

تكامل العلاقة بين نظم التحكم البيئي و التصميم الداخلي لدعم جودة البيئة الداخلية لغرفة العمليات الجراحية.

أ.د. حسين النبوي

أستاذ التصميم الداخلي والأثاث

عميد كلية الفنون التطبيقية سابقاً

جامعة حلوان

أ.د. عماد صدقة

أستاذ علاج الأورام

وكيل كلية الطب لشئون التعليم

جامعة كفر الشيخ

محمد علي أحمد العزب

محاضر التخطيط الطبي

وحدة تدريب كلية الهندسة

جامعة المنصورة

eng.mohamed14ali@gmail.com

المستخلص:

عندما يتعلق الأمر بغرف العمليات ومرافق الرعاية الصحية، فإن الحفاظ على بيئة نظيفة وآمنة أمر بالغ الأهمية لرفاهية المرضى والموظفين. أحد المكونات الرئيسية لتحقيق ذلك هو استخدام أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) المصممة خصيصاً لمعالجة الهواء في هذه المناطق الحساسة.

في غرفة العمليات، يعد التأكد من أن الهواء نظيفاً وخالياً من الملوثات أمراً في غاية الأهمية لمنع العدوى وتعزيز الشفاء بشكل أسرع للمرضى. تلعب أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) دوراً حاسماً في تحقيق ذلك من خلال تدوير الهواء وتصفيته باستمرار للحفاظ على بيئة معقمة. أحد المكونات الرئيسية لتصميم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) في غرف العمليات هو استخدام مرشحات الهواء الجسيبي عالية الكفاءة (HEPA). تم تصميم هذه المرشحات لالتقاط ٩٩,٩٧٪ من الجزيئات التي يبلغ حجمها ٠,٣.

ميكرون أو أكبر، بما في ذلك البكتيريا والفيروسات. من خلال دمج مرشحات HEPA في نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)، يمكن لغرف العمليات أن تقلل بشكل كبير من خطر العدوى المنقولة بالهواء وتضمن بيئة أكثر أماناً لكل من المرضى والطواقم الطبي. تتجاوز أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) في مرافق الرعاية الصحية مجرد توفير الراحة؛ فهي ضرورية للحفاظ على جودة الهواء الداخلي ومنع انتشار العدوى. من خلال تصفية الهواء وتدويره بشكل مستمر، تساعد أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) على إزالة الملوثات المحمولة جواً والحفاظ على بيئة معقمة تعتبر ضرورية لتعافي المريض.

الكلمات المفتاحية:

غرف العمليات؛ أنظمة معالجة الهواء؛ انتشار العدوى؛ وحدات مناولة الهواء.

تمهيد :

تلعب أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) دورًا حيويًا في الحفاظ على بيئات نظيفة وآمنة في غرف العمليات ومرافق الرعاية الصحية. ومن خلال دمج مرشحات HEPA وتقنيات معالجة الهواء الأخرى، تساعد هذه الأنظمة على تقليل خطر الإصابة بالعدوى، وتعزيز الشفاء بشكل أسرع، وضمان رفاهية المرضى والطواقم الطبي. يعد الاستثمار في أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) المصممة بشكل صحيح أمرًا ضروريًا لخلق بيئة رعاية صحية تساعد على الشفاء والتعافي كما يجب التأكيد على أهمية تنسيق العلاقة بين أنظمة التكييف المستخدمة و أنظمة معالجة الهواء و بين التصميم الداخلي و التخطيط للمعدات الطبية المستخدمة لغرفة العمليات كما أن مراعاة مسارات الحركة و إعتبار الأكواد المحلية عنصراً أساسياً أثناء عملية التصميم و أيضاً التنسيق لأجل خلق بيئة مريحة للمستخدم علي الصعيد الطبي و العاجي و أيضاً ملائمة راحة المريض كما يجب التنويه و الإشارة لعلوم الأرجونومكس أثناء التصميم لخلق الراحة في الفراغ و الإستخدام و الحفاظ علي مسارات مريحة حول سرير الجراحة مع تخصيص مساحات للمعدات الطبية المختلفة و هذا ما سنتناوله في الدراسة البحثية مع عرض حالات معالجة الهواء في الدراسات السابقة لزملاء من مختلف الدول في نفس التخصص .

في مرافق الرعاية الصحية، وخاصة في غرف العمليات والجراحة، يلعب الارتباط بين أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ومعالجة الهواء مع التصميم الداخلي دورًا محوريًا في ضمان بيئة آمنة ومعقمة للمرضى والطواقم الطبي. يعد تصميم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) وتكاملها من العوامل الحاسمة التي يجب مراعاتها. يجب تنظيم إمدادات الهواء والعامد بعناية للحفاظ على دوران الهواء المناسب وجودته داخل هذه المناطق عالية الخطورة. يعد ترشيح HEPA ضروريًا لإزالة الكائنات الحية الدقيقة والملوثات من الهواء، مما يقلل من خطر العدوى أثناء العمليات الجراحية. يجب أيضًا أن يتوافق التصميم الداخلي لغرف العمليات الجراحية مع معايير النظافة الصارمة والمتطلبات الوظيفية. يعد التكامل السلس للتصميم بين أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) وعناصر التصميم الداخلي مثل الإضاءة والخزائن واختيار المواد أمرًا ضروريًا لإنشاء مساحة متماسكة وفعالة تعزز الشفاء وتعزز نتائج رعاية المرضى بشكل عام .

يعد التعاون بين متخصصي التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) والمصممين الداخليين أمراً أساسياً لتحقيق الأداء الأمثل والجماليات في مرافق الرعاية الصحية، خاصة في المجالات الحيوية مثل غرف العمليات والجراحة .

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث في أنه عندما تم وضع معايير لتصميم غرف العمليات تم إغفال عملية التنسيق بين أنظمة التحكم البيئي و بين التصميم الداخلي لفراغ غرفة العمليات كما أن هناك معتقد خاطئ برفاهية أنظمة معالجة الهواء و أنها تستخدم لأجل الرفاهية الحصول علي تبريد الهواء و لكن هذا معتقد غير صحيح في فراغات العمليات.

أهداف البحث :

يهدف البحث إلي تحديد المعايير التي يجب إستخدامها عند تخطيط و تصميم غرف العمليات مع وضع نُسق صحيح لمختلف الأنظمة المستخدمة لمعالجة الهواء و مطابقتها للفراغ المعماري الداخلي و بين التصميم الداخلي كمجمل.

أهمية البحث :

يهتم البحث بدراسة التنسيق بين شبكة أنظمة معالجة الهواء و بين التصميم الداخلي لغرف العمليات بهدف تعزيز و دعم جودة البيئة الداخلية.

فروض البحث :

يقوم البحث علي فرضية إن الدراسة الجيدة و الوصول لتنسيق مشترك بين التصميم الداخلي و نظم معالجة الهواء سيؤدي إلي توفير الوقت و التكلفة و أيضاً المجهود من خلال تقليل فرص القيام بالتعديلات بعد الإستخدام الناتجة عن التصميم الخاطئ من البداية.

حدود البحث :

- ١- الحدود المكانية : غرف العمليات الجراحية بمنشآت الرعاية الصحية.
- ٢- الحدود الزمانية: العصر الحالي.

محاوَر البحث :

المحور الأول: دراسة معايير التصميم الداخلي لغرفة العمليات و التنسيق بين نظام معالجة الهواء وعناصر التصميم الداخلي بهدف دعم البيئة العلاجية .
المحور الثاني: وضع تصميم إسترشادي ليكون بمثابة المخطط المجمع لتأكيد نتائج الدراسة البحثية.

مجال البحث :

دراسة معايير التصميم الداخلي و الأثاث للمنشآت.

منهج البحث :

- ١- المنهج الوصفي التحليلي: حيث يقوم الباحث بوصف و تحليل أنظمة التحكم البيئي المستخدمة لمعالجة الهواء و أيضاً معايير التصميم الداخلي لغرفة العمليات .
- ٢- المنهج التطبيقي: حيث يقوم الباحث بوضع تصميم لتطبيق معايير التصميم و التخطيط الصحيحة لغرف العمليات و أيضاً تنسيق البلان المجمع لأنظمة معالجة الهواء مع الفرش الطبي لغرفة العمليات.

الدراسات السابقة:

- ١- محمد أمين محمد - دراسة تحليلية للمكونات الأساسية وتأثيرها على التشكيل العام لمباني المستشفيات - رسالة ماجستير - كلية هندسة - جامعة القاهرة - ١٩٨٣ تتناول الرسالة دراسة تحليلية للفاراغات و المكونات الأساسية لمنشآت الرعاية الصحية و أهم العناصر و تركز علي دراسة المعايير لتلك المكونات و كيفية إستغلال المساحات للوصول لمعايير تصميم مثلي .
- ٢- مروة وائل السفطي - دور جودة البيئة الداخلية للتصميم الداخلي في الإرتقاء بأداء مستشفيات الطب النفسي - رسالة دكتوراة - كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان ٢٠٢٠ - ركزت الباحثة علي خلق بيئة عمل مريحة و تناول معايير التصميم الداخلي لمستشفيات الطب النفسي و أيضاً تصميم مساحات توفر الخصوصية للمرضى، يمكن تعزيز الشعور بالاستقلالية والاحترام الذاتي، مما يساهم في تحسين الحالة النفسية للمرضى .

٣- فاطمة الزهراء حميد- العمارة الداخلية للمنشآت العلاجية – رسالة ماجستير – كلية الفنون الجميلة جامعة حلوان ١٩٩٧ – تتحدث الرسالة عن دراسات حيزات البيئة الداخلية للمنشآت العلاجية بشكل عام – لم تتطرق إلي تفاصيل نظم التحكم البيئي – لكنها إتجهت للخامات المستخدمة في أعمال النهو و التشطيبات و أكدت الباحثة علي أهمية إنتقاء الخامات بما يتوافق مع منع إنتشار العدوي في المنشآت العلاجية .

٤- هدير عادل جلال محمد – معايير التصميم الداخلي و التقنيات بمراكز طب الأسنان في البيئة المصرية- رسالة ماجستير – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان ٢٠٢٠ - تتناول الرسالة دراسة تفصيلية عن تصميم مراكز الأسنان و دراسة المعايير التصميمية لها و التقنيات الحديثة و كان التركيز بها علي التكنولوجيا المستخدمة و التشغيل الذكي للمبني و أيضاً تطرقت الباحثة في الباب الثاني إلي نظم التحكم البيئي المستخدمة ف المراكز الطبية .

جميع الدراسات السابقة تركز علي جزء التصميم الداخلي و دراسة المعايير و كانت بمثابة المرجع فيما يتعلق بأعمال النهو و التشطيبات و أيضاً معايير التصميم و خلق بيئة عمل مريحة و لكن دراستنا البحثية تركز أكثر علي العلاقة المتكاملة بين التصميم الداخلي وأنظمة معالجة الهواء في غرف العمليات الجراحية و أهميتها البالغة بهدف. المساهمة في تحسين مكافحة العدوى و التطرق إلي أنظمة معالجة الهواء و دورها الحيوي في الحفاظ على بيئة معقمة من خلال التحكم في الملوثات الجوية.و أنه عندما يتم دمج هذه الأنظمة بشكل سلس في تصميم غرفة العمليات، فإنها تضمن تدفق الهواء بشكل فعال لتقليل مخاطر التلوث. كما تركز علي تنسيق وضع الفتحات والموزعات الهوائية مع تخطيط الغرفة لإنشاء تدفق هواء أحادي الاتجاه، مما يساعد في إزالة الملوثات من موقع الجراحة وتقليل خطر التهابات الموقع الجراحي.

١-١ المحور الأول دراسة معايير التصميم الداخلي لغرف العمليات الجراحية

عندما يتعلق الأمر بتصميم غرف العمليات الجراحية، هناك معايير وإرشادات محددة يجب اتباعها لضمان سلامة وكفاءة المساحة. في هذا البحث، سنتناول معايير التصميم الداخلي لغرف العمليات الجراحية، مع تركيز خاص على أنظمة التهوية التي تعتبر أساسية للحفاظ على بيئة نظيفة.

٢-١ معايير IHFG لغرف العمليات الجراحية

قامت المجموعة الدولية لمرافق المستشفيات (IHFG) بوضع مجموعة من المعايير لتصميم وبناء غرف العمليات الجراحية. تغطي هذه المعايير جوانب مختلفة من التصميم، بما في ذلك التخطيط والمعدات وأنظمة التهوية. أحد الاشتراطات الرئيسية لمعايير IHFG هو الحاجة إلى نظام فعال لمعالجة الهواء يمكنه التحكم بشكل فعال في جودة الهواء ودرجة الحرارة في غرفة العمليات. (IHFG-Part B – Page 3 – 2023)

٣-١ أكواد معايير تصميم منشآت الرعاية الصحية في مصر

قد وضعت وزارة الصحة أكوادًا ولوائح محددة لتصميم وبناء المرافق الصحية، بما في ذلك غرف العمليات الجراحية. تشمل هذه الأكواد على المتطلبات الخاصة بتخطيط ومواد ومعدات الغرفة الجراحية، فضلاً عن أنظمة التهوية الهوائية الضرورية للحفاظ على بيئة نظيفة. الالتزام بهذه المعايير ضروري لضمان سلامة ورفاهية المرضى والطواقم الطبية.

١-٢ أنظمة التهوية لغرف العمليات

يلعب نظام التهوية في غرف العمليات الجراحية دورًا حاسمًا في الحفاظ على بيئة نظيفة ومنع انتشار العدوى. تتحكم هذه الأنظمة في تدفق الهواء وتصفية الملوثات، والحفاظ على مستويات درجة الحرارة والرطوبة الأمثل. يمكنها أيضاً المساعدة في تقليل مخاطر العدوى في مكان الجراحة وتحسين نتائج المرضى بشكل عام. (العوض، ٢٠١٦، ص ٨٦)

٢-٢ الاعتبارات التصميمية لأنظمة معالجة الهواء

١-٢-٢ فلاتر الهواء عالية الفعالية (HEPA):

تعتبر فلاتر HEPA مكونات أساسية في أنظمة معالجة الهواء في غرف العمليات، حيث يمكن أن تلتقط ما يصل إلى ٩٩,٩٧٪ من الجسيمات بحجم ٠,٣ ميكرون، بما في ذلك البكتيريا والفيروسات.

٢-٢-٢ الضغط الإيجابي:

تُحافظ غرف العمليات عادةً على ضغط هوائي أعلى من المناطق المحيطة بها لمنع وصول الملوثات إلى المكان. يساعد هذا الضغط الإيجابي في الحفاظ على نظافة غرفة العمليات وعدم تواجد مسببات الجوى للأمراض.

٣-٢-٢ معدل التهوية:

يجب حساب معدل التهوية في غرفة العمليات بعناية لضمان تحقيق عدد كافٍ من عمليات تبديل الهواء في الساعة. يساعد هذا في إزالة الملوثات والحفاظ على بيئة نظيفة لإجراءات الجراحة.

١-٣ التصميم داخلي لغرف العمليات الجراحية

بالإضافة إلى أنظمة التكييف بالهواء، يلعب تصميم غرف العمليات الجراحية الداخلي دورًا حاسمًا في خلق بيئة آمنة وفعالة لإجراء الإجراءات الطبية. تسهم مخططات الغرفة وتوجيه العتاد واختيار المواد جميعًا في الوظيفية العامة وفعالية المساحة.

١-١-٣ تشمل بعض النظرات التصميمية الرئيسية لغرف العمليات الجراحية:

٢-١-٣ الإرجونوميا: ينبغي تخطيط مخطط غرفة العمليات بعناية لتحسين تدفق العمل وتقليل خطر الحوادث أو الأخطاء خلال الإجراءات.

٣-١-٣ الإضاءة: الإضاءة الكافية أمر أساسي لإجراء العمليات الجراحية، حيث تساعد على تحسين الرؤية وتقليل التعب لموظفي المجال الطبي.

تكامل العلاقة بين نظم التحكم البيئي والتصميم الداخلي لدعم جودة البيئة الداخلية لغرفة العمليات الجراحية.

حين يستلقي المريض على طاولة العمليات فسيشاهد ضوء العمليات فوقه مباشرة متدلياً من السقف، وهو عبارة عن ضوء ساطع للغاية يتحكم به الجراح خلال العملية لإضاءة منطقة العملية بشكل جيد وتحقيق الرؤية المثالية. (حسين، ٢٠١١، ص ١٠٧)



شكل (١) يوضح إضاءة سرير العمليات الجراحية.

نقلًا عن: <https://doctor-firas.com/ar/basic.html>

٢-٣ المواد المستخدمة في أعمال التهوية والتشطيبات:

يجب أن تكون المواد المستخدمة في غرف العمليات معقمة ومقاومة للتآكل وقادرة على تحمل المطهرات القاسية للحفاظ على بيئة نظيفة. (حسين، ٢٠١١، ص ١٥٩)

٢-٣-١ الأسقف: يفضل استخدام السقف المستعار تحديداً نوع من الجبسيوم بورد المقاوم للبكتيريا طبقاً لمعايير مكافحة العدوي .

٢-٣-٢ الأرضيات: يفضل استخدام الأنثيستاتيك فينيل Anti-static لمقاومته للشحنات الكهربائية وحافظته علي نظام التأريض و تفريغ و عزل الشحنات الكهربائية. ٣-٢-٣ الحوائط: يفضل تغطية الجدران بمادة الكوريان الطبي أو التغطية الطبية المسماة Medical Cladding و يفضل تغطية الحوائط عموماً بمادة مقاومة للبكتيريا.



شكل (٣)

يوضح الأنثيستاتيك فينيل المزود بنظام التآريض لأرضيات غرف العمليات.

نقلًا عن:

<https://enjazgateye.com/detailscontent/30>



شكل (٢)

يوضح بلاطات الجبسيوم بورد مقاوم البكتيريا.

نقلًا عن: [https://sa.made-in-](https://sa.made-in-china.com/co.html)

[china.com/co.html](https://sa.made-in-china.com/co.html)

١-٤ أنظمة معالجة الهواء بغرفة العمليات:

١-١-٤ تكييف الهواء وبيئة غرف العمليات

يتم استخدام نظام وحدات منواله الهواء و أنظمة معالجة الهواء من خلال التقسيم في مسارات الألومنيوم و انتقال الهواء من وحدات المعالجة الرئيسية علي أسطح المباني ثم مروراً بمسارات خاصة و تنتقل إلي وحدات التحكم الداخلية ثم تخرج إلي المسارات الفرعية لتغذي مخارج الهواء الموضوعة من قبل المهندس الميكانيكي طبقاً لحسابات دقيقة و خاصة جداً و يتكون النظام من الأجزاء الآتية. (المركز القومي لبحوث البناء و الإسكان ، ٢٠١٢ ، ص ١٨٠)

٢-١-٤ مجاري تغذية الهواء:

يقوم النظام المركزي للتكييف بدفع الهواء النظيف والمعقم والبارد بسرعة وكمية محددة. يجب نقل هذا الهواء إلى مرشحات HEPA وأخيراً إلى غرفة العمليات. يتم القيام بهذه المهمة بمساعدة مجاري الهواء التي تكون معزولة ومصنوعة من مواسير الألمنيوم وفقاً للتصميم. تكون هذه المجاري على اتصال في طرف واحد بنظام التكييف المركزي

وفي الطرف الآخر بمرشحات HEPA يتم تقسيم المجرى الرئيسي إلى عدد من المجاري يساوي عدد مرشحات HEPA يمر الهواء ثم من خلال مرشحات في التجويف. نظراً لوجود عدد متساوٍ من مرشحات HEPA موضوعة ضد بعضها، تصطدم الموجات الهوائية القادمة من الاتجاهين ببعضها البعض وتنحني الجريان النهائي إلى أسفل ويتم إطلاقه من التجويف. وبالتالي، يتشكل تدفق هوائي واحد الاتجاه بشكل مظلة، يتجه بعدها نحو مجرى الهواء المعاد التركيب في زوايا غرفة العمليات.

(المركز القومي لبحوث البناء والإسكان، ٢٠١٢، ص ١٨٦)

وأيضاً مرشحات فلاتر الهواء في غرف العمليات الجراحية تلعب دوراً حيوياً في الحفاظ على بيئة نظيفة وآمنة للمرضى والطاقم الطبي. تعمل هذه الفلاتر على إزالة الجسيمات الدقيقة، مثل البكتيريا والفيروسات، من الهواء، مما يقلل من خطر العدوى ويعزز نتائج العمليات الجراحية.

من الناحية التصميمية، يجب أن يتم دمج هذه الفلاتر بشكل استراتيجي في نظام التهوية، مع مراعاة تدفق الهواء وتوزيعه لضمان منع انتقال الملوثات.



شكل (٤) يوضح منقي ومرشح الهواء عالي الدقة والكفاءة

نقلاً عن: <https://www.indiamart.com/.html>

٤-١-٣ الهواء الراجع :

في جميع أركان غرفة العمليات الأربعة، يتم توفير أنابيب الهواء العائد العمودية مع فتحة في الجزء السفلي من الأنبوب. يتم دفع الهواء الملقى في غرفة العمليات من قبو الهواء بقوة نحو أنبوب الهواء العائد. يحدث ذلك لأن الهواء يتم تحفيزه بشكل مستمر في غرفة العمليات مما يزيد من الضغط الجوي داخل غرفة العمليات، وفي نهاية المطاف يجب أن يتم تفريغ الهواء الزائد للحفاظ على ضغط معين. يتم إرسال الهواء الذي يتحرك إلى أنبوب الهواء العائد إلى وحدة معالجة الهواء، يتم تصفيته، يُمزج مع الهواء النقي، يُبرد، ويتم إطلاقه مرة أخرى من وحدة معالجة الهواء إلى غرفة العمليات، ويستمر نفس العملية.

٤-٢ المتطلبات الخاصة للهواء في غرفة العمليات

٤-٢-١ تغييرات الهواء في الساعة

يجب أن يكون الحد الأدنى لإجمالي تغييرات الهواء ٢٠ استنادًا إلى الحمل البيولوجي والموقع. يجب أن يكون مكون الهواء النقي الحد الأدنى لتغيير الهواء ٤ من بين ٢٠ تغييرًا. إذا اختار المصمم الحصول على نظام هواء نقي بنسبة ١٠٠٪، فيجب تثبيت أجهزة توفير الطاقة المناسبة مثل عجلة استعادة الحرارة وأنابيب الجولة.

٤-٢-٢ سرعة الهواء

يجب أن يكون تدفق الهواء ذو اتجاه واحد وباتجاه أسفل على طاولة غرفة العمليات. يُوصى بسرعة واجهة الهواء من ٢٥-٣٥ قدم في الدقيقة من موزع / سقف تدفق هرمي واحد.

٣-٢-٤ الضغط الإيجابي

الحد الأدنى الموصى به للضغط الإيجابي هو ٢,٥ باسكال (٠,٠١ بوصة من الماء). يجب التأكد من الحفاظ على فرق الضغط الإيجابي بين غرفة العمليات والمناطق المجاورة لمنع دخول الهواء من الخارج إلى غرفة العمليات. يجب الحفاظ دائماً على الضغط الإيجابي في غرفة العمليات (خلال ساعات العمل وخلال ساعات الإغلاق).

٣-٤ معالجة الهواء في غرفة العمليات بما في ذلك جودة الهواء

يجب توفير الهواء من خلال فلاتر HEPA في السقف. يمكن أن تكون فلاتر على مستوى وحدة معالجة الهواء أو على مستوى الوحدة داخل غرفة العمليات. يجب تمديد الحد الأدنى لمساحة الترشيح إلى قدم واحد على كافة الجوانب من طاولة غرفة العمليات. (Escobar, 2018, page 3)

١-٣-٤ تصفية الهواء

تعتبر وحدة معالجة الهواء AHU وحدة تنقية وتصفية الهواء.

يجب أن تكون هناك مجموعتان من الفلاتر من نوعية الفلنج ذات فعالية بنسبة ٩٠٪ حتى ١٠ ميكرون و ٩٩٪ حتى ٥ ميكرون بإطارات من الألومنيوم / الفولاذ المقاوم للصدأ ٣٠٤ داخل وحدة معالجة الهواء.

يجب أن تكون وحدة معالجة الهواء AHU في كل غرفة عمليات وحدة مخصصة ولا يجب أن تكون مرتبطة بنظام التكييف الهوائي. يمكن أن تكون نظم التحكم التلقائي لوحة أو تعلو عن السقف. يحدد مكان تثبيت نظام التهوية والتكييف المركزي بناءً على حجم نظام التحكم أو ارتفاع السقف للمبنى. يجب أن يكون منفاخ نظام التهوية والتكييف المركزي قابلاً للتشغيل على مدار الساعة (ربما دون التحكم في درجة الحرارة). يمكن استخدام الأجهزة ذات التردد المتغير (VFD) من أجل توفير الطاقة. يمكن تقليل تغيير

الهواء إلى ٢٥٪ أثناء ساعات عدم التشغيل من خلال VFD ، شريطة عدم تعريض العلاقة الإيجابية بالضغط للخطر خلال هذه الفترة. يجب ألا يكون مكان دخول الهواء الخارجي لنظام التهوية والتكييف المركزي بالقرب من مصادر محتملة للتلوث مثل منافذ تهوية المولدات الديزلية، ومنافذ تهوية المختبرات، ومناطق وقوف السيارات. (المركز القومي لبحوث البناء والإسكان، ٢٠١٢، ص ١٩١)

٤-٣-٢ يجب توفير لوحات الخدمة لصيانة الفلاتر والمحركات ومناخل الهواء.

يجب توفير فلاتر HEPA بكفاءة ٩٩,٩٧٪ للجزيئات بحجم ٠,٣ ميكرون أو كفاءة أعلى. يجب أن تكون جودة الهواء عند النهاية المزودة، أي على مستوى المنفذ، درجة ١٠٠ في حالة السكون، مما يعني أن قدم مكعب من الهواء لا يجب أن يحتوي على أكثر من ٠,٥ ميكرون أو أكبر.

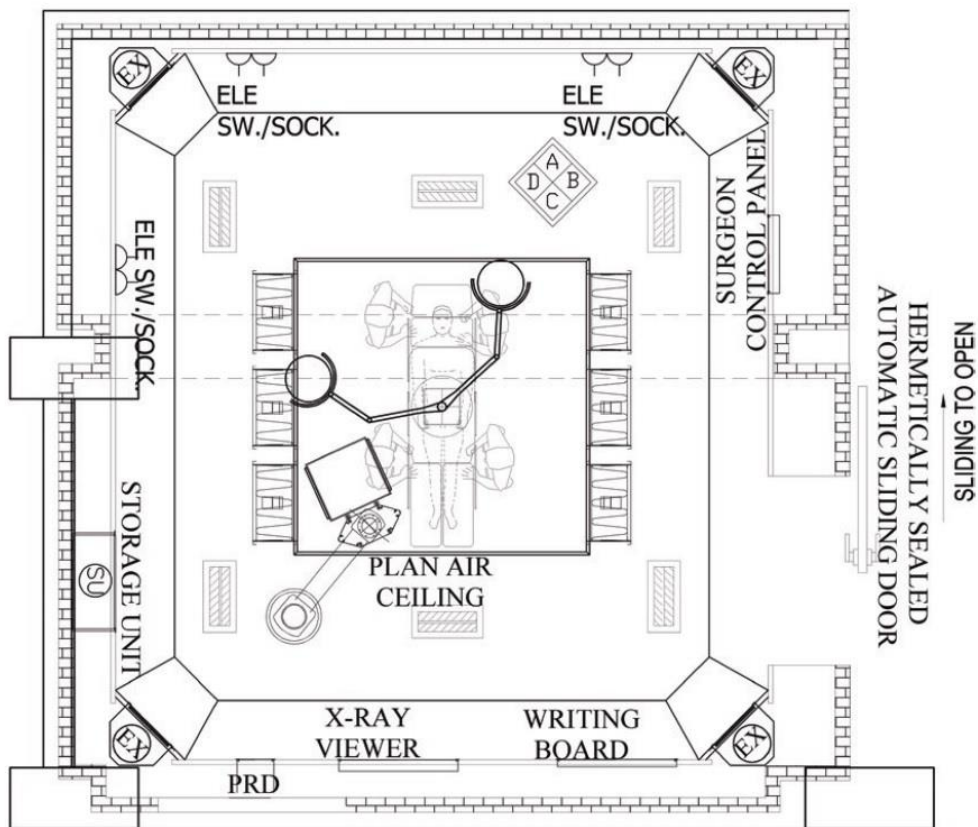
٤-٣-٣ درجة الحرارة والرطوبة النسبية

يجب أن تحافظ درجة الحرارة على ٢١ درجة مئوية ± 3 درجات مئوية (ما عدا استبدال المفاصل حيث يجب أن تكون عند ١٨ درجة مئوية + ٢ درجة مئوية) مع الرطوبة النسبية المقابلة بين ٢٠ و ٦٠٪ ، على الرغم من أن الرطوبة النسبية المثالية تعتبر ٥٥٪. يمكن تثبيت الأجهزة المناسبة لمراقبة وعرض هذه الظروف داخل غرفة العمليات.

٤-٣-٤ نوافذ ومكيفات الهواء المنفصلة

لا ينبغي استخدامها في أي نوع من غرفة العمليات لأنها تعتبر وحدات إعادة تدوير خالصة ولها جيوب لنمو الجراثيم التي لا يمكن غلقها.

تكامل العلاقة بين نظم التحكم البيئي والتصميم الداخلي لدعم جودة البيئة الداخلية لغرفة العمليات الجراحية.



شكل (٥) يوضح أنظمة الشبكة الميكانيكية لغرفة العمليات. الباحث

٥-٣-٤ نقاط الاتصال الأخرى في غرفة العمليات

يجب توفير النقاط التالية للاتصال في كل غرفة عمليات . (Dewan ,2022,181) :

١. نقاط 45 R.J. لشبكات الكمبيوتر.

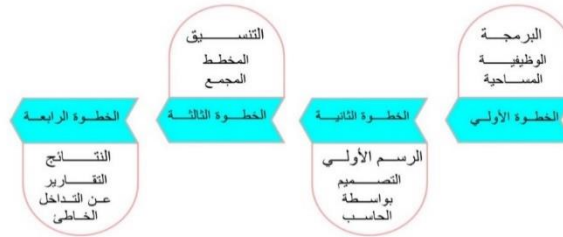
٢. 11 R.J. للتحكم عن بعد والخط الهاتفي.

٣. النقطة لإضاءة القراءة للمريض .

١-٥ المحور الثاني وضع تصميم طبقاً لدراسة الأبعاد والمعايير:

إحدى المراحل الأولى في التصميم الداخلي لغرفة عمليات هي تحديد الأبعاد والمعايير التي ستوجه تخطيط وتصميم المساحة. باستخدام أدوات مثل AutoCAD ، يتم تحديد المتطلبات الخاصة للغرفة ، مثل موقع المعدات الجراحية ، ومناطق التخزين ، وأسرة المرضى. من خلال الالتزام بالمعايير والإرشادات الصناعية ، يمكن للمصممين التأكد من أن غرفة العمليات تلبى متطلبات السلامة والوظائف اللازمة .

خطوات التطبيق



شكل (٦) يوضح خطوات عملية التنسيق. الباحث

١-١-٥ مخطط المعدات الطبية والأثاث المستخدم:

بعد ذلك ، يقوم المصمم بوضع مخطط للمعدات والأثاث لغرفة العمليات. و يحدد في هذا التصميم مكان المعدات الطبية الأساسية ، مثل الأضواء الجراحية ، وآلات التخدير ، وأجهزة المراقبة ، بالإضافة إلى تخطيط الأثاث للجراحين والممرضات وفريق الدعم. من خلال النظر بعناية في احتياجات الراحة الداخلية للمهنيين الطبيين وبيئة العمل .

٢-١-٥ تصميم نظام HVAC لمعالجة الهواء:

ربما يعتبر أكثر جوانب التصميم الداخلي الحرجة لغرف العمليات هو تصميم نظام HVAC لمعالجة الهواء. مع الالتزام بالضوابط من خلال دمج مرشحات الهواء عالية الكفاءة وأنظمة التهوية المراقبة والفروقات في الضغط، يمكن تقليل خطر التلوث الجوي وإيجاد بيئة آمنة. (Escobar, 2018, page

٣-١-٥ التصميم المنسق النهائي

في المراحل النهائية من تصميم الداخلية لغرفة العمليات، يقوم المصمم بتنسيق جميع عناصر التصميم، بما في ذلك الأبعاد، وتخطيط المعدات، وأنظمة معالجة الهواء. يكون بمثابة خريطة لبناء وتنفيذ التصميم، مضمنة أن جميع جوانب غرفة العمليات متكاملة بسلسلة وفعالية. (المركز القومي لبحوث البناء و الإسكان ، ٢٠٢١ ، ص ٣٤)

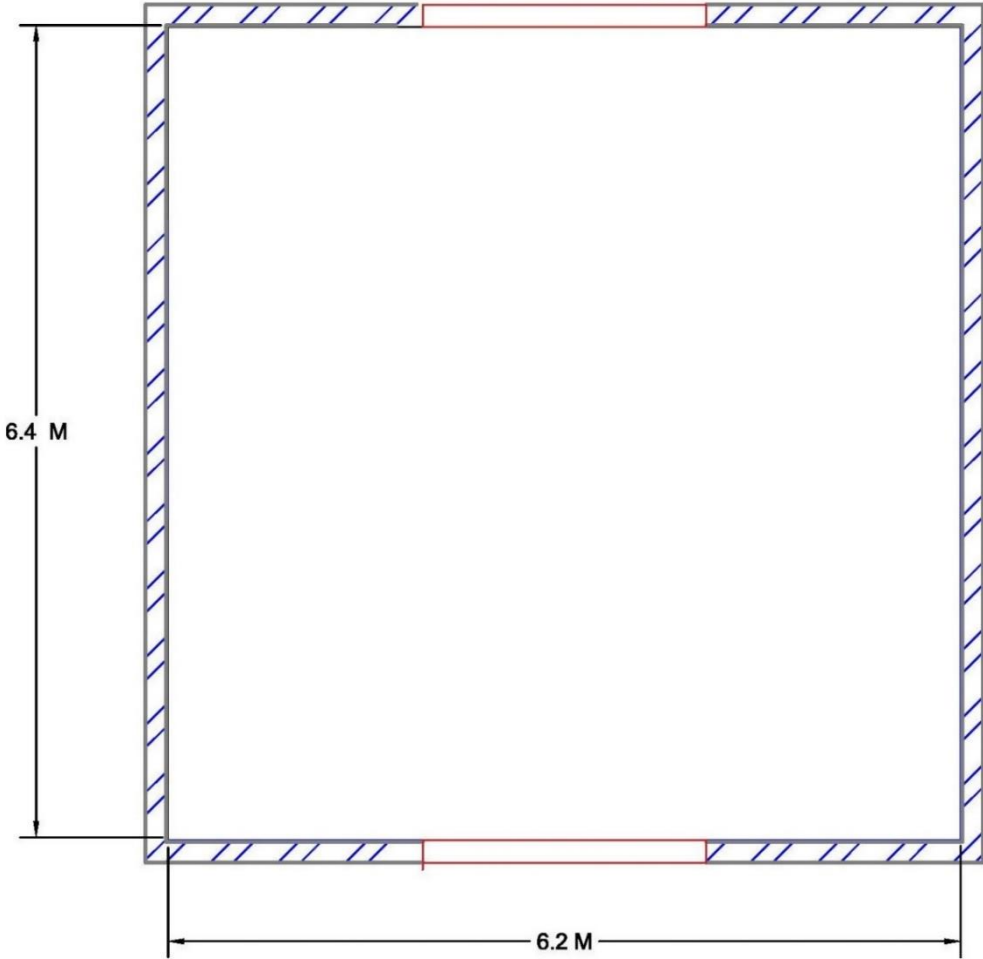
٢-٥ تصميم غرفة العمليات بإستخدام الأوتوكاد:

١-٢-٥ تخطيط الغرفة طبقاً للأبعاد :

الطول : ٦,٢٠ متر .

العرض : ٦,٤٠ متر .

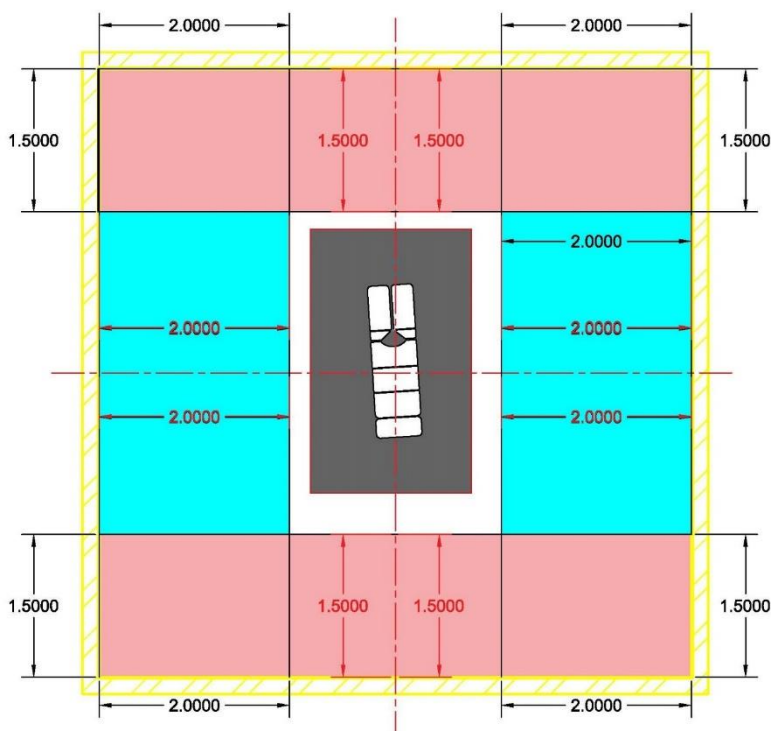
الإرتفاع : ٣,٨٠ متر.



شكل (٧) يوضح رسم مخطط layout غرفة العمليات. الباحث

٢-٢-٥ توضيح التخطيط المساحي الداخلي طبقاً للمعايير الأرجونومية والمساحية :

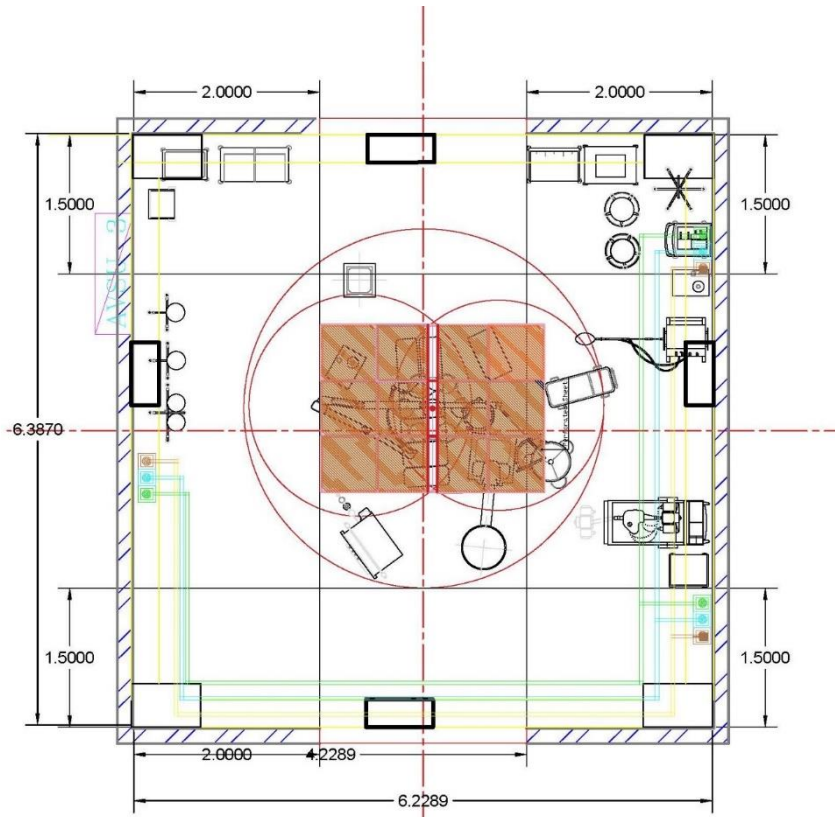
كما هو واضح بالشكل تم مراعاة مسارات الحركة الطولية و العرضية بحيث لا يقل مسار الحركة عن ١٢٠ سم في أي مسار و مسار حركة الطبيب ١٥٠ سم حول رأس و أرجل المريض و ٢ متر علي الجانبين يسمح بدوران مريح لتحقيق راحة المستخدم و ١٥٠ سم من جهة الدخول من منطقة التحضير و خروجه جهة ممر الإفاقة. (المركز القومي لبحوث البناء و الإسكان ، ٢٠٢١ ، ص ٣٦)



شكل (٨) يوضح التخطيط المساحي لغرفة العمليات والموضع المقترح لسرير الجراحة. الباحث

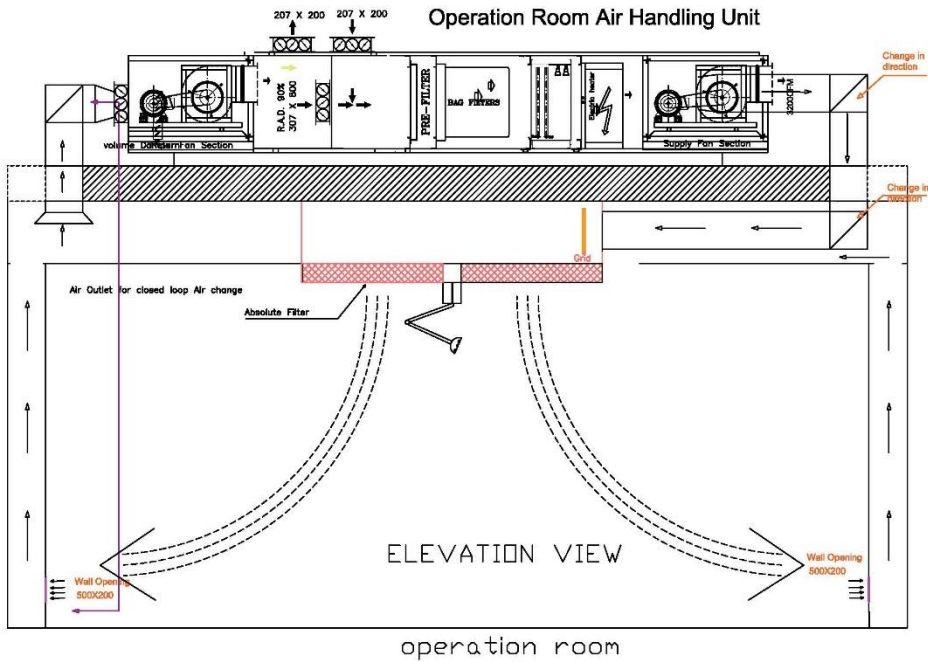
٣-٢-٥ رسم المخطط المجمع المقترح لأنظمة غرفة العمليات المختلفة:

كما هو موضح بالشكل موضع المخرج الهوائي للشكل الهرمي لغرفة العمليات المستخدم و أيضاً مواضع مخارج السحب العكسي علي إرتفاع ٢٥ سم من أعمال نهو الأرضيات علي الصواعد في أركان غرف العمليات لتقوم بتعزيز شفط و دفع الهواء علي الشكل الهرمي.



شكل (٩) يوضح المخطط المجمع لمختلف أعمال غرفة العمليات. الباحث

تكامل العلاقة بين نظم التحكم البيئي والتصميم الداخلي لدعم جودة البيئة الداخلية لغرفة العمليات الجراحية.



شكل (١٠) الاتجاه الهرمي لسريان الهواء. الباحث

النتائج:

يعد التنسيق بين أنظمة معالجة الهواء والتصميم الداخلي في غرف العمليات الجراحية أمراً بالغ الأهمية للحفاظ على بيئة معقمة ومنع انتقال العدوي و للحفاظ علي البيئة آمنة يجب الحفاظ علي المعايير الآتية :

- ١- استخدام أجهزة تنقية HEPA في مداخل الهواء: يمكن أن يساعد استخدام أجهزة تنقية HEPA في تصفية الجسيمات والبكتيريا المحمولة بالهواء، مما يحسن جودة الهواء بشكل عام في غرفة العمليات.

- ٢- الحفاظ على الشكل الهرمي لمخرج إمداد الهواء: من خلال الحفاظ على الشكل الهرمي لمخرج إمداد الهواء، يمكن تحسين تدفق الهواء داخل غرفة العمليات لتقليل مخاطر التلوث المحمول بالهواء و منع سريان الهواء بشكل مباشر علي جسد المريض أثناء الجراحة .
- ٣- الحفاظ على نسبة الرطوبة المثالية ودرجة الحرارة المناسبة: يمكن أن يساعد الحفاظ على نسبة الرطوبة ومستويات الحرارة الصحيحة في خلق بيئة مريحة ومعقمة لإجراء العمليات الجراحية.
- ٤- تنفيذ نظام صحيح لسحب الهواء وطرده: يمكن لنظام سحب الهواء وطرده الفعال أن يضمن التوزيع السليم للهواء التنظيف داخل غرفة العمليات، مما يقلل من خطر الإصابة بالعدوى.

التوصيات :

- ١- الإلتزام بالأكواد التصميمية المختلفة بين معايير تصميم الداخلي والمعايير التصميمية الميكانيكية:
- يعد الإلتزام بمعايير وأنظمة التصميم المحددة أمراً أساسياً في بناء وصيانة غرف العمليات الجراحية. تحدد هذه القواعد المتطلبات الأساسية المتعلقة بالتخطيط والمعدات والتهوية وإجراءات مكافحة العدوى. ومن خلال اتباع هذه اللوائح عن كئب، يمكن لمرافق الرعاية الصحية ضمان السلامة والنظافة والأداء الوظيفي لغرف العمليات الخاصة بها. يجب أن يمتلك المحترفون المشاركون في عملية التصميم والبناء فهماً شاملاً لهذه الرموز لإنشاء مساحة تلي المعايير اللازمة بشكل فعال .

٢- استخدام نظام معالجة الهواء المناسب:

- أحد العوامل الحاسمة في الحفاظ على بيئة معقمة في غرفة العمليات الجراحية هو نظام معالجة الهواء. يجب أن يكون الهواء داخل غرفة العمليات خالياً من الملوثات لتقليل خطر الإصابة بالعدوى أثناء العمليات.

إن استخدام نظام فعال لمعالجة الهواء ومجهز بمرشحات HEPA يمكن أن يحسن جودة الهواء بشكل كبير عن طريق محاصرة الجزيئات المحمولة بالهواء والكائنات الحية الدقيقة. تعد الصيانة والمراقبة المنتظمة لهذه الأنظمة أمراً ضرورياً لضمان أدائها الأمثل وتقليل انتشار مسببات الأمراض.

٣- استخدام مواد التشطيب المضادة للبكتيريا :

يعد دمج استخدام مواد التشطيب المضادة للبكتيريا في التصميم الداخلي لغرف العمليات الجراحية أمراً ضرورياً للوقاية من العدوى.

يجب أن يتم بناء الأسطح في غرفة العمليات، بما في ذلك الجدران والأرضيات وأسطح العمل، باستخدام مواد تمنع نمو البكتيريا وسهلة التنظيف كما أن تنفيذ بروتوكولات التنظيف والتطهير المنتظمة أمراً حيوياً للحفاظ على فعالية هذه المواد والحفاظ على بيئة معقمة .

٤- تكامل العلاقة بين التصميم الداخلي والتصميم الميكانيكي

تعتبر العلاقة المتناغمة بين التصميم الداخلي والتصميم الميكانيكي أمراً بالغ الأهمية لتحقيق الأداء الأمثل لغرف العمليات الجراحية. يجب أن يتوافق التخطيط ووضع المعدات ونظام التهوية بسلاسة لتعزيز كفاءة سير العمل وإنتاجية الموظفين كما أن التعاون بين المصممين الداخليين والمهندسين ومتخصصي الرعاية الصحية أمراً ضرورياً لإنشاء مساحة لا تلي المتطلبات التنظيمية فحسب، بل تعزز أيضاً رفاهية المرضى والموظفين.

المراجع

المراجع العربية:

- ١- حسين، ياسمين سيف النصر مصطفى(٢٠١١) " العمارة الداخلية لمستشفيات الأطفال ".
- ٢- حميد ، فاطمة الزهراء (١٩٩٧). "العمارة الداخلية للمنشآت العلاجية".
- ٣- السفطي ، مروة وائل (٢٠٢٠). "دور جودة البيئة الداخلية للتصميم الداخلي في الإرتقاء بأداء مستشفيات الطب النفسي".
- ٤- العوض، وسام على أحمد (٢٠١٦). " البيئة الداخلية للمستشفيات محفزاً على الشفاء".
- ٥- محمد ، أمين محمد (١٩٨٣). "دراسة تحليلية للمكونات الأساسية وتأثيرها على التشكيل العام لمباني المستشفيات".
- ٦- المركز القومي لبحوث البناء و الإسكان(٢٠٢١). "المعايير التصميمية للمستشفيات والمنشآت الصحية، الجزء الأول، مكونات المستشفيات العامة – المركزية – الخاصة ومتطلباتها".
- ٧- المركز القومي لبحوث البناء و الإسكان (٢٠١٢). "المعايير التصميمية للمستشفيات والمنشآت الصحية – الجزء الثاني – متطلبات المستشفيات و المنشآت الصحية و المراكز و الأقسام الطبية التخصصية".

المراجع الأجنبية:

- 1- Dewan, Anil (2022). "Manual of Hospital Planning and Designing ."
- 2- Escobar, Cecilia (2018). "Evidence-Based Healthcare Design: A Theoretical Approach to a substance Abuse treatment Facility Interior design."
- 3- IHFG (2023). "Part B – Health Facility Briefing & Design235 Operating Unit ."

Integrating the relationship between environmental control systems and interior design to support the quality of the internal environment of the surgical operation room.

Prof. Hussien El-Nabawy

Professor - Faculty of Applied Arts Helwan University

Prof. Emad Sadaka

Professor – Faculty of Medicine Kafr El-Sheikh University

Mohamed Ali Ahmed Al-Azab

Medical planning Instructor Faculty of Engineering Training Unit –
Mansoura University

Abstract:

When it comes to operation rooms and healthcare facilities, maintaining a clean and safe environment is crucial for the well-being of patients and staff. One of the key components of achieving this is through the use of HVAC systems that are specifically designed for air treatment in these sensitive areas. In an operation room, ensuring the air is clean and free of contaminants is of utmost importance to prevent infections and promote faster healing for patients. HVAC systems play a critical role in achieving this by constantly circulating and filtering the air to maintain a sterile environment. One key component of HVAC design in operation rooms is the use of High Efficiency Particulate Air (HEPA) filters. These filters are designed to capture 99.97% of particles that are 0.3 microns or larger in size, including bacteria and viruses. By incorporating HEPA filters into the HVAC system, operation rooms can significantly reduce the risk of airborne infections and ensure a safer environment for both patients and medical staff. HVAC systems in healthcare facilities go beyond just providing comfort; they are essential for maintaining indoor air quality and preventing the spread of infections.

By continuously filtering and circulating the air, HVAC systems help remove airborne contaminants and maintain a sterile environment that is crucial for patient recovery.

Key words: operation rooms; air treatment systems - infection control; air handling units.