Journal of
Engineering Sciences
Faculty of Engineering
Assiut University
JES
مجلة
العلوم الهندسية
كلية الهندسة
جامعة أسيوط
journal homepage: http://jesaun.journals.ekb.eg

# A Proposed Methodology for Achieving Integration Between Engineering Service Systems and The Architectural and Structural Elements of Hospital Buildings

# منهجية مقترحة لتحقيق التكامل بين الأنظمة الهندسية الخدمية وبين العناصر المعمارية والإنشائية في مباني المستشفيات

Received 28 January 2024؛ Revised 20 February 2024؛ Accepted 20 February 2024

محمد حلمي الحفناوي [1]

Mechanical, Electrical, and Plumbing Engineering Systems (MEP) Play a Major Role in Enabling Hospitals to Perform their Functions, and in the Comfort, Safety, and Security of their Occupants. They Affect each other and Influence the Design and Execution of the Building's Architectural and Structural Elements, including the Layout, Elevations, and Plans, in addition to Aspects Pertaining to Structural Systems or Shafts, and Interior Finishes.

The Paper Problem is Apparent through the lack of knowledge Relating to the Requirements of different Engineering Service Systems, and the Unawareness of their Impact on each other or on the Architectural and Structural Elements of the Building. This limits Fully Benefiting from such Systems due to Conflicts between them and the Architectural and Structural Elements, in addition to Hindering Making Appropriate Design Decisions related to Operating them causing Deficient Coordination.

This Paper Aims to Develop a Methodology for Achieving Integration between Types of Engineering Service Systems and the Architectural and Structural Elements of Hospital Buildings, Leading to Design Decisions that can Attain the Highest Benefit from such Systems and Ensure their Operational Safety according to their Types, Internal Components, Functional Requirements, and their Impact on the Design Decisions for all the Structural Elements of the Building. This is Performed based on a Theoretical and Analytical Study of the Types and Components of Engineering Service Systems (MEP) and Determining their Impact on the Structural Elements and Architectural Components of the Building.

The Paper proposes a Methodology that Comprises 12 Stages to Achieve Integration between Engineering Systems and the Structural

**Keywords**
Engineering systemsm - Structural elements Integration of systems - Hospital buildings - Design decision

**الكلمات الرئيسية**
الأنظمة الهندسية – العناصر الإنشائية – التكامل بين الأنظمة – مباني المستشفيات – القرارات التصميمية

[1] استاذ مساعد – وكيل كلية الفنون الجميلة جامعة أسيوط ورئيس قسم العمارة- Mohamedhelmy@farts.aun.edu.eg
mhelmy1974@yahoo.com.au

https://doi.org/10.21608/JESAUN.2024.266216.1305
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

and Architectural Elements of the Building, according to the Types and Requirements of each System and its Impact on Design Decisions. A set of Tables are also Developed that Represents a Guideline and include Alternatives to the Different Types of Engineering Systems, their Requirements, and Highlight their Impact on the Structural and Architectural Elements of the Building, including the Layout, Plans, Elevations, and Interior Design Elements, in addition to their Relation to other Engineering Systems. The Results also Highlighted the Large Diversity of Types of Mechanical Systems, and the Significant Influence of Electrical Systems on all other Systems.

**الملخص**

تقوم الأنظمة الهندسية الميكانيكية والكهربائية والصحية Mechanical Electrical Plumbing (MEP) بدوراً كبيراً في تأدية المستشفيات لوظيفتها وراحة وسلامة وأمن شاغليها، وهي تؤثر علي بعضها البعض وتؤثر علي تصميم وتنفيذ العناصر الإنشائية والمعمارية للمبني شاملة الموقع العام والواجهات والمساقط الأفقية وكل ما يخص الأنظمة الإنشائية أو المناور والتشطيبات الداخلية، وتظهر الإشكالية في عدم الإلمام الكامل بمتطلبات نوعيات الأنظمة الهندسية الخدمية المختلفة وعدم التحديد الكامل لتأثيرها علي بعضها البعض أو علي العناصر الإنشائية والمعمارية للمبني بصورة تتسبب في عدم الإستفادة الكاملة من الأنظمة وحدوث بعض التعارضات بينها وبين العناصر الإنشائية والمعمارية وعدم إتخاذ القرارات التصميمية المناسبة للتعامل معها وعدم التنسيق بينها.

ويهدف البحث إلى وضع منهجية محددة لتحقيق التكامل بين نوعيات الأنظمة الهندسية الخدمية وبين العناصر الإنشائية والمعمارية بمباني المستشفيات، وصولاً إلي تحديد القرارات التصميمية التي تحقق الإستفادة القصوي من الأنظمة وسلامة عملها وفقا لأنواعها ومكوناتها الداخلية ومتطلباتها الوظيفية وتأثيرها علي القرارات التصميمية لجميع العناصر الإنشائية للمبني.

ويتم ذلك بالإعتماد على الدراسة النظرية والتحليلية لنوعيات ومكونات الأنظمة الهندسية الخدمية (MEP) وتحديد تأثيرها علي العناصر الإنشائية والمكونات المعمارية للمبني.

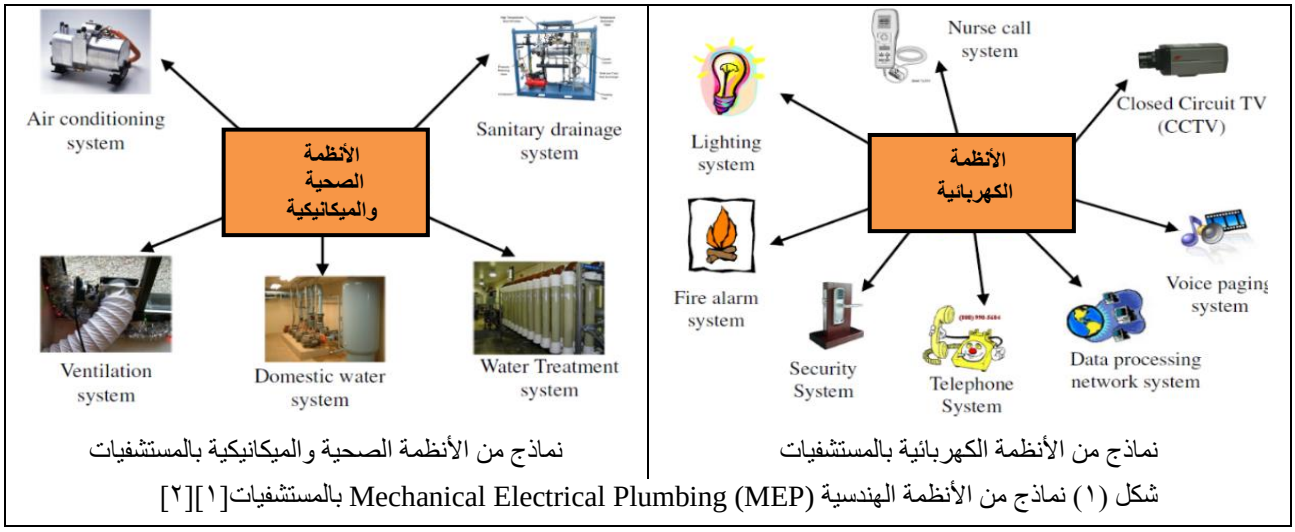
وتوصل البحث إلي إقتراح منهجية تضم ١٢ مرحلة لتحقيق التكامل بين الأنظمة الهندسية داخليا وكذلك بينها وبين العناصر الإنشائية والمعمارية للمبني وفقا لأنواع ولمتطلبات كل نظام وتأثيره علي القرارات التصميمية، كما تم التوصل لمجموعة جداول تمثل دليلا إسترشاديا وتضم بدائل أنواع الأنظمة الهندسية المختلفة ومتطلباتها وتأثيرها علي كل العناصر الإنشائية والمعمارية للمبني شاملة الموقع العام والمساقط الأفقية والواجهات وعناصر التصميم الداخلي فضلا عن متطلباتها من الأنظمة الهندسية الأخري، وقد أظهرت النتائج التنوع الكبير لنوعيات الأنظمة الميكانيكية، والتأثير الكبير للأنظمة الكهربائية علي كافة الأنظمة الأخري.

## ١. المقدمة

تتميز المستشفيات بتعدد أنظمتها الهندسية الخدمية مقارنة بالمباني الأخري، وهي تضم الأنظمة الميكانيكية (التهوية والتكييف والغازات الطبية وإطفاء الحريق..إلخ) والأنظمة الكهربائية (الإضاءة والطوارئ وإستدعاء التمريض والإنذار..إلخ) والأنظمة الصحية (الصرف الصحي والإمداد بالمياه الباردة / الساخنة..إلخ).

وتعد الأنظمة الهندسية الخدمية الثلاثة هي المسؤولة عن تأدية المبني لوظيفته لضمان راحة وسلامة شاغليه، ويطلق عليها الأنظمة الميكانيكية والكهربائية والصحية Mechanical Electrical Plumbing (MEP) أو أنظمة خدمات البناء Building Servies Systems (BSS).

حيث تؤثر أنظمة (MEP) على بعضها البعض فضلاً عن تأثيرها علي تصميم وتنفيذ العناصر الإنشائية والمعمارية للمبني سواء الخاص بالفراغات الخارجية والموقع العام أو بتصميم المساقط الأفقية شاملة الأنظمة الإنشائية (بلاطات مسطحة، كمرات متقاطعة، أعمدة..إلخ) أو بالعناصر الخدمية الداخلية (مناور ودكتات..إلخ) أو بعناصر التشطيبات الداخلية المؤثرة علي تأدية الوظيفة (أرضيات وحوائط وأسقف..إلخ) [١][٢]. ويوضح الشكل التالي رقم (١) نماذج من الأنظمة الهندسية المختلفة. وقد أظهرت الدراسات أهمية دمج التطور في الأنظمة الهندسية مع التصميم المعماري والداخلي للمستشفي لتحسين الخدمات الطبية وجودة رعاية المرضى ومنع إنتقال العدوى [٣]، وذلك لكونها حجر الزاوية للممارسة المعمارية ومحركاً أساسياً للعملية التصميمة ومؤشراً هاماً للتقدم بالمعلومات وعاملاً مهماً للوصول لأفضل ممارسة هندسية[٤][٥] مع الاشارة إلي أن أنظمة (MEP) تسهم إلي حد كبير في تحسين البيئة بالمستشفي وتؤثر على المرضى والعاملين، حيث يتعافي المرضى بسرعة أكبر وتقل الضغوط علي العاملين إذا تم الاعتناء بهم في بيئة نظيفة ذات تهوية جيدة وذات بيئات داعمة للعمل والشفاء [٦]




نماذج من الأنظمة الصحية والميكانيكية بالمستشفيات

نماذج من الأنظمة الكهربائية بالمستشفيات

شكل (١) نماذج من الأنظمة الهندسية Mechanical Electrical Plumbing (MEP) بالمستشفيات[١][٢]

### ١/١المشكلة البحثية:

تظهر في عدم الإلمام الكامل بمتطلبات أنواع الأنظمة الهندسية المختلفة وعلاقة كل نظام بالأخر وعدم التحديد الكامل لتأثيرها على بعضها البعض وعلي العناصر الإنشائية والمعمارية للمبني وعلي القرارات التصميمية المرتبطة بها مما قد يتسبب في سوء توزيعها وعدم الإستفادة الكاملة منها وعدم التنسيق بينها وحدوث الكثير من التعارضات بين الأنظمة معا وبينها وبين العناصر الإنشائية والمعمارية بالمبني ومن ثم عدم إتخاذ القرارات التصميمية المناسبة للتعامل السليم معها.

### ٢/١ الأهمية البحثية:

يستمد البحث أهميته من أن نتائجه تعطي منهجاً واضحا محدداً لتعظيم الإستفادة من مختلف الأنظمة الهندسية الخدمية والتحديد الدقيق لمتطلباتها وإتخاذ القرارات التصميمية المناسبة والمتوافقة مع المتطلبات المعمارية والنظام الإنشائي.

### ٣/١ هدف البحث:

يهدف البحث إلى وضع منهجية محددة تقوم علي تحديد القرارات التصميمية التي تحقق الإستفادة القصوي من الأنظمة الهندسية وضمان سلامة عملها وصولاً إلي تحقيق التكامل بين نوعيات الأنظمة الهندسية الخدمية المختلفة وبين العناصر المعمارية والإنشائية بمباني المستشفيات وذلك بالإعتماد علي تحديد التأثير الداخلي المتبادل بين الأنظمة وكذلك بينها وبين العناصر المعمارية والإنشائية بالمبني للقضاء علي التعارضات والتأثيرات السلبية لكلاهما علي الآخر وتحقيق الجودة الطبية.

**٤/١ منهجية البحث:**

سيتم إتباع المنهج الوصفي التحليلي والمنهج الإستنباطي، وتتكون الورقة البحثية من ثلاثة أجزاء الأول: يختص بدراسة نوعيات ومكونات الأنظمة الهندسية، والثاني: يشمل تحديد إرتباط الأنظمة الهندسية التصميم المعماري والعناصر الانشائية للمبني، والثالث: يضم إقتراح منهجية لتحقيق التكامل بين الأنظمة الهندسية داخليا وبينها وبين العناصر المعمارية والإنشائية وفقا لمتطلبات كل نظام وتأثيره على القرارات التصميمية، وتنتهي الورقة البحثية بالنتائج والتوصيات.

**٢. أنواع الأنظمة الهندسية المختلفة ومكوناتها وسبل التنسيق بينها في مباني المستشفيات**

يعد تصميم وتنفيذ الأنظمة الهندسية (MEP) مسعاً صعبًا وضروريا بمشاريع المستشفيات وذلك لخلق بيئات مناسبة لمختلف الوظائف والمستخدمين ولتتواكب مع التطور المستمر في التشخيص والعلاج والجراحة[٢]. ويعد التحديد الدقيق لنوعيات أنظمة (MEP) قبل إعداد التصميمات المعمارية والإنشائية للمبني وتحديد مساحات محددة لها وفقا لمعايير البناء والتشغيل والصيانة عاملاً هاماً لتجنب عديد من المشكلات الرئيسية وسبيلاً لتحقيق التنسيق بين الأنظمة بإعتبارها أحد المناطق الرمادية التي تؤثر على الأداء العام للمبني[٧][٨][٩][١٠] ومن ثم تحقيق التكامل بين الأنظمة المعمارية والإنشائية بإعتبارها الهيكل العظمي للمبني وبين الأنظمة الهندسية الخدمية بإعتبارها باقي أعضاء الجسم [١١]

**٢-١ مفهوم الأنظمة الهندسية في مباني المستشفيات وأهمية تحقيق التنسيق والتكامل فيما بينها**

تعد الأنظمة الهندسية الخدمية بالمستشفي من أكثر المكونات تعقيدًا حيث يجب تشغيلها في كل المبنى لتوفير الخدمات له ولشاغليه ولتلبية متطلبات محددة وبيئة أفضل للشاغلين[١٢]، ويعد التنسيق بينها أمرًا بالغاً الصعوبة بالمشاريع المعقدة كثيفة الأنظمة وأمراً ضروريًا لتحديد موقعها وخصائصها خلال التصميم لتحسين جودته، ويعرف تنسيق وتكامل أنظمة (MEP) على أنه التكامل والدمج بين أنظمة الهندسة الكهربائية والميكانيكية والصحية وبين العناصر المعمارية والإنشائية للمبني، ودمج الرسومات التفصيلية للأنظمة مع غيرها من التصميمات، وهو أيضا "ترتيب مكونات أنظمة البناء المختلفة ضمن قيود العمارة وعناصر البناء والهيكل (الجدران والأبواب والأعمدة والمناور وغيرها) لتحديد موقع أخطاء التصميم والتعارضات بشكل مترابط بين عناصر إنشاء المباني وأنظمة خدماتها[١٣][١٤].

وتعد أنشطة فريق التصميم مترابطة فعلي الرغم من أن مساهمة المعماريين في التصميم الأولي للمشروع تعد أكثر أهمية إلا أن مسؤولية باقي المهندسين (الميكانيكية والكهربائية والصحية) بالمراحل التالية كبيرة، ويقلل الإعتماد المتسلسل المتكامل للعمل من الخطأ والتعديلات في جميع المراحل[١٥] ومن ثم يوفر تنسيق أنظمة (MEP) سواء الأساسية أو الفرعية إدارة الوظائف غير الهيكلية للمبنى والخدمات لتحقيق إحتياجات مستخدميه، وخلق بيئة مريحة وآمنة لهم بكل المراحل ومن ثم وضع خطة صيانة طويلة الأجل لضمان إستدامة المبنى، وسهولة إستبدال مكونات هذه الأنظمة في نقاط زمنية مختلفة وفقا لنمط الجودة والمستخدم وعمر الخدمة [١٦] [١٧] وقد تم تقدير تكلفة أنظمة (MEP) بما يصل إلى ٦٠ ٪ من التكلفة الإجمالية للمشاريع، مع ضرورة أن تتناسب المساحات والأعمدة والمناور وكل ما يتبع العناصر المعمارية والإنشائية للمبني مع أنظمة (MEP) المتوقعة، وألا تكون المساحات صغيرة وغير قابلة للإستخدام ويصعب معها تركيب الأنظمة وصيانتها ويتم التنسيق بين المعلومات بين جميع تخصصات التصميم [١٣] [١٥].

**٢-٢ أنواع وتصنيف الأنظمة الهندسية الخدمية بمباني المستشيات**

تضم الأنظمة الهندسية الخدمية جميع الأعمال الكهربائية والميكانيكية والصحية وهي أكثر من عشرة أنظمة فرعية وكل نظام هو عبارة عن توليفة معقدة من عدة مكونات كالمعدات والأسلاك، بالإضافة إلى عدد من العلاقات والمسارات داخل النظام الواحد أو بينها وبين الأنظمة الأخري، ومن ثم يجب إدراك مكونات الأنظمة تفصيلاً لتحقيق أكثر الترتيبات وظيفيا واقتصاداً[١٣][١٧]. ويوضح شكل (٢) تصنيف الأنظمة الهندسية الخدمية الأكثر شيوعا بمباني المستشفيات.

شكل (٢) تصنيف الأنظمة الهندسية الخدمية الأكثر شيوعا في مباني المستشفيات (اعداد الباحث بالاستعانة بمراجع [١٣][١٧]

**٢-١ أنواع ومكونات وآلية عمل الأنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات**

تعد الأنظمة الميكانيكية أكثر الأنظمة الهندسية تعقيدا بالمستشفيات وبخاصة أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء حيث تحقق عند إستخدامها وظائف إضافية كتنقية الهواء والتخلص من الملوثات بخلاف تحقيق الراحة الحرارية[١] وتضم:

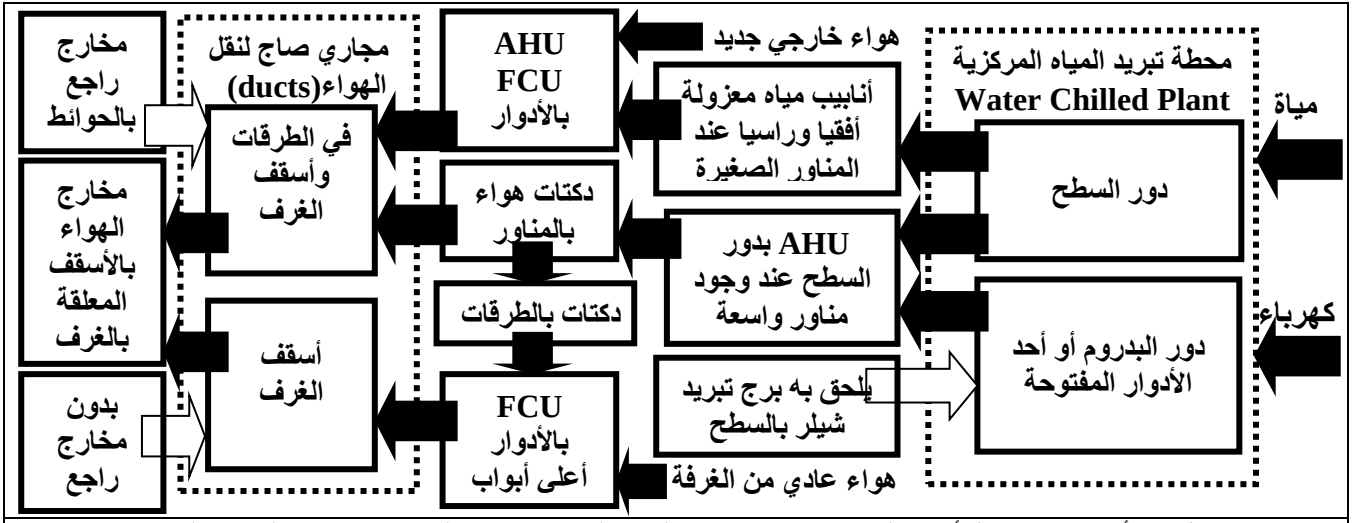
**٢-١-١ أنواع ومكونات أنظمة تسخين وتهوية وتكييف الهواء Heating, Ventilation, and Air conditioning**

يركز نظام تدفئة وتهوية وتكييف الهواء Heating, Ventilation, and Air Conditioning على تحسين الظروف الحرارية وتحسين كفاءة الهواء الخارجي قبل دخوله للمبنى فهو المسؤول عن تنقية الهواء الداخلي من الغبار والروائح وتعديل درجة حرارته والرطوبة النسبية له بصورة صحية، ويشار إليها باسم (HVAC). ويعد المناخ المحلي وشكل ومواد البناء للمبني وخصائص شاغليه من العوامل والمتغيرات الهامة المؤثرة على تصميم الأنظمة[١] [١٥]، وتضم أنظمة (HVAC) مجموعة مكونات داخلية وهي: المحطة الحرارية ويتم بها توليد التدفئة والتبريد، وقنوات توزيع الهواء، ومخارج الهواء للفراغات، فضلاً عن نظام التحكم وموازنة الأحمال الحرارية وتخزين الطاقة الحرارية للتشغيل، وتتأثر العلاقة بين (HVAC) وتصميم المبنى بمساحة معدات التكييف ومجاري الهواء والضوضاء والإهتزازات الصادرة منها [١٣].

وتعد أنظمة HVAC بالمستشفيات أكثر تعقيدا حيث يجب أن تتضمن بالاضافة إلي توفير ظروف مناخية مريحة توفير بيئة خالية من الجراثيم لمنع إنتشار المرض، كما يجب أن تراعي حساسية المعدات الطبية وتأثر أداؤها بسبب درجات الحرارة والرطوبة غير المنضبطة، وذلك في ضوء اختلاف استخدامات الغرف بالمستشفي فبعضها لعزل المرضى المعديين وبعضها للمرضى الذين قد يعانون من ضعف المناعة وبعض الأقسام مثل وحدات العناية المركزة وحديثي الولادة تحتاج لمزيد من الإهتمام حتي لا تنتقل الجراثيم مع تيار الهواء إليها، بصورة يجب أن يكون (HVAC) شديد الحساسية ومصمم بشكل مثالي لتوفير هذه المتطلبات[١٨]. ويوجد خياران لنظام HVAC في المستشفيات وهما:

**٢-١-١-١ الأنظمة بإستخدام محطة تبريد المياه المركزية (الشيلرات) Central Water Chilled Plant**

يستخدم هذا النظام عند التكييف المركزي لفراغات المستشفيات الكبيرة أو أجزاء كثيرة منها حيث يقلل التكلفة الأولية ويزيد الكفاءة الكلية، حيث يتم وضع محطة تبريد المياه المركزية (شيلرات) بعيدة عن المناطق الطبية (دور السطح أو البدروم مع وجود أبراج تبريد بدور السطح أو بمكان مفتوح)، ثم يتم مرور الهواء المبرد عبر مجاري معزولة إلي وحدات المناولة Air Handling Unit (AHU) أو الي الفان كويل Fan Coil Uint (FCU) ليتم تبريده، ثم ينتقل الهواء عبر مجاري صاج (دكتات) ليخرج في الفراغات عبر المخارج[١٨][١٩][٢٠]. شكل (٣) كيفية عمل هذا النظام

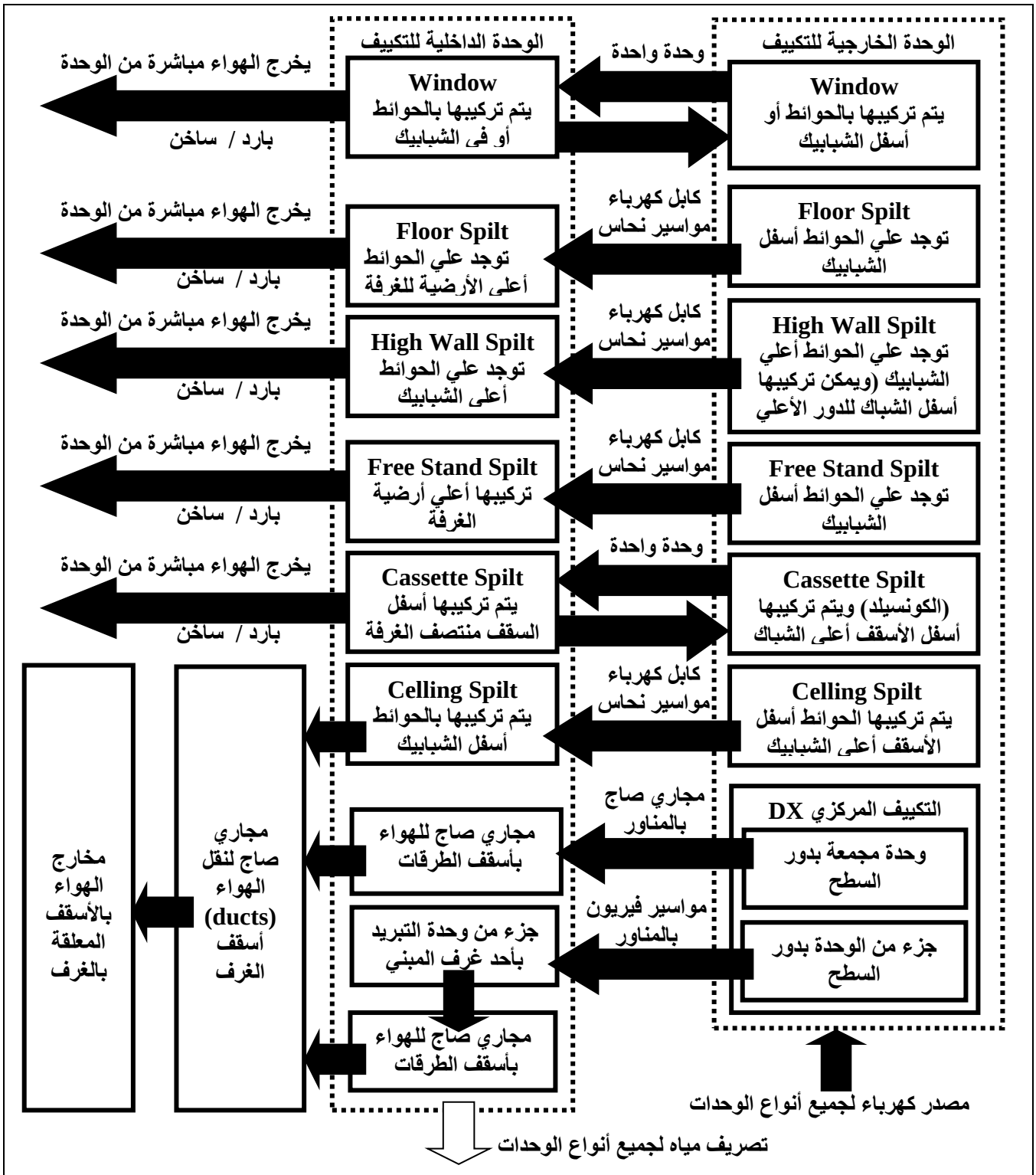



شكل (٣) أنواع وكيفية عمل أنظمة التكييف بإستخدام محطة التبريد المركزية (إعداد الباحث بالاستعانة بالمراجع السابقة)

**٢-١-١-١ الأنظمة بإستخدام التبريد المباشر للهواء Direct Expansion (DX)**

في هذا النظام يقوم الفريون بتبريد الهواء كبديل للماء المبرد بالنظام السابق حيث تقوم المروحة بالوحدة الداخلية للتكييف بسحب الهواء ذو الأحمال الحرارية ليمر أمام ملفات الفريون ليتم تبريده ثم توزيعه مباشرة من خلال: (أ) وحدات داخلية ديكورية ذات شكل جمالي ظاهر Decorative DX مثل أنظمة الشباك والاسبليت الحائطي وغيره، (ب)مجاري صاج ومنها إلي المخارج بالاسقف دون وحدات داخلية ويسمي Ducted DX مثل أنواع الكونسيلد[٢] [١٨]

ويعد نظام الأسبليت الحائطي العلوي مناسباً في الفراغات التي لا تحتاج ١٠٠٪ هواء مجدد ولا إلي تركيب مرشحات تنقية للهواء كالغرف الإدارية وغرف الإقامة لكون الوحدة الداخلية مرفوعة عن الأرض مما يقلل تراكم الملوثات أسفلها، كما يعد الكونسيلد أو الكاسيت مفضلاً أيضا بهذه الفراغات لعدم وجود وحدات داخلية والإكتفاء بمجاري الهواء بالأسقف المعلقة، مع أهمية توفير الإتصال المباشر بين الوحدة الخارجية والداخلية وذلك للسماح بمرور كابل الكهرباء ومواسير النحاس الخاصة بالفيريون المستخدم بالتبريد، وللسماح أيضاً بمرور مواسير المياه التي يتم تكثيفها علي ملفات الفيريون وحمل هذه المياه لخارج المبني، كما يمكن استخدام هذا النظام ضمن أنظمة التكييف المركزي كبديل للنظام السابق وذلك في صورة وحدة مجمعة تشبه تماما الوحدة الخارجية بالسطح في نظام محطة تبريد المياه المركزية أو بتقسيمها لجزئين أحدهما بالسطح والأخر بأحد المناور أو الغرف بالأدوار ويصل بينهما مواسير فيريون بالمناور الرأسية[١٨][١٩][٢٠]، ويوضح شكل (٤) مكونات نظام DX

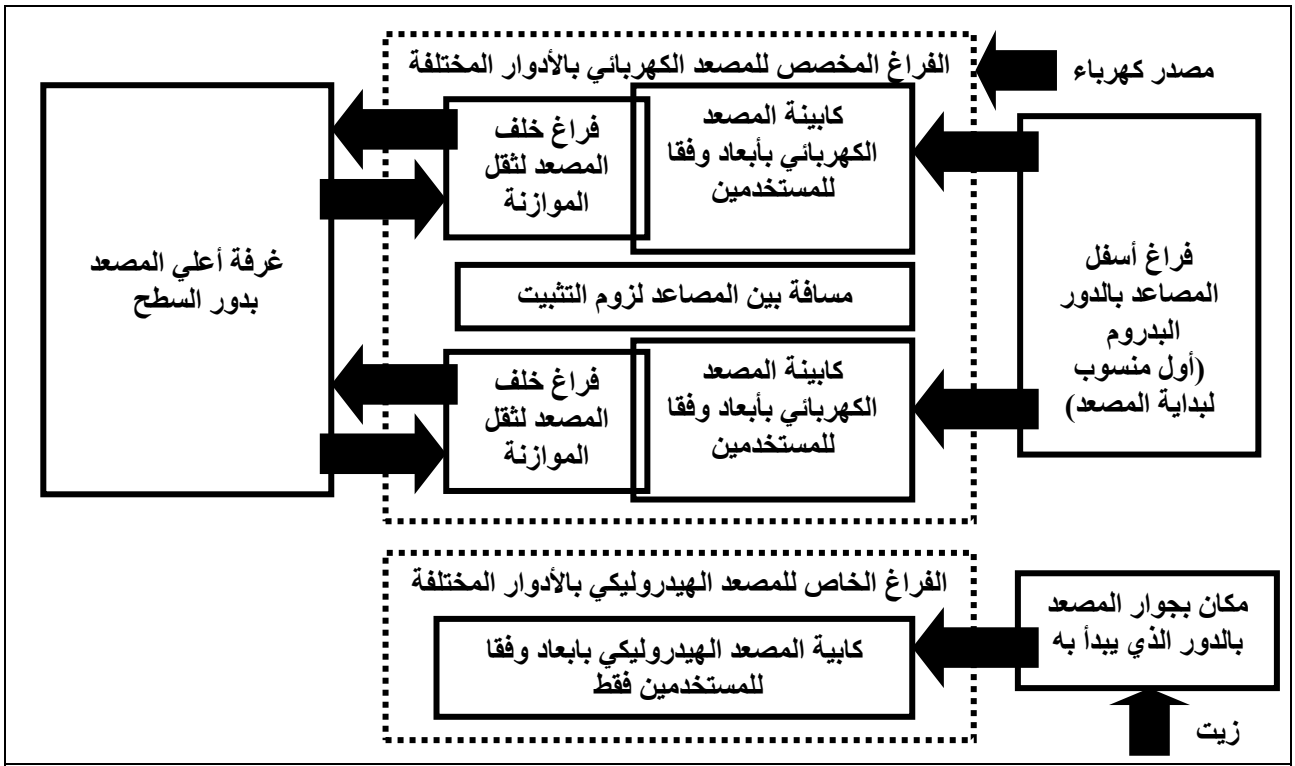



شكل (٤) أنواع وآلية عمل أنظمة التكييف بإستخدام التبريد المباشر للهواءDX (إعداد الباحث بالإستعانة بالمراجع السابقة)

### ٢-١-٢ أنواع وآلية عمل أنظمة المصاعد (النقل الرأسي) المختلفة

تعد المصاعد من أهم أنظمة الحركة الرأسية بالمستشفي وتقوم بنقل الأشخاص والمواد من دور لآخر وفقا لمتطلبات الأقسام والوحدات المختلفة، وتعتمد علي الفصل الكامل بين مصاعد نوعيات المستخدمين (مرضي – مرضي بكراسي متحركة / تروللي – هيئة طبية وعاملين) عن مصاعد نوعيات المعدات والمواد (معقمة – نظيفة – ملوثة – نفايات) وعلي أيضاً الفصل بين الأنواع الداخلية، حيث يتم تخصيص مصاعد بأبعاد تسمح بدخول التروللي للمرضي ولا يقل طول الكابينة بها عن ٢,٠٠ م بالاضافة إلي مصاعد الركاب التقليدية، وأخري لنقل الأدوات النظيفة وثالثة لنقل الأدوات

الملوثة وتصل بين وحدة التعقيم المركزي وجناح العمليات بالأداور وتكون بأبعاد تصل إلي ١,٠٠م * ١,٠٠م ، مع إمكانية استخدام المصاعد الهيدروليكية للربط بين دورين فقط لنقل الأدوات أو الأشخاص[١٥][٢١]، كما بشكل (٥)




شكل (٥) أنواع وكيفية عمل أنظمة المصاعد الكهربائية والهيدروليكية بمباني المستشفيات (إعداد الباحث بالإستعانة بالمراجع السابقة)

**٢-١-٣ أنواع أنظمة الغازات الطبية ومكوناتها الداخلية وآلية عملها**

تضم أنظمة الغازات الطبية أربعة أنواع رئيسية بالمستشفي ولكل منها وظيفته ودوره في تقديم الخدمات الطبية بها وفقا للقسم ولمتطلبات تأدية الوظيفة، وهي[٢][١٨][٢٠][٢٢]:

**أولاً الأكسجين:**

يتم تغذية الغرف بالأكسجين بواحدة من ثلاثة وسائل وفقا لحجم المستشفي والخدمة الطبية بالقسم، ويمكن استخدام أكثر من وسيلة بنفس المبني بحيث تكون أحدي الوسائل أساسية والأخري إحتياطية، وهذه الوسائل هي:

أ- الخزانات:

تعد وسيلة أساسية بالمستشفيات الكبيرة وتعتمد علي وجود خزان أكسجين سائل أساسي وآخر إحتياطي، ويتم ملأ الخزانات بصورة دورية حسب كثافة التشغيل بالمستشفي، ثم يتم نقل الأكسجين السائل بمواسير مدفونة في الأرض إلي محطة الغازات (بمبني ملحق أو بأحد الأدوار السفلية) ليتم تحويله إلي أكسجين غاز، ثم يخرج الأكسجين الغاز في أنابيب نحاس معلقة بسقف دور البدروم ثم إلي مناور الخدمة ثم إلي صندوق المحابس بكل أدوار المبني ومنه إلي مواسير أفقية بالأسقف بالطرقات وصولا إلي المخارج سواء المفردة أو بالوحدات أعلي السرير Bed Head Unit (BHU) أو بحامل المخارج (Pendant) بجوار سرير العمليات أو العناية بواسطة مواسير رأسية أعلي الحوائط.

ب- إسطوانات الأكسجين:

تعد أساسية بالمستشفيات الصغيرة ويتم وضعها بجوار سرير المريض لإستخدامها عند الحاجة، أو إستخدامها عند الطوارئ كبديل لخزانات الأكسجين حال حدوث أي مشكلة بها بالمستشفيات الكبيرة حيث يتم إستقطاع جزء من محطة الغازات ووضع الأسطوانات بها وتوصيلها مباشرة بأنابيب نحاس معلقة بسقف دور البدروم ثم تأخذ نفس المسار السابق وصولا إلى المخارج بجوار الأسرة أو (BHU) أو (Pendant).

ج- محطات توليد الأكسجين:

وتعد أحد الوسائل الحديثة للحصول على الأكسجين من خلال توفير مكان توضع به محطة لتوليد الأكسجين كبديل للخزانات يتم توصيل مواسير الأكسجين الذي تم توليده إلي محطة الغازات ومنه إلي أنابيب نحاس معلقة بسقف دور البدروم وصولا إلي المخارج بجوار الأسرة أو (BHU) أو (Pendant) بنفس المسار السابق، ولكن تشير بعض الدراسات إلي أن درجة نقاء الأكسجين الناتج عن هذه الطريقة أقل من الوسيلتين السابقتين .

**ثانياً الهواء المضغوط:**

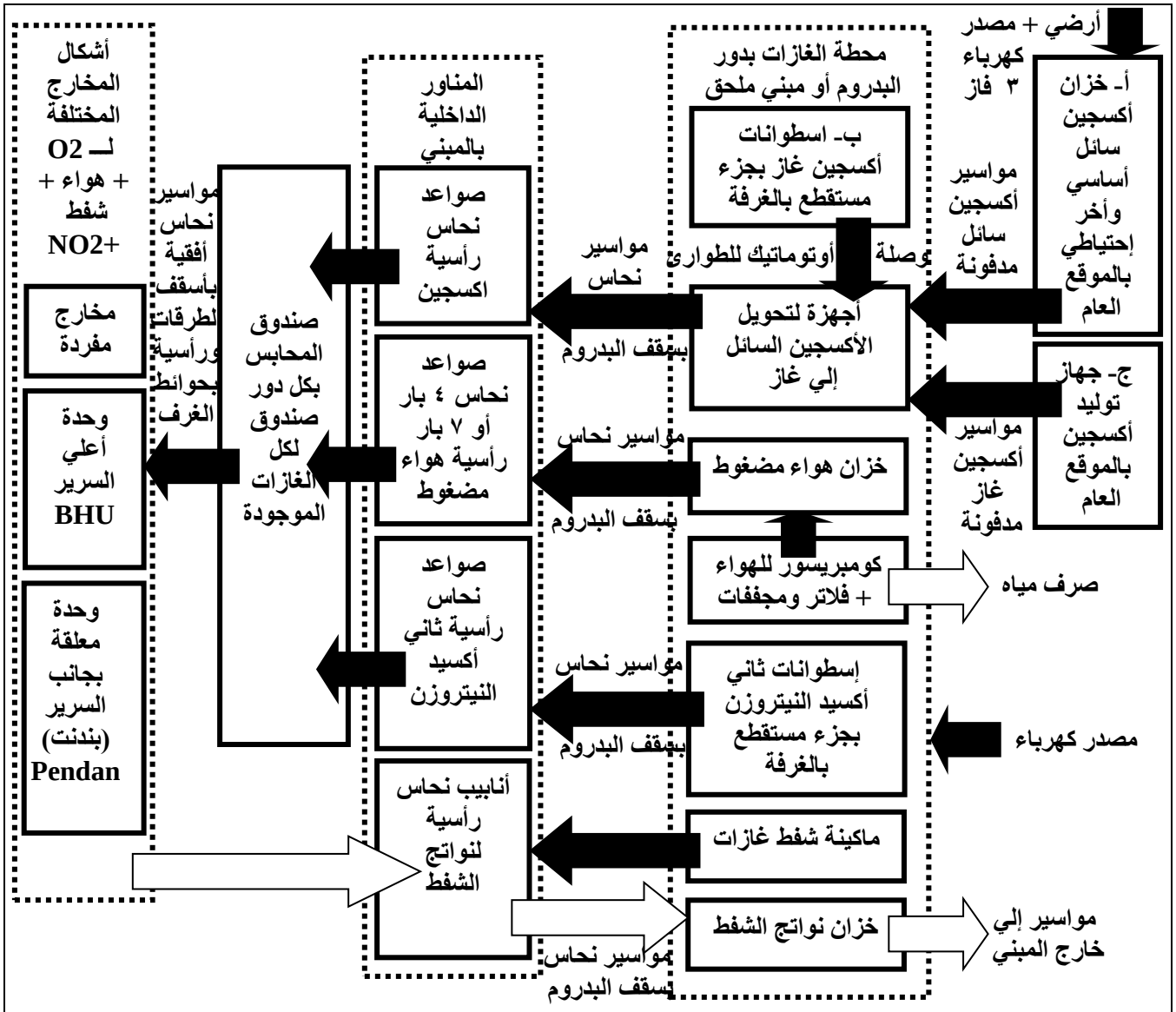
يتم تغذية الفراغات المطلوب تزويدها بالهواء المضغوط (وفقا لمتطلبات الخدمات الطبية) عن طريق كومبرسور يوجد بمحطة الغازات (مبني ملحق أو بأحد الأدوار السفلية) وملحق به خزان للهواء المضغوط داخل المحطة ثم يتم تجفيف الهواء من أي رطوبة باستخدام فلاتر ليخرج نوعان من الهواء المضغوط ٤ ضغط جوي (٤ بار) للمعدات الطبية أو ٧ ضغط جوي (٧ بار) للأدوات الجراحية وشق الصدر وخلافه وذلك من خلال أنابيب نحاس معلقة بسقف دور البدروم ثم إلي مناور الخدمة ثم إلي صندوق المحابس بكل أدوار المبني ومنه إلي مواسير أفقية بالأسقف ثم إلي المخارج المختلفة وفقا للإستخدام.

**ثالثاً ثاني أكسيد النيتروز:**

تعتمد على إستقطاع جزء من محطة الغازات ويوضع به الأسطوانات ليتم توصيلها مباشرة بأنابيب نحاس معلقة بسقف الدور البدروم ثم تأخذ نفس المسار السابق وصولا إلي المخارج المختلفة الأشكال.

**رابعاً الشفط:**

يعتمد ذلك على وجود مخارج شفط منفردة أو داخل (BHU) أو (Pendant) تتصل بأنابيب نحاس علي الحوائط أو الأسقف وصولا إلي خزان لنواتج الشفط ملحق به طلمبة بمحطة الغازات التي يوجد بها ماكينة لشفط الغازات




شكل (٦) أنواع وكيفية عمل أنظمة شبكات الغازات بالمستشفيات (إعداد الباحث بالإستعانة بالمراجع السابقة)

**٢-١-٤ أنواع أنظمة إطفاء الحريق وآلية عملها بمباني المستشفيات**

تختلف أنظمة الإطفاء وفقا لوظيفة المكان المستخدمة به، وتكون إما بإستخدام المياه أو بالغازات الخاملة مثل: CO2 أو FM200 أو الأيروسول (كما بشكل ٧) ولكل وسيلة متطلباتها ونظام عملها وفقا لما يلي[١٥][١٨][٢٠][٢١][٢٢]:

**٢-١-٤-١ أنظمة الاطفاء بالمياه**

يعتمد النظام علي وجود خزان أرضي مقسم لجزئين يعملان بالتبادل، ويكون مدفوناً بكامله بالموقع عدا جزء ظاهر فوق سطح الأرض بارتفاع ٠,٥ م، وملاصق له غرفة طلمبات مياه تتصل بمصدر المياه العمومي وبها مصدر كهرباء ومحابس وخزان سولار خاص، ثم تنتقل المياه من الخزان في مواسير مدفونة بمجاري مغطاه بالموقع إلي صاعد رئيسي أو أكثر بالمناور حسب حجم المستشفي، ومنه إلي مكان محبس رئيسي بكل دور لقفل المياه عند حدوث زيادة ضغط المياه أو تسريب (Zone Control Valve) ومنها إلي صناديق الحريق بالطرقات أو إلي شبكة رشاشات المياه.

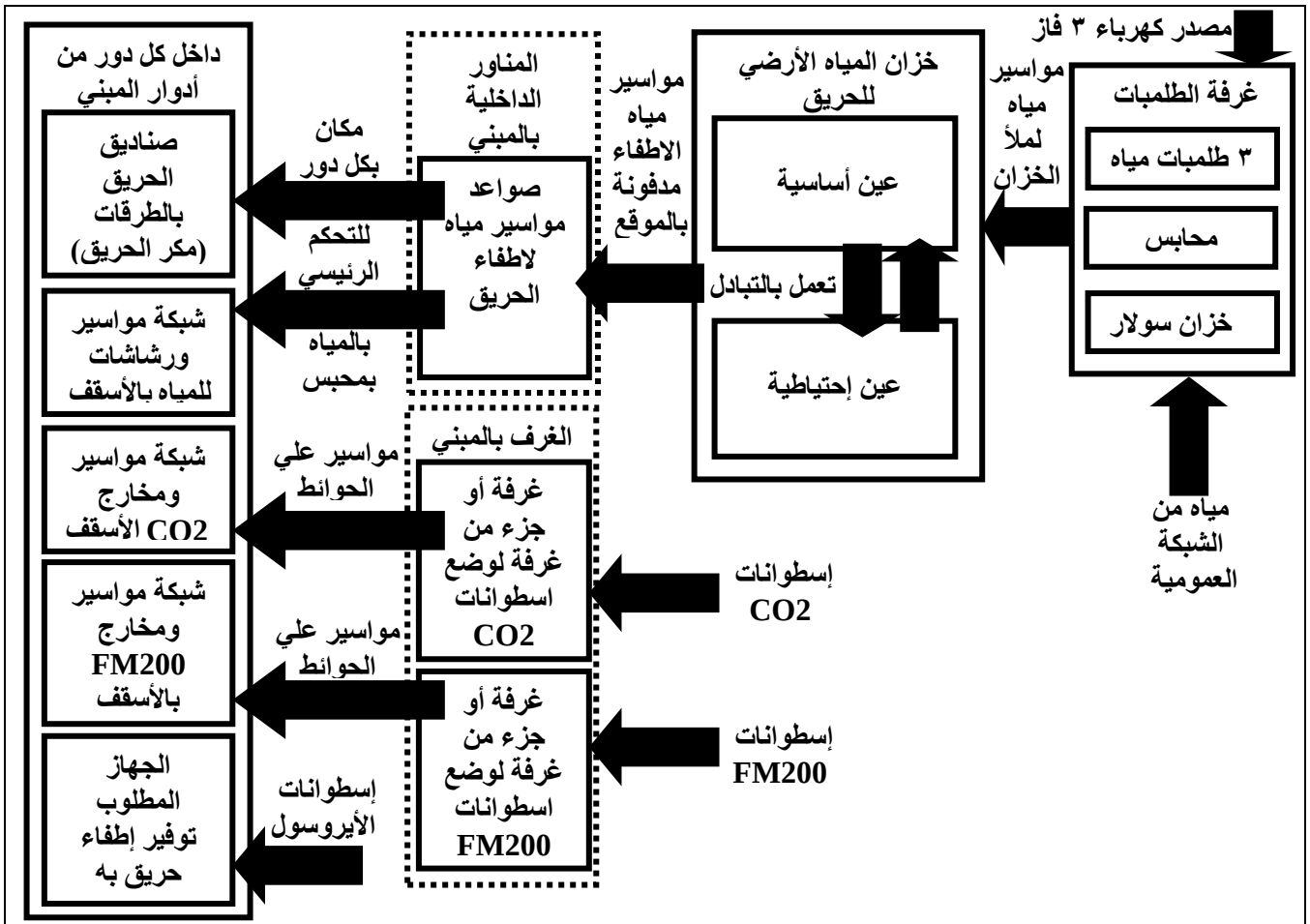
**٢-١-٤-٢ أنظمة الاطفاء بالغازات الخاملة**

تعتمد هذه الوسيلة علي استخدام الغازات الخاملة في الإطفاء وذلك في حالة تعذر استخدام المياه كنتيجة لدقة الأجهزة بالفراغات أو لوجود أجهزة كهربائية قد تتأثر بالمياه المستخدمة في الإطفاء وتضم ثلاثة أنواع من الغازات وهي:

أ - استخدام غاز ثاني اكسد الكربون CO2: وتستخدم بالأماكن التي لا يوجد بها بشر بصفة مستمرة كالمحولات وغيرها، ويتم وضع إسطوانات CO2 وأنظمة التحكم بغرفة مجاورة أو بجزء من المكان ومنها للمواسير ثم للمخارج بالأسقف.

ب- إستخدام غاز FM200: تستخدم في الأماكن التي لا يوجد بها أنشطة تتطلب وجود بشر بصفة مستمرة كغرف السنترالات والأشعة وغيرها، وتعتمد علي توفير غرفة مجاورة أو جزء من الغرفة نفسها لوضع إسطوانات FM200 وأنظمة التحكم ومنها إلي مواسير ثم إلي المخارج (الرشاشات) بالأسقف.

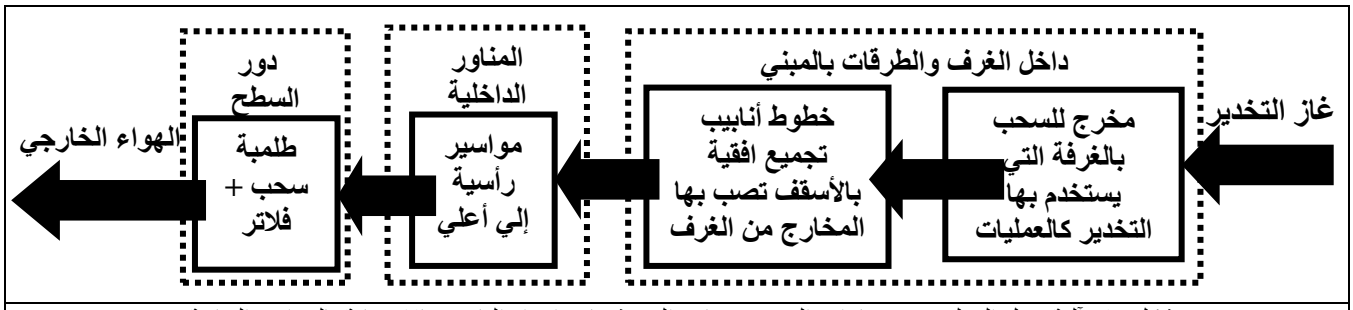
ج - إستخدام غاز الأيروسول: يكون في صورة إسطوانات صغيرة الحجم يتم توصيلها مباشرة بالعنصر المطلوب إطفاء الحريق داخله مثل لوحات الكهرباء ولا تتطلب أي متطلبات معمارية لإستخدامها.




شكل (٧) أنواع وكيفية عمل أنظمة إطفاء الحريق بمباني المستشفيات(إعداد الباحث بالإستعانة بالمراجع السابقة)

**٢-١-١-٥ أنظمة التخلص من غازات التخدير**

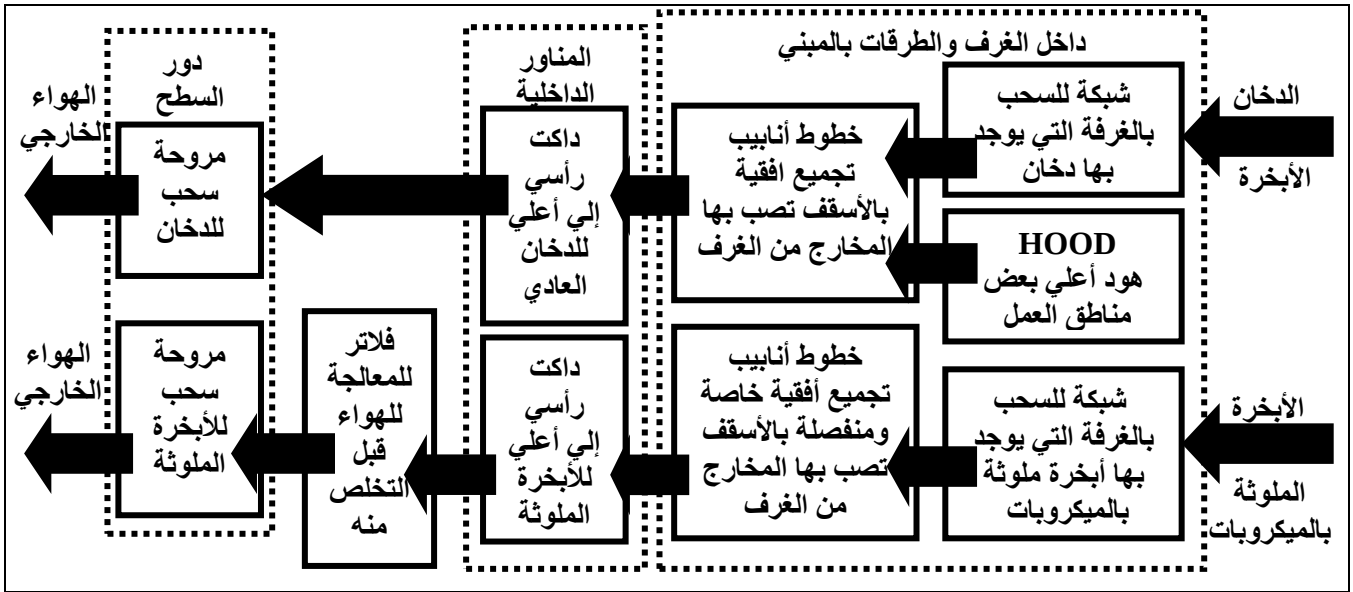
تعتبرغازات التخدير من أكثر الغازات خطورة علي المرضي والعاملين بالمستشفي ويزيد تركيز هذه الغازات في الفراغات التي يلزم بها خضوع المرضي للتخدير كغرف العمليات، ومن ثم يلزم التخلص من هذه الغازات بتركيز قليل بالهواء الخارجي خارج المبني [٢٠]. ويوضح شكل (٨) آلية التعامل مع غازات التخدير.




شكل (٨) آلية عمل التخلص من غازات التخدير بمباني المستشفيات(إعداد الباحث بالإستعانة بالمراجع السابقة)

**٢-١-١-٦ أنظمة التخلص من الدخان والأبخرة المتنوعة بالمستشفي**

يمكن تصنيف الدخان والأبخرة داخليا لتضم الدخان والأبخرة العادية غير الملوثة الناتجة من المطابخ أو ما يماثلها ولتضم أيضا الأبخرة الملوثة بالميكروبات والناتجة من بعض أنواع المعامل ولكل نوع طريقة التخلص منه مرورا بالمناور وحتي التخلص النهائي منها خارج المبني [١٨][٢٠]. ويوضح شكل (٩) كيفية التخلص من الدخان الأبخرة المتنوعة.




شكل (٩) آلية عمل التخلص من الدخان والأبخرة الملوثة بمباني المستشفيات(إعداد الباحث بالاستعانة بالمراجع السابقة )

**٢-٢ أنواع ومكونات الانظمة الكهربائية بمباني المستشفيات**

يعد تصميم الأنظمة الكهربائية جزءاً لا يتجزأ من خدمات البناء، فكل الأماكن تحتاج إلي الإضاءة وكل المعدات وأنظمة الإتصالات والمعلومات تتطلب توفير الطاقة، ورغم أن هذه الأنظمة تحتاج إلي جزء صغير من مساحة المبنى إلا أنها تحتاج إلي تنسيقها بشكل جيد مع القرارات التصميمية المعمارية والانشائية، وذلك في ضوء الإلتزام بعدة خطوات بالتتابع وهي: تحليل إحتياجات المباني من المعدات والخدمات ثم تحديد الأحمال الكهربائية اللازمة ثم تحديد الأنظمة المطلوبة وتوزيعها بالفراغات[١٣]، مع تحديد الأماكن التي تتطلب إعتبارات طاقة خاصة مثل محطات تكييف الهواء والمصاعد وأقسام الأشعة والرنين المغناطيسي وغيرها، ويمكن تصنيف التعامل مع الأنظمة الكهربائية داخليا إلي ستة أنواع من التعامل خمسة منها ترتبط بالإمداد بالكهرباء وتضم المصادر المختلفة لإمداد الطاقة وما يرتبط بها من أنظمة الأرضي والكابلات والمأخذ، وهي كالتالي[١٨][٢٠][٢٣].

### ٢-٢-١الإمداد بمصدر الطاقة الكهربائية الأساسي Permeant Power Suplay(PPS)

يتم ذلك من شركة توزيع الطاقة الكهربائية المحلية العمومية والتي تعد الأكثر موثوقية وثباتاً ومن ثم تعد مصدراً أساسيا للكهرباء بالمباني، حيث يمر التيار عبر الموزعات ومنها للمحولات وقواطع الدوائر وكابلات التوصيل ليصل للمبني.

الموزعات: يتم الاعتماد علي الموزعات من خلال واحد من ثلاثة بدائل وهي: (أ) خلايا فارغة بها أماكن لزيادة أعداد القواطع داخل مبني الموزع الرئيسي الذي تقع المستشفي في نطاقه (ب) خلايا جديدة يتم وضعها بمكان فارغ داخل المبني القائم للموزعات (ج) خلايا مكثفات جديدة يتم إنشاء مبني جديد للموزع لتركيبها به وذلك إذا لم يتوفر ماسبق

المحولات: يتم توصيل التيار الكهربائي من المكثفات إلي المحولات بواسطة كابلات داخل خنادق مغطاه تحت الأرض ويتوقف عدد المحولات علي الأحمال الكهربائية المحسوبة بالمبني وتكون في الدور الأرضي من المبني بمنسوب الرصيف، وإذا تعذر ذلك يمكن أن تكون خارجية مفصولة علي الأرصفة للمبني مع مراعاة أن يكون هناك محولات إحتياطية للأساسية، ثم يتم خروج الكهرباء من المحولات إلي غرف الكهرباء من خلال وحدات الربط الحلقي.

توزيع الطاقة Low Tention (LT) : يتم توصيل الطاقة من المحول خلال كابلات داخل خنادق مغطاه تحت الأرض إلي غرفة الكهرباء الرئيسية وتضم لوحة التوزيع الرئيسية Main destruction panel (MDP) ولوحة التوزيع الرئيسية للطوارئ Emergence main destrbution panel (EMDP) ليتم الانتقال بينهما باستخدام لوحات تزامن، والغرفة تقع بالدور الأرضي، ويتم التوصيل من اللوحة الرئيسية إلى اللوحات الفرعية بالأدوار بكابل رئيسي صاعد يمر بالداكت الواصل بين غرفة الكهرباء الرئيسية وغرف الكهرباء الفرعية بالأدوار، مع الاهتمام بفصل كهرباء الإضاءة Light Destrbution Board (LDB) عن كهرباء الإمداد بالطاقة Power Destrbution Board (PDB) ثم يتم توزيع الطاقة إلي جميع الوحدات والأقسام والخدمات بكل دور بالمبني بكابل (LT) النحاسي تحت الأرض او بإستخدام حوامل الكابلات فوق السقف المعلق.

### ٢-٢-٢ الإمداد بمصدر الطاقة الثانوية للطوارئ (SPS) Secondary Power Sublay.

وهي الطاقة التي يتم توليدها من مصدر طاقة داخلي بالموقع كمولدات الديزل التي تعمل بالسولار الموجود بخزان رئيسي بالموقع العام وخزان احتياطي أسفل المولد، وتستخدم حال إنقطاع الطاقة من المصدر الأساسي (PPS) للتخفيف من تأثير إنقطاع التيار الكهربائي ضمن خطة الطوارئ لجميع الخدمات بالمستشفي (المصاعد والتكييف المركزي،...إلخ) ولبعض الوحدات والأقسام والغرف وفقاً لنوعية الخدمة، وذلك بالإهتمام بالأقسام الذي يمثل إنقطاع الكهرباء خطرا داهما كقسم العمليات والعناية المركزة بالمقارنة بالوحدات التمريضية والعيادات الخارجية والتي يمكن الإكتفاء بتوصيل الطوارئ لإضاءة جزئية للطرقات وبعض الغرف. حيث يتم توفير كهرباء الطوارئ بتوفير مبني يضم مولدات التوليد بالديزل كمصدر ثانوي للطاقة لتلبية الطاقة الإحتياطية لتعمل عند إنقطاع التيار الكهربائي عن المحولات حيث تقوم لوحات التزامن (Automatic Transfe Switch ATS) بفصل المحول وبالبدء في تشغيلها.

ويتوقف تصنيف وتحديد أعداد المولدات وفقا لتحديد مقدار الطاقة المطلوبة بخطة الطوارئ، ثم يتم التوصيل من اللوحة الرئيسية للطوارئ (EMDP) إلى اللوحات الفرعية بمختلف الأدوار من خلال كابل رئيسي صاعد يمر بالداكت الموجود بغرفة الكهرباء الرئيسية وغرف الكهرباء الفرعية بالأدوار، ثم يتم توزيع الطاقة في الغرف الفرعية من خلال كابل LT النحاسي تحت الأرض أو بإستخدام حوامل الكابلات فوق السقف المعلق ومنه إلي الحيزات داخل خطة الطوارئ بالمستشفي مع الإهتمام بتوصيل المولدات معا بلوحة التزامن ( Synchroization Pannel) وهي تعمل يدويا أو أتوماتيكيا علي ربط المولدات معا حيث تقوم بنقل أحمال أي مولد يحدث به عطل إلي باقي المولدات المرتبطة معه.

### ٢-٢-٣ الإمداد بمصدر الطاقة الثالثية غير المنقطعة (TPS) Thired power suplay

ويطلق علي هذه الطاقة أيضا نظام الإمداد Unintrubt power suplay (UPS) وهي الطاقة التي يتم توفيرها على الفور، ويتم تشغيلها تلقائيًا لتوفير مصدر طاقة إضافي للمعدات والأماكن التي يؤدي فقدان مصدر الطاقة الأساسية (PPS) بها إلى عواقب وخيمة، ويعمل لتغطية الوقت لحين بدأ تشغيل مصدر الطاقة الثانوية (SPS) وبدأ قيام المولدات بدورها، ويتم توفير هذه الطاقة بمساعدة نظام مزودات الطاقة غير المنقطعة (UPS) والتي تلاشي الأحساس بإنقطاع التيار الكهربائي تماما ويبدأ عملها خلال ثواني من إنقطاع التيار وبحد أقصي ٣٠ دقيقة ويتم استخدام (UPS) لتوفير إمدادات الطاقة لإضاءة الطوارئ (يمكن الإكتفاء بنصفها فقط) وكل غرفة عمليات جراحية ووحدات العناية المركزة سواء للبالغين أو لحديثي الولادة وغيرها، بالإضافة إلي الوحدات الحيوية والآلات المتطورة مثل الرنين المغناطيسي والأشعة المقطعية.

كما يجب مراعاة أن يكون لكل وحدة أو قسم نظام UPS مخصص له متصل بالوحدة تماما، وذلك بتوفير غرفة بمساحة لا تقل عن ٤م٢ وأقل بعد بها لا يقل عن ١,٥٠م وتستخدم منافذ (UPS) لتوصيل الأجهزة المطلوب توفير إمداد الطاقة لها ويجب تصميمها تصنيفها وفقًا للمتطلبات. يجب أيضًا توصيل معظم المنافذ والمآخذ الكهربائية بـ (UPS).

**٢-٢-٤ أنظمة التأريض:**

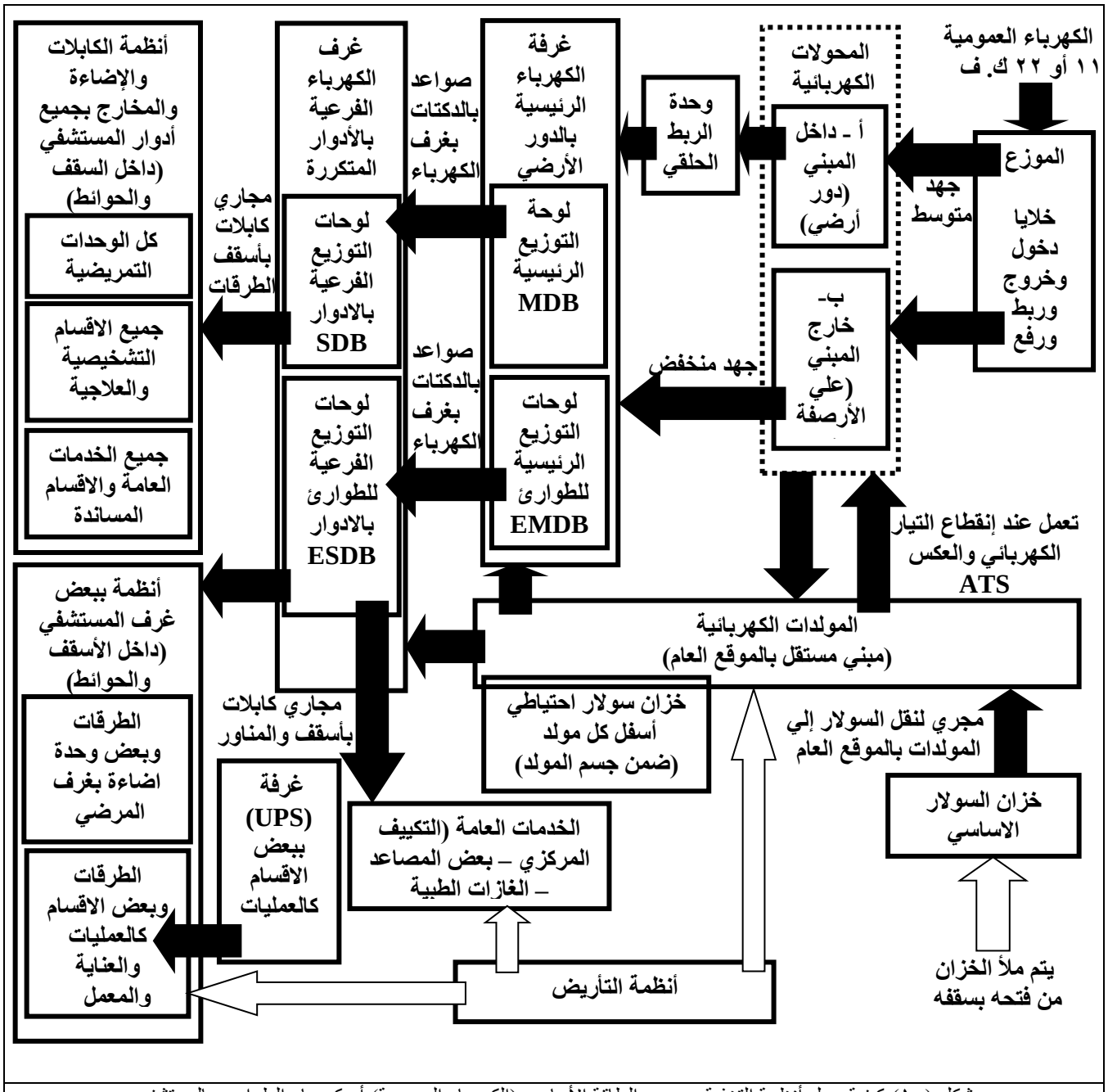
يجب توفير هذا النظام لكل أنظمة توزيع ( High Tention (HT) أو Low Tention (LT) شاملة المحولات والمولدات واللوحات الرئيسية والفرعية، وكذلك ببعض الغرف التي يوجد بها أدوات معدنية كثيرة كغرف العمليات التي تتميز بكثرة الآلات الجراحية المعدنية، وهو يستخدم لتفريغ الشحنات الكهربائية الزائدة ويمكن تحقيقه من خلال محطة أرضية محلية لا تحتاج إلى صيانة ولكنها تحتاج إلي قياس دوري لكونها تتأثر بالعوامل الجوية وتحتاج إلي رفع كفاءة بإستمرار، ويتم ربطها بالهيكل الإنشائي الخرساني للمبني، وتتصل مع الكابلات / المعدات والغرف واللوحات أو التركيبات الكهربائية وجميع المطلوب توصيله بالأرضي بمساعدة سلك التأريض النحاسي المعزول أسفل الأرضيات ويمتد بطول دوائر الأرضي بالمبني.

**٢-٢-٥ أنظمة الكابلات ومخارج الإضاءة والمآخذ:**

وتضم هذه الأنظمة كل ما يرتبط بالكابلات سواء خارج المبني أو داخله وصولاً إلي اللوحات بكل أنواعها ومخارج الإضاءة والمآخذ. ويجب أن تكون للكابلات المصفحة للتركيبات الخارجية مدفونة تحت الأرض داخل غلاف من مادة PVC وداخل مجاري خرسانية مغطاه.

مع توفير مكان لمرور الكابلات الداخلية داخل خراطيم كهرباء بالأسقف والحوائط أو علي حوامل الكابلات Cable Tray أعلي الأسقف المعلقة أو داخل مجاري مغطاة بالحوائط مع إتباع الترميز اللوني للكابلات لسهولة الصيانة، ويجب أن تكون كابلات إمداد الطاقة لمعدات سلامة الحياة مثل إطفاء الحريق والمصاعد وأنظمة إخلاء الدخان مقاومة للحريق ومتصلة بمصدر إمداد طاقة منفصل (بخلاف مصدر الطاقة الأساسي).

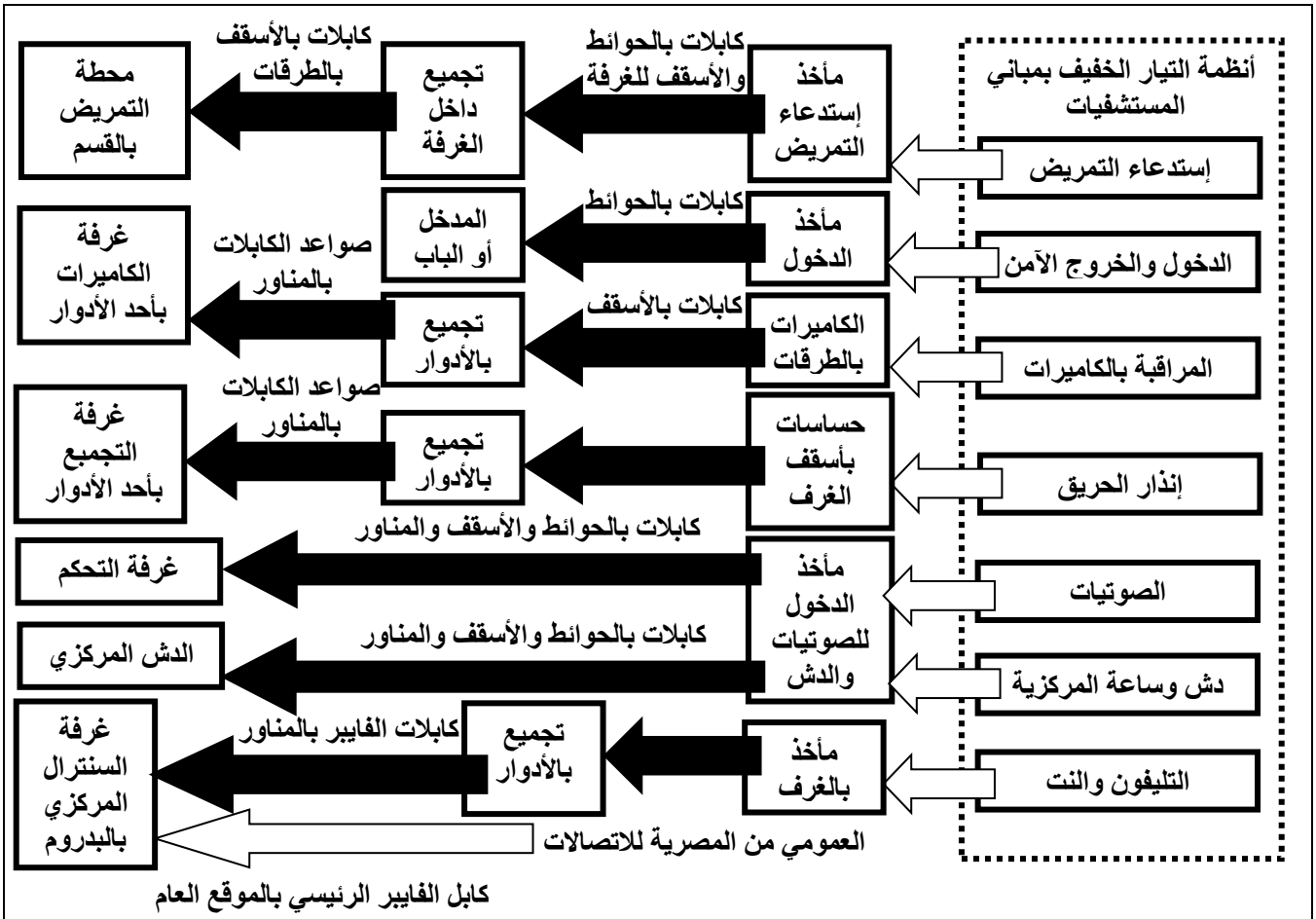
مع ضرورة التحديد الدقيق لموصفات وأماكن وحدات الإضاءة والمآخذ بالأسقف والحوائط وتحديد متطلباتها الإضافية وفقا للوظيفة بأن تكوم مضادة للبكتريا أو كتزويد غرف العمليات بـ (Head Lamp) أعلي سرير العمليات أو غيرها. ويوضح الشكل التالي (١٠) كيفية عمل أنظمة التغذية بمصادر الطاقة الأساسي أو الطوارئ بالمستشفي.




شكل (١٠) كيفية عمل أنظمة التغذية بمصدر الطاقة الأساسي (الكهرباء العمومية) أو كهرباء الطوارئ بالمستشفي
(إعداد الباحث بالاستعانة بالمراجع السابقة)

### ٢-٢-٦ أنظمة التيار الخفيف بمباني المستشفيات

تعد أنظمة التيار الخفيف من الأنظمة الهامة والحديثة بمباني المستشفيات وهي أنظمة تعتمد على الأنظمة الكهربائية للحصول على مجموعة من الخدمات والوظائف وتضم جميع أنظمة الإتصالات السلكية واللاسلكية والتي تعد جزءاً هاماً من هذه الأنظمة، كما تتكون أنظمة خدمات المباني من أنظمة البيانات والإتصالات والأمن والأنظمة البصرية وأنظمة سلامة الحياة والصوت والإشارات وأنظمة إنذار الحريق، حيث تحتاج المباني الآن إلى المزيد من التكنولوجيا الحديثة لتعمل بشكل أكثر فاعلية وكفاءة سواء لتحسين تأدية الخدمة كأنظمة إستدعاء التمريض، أو لتحسين البيئة وتطور الخدمات مثل أنظمة الدش المركزي والنت وخلافه، أو الأنظمة المرتبطة بالأمن والآمان مثل أنظمة الدخول الآمن والمراقبة بالكاميرات. وجميعها أنظمة هامة وترجع الزيادة السريعة في نظم المعلومات للمباني بشكل كبير إلي تعقيد المباني وزيادة الخدمات بها..ومن ثم يجب في تصميم أنظمة البناء أن يتم إستيعابها وكذلك إستيعاب أنظمة معلومات المباني المطلوبة في المباني الحديثة، وتوضيح إحتياجاتها لكون هذه الأنظمة تتطلب خبرة المهندسين المتخصصين الذين لا يشاركون تقليديًا في أنشطة تنسيق أنظمة البناء في بداية التصميم، فقد أدى إدراجها إلى زيادة نطاق أنشطة التنسيق[١٢][١٣][٢٠] ويوضح شكل (١١) أنواع وكيفية عمل أنظمة التيار الخفيف بالمستشفيات.




شكل (١١) أنواع وكيفية عمل أنظمة التيار الخفيف بالمستشفيات(إعداد الباحث بالاستعانة بالمراجع السابقة)

### ٢-٣ مكونات وأنواع الأنظمة الصحية ( السباكة ) في مباني المستشفيات

تضم الأنظمة الصحية بالمباني جميع التجهيزات والمواسير لتوفير المياه والصرف الصحي والغاز الطبيعي، وهي أنظمة ذات نهج تصميمي فريد حيث يمثل الضغط عنصراً أساسياً عند تصميم أنظمة الإمداد بالمياه والغاز بينما تتأثر أنظمة الصرف الصحي بالجاذبية الأرضية، وترتبط هذه الأنظمة إرتباطاً مباشراً بمصدر الإمداد العام أو التصريف العام، والذي يجب أن يؤخذ في الحسبان عند تصميم الأساسات والهياكل الخرسانية[١٢]. وتزيد أهمية هذه الأنظمة في مباني المستشفيات لكونها ترتبط بالمرضى وبعضهم مصاب بحالات حرجة ولأنها قد تدخل في العلاج كما في وحدات الغسيل الكلوي، بصورة يجب معها أن تكون جيدة وغير منقطعة وتتمتع بالنظافة ومعايير مكافحة العدوي، ويعتمد أداء بعض المعدات والأجهزة الطبية على جودة المياه التي يتم توفيرها لها، كما أن تصريف المياه العادمة ومعالجتها لهما نفس القدر من الأهمية، كما تهتم هذه الأنظمة بالتأكد من أن حجم الماء يجب ألا يزيد عن المطلوب وتجنب ركود الماء في الخزانات[١] ، كما تعتبر رشاشات الحرائق والري وتصريف الأسطح وأنابيب الهواء المضغوطة جزءًا من أنظمة الصحي وتنقسم إلى ثلاث فئات هي: نقطة الإمداد، وأنظمة توزيع الأنابيب، والمكونات الطرفية، ويجب مراعاة جميع مكونات جميع الأنظمة وإستيعابها أثناء تصميم المباني، كما بأشكال (١٢) & (١٣) ووفقا للتالي [٩][١٥][١٩][٢٠]:

#### ٢-٣-١ أنظمة الإمداد للمياه من المصادر العمومية:

يعد التزويد من مزود شبكة المياه عن طريق الإتصال بشبكة التوزيع العمومية المصدر الأساسي لإمداد المباني بالمياه، تكون المصادر العمومية لإمداد المياه، وقد يعتمد المبني في الامداد بالمياه علي مصادر عمومية أخري كآبار المياه الجوفية أو توصيل شاحنات المياه.

### ٢-٣-٢ أنظمة الامداد للمياه من الخزانات

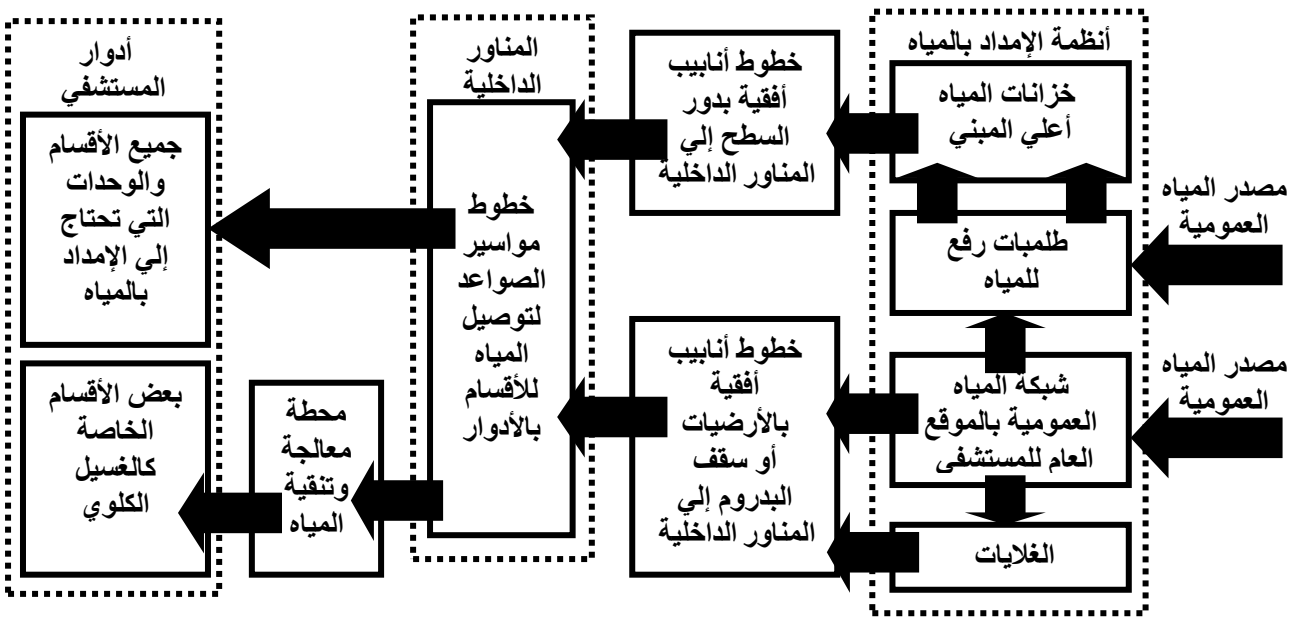
يجب أن يكون بالمستشفى مصدراً إحتياطياً آخر للإمداد بالمياة بخلاف المصدر من المياة العمومية للطوارئ وهي الخزانات، والتي يجب أن تضمن توفير مخزون مياه يعادل استهلاك ٣ أيام، ويصنع الخزان الرئيسي من خزانات خرسانية أو أستانلس ستيل أو من البلاستيك المقوى بالزجاج Glass Reinforced Plastic(GRP). كما يجب أن يعتمد حساب تخزين المياه على ذروة الطلب مقابل كمية المياه المتاحة من مصدر المياه الخارجي الرئيسي. كما يجب أن يكون موقع الخزانات على مستوى سطح الأرض أو تحت الأرض مع ضخ المياه إلى خزانات السطح لمزيد من الإمداد. يجب أن تكون الخزانات الموجودة على السطح ذات سعة لتخزين المياه تساوي ٦ ساعات من الإستهلاك. مع توفير النظام المناسب لملء الخزانات بشكل مستمر.

### ٢-٣-٣ أنظمة الإمداد بالمياه الساخنة بالغلايات

تعتبر غلايات المياه أحد أهم الوسائل لتغذية المستشفيات بالمياه الساخنة ويتم ذلك بتوفير غلاية مياه بسعة تتناسب مع كمية المياه الساخنة المطلوبة ليتم إمدادها بالمياه من مصدر المياه العمومية ليتم تسخينها ثم تخرج مواسير مدفونة بالأرضيات داخل مجاري خرسانية مغطاه إلي المناور الداخلية بالمبني ومنها علي الأجهزة الصحية المطوب تغذيتها بالمياه الساخنة.

### ٢-٣-٤ أنظمة المعالجة للمياه قبل الإستخدام

يعتبر تنقية المياه قبل الإستخدام عاملا أساسيا في التحكم في النمو الميكروبيولوجي بها وصولاً إلي مياه نظيفة صالحة للإستخدام وذلك بالإعتماد علي محطات تنقية للمياه بصفة عامة أو تقطير ومعالجة المياه للإستخدام في الإجراءات الطبية المختلفة كمحطات لتنقية المياه المستخدمة في وحدات الغسيل الكلوي أو المياه المستخدمة في المناظير




شكل (١٢) آلية عمل التخلص من الدخان والأبخرة الملوثة بمباني المستشفيات (إعداد الباحث بالرجوع إلي المراجع السابقة)

### ٢-٣-٥ أنظمة الصرف الصحي للمياه المستخدمة

تتنوع أنواع الصرف الصحي بالمستشفيات بصورة تستوجب فصل شبكاتها عن بعضها البعض للسيطرة على العدوى ولتحسين نظام الصرف الصحي[١] وتضم:

أولاً:تصريف المياه العادية:

ويعد الصرف العام من المصادر العامة مثل أحواض الغسيل والمغاسل والإستحمام والحمامات وسيفونات الأرضيات، وعادة لا يحتوي هذا النوع من الصرف على أي نفايات بشرية أو مياه ملوثة.

ثانياً: تصريف مياه الأمطار:

هذا تصريف من المياه التي يتم جمعها بسبب المطر أو مياه الرش وما إلى ذلك.

ثالثاً: صرف المخلفات السائلة غير العادية:

وتضم الصرف الكيميائي لنواتج المختبرات والتي يجب تنقية مخلفاتها السائلة قبل تصريفها إلى النظام الرئيسي، وكذلك الصرف الإشعاعي الناتج عن مناطق العلاج الاشعاعي كالمعامل الخاصة بالتحاليل للمرضي بعد تلقي الدواء أو مراحيض إقامة مرضي الأورام.

رابعا تصريف مياه التكييف:

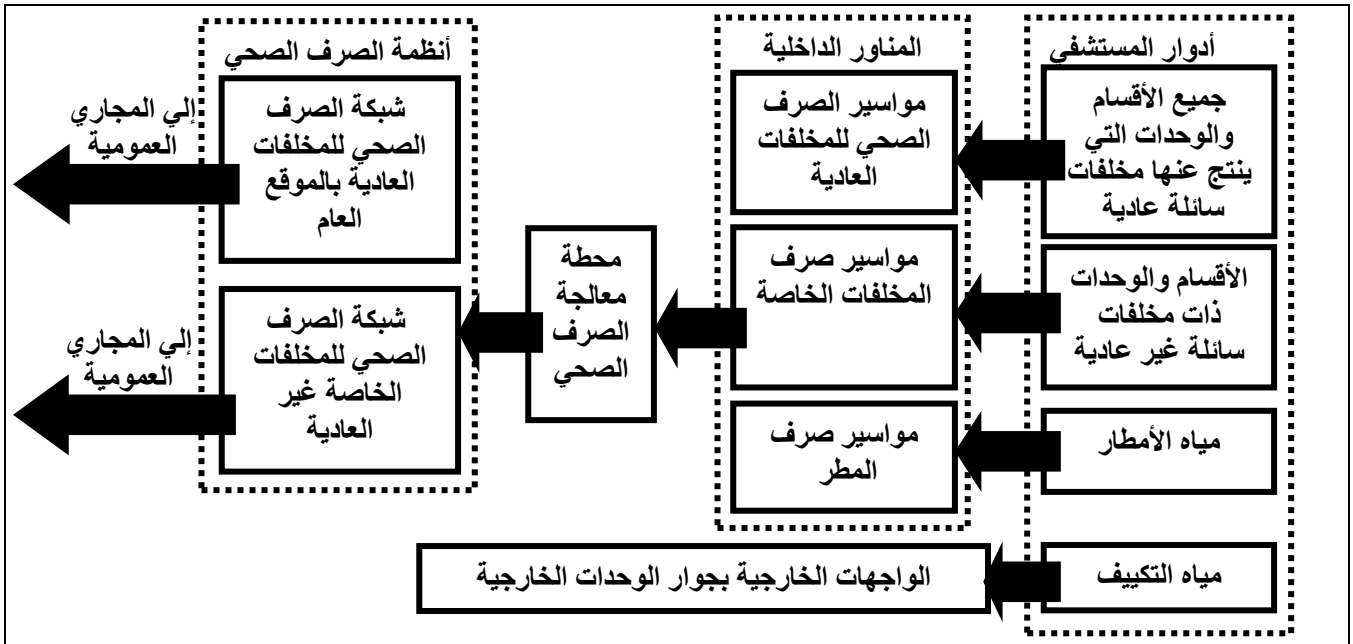
يعد توفير شبكات تستخدم لصرف المياه الناتجة من أجهزة التكييف علي الواجهات عنصرا أساسيا للتخلص من هذه النوعية من المياه.

**٢-٣-٦ أنظمة المعالجة لمياه الصرف الصحي بعد الإستخدام**

تعتبر معالجة بعض نوعيات المياه قبل الصرف بشبكة المجاري العمومية هاما وضرورياً في بعض الأقسام بمباني المستشفيات ومن ثم يجب توفير محطات للمعالجة قريبة من هذه الأقسام.

**١-٣-٦ أنظمة إطفاء الحريق بالمياه**

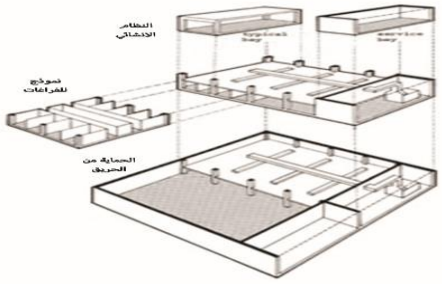
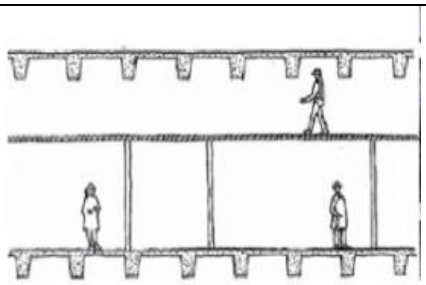
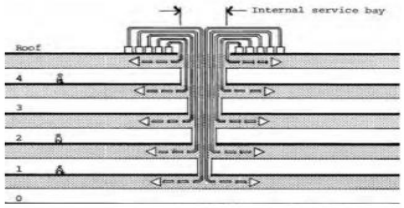
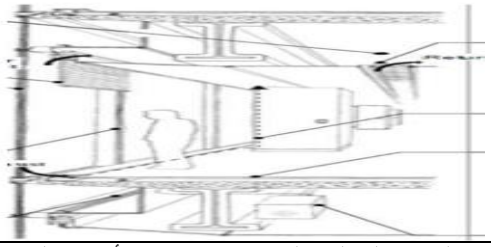
تشير بعض الدراسات إلي أن أنظمة الإطفاء بالمياه تقع ضمن الأعمال الصحية بالمباني ويمكن الرجوع لبيان تفاصيلها إلي البند ٢-١-٤-١ بهذه الورقة البحثية.




شكل (١٣) آلية عمل التخلص من الدخان والأبخرة الملوثة بمباني المستشفيات (إعداد الباحث بالاستعانة بالمراجع السابقة)

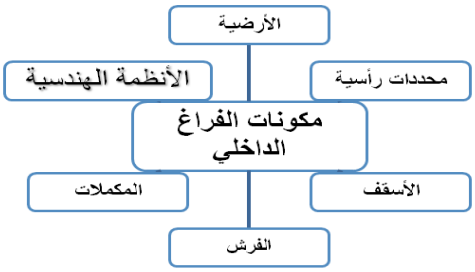
**٣- المكونات المعمارية والعناصر الإنشائية للفراغات الداخلية وإرتباطها بالأنظمة الهندسية بمباني المستشفيات**

يتم تشييد المباني بإستخدام العديد من العناصر الإنشائية المعقدة والتي تتأثر بالنظرية الإنشائية والتي تسهم في تكوين الفراغات الداخلية لتأدية الوظيفية المرتبطة بالتصميم المعماري بالإضافة إلي مسارات حركة الأنظمة الهندسية الخدمية، ويوجد إرتباط بين هذه الإحتياجات الفراغية والإمكانيات التي يتيحها النظام الإنشائي المستخدم[٢]، وتشكل المكونات المعمارية والعناصر الانشائية الفضاء المعماري المادي الذي يمكن قياسه وتحديده ويضم ثلاثة عناصر أساسية وهي: (أ)الفضاء الخارجي ويضم الحيز المحيط بالمبني والمباني المحيطة به داخل حدود الموقع العام، (ب) الفضاء الإنتقالي ويشمل المداخل للمبني (ج) الفضاء الداخلي ويركز علي المبني ذاته بدراسة ثلاثية الأبعاد أثنان أفقيان وثالث رأسي ويتم التعبير عنه بالمساقط الأفقية والقطاعات الرأسية الطولية والعرضية لتوضيح الوظيفة وطريقة الإنشاء والعلاقة الوثيقة بين الحيز والإنشاء[٢١]، وتضم كما بشكل (١٤) الأسقف سواء بنظام البلاطات المسطحة أو بنظام الأعمدة والكمرات والحوائط الخارجية أو الداخلية التي توجد بينها والمناور الداخلية لمرور الأنظمة، مع مراعاة القابلية للإمتداد والتخطيط والتوسع في المستقبل سواء للفراغات الإدارية أو الوحدات التمريضية أو بعض الأقسام التشخيصية والعلاجية [٢٤][٢٥]

| | |
|---|---|
|  |  |
| (أ) إستخدام النظام الإنشائي لتكوين الفراغات للإستخدامات المختلفة | (ب) أنظمة الأسقف المسطحة والكمرة والعمود |
|  |  |
| (ج) إستخدام المناور الداخلية لمرور الأنظمة الهندسية | (د) الحوائط الداخلية والخارجية وعلاقتها بالأسقف والفتحات |

شكل (١٤) مكونات الأنظمة الإنشائية المختلفة وأنواعها الداخلية [٢٤]

كما تعد دراسة المكونات المعمارية للفراغات الداخلية بما تحتويه من عناصر ومحددات من أهم خطوات الفهم الأفضل للأنظمة الهندسية، وذلك لكونها محاولة لتشكيل علاقة بين الإنسان وبين الحيز الذي يسكنه، ويعد الفراغ الداخلي بتكوينه الفيزيائي وشكله الوظيفي ومظهره الجمالي الوعاء الذي يشمل جميع الأنشطة والخدمات والأنظمة الهندسية والتي تعد أحدي مكوناته[٢٦] وذلك كما بشكل (١٥-أ)، ويعرف الفراغ الداخلي بأنه جزء مستقطع ذو مواصفات خاصة من الفراغ الخارجي ليكون صالحا لممارسة الأنشطة، وتتوقف الأنشطة على طبيعة الجزء المستقطع وحجمه وتصميمه وعلاقته بالفراغ الخارجي، وهو أيضاً تخطيط وتصميم جوانب التقنية التي تهتم بالقيم الوظيفية والجمالية للبيئات الداخلية بصورة تلبي إحتياجات الأفراد المادية والروحية وتضمن كفاءة استخدام الفراغ، وتقوم مكونات الفراغ بدوراً كبيراً في تكوين الهيئة المعمارية والإحساس بها وتحدد قدرته على أداء وظيفته وتضم: المساقط الأفقية والمحددات الرأسية (الحوائط الداخلية والواجهات الخارجية ومواصفاتها) والأسقف (نوعيات الأسقف وتشطيبها) والمفروشات والمكملات (كالمصدات وغيرها) وأخيراً الأنظمة الهندسية المتاحة والتي تتطلبها الأنشطة بالفراغ[٢٧][٢٨] شكل (١٥- ب)

| | |
|---|---|
| |   |
| (أ) الأنظمة الهندسية الخدمية داخل مكونات الفراغات الداخلية | (ب) الأنظمة الهندسية وعلاقتها بباقي عناصر التصميم الداخلي |

شكل (١٥) مكونات الأنظمة الإنشائية المختلفة وأنواعها الداخلية

ويظهر تأثير أنظمة (MEP) علي الأنظمة الإنشائية والمكونات المعمارية خلال مرحلة التصميم في أنها تؤثر علي القرارات التصميمية بشكل مباشر وغير مباشر من خلال أربعة محاور وهي: (أ) النظام الإنشائي: بدراسة تحقيق الثبات وعدم الانهيار للمبني ومراعاة الأحمال لمكونات الأنظمة وعدم تعارض عناصر النظام الإنشائي مع مكوناتها، (ب) العناصر المعمارية: بدراسة المتطلبات بالحوائط والأسقف لتوفير الفصل الداخلي والخارجي وإمكانية مرور مكونات الأنظمة (ج) توفير متطلبات كل الأنظمة الهندسية من مساحات أو فراغات، (د) خدمات الموقع: توفير أنظمة الدعم شاملة المباني الإضافية بالموقع أو الإتصال بالمرافق[١٣]، مع عدم إغفال تحقيق العوامل المطلوبة أثناء الصيانة ومتانة الهياكل الخرسانية وفق تحليل نمط الخدمات المقترح أو العمر الافتراضي للخدمة أو خطط الفحص لمكونات الأنظمة[١٧]. ويتحقق ذلك بتحديد موقع أفقي ورأسي لكل مكون من الأنظمة الفردية داخل الهيكل الإنشائي ومنع تداخل الأنظمة المزدحمة معا.

ومن ثم يعرف تكامل أنظمة MEP على أنه التنسيق بين أنظمة الهندسة الكهربائية والميكانيكية والصحية وبين العناصر المعمارية والإنشائية للمبني، ودمج الرسومات التفصيلية للأنظمة مع غيرها من التصميمات، وهو أيضا "ترتيب مكونات أنظمة البناء المختلفة ضمن قيود العمارة وعناصر البناء والهيكل (الجدران والأبواب والأعمدة والمناور..إلخ) لتحديد التعارضات بشكل مترابط بين عناصر إنشاء المباني وأنظمة خدماتها لتحقيق بيئة آمنة ومريحة لشاغليه[١٣][١٤] مع مراعاة تضمين مسارات الأنظمة في إرتفاعات الدور حيث يمكن استخدام المسارات الرئيسية لحركة الأفراد كمسارات لتوزيع الأنظمة وإستخدام الأرضيات أو الحوائط لتوزيع الأنظمة المختلفة. ويمكن أيضا أن تمر أعلي السقف المعلق وهذا يوفرالقدرة على التكيف المستمر مع البرامج والإحتياجات المتغيرة [٢٥][٢٩].

## ٤- خطوات المنهجية المقترحة لتحقيق التكامل بين الأنظمة الهندسية وبين العناصر الإنشائية والمكونات المعمارية.

بعد دراسة أنواع ومكونات الأنظمة الهندسية ودراسة العناصر الإنشائية والمكونات المعمارية لمباني المستشفيات، سيتم فيما يلي إقتراح منهجية لتحقيق التكامل بين كلاهما وصولاً لتقليل المشاكل ولضمان إتخاذ قرارات تصميمية تحقق أقصي إستفادة من الأنظمة الهندسية وأقل أضرار بالعناصر الإنشائية، وتعتمد المنهجية المقترحة علي مجموعة من المراحل التي يمكن تقسيمها داخلياً إلي ثلاثة أجزاء رئيسية، الأول: المراحل التحضيرية والثاني: المراحل الفعلية، والثالث: المراحل النهائية وإختبار وتعديل المنهجية، وداخل كل مرحلة رئيسية مجموعة مراحل داخلية فرعية كما يلي:

### ٤-١ المراحل التحضيرية داخل المنهجية المقترحة للتكامل بين الأنظمة.

تهدف هذه المراحل إلي تحديد تخصص ومكونات المستشفي ونوعيات الأنظمة الهندسية بكل مكون بالمستشفي، وهي لا تقع ضمن الخطوات التنفيذية للتكامل المطلوب ولكنها ضرورية قبل البدء بها، وتضم ثلاثة مراحل فرعية وهي:

#### ٤-١-١ المرحلة الأولي: دراسة نوعية المستشفي وتخصصه والبرنامج الوظيفي.

ويتم فيها تحديد العناصر المعمارية والوظيفية بالمبني والعوامل المطلوب مراعتها بكل قسم به وتعد هذه المرحلة إطاراً عاماً للمرحلتين التاليتين وتسهم بصورة مباشرة في إختيار أنظمة هندسية متوافقة مع تحقيق معايير مكافحة العدوي ومتطلبات جودة الخدمة الطبية وفقا لمميزات كل نوع من الأنواع داخل كل نظام هندسي والتي تم شرحها بالتفصيل في البند رقم ٢ من البحث ومن ثم يجب وضعها في الإعتبار.

#### ٤-١-٢ المرحلة الثانية: تحديد المتطلبات العمومية الخارجية للأنظمة الهندسية المطلوبة لتشغيل الأنظمة بالمستشفي.

يتم فيها دراسة الأنظمة العمومية التي توجد خارج المبني والتي قد توجد بالمنطقة وبيان مدي كفايتها ثم تحديد المطلوب توفيره داخل الموقع العام للمستشفي (في محيطه) وتضم فيما يخص مختلف الأنظمة التالية:

(أ) الأنظمة الميكانيكية: مدي الحاجة لتوفير خزانات أو أجهزة لتوليد أكسجين أو خزان المياه الأرضي للحريق، وذللك بالرجوع للبندين ٢-١-٣ & ٢-١-٤ والشكلين أرقام (٦ & ٧) بالورقة البحثية.

(ب) الأنظمة الكهربائية: مدي الحاجة لتوفير الموزعات أو المولدات وما تتطلبه من خزان أساسي للسولار أو متطلبات لأنظمة للتأريض وذللك بالرجوع للبند ٢-٢ والشكل رقم (١٠) بالورقة البحثية.

(ج) الأنظمة الصحية: مدي الحاجة لتوفير محطات الرفع لمياه الصرف الصحي أو الطلمبات أو الغلايات أو غرف الترسيب أو التهدئة أو المعالجة، وذلك بالرجوع للبندين ٢-٣-١ & ٢-٣-٢ والشكلين أرقام (١٢ &١٣) بالبحث.

#### ٤-١-٣ المرحلة الثالثة: تحديد الأنظمة الداخلية في كل فراغ أو قسم وفقا للبرنامج الوظيفي.

ويتم فيها تحديد متطلبات الأقسام (التي تم تحديدها بالمرحلة الأولي من المنهجية - بند ٤-١-١) من النوعيات المختلفة من الأنظمة السابق شرحها في (بند ٢) من هذا البحث وفقا للخدمة الطبية المقدمة بكل قسم، وتضم وفقا لكل نظام مايلي:

الأنظمة الميكانيكية: تحديد الأنواع المطلوبة من أنظمة التكييف والمصاعد والغازات الطبية والاطفاء والتخلص من غازات التخدير والدخان والأبخرة وذلك بكل قسم أو وحدة ووفقا (للبند ٢-١) والأشكال من (٣ إلي ٩) من البحث.

الأنظمة الكهربائية: تحديد أنظمة التيار الخفيف والإضاءة والمخارج بالحوائط والأسقف سواء للكهرباء العمومية بكل الفراغات أو كهرباء الطوارئ ببعض الغرف وذلك بالرجوع (للبند ٢-٤) وشكل (١٠) بالبحث.

الأنظمة الصحية: تحديد الفراغات التي سيتم تغذيتها بالمياه الباردة أو الساخنة وإستخدام الغلايات والفراغات الخاصة التي تحتاج لمحطات معالجة، وذلك بالرجوع للبند ٢-٣ والأشكال أرقام (١٢&١٣) بالورقة البحثية.

**٤-٢ المراحل التنفيذية داخل المنهجية المقترحة للتكامل بين الأنظمة.**

بعد أن تم في المراحل التحضيرية الثلاثة السابقة تحديد الأنظمة الهندسية المطلوبة وأنواعها والمتطلبات العمومية لتشغيلها وفقا لنوعية المستشفي وأقسامه، سيتم تحديد المراحل التنفيذية للمنهجية وتضم ستة مراحل وهي كما يلي.

**٤-٢-١ المرحلة الرابعة: تحديد المساحة الإجمالية للموقع العام والخدمات المطلوب توافرها به:**

تساهم في تحقيق محددات إختيار الموقع العام للمستشفي بحيث تغطي مساحة الأرض المطلوبة للإحتياجات الحالية والتوسع المستقبلي لمدة ٢٠ سنة، بحيث تكون المرافق كالغاز والصرف الصحي والكهرباء والمياه كافية وقريبة ويكون إمداد الكهرباء له جهد وتردد ثابتان[٢٧]، ويتم في هذه المرحلة بالرجوع لبند ٤-١-٢ من المنهجية تحديد التالي:

(أ) مباني إضافية بالموقع: لزوم خزانات الأكسجين والسولار والمياه للحريق، وللموزعات والمولدات والغلايات ومحطات الرفع أو المعالجة، مع تحديد مساحة كل مبني بالرجوع للمتخصصين كل في مجاله والتصميم وفقا للإحتياجات.

(ب) مسارات الحركة لخدمة جميع الأنظمة بالموقع العام: وتضم المطلوبة لخدمة المباني السابقة مثل توفير مسار حركة مستوي (طريق) ومناسب لأبعاد سيارات ملأ خزانات الأكسجين.

(ج) مسارات لمرور الشبكات الخارجية المتنوعة من المباني الخدمية إلي مبني المستشفي ويجب أن يتم مراعاة أن تكون هذه المسارات مفصولة لكل نظام عن الأخر وتكون في صورة مجاري خرسانية معزولة ومدفونة بالأرض ومغطاة بغطاء معدني مع إمكانية فتحها للصيانة عند الحاجة شاملة المجري لنقل السولار من الخزان إلي مبني المولدات.

**٤-٢-٢ المرحلة الخامسة: تحقيق متطلبات النظام الإنشائي ليتناسب مع الأنظمة الهندسية:**

يتم فيها إختيار النظام الإنشائي المناسب والبديل المناسب لتصميم الأساسات والأسقف الكمرات خارجية وداخلية، وتضم:

(أ) تحقيق متطلبات الأحمال لبعض مكونات الأنظمة: حيث يجب عند استخدام نظام التكييف بإستخدام محطة تبريد المياه المركزية مراعاة أن يكون تصميم سقف دور السطح إنشائياً ليتحمل أحمال عدد إثنين علي الأقل من مبردات المياه أو أبراج التبريد (شيلرات) التي تعمل بالتبادل، وكذلك أحمال خزانات المياه أعلي المبني (بند ٢-٣& شكل١٢).وكذلك أحمال وحدات المناولة (AHU) بهذا الدور أو أي دور أخر توجد به، وأيضا أحمال Fan Coil المعلقة بالأسقف بأسياخ تثبيت ووفقا للتصميم الميكانيكي (بند ٢-١-١-١من البحث) وأيضاً يجب أن يتيح التصميم أحمال الوحدة المجمعة للتكييف المركزي (DX) عند إستخدام نظام التكييف بالتبريد المباشر للهواء (بند٢-١-١-٢)

(ب) تحقيق متطلبات التثبيت لمكونات الأنظمة: حيث يجب تثبيت كمرات حديدية بدور السطح يتم تثبيت مبردات المياه ووحدات المناولة وأبراج التبريد عليها، وذلك عند التكييف بإستخدام محطة تبريد المياه المركزية (بند ٢-١-١-١)، وكذلك توفير مسافة ٤٠ سم علي الأقل أسفل أسقف الأدوار لتثبيت الوحدات الداخلية لكل أنظمة التكييف بنظام التبريد المباشر للهواء (الواردة بشكل ٤) وتكون من المباني الطوب لسهولة الفتح فيها لمرور كابل الكهرباء ومواسير الفريون وصرف المياه، مع مراعاة أن تكون الوحدة الخارجية دائما أعلي الشباك لتوفير إتصال مباشر بينها وبين الوحدة الداخلية (الموجودة أسفل الأسقف) دون مرور المواسير والكابلات خارجية بينهما بصورة تؤثر سلبيا علي شكل الواجهة الجمالي.

(ج) تحديد منسوب الأساسات بحيث لا يتعارض مع مكونات الأنظمة: يجب مراعاة أن يكون منسوب التأسيس بحيث يحقق مسافة لا تقل عن ١٢٠سم خالية من أي عناصر إنشائية أسفل المصاعد الكهربائية (بند ٢-١-٢)، ومراعاة تحقيق إمكانية مرور مواسير الأكسجين السائل المدفونة من الخزان خارج المبني إلي محطة الغازات داخله بأن لا يكون الحائط الخارجي للمحطة خرساني أو توفير فتحات بها (لمرور المواسير) أثناء الصب حال الحاجة الإنشائية إليها. وكذلك لمرور المواسير المدفونة للمياه من خزان مياه إطفاء الحريق(كما بشكل ٦) أو من الغلايات (كما بشكل١٢) إلي داخل المبني.

(د) تحديد النظام الإنشائي المناسب لمرور الأنظمة أسفل الأسقف: يجب أن يسمح النظام ونوع السقف الإنشائي بمرور المكونات الأفقية لجميع الأنظمة الهندسية مثل دكتات التكييف الصاج ومواسير إطفاء الحريق وغيرها دون وجود أي عوائق إنشائية كالكمرات ومن ثم يعد استخدام نظام الأسقف المسطحة (Flat Slab) هو النظام الأمثل.

(هـ) تحديد شكل الكمرات الخارجية المناسبة لمرور الأنظمة: يجب أن تسمح كمرات الواجهات الخارجية والكمرات المحيطة بالمناور بمرور المكونات الأفقية للأنظمة من خارج المبني إلي داخله ومن ثم تكون من النوع المقلوب.

**٤-٢-٣ المرحلة السادسة: تحديد المكونات المعمارية الإضافية بالمساقط الأفقية لخدمة الأنظمة الهندسية المختلفة:**

حيث يتم تحديد الفراغات المعمارية والغرف والمناور المطلوب وجودها بالمساقط الأفقية للأدوار تبعا للأنظمة وهي:

**(أ) الأنظمة الميكانيكية:** يجب توفير متطلبات مرور الدكتات والمواسير والكابلات بالإضافة للغرف لخدمتها بالأدوار.

أولا: منور خدمة أو أكثر يخصص لدكتات ومواسير لكل أنظمة التكييف المركزي الواردة بالبند (٢-١-١) سواء لدكتات الإمداد بالهواء أو للهواء الراجع وذلك بمكان متوسط من الجزء المطلوب تكييفه، ووجود مكان مفتوح بالأدوار لوحدات المناولة (AHU) عند عدم وجود مكان لها بدور السطح في أنظمة التكييف بمحطة التبريد المركزية (بند ٢-١-١-١).
ثانيا: فراغ مخصص للمصاعد الكهربائية بالادوار: ويكون محاط بكمرات إنشائية وبمساحة تكفي لكابينة المصعد بالأبعاد المحددة وفراغ خلفه لا يقل عن ٥٠ سم لثقل الموازنة، ويراعي عند حساب الأبعاد بالإتجاه العرضي عند تركيب أكثر من مصعد بنفس الفراغ ترك مسافة ٥٠ سم بين المصعدين لكمرات التحميل، ويكون إختيار المكان بعيدا عن الأماكن المحتاجة لتجنب الضوضاء والإهتزازات والتي تحتاج لقياسات دقيقة تتأثر بوجود عناصر معدنية متحركة كالرنين المغناطيسي بمسافة لا تقل عن ٢٠ مترا[١٥][١٩]. مع توفير غرفة أعلي المصاعد بمساحة المصاعد والمساحة أمامها.
ثالثاً: توفير متطلبات أنظمة الغازات الطبية بالأدوار للمكونات الواردة بالبند (٢-١-٣) وتضم مكان لمحطة الغازات بدور البدروم بمساحة تكفي لكل المكونات بشكل (٦) بالإضافة إلي مناور خدمة لمسارات الصواعد والأنابيب الرأسية للشبكة (يمكن أن يكون المنور لخدمة أكثر من نظام)، ومكان بكل دور لصناديق المحابس لنوعيات الغازات المطلوبة.
رابعاً: توفير متطلبات أنظمة إطفاء الحريق بالبند (٢-١-٤) وتضم مناور خدمة لمواسير الإطفاء بالمياه (ويمكن أن يكون منور مشترك) وغرفة أو جزء من الغرفة لوضع إسطوانات $CO_2$ او FM200 بجانب الغرف المطلوب إطفائها بهما.
خامساً: توفير متطلبات أنظمة التخلص من غازات التخدير والدخان والأبخرة السامة بالبندين ٢-١-٥& ٢-١-٦ وتضم ومناور خدمة للمواسير إلي دور السطح (ويمكن أن تكون مشتركة)، مع توفير طلمبة سحب وفلاتر لغازات التخدير ومروحة سحب للدخان ومروحة أخري لسحب الأبخرة الملوثة وفلاتر لمعالجتها بدور السطح. وتكون المخارج لغازات التخدير والأبخرة الملوثة بعيدة عن مداخل الهواء الخاصة بالوحدات الخارجية لأنظمة التكييف المركزي [٤]
**(ب) الأنظمة الكهربائية:** حيث يجب توفير الأماكن اللازمة لجميع المكونات في البند (٢-٢) والأشكال (٩&١٠).
أولا: مكان للمحولات الكهربائية ومكان ملحق لوحدة الربط الحلقي: ويكون بدور البدروم بمنسوب الرصيف للمبني أو مكان للمحولات علي الأرصفة الخارجية في حالة إختيار النوع الخارجي.
ثانيا: توفير غرف الكهرباء بجميع أدوار المبني: وتضم غرفة رئيسية بأحد الأدوار السفلية بالمبني ويعلوها بنفس المكان غرفة كهرباء فرعية بكل دور بالمبني ويكون داخل الغرفة الرئيسية والغرف الفرعية داكت خدمة للكابلات يربط بينهم.
ثالثا: غرف أجهزة UPS : يجب توفير مكان مغلق لهذه الأجهزة في كل الأقسام التي تعتمد عليها بعرض أكثر من ٢ م
رابعا: توفير متطلبات التيار الخفيف: وتضم غرفتين بدور البدروم أحدهما للسينترال والأخري لتجميع شبكة المعلومات، ومكان للدش المركزي وغرفة للكاميرات ويفضل بأحد دورين السطح أو البدروم، وغرفة تجميع أجهزة إنذار الحريق بأحد الأدوار، بالإضافة إلي توفير مناور الخدمة لمسارات الكابلات الكهربائية أو كابلات الفايبر للإنترنت أو التليفون.
**(ج) الأنظمة الصحية:** حيث يجب توفير الأماكن اللازمة لجميع المكونات في البند (٢-٣) والأشكال (١١&١٢).
أولا: غرفة للطلمبات: وتكون بالدور البدروم للمبني وملاصقة للمنور القريب من الخزانات العلوية بدور السطح.
ثانيا:المناور الداخلية للمواسير: يفضل توفير مناور داخلية بكل الأدوار وحتي دور السطح وملاصقة لجميع حمامات المبني لمرور مواسير الصرف أو التغذية بالمياه الباردة أو الساخنة من الغلايات وكذلك لإجراء عمليات الصيانة.
ثالثا: غرف المعالجة والتنقية للمياه قبل الإستخدام: يجب توفيرها في الأقسام التي تحتاج إلي تنقية المياه قبل الإستخدام مثل الغسيل الكلوي وتكون ملاصقة للقسم وتتصل بجميع فراغاته.
رابعا: نظام للصرف الصحي للمياه الناتجة من أجهزة التكييف بنظام DX: حيث يجب تصميم شبكة لمواسير الصرف ويتم إدماجها في التصميم ومحاولة إخفائها ويتم الإلتزام بمكان محدد لوضع الوحدة الخارجية وفقا لهذه الشبكة.

### ٤-٢-٤ المرحلة السابعة: تحديد تأثير الأنظمة الهندسية علي التصميم الداخلي للفراغات المعمارية بالمستشفي.

يتم فيها تحديد تأثير المكونات الداخلية للأنظمة الهندسية علي كل مكونات الفراغ الداخلي وهي كالتالي:
**(أ) الأنظمة الميكانيكية:** تؤثر هذه الأنظمة علي التصميم الداخلي للحوائط والأسقف بصورة كبيرة، وذلك كما يلي.
أولاً: استخدام الأسقف المعلقة بمسافة لا تقل عن ٨٠ سم بين السقف الخرساني والسقف المعلق وذلك بجميع الطرقات والغرف التي يتم تكيفها مركزيا والتي تحتاج إلي الإمداد بالغازات الطبية أوأنظمة إطفاء الحريق بالغازات الخاملة أو أنظمة التخلص من غازات التخدير والأبخرة والدخان ويتم تركيبها بنفس مستوي السقف المعلق لسهولة التنظيف أيضا، مع ضرورة عدم التعارض فيما بينها، مع مراعاة أن تزيد هذه المسافة بين السقف الخرساني والسقف المعلق إلي ١,٠٠م أعلي الأبواب عند استخدام أنظمة التكييف بإستخدام FCU دون الحاجة إلي إستخدام السقف المعلقة بباقي سقف الغرفة.
ثانيا: تصميم الحوائط المزدوجة بمسافة لا تقل عن ٤٠سم ببعض الغرف لمرور مكونات الأنظمة: وذلك لدكتات الهواء الراجع بالغرف التي تستخدم التكييف المركزي بـ ١٠٠٪ هواء مجدد كغرف العمليات، ولمرور مواسير الغازات الطبية مدفونة بالحائط من السقف إلي الوحدة السريرية (BHU) ولدفن صناديق الإستانليس استيل لإطفاء الحريق أو المحابس للغازات بالطرقات لكي لا يسبب بروز الصناديق عن الحوائط تراكم الملوثات وصعوبة التنظيف لمكافحة العدوي

(ب) **الأنظمة الكهربائية:** تؤثر هذه الأنظمة علي التصميم الداخلي للأرضيات والحوائط والأسقف، ويتم ذلك كمايلي:
أولاً: استخدام الأرضيات المرفوعة بمسافة لا تقل عن ٦٠ سم لمرور الكابلات وصولا إلي المعدات وعناصر الفرش بالفراغات، ويتم علي نطاق واسع بالمعامل وكذلك إستخدام أسلاك النحاس المعزولة أسفل الأرضيات للإتصال بأنظمة الأرضي بالمستشفي وتستخدم بغرف العمليات مقاومة الشحنات الإستاتيكية.
ثانياً: تصميم الحوائط الداخلية بسمك لا يقل عن ٢٥ سم بأماكن تواجد لوحات الكهرباء الفرعية بالطرقات: وذلك لضمان ألا تكون بارزة عن الطرقات وذلك لتقليل تراكم الملوثات بينها وبين الحائط لمكافحة إنتقال العدوي.
ثالثاً: استخدام الأسقف المعلقة بسقوط لا يقل عن ٦٠ سم وذلك بجميع الطرقات لتركيب وحدات الإضاءة وجميع مخارج التيار الخفيف كي لا تكون بارزة لسهولة التنظيف ومكافحة العدوي وكذلك لمرور حوامل الكابلات (Cable Try) مع مراعاة أن تبتعد الحوامل لكابلات الكهرباء العادية عن كابلات التيار الخفيف بمسافة لا تقل عن ٤٠سم، مع إستخدامها ببعض الغرف ذات الأنظمة الإضافية كأجنحة العمليات، ويتم تركيب مختلف المخارج بالأسقف دون التعارض بينها.

(ج) **الأنظمة الصحية:** تؤثر هذه الأنظمة علي التصميم الداخلي للأرضيات والحوائط والأسقف وفقا للتالي:
أولاً: استخدام هبوط بالأرضيات بالفراغات الوارد أن يكون بها أي مواسير للتغذية بالمياه أو الصرف الصحي بخلاف الحمامات كالمعامل: ويكون بمقدار ١٥سم أثناء صب البلاطات الخرسانية علي أن يتم عمل الإمدادات الصحية بعد فرش هذه الأماكن بواسطة الشركات المتخصصة.
ثانياً: تصميم الحوائط الداخلية بسمك لا يقل عن ٢٥ سم بالغرف التي تتطلب تواجد بعض الإمدادات الصحية الخاصة: مثل غرف الغسيل الكلوي وبحيث يمكن عمل جراب أو مجري مغطاه بغطاء من الأستنلس ستيل لمرور المواسير وذلك لضمان ألا تكون بارزة عن الحائط لتقليل تراكم الملوثات بينها وبين الحائط لمكافحة إنتقال العدوي.
ثالثاً: استخدام الأسقف المعلقة: بمسافة لا تقل عن ٨٠ سم عن السقف الخرساني بدور البدروم للمواسير الرئيسية للتغذية بالمياه أو إطفاء الحريق وصولا للصواعد بالمناور، وأخري بمسافة لا تقل عن ٦٠ سم بكل الطرقات للمواسير الفرعية.

### ٤-٢-٥ المرحلة الثامنة: تحديد تأثير الأنظمة الهندسية علي تصميم الواجهات الخارجية للمبني.

يتم فيها تحديد مكونات الأنظمة التي يمكن أن تظهر بالواجهات ومحاولة إخفائها أو التعامل معها بصورة جمالية وتضم :

(أ) إخفاء كابل الكهرباء ومواسير الفريون الواصل بين الوحدات الخارجية والداخلية: أنظمة التكييف بنظام التبريد المباشر للهواء DX ويتم ذلك بتوفير مسافة ٤٠ سم علي الأقل كما بالبند ٤-٢-٢ فقرة (ب) بالإضافة إلي تحديد مكان التثبيت للوحدة الخارجية بحيث تكون مقابل لها تماما ويكون الوصول إليها للصيانة من شباك الدور الذي يعلوها.

(ب) إخفاء الوحدات الخارجية بأنظمة التكييف بنظام التبريد المباشر للهواء DX: ويتم ذلك بدراسة تصميم الواجهات بحيث يتم تحديد المكان الدقيق للوحدات الخارجية بشكل منتظم وإخفائها داخل تكوين أو تصميم مع مراعاة أن يكون هناك مجال لتهوية الوحدة الخارجية بأن يكون التكوين مفرغ أو به فراغات كالكولسترا المعدنية أوالحديد المشغول.

(ج) مراعاة عدم ظهور جميع المواسير ومجاري الصاج للتكييف والكابلات الكهربائية والمداخن بجميع الأنظمة الهندسية بالواجهات الخارجية: ويتم ذلك بالإعتماد علي توفير المناور الداخلية والدكتات اللازمة لمرور هذه المكونات بمختلف الأنظمة والسابق تحديدها بالمراحل السابقة من المنهجية.

(د) إخفاء مواسير صرف المياه من وحدات التكييف: وذلك بتصميم شبكة مواسير صرف علي إتصال بمكان ثابت ومحدد للوحدات الخارجية للتكييف وتكون في تجويف بالحوائط الخارجية مع تغطيتها بعناصر معمارية خفيفة مفرغة.

### ٤-٢-٦ المرحلة التاسعة: تحديد التأثير المتبادل للأنظمة الهندسية علي بعضها البعض.

يتم فيها تحديد متطلبات كل نظام هندسي من الأنظمة الأخري وسبل تحقيق التكامل الداخلي بينها بما لا يؤثر علي كفائتها:

- تحديد متطلبات الأنظمة الميكانيكية من الأنظمة الكهربائية: وتشمل توفير الإمداد بالطاقة الكهربائية والمفاتيح لكل من: (أ) اللوحات الكهربائية للمبردات (الشليرات)، ولأبراج التبريد بالسطح، ولوحدات المناولة AHU / FCU، وللوحدات المجمعة الخارجية للتكييف المركزي بنظام DX بدور السطح، (ب) مفاتيح الكهرباء للوحدة الخارجية للتكييف بنظام الإسبليت وكابل كهرباء من المفتاح إلي الوحدة، (ج) فراغ المصعد الكهربائي، (د) خزانات الأكسجين السائل ٣ فاز وأخر لمحطات توليد الأكسجين ولمحطة الغازات لخدمة جميع عناصرها، (هـ) غرفة الطلمبات الملحقة بخزان المياه الأرضي لإطفاء الحريق، (و) طلمبات السحب لغاز التخدير والأبخرة الملوثة والدخان بدور السطح.
- تحديد متطلبات الأنظمة الميكانيكية من الأنظمة الصحية: وتضم توفير مصدر للتغذية بالمياه العمومية لـ : (أ) مبردات الهواء المركزية بدور السطح، (ب)غرفة الطلمبات الملحقة بخزان المياه الأرضي لإطفاء الحريق، مع مراعاة توفير مصدر للزيت يتصل بالمصعد الهيدروليكي، وكذلك توفير شبكة لصرف مياه التكييف بنظام الإسبليت، والصرف للمياه الناتجة من كومبريسور الهواء والفلاتر والمجففات وخزان نواتج الشفط بمحطة الغازات الطبية بالمبني.

- تحديد متطلبات الأنظمة الكهربائية من الأنظمة الميكانيكية: وتشمل توفير خزان سولار أساسي للمولدات الكهربائية.
- تحديد متطلبات الأنظمة الصحية من الأنظمة الميكانيكة: وتضم توفير (أ) طلمبات رفع المياه للخزانات بدور السطح، (ب)غرف لغلايات المياه الساخنة (ج) محطات معالجة وتنقية المياه النظيفة، (د) محطة معالجة مياه الصرف الصحي.
- تحديد متطلبات الأنظمة الصحية من الأنظمة الكهربائية: وتضم توفير مصدر كهرباء لـ: (أ) أنظمة الإمداد بالمياه من خزانات المياه وغرفة الطلمبات والغلايات، (ب) محطات معالجة الصرف الصحي، (ج)محطات المعالجة والتنقية للمياه.

**٤-٣ المراحل النهائية في المنهجية المقترحة للتكامل بين الأنظمة.**

بعد أن تم في المراحل التنفيذية الستة السابقة تحديد متطلبات الموقع العام والأنظمة الإنشائية والمساقط الأفقية والواجهات والتصميم الداخلي واحتياجات كل نظام من الأخر وسيتم فيما يلي تطبيق المنهجية وإتخاذ القرارات التصميمية وفقا لها، ثم إختبارها بإستخدام برامج BIM & GIS ثم تعديل الرسومات والتصميمات وفقا لنتيجة الإختبار للمنهجية وذلك كما يلي:

**٤-٣-١ المرحلة العاشرة: تطبيق المنهجية واتخاذ القرارت التصميمة لإنتاج تصميمات تنفيذية كاملة للأنظمة الهندسية.**

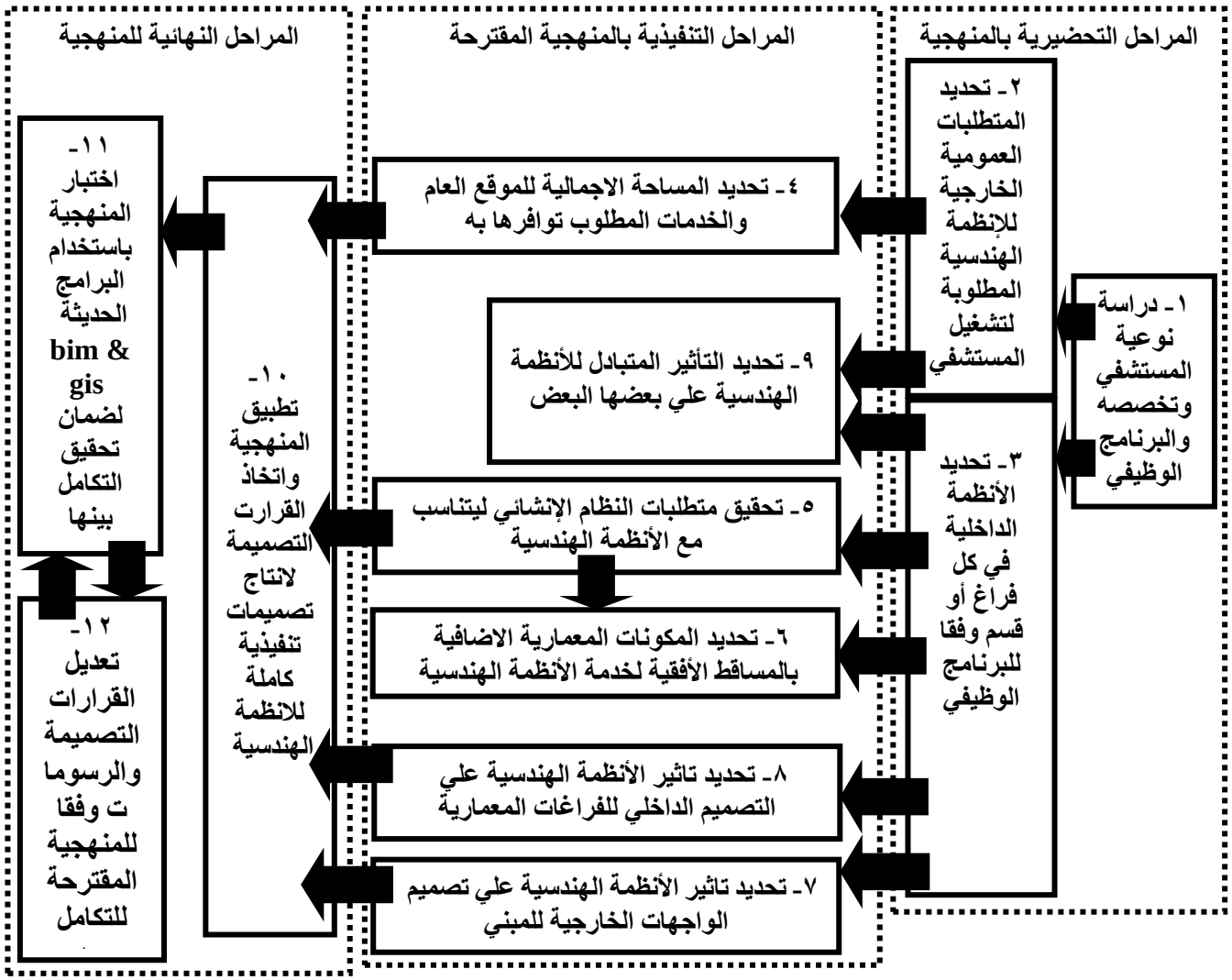
ويتم فيها الإعتماد علي المراحل السابقة (من المرحلة الأولي إلي التاسعة) لإتخاذ القرارات التصميمية المرتبطة بتحديد النظام الإنشائي وتصميم الموقع العام والمساقط الأفقية والواجهات ومتطلبات التشطيبات الداخلية للمبني وذلك بالرجوع إلي متطلبات الأنواع المختلفة من الأنظمة وكذلك وفقا لمتطلبات كل نظام من الأنظمة الأخري، بصورة أشمل من حل التعارضات وفقط لأن أنظمة وبرامج الحاسب الآلي تقوم بهذا الامر، حيث تحقق التكامل بين الأنظمة وبين النظام الإنشائي والمكونات المعمارية وبين الأنظمة وبعضها البعض ولا تؤثر سلبيا علي جودة الخدمات الطبية لمكافحة العدوي

**٤-٣-٢ المرحلة الحادية عشر: إختبار المنهجية بإستخدام البرامج الحديثة BIM & GIS لضمان تحقيق التكامل بين الانظمة**

يتم فيها تطبيق القرارات التصميمية الناتجة من المرحلة السابقة لإعداد تصميمات تنفيذية كاملة وفقا لمتطلبات الأنظمة الهندسية الخدمية، ثم إختبار القرارات بإستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) إستنادًا إلى معلومات المبنى وقرارت تصميم الموقع العام، وإستخدام نظام نمذجة معلومات البناء (BIM) للتأكد من تكامل أنظمة (MEP) مع المكونات المعمارية والنظام الإنشائي[١٧][٣٠] ويتم وفقا للتالي:(أ) إنشاء نموذج (BIM) للمعلومات الهندسية ذات الصلة لجميع خصائص الأنظمة والعناصر الإنشائية، (ب) إستخدام النموذج (ج) إستخدام نتائج التحليل وبيانات النموذج[٣١]، مع تفعيل إمكانية تكامل نظام (BIM) مع نظام البناء الصناعي Industrialized Building System (IBS) وذلك لإكتشاف التعارضات وحلها مع توثيق ذلك لدعم عملية إتخاذ القرارات التصميمية خلال مراحل دورة حياة المبني والأنشطة المتسلسلة لفريق إدارة المشروع مع تحديد معايير إتخاذ القرارات الهندسية[٣٢][٣٣]، وأيضاً تحديد أولوية حل الاشتباكات بين الانظمة الهندسية والانشائية ومراجعتها في نظام موحد وتقسيمها بشكل عام إلى ثلاثة جوانب: (أ) تجنب الاشتباكات، (ب) تحسين الكشف عن الاشتباكات، (ج) تصفية الاشتباكات وذلك للوصول لحلها [٣٤]

**٤-٣-٣ المرحلة الثانية عشر: تعديل التصميمات والرسومات التنفيذية وفقا للمنهجية المقترحة للتكامل بعد إختبارها**

وتعد المرحلة الأخيرة من المنهجية ويتم بها تعديل القرارات التصميمية التي تم إتخاذها بالمرحلة العاشرة وفقا لما تم تعديله عند إختبارها بالمرحلة الحادية عشر، ومن ثم التطبيق الكامل للمنهجية المقترحة، ويوضح شكل (١٦) المراحل التفصيلية للمنهجية المقترحة للتكامل بين الأنظمة الهندسية والنظام الانشائي والمكونات المعمارية في المستشفيات




شكل (١٦) المراحل التفصيلية للمنهجية المقترحة للتكامل بين الأنظمة الهندسية والنظام الإنشائي والمكونات المعمارية بالمستشفيات

## ٥. النتائج والتوصيات:

**أولا النتائج :** خلص البحث إلي مجموعة النتائج وهي:

- يوجد تأثير كبير لنوعيات الأنظمة الهندسية الخدمية (ميكانيكية – كهربائية – صحية) علي العناصر الإنشائية والمكونات المعمارية لأي مبني بصورة تتطلب تحقيق التكامل والتنسيق الكامل بينها لتأثيرها الكبير علي القرارات التصميمية بالمبني.
- يمكن إجمال تأثير الأنظمة الهندسية وأنواعها الداخلية علي العناصر الإنشائية في ستة من الجوانب الأساسية وهي: متطلبات الموقع العام، ومتطلبات تصميم إختيار وتصميم الأنظمة الانشائية، ومتطلبات تصميم المساقط الأفقية، ومتطلبات التصميم الداخلي للفراغات، ومتطلبات تصميم الواجهات، ومتطلبات كل نظام من الأنظمة الخدمية الأخري.
- لكل نوع من الأنظمة الهندسية مكونات داخلية تختلف عن النوع الأخر، وتأثير مختلف علي الأنظمة الإنشائية والعناصر المعمارية، وقد تم تحديد هذه المكونات بالبحث وذلك بالأشكال التوضيحية من شكل (٣) إلي شكل (١٢).
- تم التوصل إلي منهجية لتحقيق التكامل بين الأنظمة الهندسية الخدمية وبين العناصر الإنشائية والمكونات المعمارية لتقليل التعارضات وضمان إتخاذ قرارات تصميمية تحقق أقصي إستفادة من الأنظمة وأقل أضرار بالعناصر الإنشائية.
- تعتمد المنهجية المقترحة علي ١٢ مرحلة يجب اتباعها لتحقيق التكامل بين الانظمة الهندسية وبين العناصر الانشائية، وتم تقسيمها داخلياً إلي ثلاثة أجزاء رئيسية الأول: المراحل التحضيرية (٣ مراحل) والثاني: المراحل الفعلية (٦مراحل)، والثالث: المراحل النهائية وإختبار وتعديل المنهجية (٣ مراحل)، وداخل كل مرحلة رئيسية مجموعة من المراحل الداخلية الفرعية وذلك كما بالبند ٤ من البحث.
- يظهر تاثير الأنظمة الهندسية علي القرارات التصميمية الخاصة بالتصميم الإنشائي والمعماري في عدة عوامل ومنها: تحديد مساحة وتصميم الموقع العام ليتسع لمباني إضافية ومسارات مدفونة للشبكات وطرق ومسارات حركة لعربات

الخدمة للأنظمة، ومنها المرتبطة بالنظام الإنشائي مثل: استخدام البلاطات المسطحة وما يرتبط بالتحميل علي الأسقف، والكمرات غير الساقطة بالمناور والكمرات الساقطة بالواجهات الخارجيه ووجود مجاري (جرابات) مغطاه وبلاطات بارزة بها، ومنها أيضاً: وجود مساحات إضافية بالمسقط الأفقي مع تحديد الوظيفة والمواصفات والإرتفاعات، وتشطيبات الحوائط المزدوجة وإستخدام الأسقف المعلقة ودفن الإمدادات داخل جرابات أو مجاري مغطاة، وعمل مجاري مواسير بالسقف الخرساني وزيادة مساحات المناور الداخلية وتخصيص مناور خاصة للخدمة.

- لا توجد متطلبات إضافية لأنظمة تسخين وتهوية وتكييف الهواء بالموقع العام، بينما توجد متطلبات للأنظمة الإنشائية تضم إختيار النظام الإنشائي ومراعاة الأحمال وكيفية التثبيت ومناسيب الأساسات وشكل الكمرات كما بالجدول (١) وتوجد متطلبات إضافية ترتبط بالموقع العام والأنظمة الإنشائية لباقي الإنظمة الميكانيكية وذلك كما يتضح بالجدول (٢)

**جدول (١) متطلبات الإنظمة الميكانيكية المرتبطة بمكونات الإنظمة الانشائية بالمبني**

| متطلبات الإنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات | متطلبات الأنظمة الإنشائية | | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | إختيار النظام الإنشائي | مراعاة الأحمال | كيفية التثبيت | مناسيب الأساسات | شكل الكمرات | |
| أولاً: أنظمة التكييف (تسخين وتهوية وتكييف الهواء) | | | | | | |
| أ- بإستخدام محطة تبريد المياه المركزية | | | | | | |
| مبردات هواء بالسطح | ١- إستخدام نظام الأسقف المسطحة Flat Slab بدون كمرات داخلية<br>٢- إستخدام الكمرات المقلوبة حول المناور<br>٣- إرتفاع الدور لايقل عن ٤,٠٠م | ١- لسقف السطح ليتحمل الشيلرات AHU+<br>٢-سقف الأدوار Fan Coilليتحمل تعليق | كمرات حديد بالسطح لتثبيت مبردات المياه + وحدات المناولة +أبراج التبريد عليها | ------ | بدون كمرات داخلية + الكمرات الخارجية أو حول المناور مقلوبة | التركيز علي الحساب الإنشائي لسقف الدور الأخير فقط (السطح) |
| مبردات هواء بالبدروم | | التحميل علي الأساسات | كمرات حديد بالسطح لتثبيت أبراج التبريد | | | الأحمال تم نقل جزء منها للبدروم |
| ب- بإستخدام التبريد المباشر للهواء | | | | | | |
| الشباك Window | ------- | ------- | مسطح زجاج أو مباني | ------- | ------- | ------- |
| الإسبليت Spilt | ------- | ------- | ٤٠ سم أسفل السقف لتثبيت الوحدة الداخلية مع بلاطة بارزة لوضع الخارجية عليها | ------- | كمرة خارجية مقلوبة أسفلها مباني | الوحدة الخارجية لدور تكون أسفل كمرة الدور الأسفل له |
| Cassette Spilt | ------- | ------- | | ------- | | |
| مركزي DX بالسطح | ١- إستخدام نظام الأسقف المسطحة Flat Slab<br>٢- كمرات حول المناور مقلوبة<br>٣- إرتفاع صافي ٤,٠٠م | سقف السطح يتحمل وحدة التكييف المجمعة | كمرات حديد بالسطح لتثبيت الوحدات | ------- | بدون كمرات داخلية + الكمرات حول المناور مقلوبة | تركيز علي حساب إنشائي سقف الأخير مع مناور صغيرة |
| مركزي DX مقسم | | سقف الأدوار يتحمل وحدة التكييف المجمعة | كمرات حديد بالأرضيات الأدوار لتثبيت الوحدات | ------- | | |
| ثانياً: أنظمة المصاعد (النقل الرأسي) | | | | | | |
| مصاعد كهربائية | حائط خرساني حول المصعد لتثبيت دلائل الحركة | يتحمل سقف المصعد حمل الماكينات | ------- | فراغ اسفل المصعد ١,٢٠م | ٥٠سم بين المصاعد للكمرات | غرفة أعلي المصعد للماكينات |
| مصاعد هيدروليكية | فتحة بالسقف بين الدورين | ------- | ------- | ٥٠سم للمضخة | ------- | تانك جانب المصعد |

**جدول (٢) متطلبات الأنظمة الميكانيكية بخلاف التكييف والمصاعد المرتبطة بتصميم الموقع العام والأنظمة الإنشائية**

| متطلبات الأنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات | المتطلبات بالموقع العام | | | متطلبات الانظمة الانشائية | | | | ملاحظة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مباني أو أماكن إضافية | طرق حركة لخدمة الأنظمة | مسارات حركة للإمدادات | إختيار النظام الإنشائي | مراعاة الأحمال | مناسيب الأساسات | شكل الكمرات | |
| ثالثاً: أنظمة الغازات الطبية | | | | | | | | |
| أ- الإمداد بالأكسجين | | | | | | | | |
| • بإستخدام الخزانات | ٢ خزان بالخدمات الملحقة بهم | طريق ممهد بأبعاد سيارات ملأ للخزان | مجري خرساني مغطي للأنابيب من الخزان إلي محطة الغازات | نظام الأسقف المسطحة Flat Slab | ------- | بدون حائط خرساني للمحطة لمرور المواسير من الخارج إليها | بدون كمرات داخلية بالأدوار | |
| • محطات توليد أكسجين | مكان مغطي للمحطة بالموقع | ------- | | | ------- | | | |
| • بإسطوانات أكسجين | ------- | ------- | ------- | | مكان تخزين الأسطوانات | ------- | | |
| ب- الهواء المضغوط | | | | | | | | |
| • ٤ ضغط جوي (بار) | ------- | ------- | ------- | نظام الأسقف المسطحة Flat Slab | ------- | ------- | بدون كمرات داخلية بالأدوار | |
| • ٧ ضغط جوي (بار) | ------- | ------- | ------- | | ------- | ------- | | |
| ج- ثاني أكسيد النيتروز | ------- | ------- | ------- | | ------- | ------- | | |
| رابعاً: أنظمة إطفاء الحريق | | | | | | | | |
| أ- الإطفاء بالمياه | خزان ٢ عين بالخدمات | ------- | مجري خرساني مغطي للمواسير | نظام الأسقف المسطحة Flat Slab | ------- | ------- | ------ | |
| ب- الإطفاء بالغازات الخاملة | | | | | | | | |
| إستخدام CO2- FM200 | ------- | ------- | ------- | نظام الأسقف المسطحة Flat Slab | ------- | ------- | بلا كمرات داخلية بالمسار و الأدوار | |
| خامساً & سادساً: التخلص من غاز التخدير والدخان والأبخرة السامة | | ------- | ------- | | ------- | ------- | | |

- توجد متطلبات للأنظمة الميكانيكية ترتبط بتوفير مكونات إضافية بالمساقط الأفقية وتحقيق متطلبات ترتبط بالتصميم الداخلي للفراغات ويجب تحقيقها لضمان تأدية هذه الأنظمة لوظيفتها وهي كما بالجدول (٣)

**جدول (٣) متطلبات الأنظمة الميكانيكية المرتبطة بالمكونات الإضافية للمساقط الافقية والتصميم الداخلي للفراغات**

| متطلبات الأنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات | المكونات الإضافية داخل المساقط الافقية | | | متطلبات الإضافية للتصميم الداخلي للفراغات | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مناور خدمة أو دكتات | غرف إضافية | أماكن إضافية داخل الغرفة | إستخدام الأسقف المعلقة | إستخدام الحوائط المزدوجة | إستخدام أرضيات مرفوعة | تصميم حوائط ٢٥سم فاكثر | |
| أولاً: أنظمة تسخين وتهوية وتكييف الهواء | | | | | | | | |
| أ- بإستخدام محطة تبريد المياه المركزية | | | | | | | | |
| • مبردات هواء بالسطح | منور خاص بدكتات التكييف | مكان مفتوح AHU لوحدات بالأدوار عند عدم وجود مكان لها بالسطح | ------- | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني تزيد إلي ١,٠٠م أعلي الباب عند إستخدام FCU | ٤٠سم لدكتات الراجع للغرف ١٠٠٪ هواء مجدد كالعمليات | ------- | ------- | |
| • مبردات هواء بالبدروم | | | ------- | | | ------- | ------- | |

| متطلبات الأنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات | المكونات الإضافية داخل المساقط الافقية | | | متطلبات الإضافية للتصميم الداخلي للفراغات | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مناور خدمة أو دكتات | غرف إضافية | أماكن إضافية داخل الغرفة | إستخدام الأسقف المعلقة | إستخدام الحوائط المزدوجة | إستخدام أرضيات مرفوعة | تصميم حوائط ٢٥سم فاكثر | |
| بـ بإستخدام التبريد المباشر للهواء | | | | | | | | |
| • Cassette Spilt | ------- | ------- | ------- | ١٠٠ سم أسفل السقف الخرساني | ------- | ------- | ------- | |
| • Celling Spilt | ------- | ------- | ------- | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني | ------- | ------- | ------- | |
| • DX مركزي بالسطح | منور خاص بدكتات التكييف | ------- | ------- | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني تزيد إلي ١,٠٠م أعلي الباب عند إستخدام FCU | ٤٠سم لدكتات الراجع للغرف ١٠٠٪ هواء مجدد كالعمليات | ------- | ------- | |
| • DX مركزي مقسم | | غرف للوحدات المقسمة بالأدوار | ------- | | | ------- | ------- | |
| ثانياً: أنظمة المصاعد (النقل الرأسي) | | | | | | | | |
| • مصاعد كهربائية | ------- | بدور السطح للماكينات | فراغ ٥٠سم ثقل الموازنة | ------- | ------- | ------- | ------- | المصعد بعيد عن أماكن القياسات الدقيقة |
| • مصاعد هيدروليكية | ------- | بجانب المصعد للمضخات | ------- | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| ثالثاً: أنظمة الغازات الطبية | | | | | | | | |
| أـ الإمداد بالأكسجين | | | | | | | | |
| • بإستخدام الخزانات | مناور خدمة لمواسير الغازات الرأسية قريبة من إستخدامها | مكان لمحطة الغازات بالدور البدروم بالمبني قريب من الخزانات أو محطات التوليد | مكان بكل دور (بالطرقات) للمحابس الخاصة بالأكسجين | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني لمسار المواسير الأفقية إلي الغرف المطلوب تزويدها بالأكسجين | ٤٠سم لمواسير بمجري صاج مغطاه بأستانلس ستيل للصيانة وكذلك BHU تجنب بروزها عن الحائط | ------- | ------- | يمكن إستخدام نظام أساسي وأخر إحتياطي |
| • بإسطوانات اكسجين | | | | | | ------- | ------- | |
| • محطات توليد أكسجين | | | | | | ------- | ------- | أكسجين بنقاء أقل |
| بـ الهواء المضغوط | | | | | | | | |
| • ٤ ضغط جوي (بار) | مناور خدمة لمواسير الغازات الرأسية قريبة من أماكن إستخدامها | مكان لمحطة الغازات بالدور البدروم بالمبني قريب من الخزانات أو محطات التوليد وتكفي لكافة المكونات | مكان بطرقات الأدوار لمحابس الهواء المضغوط وأي أخر نظام | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني بالطرقات لمسار المواسير الأفقية إلي الغرف | ٤٠سم بين الحوائط لمرور المواسير داخل مجري للصيانة صاج مغطاه بأستانلس ستيل إلي لتجنب البروز BHU عن الحائط | ------- | ------- | |
| • ٧ ضغط جوي (بار) | | | | | | ------- | ------- | العمليات التي تحتاج لشق قفص صدري |
| جـ ثاني أكسيد النيتروز | | | | | | ------- | ------- | |
| د- الشفط | | | | | | ------- | ------- | |
| رابعاً: أنظمة إطفاء الحريق | | | | | | | | |
| بـ الإطفاء بالمياه | مناور خدمة للمواسير | ------- | مكان بالطرقة لصناديق الإطفاء | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني بالطرقة للمواسير | ٤٠سم بين الحوائط لدفن صناديق الإطفاء | ------- | ------- | |
| بـ الإطفاء بالغازات الخاملة | | | | | | | | |
| • إستخدام CO2 | ------- | غرفة لتخزين الإسطوانات بجوار الغرف المستخدمة بها | جزء من الغرفة كبديل لتخزين الإسطوانات | ٦٠سم أسفل السقف الخرساني بالغرف للمواسير إلي الرشاشات | ------- | ------- | ------- | نستقطع جزء من الغرفة إذا لم توجدغرف مجاوره |
| • إستخدام FM200 | ------- | | | | ------- | ------- | ------- | |
| خامساً & سادساً: التخلص من غاز التخدير والدخان والأبخرة السامة | مناور خدمة إلي السطح للمواسير | مكان بالسطح لفلاتر وطلمبات السحب | ------- | ٨٠سم أسفل السقف الخرساني بالطرقة للمواسير | ------- | ------- | ------- | المخرج بعيدا عن سحب هواء التكييف |

- توجد متطلبات للأنظمة الميكانيكية ترتبط بتصميم الواجهات وترتبط بغيرها من الأنظمة الكهربائية والصحية ويلزم تحقيقها لتحقيق التكامل بين الأنظمة الميكانيكية وبين النظام الإنشائي والأنظمة الأخري وذلك كما يظهر بالجدول (٤)

**جدول(٤) متطلبات الأنظمة الميكانيكية الخاصة بتصميم الواجهات والمتطلبات من الأنظمة الكهربائية أو الصحية**

| متطلبات الأنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات | متطلبات تصميم الواجهات الخارجية | | متطلبات من الانظمة الكهربائية | | متطلبات من الأنظمة الصحية | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مكان ثابت لمكونات النظام | تشكيل يتيح إخفاء الإمدادات والمكونات | إمداد بالطاقة الكهربائية | لوحات توزيع | مصادر تغذية بالمياه | توفير صرف صحي | |
| أولاً: أنظمة تسخين وتهوية وتكييف الهواء | | | | | | | |
| أـ بإستخدام محطة تبريد المياه المركزية | | | | | | | |
| • مبردات هواء بالسطح | وضع المبردات قريبة من التجويف لمرور الدكتات بالواجهة | تجويف بالواجهة مغطي بعناصر إنشائية بها فراغات كالكولسترا | الإمداد بالكهرباء للوحات وللمبردات وأبراج &AHU FCU& التبريد | يتم توفرها بمفاتيح ثلاثية للمبردات بالسطح أو البدروم | يتم توفيرها لمبردات الهواء | ------- | التجويف بالواجهة عند عدم وجود مناور لداكتات هواء |
| • مبردات هواء بالبدروم | | | | | | ------- | |
| بـ- بإستخدام التبريد المباشر للهواء | | | | | | | |
| • الشباك Window | الجهاز بالكامل في مكان ثابت بالزجاج | ------- | مفتاح بتشينو داخلي لكل جهاز | يتم تزويد الأدوار بلوحات توزيع تتحمل أحمال أجهزة التكييف | ------- | ------- | |
| • الإسبليت Spilt | يتم تحديد مكان ثابت للوحدة الخارجية ويتم وضعها داخل تكوين يمثل تشكيل للواجهات | كابل كهرباء يصل مباشرة بين الوحدتين الخارجية والداخلية لوضعهما متلاصقين بمنسوب علوي | | | ------- | شبكة لصرف مياه التكييف ويتم وضعها بالواجهات أو أسفل ارضيات الغرف | |
| • Cassette Spilt | | | | | ------- | | |
| | | | | | ------- | | |
| • DX مركزي بالسطح | ------- | ------- | الإمداد بالكهرباء للوحات وجميع المكونات للنظام | يتم توفرها بمفاتيح ثلاثية للنظام | يتم توفيرها DX لوحدات | ------- | |
| • DX مركزي مقسم | ------- | ------- | | | | ------- | |
| ثانياً: أنظمة المصاعد (النقل الرأسي) | | | | | | | |
| • مصاعد كهربائية | ------- | ------- | كابل كهرباء لكل مصعد | ------- | ------- | ------- | |
| • مصاعد هيدروليكية | ------- | ------- | ------- | ------- | ------- | ------- | مصدر زيت |
| ثالثاً: أنظمة الغازات الطبية | | | | | | | |
| أـ الإمداد بالأكسجين | | | | | | | |
| • بإستخدام الخزانات | تجويف لواجهة محطة الغازات الخارجية المقابلة للخزان أو المحطة لإخفاء المواسير | ------- | مفاتيح ٣ فاز للخزانات وللمحطة | لوحات خاصة للخزانات وللمحطة | ------- | تصريف للمياه الناتجة من تكثيف الأكسجين | |
| • محطات توليد أكسجين | | ------- | | | ------- | | |
| • باسطوانات أكسجين | | ------- | ------- | ------- | | | |

| متطلبات الأنظمة الميكانيكية بمباني المستشفيات | متطلبات تصميم الواجهات الخارجية | | متطلبات من الانظمة الكهربائية | | متطلبات من الأنظمة الصحية | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مكان ثابت لمكونات النظام | تشكيل يتيح إخفاء الإمدادات والمكونات | إمداد بالطاقة الكهربائية | لوحات توزيع | مصادر تغذية بالمياه | توفير صرف صحي | |
| بـ الهواء المضغوط | | | | | | | |
| • ٤ ضغط جوي (بار) | ------- | ------- | مفاتيح ٣ فاز لكل مكون من مكونات النظام بمحطة الغازات ومكان المحابس بالأدوار | لوحات خاصة لكل مكون من مكونات النظام بالمحطة وبالأدوار | ------- | تصريف للمياه الناتجة من كومبريسور الهواء والفلاتر والمجففات وخزان الشفط بمحطة الغازات | |
| • ٧ ضغط جوي (بار) | ------- | ------- | | | ------- | | |
| جـ ثاني أكسيد النيتروز | ------- | ------- | | | ------- | | |
| د- الشفط | ------- | ------- | | | ------- | | |
| رابعاً: أنظمة اطفاء الحريق | | | | | | | |
| أ- الإطفاء بالمياه | ------- | ------- | لوحات توزيع خاصة ومفاتيح ٣ فاز للطلمبات الملحقة بخزان المياه | | ------- | ------- | |
| بـ الإطفاء بالغازات الخاملة | | | | | | | |
| خامساً & سادساً: التخلص من غاز التخدير والدخان والأبخرة السامة | ------- | تجويف بالواجهة مغطي بعناصر إنشائية بها فراغات كالكولسترا | لوحات توزيع خاصة ومفاتيح ٣ فاز للطلمبات السحب للغاز بالسطح | | ------- | ------- | التجويف عند عدم وجود منور مواسير |

- توجد مجموعة من متطلبات الأنظمة الكهربائية اللازمة لتحقيق التكامل بين الأنظمة وبين العناصر الإنشائية والتي ترتبط بالموقع العام والأنظمة الإنشائية والمساقط الأفقية والواجهات والتصميم الداخلي وذلك بالجدولين (٥،٦) بينما لا توجد متطلبات إضافية لها فيما يخص تصميم الواجهات الخارجية أو المتطلبات من الأنظمة الصحية أو الميكانيكية

**جدول (٥) متطلبات الأنظمة الكهربائية المرتبطة بتصميم الموقع العام والأنظمة الإنشائية**

| متطلبات الأنظمة الكهربائية بمباني المستشفيات | المتطلبات بالموقع العام | | | متطلبات الأنظمة الإنشائية | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مباني أو أماكن إضافية | طرق حركة لخدمة الأنظمة | مسارات حركة للإمدادات | إختيار النظام الإنشائي | كيفية التثبيت | مناسيب الأساسات | شكل الكمرات | |
| أولاً: متطلبات الإمداد بمصدر الطاقة الكهربائية الأساسي (PPS) من شبكة الكهرباء العمومية | | | | | | | | |
| أ- الموزع الرئيسي | | | | | | | | |
| • خارج حدود الموقع | مبني خاص بعدد خلايا مناسب للأحمال الكهربائية بالمبني | يفتح علي طريق ممهد وبنفس منسوبه بعرض لايقل عن ٦ م | مجري خرساني مغطي للكابلات من الموزع إلي المبني | ------ | | ------- | ------- | في حالة عدم وجود خلايا كافية بالموزع الأساسي بالمنطقة |
| • داخل حدود الموقع | | | | إرتفاع المبني لا يقل عن ٤م | | تكون أسفل منسوب مجري الكابلات بين الخلايا | | |

| متطلبات الأنظمة الكهربائية بمباني المستشفيات | المتطلبات بالموقع العام | | | متطلبات الأنظمة الإنشائية | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مباني أو أماكن إضافية | طرق حركة لخدمة الأنظمة | مسارات حركة للإمدادات | إختيار النظام الإنشائي | كيفية التثبيت | مناسيب الأساسات | شكل الكمرات | |
| بـ- المحولات الكهربائية | | | | | | | | |
| • داخل مبني مستقل | مبني قريب من غرفة الكهرباء الرئيسية | يفتح علي طريق ممهد بنفس منسوبه وبعرض لا يقل عن ٦ م وذلك لدخول سيارات الصيانة | مجري خرساني مغطي للكابلات من المحولات إلي غرفة الكهرباء الرئيسية | إرتفاع المبني لا يقل عن ٤م | كمرات حديد أعلي المجري الخرساني لتثبيت للمحولات | ------ | ------- | |
| • الدور الأرضي بالمبني | مكان علي الرصيف بباب خارجي علي واجهة المبني | | | | | ------ | ------- | لا تفضل لكونها تسبب أضرار صحية علي المدي البعيد |
| • علي رصيف المبني | مكان بعيد عن المداخل والمسارات | رصيف بعرض كبير | | ------ | | ------- | ------ | |
| ثانياً: الإمداد بمصدر الطاقة الثانوية (SPS) للطوارئ. | | | | | | | | |
| • المولدات الكهربائية | مبني مستقل لـ ٢ مولد علي الأقل | يفتح علي طريق ممهد بنفس منسوبه وبأبعاد لاتقل عن ٦ م + غرفة للطلمبات للخزان | مجري خرساني مغطي للكابلات من المولدات إلي غرفة الكهرباء الرئيسية | إرتفاع المبني أكثر من ٤م | كمرات حديد أعلي المجري | تكون أسفل منسوب المولد | ------ | عدد المولدات وفقا للقدرة الكلية المطلوبة |
| • خزان سولار أساسي | مدفون قريب من المولدات بالموقع | | | فتحة للملأ بسقف الخزان | | ------ | ------ | |
| ثالثاً: لوحات التوزيع الرئيسية لا توجد لها أي متطلبات إضافية<br>رابعا: إمداد بمصدر طاقة (TPS) غير منقطع/نظام (UPS) لا توجد لها أي متطلبات إضافية | | | | | | | | |
| خامسا: نظام تأريض | بئر أرضي يتحدد سعته وفقا لما سيتم توصيله أرضي | ------ | ------ | ------ | ------ | ------ | ------ | ------ |
| سادساً: أنظمة الكابلات ومخارج الإضاءة والمآخذ | | | | | | | | |
| • الخارجية الموقع | ------- | ------- | مدفونة بالأرصفة | ------ | ------ | ------- | ------ | داخل مواسير PVC وبها غرف تفتيش للصيانة |
| • الداخلية بالأرضيات | ------- | ------- | ------- | ------ | أرضيات مرفوعة | ------- | ------ | عند الحاجة |
| • الداخلية بالحوائط | ------- | ------- | ------- | ------ | تكون الكابلات بمستوي الحوائط والأسقف | ------- | ------ | معايير مكافحة العدوي |
| • الداخلية بالأسقف | ------- | ------- | ------- | نظام Flat Slab | | ------- | ------ | |

| متطلبات الأنظمة الكهربائية بمباني المستشفيات | المتطلبات بالموقع العام | | | متطلبات الأنظمة الإنشائية | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مباني أو أماكن إضافية | طرق حركة لخدمة الأنظمة | مسارات حركة للإمدادات | إختيار النظام الإنشائي | كيفية التثبيت | مناسيب الأساسات | شكل الكمرات | |
| سابعاً: أنظمة التيار الخفيف بمباني المستشفيات | | | | | | | | |
| • إستدعاء التمريض | ------- | ------- | ------- | إستخدام نظام الأسقف المسطحة Flat Slab بدون كمرات داخلية لمرور جميع الإمدادات | تجهيز الحوائط والأسقف بمواسير فارغة لمسار الكابلات داخلها كي لا تكون بارزة عنها | ------- | ------- | |
| • دخول وخروج آمن | ------- | ------- | ------- | | | ------- | ------- | |
| • المراقبة بالكاميرات | ------- | ------- | ------- | | | ------- | ------- | |
| • إنذار الحريق | ------- | ------- | ------- | | | ------- | ------- | |
| • الصوتيات | ------- | ------- | ------- | | | ------- | ------- | |
| • دش/ساعة مركزية | ------- | ------- | ------- | | | ------- | ------- | |
| • التليفون والنت | ------- | ------- | ------- | | | ------- | ------- | |

**جدول (٦) متطلبات الأنظمة الكهربائية المرتبطة بالمكونات الإضافية للمساقط الأفقية والتصميم الداخلي للفراغات**

| متطلبات الأنظمة الكهربائية بمباني المستشفيات | المكونات الإضافية داخل المساقط الأفقية | | | المتطلبات الاضافية للتصميم الداخلي للفراغات | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مناور خدمة أو دكتات | غرف إضافية | أماكن إضافية داخل الغرفة | إستخدام الاسقف المعلقة | إستخدام الارضيات المرفوعة | تصميم حوائط ٢٥سم فاكثر | |
| أولاً: متطلبات الإمداد بمصدر الطاقة الكهربائية الأساسي (PPS) من شبكة الكهرباء العمومية | | | | | | | |
| أ- الموزع الرئيسي | | | | | | | |
| • داخل حدود الموقع | ------- | ------- | مكان إشراف ومبيت فنيين | ------ | مجري للكابلات | | |
| ب- المحولات الكهربائية | | | | | | | |
| • داخل مبني مستقل | ------- | غرفة ملاصقة للربط الحلقي RMU | مكان إشراف ومبيت فنيين | ------ | ------ | ------- | |
| • دور الأرضي بالمبني | ------- | | | ------ | ------ | ------- | |
| • علي رصيف المبني | ------- | ------- | ------- | ------ | ------ | ------- | |
| ثانياً: الإمداد بمصدر الطاقة الثانوية (SPS) للطوارئ | | | | | | | |
| • المولدات الكهربائية | ------ | ------ | مكان إشراف ومبيت فنيين | ------ | ------ | ------- | |
| ثالثاً: لوحات التوزيع الرئيسية. | | | | | | | |
| • لوحة رئيسية/ لوحة الطوارئ الرئيسية | داكت خدمة (لمرور الكابلات) ويربط غرفة الكهرباء الرئيسية بالأرضي بالغرف الفرعية بالأدوار | غرفة كهرباء رئيسية بالأرضي علي الواجهة الخارجية | ------- | ------ | ------ | ------- | البدروم مرفوض للبعد عن الصرف والمياه |
| • اللوحات الفرعية / الطوارئ بالأدوار | | غرف كهرباء فرعية أعلي الرئيسية بكل دور بالمبني | ------- | ------ | ------ | ليتم تثبيت اللوحات بحيث تكون بمستوي الحوائط | معايير مكافحة العدوي |

| متطلبات الأنظمة الكهربائية بمباني المستشفيات | المكونات الإضافية داخل المساقط الأفقية | | | المتطلبات الاضافية للتصميم الداخلي للفراغات | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مناور خدمة أو دكتات | غرف إضافية | أماكن إضافية داخل الغرفة | إستخدام الاسقف المعلقة | إستخدام الارضيات المرفوعة | تصميم حوائط ٢٥سم فاكثر | |
| رابعا: إمداد بمصدر طاقة (TPS) غير منقطع/نظام (UPS) | ------- | ------- | مكان ملحق لوضع UPS بعرض أكثر من ٢م | ------ | ------ | ------- | غرفة مكيفة بإستمرار جهازين بالتبادل |
| خامسا: نظام تأريض | ------- | ------- | ------- | ------ | شبكة نحاسية موصلة بالأرضي | ------ | |
| سادساً: أنظمة الكابلات ومخارج الإضاءة والمآخذ | | | | | | | |
| • الخارجية الموقع | مجري مغطي | ------- | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| • الداخلية بالأرضيات والحوائط والأسقف | مدفونة | ------- | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| سابعاً: أنظمة التيار الخفيف بمباني المستشفيات | | | | | | | |
| • إستدعاء التمريض | ------ | ------ | مكان تجميع بمحطة التمريض | ٦٠ سم أسفل السقف الخرساني بجميع الطرقات والفراغات التي بها أنظمة Cable Try لتثبيت لكل نظام | ------ | لكي تسمح بمرور الكابلات داخلية في الحوائط دون الحاجة لأي كابل خارجي | المسافة بين حوامل الكابلات للتيار الخفيف تبعد أكثر من ٤٠ سم عن الخاصة بكابلات الكهرباء |
| • دخول وخروج آمن | ------ | غرفة تحكم بجوار المداخل | ------ | | ------ | | |
| • المراقبة بالكاميرات | داكت لمرور الكابلات من غرف التحكم إلي الأدوار | غرفة تحكم بأحد الأدوار | حائط بلا فتحات لوضع الشاشات | | ------ | | |
| • إنذار الحريق | | غرفة تجميع ومراقبة | ------ | | ------ | | |
| • الصوتيات | | غرفة تحكم | ------ | | ------ | | |
| • دش/ساعة مركزية | ------ | غرفة تحكم | ------ | | ------ | | |
| • التليفون والنت | مجري كابل الفايبر رئيسي وداكت له إلي الأدوار | غرفة سينترال مركزي + تجميع نت | ------- | | ------ | | |

- توجد متطلبات إضافية للأنظمة الصحية سواء الخاصة بالتغذية بالمياه أو الصرف الصحي وهي ترتبط بالموقع العام والأنظمة الإنشائية والمساقط الأفقية والواجهات والتصميم الداخلي وكذلك توجد بعض المتطلبات المرتبطة بالأنظمة الميكانيكية أو الأنظمة الكهربائية وذلك كما بالجداول (٧، ٨ ، ٩)

**جدول (٧) متطلبات الأنظمة الصحية المرتبطة بتصميم الموقع العام والأنظمة الإنشائية**

| متطلبات الأنظمة الصحية بمباني المستشفيات | المتطلبات بالموقع العام | | | متطلبات الانظمة الانشائية | | | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مباني أو أماكن إضافية | طرق حركة لخدمة الأنظمة | مسارات حركة للإمدادات | إختيار النظام الإنشائي | مراعاة الأحمال | كيفية التثبيت | مناسيب أساسات | شكل الكمرات | |
| أولاً: أنظمة الإمداد بالمياه الباردة/ الساخنة | | | | | | | | | |
| • من المصادر العمومية | محطة رفع | طريق تخديم | مواسير مدفونة إلي غرفة الطلمبات بالمبني | ------ | ----- | ----- | مناسيب الطلمبات + الأساسات أسفل من منسوب دخول المواسير الرئيسية للتغذية بالمياه سواء للمبني أو الخزان | ----- | منسوب المياه منخفض |
| • المياه الباردة من الخزانات العلوية | ------- | ------- | | | لأحمال خزانات الخرسانة مع وجود أعمدة انشائية بمحيطها | لخزانات فايبر أو معدنية يتم تحديد مكان تثبيتها | | الكمرات غير مقلوبة بالسطح لتفادي مسار المواسير الأفقية | |
| • المياه الساخنة من الغلايات | مبني لعدد ٢ من الغلايات | طريق تخديم | | | ----- | ----- | | بدون كمرات مقلوبة بمحيط المناور بالأدوار | |
| ثانياً: أنظمة المعالجة للمياه قبل الإستخدام | | | | | | | | | |
| • معالجة عمومية | محطة مركزية | ------- | مواسير مدفونة | ------ | ----- | ----- | ------- | ------- | مياه غير مناسبة ونظيفة |
| • معالجة وتنقية للمياه | ------- | ------- | ------- | ------ | ----- | ----- | ------- | ------- | |
| ثالثاً: أنظمة الصرف الصحي للمخلفات. | | | | | | | | | |
| • صرف للمخلفات العادية | ------- | مسار لعربات سحب المخلفات | مجري خرساني مدفونة مغطاه | ------ | ----- | ----- | ------- | بدون كمرات مقلوبة بمحيط المناور بالأدوار | |
| • مخلفات خاصة | مكان للمعالجة | | | ------ | ----- | ----- | ------- | | |
| • مياه الأمطار | ------- | ------- | عمل جليتراب بالارصفة | بدون بروز للبلاطات بأماكن وجود الأعمدة | ----- | ----- | ------- | | ملحوظة الكمرات تكون في حالة وضعها بالمناور |
| رابعاً: معالجة مياه الصرف الصحي | | | | | | | | | |
| • الخارجية الموقع | محطة مركزية | طريق تخديم | مواسير مدفونة | ------ | ----- | ----- | ------- | ------- | عند عدم وجود محطة بالمنطقة |
| خامساً: أنظمة إطفاء الحريق بالمياه | | | | | | | | | |
| • الخارجية الموقع | خزان ٢ عين بالخدمات | ------- | مجري خرساني مغطي للمواسير | ------ | ----- | ----- | ------- | ------ | |

**جدول (٨) متطلبات الأنظمة الصحية الخاصة بتصميم الواجهات والمتطلبات من الأنظمة الكهربائية أو الميكانيكية**

| متطلبات الأنظمة الصحية بمباني المستشفيات | متطلبات تصميم الواجهات الخارجية | | متطلبات من الانظمة الميكانيكية | | متطلبات من الأنظمة الكهربائية | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مكان ثابت لمكونات النظام | تشكيل يتيح إخفاء الإمدادات والمكونات | غرف ومكونات إضافية | عناصر خاصة | إمداد بالطاقة الكهربائية | لوحات توزيع | |
| أولاً: أنظمة الإمداد بالمياه الباردة/ الساخنة | | | | | | | |
| • من المصادر العمومية | مكان محدد لمواسير التغذية بالمياه بالواجهات حال عدم وجود مناور داخلية | تجويف (داكت) مواسير مغطي بعناصر إنشائية مفرغة كالكولسترا | طلمبات رفع للمياه للخزان الأرضي | ------- | مصدر كهرباء لغرفة الطلمبات | ------- | |
| • من الخزانات العلوية | | | طلمبات رفع للمياه لدور السطح | خزانات مياه يتم حساب سعتها | مصدر كهرباء لغرفة الطلمبات | ------- | |
| • الساخنة من الغلايات | | | ------- | ------- | مصدر كهرباء لكل غلاية | لوحات خاصة لكل غلاية | |
| ثانياً: أنظمة المعالجة للمياه قبل الاستخدام | | | | | | | |
| • معالجة عمومية | ------- | ------- | ------- | ------- | مصدر كهرباء لكل محطة معالجة أو تنقية | لوحات خاصة | |
| • معالجة وتنقية للمياه | ------- | ------- | ------- | ------- | | لوحات خاصة | |
| ثالثاً: أنظمة الصرف الصحي للمخلفات. | | | | | | | |
| • صرف للمخلفات العادية | مكان محدد لمواسير الأنواع المختلفة من الصرف الصحي في الواجهات حال عدم وجود مناور داخلية | تجويف (داكت) مواسير مغطي بعناصر إنشائية مفرغة كالكولستر | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| • مخلفات خاصة | | | ------- | غرفة ترسيب | ------- | ------- | |
| • مياه الأمطار | | | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| • مياه التكييف | | | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| رابعاً: معالجة مياه الصرف الصحي(لا توجد أي متطلبات إضافية) | | | | | | | |
| خامساً: أنظمة إطفاء الحريق بالمياه (لا توجد أي متطلبات إضافية) | | | | | | | |

**جدول (٩) متطلبات الأنظمة الصحية المرتبطة بالمكونات الإضافية للمساقط الأفقية والتصميم الداخلي للفراغات**

| متطلبات الأنظمة الصحية بمباني المستشفيات | المكونات الإضافية داخل المساقط الافقية | | | متطلبات الاضافية للتصميم الداخلي للفراغات | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مناور خدمة أو دكتات | غرف إضافية | أماكن إضافية داخل الغرفة | إستخدام الأسقف المعلقة | إستخدام الأرضيات المرفوعة | تصميم حوائط ٢٥سم فاكثر | |
| أولاً: أنظمة الإمداد بالمياه الباردة/ الساخنة | | | | | | | |
| • من المصادر العمومية | مناور خدمة بكل الأدوار لمواسير الإمداد بالمياه | غرفة طلمبات بالدور البدروم | ------- | هبوط٨٠سم بالبدروم ٦٠سم بالطرقات للمواسير الرئيسية إلي ومن المناور | هبوط في الأرضيات لمواسير التغذية بالمياه بمنتصف الغرفة | ------- | الطلمبات ملاصقة للمنور المجاور للخزانات |
| • من الخزانات العلوية | | | ------- | | | ------- | |
| • الساخنة من الغلايات | | ------- | ------- | | | ------- | |
| ثانياً: أنظمة المعالجة للمياه قبل الإستخدام | | | | | | | |
| • معالجة وتنقية للمياه | ------- | محطة معالجة وتنقية للمياه ملاصقة للوحدة | مجري مغطاة بالحوائط إلي المحطة | ------- | هبوط في الأرضيات لمواسير الصرف | لعمل مجري مواسير مغطي إلي محطة التنقية/ المعالجة | وحدات الغسيل الكلوي والمجري في النظام المغلق فقط |

| متطلبات الأنظمة الصحية بمباني المستشفيات | المكونات الإضافية داخل المساقط الافقية | | | متطلبات الاضافية للتصميم الداخلي للفراغات | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مناور خدمة أو دكتات | غرف إضافية | أماكن إضافية بالغرفة | إستخدام الأسقف المعلقة | إستخدام الأرضيات المرفوعة | تصميم حوائط ٢٥سم فاكثر | |
| ثالثاً: أنظمة الصرف الصحي للمخلفات | | | | | | | |
| • المخلفات العادية | مناور خدمة بكل الأدوار لمواسير الصرف | ------- | ------- | ------- | هبوط الأرضيات لمواسير الصرف والتغذية | لعمل مجري مواسير مغطي كما بالغسيل الكلوي بنظام مغلق | الهبوط بالفراغات الوارد وجود إمدادات صحية بمنتصفها كالمعامل |
| • مخلفات خاصة | | ------- | ------- | ------- | | | |
| رابعاً: معالجة مياه الصرف الصحي | | | | | | | |
| • داخلية لأقسام خاصة | ------- | محطة معالجة ملاصقة للقسم | ------- | ------- | ------- | ------- | |
| خامساً: أنظمة إطفاء الحريق بالمياه (سبق توضيح متطلباتها بجداول متطلبات الأنظمة الميكانيكية جزء إطفاء الحريق بالمياه | | | | | | | |

## ثانياً التوصيات:

بناء علي ما قام به البحث من دراسة وما توصل إليه من نتائج يوصي البحث بالتالي:

- تطبيق المنهجية المقترحة بجميع مراحلها (١٢مرحلة) عند التعامل مع الأنظمة الهندسية الخدمية الميكانيكية والكهربائية والصحية لتحقيق التكامل بينها وبين العناصر الإنشائية والمعمارية عند تصميم مباني المستشفيات.
- الإهتمام بتحديد أنواع الأنظمة الهندسية وتحقيق متطلباتها المرتبطة بالتعامل المعماري والإنشائي مع المباني وخاصة المستشفيات لضمان جودة تأدية الخدمة والإستفادة القصوي منها وذلك بالإعتماد علي الأشكال التوضيحية بالبحث.
- إصدار دليل إسترشادي للتعامل السليم مع الأنظمة الهندسية وتأثيرها علي التصميم المعماري للموقع العام والمساقط الأفقية والواجهات والتصميم الداخلي، وعلي مكونات الأنظمة الإنشائية بالإعتماد علي جداول (١ إلي ٩) بنتائج البحث.
- عدم إغفال تحقيق متطلبات الأنظمة الميكانيكية والكهربائية والصحية مع بعضها البعض وبيان التأثير المتبادل بينها
- تحديد التأثير الداخلي المتبادل بين الأنظمة وبينها وبين العناصر الإنشائية بالمبني للقضاء علي التأثيرات السلبية لكلاهم علي الأخر والقضاء علي التعارضات وتحقيق الجودة الطبية.
- الإعتماد علي البرامج الحديثة مثل BIM & GIS في إختبار المنهجية وتطويرها للوصول إلي التكامل بين الأنظمة الهندسية

## ٦. المراجع:


[1]Gary. Ajay, Dewan. Anil, "Manual of Hospital Planning and Designing For Medical Administrators,Architects and Planners", Springer Nature Singapore Pte Ltd, (2022)

[2] Abdel Hameed.Wael, Saputra. Weldy, "Integration of Building Service Systems in Architectural Design",Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 25, p. 109-122, (2020)

[3] Di Cola. Simone, Gazda. Jakub, Lapenna. Lucia, Ceccarelli. Giancarlom, "Infection Prevention and Control Program and COVID-19 Measures: Effects on Hospital-Acquired Infections in Patients with Cirrhosis", JHEP Reports, (2023)

[٤] نصير. ندي، المسلمي. غادة, فهمي. سارة, الحريري. يسرا، "أثر الإيكوتكنولوجى على التصميم الداخلى كإتجاه تصميمى معاصر", مجلة علوم التصميم والفنون التطبيقية، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ج.م.ع، (٢٠٢١ ).

[٥] اصدارات الهيئة العامة للاعتماد والرقابة الصحية, "دليل متطلبات تسجيل المستشفيات ", الهيئة العامة للاعتماد والرقابة الصحية-الأصدار الثاني، جمهورية مصر العربية (٢٠٢١)

[٦] الجيعان. إيمان خالد,"نحو بيئة صحية مستدامة في تصميم المستشفيات الفلسطينية"حالة دراسية - مستشفيات مدينة نابلس", رسالة ماجستير , كلية الدراسات العليا جامعه النجاح الوطنية , نابلس, فلسطين، ( ٢٠١٨ )

[٧] عبد الرحمن. وئام أمين علي, "تقييم أنظمة الخدمات في المستشفيات", رسالة ماجستير, كلية العمارة والتخطيط, جامعه السودان للعلوم والتكنولوجيا، السودان ,(٢٠١٥ )
[8]MIT Department of Facilites,"Mit Building Systems Design Handbook",version1,2", Massachusetts Institute Of Technology, (2001)
[9] MIT Department of Facilites,"Mit Design Standards", Massachusetts Institute of Technology, (2022)
[١٠] شاذلي. سامح سيد, "مسارات حركة الامدادات والشبكات العامة كاحد المؤثرات علي تصميم المستشفيات "، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ج.م.ع, (١٩٩٢)
[١١]اصدارات المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، "المعايير التصميمية للمستشفيات والمنشآت الصحية: الجزء الثاني"، وزارة الاسكان والمرافق والتنمية العمرانية, جمهورية مصر العربية، (٢٠١٧).
[12]Janis. R, Tao. K, "Mechanical & Electrical Systems in Buildings", Pearson Higher Ed, (2013).
[13]Adewale. Babatunde Olusegun, "Aframework for the Process of Effective Coordination of Building Services During the Design Development and Review Stages", Master of Architectural Engineering, King Fahd University,SAUDI ARABIA, (2016)
[14] Lee, G., Parallel VS., "Sequential Cascading MEP Coordination Strategies: A Pharmaceutical Building Case Study", Automation in Construction, 43, 170-179, (2014)
[15]Ambrose, E, "Building Construction - service system,",Van Nostrand Reinhold, New York (1992)
[16] Hu. Zhen-Zhong, Tian. Pei-Long, Li. Sun-Wei, Zhang. Jian-Ping, " BIM-based integrated delivery technologies for intelligent MEP management in the operation and maintenance phase ", Advances in Engineering Software, (2018)
[17] Lee. Sanghyo, Ahn. Yonghan, "Analyzing the Long-Term Service Life of MEP Using the Probabilistic Approach in Residential Buildings", Sustainability-MDPI, (2018)
[18] Baig. M.Wasi, Khan. R.A., Khan. R.A., Siddiqui. F.U., Siddiqui. M.U., "Overview of Role, Responsibility& Scope of Mechanical Electrical Plumbing (MEP) Engineer in Present Scenario", Advances in Engineering Software, (2018)
[19] Binggeli. Corky A.S.I.D, "Building Systems for Interior Designers –Secand Edition", John Wiley&Sons, Inc (2010)
[٢٠] المقابلات الشخصية مع المهندسين الاستشاريين والمتخصصين من الشركات المتخصصة والخبرات التنفيذية (٢٠٢٣).
[٢١]اصدارات المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، "المعايير التصميمية للمستشفيات والمنشآت الصحية: الجزء الأول"، وزارة الاسكان والمرافق والتنمية العمرانية, جمهورية مصر العربية، (٢٠٢٢).
[22] Meuser. Philipp, "Hospitals and Medical Facilities – Construction and Design Manual", DOM Pubulishers.com, Berlin (2019)
[23] Teo. Ya Hui, Yap. Jun Hong, An. Hui, Yu. Simon Ching Man, Zhang. Limao, Chang. Jie and Cheong. Kang Hao, "ReviewEnhancing the MEP Coordination Process with BIM Technology and Management Strategies", Licensee MDPI, Basel, Switzerland, (2022)
[٢٤]أبو زعرور. روند حمد الله، "أثر التصميم الداخلي في انجاح محتوي الفضاءات المعمارية الداخلية والخارجية المباني السكنيةالمنفصلة ( الفلل) في نابلس نموذجا"، رسالة ماجستير، جامعة النجاح الوطنية فلسطين، (٢٠١٣).
[25] Silver. Pete., Mclean. Will., "Introduction to Architectural Technology–Third Edition", Laurence King Publishing Ltd, (2021)
[٢٦] قمر. محمود سامي، "أثر التصميم الداخلي في انجاح محتوي الفضاءات المعمارية"، المجلة العربية للاصدار العلمي (AJSP) الاصدار الخامس العدد ٥٠، (٢٠٢٢)
[٢٧] عبد الجليل. وائل, "الفراغ الداخلي( مكوناته – انواعه – العوامل المؤثرة علي تشكيلة)", رسالة ماجستير، قسم العمارة, كلية الهندسة, جامعة أسيوط، (٢٠١٣)
[٢٨]عبيدات. إسلام محمد, "محاكاة بين الاضاءة والفراغ في التصميم الداخلي السياحي المعاصر ", المجلة العلمية بحوث في العلوم والفنون النوعية , المجلد السابع عشر , العدد الاول , (٢٠٢٢)
[29] Gh. Mohammed, "Building systems", College of Architecture and Plannind, Department of Architecture and Building Scienc, (2022)
[30]M. Reza Hosseini, Khosrowshahi. Farzad, Aibinu. Ajibade A., Abrishami. Sepehr, "BIM Teaching and Learning – Implementation for Students and Educators", Routedge, India, (2022)
[31] Hu. Zhen-Zhong, Tian. Pei-Long, Li. Sun-Wei, Zhang. Jian-Ping, " BIM-based integrated delivery technologies for intelligent MEP management in the operation and maintenance phase ", Advances in Engineering Software-115, (2018)
[32] Fawaz. Mustafa, Ibrahim. Rahinah, Abdul Ghafar. Maszura, Rashidi. Ali, "Towards Automating Clash Management Process in Design-Build Industrialized Projects", International

Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume-9 Issue-11, Blue Eyes Intelligence Engineering and Sciences Publication, (2022)
[33] Pärn. E.A. , Edwards. D.J., Michael C.P. Sing. "Rigins and Probabilities of MEP and Structural Design Clashes within a Federated BIM Model", Automation in Construction, Volume-9, (2018)
[34] Hasannejad. Ali, Sardroud. Javad Majrouhi, Javid. Ali Akbar Shirzadi, Purrostam. Towhid and Ramesht. Mohammad Hasan,"An improvement in clash detection process by prioritizing relevance clashes using fuzzy-AHP methods", Building Serv. Eng. Res. Technol, Vol. 43(4), 2022,