ألأقسام التشخيصية والعلاجية للمستشفيات المعاصرة
(الاشعة، المختبرات، العلاج الطبيعي)

م. د. امجد محمود البدري [amarch05@yahoo.com]
مدرس
كلية الهندسة- جامعة بغداد
قسم الهندسة المعمارية

سارة ثائر جعفر [s10_sarah_s3@yahoo.com]
ماجستير هندسة معمارية
كلية الهندسة- جامعة بغداد
قسم الهندسة المعمارية

الخلاصة:-

يتناول البحث دراسة التغييرات الحاصلة في المتطلبات الفضائية للأقسام التشخيصية والعلاجية (اقسام الاشعة والمختبرات والعلاج الطبيعي) والتي تهدف الى تبني التطورات التكنولوجية الحالية والعمل على خلق بيئة مرنة تساعد على استيعاب التكنولوجيا الحديثة في المستقبل , والتوصل إلى أفكار معمارية جديدة تهدف إلى مرونة التعامل بفضاءات تلك الأقسام , والذي سيكون له اثر كبير على كيفية سير العمل في المستشفى بعموم فضاءاتها , وذلك من خلال دراسة المتطلبات التصميمية الحديثة لتلك الاقسام ودراسة التخمينات لكافة التوسعات المستقبلية .

ABSTRACT

This research study changes in the requirements space for diagnostic and therapeutic departments (radiology, laboratory and physical therapy), which aims to adopt the current technological developments and work to create a flexible environment that helps to absorb modern technology in the future , And reach to the ideas of a new architectural flexibility to deal with those departments , And that had a major impact on the workflow in the hospital and its spaces. Through the study of modern design requirements of those departments and the study estimates for all future expansions .

كلمات رئيسة:-

التصوير الطبي ، التكنولوجيا الحديثة ، التصوير الرقمي ، منظومة ارشفة واتصالات الصور، قسم العلاج الطبيعي .

مشكلة البحث:-

وجود قصور معرفي في اثر التكنولوجيا المعاصرة على المنظومة الفضائية للأقسام التشخيصية والعلاجية بشكل عام وطبيعة تحولات تلك المنظومة لاحتواء ذلك التأثير المتنامي بشكل خاص .

هدف البحث:-

طرح مقومات تصميمية جديدة لفضاءات التشخيص والعلاج لاستيعاب الأثر التكنولوجي المعاصر وتوفير القابلية لاستيعاب أي تطور تكنولوجي في التقنيات الطبية .

المقدمة:-

من منطلق الافادة العامة في مختلف ميادين العلوم الانسانية في مجالي العطاء التنظيري والعملي , فإن من اهم ما يمكن التصدي له هو البحث والتطوير لمؤسسة حيوية ذات جذور تأريخية تخدم كل الانسانية الا وهي المستشفى , والتي اصبحت عمارتها تحت ظل الثورة الرقمية المعاصرة في نقطة تحول مستمرة نتيجة للتقدم المتسارع في مجال التقنيات والاجهزة الطبية , الذي خلق نقلة نوعية في مفهوم ابنية المستشفيات اصابت جوهر عمل هذه الابنية بقدر ما اصابت هيكلها وغلافها، مؤدية الى

تغيير الكثير من المعطيات التي كانت سائدة في الحقبة الماضية لتنتقل بعدها الى التوجه العصري والذي يتمثل بتطبيق التكنولوجيا الحديثة في المجالات البايولوجية والفيزياوية والضوابط الهندسية الاخرى مثل العلوم الميكانيكية والطبية والتي لعبت دورا مميزاً في طريقة تقديم الرعاية الصحية، فلم يشهد التقدم البشري قفزة علمية تقنية كالتي يشهدها اليوم في مداها الواسع وانفتاحها الشمولي على مختلف المدارك البشرية . وقد شمل التغيير والتطور في ابنية المستشفيات جوانب عدة يتناول البحث منها ما يخص تقدم العلوم الطبية والتطور في حقلي التشخيص والعلاج والذي افضى الى حدوث تغييرات على الاجهزة الطبية ومتطلباتها الوظيفية والتي قد تتطلب تغييراً جزئياً في التصميم لتبني التكنولوجيا والتقنيات الحديثة بما يخدم المرضى وتحسين الرعاية المقدمة لهم . لذا اتخذ البحث الأقسام التشخيصية والعلاجية لتكون المحور الأساسي للدراسة ليكون نقطة البداية لكافة المعماريين أو المتخصصين ممن يسعون إلى ما هو أتم وأكمل وأوضح وأجمل للوصول إلى الاقسام التشخيصية والعلاجية المتطورة صناعياً والمتميزة تكنولوجيا و بشكل أوسع ليكون بذرة من بذرات المستشفى المعاصر .

1- قسم الاشعة :-

1-1 التكنولوجيا الحديثة في مجال التصوير الطبي :-

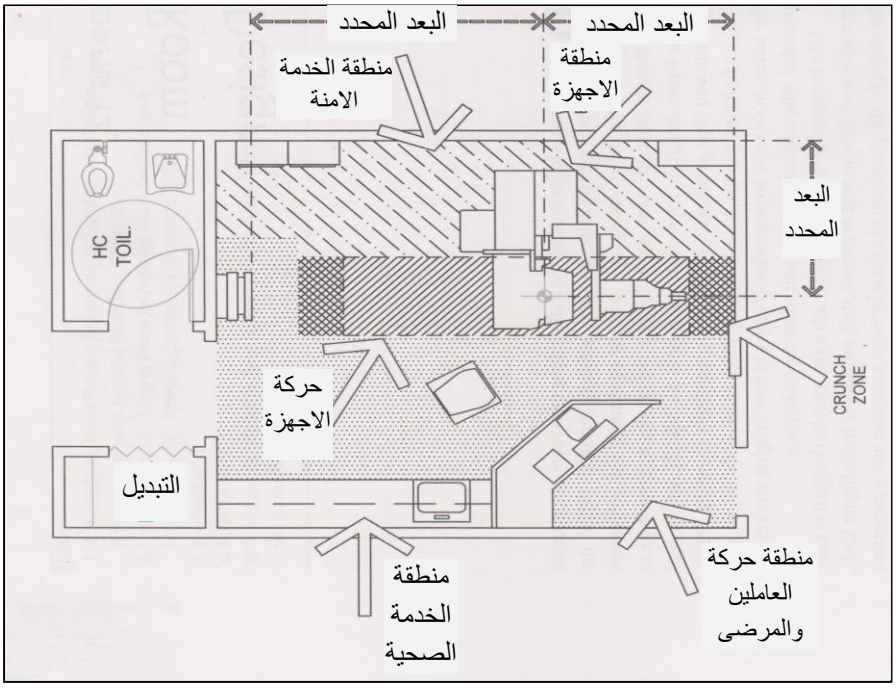
أصبحت نظم المعلومات الصحية المحوسبة من الموضوعات الرئيسة التي تحظى باهتمام جميع المهتمين والمطورين في المنظمات الصحية، فقد قامت نظم وتكنولوجيا المعلومات الصحية بتقريب المسافات بشكل لم يعرفه الإنسان من قبل، ومكنت من تخزين البيانات الرقمية والنصية والصوتية والصور، كما وفرت إمكانية معالجة هذه البيانات بسرعة عالية، مما يساعد في توفير معلومات في غاية الأهمية لمتخذي القرارات.واصبح الان من الممكن للأجهزة والمعدات الطبية ان تقصد المريض بدلاً من نقل المريض في جميع انحاء المستشفى . ومن أهم تطبيقات التكنولوجيا الحديثة [Hannah, Kathryn J. Ball Marion J. , 2003, p.10] :-

1-1-1- نظام معلومات المستشفى Hospital Information System - HIS :- وهو نظام المعلومات الشامل والمتكامل الذي يستخدم في إدارة المعلومات الإدارية والسريرية في المستشفيات، ويهدف إلى تمكين المستشفى والعاملين فيها من تقديم أفضل وأسرع رعاية للمرضى, ويمكن تعريفه على انه (مجموعة من النظم المحوسبة الشاملة والمتكاملة التي تم تصميمها لحفظ ومعالجة وتوزيع واستخدام المعلومات المتعلقة بالجوانب الصحية والادارية في المستشفى) [Hannah, Kathryn J. Ball Marion J. , 2003, p.10] .

1-1-2- منظومة ارشفة واتصالات الصور PACS- Picture Archiving and Communication Systems :- يمتاز نظام الأرشفة والاتصالات الإلكتروني بتوفير الخدمة السريعة لمراجعي المستشفيات والمؤسسات العلاجية ، حيث إنه يرسل الصور مباشرة للكمبيوتر الشخصي للطبيب المعالج مع إمكانية قراءة تقرير الأشعة أيضا في الوقت نفسه، وذلك بربطه بالنظم المعلوماتية للمستشفيات وأقسام الأشعة HIS/RIS ، وهذا يساعد في توفير وقت المريض فضلاً عن القيام بتخزين الصور على أقراص صلبة وبذلك يقلل من المساحات الكبيرة المستخدمة سابقاً لتخزين الأفلام وحفظها، كذلك تجنب فقدان أفلام الأشعة . [صحيفة الاقتصاد، الأشعة الرقمية ونظام أرشفة أفلام الأشعة والاتصالات] .

1-2- المكونات الاساسية لقسم الاشعة :-

1-2-1- منطقة الفحص:- نتيجة للتغير السريع في حجم وتطور ونوع وعدد الاجهزة الموجودة في غرف الفحص ، فان الابعاد والمميزات الفيزياوية ومتطلبات البنى التحتية لغالبية هذه الانواع من الغرف لاتكون ثابتة، والتي تصمم بالتناغم مع سير العمل وحركة كل من المرضى والموظفين والاسنادات , فضلاً عن ان حجم وحركة وموقع الاجهزة ومتطلبات الوصول اليها يؤثر ايضاً في الفعاليات التي تحدث داخل الغرفة وبالتالي على تصميمها[Bill Rostenberg, 2006, p.233]. ولكون تقنيات التصوير ومعداتها تتغير وتتطور مع تقدم التكنولوجيا وتقنياتها, فان هذا يجعل من اللازم تحديث تلك المبادئ التوجيهية وبصوره دورية بالاعتماد على المعلومات التقنية المتوفره لكل نوع , كما يجب الاخذ بعين الاعتبار كون معدات التصوير المتماثلة والمجهزة من مصنعين مختلفين يمكن وغالباً ما تختلف اختلافا كبيراً , لذا على المعماري ان يصمم الفضاءات بمرونة عالية تناسب مع التغييرات الفجائية في تجهيز تلك المعدات وذلك وفقا لـ [Steven Verderber, 2010, p.265] (شكل-1):-



(شكل – 1) نموذج لغرفة الفحص [Steven Verderber, 2010, p.265]

أ- الاعتبارات التصميمية والتخطيطية لفضاء فحص الاشعة الاساسية (Radiography) (شكل – 2) :-

- توفير وصول سهل ومباشر من قسم الطوارئ ووحدات التمريض الى غرفة فحص الاشعة .
- توفير خط نظر مباشر من منطقة المراقبة الى رأس المريض (يجب الاخذ بعين الاعتبار اذا ما كانت المنضدة مائلة) .
- تصميم غرف مخصصة و كبيرة الحجم يتم من خلالها مراقبة اوضاع المرضى عبر شاشات خاصة وبتغطية مباشرة.
- ينبغي تقديم الحماية من الإشعاع وفقا لتوجيهات خاصة من قبل متخصص بهذا المجال .
- يجب توفير كل الحسابات الانشائية الخاصة بالمعدات المعلقة على السقف او الجدار او المثبتة على الارض .
- ينبغي توفير مساحات الفضاء والمعدات الكافية لتثبيت أو استبدال المعدات الكبيرة والثقيلة .
- يفضل ان تكون غرفة الاشعة المخصصة لفحص الصدر قريبة من مقدمة جناح الاشعة باعتبارها ذات فحوصات قصيرة مما يجعل عدد المرضى كبيراً كما وتحتاج الى غرف تبديل كثيرة وقريبة منها مع حاجتها الى الحمامات .
- يجب ان يكون باب غرفة الاشعة كبير بما فيه الكفاية لادخال واخراج المعدات مع ملاحظة ان الابواب المدعمة بالرصاص تكون ثقيلة وتحتاج الى مغالق قوية . [Jain Malkin, 2002, p.278]، [Bill Rostenberg, 2006, p.268,269] .

ب- الاعتبارات التصميمية والتخطيطية لفضاء الفحص بالمنظار والاشعة Radiology \ Fluoroscopy :-

ان اعتبارات التصميم والتخطيط لوحدة الاشعة مماثلة لتلك المستخدمة في التصوير الشعاعي، مع الإضافات الآتية :-

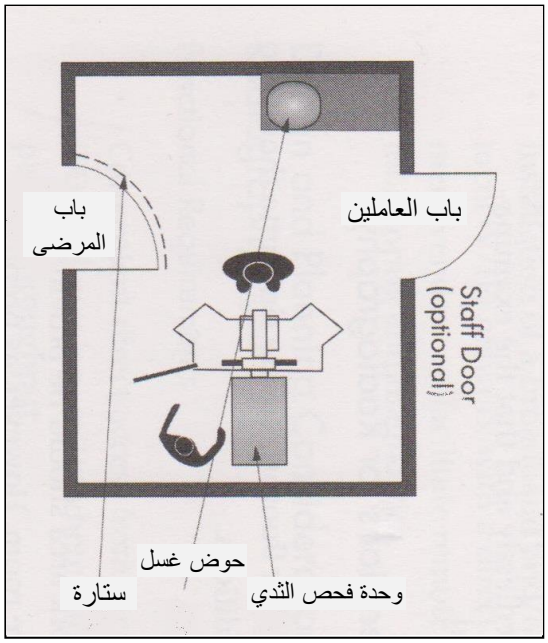
- إعداد منطقة عمل خاصة داخل غرفة الفحص الداخلي تمكن العاملين فيها الاستخدام المكثف للمعدات وفي وقت واحد.
- توفير أجهزة الإنعاش في حالات الطوارئ في المناطق التي يستخدم فيها التطبيب عن بعد.
- توفير المواد العلاجية البسيطة مثل الحقن والمهدئات بالقرب من طاولة المريض وبشكل لا يعرقل الحركة في الغرفة ويتم تثبيتها بطرائق مختلفة .
- يجب ان تلحق الغرفة بمرافق عامة خاصة ثنائية المداخل ، يفتح الاول على الغرفة والثاني على الممر [Jain Malkin, 2002, p.276,279] ، [Bill Rostenberg, 2006, p.269] .

ج- الاعتبارات التصميمية والتخطيطية لغرفة فحص الثدي Mammography (شكل - 3) :-

- تزويد الغرفة بمخزن خاص بالخزعات التي يتعين القيام بها في غرفة الفحص الداخلي.
- يجب توفير حوض لغسل اليدين داخل الغرفة او خارجها ضمن غرف الخدمة.
- ينبغي ان يكون موقع غرفة الفحص والاختبار بمكان يمنع فيه مرور المريض عبر قسم الأشعة بأكمله, وقد يستوجب احياناً نقل المريض من الغرفة الى قسم الجراحة عن طريق العجلات او العربات الناقلة , لذلك يجب توفير المساحة اللازمة لذلك .

ان الاضاءة الصناعية غير المباشرة تكون هي الانارة المثالية في هذا النوع من الغرف , مع استشارة الاختصاصي الاشعاعي في عملية تصميم هذه الغرفة كبقية اجهزة التصوير الاشعاعي . [Steven Verderber,2010, p.271]،[Jain Malkin, 2002, p.282] .

(شكل - 2) غرفة الفحص بالاشعة الاساسية
[Steven Verderber,2010, p.271]

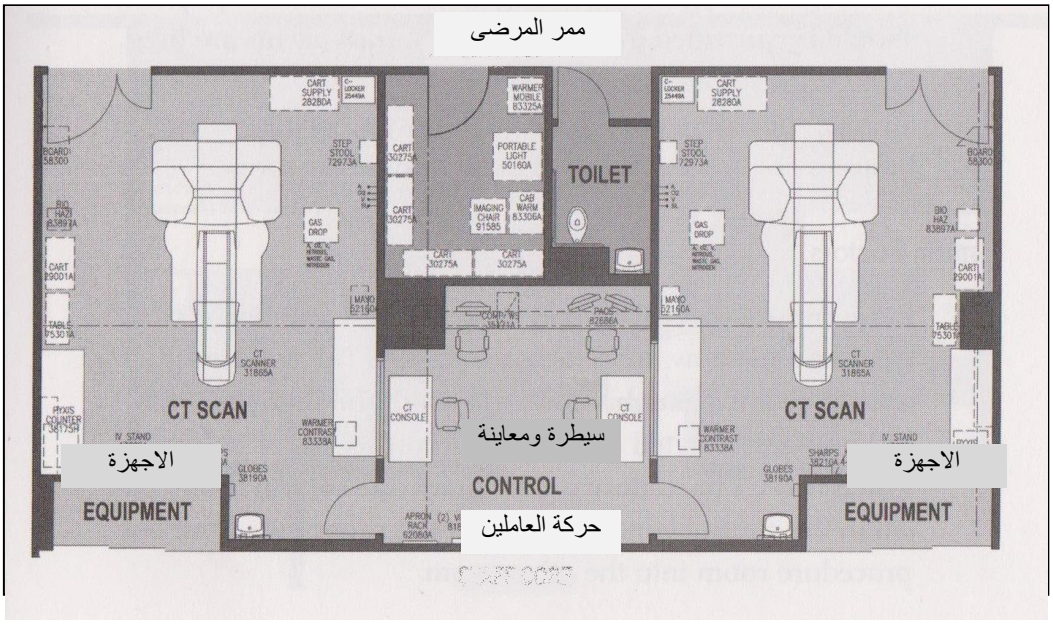


(شكل - 3) غرفة فحص الثدي
[Jain Malkin, 2002, p.282]

د- الاعتبارات التصميمية والتخطيطية لغرفة التصوير بالاشعة المقطعية CT (شكل – 4):-

يتضمن هذا الجناح غرفة للجهاز والفحوصات وغرفة للمشغل والاستشاري , ويستلزم الاتي :-

- توفير سهولة الوصول من وإلى قسم الطوارئ .
- تكون الابواب بعرض كافٍ لإدخال واخراج الاجهزة مع اقفال محكمة وقوية ، فضلا عن تدعيم الجدران والابواب بالرصاص اعتمادا على متطلبات اخصائي الاشعاع .
- يجب توفير منطقة مخصصة لتبديل وتحضير ومراقبة المرضى في جناح التصوير المقطعي .
- يجب توفير خط نظر مباشر من منطقة المراقبة الى رأس المريض (يجب الاخذ بعين الاعتبار اذا ما كانت المنضدة مائلة، وقد تحدد بعض الشركات المصنعة زاوية ميل الجهاز، وغالباً ما تكون الزاوية 30 درجة من محور منضدة المريض) .
- ينبغي ان تكون هناك مقصورة للطبيب بالقرب من منطقة المراقبة .
- توفير حمامات عامة بجوار غرفة الفحص .
- توفير فضاءات عمل خاصة بالمواد النظيفة والمتسخة بالقرب من غرفة الفحص.
- توفير مناطق آمنة لمعالجة النفايات ذات الاخطار البيولوجية والملابس المستخدمة الملوثة.
- وفي حالة مشاركة غرفتي فحص CT بغرفة سيطرة واحدة يجب توفير الخصوصية بحيث لا يمكن رؤية المرضى بعضهم البعض في غرفتي الفحص .
- يجب ان يقدم المُصنّع البيانات الهندسية للمعدات مع عدد من مخططات التوزيع المقترحة والمناطق الحرجة واحمال الارضية والمتطلبات الاخرى .
- تقديم الحماية من الإشعاع وفقاً لتوجيهات الفيزيائي الطبي المتخصص .
- توفير كل الحسابات الهيكلية الخاصة بالمعدات المعلقة على السقف او الجدار او المثبتة على الارض .
- ينبغي توفير فضاء كافٍ لتثبيت وصيانة واستبدال المعدات الكبيرة .
- توفير مخزن للعربات التي يتم استخدامها في حالة القيام بالخزعات في غرفة الفحص . [Bill Rostenberg, 2006, p.277]،[Jain Malkin, 2002, p.286] .



(شكل – 4) نموذج لغرفة الفحص بالأشعة المقطعية

[Bill Rostenberg, 2006, p.277]

هـ- الاعتبارات التصميمية والتخطيطية لغرفة الفحص بالموجات فوق الصوتية (شكل – 5) :- ان عملية الفحص بالموجات فوق الصوتية يستخدم كمية كبيرة من الالبسة والمواد ذات الاستخدام لمرة واحدة ، لذا ينبغي توفير فضاءات إمدادات كافية مع مخزن ، كذلك ضرورة توافر أجهزة الصرف الخاصة بذلك , ولهذا يجب على المصمم ما يأتي [Steven [Verderber,2010, p.280 :-

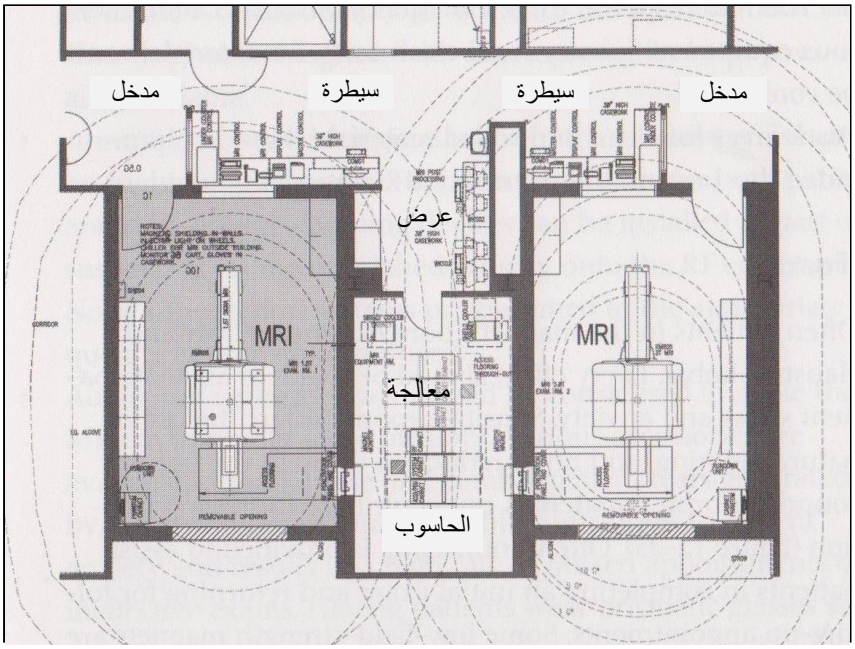
- توفير حمامات عامة قرب غرفة الفحص مع توفير منطقة مخصصة لخلع الملابس ذات خصوصية عالية.
- توفير محطات لجلوس التقنيين والاطباء .
- تكون الغرفة مظلمة وتراكيب الانارة فيها غير مباشرة مع مفتاح للتحكم بشدة الاضاءة .
- نتيجة للتقدم التقني في هذا النوع من الاجهزة , فان هذا قد ميز الجهاز بصغر حجمه , مما مكن الاطباء من حمله معهم طوال الوقت , وجعلهم لا يستغنون عنه في فحص المرضى كما هو حال السماعة الطبية ، اذ يمكنه أن يوفر صوراً حيه لما يحدث في داخل جسم المريض مما يعطي الطبيب قدرة على تشخيص أفضل للحالة خاصة في الحالات الطارئة . وقد يؤدي التطور الى حدوث تغيير كبير في تصميم قسم الاشعة والذي قد يؤدي الى الاستغناء اصلا عن الغرفة مخصصة للتصوير بالموجات فوق الصوتية .
- تكون الموجات فوق الصوتية غير شعاعية فلا حاجة لاستخدام الحماية ضد الرصاص[Bill Rostenberg, 2006, p.280] .

(شكل – 5) غرفة فحص الموجات فوق الصوتية[Bill Rostenberg, 2006, p.280]

و- الاعتبارات التصميمية والتخطيطية للتصوير بالرنين المغناطيسي MRI :- وهي كالاتي (شكل – 6) :-

- تهيأة غرفة خاصة لخلع ملابس المريض مع توفير مساحة خاصة للحمامات داخل الجناح .
- ان وحدة التحكم يجب أن تكون مصممة من الناحية التقنية بحيث تكون وجهة النظر والرؤية مباشرة لرأس المريض وبشكل يتيح للأخصائي رؤية كل جسم المريض بصورة واضحة .
- توفير نظام اتصال داخلي بين غرفة التصوير ومنطقة المراقبة، ويجب التأكد من العزل الصوتي للحفاظ على السرية التامة لخصوصيات المرضى.
- تجهيز وحدات خاصة لتخزين الأدوية والغازات الطبية خارج الغرفة. ولابد من تواجد فريق طبي متخصص ومخول لإبداء المساعدة الطبية و الفورية فيما إذا كان المريض يحتاج إليها أثناء الفحص.

- يجب تخطيط جناح MRI بالتزامن مع تخطيط وتصميم المستشفى ليمكن من تحديد آلية دخول الاجهزة اليه وحركتها وازالتها وذلك باعتماد مداخل في السقف او في الجدار الخارجي .
- من الاعتبارات التصميمية المهمة لغرفة التصوير بالرنين المغناطيسي هو التصميم التقني الهندسي للأبواب والمنافذ الخاصة بالغرفة والتي تستلزم وضع ابواب متأرجحة لكلا الجانبين توضع بشكل يمكنها من الحركة التلقائية والفورية في حالة حدوث ضغط داخل الغرفة .
- عدم استخدام الأجسام المعدنية في غرفة التصوير بالرنين المغناطيسي مما يستلزم توافر أجهزة الكشف عن المعادن , وهي من المبادئ التوجيهية المهمة التي توصي بها منظمة السلامة الدولية العامة .
- هناك عدد من الامور المهمة الواجب اخذها بعين الاعتبار في اختيار موقع جناح الرنين المغناطيسي معتمدة على (تأثير المغناطيس على المحيط حوله وتأثير المحيط عليه ، حجم الممرات والابواب التي يمر من خلالها المغناطيس عند عملية التركيب، العبور التقليدي لاستلام معدات المغناطيس والخدمات حولها ، مساحة تأثير المجال المغناطيسي ، الحماية من التداخل في الترددات الراديوية RFI ، كذلك منظومة التدفئة والتهوية والتبريد ، الطاقة الكهربائية المطلوبة ، فضلا عن تحمل الارضية والدعم الهيكلي شاملا خزن المواد الاحتياطية والتصميم الداخلي) [Bill Rostenberg, 2006, p.280-282]،[Jain Malkin, 2002, p.294,298,299] .



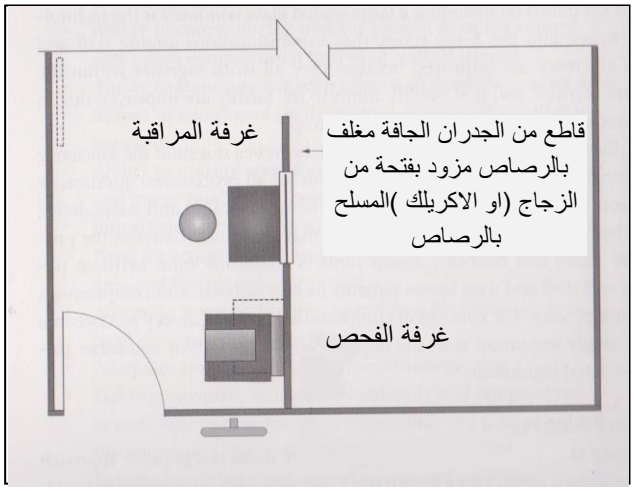
(شكل - 6) غرفة الفحص بالرنين المغناطيسي [Bill Rostenberg, 2006, p.280-282]

2-2-1- منطقة المراقبة (شكل - 7) :- هي الفضاء المخصص للتقني او الطبيب ومساعديهم لمراقبة ورصد المرضى اثناء اجراء الفحص التصويري . ويشترط في تصميم هذه المنطقة مراعاة الاعتبارات الاتية[Bill Rostenberg, 2006, p.280-282]،[Jain Malkin, 2002, p.294,298,299] :-

- امكانية رؤية المريض والاتصال به من منطقة المراقبة (متضمنة حركة عربة المريض داخل المعدات العملاقة او عند ميلان منضدة المريض باتجاهات مختلفة) , حيث يتم وضع المريض عادة على المنضدة بحيث تكون قدميه باتجاه منطقة السيطرة في الغرف العامة للتصوير الشعاعي والمنظار , وبموجب هذا توجد توجد ثلاث انواع لمناطق المراقبة (ممرات

المراقبة، وحجرات المراقبة، وغرف المراقبة) يشترط في كل منها ان تلبي الاعتبارات العامة لمنطقة المراقبة وان تؤدي الوظيفة الخاصة بها بشكل صحيح .

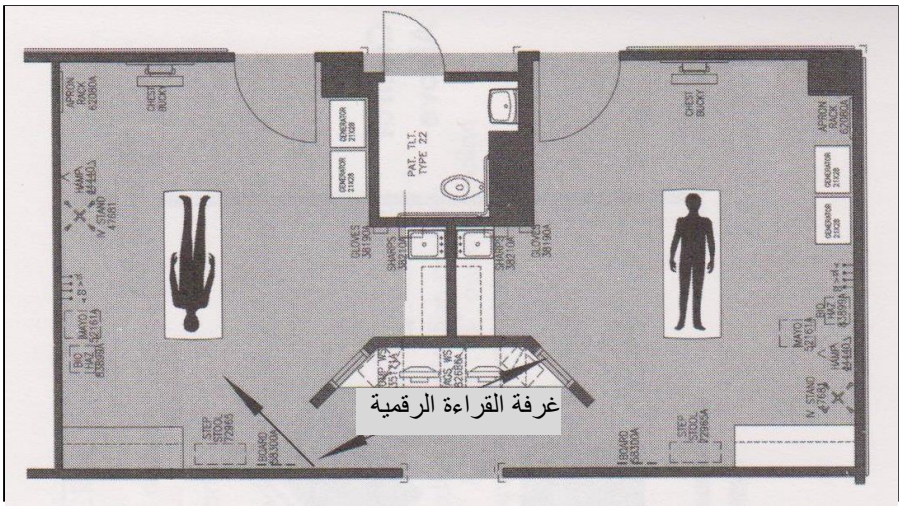
- امكانية رؤية الغرفة بأكملها للتأكد من عدم وجود شخص اخر بالغرفة اثناء وقت الفحص .
- القدرة على الاتصال مع الموظفين الاخرين من منطقة السيطرة .
- الوصول الفوري للمريض من منطقة المراقبة , مع الحاجة للخصوصية البصرية والعزل الصوتي بين منطقة المراقبة وغرفة الفحص .
- السيطرة المناسبة على الانارة ، والرطوبة، والتهوية، ودرجة الحرارة للفعاليات التي ستحدث والمعدات التي سيتم استخدامها في الفضاء .
- حماية الموظفين من الاشعاع والانبعاثات الاخرى الملازمة لمختلف نماذج التصوير .
- التوظيف الصحيح للمعدات التي قد تسبب التشويش للمعدات الاخرى بسبب التاثير الفيزياوي الملازم لمختلف نماذج التصوير مثل التداخلات المغناطيسية والترددات اللاسلكية .
- الحاجة لما يسمى بالابواب القابلة للغلق لتوفير السيطرة على انتقال العدوى بين منطقة المراقبة وغرفة الفحص



(شكل – 7) نموذج لغرفة المراقبة [Jain Malkin, 2002, p.294,298,299]

3-2-1 مناطق ادارة الصور ومعالجتها وقراءتها:- إن اغلب المستشفيات المعاصرة تحصل على معظم الصور الطبية وتديرها رقمياً , اما المستشفيات التي لم تطبق ذلك حتى الان فانها تعاني من عملية التحويل من الادارة التقليدية الى الادارة الرقمية للصور . وحتى الان لم يختفِ الفلم التقليدي تماماً , فاحياناً يتم طبع الصور المكتسبة الكترونياً على الفلم , وفي بعض الاحيان يتم الاحتفاظ بالصور السابقة للمريض على الفلم (على الرغم من امكانية رقمنتها الى صيغة الكترونية) . بينما المستشفيات الحديثة تركز على توفير فضاءات الادارة الرقمية للصور وبشكل خاص (Soft-copy reading room) مبتعدة عن الفضاءات التقليدية (مثل الغرفة المظلمة) مما ادى الى اختفاؤها بشكل سريع وكامل . وحالياً في القسم الرقمي يتم القيام بالتصوير التشخيصي اما من خلال التصوير الشعاعي المحوسب او التصوير الشعاعي المباشر. فالتصوير الشعاعي المحوسب يمثل التكنولوجيا المتنقلة التي توظف الفسفور الحساس للضوء القابل لاعادة الاستخدام(اكثر من الفلم) في حامل الحساس (الكاسيت) الذي يمكن وضعه في الوحدة المستندة على الفلم الموجودة حالياً . اما التصوير الشعاعي المباشر فهو التقنية التي تستخدم الكاشف الرقمي (مثل انظمة السليكون غير المتبلور) والتي لا تتطلب وجود الافلام ولا عناصر معالجتها الواجب توفرها

لكل من الفلم التقليدي والاشعة المحوسبة , كذلك فان اجهزة التصوير الطبي الاخرى مثل الـMRI والـCT قد تطورت لتمتلك وحدات تلتقط الصور الرقمية بشكل مباشر , اذ ان العديد من تقنيات اللوح الفوسفوري بدأت تُستبدل بنظام الالتقاط المباشر للصور مما جعل الحاجة لالواح القراءة تتلاشى من خلال استبدالها بالحلول التصميمية لشبكات الاتصال , مما جعل غرفة القراءة للـsoft copy اليوم ممكن ان تكون اصغر بكثير وغير مركزية وموزعة في جميع انحاء المستشفى و وهو على النقيض مما كانت عليه الغرف الكبيرة الموجودة ضمن النمط التقليدي لغرف الفلم الشعاعي في اقسام الاشعة لطرز التصميم التقليدية , فالمركزية كان النموذج الشائع لغرفة القراءة للفلم التقليدي وذلك باستخدام فلم واحد لكل صورة , مما يستلزم ان تكون هناك غرفة قراءة مركزية تقع بمحاذاة غرفة خزن الافلام , فغرفة القراءة المركزية والمسببة للضوضاء لم تعد مهمة او مرغوب فيها . اما بموجب النمط الجديد , فان بامكان أطباء الاشعة الان ان يقرأوا صورة الاشعة في اي مكان ومن الممكن لعدة أشخاص فحص نفس الاشعة معاً في نفس الوقت ومن مواقع مختلفة . اذ يفضل بعض اطباء الاشعة قراءة الصور في مكاتبهم الخاصة بينما يفضل الاخرون وجود عدد صغير من محطات القراءة متجمعة في غرفة واحدة , مما حتم ان يكون تصميم غرفة قراءة الصور مستجيبا الى الاجهزة الجديدة اكثر من الاجهزة التقليدية , لتصبح فعالية عرض الصور من المكونات الاكثر اهمية في بيئة القراءة وقد تصبح جزءا من الجدار ولا يتم بعدها استخدام الشاشات المعزولة او المستقلة ثلاثية الابعاد او اكثر (شكل – 8) . [Bill Rostenberg, 2006, p.251,252]،[Jain Malkin, 2002, p.270,271] .



(شكل – 8) نموذج لغرفة قراءة الصور الرقمية [Bill Rostenberg, 2006, p. 252]

1-2-4- منطقة ارشيف الصور :- يُعد خزن الصور أحد التحديات في حفظ بيانات الاشعة (الصور الشعاعية) فهناك حاجة للخزن قصير الأمد او بعيد الامد فضلاً عن استدعاء الملفات القديمة لمقارنتها مع دراسات التصوير الجديدة لمريض معين، ونتيجة للتقدم التكنولوجي في المجال الطبي يتم حالياً خزن معظم الصور الكترونياً بدلا من خزنها في فضاء مركزي كبير (اما الصور التي تم الحصول عليها من خلال الفلم ستكون قريبا رقمية لتسهيل عملية المقارنة بين الصور القديمة والصور الرقمية الحالية عند الحاجة). وتعتمد عملية الخزن للفترة الزمنية المتوسطة على توفير رفوف خدمة تقع داخل كل غرفة بيانات رئيسة في المُنشأ, اما عملية الخزن للفترة الزمنية القصير فيمكن ان تكون جزءا من كل جهاز تصوير , وفي كل حالة فان غرفة الملفات المركزية قد اصبحت من الماضي وغير موجودة في منشآت المستشفى الجديدة .[Steven Verderber, 2010, p.213] .

1-2-5- الفضاءات الساندة :- فضلاً عن غرف الفحص ومناطق المراقبة وغرف القراءة فإن قسم الاشعة يشمل انواع مختلفة من الفضاءات الساندة ، وهذه الفضاءات تشمل [Jain Malkin, 2002, p.262] :-

أ- **مناطق تغيير الملابس :-** يُشترط في كل قسم من اقسام الاشعة توفير مقصورات خاصة لتغيير ملابس المرضى قبل وبعد اجراءات الفحص، وغالباً ما تكون هذه المقصورات على شكل مجاميع (مجموعة مخصصة للرجال واخرى للنساء)، ويجب ان يتم تخصيص ما لا يقل عن مقصورة واحدة تلبي شروط المعاقين , ولكون مقصورات التبديل صغيرة الحجم فيفضل عادة ان تكون القواطع المحيطة بها غير متصلة بالسقف ولكن فوق مستوى النظر والباب تكون على ارتفاع (0.2-0.3 م) عن مستوى الارضية للسماح بحركة التهوية دون الحاجة الى توفير ساحبات هواء منفصلة لكل غرفة, كما يجب تغطية ارضية غرف التبديل بالسجاد حيث من الممكن ان يكون المريض حافي القدمين، فضلا عن تصميم المقصورة بابعاد واسعة وتجهزها بمقعد جلوس كبير ثابت في الجدار لتخدم المريض ذي الحالة الصحية السيئة او المرضى الذين يستعملون الكراسي المتحركة . (شكل - 9) [Jain Malkin, 2002, p.263,264] .

ب- **مناطق الانتظار :-** يجب ان يتم اختيار موقعها بحيث يسمح لموظفي الاستقبال من مراقبتها بالكامل، فضلاً عن اهمية توفير الاضاءة الطبيعية والاطلالة الى الخارج , مع الاخذ بنظر الاعتبار توفير الحواجز والتظليل في حالة كون النوافذ او الاضاءة السقفية تسمح بمرور ضوء الشمس بشكل مباشر , كما يجب توفير مناطق انتظار معزولة للمرضى الذين يرتدون ملابس الفحص في حالة كون غرف تبديل الملابس غير مجاورة لغرفة الفحص. ونتيجة لاستخدام التقنيات الرقمية في التصوير الطبي والتي ساهمت في زيادة سرعة اجراء الفحص والذي افضى الى زيادة عدد الفحوصات، ستكون هناك حاجة لعدد أكبر من المقاعد لكل غرفة فحص مع تكبير صالات الانتظار.(شكل- 10) [Jain Malkin, 2002, p.262]

ج- **مناطق الحمامات العامة :-** ان توفير هذه الفضاءات هو امر اساسي في قسم الاشعة كما ويجب ان تكون بالقرب من انواع معينة من غرف الفحص (مثل المنظار والفحص بالموجات فوق الصوتية والMRI والتصوير المقطعي) . ويجب توفير الخصوصية الصوتية في فضاءات الحمامات العامة المجاورة لغرف الفحص والتي يمكن تحقيقها من خلال استخدام انظمة العزل الصوتي وحتى انظمة الموسيقى لمنع المريض الموجود داخلها من سماع المناقشات التي يتم اجراؤها داخل غرفة الفحص وبالعكس. [Bill Rostenberg, 2006, p.264] .

(شكل-9) غرف التبديل[Jain Malkin, 2002, p. 264]

(شكل-10) انتظار المرضى [Jain Malkin, 2002, p.262]

2- قسم المختبرات :-

2-1 - المكونات الاساسية لقسم المختبر :-

2-1-1- الفضاءات الادارية :- لابد من توفير فضاء يشمل الاقسام الادارية والتنظيمية للمختبر والتي تضم مكاتب التقنيين ومكاتب العمل والاستعلامات والاستقبال واستراحة فريق العمل وفي بعض المختبرات الكبيرة يوجد مكاتب خاصة لمدير المختبر. وهذه المساحة يجب ان تكون في المنطقة المركزية وبالقرب من مناطق المرضى لارتباطها الوظيفي معها وان تكون بعيدة عن المنطقة الفنية لمنع التلوث . ولقد اثر التطور التقني التكنولوجي المعلوماتي على كيفية تنظيم الفضاء الاداري وذلك من خلال ربط الادارة العامة مع مكاتب الاطباء والاستشاريين والمختبرات وكافة ردهات المستشفى بشاشات الكومبيوتر واجهزة الاتصال اللاسلكي لقيادة كافة العمليات وتوزيع المهام على الشاغلين مما ادى الى تقليص حجم المكاتب الادارية من خلال اختزال بعض الاعمال الوظيفية التي تحتاج الى مكاتب منفصلة مثل مكتب السكرتارية، والتسجيل، والارشفة وغيرها . [Karen K., Laboratory design for today's technology,2002, p.1] .

2-1-2- الفضاءات التقنية :- يحوي المختبر انواعا مختلفة من الفحوصات والاجهزة المختبرية والتي قد تختلف عن بعضها او تتشارك بالمعدات والاجهزة اللازمة لإجراء الفحوصات الدقيقة للعينات , لذا يجب ان يصمم على اسس نموذجية قابلة لاستيعاب التغييرات المستقبلية، تتوفر فيها الخدمات الهندسية والبيئية والامنية لضمان سير العمل. ولقد صممت الشركات المصنّعة في السنوات القليلة الماضية معدات اوتوماتيكية للتحليلات الطبية الالكترونية والتي اصبحت تستعمل بشكل واسع حتى في المختبرات الصغيرة ساعدت على زيادة كفاءة وسرعة التحاليل الطبية، اذ لها القابلية على تحضير مختلف الاختبارات التي تحتاج الى مختلف الاجهزة بجهاز واحد وبوقت قصير وبمساحة اقل . وقد يتم تصميم الفضاءات التقنية بوحدات عمل مشتركة او منفصلة حسب سياسة عمل القسم واحتمالية التلوث وتشمل الفضاءات التقنية ما يأتي (شكل - 11) -: [PUTSEP,1979,419.420]

(فضاء فحص الدم / فضاء التحاليل الكيمياوية / فضاء فحوصات الادرار / فضاء تحليل الاحياء المجهرية والمصلية / فضاء تحليل الانسجة) .

2-1-3- فضاءات الخدمات المساعدة :-

وهي مجموعة الفضاءات المخصصة للخدمات التقنية والعامة وتشمل ما ياتي [Jain Malkin 2002 p.307]:-

أ- **فضاء سحب الدم :-** يتم سحب الدم من الوريد من خلال جهاز يوضع في غرفة صغيرة يكون بشكل صندوق مثبت على طاولة او يكون بشكل كرسي مجهز بشكل كامل ضمن فضاء يوفر الخصوصية ، وفي حالة عدم امكانية توفير غرف منفصلة فيمكن وضع الحواجز لمنع رؤية الاشخاص في منطقة الانتظار عملية سحب الدم ، وقد يكون ضمن مساحة الفضاء امكانية توفير مساحة كبيرة كافية لوجود سرير او طاولة لسحب دم المريض الذي يشعر بالرهبة او الخوف(كما الحال بالنسبة للاطفال والصغار) , فضلا عن اشتراط توفير منطقة للاستعلامات والاستقبال والتسجيل وغرفة لفحص المانح وغرفة لمعالجة الدم ومصله يلحق بها منفذ لغرف الثلاجة والتجميد (مصرف وفحوص الدم).(شكل - 11),(شكل - 12) [PETSTUP 1979, P. 437-439] .

ب-

(شكل-11) مختبر الدم[PETSTUP 1979, P. 439]

(شكل- 12) وحدة سحب [PETSTUP 1979, P. 437]

ب- فضاء الانتظار :- نتيجة للتقدم المتسارع في مجال الاجهزة والتكنولوجيا الطبية فان عدد الفحوصات في الساعة الواحدة ازداد بشكل ملحوظ فبعضها يمكن ان يجري الاختبار لـ (200) عينة بالساعة الواحدة كما في جهاز الـ (Auto Biochemistry Analyzer) ، وهذا يعني زيادة بعدد المرضى في الساعة الواحدة مما يستلزم توفير فضاء انتظار اكبر من نظيره في المختبرات التقليدية التي تكون فيها الاجراءات يدوية وهذا اعتمادا الى الطاقة الاستيعابية للمستشفى . وكبقية فضاءات الانتظار في المستشفى يجب توفير متطلبات الراحة والخصوصية للمرضى وعوائلهم بتوفير المقاعد المريحة وترتيبها بشكل يحافظ على الخصوصية، فضلا عن توفير العناصر التصميمية الجمالية التي تساعد في تقليل القلق والشد الذي يصيب المريض اثناء وقت الانتظار.

ج- فضاءات التبديل والاستراحة لمستخدمي المختبر :- يحوي المختبر فضاءات خدمية تشمل الخزانات ومساحة تبديل ملابس التقنيين وكذلك المرافق او الحمامات الخاصة بفريق العمل ، وقد ترتبط غرفة التبديل مع جناح استراحة فريق العمل، وحيث انه لا يمكن وضع الطعام او تناوله في المختبر لذا من الضروري جدا توفير مساحة تستعمل من قبل فريق العمل اثناء الاستراحة وتناول وجبة الطعام , مسبوقة بفضاء مخصص ليسمح للعاملين بخلع صداري المختبر قبل دخولهم لتناول الطعام. [Laboratory design & construction guidelines 2010].

د- فضاءات المرافق الصحية الخاصة بالمرضى :- ان الحمامات الخاصة لأخذ عينات الادرار والخروج يكون فيها فتحة صغيرة في الجدار تفتح الى طاولة المساحة الطبية ليتمكن التقني من اخذ عينة الادرار دون الحاجة الى حمله من قبل المريض. ويجب ان تكون الحمامات مصممة بشكل يسمح بحركة المعاقين مما يستلزم ان تكون ابوابها تسمح لمرور كرسي متحرك. [Time saver 1980, p. 433].

هـ- فضاءات تعقيم وغسل الزجاجيات :- نتيجة لاستخدام المستلزمات لمرة واحدة فان الحاجة الى غسل الزجاجيات وتعقيمها قد اصبح محدود جدا ، لذا يجب ان تحوي هذه الوحدة على جهاز تعقيم بالبخار وجهاز تعقيم بالهواء الجاف وفرن جاف وغسالة، بالاعتماد على حجم فحوصات المختبر والمعالجات المختلطة . وان خزن الزجاجيات للاستعمالات الكيمياوية يكون داخل حاويات ، كما يجب توفير فتحة تهوية فوق جهاز التعقيم . [Laboratory design & construction guidelines 2010].

و- فضاء معدات غسل العين ودوش الامان لحالات الطوارئ :- قد تتعرض العين او جسم الانسان في اماكن العمل بالمواد الكيمياوية الحارقة أو التالفة إلى مخاطر , مما يتطلب توفير وسائل مناسبة للغسل السريع للعين او الجسم ضمن مساحة العمل ويجب اتخاذها بشكل مباشر وطارئ . وان محطة الغسل يجب تجهيزها في كل المساحات التي تستعمل المواد الكيمياوية , مع مراعاة ان يكون زمن الوصول اليها لا يزيد عن(10 ثواني) وذلك يعادل مسافة بمقدار(30 متر) , اي انها الحد الاقصى لطول اي فضاء [Karen K., Laboratory design for today's technology,2002 p.3,4] , [Stanford Laboratory Standard & Design Guide 2006]

ز- فضاء الغرفة الباردة :- تستخدم هذه الغرفة لخزن شرائح الوسط المزروع وخزن الدم ويجب ان تكون جيدة العزل وبمساحة كافية وبدرجة حرارة مناسبة ، وان تجهز الغرفة بضوء تحذيري عند فتح الباب ومحرار خارجي لقياس درجة حرارة الغرفة. [www.pranavalab.tradeindia.com] .

ح- فضاء مخلفات مواد الاستعمال الخطرة حيويا :- يجب توفير مساحة للنفايات الناتجة عن عينات الفحص المختبري وتجهيزات المواد ذات الاستعمال لمرة واحدة والابر وبقية المستلزمات الطبية التي قد تلامس عينة المريض المختبرية . [Jain Malkin 2002 p.308] .

ط- فضاء خزن التقارير :- بعد دخول تكنولوجيا المعلومات في انظمة المختبرات اصبح الان من السهل خزن الاف التقارير الطبية على اجهزة الحاسوب او الاقراص المضغوطة بدلا من مساحات الخزن الورقية الكبيرة , مما ساهم في توفير هذه المساحات ليتم استخدامها للتكيف مع اي متغيرات تطرا على الاجهزة والمعدات وغيرها .

ي- منطقة استلام وتسجيل العينات:- يجب ان يكون المختبر بمساحة كافية لتستوعب اخذ العينات واجراء الفحوصات واصدار التقارير , والتي قد تكون تقاريرا يدوية او بواسطة الكمبيوتر، فاذا كانت يدوية فيجب توفير مساحة للاعمال الكتابية , اما اذا كانت بواسطة الكومبيوتر فيجب توفير الفضاء المناسب لوضع الكومبيوترات والاجهزة الملحقة بها , وقد يحتاج المختبر الى مساحة للعينات التي تفحص لاحقا , والتي تستوجب توفير جهاز الثلاجة لحفظها او ان ترسل الى مختبرات خارجية . [Karen K., Laboratory design for today's technology,2002, p.8] .

2-2 الإعتبارات العامة لتصميم المختبر :-

ان الهدف الاساسي لتصميم المختبر هو توفير الحماية البيئية للعاملين فيه لمواصلة عملهم ، مع السماح بأقصى مرونة للقيام بالإجراءات بالشكل الصحيح دون الحاق الضرر بالعاملين ، لذلك يجب معالجة كل العوامل التي تسبب المخاطر على الصحة والامان بعناية ويجب اعتماد معايير حماية كافية في التصميم تؤمن ادائيته جنبا الى جنب مع تحقيق المقدار الاكبر والامثل في استخدام الوسائل الممكنة لتحقيق الامان للعاملين . وان الاعتبارات العامة التي سيتم ذكرها تحدد بعض القواعد الاساسية لعناصر الامان والصحة البيئية ليتم تضمينها في تصميم المختبرات الجديدة او عند اعادة تأهيل المختبرات القديمة القائمة , [Stanford Laboratory Standard & Design Guide 2006] وتشمل :-

2-2-1- اعتبارات الصحة العامة والسلامة General health & Safety :- يجب ان تُصمم المختبرات بحيث يكون اختيار وترتيب المعدات والاجهزة الطبية بموجب المواصفات القياسية (مثل منقيات (فلاتر) الهواء ، ومنظومة التكييف ، ومنظومة الغازات الطبية ، ومعدات عدم تسرب الابخرة الكيميائية) لتحقيق الامان لشاغلي المختبر. ويجب على المعماريين والمهندسين ان يتاكدوا من ان وسائل الصحة والامان متوفرة في التصميم الهندسي لاي مبنى حديث الانشاء او الذي يعاد تاهيله وفي كل مرحلة من مراحل التنفيذ من خلال التباحث مع الاستشاري المتخصص بالصحة البيئية والامان فيما يخص متطلبات الدليل الارشادي عند تصميم المختبرات .

2-2-2- الكفاءة التصميمية Design Efficiency :- يجب ان يحقق تصميم قسم المختبر توازنا بين الفضاءات المكونة له فضلا عن علاقته مع اقسام المستشفى الاخرى , ويجب ان يتم تنظيم خدمات المختبر ومعالجة مشكلة التلوث والخطوط النظيفة والامان والسيطرة على الاشخاص ومكافحة الحريق , ويتم تحقيق الكفاءة التصميمية من خلال توفير عدد من العناصر تتمثل بـ [Everett &Hughes, 1975, P.8] :-

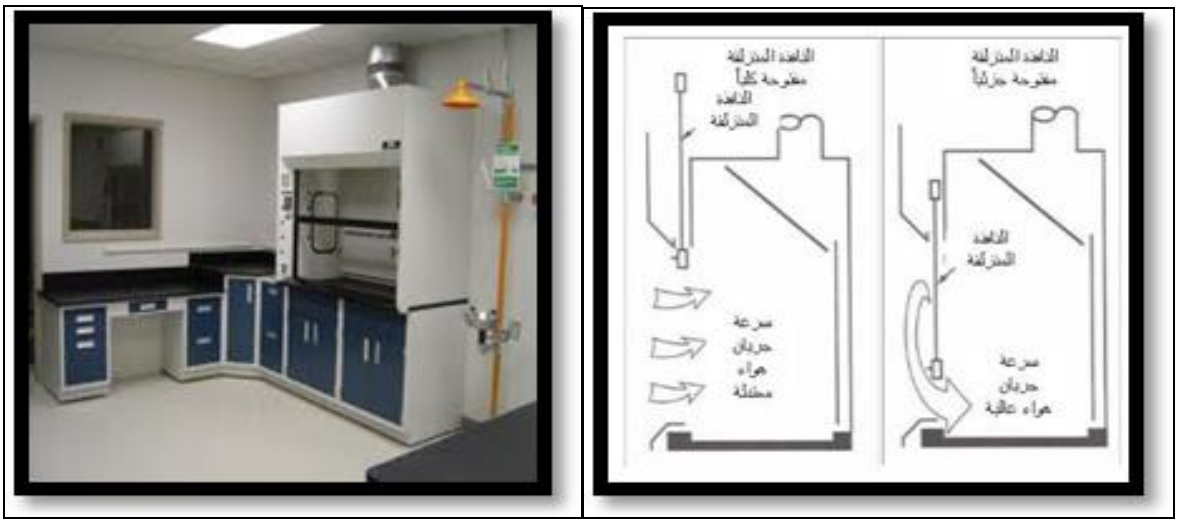
أ- **العلاقات الوظيفية :-** ان العلاقات الوظيفية بين المختبر والفضاءات المختلفة في المستشفى تؤثر بشكل واضح على كلٍ من المرضى والموظفين . وترتبط فضاءات المختبر بشكل كبير مع اقسام الطوارئ والاقسام الجراحية ووحدات العناية المركزة والردهات , وبموقع قريب من التجهيزات والاسنادات والمواقع الخدمية .

ب- الحركة :- تقسم الحركة بالمختبر الى ثلاث انواع مترابطة فيما بينها تشمل (حركة المرضى، وحركة الموظفين، وحركة العينات) وان التصميم الافضل لتلك الانواع من الحركة يساهم في تحقيق التصميم المثالي للمختبرات الطبية ونجاح الاجراءات المختبرية. وتهدف التقنيات التكنولوجية الحديثة الى التقليل من مسار الحركة (وبشكل خاص للتقني) مما يساعد على اعطاءه المزيد من الحرية في اداء الفعالية .

ج- المرونة :- يجب ان يصمم المختبر بحيث يوفر امكانية للتكيف المرن مع التغييرات التقنية التكنولوجية، واشارت دراسات مختلفة الى ان المخطط بتصميم (المركز المفتوح) يكون اكثر سهولة في التكيف مع المعدات والاجراءات الجديدة اذ انه يجعل المختبر مستعداً لقبول الاجراءات والمعدات وتغييرات الموظفين الناتجة من التقدم التكنولوجي. ويفضل وضع التخصصات التي تتطلب توسيع بشكل مستمر في نهاية قسم المختبر بحيث يسمح بسهولة التمدد المستقبلي والذي يساهم في تقليل الكلف اللازمة لتبني التكنولوجيا الحديثة. [Karen K., Laboratory design for today's technology,2002 p.3,4]

2-2-3- اعتبارات ترتيب اثاث ومعدات المختبر Laboratory furniture & Equipment :- يشترط عند تصميم المختبرات مراعاة الاعتبارات الاتية[Laboratory design & construction guidelines 2010] :-

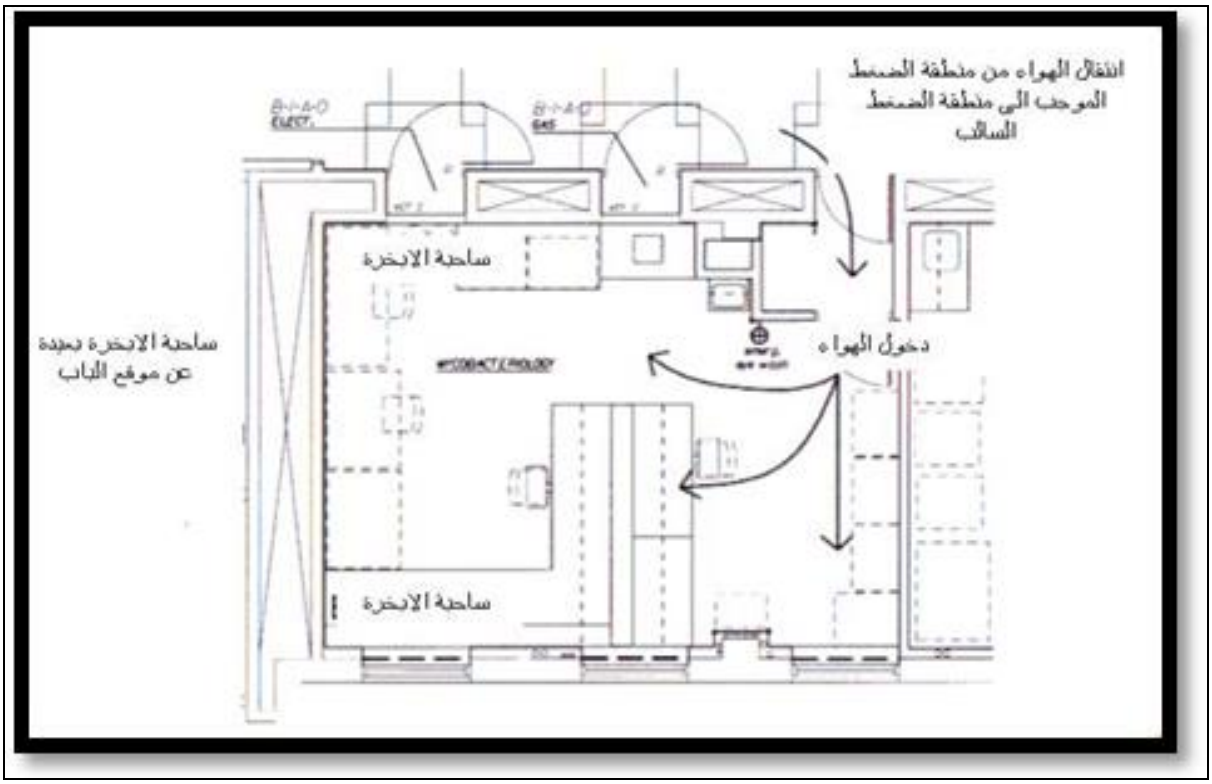
- ان تكون سطوح العمل من نوع سهل التنظيف ومقاومة للمواد الكيمياوية .
- توفير ساحبات الابخرة الكيمياوية التي تعمل على طرد الغازات السامة خارج فضاء المختبر ويشترط في تصميمها ان يتم ربطها بمنظومة التهوية في المبنى (شكل – 13) .
- توفير خزانات لحفظ المواد الكيمياوية القابلة للاشتعال مع توفير حماية لها ضد الحريق .
- توزيع مطافئ الحريق في كافة فضاءات المختبر وبشكل خاص في المناطق المتوقع حدوث الحريق بها بشكل اكبر .



(شكل – 13) نموذج لساحبات الابخرة الكيمياوية [Laboratory design & construction guidelines 2010]

2-2-4- الانهاءات المعمارية والمواد Architectural finishes & Material :- يجب ان يتمتع التصميم المستقبلي واختيار المواد للمختبر بالمرونة ومن مواد قابلة للتنظيف والصيانة وامنة من الحريق وغير قابلة للاكتساب والانبات الجرثومي وذات مقاومة للتاكسد وانعدامية التفاعل مع المواد الكيمياوية المستعملة في المختبر , وان تكون قادرة على خلق الراحة وذات مقبولية للشاغل وتساعد في زيادة الانتاجية وحماية بيئة العمل . [Laboratory design & construction guidelines 2010] .

2-2-5- التهوية Ventilation :- ان انظمة منقيات (فلاتر) الهواء ذات الكفاءة العالية هي احدى المتطلبات الوظيفية للمختبرات ، اذ ستؤمن توفير امكانية التخلص من الابخرة والروائح والتلوث للهواء الداخلي ، متداخلة مع ضرورة توفير ساحبات للأبخرة الصاعدة وخفض الحرارة المتولدة في المختبر , مما يحتم ان تمتاز المنظومة بالديمومة والاستقرار وان لا تنقطع عن العمل لضمان ان تحقق المنظومة ضغطا نسبيا مختلفا بين الفضاءات وبكفاءة عالية بكلا الجانبين لتحقيق عملية جريان الهواء من المناطق النظيفة (ذات الضغط الايجابي) الى المناطق الملوثة (ذات الضغط السلبي المسيطر عليها) . وعلى اعتبار ان منظومة فلاتر الهواء من مصادر الضوضاء الموجودة في المختبر, لذا يجب ملاحظة ذلك بالعمل على خفض الضوضاء الى المستويات المعتمدة (شكل – 14).[Jain Malkin 2002 p.309]. [Laboratory design & construction guidelines 2010] .



(شكل – 14) حركة الهواء بين فضاءات المختبر [Jain Malkin 2002 p.309]

2-2-6- الاعمال الصحية Plumping :- على اعتبار ان تجهيز السوائل في المختبر يتم من خلال الانابيب الرئيسة والتي تكون بدرجة حرارة وضغط وحجم مناسب لتحقيق وظائف المختبر , فان هذا يستلزم ان يتم تنسيق المنظومات الصحية مع تخطيط المختبر، ويُشترط ان تُصمم طريقة توزيع الانابيب (الرئيسية، العمودية، والخطوط الفرعية) لتقدم اسهل خدمة من ناحية العزل والصيانة على ان تقلل تعارضها مع اعمال المختبر الى الحد الادنى , كما يجب الاخذ بنظر الاعتبار في التصميم التوسع المستقبلي وكذلك صمامات العزل الاضطرارية في حالة الطوارئ عند تفريغ الخطوط لقطع وبصورة سريعة اي تسرب قد يحصل , مما سيعطي مرونة عالية لتوفير امكانية التكيف اثناء تبني التكنولوجيا الجديدة في العمل, فضلا عن الزام ان تكون خطوط تصريف مياه مجاري المختبر معزولة عن المجاري العامة ، مع تجهيزها بنقاط معالجة في مناطق خارج المبنى يسهل الوصول اليها[Laboratory design & construction guidelines 2010] .

2-3- المتطلبات التصميمية للمختبر الطبي :-

لقد تاثرت المختبرات كبقية الفضاءات في المستشفيات بالثورة المعلوماتية التقنية الذكية، فاصبح من الممكن اجراء اغلب الفحوصات المختبرية في المكاتب الطبية باستخدام ما تم تطويره في السنوات القليلة الماضية من معدات واجهزة طبية حديثة معاصرة مثل الجهاز اليدوي (I-STAT) . بدلا من اجراء تلك الفحوصات في المختبرات العامة في المستشفى . وان النجاح في تصميم المختبرات يعتمد على الفهم والادراك الكلي لكل المتطلبات التي يجب ادخالها في التصميم سواء كانت وظيفية ام فضائية , والتي تشمل ما ياتي [Jain Malkin 2002 p.308],[Stanford Laboratory Standard & Design Guide, 2006] :-

أ- تنطيق فضاءات المختبر من حيث الحركة والفعالية بالاعتماد على المعدات المطلوبة ، والتي تكون على ثلاث مساحات (الادارية، والتقنية، والخدمات المساعدة).

ب- ضرورة تقسيم المختبرات الطبية من حيث المرونة الى ثلاث مناطق بحسب اختلاف درجة المرونة وهي (عالية المرونة، شبه مرنة، قليلة المرونة) وذلك لتتوافق مع المتطلبات التكنولوجية للمعدات ومع سير العمل داخل المختبر, من جهة وللسماح للتوسعات المستقبلية من جهة اخرى فيما لو كانت اي من الوحدات توافق للتشارك كفضاءات فيزيائية، فمن الافضل ان تقع في مساحة متقاربة من اجنحة المختبرات ليسمح لها بالتوسع دون اي مخالفة للشروط الفنية التصميمية للمكاتب الاخرى الموجودة اصلا , مع توفير نهاية مفتوحة لكل قسم لتحقيق القابلية على التوسع .

ج- استعراض القياسات والمواصفات لأكبر حجم من قطع المعدات وبشكل خاص المعدات الحديثة، وتسجيل ارتفاعات اعلى وأوطأ فضاء يحتاجه المختبر لكل فقرة ، وملاحظة المتطلبات المهمة.

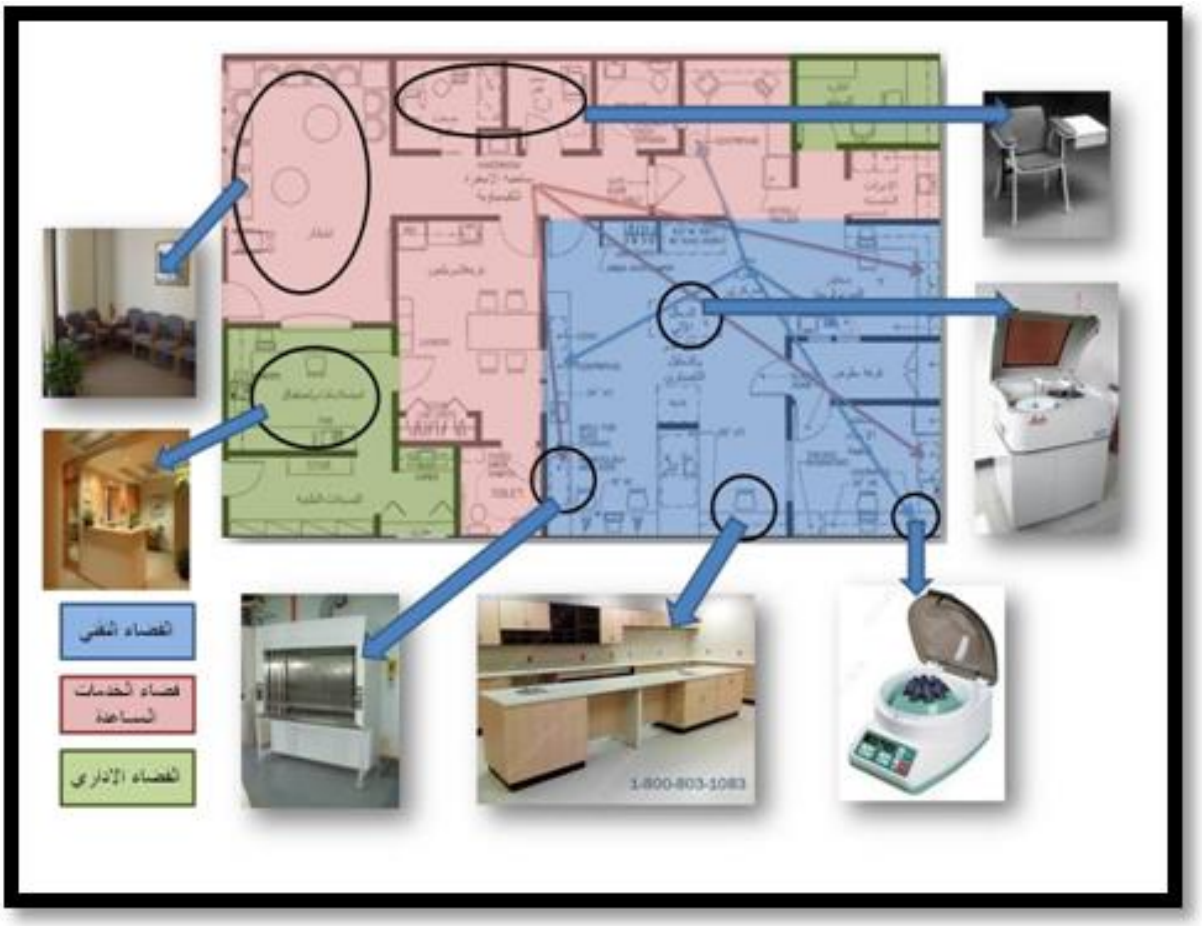
د- تقسيم المساحات التقنية الى وحدات متخصصة مثل وحدات فحص الدم او الفحوصات الكيمياوية والاحياء المجهرية وتحليل الادرار , مع تحديد اي الفحوصات التي ترتبط بنفس مساحة العمل او التي تحتاج الى مساحات اضافية , كذلك تحديد حجم الفحوصات في كل وحدة متخصصة لغرض احتساب عدد المحطات المطلوبة للتقني .

هـ- عزل فعاليات المختبر عن الفعاليات الاخرى غير المرتبطة به ، وذلك لمخاطر الانفجار او التلويث او التسرب التي ترافق عملية نقل وخزن المواد الخطرة .

و- تصميم وتقريب المخازن ذات التجهيزات التي تستعمل بشكل يومي في كل الاقسام التقنية ، خصوصا تلك التي تستخدم لخزن المواد الكبيرة والتجهيزات واسعة الاستخدام .

ز- تحديد الاعتبارات البيئية مثل التهوية والاضاءة والصحيات والانهاءات والعزل والسيطرة على التلوث , مع الاخذ بعين الاعتبار كافة العوامل المحيطة مثل (التهوية، والانارة، وعزل المعدات) التي قد تسبب الضوضاء والتي تولد الحرارة عند الاستعمال , مع التقليل من استخدام الشبابيك لغرض السيطرة على الحرارة والرطوبة والتلوث .

ح- توفير مساحة كافية من الجدار لترتيب وتوزيع مناضد العمل وتنظيم المختبر , مع ضرورة احتواء المختبر على ممرات للطوارئ بعرض مناسب مقابل ابواب الخروج والعبور بحيث لا تتعارض طاولات واثاث المختبر معها(شكل – 15) .



(شكل – 15) نموذج لمخطط مختبر يوضح المكونات الاساسية فيه [Jain Malkin 2002 p.308]

2-4- تأثير التكنولوجيا على المختبرات الطبية :-

ان التطور التكنولوجي والتقدم السريع للتقنيات خصوصا في مجال ادارة البيانات جعل من المختبر مصدرا مهما للحصول على معلومات التشخيص في المجال الطبي . وبموجب عامل الاستجابة السريعة للتغييرات التكنولوجية في مجال الرعاية الصحية للمختبر فان المصممين قد خصصوا جزءا كبيرا من اهتمامهم لعمل تصاميم مرنة للمختبرات الطبية وتنفيذ انشطة وفعاليات محددة لإتمام التحسينات العملية والتشغيلية والتي تتمثل بـ [Dina Pattisto, Implications, 2005 p.2] :-

*- الحد من وقت الحركة والتي تشمل كلا من حركة المريض والتقني والعينة والمعدات.
*- الاستجابة للتغييرات الحاصلة في فعاليات الفحص المختبري .

ومن التطبيقات المهمة التي اثرت بشكل خاص على التطور التكنولوجي للمختبرات هي [Jain Malkin 2002 p.306] :-

أ- **المحلل الآلي** Automated Analyzers :- يتميز بكونه واسع في قابلياته التحليلية , اذ يقوم بالتحليل السريع وبشكل الي بالكامل مما يمنح العاملين بعض الحرية للحركة واداء الفعاليات الاخرى المتداخلة اثناء قيامه بالتحليل , وهذا سيؤثر بشكل مباشر على تصميم فضاء المختبر من حيث توفير حرية اكبر لمسار حركة التقني فيه، كما وافضى اختزال المعدات

الصغيرة ذات المهام المنفردة في جهاز واحد الى توفير مساحة اكبر توفر قدراً من المرونة يمكن استغلاله لمهام اخرى , فضلا عن ان زيادة سرعة اجراءات الفحص ستتطلب توفير ردهات للانتظار اوسع من نظيراتها التقليدية.

ب- التصميم الداخلي Interior Design :- لقد كانت المختبرات تصمم وفقا لالية اختيار الالوان الطبية لكون انعكاسات الالوان تجعل من الصعب على التقني معرفة الوان نواتج التحليل بالشكل الصحيح , اما اليوم ومع الاجهزة الالية الحديثة , فان الالوان القياسية للتحليل يتم الكشف بالمعدات ، لذا فان الوان جدران وسطوح ومحطات العمل اصبحت ذات مرونة تضفي البهجة بشكل اكبر وبشكل جذاب باستخدام الوان مختلفة ومن المواد المخصصة لها (شكل - 16).

(شكل - 16) نموذج للتصميم الداخلي للمختبرات الحديثة [Jain Malkin 2002 p.306]

ج- التغيير في البنى التحتية :- اخذت المختبرات تحت ظل الثورة المعلوماتية بالتطور والتوسع وتغير بنيتها التحتية مع اجراء العديد من التغييرات على الانظمة الداخلية لوحداتها لتتبنى تلك التكنولوجيات . وتشير بعض الدراسات الى ان التغييرات التي ادخلت على نظام التهوية مثلا (وهي الاكثر كلفة بين الانظمة) تكون اكثر شيوعا في الوحدات التي تتعامل مع الامراض المعدية (وحدات الاحياء الدقيقة وامراض الدم والمناعة) ، او في وحدات استخدام المواد الكيميائية الخطرة في التحاليل . [Alexander K. Wing, Laboratory Automation and Optimization: the role of architecture 2000].

3- قسم العلاج الطبيعي :-

3-1- مكونات قسم العلاج الطبيعي :-

وتشمل على [Guidelines for design and construction of hospitals and health] :-

3-1-1- وحدات العلاج الرطب :- تنطوي المعالجة المائية على غمر الاطراف وفي بعض الاحيان الجسم بالكامل في الماء وقد يكون حوض الماء متحرك يتم ملأه وتفريغه باستخدام الخراطيم او ثابت (الذي يتطلب وجود الماء بشكل مستمر

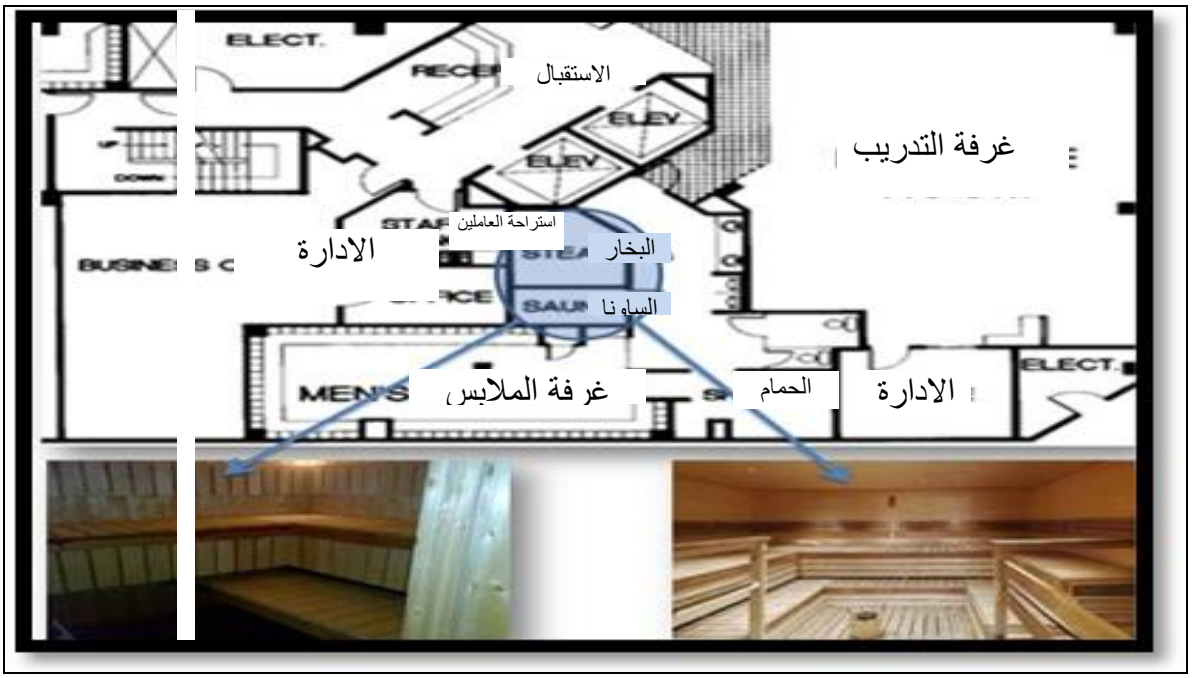
مع ارتباطه بأنابيب خاصة لتصريف المياه) , وعادةً ما يتوافر الحوض الثابت بشكل اكثر شيوعا من المتحرك في اقسام العلاج الطبيعي في المستشفيات , وتشمل هذه الفضاءات ما يأتي [Guidelines for design and construction of hospitals and health] :-

أ- **الفضاءات الخاصة ببرك المعالجة المائية :-** تحتوي على حوض ماء مبني او احواض صغيرة متحركة للذراع او الساق، يتم ربطها بأنابيب خاصة تساعد في ملئ وتفريغ الماء لكل مريض ويشترط فيها توفير ممر حول البركة لا يقل عن 3 م لحركة الكراسي و الناقلات، وتوفير درابزين حول البركة لتسهيل حركة المعاق و يفضل أن تكون هناك رافعة لتساعد على الحركة (شكل – 17).

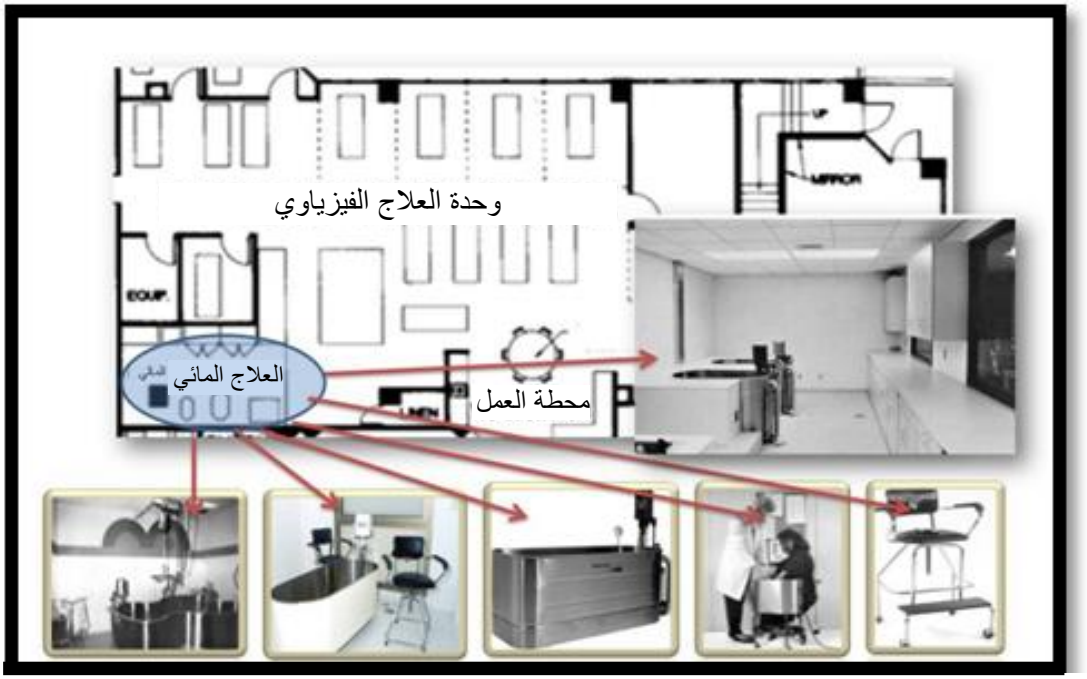
ب- **الفضاءات الخاصة باحواض المعالجة المائية (الحمامات العلاجية) :-** تكون الاحواض بمساحات مختلفة موزعة في غرف منفصلة ومحاطة من ثلاث جهات بحوائط عازلة للرطوبة , وقد تشتمل قاعة العلاج بالماء على حوض لا يتجاوز ارتفاعه 40 سم من الماء والذي يقوم بتدليك الجسم في وضع النوم، وكذلك يوجد حمام سباحة توجد به سلالم يقوم المريض بالصعود والنزول داخل الماء لاستخدام مقاومة الماء في تقوية العضلات(شكل – 17)(شكل– 18).

ج- **الفضاءات الخاصة بحمامات التعرق (الساونا) :-** وهي عبارة عن غرف صغيرة مصنوعة من الألواح الخشبية و المبطنة و المعزولة تماما من الخارج ، حيث يتم تسخين المياه فيها عبر عدة مراحل بمدى حراري يتراوح ما بين (71 – 93) درجة مئوية. [Guidelines for design and construction of hospitals and health] . (شكل – 18).

د- **فضاءات العلاج بالطين :-** وفيها يتم استخدام احواض خاصة لهذا الغرض توضع في غرف شبيهة بغرف المعالجة المائية , ومرتبطة معها على اعتبار ان هذا النوع من العلاج يتطلب وجود شبكة للصرف والتنظيف مرتبطة مع فضاءات العلاج المائي لتسهيل امكانية تنظيف الاحواض المستخدمة فضلاً عن وجود حمام للمرضى لغرض الاغتسال بعد القيام بالعلاج .



(شكل – 17) نموذج لوحدات حمامات التعرق (الساونا) [Guidelines for design … facilities , 2000، p.397]



(شكل – 18) مكونات وحدات العلاج المائي [Guidelines for design … facilities , 2000 ، p.396]

3-1-2- وحدات العلاج الجاف :- تتم عملية العلاج بصورة بعيدة عن أي شيء يتعلق بالمياه حيث يتم في هذه الوحدة استعمال أجهزة تعمل على الميكروويف أو الموجات القصيرة و الأجهزة التي تصدر إشعاعات، حيث تسلط على الجزء المراد علاجه وترفع درجة حرارة الجسم أو العضو المسلط عليها . وتشمل الفضاءات الآتية [Guidelines for design and construction of hospitals and health care facilities , 2000] :-

أ- **صالة التمارين الرياضية :-** تشتمل على عدد كبيرة من فعاليات العلاج الطبيعي التي تستخدم المعدات الرياضية , مما يستلزم توفير غرفة تمارين كبيرة لتلك الاجهزة التي بعضها يكون معلق وبعضها يكون مستند على الارض . ويجب تحديد مواقع الاجهزة المعلقة الى السقف قبل ان يبدأ بناء المبنى لمعرفة مقدار القوة والاسناد اللازم توفيرها لتحمل الوزن الاضافي ويشترط وجود جدار بمرآة عملاقة يتم وضعها بحيث يمكن للمرضى رؤية انفسهم اثناء قيامهم بالتمارين , ولتحقيق الرؤية البصرية بكل الاتجاهات داخل الفضاء والتي تعد امر اساسي لتحقيق الكفاءة والسلامة في منطقة العلاج الطبيعي (شكل – 19).

ب- **غرف المعالجة :-** تحتاج كل غرفة معالجة الى مساحات قياسية محددة خادمة بطاولة علاج لشخص واحد تقع في مركز الغرفة ، والتي تكون جوانبها مبنية مع ستارة معلقة بالسقف على الجانب الرابع ، او قد تكون مقصورات العلاج مجموعة في غرفة كبيرة (كل واحدة مفصولة عن الاخرى بستارة معلقة بالسقف) , وهناك العديد من انماط العلاج الطبيعي تقدم في هذه المقصورات وتشمل (التدليك، العلاج بالموجات فوق الصوتية، العلاج بالشد، العلاج بالتحفيز الكهربائي) (شكل – 20).

3-1-3- الفضاءات المساعدة:- يشتمل قسم العلاج الطبيعي فضلاً عما ذكر على ما يأتي [Guidelines for design and construction of hospitals and health care facilities , 2000 ، p.398] (شكل - 21) :-

أ- صالة المدخل والانتظار والتي تعتبر الموزع الرئيس الذي يستطيع المريض من خلاله الوصول إلى جميع عناصر الأقسام الداخلية بدون أي صعوبة .

ب- غرفة فحص تحتوي على سرير ومكتب للطبيب الذي يقوم بفحص المريض وتحديد البرنامج العلاجي الخاص به .

ج- محطة لعمل المعالج والتي توضع في غرفة التمارين الكبيرة بحيث تحافظ على رؤية المعالج بشكل عام .

د- صالة لاسترخاء المريض بعد التمارين تزود بالعناصر اللازمة لتحضير الوجبات والمشروبات الصحية وما الى ذلك .

هـ- غرفة خاصة بأعمال النظافة وغسيل الملابس مع فضاء خزن مناسب للملابس النظيفة والمتسخة .

و- مساحات تخزين على أن يكون موقعها قريبا بحيث يسهل استعمالها.

ز- توفير خزائن أو دواليب مغلقة بجوار كل منطقة عمل لحفظ الأغراض الشخصية للموظفين والمرضى كل على حدة.

(شكل- 19) صالة تمارين

[Guidelines for design … facilities , 2000 ،p.398]

(شكل- 20) غرف معالجة

[Guidelines for design … facilities , 2000 ،p.399]

(شكل - 21) يوضح تحقيق الرؤيا البصرية في صالة التمارين [Guidelines for design … facilities , 2000 ، p.399]

3-2- العوامل المؤثرة على تصميم قسم العلاج الطبيعي :-

هناك العديد من العوامل المؤثر على تصميم القسم وتشمل [Guidelines for design and construction of hospitals and health care facilities , 2000] :-

أ- **العامل الموقعي :-** ان وحدة العلاج الطبيعي تستخدم لكل من المرضى الداخليين والخارجيين، لذلك يجب ان توضع في مكان مناسب يسهل وصول المرضى اليه , اذ يجب ان يضع المصمم نصب عينه اهمية ان يكون وصول المريض من خارج المستشفى الى الوحدة بنفس سهولة الوصول من داخلها دون عرقلة خدمات العيادة الخارجية او اي قسم اخر , لذلك يفضل ان تكون وحدة العلاج الطبيعي في الطابق الارضي وان تكون قريبة الى مواقف السيارات لتسهيل الحركة بالنسبة للقادمين من خارج المستشفى , كما ويشترط في اختيار الموقع توفير المرونة في امكانية التوسع المستقبلي .

ب- **العامل الوظيفي :-** ويمكن تحقيق نجاح تصميم هذا القسم من خلال توفير المساحات الكافية والواسعة على اعتبار حاجة المعاقين داخل أي فضاء وظيفي لمساحات اكبر خاصة بهم من حيث المقاييس وفراغات الحركة وذلك بسبب طبيعة تنقلهم من مكان لآخر مستخدمين الادوات الخاصة بهم مما يستلزم تحقيق الوضوح و التسلسل الجيد بين الفراغات .

ج- **العامل الاقتصادي:-** إن تحقيق نجاح هذا العامل يكون من خلال توفير البساطة في التشكيل المعماري و الإنشائي من خلال استخدام مواد البناء المحلية البسيطة والتبسيط في تشكيل الكتل والفراغات , مع التنظيم الصحيح والوظيفي الفعال في تجميع الوظائف بطريقة قوية وصحيحة من خلال إيجاد محاور تصميمية محددة وواضحة تؤكد على الوظيفة والنتاج الشكلي مستثمرة للعوامل البيئية من اجل توفير الطاقة مع امكانية تصميم الفضاءات بطريقة تسمح بالتوسع المستقبلي باقل قدر ممكن من الكلف .[Jain Malkin, 2002, p.390] .

3-3- الاعتبارات العامة لتصميم قسم العلاج الطبيعي :- تتحقق هذه الاعتبارات من خلال (شكل – 22)

[Guidelines for design and construction of hospitals and health care facilities , 2000]:-

أ- يجب ان تكون مناطق انتظار المرضى معزولة عن حركة السير مع اتخاذ التدابير اللازمة لحركة الكراسى اليدوية المتحركة وغيرها من الادوات التي يستخدمها المعاقون .

ب- توفير ممر قريب للوصول الى غرفة عمال النظافة وحوض الخدمة لاستخدام مواد وأدوات النظافة دون اجتياز فضاءات القسم العلاجية .

ج- توفير ممر قريب يؤدى الى دورات المياه وقاعة الانتظار الخاصة بالموظفين .

د- تكون ابعاد ممرات الحركة بعرض مناسب لا يقل عن (2.4م) لتسهيل حركة المرضى على الكراسي المتحركة او العربات.

هـ- يجب استخدام المنحدرات او المصاعد في حال وجود اي فرق بالمنسوب ، وبنسبة لا تقل عن (15/1).

و- يجب ان تزود غرف العلاج الفيزيائي بصالة للانتظار والاستراحة بمساحة كافية ، مع غرف لتغيير ملابس المرضى وللجنسين مع دورات المياه ومكتب للأشراف والتنظيم .

ز – يجب ان تحتوي الصالة الرياضية على فضاء كافي مفتوح لتوفر امكانية الرؤيا الواضحة للمرضى من قبل المعالجين، وتوفير اماكن مناسبة للأجهزة والادوات اللازمة لقيام المرضى بالتمارين بشكل مريح، ويفضل توفير صالة اضافية متعددة الاستعمالات لتحقيق التكيف مع التوسعات المستقبلية , كما يجب وضع القاعة المتعددة وصالات التمارين بالقرب من المداخل الخارجية لسهولة الوصول , ويجب مراعاة توجيه هذه الصالات نحو الخارج لتوفير الإضاءة والتهوية الكافية.

ح- يجب فصل الفضاءات التي قد تصدر الضجة كصالات التمارين عن الفضاءات الهادئة مثل غرف الفحص و العلاج .
ط- يجب ان يتم حساب قيمة الاسناد الهيكلي للأجهزة القائمة بحد ذاتها وخزانات العلاج الطبيعي (اذا كانت كبيرة) واضافتها الى احمال الارضية .

(شكل – 22) اهم مكونات النموذج المثالي لقسم العلاج الطبيعي [p.400، 2000 , Guidelines for design ... facilities]

3-4- اثر التكنولوجيا على تصميم قسم العلاج الطبيعي :-

تعتبر التكنولوجيا الحديثة المتسارعة من اهم العوامل الاساسية التي تؤثر في مهنة العلاج الطبيعي , فتقديم العلاج الطبيعي من قبل الروبوت الآلي ما هو الا مثال على التكنولوجيا المتقدمة التي تستمر في احداث التغيرات في مرافق الرعاية الصحية , والتي تتطلب قدرا كبيرا من التخطيط والبناء والخبرات المتخصصة وذلك بسبب المتطلبات اللازمة لإدخال واستثمار وتوظيف المعدات المتطورة , كحال قيام الروبوت الآلي بعمل المعالج الفيزيائي , مما يجعل امكانية لتقليل مساحة غرف الفحص من خلال الاستغناء عن مساحة العمل المطلوبة للمعالج . كما وان التقدم الهائل في الاجهزة الطبية ادى الى حدوث تغييرات كبيرة في سير العمل في قسم العلاج الطبيعي، فقد ادى التطور التقني الى انتاج اجهزة تقوم بوظائف متعددة يمكن استبدالها بعدد كبير من الاجهزة التي تقوم بأعمال منفردة , وهذا سيؤدي ايضا الى زيادة الاختزال في المساحة المطلوبة من خلال استبدال مجموعة اجهزة بجهاز واحد (ومن هذه الاجهزة هو جهاز الـ (Multi-gem) والذي يمكنه القيام بعدد كبير من التمارين المتنوعة) , فضلاً عن انتاج انواع من الاجهزة منها جهاز العلاج بالموجات التصادمية والذي يعتبر من أحداث التقنيات الطبية ، والذي يمتلك القدرة على علاج حالات إصابات المفاصل والعظام والتكلسات العظمية خلال ثلاث إلى خمس جلسات فقط بدلا من الاجهزة التقليدية التي تستغرق جلسات اكثر, مما سيساهم بشكل ايجابي في تحسين تقديم العلاج الطبيعي [Rehabilitation Research and Development, 2000] , [www.onlinemedicine4all.com] (شكل – 23) .

(شكل – 23) يوضح نموذج الروبوت الالي الذي يقوم بالعلاج الفيزيائي [www.onlinemedicine4all.com]

4- الاستنتاج :-

ان التقدم التكنولوجي المتسارع قد احدث نقلات نوعية في مفهوم ابنية المستشفيات , تجلت في :-

1- احدث التطور التقني للأجهزة الطبية ظهور زيادة نسبية في مساحات بعض الفضاءات نتيجة لاستخدام الاجهزة الطبية الحديثة (كبعض انواع غرف الفحص ، فضاءات الانتظار) ، في نفس الوقت الذي اظهر فيه اختزال كبير لحجم فضاءات اخرى او الغائها (مثل فضاءات الخزن والارشفة، فضاءات معالجة الفلم التقليدي – الغرفة المظلمة، غرف المعالجة الفيزيائية) , مما يعني تغيرا نوعيا في المساحات .

2- التحول من التمركز (المركزية) الى اللامركزية في تصميم قسم التشخيص التصويري ، فبالتناقض مع نمط الغرف الكبيرة المركزية الذي وجدناه مع غرفة القراءة للفلم الشعاعي في اقسام الاشعة التقليدية، فإن غرفة القراءة للـ (soft copy) اصبحت اليوم اصغر بكثير وغير مركزية وموزعة في جميع انحاء المستشفى , وذات امكانية ترابط مع انحاء العالم.

3- ساعد تسخير البنى التحتية بقوة للوصول الى اقصى حد من المرونة في استيعاب كافة التغيرات المستحدثة لاحقاً وخاصة فيما يخص نظم الاتصال وبشكل كبير واساسي .

4- ساهم التطور الكبير للتقنيات في التوجه للعمل بلا ورق , مما ادى الى اختزال فضاءات المستشفى حيث يتم خزن المعلومات بدءاً بالتخلص من جميع السجلات الورقية الطبية بعد تصويرها وبناء نظام تسجيل الكتروني كبير للمرضى .

5- ان تجميع وحدات التشخيص (المختبرات ، التصوير الطبي) لتكون ضمن مجاميع تقنية مرنة مفتوحة سيجعلها نموذجا تصميميا مثاليا لتقديم الخدمات الطبية الموسعة ، متداخلا مع استخدام تكنلوجيا المعلومات لتفادي الحركة غير الضرورية من قبل المرضى (انظمة تصوير رقمية نقالة، فحص العناية، الفحص عن بعد) وتزايد الخدمات اللامركزية .

6- على اعتبار ان الاجهزة الطبية المستخدمة في تطور دائم مستمر , فان هذا جعلها تؤثر في وظائف المستشفى واسس تصميمها وتوجهاتها المستقبلية .

7- تؤشر المستشفيات الحديثة ارتفاعاً في قدرة الكوادر المؤهلة للقيام بأعمال تلك المستشفيات على اتم وجه نتيجة لتطبيق نظم الاتصالات والسيطرة والحاجة لصيانتها, والذي افضى بدوره الى تغير الفضاءات في ارجاء الاقسام التشخيصية والعلاجية على وجه الخصوص والمستشفى على وجه العموم لاحتواء تلك الكوادر وبحسب اختصاصاتها .

8- ظهور تأثير واضح للتكنولوجيا الحديثة على نظم الحركة في المستشفى من خلال الحد من حركة الكادر اللازمة لمعالجة الصور ونقلها وخزنها والاعتماد على منظومة ارشفة واتصالات الصور, مما قلل جهد الموظفين وحسن ادائيتهم .

9- تعد الاجهزة الطبية عامل اساسي في وضع المحددات التصميمية والمتطلبات الفضائية للأقسام التي تؤويها , فضلاً عن تأثيرها على اختيار مواقع كل من الخدمات والاسنادات والتوسع المستقبلي .

وبالرغم من ان التطور التقني والتكنولوجي ادى الى اختزال بعض فضاءات الاقسام التشخيصية والعلاجية الا ان هناك فضاءات ثابتة لابد من وجودها في اي مستشفى سواء كانت محلية ام عالمية - تقليدية ام معاصرة (مثل الاستعلامات والتسجيل والانتظار والخدمات والمرافق العامة) فتلك الفضاءات مع اختلاف مساحاتها بين مستشفى واخر الا ان وجودها امر حتمي وضروري في كل مستشفى .

5- المصادر :-

- Alexander K. Wing " Laboratory Automation and Optimization: the role of architecture"/2000.
- Bill Rostenberg, 2006, the architecture of medical imaging\ designing healthcare facilities for advanced radiological diagnostic and therapeutic techniques.
- Guidelines for design and construction of hospitals and health care facilities , 2000.
- Hannah, Kathryn J. Ball Marion J., (2003) "Health Informatics", Springer Inc., New York, USA
- Karen K., Laboratory design for today's technology,2002
- Implication vol. 3 issue 9 / 2005 "Changing in clinical labs in hospital " A Newsletter by InformeDesign. A Web site for design and human behavior research
- Jain Malkin, 2002, Medical and dental space planning, 2002''
- Laboratory design & construction guidelines / university of south Carolina / department of environmental health &safety – issue date: 03/01/2010.
- Rehabilitation Research and Development,Vol. 37 No. 6, November/December 2000.
- Stanford Laboratory Standard & Design Guide/ version 2. 2006.
- Stephen Verderber, , 2010, Innovation in Hospital Architecture.