايات الحريق اليدوية من مختلف الأحجام والمواصفات. تتطلب هذه الأجهزة عمليات تفتيش واختبار منتظمة.

الخراطيم Hoses

قد تحتوي بعض المستشفيات على خراطيم المياه التي تعلق على أنابيب الرش الآلي بحيث يمكن لشاغلي البناء إخماد أو إطفاء الحريق. يؤدي تشغيل هذه الخراطيم إلى إصدار إنذار تدفق مياه من نظام إنذار الحريق.

الصنابير Hydrants

تحتوي ممتلكات المستشفى على صنابير حريق قياسية موجودة في مسافات محددة في محيط المستشفى لاستخدامها من قبل شاحنات الإطفاء. يجب اختبار صنابير المياه بانتظام من أجل التدفق والضغط المناسبين.

إشارات الخروج والإضاءة Egress Signage and Lighting

تُشكل إشارات "الخروج Exit" المطلوبة في مباني المستشفيات عنصراً هاماً من عناصر أنظمة سلامة الحياة. يمكن إضاءة هذه الإشارات باستخدام الـ LEDs أو المصابيح الكهربائية أو قد تكون ذاتية الإضاءة باستخدام مواد مشعة مضيئة. يجب تزويد الطاقة إلى بعض المصابيح الموجودة على طريق الخروج من أي مبنى بمصدر طاقة طوارئ لتوفير ممر مضاء خلال الحريق أو في حالات الطوارئ الأخرى التي تُعطل مصادر الطاقة العادية.

الطاقة الكهربائية في حالات الطوارئ Emergency Electric Power

يجب دعم بعض الأحمال الكهربائية في المستشفى بإمدادات كهربائية احتياطية في حالات الطوارئ. ومن أساليب الامتثال المعروفة تركيب مجموعات محركات التوليد التي تعمل بوقود الديزل. ترتبط هذه الأجهزة من خلال مفاتيح تحويل تلقائية (ATS) تتحسس لفقدان الطاقة العادية وتُشغّل بشكل تلقائي مفتاح ميكانيكي لربط الأحمال المطلوبة إلى خرج مجموعة محركات التوليد. يمكن في بعض الحالات توصيل أحمال أخرى غير الأحمال المطلوبة. كما يمكن استخدام البنزين والغاز الطبيعي أو أي أنواع أخرى من الوقود لتشغيل محركات مجموعات التوليد. كما تُستخدم المولدات التي تعمل على البخار أو التوربينات النفاثة لإمداد الطاقة إلى المستشفيات ولكنها ليست شائعة الاستخدام كأنظمة مولدات احتياطية لحالات الطوارئ. تم في إحدى الحالات تحديد مولدات الطاقة التي تعمل على البخار على أنها مصدر الطاقة العادية بينما تم تحديد أنظمة المرافق العامة على أنها النظام الاحتياطي في حالات الطوارئ. تُحدِّد المتطلبات التنظيمية بشكلٍ عام أن تتمكن مجموعة محركات المولدات من الإقلاع والوصول إلى السرعة القصوى وأن تُشغل الـ ATS وأن توصل وتدعم الأحمال الكهربائية المطلوبة في غضون عشرة ثوان بعد فشل مصادر الطاقة العادية. (انظر إلى الفصل ١٠٩ لمزيد من المعلومات حول الطاقة الكهربائية في حالات الطوارئ).

الإضاءة Lighting

تُعتبر الإضاءة المُستخدِم الرئيسي للطاقة في المستشفى وتشمل على مجموعة متنوعة من التجهيزات والمصابيح المتوهجة ومصابيح الفلورسنت مختلفة السطوع. يمكن أن يكون التحكم بالإضاءة متطوراً بهدف تحسين كفاءة الطاقة ولكن الإضاءة في المستشفيات تبقى على العموم عند مستوى ثابت بسبب طبيعة العمليات في المستشفى.

النقل الرأسي بين الطوابق
Vertical Transport

يمكن تحقيق النقل الرأسي باستخدام المصاعد أو السلالم المتحركة في بعض الحالات. يمكن أن يتم تشغيل المصاعد بشكلٍ مستقل أو يمكن أن تكون ذات أنظمة تحكم تُحدد أفضل المواقع للمصاعد استناداً إلى بعض القواعد المحددة مسبقاً مثل الوقت والطابق ذي الأولوية وإعطاء الأولوية للمستخدم.

الطاقة الكهربائية العادية
Normal Electric Power

تُقدم شركة المرافق المحلية في معظم الأحيان الطاقة الكهربائية العادية إلى المستشفيات. يمكن شراء الطاقة الكهربائية على سبيل المثال عند مستوى جهد المستخدم أو ٢٠٨ أو ٤٨٠ فولتاً ومن ثم تُحوَّل إلى جهود أخرى لبعض استخدامات المستشفى. في هذه الحالة فإن شركة المرافق سوف تمتلك محولات كبيرة ضمن ممتلكات المستشفى أو بالقرب منها وذلك لأن شركات المرافق العامة تملك الطاقة الكهربائية في الشارع عند مستويات جهد عالية (مثل ٢١ كيلوفولتاً و ١٢ كيلوفولتاً). قد تختار المستشفيات شراء الطاقة في مستويات الجهد العالي للحصول على الخصم، وفي هذه الحال فإنها سوف تمتلك أنظمة كهربائية صغيرة عالية الجهد مع محولات الكهربائية خاصة بها لتخفيض الجهد إلى مستوى الخدمة. يُعتبر فهم هيكليات معدل المرافق جزءاً هاماً في تشغيل المستشفيات وتقليل فواتير المرافق. (انظر إلى الفصل ١٠٩ لمزيد من المناقشة عن الطاقة الكهربائية العادية).

المياه المحلية
Domestic Water

تبيع شركة المياه المحلية أو شركة المرافق المحلية المياه للاستحمام والشرب والطبخ وشبكات المجاري الصحية. قد تكون الكثير من المياه المُستهلكة في المستشفيات على أساسٍ يومي مُستخدمة من أجل ضبط الراحة حيث يتبخر هذا الماء في الجو من أبراج التبريد. ويمكن لنظام التبريد أن يستخدم أكثر من ١٠,٠٠٠ غالون من الماء يومياً. قد تحتاج المياه المحلية إلى المعالجة قبل استخدامها في المراجل والتجهيزات الأخرى للحد من قساوتها أو لتقليل الملوثات التي يمكن أن تُلحق الضرر في الأنابيب أو أنظمة. (انظر إلى الفصل ١١٥ لمزيد من المعلومات حول المياه).

التدفئة والتهوية وتكييف الهواء
HVAC

تتكون أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) من العناصر الرئيسية التالية:

- تسخين الماء الساخن.

- مضخات التبريد وأبراج التبريد والمبردات.
- معالجة المياه.
- المراوح.
- التحكمات.
- الترطيب.

يظهر في الفصل ١٠٨ مناقشة كاملة لهذه العناصر.

المجاري
Sewers

المجاري الصحية Sanitary Sewer

خلافا لأنظمة الصرف الصحي المنزلية، يجب على أنظمة الصرف الصحي في المستشفى استيعاب المواد الكاوية والشحوم من عمليات المطبخ الرئيسي والمياه المعالجة كيميائياً من المراجل وأبراج التبريد والمياه الملوثة بالفضة من عمليات تحميض أفلام الأشعة وغيرها من النفايات السائلة التي لا توجد في مياه الصرف الصحي المنزلية. لكي تستوعب أنظمة الصرف الصحي في المستشفيات النفايات السائلة المختلفة فقد تشتمل على معترضات أو مصايد للشحوم وأنظمة خلط أو تخفيف وأنابيب مُصنعة من مواد دخيلة مثل الزجاج وأنظمة معالجة النفايات السائلة باستخدام الأنزيمات أو البكتيريا.

مجاري العواصف Storm Sewers

تختلف مجاري العواصف عن شبكات المجاري الصحية. تتعامل مجاري العواصف مع جريان المياه من الأمطار أو الثلوج أو الري. قد يتطلب فصل أنظمة الصرف الصحي امتثالاً للقوانين المحلية اهتماماً خاصاً في بعض المناطق بما في ذلك رصيف التحميل أو المناطق ضغط النفايات حيث يجب فصل الملوثات الناتجة عن الغسل أو الانسكاب بعناية عن مياه الأمطار وتوجيهها إلى أنظمة صرف صحي مختلفة. (انظر إلى الفصل ١١٤ لمزيد من المعلومات عن الصرف الصحي).

الغازات الطبية والفاكيوم
Medical Gases and Vacuum

تشمل أنظمة أنابيب الغازات الطبية في المستشفيات على الهواء الطبي والأكسجين الطبي وكذلك على أكسيد النيتروس والنيتروجين في بعض المناطق. كما تُعتبر أنظمة الفاكيوم الطبية عادة جزءاً من هذه الأنظمة. يتطلب تشغيل أنظمة الأنابيب معرفة بتنظيم الضغط وأنظمة إنذار الغازات وأنظمة تخزين الغاز المسال الكبيرة وكيفية التعامل مع

أسطوانات تخزين الغاز المضغوطة وأنظمة توصيل الغازات عبر مُجمِّع الأسطوانات. وعلاوة على ذلك، تحتوي المستشفيات عادة على مجموعة متنوعة من الغازات التي تأتي في أسطوانات (غازات غير منقولة بالأنابيب) بما في ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وغازات أخرى تُستخدَم للفحص في تطبيقاتٍ مختلفة. من المطلوب وجود أعمال صيانة وتشغيل دقيقة للحيلولة دون توصيل الغاز الخاطئ أو توصيل أي غاز عند ضغطٍ خاطئ. يحتوي الفصل ١١٠ على مزيد من المناقشة عن أنظمة الغازات الطبية.

البخار والغاز الطبيعي
Steam and Natural Gas

تُنتِج المراجل البخارية في المنشأة المركزية البخار من أجل استخدامه عموماً في التدفئة والتعقيم والطبخ والترطيب وتوصيله بالأنابيب إلى المستخدم النهائي. قد يتم استخدام الغاز الطبيعي وزيت الوقود وغاز البروبين أو أي وقود آخر لتشغيل المراجل البخارية. يمكن في بعض المناطق توفير البخار كمُنتَج من المرافق المحلية حيث يتم توصيله بالأنابيب من خارج المستشفى. كما يمكن استخدام الغاز الطبيعي لتسخين الماء الساخن والبخار والمياه الساخنة الداخلية والطبخ وغيرها من الخدمات.

الاتصالات
Communications

تشمل أنظمة الاتصالات الحديثة على مجموعة متنوعة من الأنظمة المتصلة سلكياً والأنظمة اللاسلكية. قد تُشغِّل المستشفى نظام هاتف يتم تقديمه كخدمة من شركة الهاتف المحلية، كما تمتلك المستشفى عادة على نظام الهاتف المُسمى "تبادل الأعمال الخاص (PBX)". تتألف أنظمة الـ PBX من: (١) "المُبدل" المركزي أي الإلكترونيات التي تتحكم بالهواتف، (٢) المكالمات القادمة بأسلاك أو الألياف من خارج المستشفى، (٣) الشبكة المحلية داخل المستشفى. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن للمستشفى تشغيل نظام هاتف مرتبط إلى نظام شبكة البيانات الداخلية باستخدام أجهزة بروتوكول الإنترنت. يمكن أن تشمل أنظمة الاتصالات الأخرى التي يتم تشغيلها وصيانتها في المستشفى على أنظمة استدعاء الممرضات وأجهزة الترددات الراديوية مثل أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه والمكررات وأنظمة النداء وأنظمة الهاتف الخلوي لاستخدامها داخل أو خارج المستشفى. تستخدم بعض المستشفيات أنظمة الأنابيب الهوائية لتحريك الناقلات خلال نظام الأنابيب من موقعٍ إلى آخر إما بالفاكيوم أو بالضغط. تتطلب أنظمة الضغط نظام مراقبة لفرز وتوجيه الناقلات إلى الوجهة الصحيحة ويمكن أن تضم أجهزة كمبيوتر متطورة للتوجيه لتحسين استخدامها.