Journal of Advanced Engineering Trends
ISSN : 2682 - 2091

Vol.42, No.2. July2023

http://jaet.journals.ekb.eg

تحليل ومقارنه للمتطلبات التصميمية لغرف العزل السالبة بالمستشفيات (نموذج تطبيقي لتأهيل المستشفيات القائمة)

د. مصطفى عبدالجليل حسين

مدرس بقسم العمارة بمعهد أكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا-الجيزة – القاهرة

**Corresponding author(s)* E-mail:Drmostafatefa_79@yahoo.com

ملخص البحث:

تعرض الورقة البحثية أحد عناصر تصميم المستشفيات، والتي تزايدت الحاجة لتوفرها بجميع المستشفيات القائمة خاصة في الآونة الأخيرة (جائحة كوفيد -١٩)، وهي غرف العزل لمرضى الأمراض المعدية المنقولة عن طريق الهواء مثل الكورونا، حيث ان الكثير من المستشفيات القائمة لم تجهز بغرف عزل قياسية يمكن استخدامها لعزل الحالات المعدية، واقتصار الأكواد القياسية ذات الصلة على ذكر المتطلبات الخاصة بغرف العزل للمباني الجديدة فقط، ولم تذكر بها إمكانية تحويل غرف الإقامة أو المستشفيات القائمة التي لا تتوفر بها خدمة غرف العزل السالبة لمواجهة حالات عزل مرضى الكورونا، يقسم البحث إلى جزئيين رئيسيين: الجزء الأول (الشق النظري) عرض لبعض الأسس التصميمية والمعايير والأكواد المحلية والدولية لتصميم غرف العزل السالبة، والاشتراطات الفنية لتصميم وتنفيذ هذا النوع من الغرف شديدة الحساسية، والاعتبارات التصميمية التي يجب الأخذ بها أثناء تصميم غرف العزل السالب، ويتناول الجزء الثاني (الشق التحليلي) من البحث: قائمة مراجعة مقترحة لعناصر تصميم غرف العزل وفقا لمعطيات الدراسة النظرية، كما يعرض في هذا الجزء لتجربة تطبيقية لتحويل جزء بمبنى مستشفى قائم إلى غرف عزل سالب لمرضى الكورونا لعدد ٢ نموذج، الأول بمدينة الملك عبدالله الطبية بمدينة مكة بالمملكة العربية السعودية، والآخر أيضا بالسعودية بمستشفى الهدا العسكري بالطائف، كنموذج تطبيقي تم من خلاله تجهيز مجموعة من غرف إقامة المرضى (Inpatient Ward) العادية بما تحتاجه من المتطلبات الفنية، لتحويلها لغرف عزل سالب، الموصي باستخدامها في غرف العزل من تشطيبات وتجهيزات فنية طبقا للكود الأمريكي AIA، وذلك من خلال عرض هذه النماذج العملية والذي تم تنفيذها وتشغيلها خلال فترة جائحة كورونا.

الكلمات المفتاحية: (غرف العزل السالبة – المستشفيات – التجهيزات الفنية)

١- مقدمة:

تعتبر غرف العزل من الوحدات الهامة والرئيسية الموجودة بالمستشفيات، وباختلاف استخدام غرف العزل تختلف نوعية التجهيزات القياسية للغرفة، والتي يجب أن تضمن سلامة المريض ورواد المستشفى حتى زوال أسباب عزل المريض، وتقسم غرف العزل إلى ٣ أنواع من حيث نوع المريض المستخدم للغرفة (معدي أو ضعيف المناعة، أو لاعتبارات خاصة)، والتي تحدد بواسطة الطبيب المختص بمتابعة الحالة المرضية.

وبشكل عام فأن هناك العديد من الخصائص المشتركة في غرف العزل، وفوارق تقنية في آلية التحكم في طبيعة البيئة الداخلية للغرفة، والتي ذكرت في العديد من المراجع الطبية والأكواد الخاصة بالهندسة الميكانيكية مثل ASHREوالتي تحدد نوع التهوية وكمية الهواء التي تحتاجها الغرفة والاحتياطات الخاصة بمكافحة العدوى ومنع انتشارها.

ونظرا لحساسية الموضوع وأهميته ومواكبة التطور الحاصل في مجال الخدمات الطبية والتجهيزات، والتي انعكست بشكل واضح على التصميم المعماري لغرف العزل والتشطيبات الداخلية وتقنيات التنفيذ، وارتباط ذلك بالمعايير القياسية العالمية، يتعرض البحث لتلك الجوانب لشرح بعضا من التقنيات الحديثة الخاصة بغرف العزل، وتجربة لتحويل غرف إقامة مرضى إلى غرف عزل بنماذج لمستشفيات قائمة.

٢- إشكالية البحث:

نقص التجهيزات الخاصة بغرف العزل السالبة بالمستشفيات العامة والخاصة القائمة في ضوء الظروف الطارئة لجائحة كورونا واي امراض معديه مستجده، وما يقابل ذلك من قلة المراجع والمقالات الفنية الخاصة بتصميم هذه الغرف أو اشتراطات تجهيز المنشئات الصحية القائمة، في مجال تصميم وتنفيذ غرف العزل السالب بالمستشفيات.

٣- الهدف من البحث:

يهدف البحث للوصول لقائمة مراجعة، خاصة بتجهيز وتصميم غرف العزل السالب بالمنشئات الصحية القائمة أو الجديدة، للمساهمة في التصميم المتكامل لغرف العزل وتطوير المباني الصحية في ظل جائحة كورونا الحالية، وما قد يستجد من أمراض معدية.

Revised:28 October, 2021, Accepted:15 August , 2022

٤- منهجية البحث:

يتكون البحث من جزئيين رئيسيين الجزء الأول الإطار النظري (باستخدام المنهج الوصفي)، لعرض التعريفات والأكواد الخاصة بالتصميم المعماري، والأبعاد القياسية والمتطلبات الخاصة بغرف العزل، والجزء الثاني الإطار التحليلي للجزء النظري باستخدام قائمة مراجعة مقترحة لتصميم وتنفيذ غرف العزل السالبة، وعرض لعدد ٢ من التجارب التطبيقية لتقييم المشروعات المنفذة لتطوير غرف العزل السالبة بمستشفيات قائمة، باستخدام المصفوفة المقترحة.

٥- أهمية البحث:

ظهرت في الفترة الأخيرة ضرورة وجود غرف عزل مناسبة ومجهزة بالمستشفيات المختلفة لاستقبال الحالات المختلفة المشتبه والمصابة بفيروس كورونا (والأمراض المعدية)، وحيث أن العديد من المستشفيات لم تكن مجهزة لهذه الجائحة مما يستلزم وضع خطة تطوير لتنفيذ هذه المتطلبات، واستيعاب اي حالات طارئة مستقبلا.

الجزء الأول الإطار النظري للبحث:

١- الأسس التصميمية والاشتراطات العامة لتصميم غرف العزل:

٢- غرف العزل بالمستشفيات:

تعريف غرف العزل بالمستشفيات:

غرفة العزل (Isolation Room) هي فراغ وظيفي بالمستشفيات، مخصص لحجز وإقامة بعض الحالات المرضية، والتي تنطبق عليها شروط وحالات تستوجب حماية المريض أو المستخدمين من خطورة انتقال الضرر أو العدوى إليهم عن طريق الهواء، او الاتصال المباشر أو الملامسة. (١)

١.١ الاعتبارات التصميمية:

ينص الكود المصري للمعايير التصميمية للمستشفيات والمنشئات الصحية (الجزء الاول إصدار ٢٠١٧) على مجموعة من الاشتراطات العامة لتصميم غرف العزل بشكل عام في المستشفيات ومنها:

١- يجب توفير غرفة عزل واحدة على الأقل في كل وحدة تمريض. (ويقصد به كل وحدة أو جناح أقامه أو غرف

مرضى بالمستشفى) بحيث لا يقل عدد الغرف عن ١الكل ٢٥ غرفة أقامه عادية بالأقسام الداخلية وغرفة لكل ١٢ سرير بالطوارئ وغرفة لكل ٨ أسرة بالرعاية المركزة.

٢- الدخول للغرفة يكون عن طريق ردهه تشمل بعض الخدمات (حوض غسيل خزانه للملابس، معقم أيدي).

٣- يفضل استخدام قواطع زجاجية في الغرفة ليتمكن التمريض من متابعة المريض.

٤- يجب أن تحتوي الغرفة على حمام خاص منفصل للمريض دون الخروج للردهة.

٥- يجب اختيار موقع الغرفة بعيدا عن اماكن التيارات الهوائية كأبواب المصاعد وابواب الدرج (السلالم).

٦- يجب ان تشتمل الغرفة على غرفة فصل Anteroom، تعمل على حجز الهواء بين الممر الخارجي للغرفة، وداخل غرفة المريض المعدي.

٧- يجب ان يفتح باب الغرفة في اتجاه الضغط الاقل – بمعني انه في حالة الغرفة السالبة فان باب الغرفة يفتح في اتجاه داخل الغرفة وليس في اتجاه الممر Corridor وهذا لتفادي انتقال الميكروبات مع التيار الهوائي الناشئ من فتح الباب.

٨- عدم تركيب مقبض (أكرة) للشباك (النافذة) ، بحيث لا يمكن فتحه من خلال المريض او الاشخاص العاديين و يفتح فقط بواسطة فني الصيانة المختص ، وذلك تلافيا لفقد الضغط بالغرفة. (حيث يوصى بأن يكون الهواء الداخل باستخدام وسائل التكييف الميكانيكية لتحقيق المعدلات المطلوبة للتهوية ومنع انتشار العدوى لباقي أجزاء المستشفى) (٢)

كما يشمل الكود بعض الأجزاء الهامة في تصميم الغرفة والتي سيتم توضيحها.

٢.١ أنواع غرف العزل:

تنقسم غرف العزل بشكل عام إلى أربعة أنواع مختلفة على حسب نوع العدوى المنقولة عن طريق الهواء، وطبيعة المرض وقابلية انتقال العدوى، (Airborne Infection Isolation Room)، وهذه الانواع الأربعة هي الأنواع الدارجة في الاستخدام للعدوى المنقولة عن طريق الهواء فقط والمذكورة بالمراجع الطبية والهندسية المتخصصة:

أ- فئة S :

غرف العزل من الفئة S (وهذا التصنيف هو المتبع في ترقيم مستويات غرف العزل بالمراجع الطبية المختلفة)، هي غرف ضغط هواء محايدة أو قياسية، حيث يتم استخدام تكييف الهواء العادي. يتم استخدامها لعزل الاتصال بالتلامس المباشر، حيث أن العدوى الناتجة عن المرض لا تنتقل بواسطة الهواء، وهذا النوع طبقا لتوصيات مكافحة العدوى تتطلب استخدام القفازات والعباءات والأقنعة لضمان عدم اتصال أي شخص بشكل مباشر مع مريض مصاب بمرض معدي مثل الأمراض الجلدية. ويمكن استخدام غرف الفئة S لوسائل أخرى عندما لا تكون قيد الاستخدام للمرضى الذين يحتاجون إلى العزلة.

ب- فئة P : (Positive Pressure Room)

غرف الفئة P هي غرف ضغط إيجابي. يتم بها حماية المرضى الذين يعانون من نقص المناعة من الإصابة بجزيئات يحتمل أن تكون خطرة من المرضى الآخرين أو الزوار أو الأطقم الطبية. والغرض من هذه الغرف حماية البيئة المحيطة للمريض من انتقال أي عدوى خارجية إليه، وتسمى ببعض المراجع Clean Room(٣)

ج- فئة N : (Negative Pressure Room)

غرف الفئة N عبارة عن غرف ضغط سلبي حيث يتم حماية الأشخاص خارج الغرفة من أي جزيئات معدية محمولة جواً داخل الغرفة. يتم عزل المريض المصاب والذي يمكن نقل العدوى منه للآخرين عن طريق الهواء.

يجب أن تكون غرف الفئة N في مقدمة وحدة المرضى الداخليين بحيث لا يمر أي مريض يدخل الغرفة من قبل مرضى آخرين في مناطق مختلفة من الوحدة. ويتم تجهيز غرف الفئة N بنظام سحب الهواء الذي يزيل هواء أكثر مما يتم تزويد الغرفة به. ولا يفضل وجود غرف الانتظار زوار لغرف الفئة N .

د- فئة Q : (Negative Pressure Room)

غرف الفئة Q عبارة عن غرف ضغط سلبي تتضمن تدابير إضافية لمكافحة العدوى مثل غرفة الانتظار وتستخدم في المواقف التي تتطلب الحجر الصحي.

هناك احتياطات أعلى يتم اتخاذها مع غرف Class Q، بما في ذلك أجهزة الإنذار لتنبيه الموظفين إلى فقدان الضغط داخل الغرفة ، والأبواب ذاتية الإغلاق ، وحمام منفصل للمريض ، ونظام تهوية لا يسمح لأي هواء مسحوب بالعودة إلى داخل الغرفة.

يجب استخدام مرشحات HEPA لهواء العادم للتحكم في الهواء الملوث الذي يدخل البيئة خارج مرفق الرعاية الصحية، ويمكن استخدام أنظمة الاتصالات للمساعدة على تنسيق الحركة بأمان داخل وخارج الغرفة، والتي تعتبر محل الدراسة البحثية.(٤)

كما توجد أيضًا غرف ضغط من الفئة أ، لكنها لم تعد مدمجة في مرافق رعاية صحية جديدة ولا يُنصح باستخدامها في المرافق الحالية. غرف الفئة أ هي غرف ضغط بديلة يمكن استخدامها كغرف ضغط سلبية أو إيجابية. ومع ذلك، فإن هذا يزيد من خطر حدوث خطأ بشري عند ضبط تدفق الهواء للغرفة، مما قد يتسبب في مضاعفات خطيرة للغاية للسيطرة على العدوى. (٥)

وتعتمد المراجع العامة على ان هذا التقسيم هو الشائع ، ولكن من خلال الممارسة العملية، في مستشفيات ومراكز علاج الأورام فأنه هناك نوع سادس لا يعتمد على انتقال العدوى عن طريق الهواء ، هذا النوع يسمى غرف عزل مرضى الحقن بمادة الأيوداين المشع والمستخدم في قسم العلاج الإشعاعي (Radioactive Iodine Therapy) ويستخدم في هذا العلاج نظير اليود المشع ١٣١ والذي يحضر في المفاعلات النووية المخصصة لهذا الغرض الطبي، ويستخدم لعلاج حالات الأورام حيث يتم حقن المريض بالعنصر المشع ، وتصل فترة أقامه المريض بحجرة العزل إلى ٨ أيام.

مقارنة أنواع غرف العزل :

يمكن تلخيص متطلبات وأنواع غرف العزل على النحو التالي: (الجدول ١-١ أنواع غرف العزل) ويوضح المتطلبات القياسية والفوارق في التجهيزات للأنواع المختلفة لغرف العزل بالمستشفيات.

(الجدول ١-١ أنواع غرف العزل، المصدر: من إعداد الباحث)

الفئة / الخصائص	الفئة S	الفئة P	الفئة N	الفئة Q	عزل متطلبات خاصة
		عدوى منقولة بواسطة الهواء			
نوع المريض	غير معدي عن طريق الهواء	نقص مناعة	معدي	شديد العدوى	قد يكون معدي أو يعاني نقص المناعة ولكن يحتاج لمتطلبات إضافية في أنظمة عزل الإشعاع (مرضى الأورام)
نوع التهوية	محايدة	موجبة	سالبة	سالبة مع عزل كامل	متغير (سالب، موجب، محايد)
نظام التغذية بالهواء	مشترك	منفصل تماما بوحدات تهوية Total Fresh Air	يمكن أن يكون مشترك	يمكن أن يكون مشترك	منفصل تماما بوحدات تهوية Total Fresh Air
نظام سحب الهواء	يفضل أن يكون منفصل	يمكن أن يكون مشترك	منفصل تماما إضافة مراوح ومسارات سحب هواء ومرشحات	منفصل تماما إضافة مراوح ومسارات سحب هواء ومرشحات	منفصل تماما إضافة مراوح ومسارات سحب هواء ومرشحات
وجود حمام خاص	مفضل	إلزامي	إلزامي	إلزامي	إلزامي
وجود غرفة عازلة Ante-Room	مفضل	إلزامي	إلزامي	إلزامي	إلزامي
الأمراض المحتملة	إمراض جلدية أو نفسيه	أمراض الدم	أمراض الجهاز التنفسي البسيطة	أمراض الجهاز التنفسي شديدة العدوى مثل الكورونا	العلاج الإشعاعي لمرضى الأورام والتي يحتمل وجود أمراض معدية لديهم (خاص بمراكز الأورام المتخصصة بالعلاج الكيماوي والطب النووي)

٣.١ غرف العزل السالبة (الفئة Q):

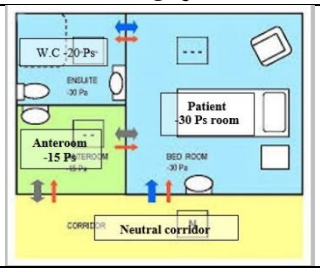
الفكرة الوظيفية لغرف العزل السالبة الفئة Q:

تتكون غرفة العزل بشكل عام من غرفة إقامة المريض وفراغ معادلة الضغط للهواء (Ante Room)، وحمام خاص بالمريض، تتميز غرف الضغط السالب بأن تدفق الهواء يكون من الخارج إلى الداخل بمعنى أن الهواء الموجود داخل الغرفة لا يسمح له بالخروج من الغرفة، وتستخدم في حالات المرضى المصابين بأمراض معدية يخشى انتقالها منهم للآخرين، ومن هذه الحالات المرضية : السل والحصبة والجدري وأنفلونزا الطيور وغيرها من الأمراض المنقولة عن طريق التنفس.(٦) وتشمل الاستراتيجيات:

١- التحكم في كمية ونوعية الهواء الداخل والخارج إلى الغرفة
٢- التحكم في ضغط الهواء بين الغرف أو المناطق المجاورة
٣- تصميم أنماط تدفق هواء محددة لبعض المواقف أو الإجراءات السريرية
٤- تخفيف الهواء أو الجزيئات المعدية بكميات كبيرة من الهواء النظيف
٥- تنقية الهواء باستخدام مرشحات HEPA ، من بين أنواع أخرى.
٦- **أبعاد غرفة العزل السالبة:**

تبلغ الأبعاد القياسية لغرف العزل السالبة حسب توصيات المعهد الأمريكي للعمارة (AIA) ٣.٦٠ متر * ٧.٢٠ متر تشمل الحمام ودورة المياه والتي تم تعديلها في آخر تحديث للتوصيات بالكود الأمريكي إلى ٣.٩٠ متر * ٧.٨٠ متر. بينما لا يقل ارتفاع سقف غرفة المريض (التشطيب) عن ٢.٧٠ متر. ونظرا لتواجد المريض بالغرفة لأكثر من يوم بمعزل عن المحيطين ويفضل أن تكون الغرفة على مطل خارجي مناسب (الشكل ١-١) (الشكل ١-٢) (٧).

الشكل (١-١) : نموذج لغرفة عزل سالب بأحد أقسام امراض الدم بالمستشفى التخصصي بمدينة الملك عبدالله الطبية بمكة المكرمة، المصدر من أعداد الباحث.



الشكل (١-٢) : النموذج القياسي لمكونات غرفة العزل السالبة.
(ASHRAE YEA Illinois Chapter Specialty Environment Design Conference March 24, 2014)

ب- التجهيزات القياسية:

١. الحمام: يجب أن تحتوي الغرفة على حمام منفصل مخصص للمريض مزود بباب يسمح بالفتح في الاتجاهين، كما يجب ان تكون جميع أبواب الغرفة مجهزة بشراعة سفلية door louvers أو يكون الباب مرتفعا عن الأرضية بمسافة ٢ سم (Door Under Cut)، تقريبا للسماح بحركة الهواء داخل الفراغات بشكل انسيابي ، كما لا يقل عرض الباب عن ١.١٥ متر للسماح بحركة الأسرة والكراسي المتحركة ، وبها دش ومغسلة يدين ومرحاض وحامل مناديل لا تقل أبعاد الحمام عن ١.٥٠ متر * ٢.٠٠ متر ، كما يجب أن يحتوي السقف على مروحة سحب هواء متصلة بنظام سحب الهواء بالغرفة ولكن يراعى أن كمية الهواء المسحوبة من الحمام أقل من الغرفة (الشكل ١-٢).

٢. غرفة معادلة الضغط: (Anteroom) هي منطقة تفصل بين غرفة العزل والممر الخارجي Corridor بحيث تفصل غرفة العزل عن التيارات الهوائية وكذلك تعمل كمصيدة لأي كمية هواء تخرج من غرفة العزل اثناء فتح الباب وبالتالي تمنع خروجها للممر الخارجي – ويراعي ان يكون باب غرفة العزل وباب غرفة الفصل علي استقامة واحدة لتسهيل دخول المعدات (كأجهزة الاشعة) الي الغرفة – ويمكن الاستعاضة عن ذلك بتوفير باب اخر للمعدات علي ان يكون مغلقا دائما Normally closed ومزود بمانع للتسرب Gasket، وتزود هذه الغرفة بخزانة لحفظ الملابس المعقمة الخاصة بالزوار والتمريض وأخرى للمستعملة ، ومغسلة يدين مزودة بمعقم أيدي، وتكون مساحة الغرفة في حدود ١.٧٠* ٢.٠٠ متر .(٨)

٣. غرفة المريض : هذه الغرفة وفقا للكود الأمريكي تصلح أن تكون غرفة مريض عادي (بدون مرافق)، بالنسبة للأبعاد حيث تبلغ الأبعاد الصافية للغرفة ٣.٦٠*٥.٥٠ متر على الأقل ويجب أن يكون سقف الغرفة المعلق من النوع المصمت بدون فراغات تسمح بتسريب الهواء، على ان يكون وحدة سحب الهواء فوق رأس المريض مباشرة لضمان سحب الهواء دون انتشاره في الغرفة، وتوزع وحدات التغذية بالهواء النقي في أطراف الغرفة، سرير المريض يكون في منتصف الغرفة جهة الجدار المقابل لمدخل الغرفة ، وتكون وحدة الرأس فوق السرير مباشرة BHU (Bed Head Unite) مزودة باستدعاء التمريض ومخارج الغازات الأساسية (O2- Medical Air- VAC-) ووحدة إنارة مباشرة وغير مباشرة ومخارج للكهرباء، يفضل أن تزود الغرفة بنافذة مطل خارجي تسمح بالرؤية الخارجية ولا يمكن فتحها إلا في حالة الطوارئ (الشكل ١-٣).(٨)

الشكل (١-٣): وحدة رأس السرير الافقية BED HEAD UNIT
https://www.figtonmedical.com/multifunctional-hospital-bed-head-units-medical-bedhead.html

وبالتالي فان التصميم المعماري لغرفة العزل السالبة يجب ان يتكون من ٣ فراغات رئيسية ترتبط بالعلاقات ومسارات الحركة الموضحة بالشكل (١-٤) توزيع الفراغات ومسارات الحركة بغرفة العزل السالبة.

الشكل (١-٤): العناصر الرئيسية لتصميم غرف العزل السالبة ومسارات الحركة
المصدر: IHFG كود تصميم المستشفيات موجود على الرابط
https://healthfacilityguidelines.com
تحديث ٢-٧-٢٠٢٢ بتعديل من الباحث

٤. تزود الغرف بمروحة سحب هواء (EXHAUST FAN) مزودة بجهاز للتحكم بسرعة المروحة (VARIABLE SPEED CONTROL)، منفصلة عن نظام سحب الهواء الموجود بالمستشفى لضمان عدم اختلاط الهواء الخارج من الغرفة بنظام التكييف العام بالمستشفى، ويمكن استخدام نظام ضخ الهواء (AIR SUPPLY SYSTEM) العام لتكييف الهواء، تركب على مسار الهواء الراجع وحدة (UV) ونظام فلترة الهواء باستخدام مرشحات (HEPA FILTERS)، لمنع أنتشار العدوى لمستخدمين الصيانة عند مراوح سحب الهواء ، كما يفضل رفع قاعدة المروحة عن منسوب سطح المستشفى بمسافة لا تقل عن ١٧٠ سم لضمان ارتفاع العدوى لمنسوب الهواء الطبيعي بشكل جيد، ويجب وضع مراوح الشفط على مسافات كبيرة عن وحدات التكييف العادية الموجودة بسطح المبنى، ولا يقل معدل تغيير الهواء بالغرفة عن ١٥ مرة في الساعة. طبقا لمتطلبات جمعية

مهندسين التكييف الأمريكية (الجدول ١-٢). (١٠)

٥. وحدة قياس ضغط الهواء داخل الغرفة: ويجب أن ترتبط مباشرة بمحطة التمريض (NURSE STATION) المتابعة لغرفة العزل على ان يتم ضبط هذا الجهاز لإعطاء تنبيه عن نقص ضغط الغرفة عن الممرات الخارجية أو توقف المراوح عن العمل عند وجود مريض بالغرفة، وترتبط الوحدة بنظام (BMS) الموجود بالمبنى لسهولة تشخيص ومعالجة أي خلل قد يحدث بالمروحة. يجب ألا يقل ضغط الهواء داخل الغرفة عن الممر الخارجي (-Ps٣٠) ولا يزيد عن (-Ps٣٥) ويقاس الضغط من أحد أطراف الغرفة ويفضل عن مدخل الغرفة (الجدول ١-٢).

٦. يفضل عند اختيار موقع الغرفة أن تكون في منطقة تقل بها حركة الزوار ومتصلة بمحطة التمريض بشكل مباشر، كما يفضل أن تتابع الغرف رأسيا لتيسير تجهيز مسارات الهواء المسحوب من الغرف. (١١)

ت- التشطيبات الداخلية:

- جميع الأبواب بالغرفة يجب أن تزود بغلق ذاتي.
- لا يسمح بوجود زوايا حادة داخل الغرفة.
- يجب أن تكون جميع الأرضيات والحائط من مواد قابلة للغسيل والتنظيف والتعقيم.

يجب أن تكون جميع الحوائط والأسقف مصمتة لا تسمح بحركة الهواء إلى فراغات أخرى. (١٢)

(معايير التهوية القياسية في مبانى الرعاية الطبية)

الجدول (١-٢): معدلات التهوية طبقا لمقاييس الجمعية الأمريكية لمهندسي التبريد والتدفئة لعام ١٩٩٥ ASHRE (١٣)

الفراغ الوظيفي	علاقة الضغط للمناطق المجاورة	الحد الأدنى لتغير الهواء الخارجي/ساعة	الحد الأدنى لتغير الهواء الكلي/ساعة	الحد الأدنى لتغير الهواء الخارجي/ساعة
التمريض :				
• غرفة مرضى	- +	٢	٦	٢
• غرفة حمامات	سالب	اختياري	١٠	اختياري
• العناية المركزة	موجب	٢	٦	٢
• العزل الوقائي	موجب	٢	١٥	٢
• العزل المعدي	- +	٢	٦	٢
• الغرفة الحاجزة أو الفاصل الجداري للعزل	- +	٢	٦	٢
• المخاض/الولادة/الاستشفاء/ما بعد الولادة	فارغ	٢	١٠	٢
ممر مرضى	فارغ	٢	٦	٢

ويمكن استخلاص المعايير التصميمية لسرعة وضغط الهواء داخل غرف العزل السالبة بالمستشفيات بالجدول (١-٣) المعايير القياسية لسرعة وضغط الهواء داخل غرف العزل السالبة كالتالي:

الجدول (١-٣): المعايير التصميمية القياسية للهواء داخل غرف العزل السالبة.

المصدر: كود الجمعية الامريكية لمهندسي التبريد التدفئة ١٩٩٥، بتعديل الباحث طبقا لمتطلبات التصميم

الفراغ التصميمي	نوع الضغط	دورة الهواء	معدل تغيير الهواء دورة/ساعة	الضغط القياسي PA	تدفق الهواء CFM
غرفة اقامة المريض	**سالب**	سحب هواء مباشر منفصل	**١٥**	**-٣٠**	**٣٣٥**
الغرفة العازلة	**سالب**	سحب هواء مباشر منفصل	**٥**	**-١٥**	**١٥٠**
الحمام	**سالب**	سحب هواء مباشر منفصل	**١٠**	**-٢٠**	**٢٢٥**
الممر الخارجي للغرفة	**متعادل**	سحب هواء متعادل	**٤**	**متعادل**	**١٥٠**

الجزء الثاني: الدراسة التحليلية:

١-٢ قائمة المراجعة لمتطلبات التصميم والتنفيذ لغرف العزل بمباني الرعاية الصحية القائمة:

تعتمد هذه القائمة على عمل مصفوفة مراجعة لتحديد للمتطلبات الخاصة بالتصميم والتنفيذ والاشتراطات الواجب توافرها، لمراجعة الغرف القائمة، جميع النقاط بالقائمة مستخلصة من الأكواد والاشتراطات المذكورة تفصيلا بالجزء الاول من البحث، والتي تضع صورة لمدى تحقيق المتطلبات الفنية بشكل متكامل يضمن الاداء الأمثل للغرف، وتعطي مؤشرا لكفاءة الغرف ومطابقتها للمعايير التصميمية، في حالة تقييم مبنى قائم ويتم تقيم مدى توافر العناصر بالقائمة (كما هو منصوص بالمراجع في الجزء الأول من البحث) للتحقق من جودة أداء الغرفة، على أن يتم ضبط ومعايرة كميات الهواء داخل الغرف بواسطة جهات المعايرة والقياس المتخصصة:

رقم	العنصر	متحقق	جزئيا	غير متحقق	ملاحظات
١	**التصميم المعماري:**				
١-١	**اختيار موقع الغرفة:**				
أ	تتابع الغرف رأسيا (أفقيا- رأسي)	√			
ب	القرب من محطة التمريض (إلزامي)	√			
ج	اختياري				
د	سهولة الوصول بدون المرور بباقي غرف المرضى	√			
١-٢	**تصميم الغرفة:**				
أ	وجود مطل خارجي (إلزامي)	√			
ب	الأبعاد القياسية	√			
ج	وجود حمام منفصل (إلزامي)	√			
د	غرفة معادلة الضغط Anteroom (إلزامي)	√			
هـ	المتابعة من التمريض (إلزامي)	√			
و	عدم النفاذية لحركة الهواء (إلزامي)	√			
ز	أبواب تفتح للداخل	√			

	مزودة بإمكانية رؤية المريض ماعدا الحمام				
ح	ارتفاع السقف	√			
ط	وحدة تخزين للمريض (إلزامي)	√			
ي	أركان دائرية مصمتة	√			
ك	حماية للحائط والأركان من مواد مقاومة للصدمات والاحتكاك	√			
ل	لوحات التعليمات للزوار والصيانة خارج الغرفة (إلزامي)	√			
م	تركيب الخلاطات بالحمام من النوع التلقائي بالأشعة	√			
ن	نظام التهوية (سحب الهواء) لا يعاد تدويره بما في ذلك الحمام (إلزامي)	√			
١٣-	**تنفيذ الغرفة:**				
أ	دهانات بألوان فاتحة قابلة للتنظيف ومقاومة لنمو للبكتيريا (إلزامي)	√			
ب	الأرضيات من مواد قابلة للتنظيف ومقاومة لنمو البكتيريا (إلزامي)	√			
ج	السقف مصمت وجميع الفتحات مغلقة (إلزامي)	√			
د	وجود فتحة صيانة بالسقف (إلزامي)	√			
هـ	الأبواب ذاتية الغلق (إلزامي)	√			
و	الأبواب مصمتة وبها فراغ أسفل الباب فقط في حدود ٢ سم	√			
ز	النوافذ بدون مقابض	√			
ح	وسائل الاستناد بالغرفة (إلزامي)	√			
ن	توفير مكان للتعقيم للأطباء والزوار في غرفة المعادلة (إلزامي)	√			
م	عمل التجهيزات الكهربائية واجهزة استدعاء التمريض (إلزامي)	√			أعمال كهربائية
ط	أجهزة قياس ومتابعة الضغط في مكان ظاهر للتمريض (إلزامي)	√			أعمال كهربائية
ي	تركيب مراوح سحب الهواء بالسطح (الاعمال المعمارية) (إلزامي)	√			أعمال ميكانيكية ومدنية
ك	ربط وحدات متابعة الضغط والمراوح بنظام المراقبة	√			أعمال كهربائية
ل	وحدة UBS للطوارئ عند انقطاع التيار (إلزامي)	√			أعمال كهرباء
٢	**الاختبار والتشغيل:** اجتياز جميع الاختبارات التالية **الزامي** لجميع الغرف:				
أ	قياس فرق الضغط بين غرفة المريض والممر الخارجي	√			
ب	قياس معدل تغيير الهواء بشكل دوري	√			
ج	قياس درجة الحرارة	√			
د	قياس درجة الرطوبة	√			
هـ	قياس كفاءة الفلاتر بشكل دوري	√			
و	اختبار الدخان لمجاري الهواء والغرفة لكشف التسريب	√			
ز	قياس نسبة الإضاءة الطبيعية والصناعية داخل الغرفة	√			
ح	سلامة الحوائط والأسقف والأرضيات من أي عيوب ظاهرية	√			
ط	التعقيم الدوري للغرفة	√			
ي	مراقبة شاشات القياس بشكل مستمر خلال فترة تواجد المريض	√			

٢-٢ (النماذج التحليلية المقارنة باستخدام قائمة المراجعة المقترحة):

٢-٢-١ النموذج الأول: غرف العزل السالب بمدينة الملك عبدالله الطبية بمكة المكرمة:

المالك: وزارة الصحة المملكة العربية السعودية

الإشراف: إدارة المشاريع والشئون الهندسية بمدينة الملك عبدالله الطبية

الاستشاري: الدار الدولية للاستشارات الهندسية

المقاول: مؤسسة سمبل للمقاولات المتخصصة

التكلفة الكلية: ٢٤٨٥٠٠٠ ريال سعودي

مدة المشروع: ٤ أشهر

أ- **المشروع المعماري والبرنامج:** قررت الإدارة الطبية بناء على توجيهات وزارة الصحة بالمملكة العربية السعودية، تخصيص غرف عزل سالبة بجميع أجنحة العيادات الداخلية (غرف إقامة المرضى) بأحد المستشفيات الحكومية، وعددها ٦ أجنحة تنويم سعة كل قسم ٢٤ سرير، حيث تم تخصيص عدد ٢ غرفة عزل سالب بكل جناح بإجمالي عدد ١٢ غرفة موزعين على أجنحة المستشفى عدد ٤ غرف عزل بكل دور للمبنى المكون من ٣ طوابق لغرف إقامة المرضى، التصميم

العام للمستشفى أتبع النموذج الخطي للمستشفيات ويحتوي على جناحين بكل دور، (الشكل ٢-١).

الشكل (٢-١) : تصميم المسقط الأفقي للدور المتكرر بالمستشفى التخصصي بمدينة الملك عبدالله الطبية بمكة المكرمة (ويظهر باللون الأحمر الغرف المقترحة لعمل غرف العزل السالبة بكل من الجناح الأيمن والإيسر)، المصدر: من إعداد الباحث.

ب- **اختيار الغرف:** تم اختيار غرف العزل بحيث تكون مقابلة لمحطة التمريض بشكل مباشر، ليتمكن طاقم التمريض من متابعة حالة المريض، وأن تكون الغرفة متتابعة رأسيا ليمكن تركيب الأجهزة ومسارات الهواء ووحدات التكييف وسحب الهواء على سطح المبنى دون تعارض مع مسارات التكييف الموجودة بالمبنى.

الشكل (٢-٢): علاقة غرفة العزل بمحطة التمريض.

الشكل (٢-٣): تجهيز مسار سحب الهواء الرأسي الجديد لغرفة العزل

ت- تصميم الغرفة:

التصميم والاختيار: تم عمل التصميم المعماري للغرفة ليراعي الاشتراطات الفنية السابق ذكرها بالجزء الأول من البحث ، حيث تم اختيار غرف يسهل متابعتها بواسطة محطة التمريض ، واختيارها بمطلات خارجية مناسبة تراعي الراحة النفسية للمريض داخل الغرفة، تبلغ مساحة الغرفة 23.5 متر مربع وارتفاع السقف ٢.٨٥ متر مكونة من ٣ مناطق رئيسية :(منطقة غرفة المعادلة، الحمام، غرفة الإقامة لمريض العزل)، تم تصميم الأبواب مزودة بفتحات زجاجية تسمح برؤية المريض من الخارج لمتابعة نشاطه داخل الغرفة ، وعمل مغسلة أيدي وتعقيم خارج الغرفة باتجاه الممر الرئيسي كما تم عمل غرفة فرق ضغط Ante Room في الفراغ بين الممر الرئيسي والغرفة وبتوسطها الحمام الخاص بالمريض. (١٤)

اختيار مواد التشطيب: جميع مواد التشطيب من مواصفات قابلة للغسيل والتعقيم ولا تسمح بنمو البكتيريا ومصمته من أرضيات فينيل ودهانات بلاستيك ووسائل استناد للحمامات من الاستنلس ستيل.

تم اختيار الغرف متتابعة (في الادوار) ليتم إيصال متطلبات تغذية وسحب الهواء بشكل مباشر للغرف دون التعارض مع التكييف القائم، تم تجهيز حوائط الغرف بحيث تكون متصلة من الأرض لسقف دون فواصل وإحكام غلق الفواصل الموجودة لمنع تسرب الهواء من الغرفة للغرف المجاورة.

تجهيز الأسقف المحكمة لتسريب الهواء: تم تغيير سقف الغرفة المستعار حيث كان السقف القائم من البلاطات الجبسية المعلقة، بسقف من ألواح الجبسون بورد المقاوم للبكتيريا والمحكم مع مراعاة توزيع وحدات الإنارة والتهوية (تغذية – راجع)، والستارة حول سرير المريض لضمان الخصوصية أثناء الكشف، تم إضافة وحدات تغذية (غازات طبية) بوحدة الرأس السريرية للمريض.

إعادة تجهيز الفتحات: تم تجهيز أبواب الغرفة بفتحة تسمح بسحب الهواء من الفراغ الأوسط لغرفة المريض، وتزويد الغرفة بشباك متحرك للطوارئ تم إزالة المقبض منه لمنع تسرب الهواء او العبث به أثناء فترة تواجد المريض.

الأعمال المدنية والإنشائية: تم عمل بعض لأعمال الإنشائية والميكانيكية لتجهيز مسارات التغذية والراجع للهواء (عمل فتحات بالخرسانة بكل دور لمسار سحب الهواء) لضمان طرد الهواء الملوث خارج الغرف.

التجهيزات الإضافية: تم تزويد كل غرفة بشاشة لعرض ضغط الهواء بكل غرفة لقياس وعرض ضغط الهواء والتي تعطي إنذار في حالة انخفاض ضغط الهواء بالغرفة لمحطة التمريض وإلى وحدة المراقبة المركزية والتي تعمل على زيادة سرعة سحب الهواء أوتوماتيكيا كلما قل الضغط داخل الغرف. هذا وقد تم تركيب

مروحتين لسحب الهواء بكل صف في حالة تعطل أحد المراوح تعمل الأخرى تلقائيا، والمتصلة بوحدة مراقبة مركزية BMS.
كما تم أضافة وحدة استدعاء طوارئ للتمريض داخل الحمام Nursing Call، حال تعرض المريض لأي طارئ او الحاجة للمساعدة، وتتصل بمحطة التمريض الرئيسية ولها مؤشر ضوئي أحمر مثبت على مدخل الغرفة.
يجب تزويد جميع غرف العزل باللوحات الإرشادية اللازمة والإرشادات المتبعة للزوار والتمريض لحمايتهم من مخاطر انتقال العدوى.

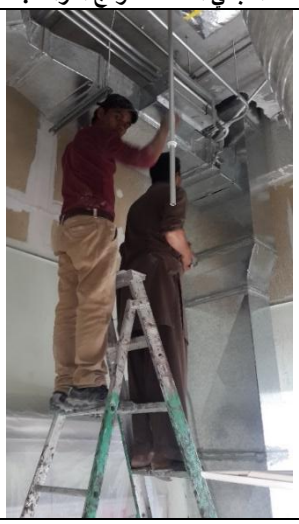
الشكل (٢-٤): أبعاد غرفة العزل، من إعداد الباحث

الشكل (٢-٥): فرش غرفة العزل، من إعداد الباحث

ث- تنفيذ الغرف:

بعد عمل جميع الاحتياطات الوقائية لضمان عدم انتشار العدوى (Infection Control) (الشكل ٢-٦)، وعزل الغرف ببلاستيك محكم ووضع وسائل لمنع خروج أي أتربة او ملوثات ناتجة عن الأعمال الإنشائية داخل الغرفة ،تم اعتماد المواد المستخدمة لتشطيب الغرفة من أسقف وحوائط وأرضيات وأبواب وإكسسوارات بحيث تكون مقاومة لنمو البكتيريا وسهلة التنظيف والتعقيم.
تم فك الأسقف الموجودة والأبواب وعمل مسار سحب وتغذية الهواء للغرفة بنظام الحفر في خرسانة الأسقف لعمل تمديدات مسارات التهوية، تم عمل جميع التركيبات الميكانيكية والحساسات الخاصة بقياس فرق الضغط وأجهزة التحكم بكمية الهواء داخل الغرف قبل تركيب السقف المعلق.
استكمال بناء الحوائط الداخلية الفاصلة بين غرف العزل والغرف المجاورة بشكل محكم (الشكل (٢-٧)(٢-٨))، ووضع المواد المانعة لانتقال الهواء بين الحوائط ، تجهيز السقف المعلق وأماكن فتحات الإنارة والتهوية وفتحات الصيانة. وتجهيز التغطية المناسبة لخطوط التغذية بالهواء الجديدة، وبناء قواعد للوحدات مراوح الهواء الراجع بالسطح.

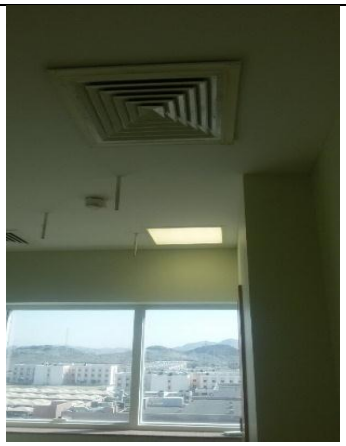
شكل (٢-٦): تأمين منطقة العمل لحماية باقي أجزاء المستشفى في المباني القائمة لنموذج الدراسة.



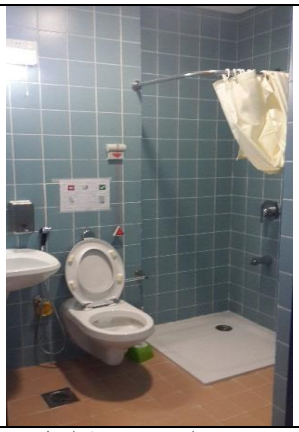
الشكل (٢-٧): أعمال التجهيزات الرئيسية للتكييف والتهوية والسقف المعلق بنموذج الدراسة.

تركيب السقف المعلق المصمت وتحديد فتحات الصيانة ومخارج تغذية الهواء النقي وسحب الهواء، ووحدات الإنارة (الشكل ٢-٨)، وتثبيت وحدة الرأس للسرير، ومعالجة الأبواب والأرضيات (الشكل ٢-٩)، واختبار نفاذية الهواء للغرف باستعمال اختبار الدخان.

الشكل (٢-٨): تنفيذ السقف المعلق المصمت للغرفة من ألواح الجبسون بورد مع توفير فتحة صيانة.



الشكل (٢-٩): السقف النهائي للغرفة بألواح الجسوم بورد



الشكل (٢-١٠): حمام المريض بغرفة العزل بعد تركيب وسائد المساعدة وانظمة استدعاء الطوارئ

تركيب جميع الأجهزة الخاصة بالقياس وتأمينها بشكل مناسب لمنع العبث بها، واختبار كفاءة الأنظمة ومعايرة الغرف (الشكل (٢-١٢)، (٢-١٣))، تركيب وتشغيل المراوح الخاصة بسحب الهواء على سطح المبنى (الشكل ٢-١٤).

الشكل (٢-١٢): جهاز مراقبة فرق الضغط

الشكل (٢-١٣): فتحة تغذية الهواء بأركان الغرفة

الشكل (٢-١٤): تركيب وحدات مراوح سحب الهواء وتزويدها بفلاتر لترشيح الهواء بالسطح
المصدر: إعداد الباحث

تحليل الدراسة التطبيقية لتصميم وتنفيذ غرف العزل السالب باستخدام مصفوفة المراجعة:

المصفوفة مطبقة على تجهيز الحالة الدراسية بغرف العزل بمدينة الملك عبدالله الطبية (مبنى قائم) :

رقم	العنصر	متحقق	جزئيا	غير متحقق	ملاحظات
١	**التصميم المعماري:**				
١-١	**اختيار موقع الغرفة:**				
أ	تتابع الغرف تصميميا (أفقيا-رأسيا) (إلزامي)	√			
ب	القرب من محطة التمريض (إلزامي)	√			
ج	سهولة الوصول بدون المرور بباقي غرف المرضى			√	غير متحقق
د	التوافر بجميع وحدات المستشفى غرفة أو أكثر	√			
١-٢	**تصميم الغرفة:**				
أ	وجود مطل خارجي (إلزامي)	√			متحقق
ب	الأبعاد القياسية			√	متحقق نسبيا الأبعاد الداخلية أقل من المتطلبات
ج	وجود حمام منفصل (إلزامي)	√			متحقق
د	غرفة معادلة الضغط Anteroom (إلزامي)	√			متحقق
هـ	المتابعة من التمريض (إلزامي)	√			مباشرة وعن طريق كاونتر التمريض
و	عدم النفاذية لحركة الهواء (إلزامي)	√			متحقق تصميميا
ز	أبواب تفتح للداخل مزودة بإمكانية رؤية المريض ماعدا الحمام	√			متحقق
ح	ارتفاع السقف	√			
ط	وحدة تخزين للمريض (إلزامي)	√			متحقق
ي	أركان دائرية مصمتة	√			متحقق
ك	حماية للحائط والأركان من مواد مقاومة للصدمات والاحتكاك	√			متحقق
ل	لوحات التعليمات للزوار والصيانة خارج الغرفة (إلزامي)	√			متحقق
م	تركيب الخلاطات بالحمام من النوع التلقائي بالأشعة	√		√	غير متحقق
ن	نظام التهوية (سحب الهواء) لا يعاد تدويره بما في ذلك الحمام (إلزامي)	√			متحقق
١-٣	**تنفيذ الغرفة:**				
أ	دهانات بألوان فاتحة قابلة للتنظيف ومقاومة لنمو للبكتيريا (إلزامي)	√			متحقق
ب	الأرضيات من مواد قابلة للتنظيف ومقاومة لنمو البكتيريا (إلزامي)	√			متحقق
ج	السقف مصمت وجميع الفتحات مغلقة (إلزامي)	√			متحقق
د	وجود فتحة صيانة بالسقف (إلزامي)	√			متحقق
هـ	الأبواب ذاتية الغلق (إلزامي)	√			متحقق
و	الأبواب مصمتة	√			متحقق

	وبها فراغ أسفل الباب فقط في حدود ٢ سم				
ز	النوافذ بدون مقابض	√			متحقق
ح	وسائل الاستناد بالغرفة (إلزامي)		√		في الحمامات فقط
ن	توفير مكان للتعقيم للأطباء والزوار في غرفة المعادلة (إلزامي)	√			متحقق
م	عمل التجهيزات الكهربائية واجهزة استدعاء التمريض (إلزامي)	√			متحقق
ط	أجهزة قياس ومتابعة الضغط في مكان ظاهر للتمريض (إلزامي)	√			متحقق ومزودة بجهاز إنذار
ي	تركيب مراوح سحب الهواء بالسطح (الاعمال المعمارية) (إلزامي)	√			متحقق
ك	ربط وحدات متابعة الضغط والمراوح بنظام المراقبة	√			متحقق
ل	وحدة UBS للطوارئ عند انقطاع التيار (إلزامي)	√			متحقق ومربوطة على مصدر كهرباء للطوارئ
٢	**<u>الاختبار والتشغيل:</u>** اجتياز جميع الاختبارات التالية **الزامي** لجميع الغرف:				
أ	قياس فرق الضغط بين غرفة المريض والممر الخارجي	√			متحقق
ب	قياس معدل تغيير الهواء بشكل دوري	√			متحقق
ج	قياس درجة الحرارة	√			متحقق
د	قياس درجة الرطوبة	√			متحقق
هـ	قياس كفاءة الفلاتر بشكل دوري	√			متحقق
و	اختبار الدخان لمجاري الهواء والغرفة لكشف التسريب	√			متحقق
ز	قياس نسبة الإضاءة الطبيعية والصناعية داخل الغرفة	√			متحقق
ح	سلامة الحوائط والأسقف والأرضيات من أي عيوب	√			متحقق
	ظاهرية				
ط	التعقيم الدوري للغرفة	√			متحقق
ي	مراقبة شاشات القياس بشكل مستمر خلال فترة تواجد المريض	√			متحقق

<u>٢-٢-٢ غرف العزل بمستشفى الهدا العسكري بالطائف:</u>

أ- المشروع المعماري والبرنامج:

المالك: وزارة الدفاع المملكة العربية السعودية
الإشراف: إدارة الشؤون الهندسية بمستشفيات القوات المسلحة بالمملكة العربية السعودية
المقاول: مؤسسة حاتم الحربي للمقاولات المتخصصة
التكلفة الكلية: ٢٦٥٠٠٠٠٠ ريال سعودي
مدة المشروع: ٥ أشهر

خلال فترة جائحة كورونا في شهر مايو ٢٠٢٠ ، قررت إدارة المستشفيات العسكرية بالقوات المسلحة السعودية، أضافة غرف عزل سلبي لمرضى الكورونا بمستشفى الهدا العسكري للقوات المسلحة بعدد ١٢ غرفة عزل منها عدد ٢ غرفة للأطفال وتجهيزها بالكامل لاستقبال حالات عزل الكورونا بأحدث التقنيات المتاحة، تم تخصيص الدور الثاني بالمبنى الشمالي للمشروع (الذي كان غرف أقامه للمرضى قبل التطوير) (الشكل ٢-١٥)، المقاول ومصدر المعلومات والصور مؤسسة حاتم الحربي للمقاولات المتخصصة، وعلى عكس المشروع التطبيقي الأول فإن متطلبات البرنامج ان تكون جميع غرف العزل في منطقة واحدة فقط وليست موزعة على أدوار المبنى (اتصال أفقي)، فقد تم تجميع غرف العزل وتم تخصيص سطح مبنى مجاور لتركيب وحدات التكييف الخاصة بالمشروع.

الشكل (٢-١٥): موقع المبنى بالنسبة للمستشفى بالجزء الشمالي

ب-اختيار الغرف: تم اختيار غرف العزل بحيث تكون مقابلة لمحطة التمريض بشكل مباشر، ليتمكن طاقم التمريض من متابعة حالة المريض، مع عمل مسارات سحب وتغذية الهواء أفقية على السطح المقابل لغرف العزل (الشكل ٢-١٦).

الشكل (٢-١٦): تركيب مجاري التكييف على السطح المقابل للغرف

ب- تصميم الغرفة:

التصميم والاختيار: تم عمل التصميم المعماري للغرفة ليراعي الاشتراطات الفنية السابق ذكرها بالجزء الأول من البحث ، مطابقة لمتطلبات وتوصيات الكود الأمريكي AIA ، واختيارها بمطلات خارجية مناسبة تراعي الراحة النفسية للمريض داخل الغرفة، تبلغ مساحة الغرفة ١٨.٥ متر مربع وارتفاع السقف ٢.٧٥ متر (أقل من الأبعاد القياسية نظرا لأن المبنى قائم)،مكونة من ٣ مناطق رئيسية :(منطقة غرفة المعادلة، الحمام، غرفة الإقامة لمريض العزل)، تم تصميم الأبواب زجاجية بالكامل لتسمح برؤية المريض من الخارج ومتابعة نشاطه داخل الغرفة ، وتم تزويد الأبواب بماكينات غلق اتوماتيكية لمنع تسرب الهواء، تم تزويد غرفة المريض بمغسلة أيدي وتعقيم داخل الغرفة بجوار المريض ، كما تم عمل غرفة فرق ضغط Ante Room في الفراغ بين الممر الرئيسي والغرفة وبتوسطها الحمام الخاص بالمريض.

اختيار مواد التشطيب: جميع مواد التشطيب من مواصفات قابلة للغسيل والتعقيم ولا تسمح بنمو البكتيريا ومصمته من أرضيات فينيل ودهانات بلاستيك ووسائل استناد داخل الغرف والحمامات من الاستنلس ستيل.

تم اختيار الغرف في مستوى أفقي واحد مع مراعاة فصل جميع مسارات التكييف العامة بالمستشفى عن الجزء الخاص بغرف العزل، تم تجهيز حوائط الغرف بحيث تكون متصلة من الأرض لسقف دون فواصل وإحكام غلق الفواصل الموجودة لمنع تسرب الهواء من الغرفة للغرف المجاورة (الشكل ٢-١٧)

تجهيز الأسقف المحكمة لتسريب الهواء: تم تغيير سقف الغرفة المستعار حيث كان السقف القائم من البلاطات الجبسية المعلقة، بسقف من ألواح الجبسون بورد المقاوم للبكتيريا والمحكم مع مراعاة توزيع وحدات الإنارة والتهوية (تغذية – راجع)، تم إضافة وحدات تغذية (غازات طبية) بوحدة الرأس السريرية للمريض.

إعادة تجهيز الفتحات: تجهيز أبواب الغرفة بفتحة تسمح بسحب الهواء من الفراغ الأوسط لغرفة المريض، وتزويد الغرفة بشباك متحرك للطوارئ تم إزالة المقبض منه لمنع تسرب الهواء او العبث به أثناء فترة تواجد المريض.

الشكل (٢-١٧): أعمال تجهيز الحوائط الداخلية والخارجية والأسقف وتركيب مسارات التكييف

الأعمال المدنية والإنشائية: تم عمل بعض لأعمال الإنشائية والميكانيكية لتجهيز مسارات التغذية والراجع للهواء (عمل فتحات بالحوائط الخارجية المقابلة لمطل الغرف) لضمان طرد الهواء الملوث خارج الغرف (الشكل:٢-١٨).

التجهيزات الإضافية: تم تزويد كل غرفة بشاشة لعرض ضغط الهواء بكل غرفة لقياس وعرض ضغط الهواء والتي تعطي إنذار في حالة انخفاض ضغط الهواء بالغرفة لمحطة التمريض، ونظام إنذار داخل الغرفة عند انخفاض الضغط، ولم يتم ربط الأنظمة بوحدة التحكم الرئيسية بالمبنى لتعذر ذلك فنيا.

الشكل (٢-١٨): الأعمال المدنية والميكانيكية لأجهزة التكييف على السطح المقابل للغرف

ج- تنفيذ الغرف:

بعد عمل جميع الاحتياطات الوقائية لضمان عدم انتشار العدوى (Infection Control) ، ،تم اعتماد المواد المستخدمة لتشطيب الغرفة من أسقف وحوائط وأرضيات وأبواب وإكسسوارات بحيث تكون مقاومة لنمو البكتيريا وسهلة التنظيف والتعقيم.

تم فك الأسقف الموجودة والأبواب وعمل مسار سحب وتغذية الهواء للغرفة بنظام الحفر في خرسانة الحوائط لعمل تمديدات مسارات التهوية، تم عمل جميع التركيبات الميكانيكية والحساسات الخاصة بقياس فرق الضغط وأجهزة التحكم بكمية الهواء داخل الغرف قبل تركيب السقف المعلق.وإستكمال بناء الحوائط الداخلية الفاصلة بين غرف العزل والغرف المجاورة بشكل محكم، ووضع المواد المانعة لانتقال الهواء بين الحوائط، تجهيز السقف المعلق وأماكن فتحات الإنارة والتهوية وفتحات الصيانة. وتجهيز التغطية المناسبة لخطوط التغذية بالهواء الجديدة، وبناء قواعد للوحدات مراوح الهواء الراجع بالسطح (الشكل ٢-١٩).

الشكل (٢-١٩): عمل القواعد الخاصة بمراوح السحب ورفع منسوبها ٣ متر عن أرضية السطح

تركيب السقف المعلق المصمت وتحديد فتحات الصيانة ومخارج تغذية الهواء النقي وسحب الهواء، ووحدات الإنارة (الشكل ٢-٢٠)، وتثبيت وحدة الرأس للسرير، ومعالجة الأبواب والأرضيات، وتثبيت وحدات المراقبة بالسقف (الشكل ٢-٢١)، واختبار نفاذية الهواء للغرف باستعمال اختبار موازنة الهواء (الشكل ٢-٢٢).

الشكل (٢-٢٠): تركيب الأسقف المعلقة داخل الغرفة

الشكل (٢-٢١): تركيب وحدات المراقبة داخل الغرف

الشكل (٢-٢٢): اختبار تدفق الهواء والموازنة

الشكل (٢-٢٣): الأبواب الخارجية للغرف

تركيب جميع الأجهزة الخاصة بالقياس وتأمينها بشكل مناسب لمنع العبث بها، واختبار كفاءة الأنظمة ومعايرة الغرف، الشكل النهائي للغرف بعد اكتمال الأعمال (الشكل (٢-٢٤).

الشكل (٢-٢٤): الشكل النهائي لغرف العزل بالمستشفى

د-تحليل الدراسة التطبيقية لتصميم وتنفيذ غرف العزل السالب باستخدام مصفوفة المراجعة:

المصفوفة مطبقة على تجهيز الحالة الدراسية بغرف العزل بمستشفى الهدا العسكري (مبنى قائم):

رقم	العنصر	متحقق	جزئيا	غير متحقق	ملاحظات
١	**التصميم المعماري:**				
١-١	**اختيار موقع الغرفة:**				
أ	تتابع الغرف تصميميا (أفقيا-رأسيا) (إلزامي)	√			
ب	القرب من محطة التمريض (إلزامي)	√			محطة تمريض خاصة
ج	سهولة الوصول بدون المرور بباقي غرف المرضى	√			
د	التوافر بجميع وحدات المستشفى غرفة أو أكثر			√	غير متحقق
١-٢	**تصميم الغرفة:**				
أ	وجود مطل خارجي (إلزامي)	√			متحقق
ب	الأبعاد القياسية	√			الأبعاد الداخلية أقل من المتطلبات
ج	وجود حمام منفصل (إلزامي)	√			متحقق
د	غرفة معادلة الضغط Anteroom (إلزامي)	√			متحقق
هـ	المتابعة من التمريض (إلزامي)	√			مباشرة وعن طريق كاونتر التمريض وأبواب زجاجية
و	عدم النفاذية لحركة الهواء (إلزامي)	√			متحقق
ز	أبواب تفتح للداخل مزودة بإمكانية رؤية المريض ماعدا الحمام	√			أبواب مزودة بغلق أتوماتيكي
ح	ارتفاع السقف	√			لا يقل عن ٢.٧٠متر
ط	وحدة تخزين للمريض (إلزامي)	√			متحقق
ي	أركان دائرية مصمتة	√			متحقق
ك	حماية للحائط والأركان من مواد مقاومة للصدمات	√			متحقق

	والاحتكاك				
ل	لوحات التعليمات للزوار والصيانة خارج الغرفة (إلزامي)	√			متحقق
م	تركيب الخلاطات بالحمام من النوع التلقائي بالأشعة	√			متحقق
ن	نظام التهوية (سحب الهواء) لا يعاد تدويره بما في ذلك الحمام (إلزامي)	√			متحقق
١-٣	**تنفيذ الغرفة:**				
أ	دهانات بألوان فاتحة قابلة للتنظيف ومقاومة لنمو للبكتيريا (إلزامي)	√			متحقق
ب	الأرضيات من مواد قابلة للتنظيف ومقاومة لنمو البكتيريا (إلزامي)	√			متحقق
ج	السقف مصمت وجميع الفتحات مغلقة (إلزامي)	√			متحقق
د	وجود فتحة صيانة بالسقف (إلزامي)	√			متحقق
هـ	الأبواب ذاتية الغلق (إلزامي)	√			متحقق
و	الأبواب مصمتة وبها فراغ أسفل الباب فقط في حدود ٢ سم	√			متحقق
ز	النوافذ بدون مقابض	√			متحقق
ح	وسائل الاستناد بالغرفة (إلزامي)	√			في جميع أرجاء الغرفة
ن	توفير مكان للتعقيم للأطباء والزوار في غرفة المعادلة (إلزامي)	√			متحقق
م	عمل التجهيزات الكهربائية واجهزة استدعاء التمريض (إلزامي)	√			متحقق
ط	أجهزة قياس ومتابعة الضغط في مكان ظاهر للتمريض (إلزامي)	√			متحقق ومزودة بجهاز إنذار
ي	تركيب مراوح سحب الهواء بالسطح (الاعمال المعمارية) (إلزامي)	√			متحقق
ك	ربط وحدات متابعة الضغط والمراوح بنظام المراقبة	√	√		نظام منفصل غير مربوط على نظام مركزي
ل	وحدة UBS للطوارئ عند انقطاع التيار (إلزامي)	√			متحقق ومربوطة على مصدر كهرباء للطوارئ
٢	**الاختبار والتشغيل:** اجتياز جميع الاختبارات التالية **الزامي** لجميع الغرف:				
أ	قياس فرق الضغط بين غرفة المريض والممر الخارجي	√			متحقق
ب	قياس معدل تغيير الهواء بشكل دوري	√			متحقق
ج	قياس درجة الحرارة	√			متحقق
د	قياس درجة الرطوبة	√			متحقق
هـ	قياس كفاءة الفلاتر بشكل دوري	√			متحقق
و	اختبار الدخان لمجاري الهواء والغرفة لكشف التسريب	√			متحقق
ز	قياس نسبة الإضاءة الطبيعية والصناعية داخل الغرفة	√			متحقق
ح	سلامة الحوائط والأسقف والأرضيات من أي عيوب ظاهرية	√			متحقق
ط	التعقيم الدوري للغرفة	√			متحقق
ي	مراقبة شاشات القياس بشكل مستمر خلال فترة تواجد المريض	√			متحقق

٣-٢ مقارنة اداء غرف العزل السالبة بنموذجي الدراسة:

على ضوء الدراسة التحليلية للنماذج السابقة يمكن استخلاص النقاط الإيجابية والسلبية المتحققة بكل من غرف العزل السالبة بمدينة الملك عبد الله الطبية ومستشفى الهدا العسكري، وذلك على النحو التالي:

مقارنة غرف العزل السالبة لمبنى قائم				
م	عنصر المقارنة	مدينة الملك عبدالله الطبية	مستشفى الهدا العسكري	الملاحظات
١	**التصميم المعماري:**			
١-١	تتحقق نقاط التتابع الأفقي والراسي للغرف مما يسهل التصميم المعماري والميكانيكي للغرف			
١-٢	سهولة الوصول للغرف دون المرور بغرف المرضى	غير متحقق	متحقق	مرور المرضى خلال انتقالهم لغرف العزل قد يسبب خطورة نقل العدوى لباقي المستخدمين بالمستشفى
١-٣	التوافر بجميع اقسام المستشفى	متحقق	غير متحقق	توافر الغرف بكل قسم يجعل من متابعة المريض بواسطة الأطباء سهلا وسريعا مقارنة بوجودها بمنطقة واحدة بالمستشفى
٢	**تصميم الغرف:**			
٢-١	تحقق جميع غرف العزل المتطلبات القياسية من ناحية الأبعاد القياسية والتجهيزات ونظرا لأن الغرف تعتبر تعديل بمبنى قائم فأنه يمكن التجاوز عن بعض الفروقات الطفيفة بالأبعاد الداخلية للغرف بما لا يخل بحركة المريض او الطاقم الطبي والتمريض			
٣	**تنفيذ الغرفة:**			
٣-١	تحقق الغرف جميع المتطلبات التصميمية القياسية والتجهيزات			
٣-٢	وسائل الاستناد للمريض	متحقق جزئيا	متحقق	غرف العزل بمدينة الملك عبدالله لم تستوفي وسائل الاستناد للمرضى داخل الغرف وتم توفيرها داخل الحمامات فقط
٣-٣	ربط وحدات متابعة الضغط والمراوح بنظام المراقبة	متحقق	متحقق جزئيا	لم يتاح بمستشفى الهدا ربط نظام المتابعة والتحكم بوحدة BMS الرئيسية بالمستشفى، والذي يجعل متابعة عمل التجهيزات الميكانيكية منوط بطاقم التمريض والذي يبلغ بدوره الصيانة لمتابعة البلاغات والاعطال المفاجئة بالغرف.
٤	**الاختبار والتشغيل:**			
٤-١	اجتازت جميع الغرف بالنموذجين جميع اختبارات المعايرة والقياس قبل التشغيل والتي تمنع تشغيل الغرف ما لم تتحقق كليا			

النتائج:

١- من الضروري توفير غرف عزل سالبة بجميع المستشفيات القائمة، لمواجهة أي متطلبات حاليه او مستقبلية لحالات الأوبئة المنقولة عن طريق الهواء.

٢- تقدم قائمة المراجعة المقترحة بالبحث نموذجا يمكن من خلاله تتبع واستكشاف النقاط الإيجابية والسلبية لتصميم غرف العزل، ومقارنة البدائل التصميمية المختلفة، مما يتيح أمكانية تطوير التصميم المعماري.

٣- من الدراسة البحثية يتبين أن الأكواد التصميمية لمباني الرعاية الطبية تقتصر على ذكر الأبعاد القياسية للمستشفيات الجديدة، أما ما يتعلق بالمباني القائمة وأعاده التصميم وأضافه خدمات طبية جديدة فليست متاحة بالأكواد، وتعتمد على توفيق الاشتراطات الخاصة بالمباني الجديدة مع المتاح بالمباني القائمة، والذي يتطلب تعديلات جوهرية ببعض الفراغات المعمارية والتجهيزات الميكانيكية.

٤- يمكن للمستشفيات القائمة إضافة بعض الخدمات الطبية الضرورية، بعد استيفاء متطلبات التشغيل، والتحقق من توفير البيئة الداخلية المناسبة لهذه الخدمات.

٥- يمكن أن تستخدم غرف العزل السالب كغرف عزل موجب مع عمل بعض التعديلات الميكانيكية المسبقة في نظام التهوية، بإضافة أجهزة تكييف من نوع Total Fresh Air، للغرف السالبة مما يرفع من مرونة التصميم المعماري المستقبلي للغرف، ويسهل استخدامها لحالات العزل المختلفة.

٦- مراعاة الجانب النفسي للمريض أثناء اختيار موقع الغرف حيث يفضل وجود مطل خارجي مباشر.

٧- زيادة ارتفاع المسطح فوق السقف المعلق ساعد بشكل فعال في اضافة خدمات ميكانيكية ضرورية لتشغيل الغرف بشكل مناسب.

التوصيات:

١- يجب أن تتوفر بجميع المستشفيات العامة والخاصة غرف عزل سالبة، تتوفر بها وسائل منع انتشار العدوى المناسبة والتجهيزات القياسية اللازمة بها.

٢- على المصمم مراعاة المرونة التصميمية أثناء تصميم المباني الجديدة، وإمكانية التوسع المستقبلي، متابعة المستجدات والتحديثات الخاصة بتصميم الفراغات المعمارية خاصة في المستشفيات، طبقا للأكواد العالمية وتوصيات المنظمات الدولية ذات الصلة.

٣- ضرورة مراعاة تحديث متطلبات وزارة الصحة دوريا وعند الحاجة لمباني الرعاية الطبية بما يتناسب مع طبيعة الأمراض المستحدثة والتكنولوجيا الحديثة المتاحة في هذا المجال.

٤- يجب على وزارة الصحة بمصر متابعة تطوير المستشفيات القائمة وتجهيزها بغرف عزل مجهزة بالحد المطلوب من المعدات الخاصة، وعمل جداول صيانة دورية يتم متابعتها للتأكد من سلامة الغرف وظيفيا.

٥- تفعيل دور الكليات والمعاهد المعمارية في العمل على إضافة المستجدات المؤثرة في التصميم المعماري للمباني المختلفة للمقررات الدراسية بشكل فعال.

المراجع:

(١) https://network.aia.org/home المعهد الأمريكي للعمارة ،مقال عن غرف العزل تحديث ٢٠٢٠/١/٢٠ على الرابط:

(٢) الكود المصري، المعايير التصميمية لمستشفيات وللمنشئات الصحية، المركز القومي لبحوث البناء والإسكان، مصر الجزء الأول ٢٠١٢-الطبعة الثانية ٢٠١٧

(٣) خلوصي، ماجد، 1999 م، المستشفيات والمراكز الصحية والاجتماعية، دار قابس، بيروت

(٤) موقع المنظمة العالمية لمرافق الرعاية الصحية متاح بالرابط https://healthfacilityguidelines.com/ViewPDF/ViewIndexPDF/iHFG_part_d_isolation_rooms

(٥) https://www.news-medical.net/health/What-are-Negative-Pressure-Rooms.aspx Lois Zoppi,BA,what are negative pressure room? , 13-7-2021

(٦) الشريف، يوسف بن نايف،٢٠١٢، تقويم المعايير المعمارية لتصميم المستشفيات في ظل القيم الإسلامية، دراسة مقدمة لقسم العمارة الإسلامية جامعة أم القرى، السعودية ٢٠١٧

(٧) توصيات جمعية المهندسين المعماريين الأمريكية AIA الدليل الإرشادي ٢٠٠١ ، 7.2C1-C7 – page 22 ،

(١) Guideline for design and construction of hospital and health care facilities

(٨) Wang, F., Chaerasari, C., Rakshit, D., & Permana, I. (2021, August). Performance Improvement of a Negative-Pressurized Isolation Room for Infection Control. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 8, p. 1081). MDPI.

(٩) Culp Jr, W. C. (2020). Coronavirus disease 2019: in-home isolation room construction. *A&a Practice*, *14*(6), e01218

(١٠) موسى، لردي، وآخرون،٢٠١٣، التصميم المعماري لمباني المستشفيات، دار الراتب الجامعية، بيروت

(١١) Victorian Advisory Committee on Infection Control, 2007

(١٢) Facility Guidelines Institute (FGI) Guidelines (2018) – for ventilation refers to ASHRAE Standard 170 – 2013

(١٣) عبدالرحمن، سلامة مصطفى،١٩٩٧، المباني الصحية، رسالة لنيل درجة الدكتوراه، جامعة الزقازيق

Analytical and Comparative Study of Design Requirements for Negative Isolation Rooms in Hospitals
(Applied Model for Rehabilitation of Existing Hospital)

ABSTRACT

The research paper reviews one of the hospital design elements, the need for which has increased in all hospitals, especially recently (the Covid-19 pandemic), which is isolation rooms for patients with airborne infectious diseases such as Corona, as many existing hospitals are not equipped with standard isolation rooms that can using them to isolate infectious cases, and limiting the relevant standard codes to mentioning the requirements for isolation rooms for new buildings only, and not mentioning the possibility of converting inpatient rooms, or existing hospitals that do not have a passive isolation room service to face cases of isolation of Corona patients, the research is divided into two main parts, The first part (the theoretical part) presents the design bases, local and international standards and codes for the design of negative isolation rooms, the technical requirements for the design and implementation of this type of highly sensitive rooms, and the design considerations that must be taken into account during the design of negative isolation rooms. The second part deals with the (analytical part) of the research: a proposed checklist for the design elements of isolation rooms according to the data of the theoretical study. It also presents in this part an applied experiment to convert a part of an existing hospital building into negative isolation rooms for corona patients for 2 models., the first one King Abdullah Medical City in Makkah in the Kingdom of Saudi Arabia, and the other also in Saudi Arabia at Al-Hada Military Hospital in Taif, as an application model through which a set of regular inpatient ward rooms were equipped with the requirements you need technical, to convert them into negative isolation rooms, recommended for use in isolation rooms from technical finishes and equipment according to the American code AIA, by displaying these practical models that were implemented and operated during the Corona pandemic period.

Keywords: *negative isolation rooms- hospitals - technical equipment*