المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة للمناهج

المعاهد الصناعية الثانوية

تركيبات صحية وكهربائية

مقدمة

الحمد لله الذي علَّم بالقلم، علَّم الإنسان ما لم يعلم، والصلاة والسلام على من بُعث مُعلماً للناس وهادياً وبشيراً، وداعياً إلى الله بإذنه وسراجاً منيراً؛ فأخرج الناس من ظلمات الجهل والغواية، إلى نور العلم والهداية، نبينا ومعلمنا وقدوتنا الأول محمد بن عبدالله وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل السعودي، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو وطن متكامل يعتمد ذاتياً على الله ثم على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة للمناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي تلك المتطلبات، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية ومن بعده مشروع المؤهلات المهنية الوطنية، والذي يمثل كل منهما في زمنه، الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير وكذلك المؤهلات لاحقاً في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية "**تركيبات صحية وكهربائية**" لمتدربي قسم " **التشييد**" في المعاهد الصناعية الثانوية ومعاهد العمارة والتشييد، موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا البرنامج لتكون مهاراتها رافداً لهم في حياتهم العملية بعد تخرجهم من هذا البرنامج. والإدارة العامة للمناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط خالٍ من التعقيد.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة للمناهج

الفهـــرس

الموضـــوع	رقم الصفحة
مقدمة	٢
الفهرس	٣
تمهيد	٦
الوحدة الأولى : أعمال التركيبات الصحية في المباني	٩
الأجهزة الصحية والتوزيع المعماري	١٠
مقدمة في الأجهزة الصحية وأنواعها	١٠
توزيع الأجهزة الصحية في الفراغ المعماري والاشتراطات التصميمية	٢٣
أعمال الصرف الصحي	٢٧
أنواع أجهزة ومواسير الصرف الصحي	٢٧
أنظمة الصرف الصحي داخل المبنى والاعتبارات الفنية لأعمال الصرف	٣٠
أعمال اللحام للمواسير	٤٤
أساليب الكشف على أعمال الصرف واستلام الأعمال وفق اشتراطات كود البناء السعودي	٤٦
أعمال التغذية بالمياه	٤٩
معدلات استهلاك المياه	٤٩
نظم توزيع مياه الشبكة العمومية في المباني	٥٠
تغذية الأجهزة الصحية بالمياه	٥٧
اختبار مواسير التغذية واستلام الأعمال وفق اشتراطات كود البناء السعودي	٥٩
تمارين الوحدة	٦٣
الوحدة الثانية : أعمال التركيبات الكهربائية في المباني	٦٨
مبادئ الكهرباء	٦٩

الموضـــوع	رقم الصفحة
الأنظمة الكهربائية والجهد الكهربائي	٦٩
شدة التيار الكهربائي وأنواعه	٧٠
المقاومة الكهربائية وأنواع توصيل المقاومات	٧١
الإضاءة الصناعية والمآخذ	٧٢
اشتراطات كود البناء السعودي والإضاءة الطبيعية	٧٢
الإضاءة الصناعية وأشكالها داخل الفراغ المعماري ومحددات جودتها	٧٤
محددات توزيع الإضاءة الصناعية داخل الفراغ المعماري	٧٧
أنواع المآخذ وتوزيعها داخل الفراغ المعماري	٧٩
تمارين الوحدة	٨٧
الوحدة الثالثة : أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني	٩١
مقدمة في المصاعد والسلالم المتحركة	٩٢
المصاعد	٩٢
السلالم المتحركة	١٠٢
مقدمة في أنظمة تكييف الهواء	١٠٤
اشتراطات كود البناء السعودي والتهوية الطبيعية	١٠٤
أنواع تكييف الهواء	١٠٦
المجالات المناخية بالمملكة	١٠٦
أنظمة تكييف الهواء	١٠٦
الوحدات المستخدمة بالتكييف	١٠٧
حساب سعة التبريد للمكيفات	١١١
تمارين الوحدة	١١٢
الوحدة الرابعة : مراجعة وتمارين تطبيقية	١١٣
مراجعة	١١٧

الموضـــوع	رقم الصفحة
الأبنية المستدامة وفحص المباني	١١٧
مبادئ التصميم المستدام للمباني	١١٩
تمارين تطبيقية	١٢٠
مشاريع التركيبات الصحية	١٢٠
مشاريع التركيبات الكهربائية	١٢٣
مشاريع التركيبات الميكانيكية	١٢٨
المراجع	١٣١

تمهيد

الهدف العام من الحقيبة :

تهدف هذه الحقيبة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات التأسيسية في إتقان الإشراف على تنفيذ واستلام أعمال التركيبات الصحية والكهربائية والميكانيكية داخل المبنى.

تعريف بالحقيبة :

تشمل هذه الحقيبة ثلاثة أجزاء رئيسة ، الجزء الأول يختص بأعمال التركيبات الصحية داخل المبنى والجزء الثاني يتعلم المتدرب على أعمال التركيبات الكهربائية وفي الجزء الثالث يدرس المتدرب الأنظمة الميكانيكية داخل المبنى كالمصاعد والسلالم المتحركة ونظام تكييف الهواء ومن ثم تطبيقها على أحد المشاريع السكنية.

الوقت المتوقع لإتمام التدريب على مهارات هذه الحقيبة التدريبية :

يتم التدريب على مهارات هذه الحقيبة في ٨٠ ساعة تدريبية ، موزعة كالتالي:

الوحدة الأولى :	أعمال التركيبات الصحية في المباني	٢٠ ساعة تدريبية
الوحدة الثانية :	أعمال التركيبات الكهربائية في المباني	٢٠ ساعة تدريبية
الوحدة الثالثة :	أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني	٢٠ ساعة تدريبية
الوحدة الرابعة :	مراجعة وتمارين تطبيقية	٢٠ ساعة تدريبية

الأهداف التفصيلية للحقيبة :

من المتوقع في نهاية هذه الحقيبة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١. يعد رسومات أعمال التركيبات الصحية في المباني.
٢. يشرف على أعمال التركيبات الصحية في المباني.
٣. يعد رسومات أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.
٤. يشرف على أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.
٥. يصف أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني كأعمال المصاعد والسلالم المتحركة وتكييف الهواء.
٦. يميز المفاهيم العامة للبناء المستدام.

اشتراطات السلامة :

تشمل اشتراطات السلامة لهذه الحقيبة التدريبية الآتي:

١. يجب التأكد من توفر الإضاءة والتهوية الجيدة في مكان العمل.
٢. يجب الحرص على الجلوس بطريقة صحية وسليمة وذلك باستقامة الظهر وتجنب الانحناء، وأن تكون الكراسي قابلة لتغيير الارتفاع ووضع الجلوس وأن تكون آمنة وملائمة لطبيعة العملية التدريبية.
٣. يجب أن يكون الجلوس بشكل صحي أمام شاشة جهاز الحاسب الآلي كما يجب تجنب الإجهاد.
٤. يجب أخذ فترات للراحة وتجديد النشاط وتجنب الجلوس أو العمل لفترات طويلة متواصلة.
٥. يجب تطبيق اشتراطات السلامة المتعلقة بمعامل الحاسب الآلي والقاعات التدريبية، وذلك يتضمن التأكد من سلامة التوصيلات والتركيبات الكهربائية ونحوها وكذلك معرفة مخارج الطوارئ والتأكد من وجود طفايات الحريق وأجهزة الإنذار.
٦. يجب إغلاق الإنارة وأجهزة التكييف وأجهزة الحاسب الآلي قبل الخروج من المكان.
٧. يجب الالتزام بالسلامة المهنية في مواقع العمل عند تنفيذ الزيارات الميدانية للمشاريع الإنشائية ونحوها.
٨. يجب التقيد بكافة اشتراطات الصحة والسلامة المهنية المعمول بها في المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.

الوحدة الأولى

أعمال التركيبات الصحية في المباني

الوحدة الأولى

أعمال التركيبات الصحية في المباني

Sanitary Installation in Building

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات التطبيقية اللازمة لأعمال التركيبات الصحية في المباني، وذلك بالتعرف على كيفية توزيع وتركيب وصرف وتغذية الأجهزة الصحية داخل المبنى وإعداد الرسومات التنفيذية واستلام أعمالها.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١. يعد رسومات أعمال التركيبات الصحية في المباني من صرف وتغذية.
٢. يشرف على أعمال التركيبات الصحية في المباني.
٣. يقدر على توزيع الأجهزة الصحية داخل الفراغ المعماري.
٤. يقرأ مخططات أعمال الصرف والتغذية في المباني.
٥. يميز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الصحية.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٢٠ ساعة تدريبية

الوسائل المساعدة:

١. سبورة وأقلام شرح للنظري.
٢. بروجكتور وشاشة عرض للعرض المرئي للشرائح والصور.
٣. معمل حاسب آلي مجهز ببرنامج الأوتوكاد.

الأجهزة الصحية والتوزيع المعماري Plumbing Fixtures

نستعرض في هذا الباب أهم الأجهزة الصحية من حيث أنواعها ومقاساتها وكيفية توزيعها داخل الفراغ المعماري وكذلك أقل الأبعاد المسموح بها بين تلك الأجهزة.

مقدمة في الأجهزة الصحية وأنواعها:

وتشمل جميع أنواع الأجهزة الصحية التي تستخدم في الحمامات ودورات المياه الخاصة والعامة وكذلك المطابخ وما شابه ذلك داخل المبنى، والتي تتمثل في الآتي:

١. **المغاسل- أحواض غسيل الأيدي-** Lavatories.

ويطلق عليها أيضاً (Washbasins) وهي أكثر الأجهزة الصحية استخداماً بالمبنى وهي تصنع عادة من الفخار المطلي صيني أو من الصيني- أبيض أو ملون - بأشكال ومقاسات كثيرة، شكل رقم (١,١).

ويتكون الحوض عادة من سلطانية بها فتحة علوية لتصريف الفائض وأخرى بالقاع للصرف يثبت بها طابق السيفون على شكل (S) أو (P) أو كأس، ولكل حافة سلطانية خلفية توجد ثلاثة ثقوب لتثبيت الخلاطات - الساخنة والباردة.

ويمكن تقسيم أحواض غسيل الأيدي إلى ثلاثة أنواع رئيسة طبقاً لطريقة تثبيتها وهي:

أ. **حوض كابولي** Lavatory Wall Hung:

يتكون عادة من قطعة واحدة - سلطانية الحوض - ويثبت على الحائط بواسطة كابولي حديد، شكل رقم (٢,١). ويتميز هذا الحوض بمرونة التحكم في ارتفاعه عن الأرض وأيضاً سهولة إجراء الصيانة الدورية له. ويعيبه ظهور سيفون الصرف الخاص به مما يعطيه شكلا غير مقبول في أحيان كثيرة، لذا ينصح استعماله في أماكن الخدمات بسيطة المستوى، مثل: المستودعات، ورش صيانة، دورات المياه العمومية... إلخ.

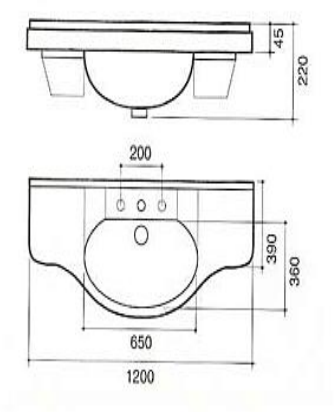
ب. **حوض بقاعدة** Lavatory on pedestal:

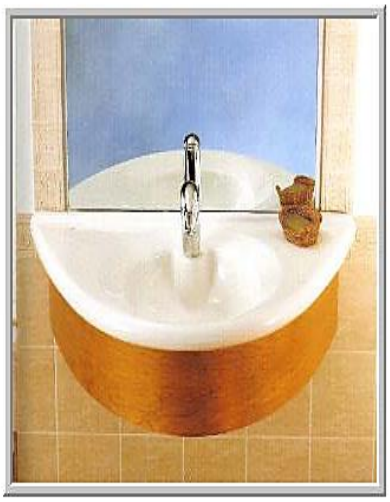
ويتكون من قطعتين قاعدة ورجل - وسلطانية الحوض تثبت عليها، شكل رقم (٣,١) ويمتاز هذا الحوض بأشكاله المتعددة وألوانه الجميلة، وإخفاء سيفون الصرف وراء هذه القاعدة، لذا يكثر استخدامه في المنازل والوحدات السكنية. ومن عيوبه ثبات

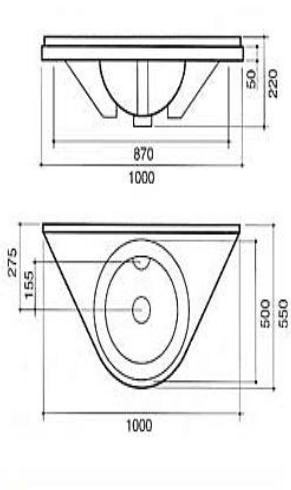
ارتفاعه حسب النموذج الخاص بكل نوع بالإضافة إلى صعوبة إجراء الصيانة الدورية له حيث يتطلب ذلك فك مسامير التثبيت لتحريك القاعدة للوصول إلى السيفون، مما قد يعرض الجهاز للكسر في أحيان كثيرة، لذلك لا ينصح باستعماله في الأماكن العامة التي تحتاج كثيراً للصيانة الدورية، مثل المطاعم وما شابهها.

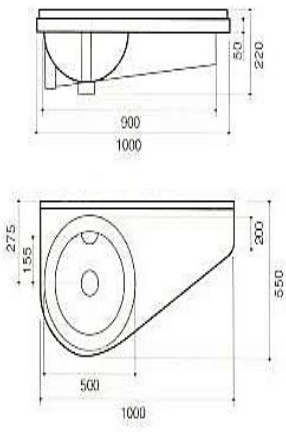
ج. **حوض ساقط داخل رخامة** Vanity:

وهو عبارة عن سلطانية حوض ساقطة - مثبتة - داخل دولاب ظهره من الرخام (في أغلب الأحيان) وهو أكثر الأنواع استخداماً -خاصة في الأماكن العامة- لمظهره الجميل وأشكاله المتعددة والمرونة بتحديد ارتفاعه بالإضافة إلى سهولة الوصول إلى سيفونه لإجراء الصيانة الدورية اللازمة له شكل رقم (٤,١).









شكل رقم (١,١) تنوع أشكال ومقاسات حوض غسيل الأيدي

شكل رقم (٢,١) حوض كابولي

شكل رقم (٣,١) حوض بقاعدة

شكل رقم (٤,١) حوض ساقط داخل رخامة

٢. **المراحيض** Water Closets.

وهي ثاني الأجهزة الصحية من حيث الاستخدام بالمبنى، وتنقسم إلى نوعين رئيسين:

النوع الأول -المرحاض الشرقي Oriental water closet:

ويسمى أيضاً المرحاض الأرضي ويكثر استعماله في الشرق في البلاد العربية. ومن مميزاته عدم تلامس جسم الإنسان به عند استعماله، مما يقلل من نقل الأمراض التي تأتي عن طريق التلامس، لذا ينصح باستعماله في دورات المياه العامة.

وينحصر المرحاض الشرقي - من حيث مكوناته - في ثلاثة أنواع رئيسة:

أ. مرحاض شرقي يتكون من ثلاث قطع:

- قاعدة المرحاض التي تصنع من مواد عديدة مثل: الفخار أو الزهر المطلي صيني أو البلاستيك أو الأكريليك أو الأستلس ستيل.
- سلطانية تصنع عادة من نفس مادة القاعدة ويكون بها فتحة صرف قطر ٤".
- حاجز مائي لمنع الروائح يسمى سيفون (Siphon) من البلاستيك أو الزهر يثبت في الفتحة السفلية للسلطانية ويكون على شكل حرف (S) أو (P)، شكل رقم (١,٥).

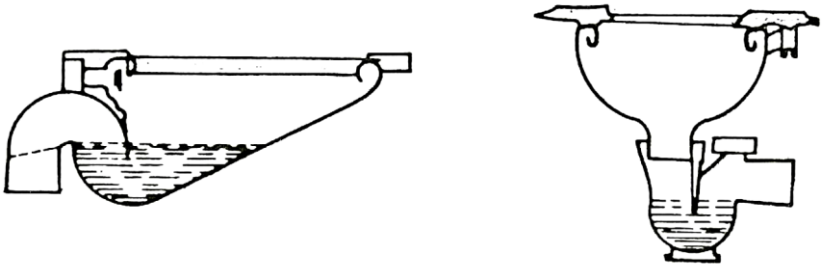
ب. مرحاض شرقي يتكون من قطعتين:

حيث تكون القاعدة والسلطانية قطعة واحدة (وهو الأكثر انتشاراً)، شكل رقم (١,٦).

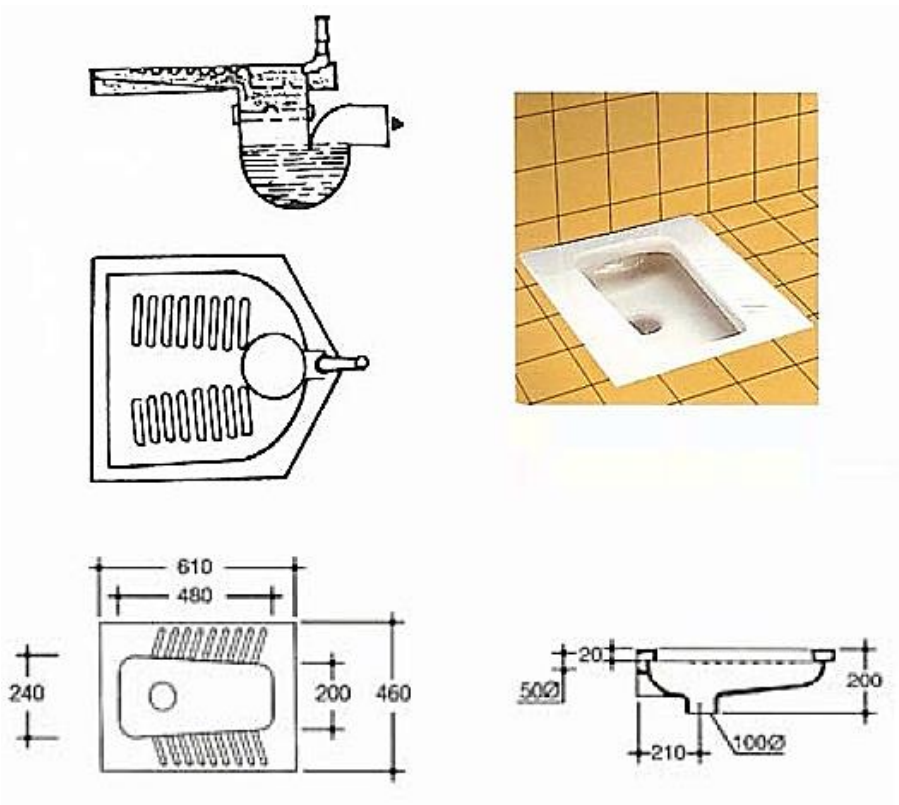
ج. مرحاض شرقي يتكون من قطعة واحدة:

حيث تكون القاعدة والسلطانية والسيفون قطعة واحدة. شكل رقم (١,٧).

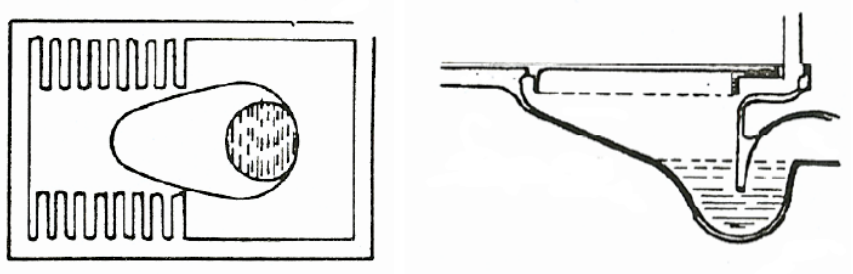
ويلحق بالمرحاض الشرقي - بمختلف أنواعه - صندوق طرد عالٍ (غالباً) سعة ٢,٥ جالون (٩,٥ لتر) لصرف المواد الصلبة عند الاستخدام.



شكل رقم (٥,١) مرحاض شرقي من ثلاث قطع



شكل رقم (٦,١) مرحاض شرقي من قطعتين



شكل رقم (٧,١) مرحاض شرقي من قطعة واحدة

النوع الثاني -المرحاض الإفرنجي European Water Closet:

وسمي بهذا الاسم نسبة إلى الإفرنج - الغرب - الذين كانوا أول من قام باستعماله. والمرحاض الإفرنجي - الغربي - له أنواع كثيرة لكل منها مميزاتها وأماكن استخدامها. ويمكن حصر تلك الأنواع من حيث الاستخدام في الآتي:

أ. مرحاض إفرنجي بصندوق طرد منخفض - أو عالٍ - وسيفون (S) أو (P):

وهو السائد استخدامه في المنازل وبعض الأماكن العامة وصندوق الطرد به سعة 3 جالون (11.3 لتر) والنوع المنخفض منه يأتي أحياناً منفصلاً عن السلطانية ويثبت أعلاها خلف الجالس مباشرة وفي أغلب الأحيان يكون جزء من المرحاض نفسه وفي تلك الحالة يسمى "كومبنيشن"، شكل رقم (١.٨).

ب. مرحاض إفرنجي معلق:

ويمتاز عن النوع الأول بسهولة تنظيف الأرضية أسفله وكذلك حرية التحكم في ارتفاعه؛ لذا يفضل استخدامه في الأماكن العامة - خصوصاً المستشفيات - وكذلك حضانات الأطفال، شكل رقم (٩,١).

ج. مرحاض إفرنجي بحجر:

ويفضل استخدامه في المختبرات حيث يسهل فيه الحصول على عينات المواد الصلبة من المريض، شكل رقم (١٠,١).

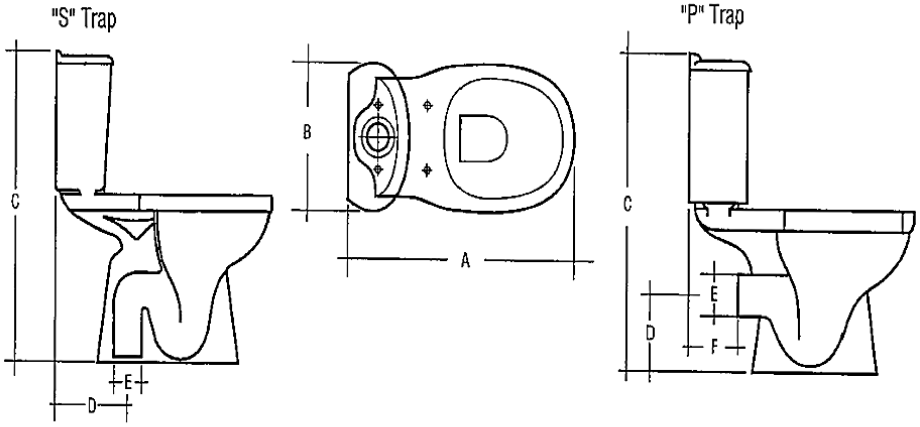
د. مرحاض إفرنجي بسيفون (S) مزدوج:

ويفضل استخدامه في المناطق التي يكثر فيها انتشار الحشرات والقوارض حيث يكون الحاجز المائي فيها أكثر كفاءة في العزل من اختراق الروائح أو تلك الحشرات والقوارض إلى الوحدة الصحية، شكل رقم (١١,١).

وفي أحيان كثيرة يتم استخدام صمام الطرد (Flush valve type) خصوصاً في الأماكن العامة بدلاً من صندوق الطرد لجميع تلك الأنواع السابقة من المراحيض لما يتمتع به صمام الطرد من قوة وسرعة في طرد المخلفات بالإضافة إلى سهولة الصيانة والتوفير الواضح في استخدام المياه، حيث لا تتجاوز كمية المياه اللازمة لطرد المخلفات عن ٢ جالون فقط في المرة الواحدة، شكل رقم (١٢,١).

كما أنه يوجد جهاز البيديه (Bidet)، شكل رقم (١٣,١)، ويسمى أيضاً "الشطاف" وهو غير مخصص للمواد الصلبة، وأقل شيوعاً مقارنةً بالمراحيض.

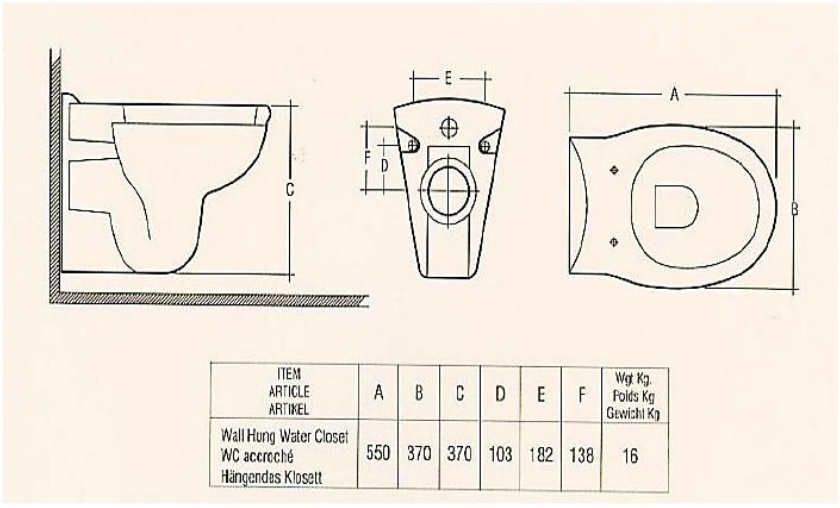
أ- صندوق الطرد "الكومبنيشن" كجزء من المراحاض



ITEM ARTICLE ARTIKEL	A	B	C	D	E	F	Wgt Kg. Poids Kg Gewicht Kg
W.C. P Trap & Cistern WC sortie horizontale et réservoir Stand WC mit Spülkasten Waagerechter Abgang	665	355	765	185	105	140	26
W.C. S Trap & Cistern 240 mm WC sortie verticale et réservoir 240 mm Stand WC mit Spülkasten Senkrechter Abgang 240 mm	685	360	760	235	105	-	27
W.C. S Trap & Cistern 140mm WC sortie verticale et réservoir 140 mm Stand WC mit Spülkasten Senkrechter Abgang 140 mm	685	360	760	140	100	-	32

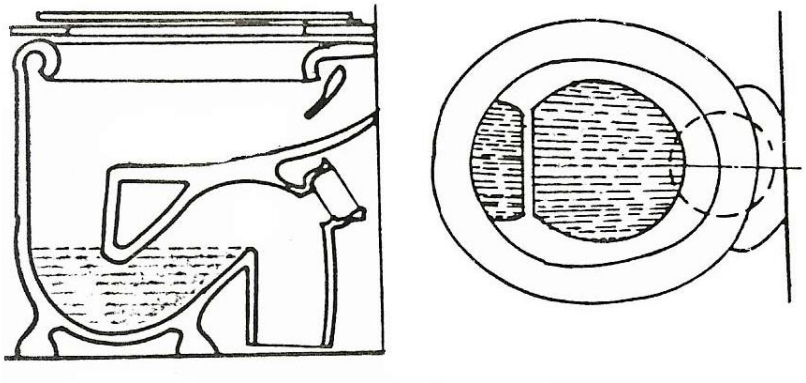
ب- مرحاض أفرنجي بسيفون (S) أو (P)

شكل رقم (٨,١) بعض أشكال المراحاض الإفرنجي

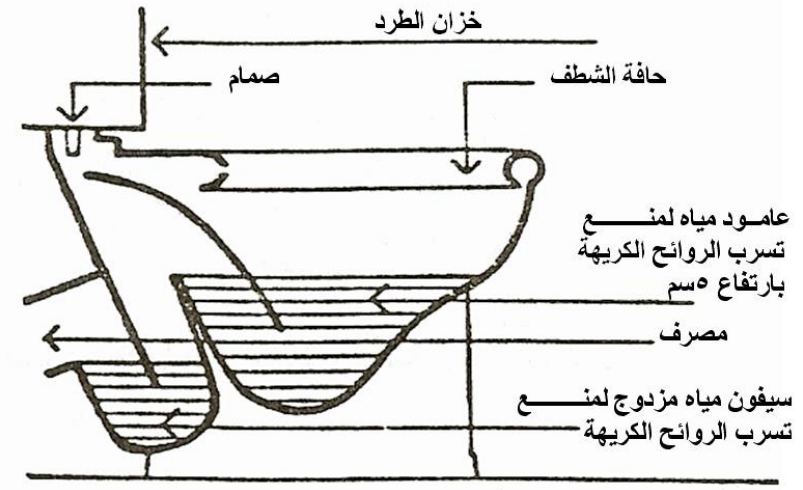


ITEM ARTICLE ARTIKEL	A	B	C	D	E	F	Wgt Kg. Poids Kg Gewicht Kg
Wall Hung Water Closet WC accroché Hängendes Klosett	550	370	370	103	182	138	16

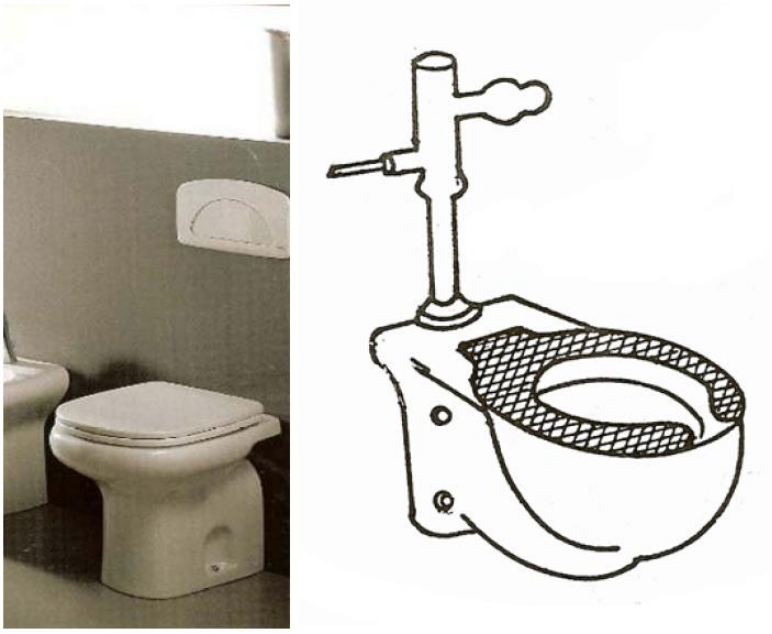
شكل رقم (١,٩) مرحاض إفرنجي معلق



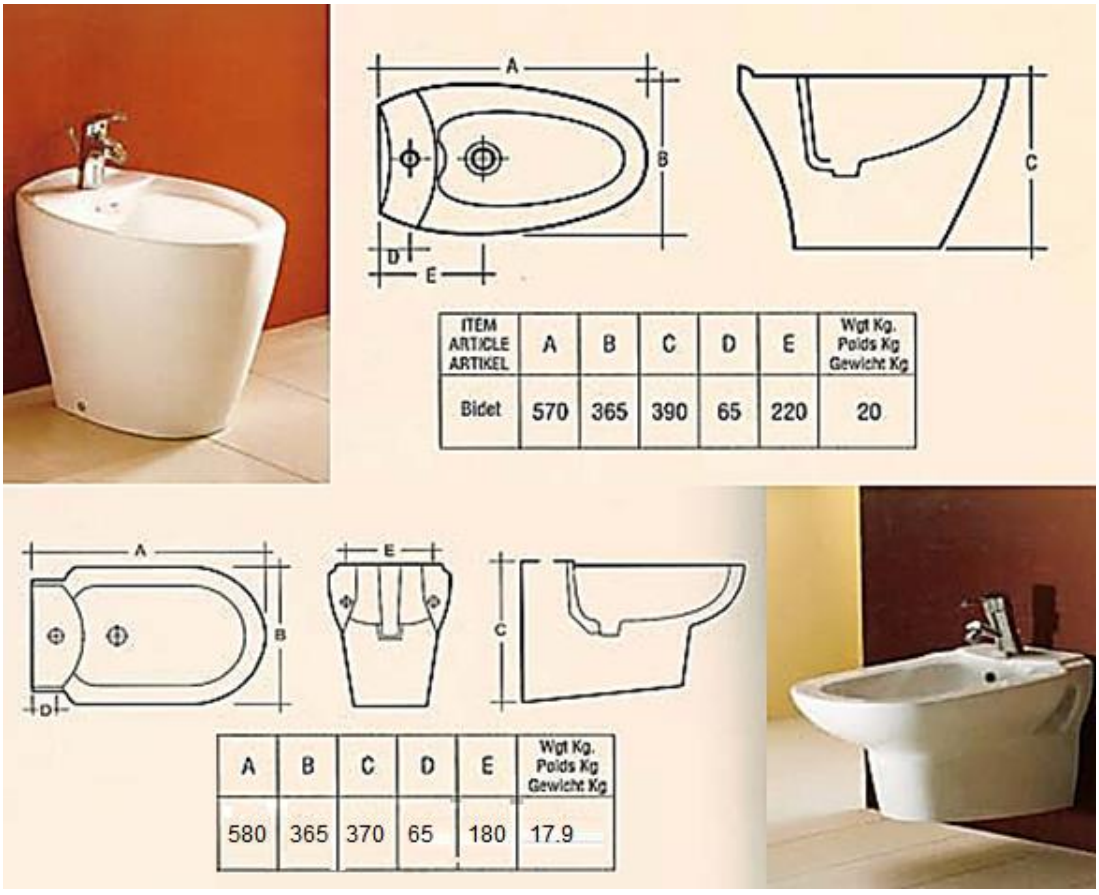
شكل رقم (١,١٠) مرحاض إفرنجي بحجر



شكل رقم (١,١١) مرحاض إفرنجي بسيفون



شكل رقم (١٢,١) استخدام صمام الطرد بدلاً من صندوق الطرد في صرف المراحيض



ITEM ARTICLE ARTIKEL	A	B	C	D	E	Wgt Kg. Poids Kg Gewicht Kg
Bidet	570	365	390	65	220	20

A	B	C	D	E	Wgt Kg. Poids Kg Gewicht Kg
580	365	370	65	180	17.9

شكل رقم (١٣,١) أشكال مختلفة من البيديه (الشطاف)

٣. حوض الاستحمام.

ويستخدم للاستحمام ولمنع البلل بدرجة كبيرة داخل أرضية الحمام ويمكن تقسيمه إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي:

أ. حوض القدم Shower:

ويكون إما من الزهر المطلي صيني أو البلاستيك أو الفيبرجلاس أو يصنع من قدمة من الرخام أو السيراميك بارتفاع 10-١٢ سم وأرضية من نفس نوع القدمة وهو للاستحمام فقط ومقاساته غالباً تكون ٧٥*٧٥ سم أو 90*90 سم، شكل رقم (١٤,١).

ب. البانيو Bathtub:

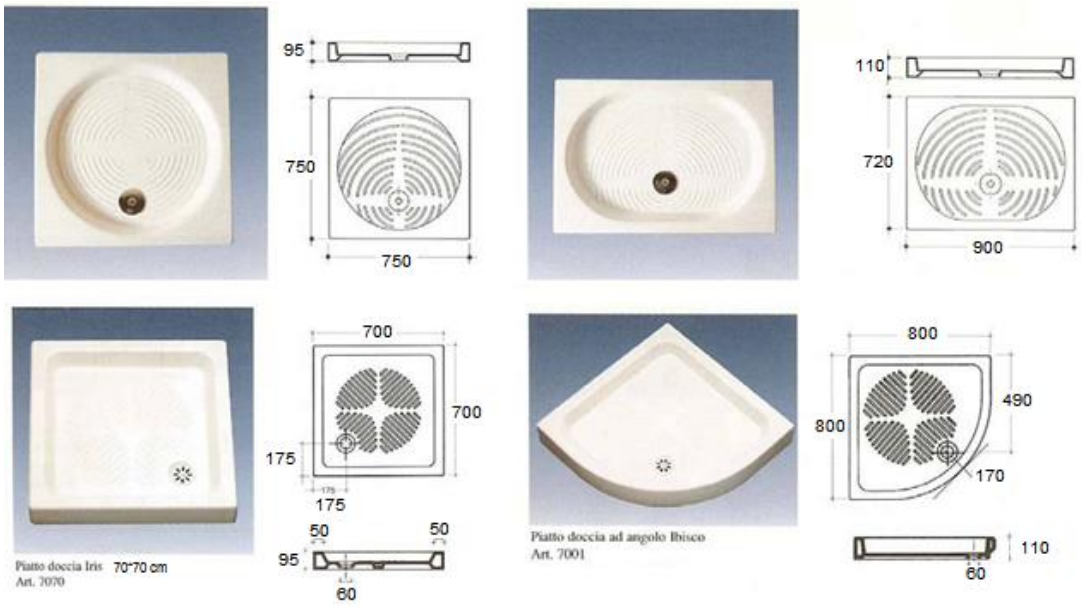
وهو حوض للاستحمام بجوانب بارتفاع يتراوح ما بين ٤٠-٦٠ سم، ويكون من الحديد الزهر أو الحديد المطاوع المطلي صيني من الداخل أو من البلاستيك أو الفيبرجلاس أو الأكريليك، وله مقاسات وأشكال عديدة ويستخدم للاستحمام ومغطس في آنٍ واحد، ويوجد بأسفله فتحة للصرف قطر ٢" يثبت فيها سيفون براكور من البلاستيك أو المعدن، شكل رقم (١٥,١).

ج. الجاكوزي Jacuzzi:

وهو مثل البانيو للاستحمام ومغطس بالإضافة إلى أنه يؤدي عملية تدليك لجسم المستخدم عن طريق فتحات جانبية تضخ مياه ساخنة أو باردة من طلمبة تربينية أسفل أو بجانب الجهاز، شكل رقم (١٦,١).

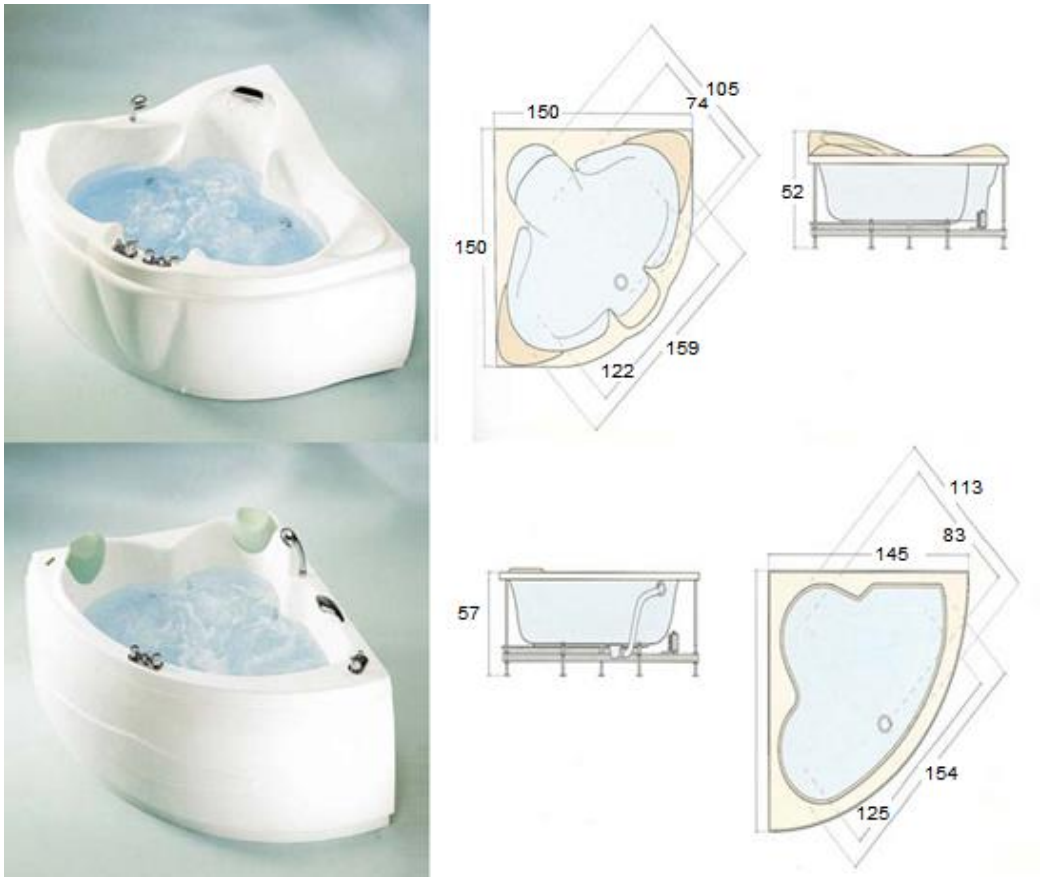
٤. حوض المطبخ Kitchen sink.

ويستخدم لأغراض كثيرة منها غسيل الأواني والأطباق بالمطبخ. ويوجد منه أشكال ومقاسات كثيرة وألوان متنوعة وأغلبه يصنع من الأستلس ستيل أوالفيبرجلاس وهناك أنواع أخرى تصنع من الفخار أو الحديد الزهر المطلي صيني، شكل رقم (١٧,١).



شكل رقم (١٤,١) أنواع متعددة من حوض القدم

شكل رقم (١٥,١) تنوع أشكال ومقاسات البانيو



شكل رقم (١٦,١) أنواع أشكال ومقاسات الجاكوزي

شكل رقم (١٧,١) أشكال ومقاسات مختلفة لحوض المطبخ (حوض غسيل الأواني)

توزيع الأجهزة الصحية في الفراغ المعماري والاشتراطات التصميمية :

بدايةً نشير إلى أنه سيقتصر الشرح هنا على كيفية توزيع الأجهزة الصحية بالوحدات الصحية داخل المنزل في دورات المياه.

وهناك بعض الاعتبارات الفنية التي تجب مراعاتها عند توزيع الأجهزة الصحية داخل الفراغ المعماري -دورات المياه -، وتلك الاعتبارات تتمثل في الآتي:

١. مراعاة أقل المسافات المطلوب تحقيقها بين الأجهزة الصحية بعضها عن بعض.

فمثلاً أقل مسافة مسموح بها بين جهازي المرحاض والبيديه - الشطاف - هي ٥٠ سم من المحور إلى المحور، كذلك فإن أقل مسافة بين المرحاض وأي جهاز أمامه هي ٥٠ سم، وأيضاً المسافة بين حواف المغسلة والجدار هي ١٥ سم، وبين حدود مغسلة وأخرى هي ١٠ سم ...إلخ، شكل رقم (١٨,١).

٢. وضع الأجهزة طبقاً لأهميتها - من حيث الاستخدام - داخل الفراغ.

فنجد أن المغاسل - أحواض غسيل الأيدي - هي أكثر الأجهزة استخداماً داخل الحمام ودورة المياه، لذا يجب أن توضع أقرب ما يمكن من فتحة الباب وفي اتجاهها كما هو موضح في الشكل رقم (١٩,١).

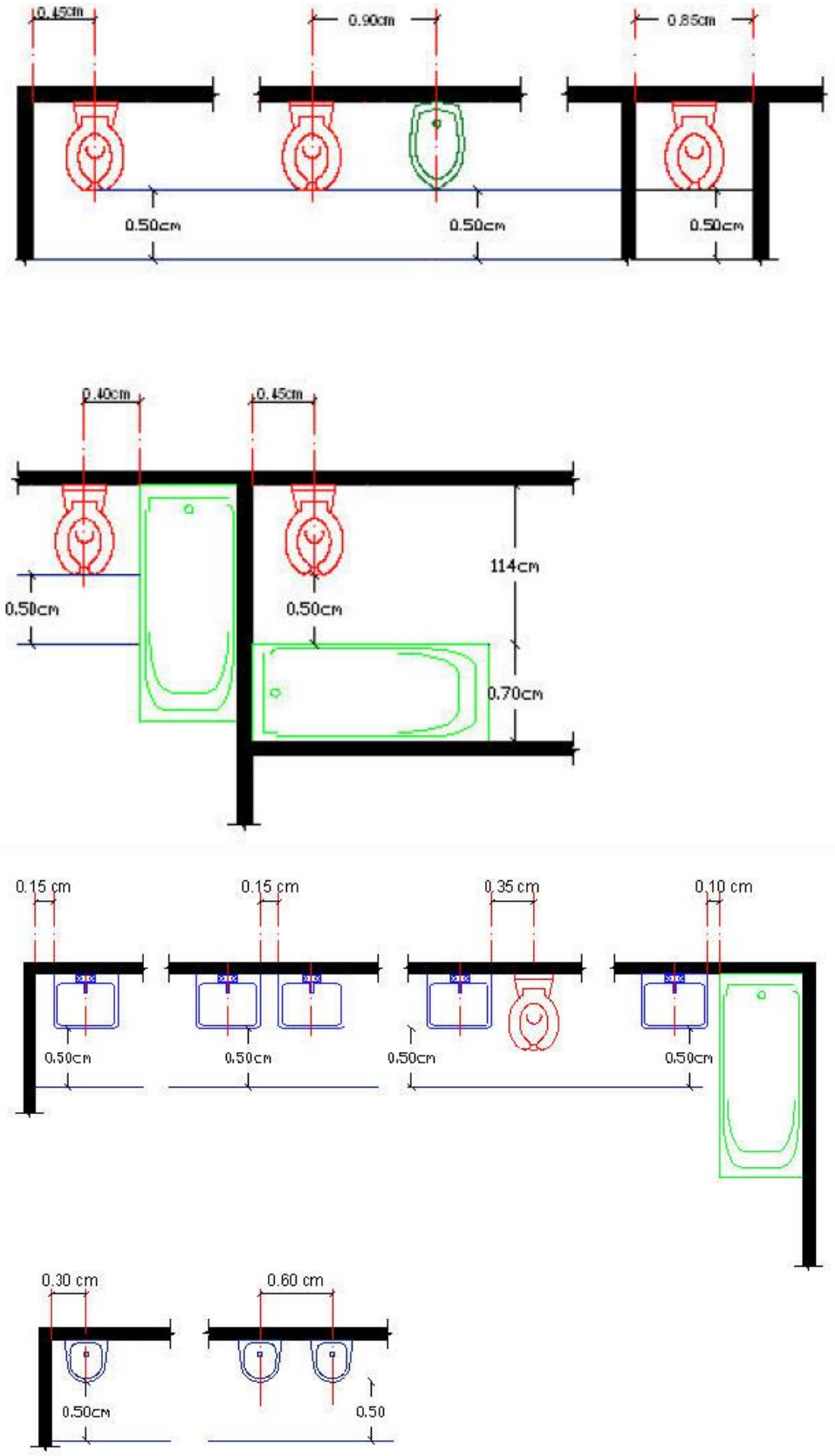
أما المرحاض فنضعه بعيداً لأنه أقل استخداماً من المغسلة ويوضع بجواره أو أقرب ما يمكن منه البيديه لعلاقتهما مع بعضهما البعض بينما نضع حوض الاستحمام - البانيو - داخل الفراغ بشكل يسهل استخدام الفراغ والحركة داخله، شكل رقم (١٩,١).

٣. معرفة جهة الصرف.

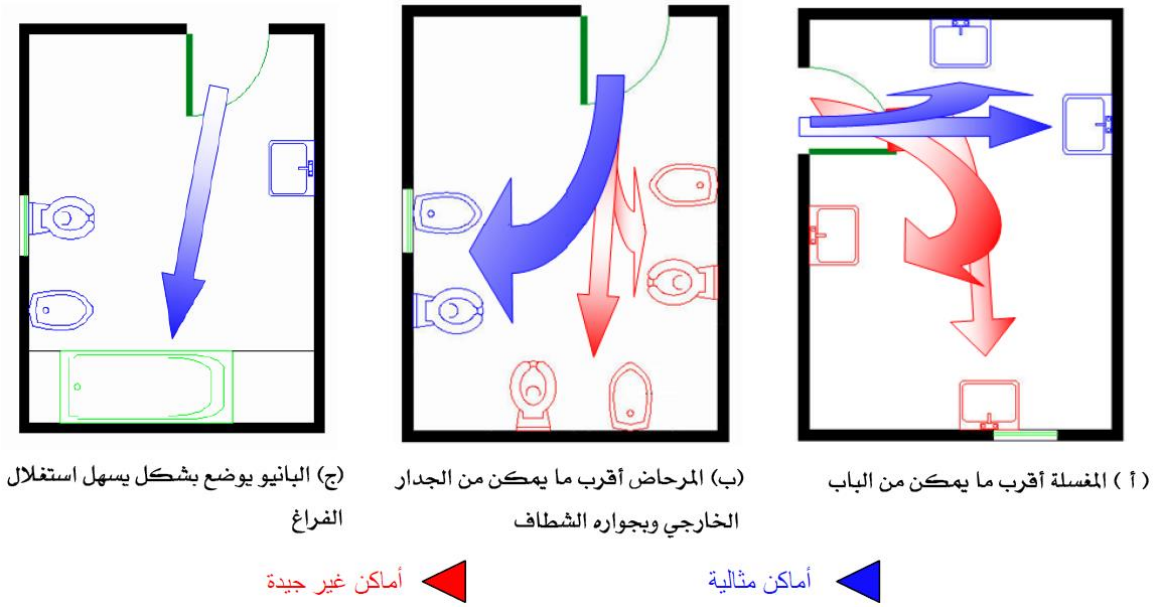
ويقصد بها هنا أماكن مواسير الصرف الرأسية بالمبنى حيث يجب وضع الأجهزة خاصة ذات أقطار الصرف الكبيرة - المرحاض - أقرب ما يمكن من جهة الصرف لتسهيل عملية الصرف عليها، شكل رقم (٢٠,١).

٤. حركة الباب والاستغلال الأمثل للفراغات.

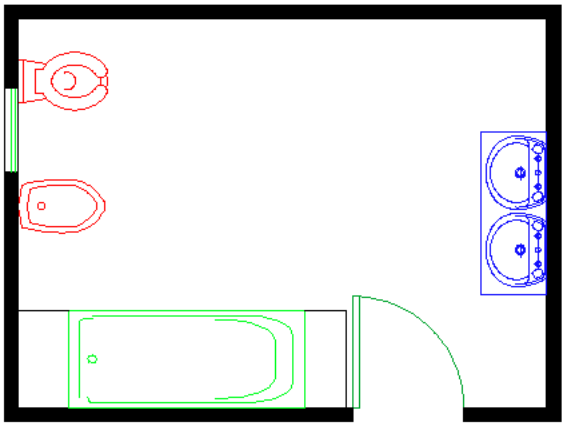
حيث يراعى عدم وضع أي جهاز يعيق حركة الباب أو فتحه بسهولة، كذلك لا يتم ترك فراغات صغيرة بين الأجهزة المختلفة والجدار - خصوصاً البانيو - لا يمكن الاستفادة منها أو تقسيم الفراغ بشكل لا يسهل استغلاله، شكل رقم (٢١,١).



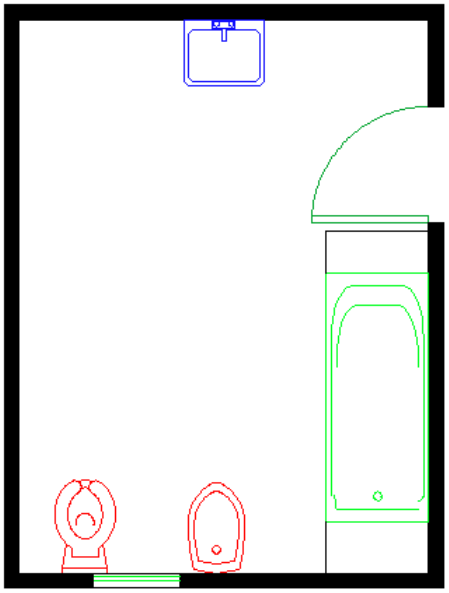
شكل رقم (١٨,١) أقل مسافة مسموح بها بين الأجهزة الصحية



شكل رقم (١,١٩) وضع الأجهزة الصحية طبقاً لأهميتها داخل الفراغ المعماري



شكل رقم (١,٢٠) تحديد جهة الصرف "الشباك" لتحديد أسلوب فرش الفراغ



شكل رقم (١,٢١) تحديد حركة الباب والاستغلال الأمثل للفراغ

وتجدر الإشارة هنا إلى ضرورة اتباع كود البناء السعودي SBC - Saudi Building Code كونه المرجع الأساسي الذي يعتمد عليه في استلام جميع بنود الأعمال الصحية، حيث يحتوي على العديد من المتطلبات والاشتراطات التصميمة التي من الواجب التقيد بها ومنها ما هو موجود في (الكود السعودي الصحي SBC 701 – AR -الاشتراطات)، شكل رقم (١,٢٢).

شكل رقم (٢٢,١) كود البناء السعودي Saudi Building Code – SBC
(موقع إلكتروني ١، ٢٠٢٠)

أعمال الصرف الصحي Sanitary Works

في هذا الباب سيتم استعراض أنواع أجهزة ومواسير الصرف الصحي بالمبنى وكذلك أنظمة الصرف المعمول بها في المباني.

أنواع أجهزة ومواسير الصرف الصحي:

١. **سيفون الأرضية** Floor drain:

ويطلق عليه باللغة العامية "البلاعة" كما يسمى "بيبة" بلغة الحرفيين، ويصنع من البلاستيك -وهو الأكثر انتشاراً - أو من الحديد الزهر المطلي صيني من الداخل ويكون داخل المبنى في دورات المياه ونحوها.

ويصرف عليه جميع الأجهزة الصحية ذات الصرف الخفيف - مغاسل أو بانيوهات أو حوض غسيل الأواني، لذا فإن قطر مدخله ٢" أما مخرجه فقطر ٣"، شكل رقم (٢٣,١).

٢. **الجاليتراب** Gully – trap:

يصنع من الفخار المطلي أو الخرسانة أو البلاستيك أو الحديد الزهر ويصرف عليه عمود الصرف الخفيف، وكذلك أجهزة الصرف الخفيف بالدور الأرضي لذا فإن قطر مدخله ٣" ومخرجه قطر ٤"، ويوجد منه نوعان أساسيان هما:

- جاليتراب بفتحة خاصة لاستقبال عمود الصرف الخفيف.
- جاليتراب بدون فتحة خاصة لعمود الصرف الخفيف.

ويوضع الجاليتراب خارج المبنى - في المناور أو على الرصيف الخارجي - على فرشة من الخرسانة العادية تحيط به من الجوانب أيضاً، شكل رقم (٢٤,١).

٣. **عمود العمل** Soil stack:

هو ماسورة من البلاستيك غالباً أو من الحديد الزهر بقطر لا يقل عن ٤" تصرف عليها مباشرة المراحيض ونحوها.

٤. **عمود الصرف** Waste stack:

يصنع أيضاً من البلاستيك أو الحديد الزهر وقطره لا يقل عن ٣" ويصرف عليه سيفونات الأرضية والمغاسل والبانيوهات وحوض غسيل الأواني وجميع الأجهزة الصحية ذات الصرف الخفيف.

٥. **عمود التهوية** Vent stack:

يصنع من نفس نوعية عمود العمل وعمود الصرف ولكن قطره ٢" فقط، ويكون اتصاله بالأجهزة الصحية وسيفوناتها حسب نظام الصرف المستعمل - الذي سيتم شرحه في الباب القادم- وفوائد عمود التهوية تتلخص في الآتي:

- تجديد الهواء داخل مواسير العمل - أو الصرف - مما يقلل من الغازات السامة المتكونة داخل الشبكة الصحية نتيجة تحلل المواد العضوية العالقة بها.
- تحقيق توازن في الضغط الجوي داخل شبكة الصرف مما يساعد على المحافظة على الحاجز المائي داخل الأجهزة الصحية.

٦. **غرف التفتيش** Manholes:

هي غرف صغيرة مستقلة عن المبنى -مقاس ٦٠*٦٠ سم غالباً - تصرف عليها جميع المواسير الرأسية بالمبنى، وأجهزة الصرف الثقيل بالدور الأرضي بالمبنى، شكل رقم (٢٥,١).

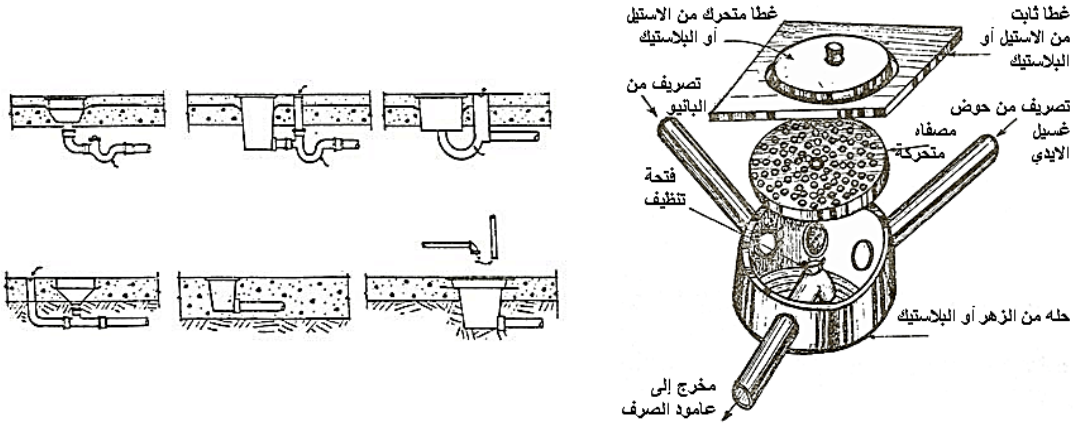
والوظيفة الأساسية لغرف التفتيش هي تجميع أعمال الصرف الداخلي من أنحاء المبنى المختلفة ثم صرفها من نقطة واحدة على شبكة المجاري العمومية للمدينة - حيث إنها تعتبر نقطة الاتصال النهائية بين خطوط الصرف الداخلي للمبنى وشبكة الصرف العمومية للمدينة، وتتواجد غرف التفتيش طبقاً لحالات محددة، شكل رقم (٢٦,١)، تتمثل في:

أ. عند وجود نقاط صرف من المبنى.

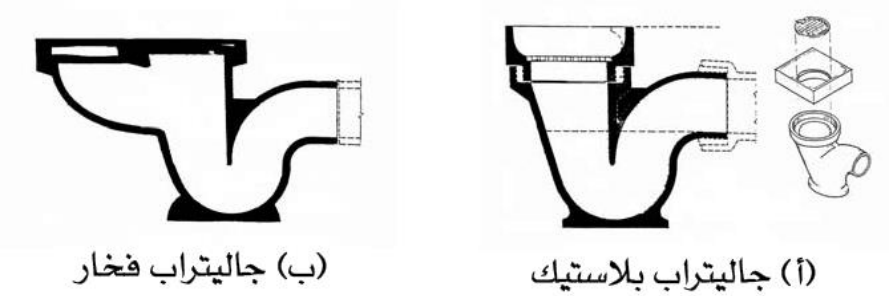
ب. عند زيادة المسافة بين غرفتي تفتيش بالمبنى عن ١٢ متر طولي.

ج. عند تغيير اتجاه الصرف في الشبكة الداخلية أو ميل خط الصرف أو قطر الأنبوبة.

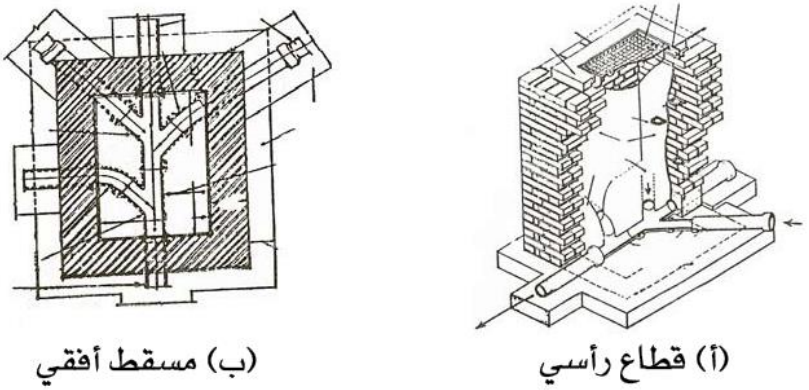
د. عند نقطة الصرف الداخلي النهائية قبل الاتصال بالشبكة العمومية.



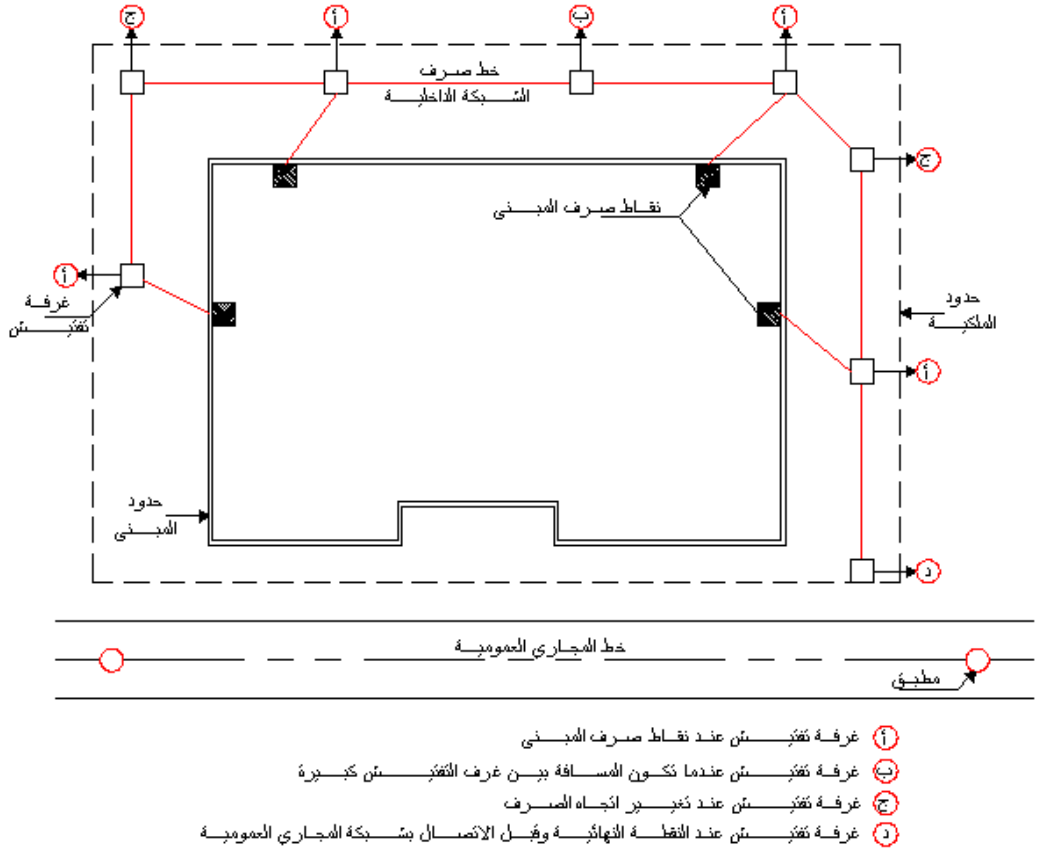
شكل رقم (٢٣,١) سيفون الأرضية



شكل رقم (٢٤,١) الجاليتراب



شكل رقم (٢٥,١) غرفة التفتيش



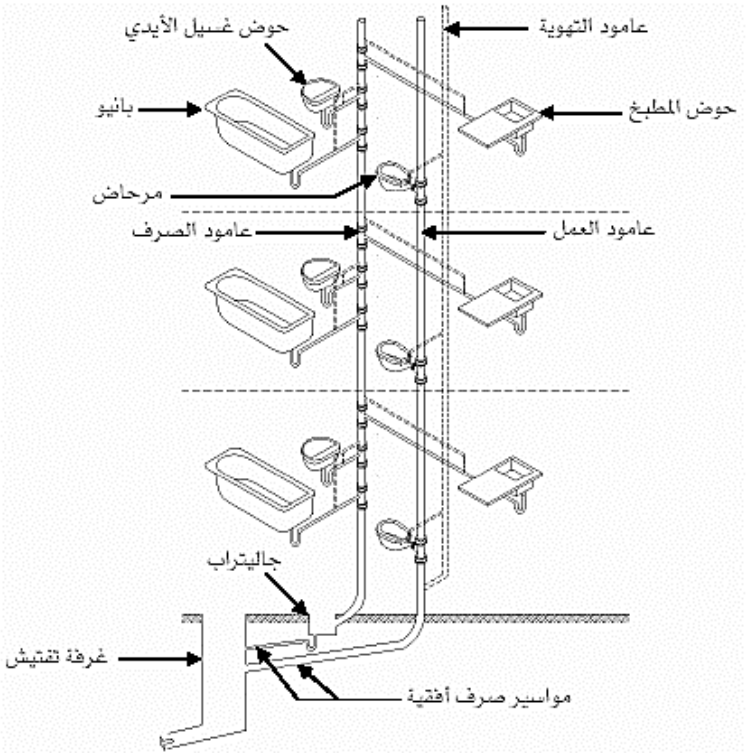
شكل رقم (٢٦,١) الحالات التي يجب أن تتواجد فيها غرف التفتيش

أنظمة الصرف الصحي داخل المبنى والاعتبارات الفنية لأعمال الصرف:

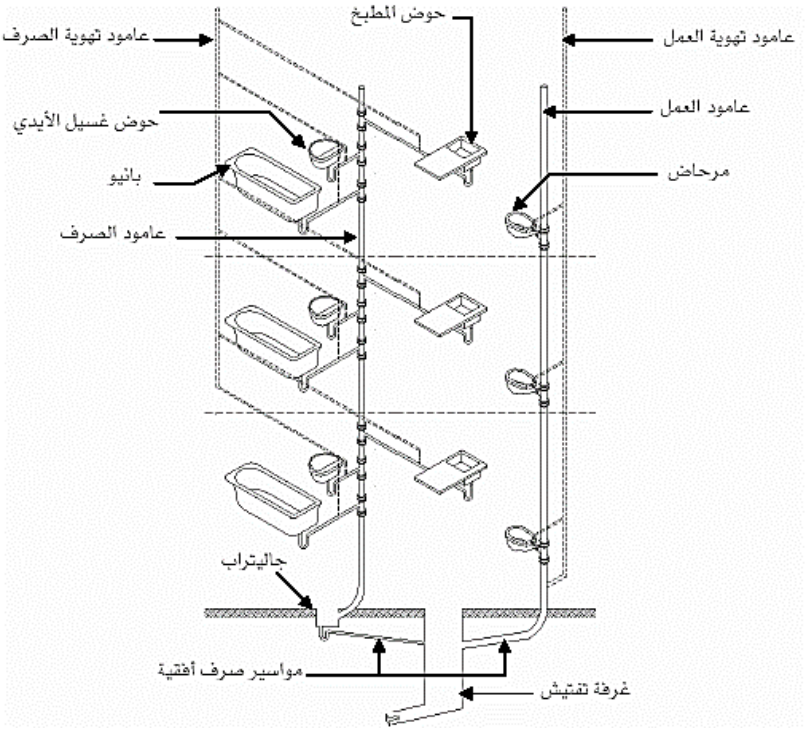
هناك مسميان أساسيان تندرج تحتهما جميع أنظمة الصرف الصحي داخل المباني هما:

أ. نظام الصرف ذو الماسورتين Two pipe system:

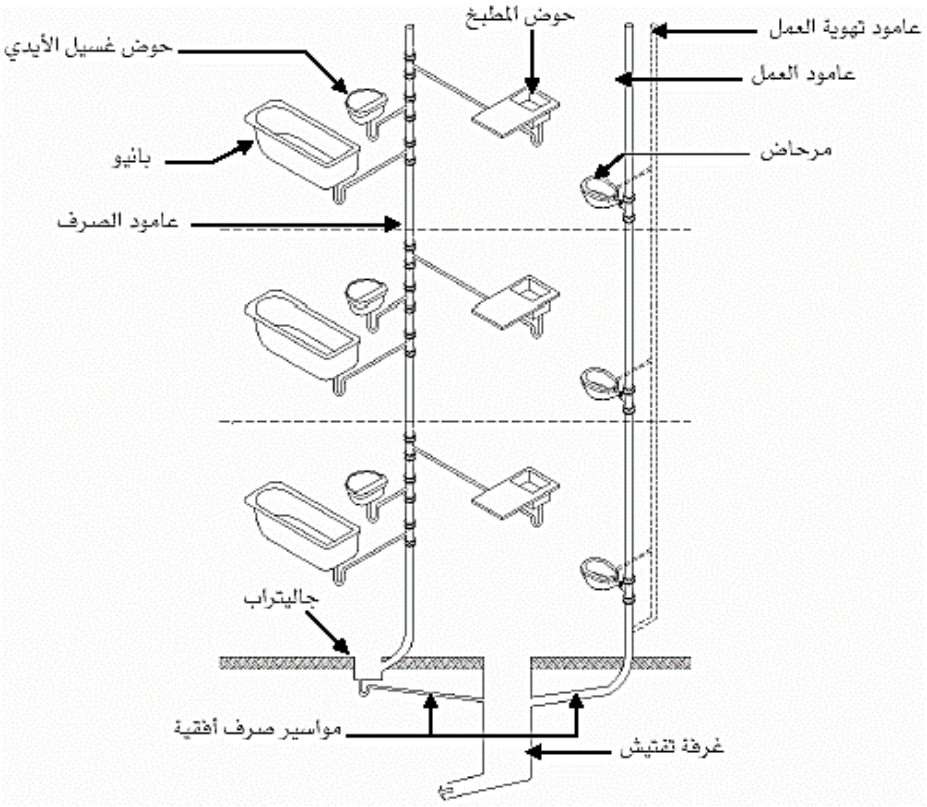
وهو أقدم أنظمة الصرف الصحي وتعتمد فكرته الأساسية على صرف المخلفات الثقيلة على ماسورة منفردة - عمود عمل - وصرف المخلفات الخفيفة (بيبة أو مغاسل أو بانيوهات أو بيديه...إلخ) على ماسورة أخرى - عمود صرف - ويتفرع من هذا النظام عدة أساليب، ومنها ما هو موضح في الشكل رقم (٢٩,١ ، ٣٠,١ ، ٢٧,١ ، ٢٨,١).



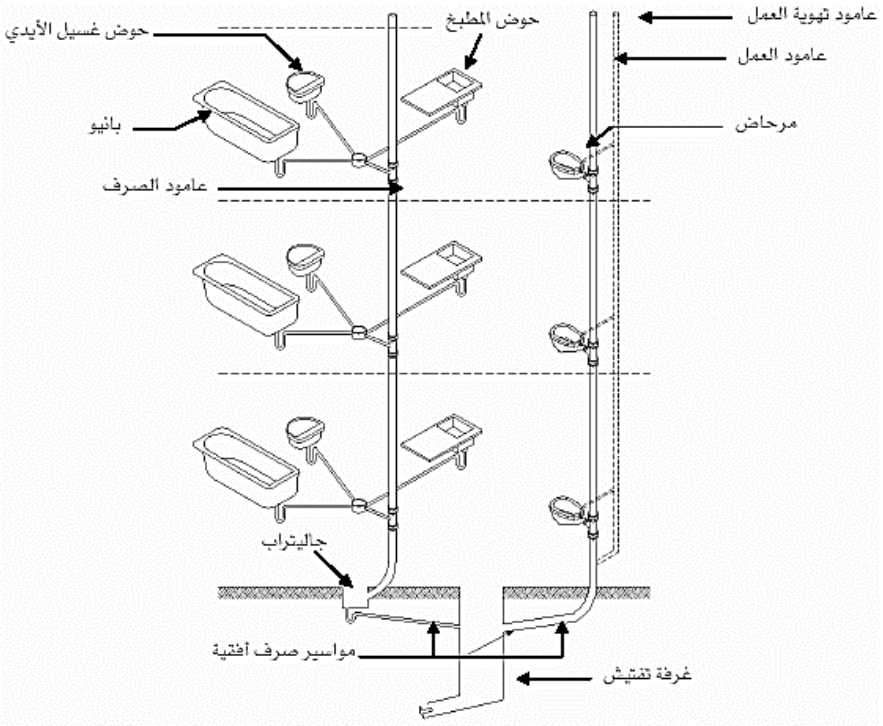
شكل رقم (٢٧,١) الأسلوب التقليدي للصرف



شكل رقم (٢٨,١) أسلوب الماسورتين كاملتي التهوية



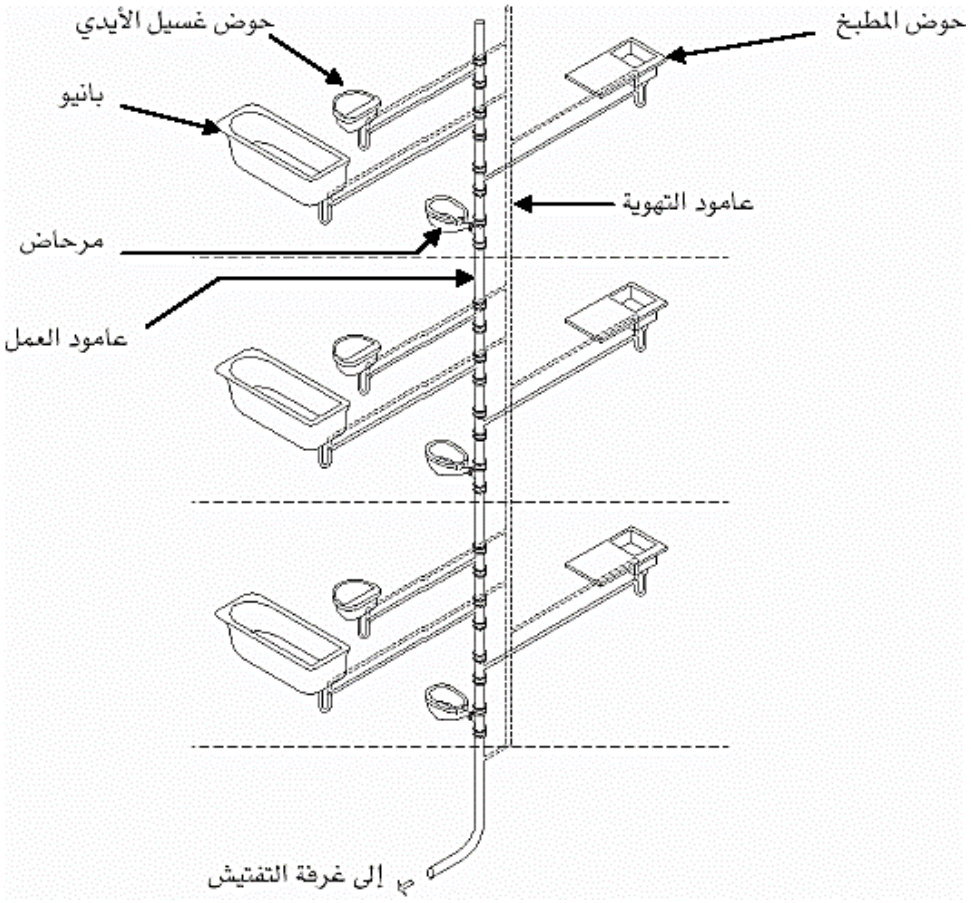
شكل رقم (٢٩,١) أسلوب النظام المعدل لماسورتين مع تهوية أفرع ماسورة العمل فقط



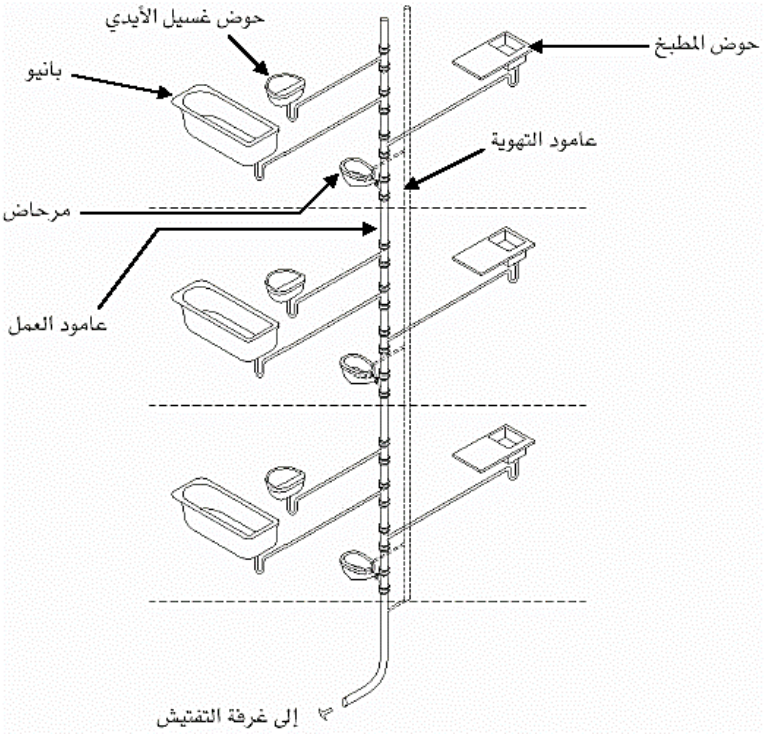
شكل رقم (٣٠,١) أسلوب الماسورتين بسيفون أرضي مع تهوية عمود العمل

ب. نظام الصرف ذو الماسورة الواحدة One pipe system:

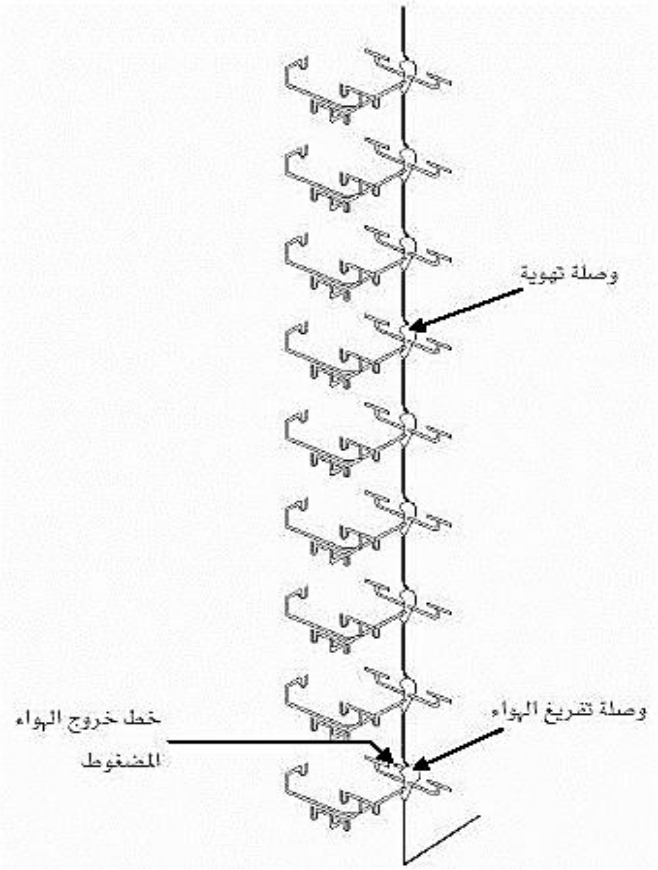
وفكرته الأساسية تعتمد على صرف المخلفات الثقيلة (المراحيض) والخفيفة من خلال ماسورة واحدة - عمود عمل - ويتفرع من هذا النظام عدة أساليب، ومنها ما هو موضح في الشكل رقم (٣١,١، ٣٢,١، ٣٣,١، ٣٤,١، ٣٥,١).



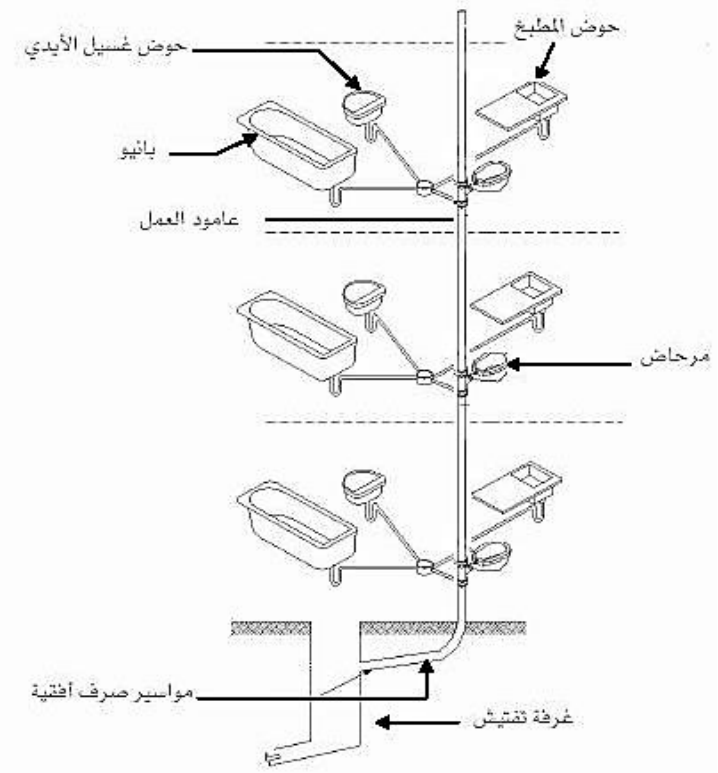
شكل رقم (٣١,١) أسلوب الماسورة المهواة بالكامل



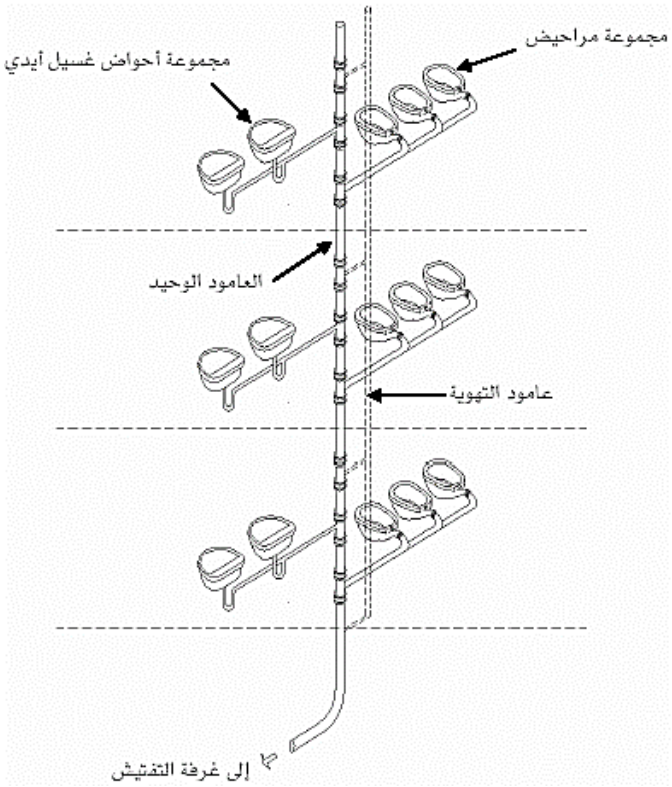
شكل رقم (٣٢,١) الأسلوب المعدل للماسورة الواحدة مع تهوية أفرع العمل



شكل رقم (٣٣,١) أسلوب سوفينت للعمود الوحيد



شكل رقم (٣٤,١) أسلوب العمود الوحيد



شكل رقم (٣٥,١) أسلوب العمود الوحيد مع عمود الهواء

وسيقتصر الشرح والتدريب هنا -طبقاً للمحتوى العلمي للحقيبة التدريبية - على أكثر تلك الأنظمة استخداماً في المباني بالمملكة والتي تتمثل في الآتي:

١. نظام الصرف ذو الماسورتين وماسورة تهوية Two pipe system with vent pipe:

ويطلق عليه أيضاً أسلوب الماسورتين مع استعمال سيفونات الأرضيات وتهوية عمود العمل، وفيه يكون صرف المراحيض مباشرة على عمود العمل الرأسي (ع.ع) المركب خارج المبنى، بينما تصرف المغاسل والبانيو على سيفون الأرضية - البيبة - ومنها على عمود الصرف الرأسي (ع. ص) بينما يصرف البيديه مباشرة -في أغلب الأحوال - على عمود الصرف، ويقوم عمود التهوية الرأسي (ع.ت) بتهوية مداد صرف المرحاض فقط، شكل رقم (٣٦,١). ويمتاز هذا النظام بأنه يمكن إعادة استخدام مياه الصرف الخفيف مرة أخرى - بعد فلترتها -في صناديق الطرد (سيفونات) المراحيض مما يوفر نسبة حوالي ١٥- ٢٠ ٪ من استهلاك المياه بالمبنى مما يسهم في توفير استهلاك المياه وترشيدها.

ومن عيوب هذا النظام زيادة التكلفة الناتجة عن استخدام عدد أكبر من مواسير الصرف الرأسية بالإضافة إلى حاجة تلك المواسير لمساحة كبيرة من الجدران خارج المبنى للتعليق، وكذلك عدم وجود مرونة كافية في توزيع الأجهزة الصحية داخل الحمامات.

٢. نظام الصرف ذو الماسورة الواحدة المهواة بالكامل One pipe system fully vented:

هي أكثر الأنظمة استخداماً في المباني السكنية متعددة الأدوار حيث يتكون من ماسورة عمل رئيسة صاعدة تجمع كلاً من مخلفات العمل والصرف (ع.ع)، وبجانبها عمود تهوية (ع.ت) يقوم بتهوية جميع المدادات التي تتصل مباشرة بعمود العمل، شكل رقم (٣٧,١-أ). ويمتاز هذا النظام بالمرونة في توزيع الأجهزة الصحية داخل الحمامات بالإضافة إلى أن تكلفته أقل من نظام الصرف في الماسورتين، ويعيبه أنه لا يمكن الاستفادة من إعادة استخدام مياه الصرف الخفيف مرة أخرى في أعمال الصرف الصحي الثقيل بالمبنى.

٣. نظام الصرف ذو الماسورة الواحدة One pipe system:

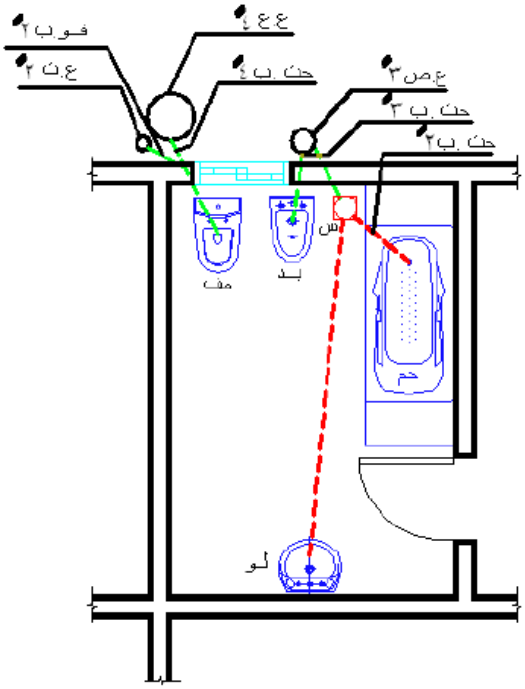
وهو يختلف عن النظام السابق في أن عمود العمل يكون بقطر كبير - لا يقل عن ٥" - وتتم عملية الصرف والتهوية من خلاله، وكذلك فإنه يفوق جميع الأنظمة الأخرى من الناحية الاقتصادية خاصة في تقليل أعمال تركيبات المواسير بالمباني، شكل رقم (٣٧,١-ب).

ويشترط فيه - وجميع أنظمة الماسورة الواحدة - أن يكون اتصال الأجهزة الصحية بعمود العمل على مستويات مختلفة، حيث تترك مسافات رأسية بين منسوب مداد الصرف الثقيل ومناسيب مدادات الصرف الخفيف كما هو موضح بالجدول المرفق، شكل رقم (٣٨,١).

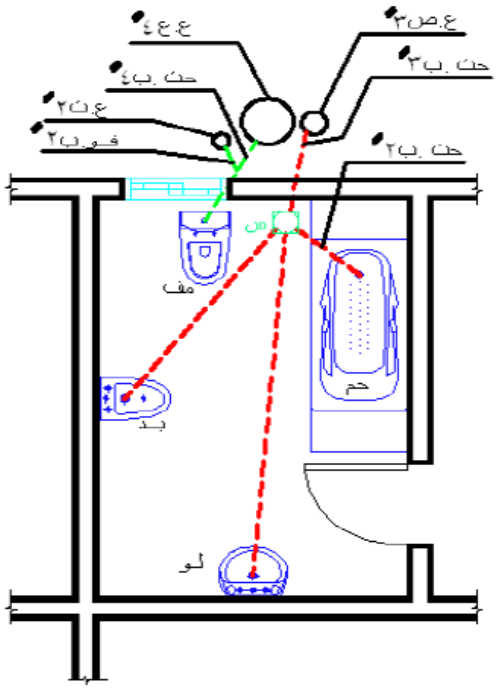
ويختلف صرف الحمامات المجمعة عن الأخرى المنفردة في الآتي، شكل رقم (٣٩,١، ٤٠,١، ٤١,١):

أ. استخدام أقل عدد ممكن من مواسير الصرف الرأسية - خاصة في نظام الصرف ذي الماسورتين - وذلك بتجميع الصرف الثقيل سوياً وكذلك الصرف الخفيف.

ب. محاولة توحيد فرش الحمامات - خاصة المتماثلة في الشكل - لسهولة التنفيذ. ويختلف صرف الدور الأرضي عن الأدوار المتكررة في أن الصرف الثقيل يكون على غرفة التفتيش مباشرة بينما يكون الصرف الخفيف على الجاليتراب ثم غرفة التفتيش، شكل رقم (٣٩,١-ب).



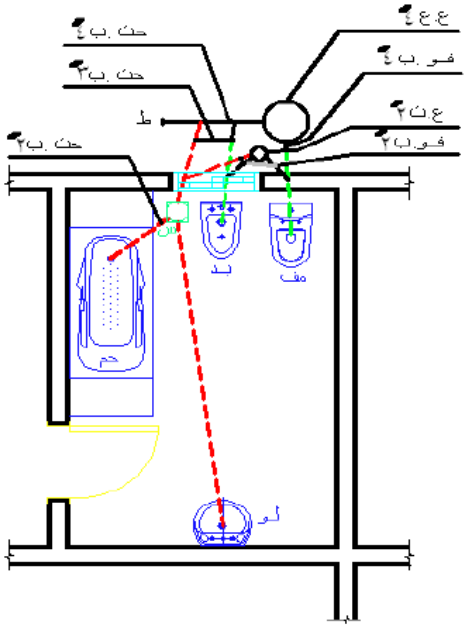
(أ) صرف البيديه مباشرة على عمـــود الصرف



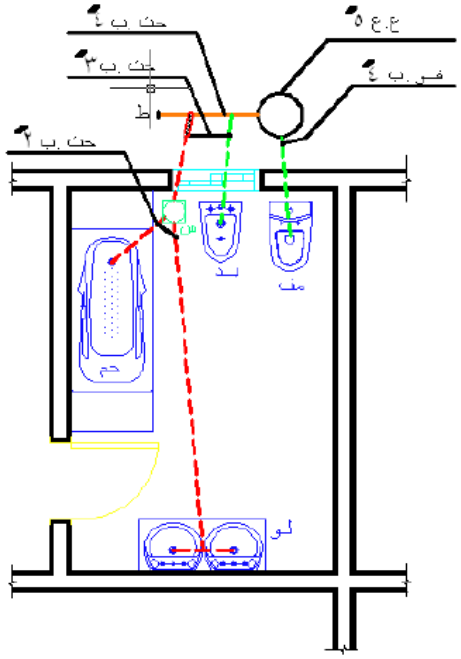
(ب) صرف البيديه على سيفون الأرضـــية

جدول الرموز والمصطلحات	
الرمز	المصطلح
ع . ع	عمود عمل
ع . ص	عمود صرف
ع . ت	عمود تهوية
حت . ب	مداد تحت الأرض من البلاستيك
فو. ب	مداد فوق الأرض من البلاستيك
مف	مرحاض إفرنجي
بد	بيديه (شطاف)
حم	حوض استحمام (بانيو)
لو	حوض غسيل أيدي (مغسلة)
س	سيفون أرضية (بيبه)

شكل رقم (٣٦,١) مثال لصرف حمام مفرد بنظام الصرف ذي الماسورتين وماسورة تهوية



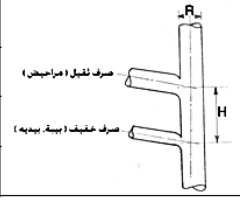
(أ)مثال على نظام الصرف ذي الماسورة الواحدة المهواة بالكامل



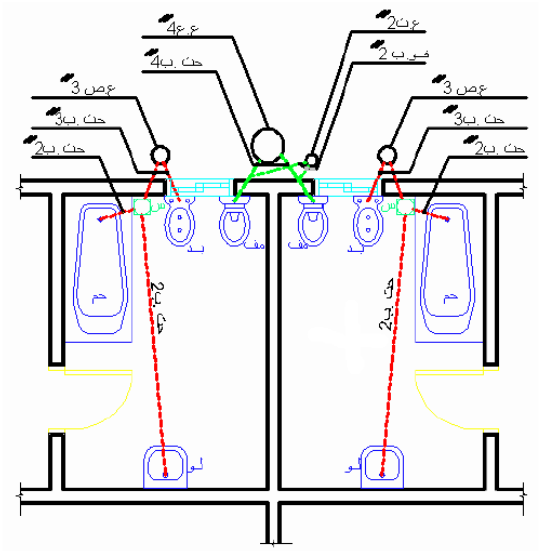
(ب) مثال على نظام الصرف ذي الماسورة الواحدة

جدول الرموز والمصطلحات	
الرمز	المصطلح
ع . ع	عمود عمل
ع . ص	عمود صرف
ع . ت	عمود تهوية
حت . ب	مداد تحت الأرض من البلاستيك
فو. ب	مداد فوق الأرض من البلاستيك
مف	مرحاض إفرنجي
بد	بيديه (شطاف)
حم	حوض استحمام (بانيو)
لو	حوض غسيل أيدي (مغسلة)
س	سيفون أرضية (بيبه)

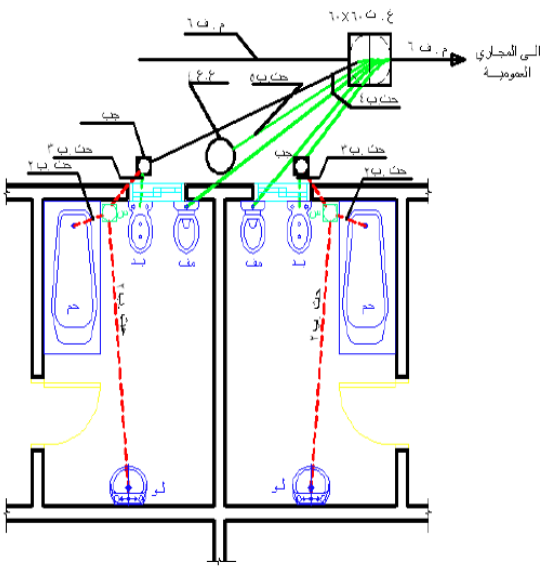
شكل رقم (٣٧,١) مثال لصرف حمامات مفردة بنظام الماسورة الواحدة

شكل النموذج	قطر الماسورة (R)	المسافة الرأسية(المنطقة الحرجة) بين مدات الصرف (H)
	٧٥مم	٩٠مم
	١٠٠مم	١٦٠مم
	١٢٥مم	٢١٠مم
	١٥٠مم	٢٦٠مم

شكل رقم (٣٨,١) المنطقة الحرجة التي لا يسمح بالصرف الخفيف عليها في نظام الماسورة الواحدة



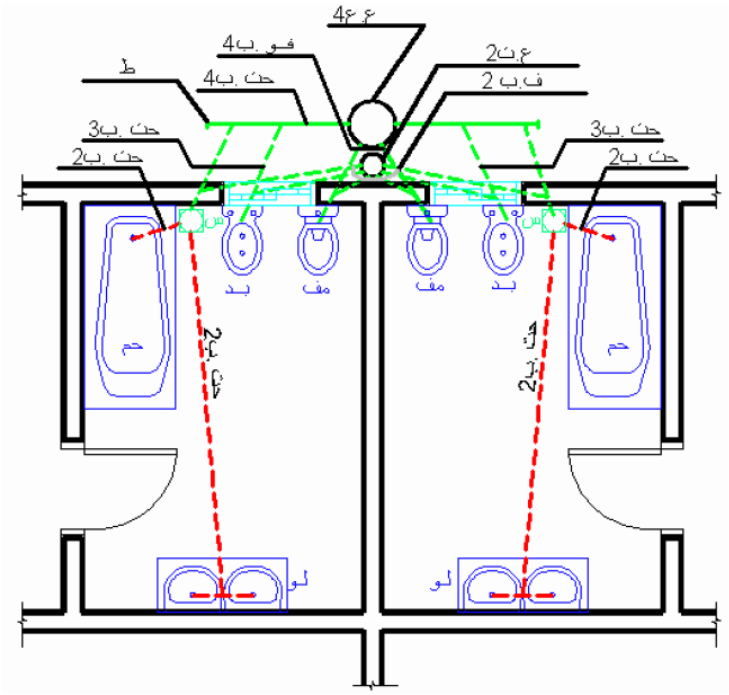
(أ) صرف حمامات مجمعة دور متكرر



(ب) صرف حمامات مجمعة دور أرضي

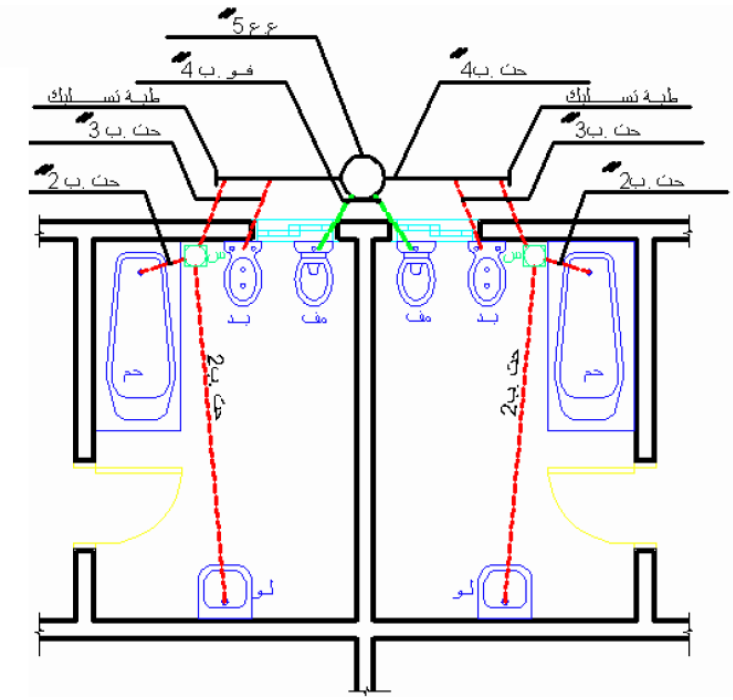
جدول الرموز والمصطلحات	
الرمز	المصطلح
ع . ع	عمود عمل
ع . ص	عمود صرف
ع . ت	عمود تهوية
حت . ب	مداد تحت الأرض من البلاستيك
فو. ب	مداد فوق الأرض من البلاستيك
مف	مرحاض إفرنجي
بد	بيديه (شطاف)
حم	حوض استحمام (بانيو)
لو	حوض غسيل أيدي (مغسلة)
س	سيفون أرضية (بيبه)
جب	جاليتراب
غ. ت	غرفة تفتيش
م. ف	ماسورة فخار

شكل رقم (٣٩,١) مثال لصرف حمامات مجمعة بالنظام ذي الماسورتين وماسورة تهوية



جدول الرموز والمصطلحات	
الرمز	المصطلح
ع . ع	عمود عمل
ع . ص	عمود صرف
ع . ت	عمود تهوية
حت . ب	مداد تحت الأرض من البلاستيك
فو. ب	مداد فوق الأرض من البلاستيك
مف	مرحاض إفرنجي
بد	بيديه (شطاف)
حم	حوض استحمام (بانيو)
لو	حوض غسيل أيدي (مغسلة)
س	سيفون أرضية (بيبه)
ط	طبه تسليك

شكل رقم (١,٤٠) صرف الحمامات بنظام الماسورة الواحدة المهواة بالكامل



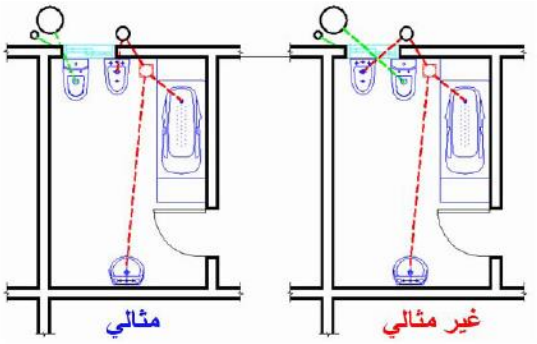
جدول الرموز والمصطلحات	
الرمز	المصطلح
ع . ع	عمود عمل
ع . ص	عمود صرف
ع . ت	عمود تهوية
حت . ب	مداد تحت الأرض من البلاستيك
فو. ب	مداد فوق الأرض من البلاستيك
مف	مرحاض إفرنجي
بد	بيديه (شطاف)
حم	حوض استحمام (بانيو)
لو	حوض غسيل أيدي (مغسلة)
س	سيفون أرضية (بيبه)
ط	طبه تسليك

شكل رقم (١,٤١) صرف حمامات مجمعة بدور متكرر بنظام الماسورة الواحدة

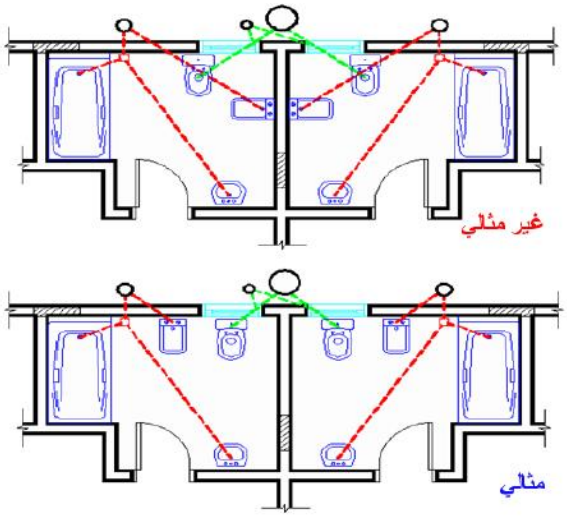
- **الاعتبارات الفنية لأعمال الصرف الصحي.**

هناك بعض الاعتبارات الفنية التي يجب أخذها في الاعتبار عند صرف الحمامات أو الدورات أو المطابخ ونحوها، شكل رقم (٤٢,١)، باستخدام أي من تلك الأنظمة السابقة تتمثل في:

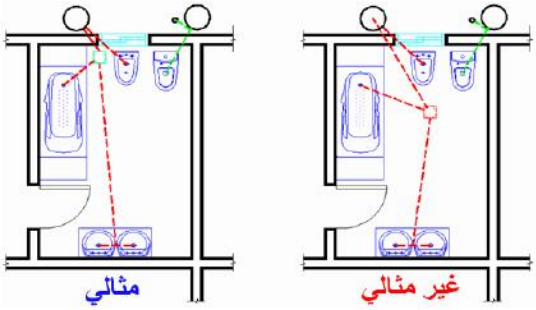
١. عدم تقاطع مدادات الصرف مع بعضها البعض أو وضعها فوق بعضها حيث إن هذا يؤدي إلى سدد في مدادات الصرف وكذلك صعوبة في الصيانة.
٢. عدم وضع مدادات الصرف فوق بعضها البعض حيث إن هذا يؤدي إلى الحاجة لفراغ أكبر أسفل أرضية الحمام أو دورة المياه ونحوها.
٣. عدم مرور مدادات الصرف من أسفل الأجهزة الصحية لتفادي احتمال ثقب المدادات عند تركيب تلك الأجهزة، وكذلك الصعوبة عند الصيانة وعند الحاجة إلى تغييرها.
٤. عدم وجود زوايا حادة في خطوط الصرف الأفقية - صد/ رد- لأنها تؤدي إلى ضعف سريان المياه داخلها مما يسبب بالمستقبل انسداد هذه المدادات عند تلك الزوايا الحادة.
٥. وضع المرحاض أقرب ما يمكن إلى الجدار الخارجي ليسهل صرفه على عمود العمل.
٦. صرف البيديه - الشطاف - مباشرة على عمود الصرف وفي حالة الضرورة القصوى يمكن أن يصرف على سيفون الأرضية.
٧. صرف المغاسل والبانيو على سيفون الأرضية، وحوض المطبخ على ماسورة الصرف.
٨. وضع سيفون الأرضية أقرب ما يمكن من البانيو لسهولة إجراء أعمال الصيانة الدورية لصرف البانيو عليها.
٩. تركيب سيفون الأرضية أقرب ما يمكن من عمود الصرف الخارجي ولا توضع وسط الحمام أو دورة المياه لسهولة الصرف.



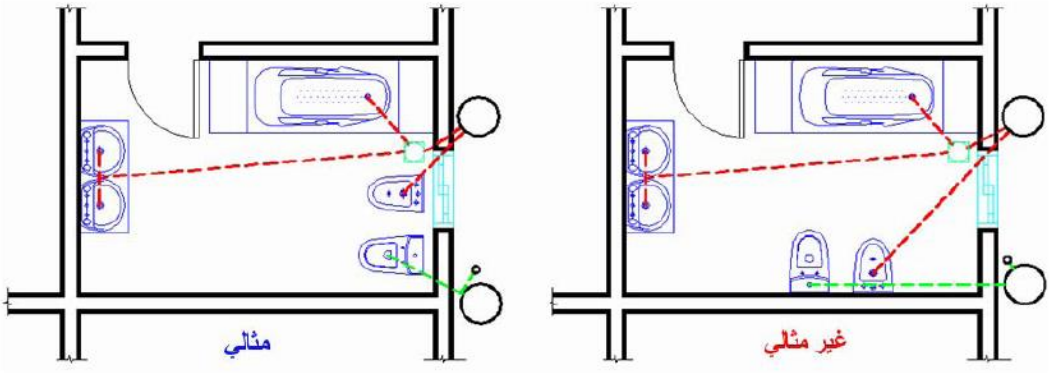
(أ) عدم تقاطع خطوط الصرف



(ب) عدم مرور مدادات الصرف تحت الأجهزة الصحية



(ج) عدم وضع البيبة في نصف الحمام ووضعها أقرب ما يمكن من الجدار الخارجي، وكذلك عدم وجود زوايا حادة في الصرف



(د) المرحاض والبيديه أقرب ما يمكن من الجدار الخارجي لسهولة الصرف

شكل رقم (٤٢,١) بعض الاعتبارات الفنية التي يجب أخذها بالاعتبار عند صرف الأجهزة

أعمال اللحام للمواسير:

هناك أنواع كثيرة من المواسير والمدادات التي تستخدم في أعمال الصرف والتغذية داخل المبنى -أشهرها البلاستيك- ويتم لحام تلك المواسير مع بعضها البعض وكذلك مع أنواع أخرى مختلفة بطرق متعددة تتمثل في الآتي، شكل رقم (١.٤٣):

١. **لحام ماسورة بلاستيك مع أخرى بلاستيك:**

ويكون ذلك من خلال إحدى طريقتين:

أ. بغراء مخصوص لمواسير البلاستيك، وهذا يفضل في الأقطار الصغيرة حتى أقل من ٣".

ب. باللحام الحراري، عن طريق وضع قفيز معدني على منطقة لحام الماسورتين (بعد إدخال رأس إحداها مع ذيل الأخرى) وتسخينه لفترة بسيطة مع الضغط الخفيف عليهما.

٢. **لحام ماسورة فخار مع أخرى فخار:**

ويكون من خلال كتان مغموس في لباني الإسمنت ومونة إسمنتية قوية.

٣. **لحام رصاص مع رصاص:**

عن طريق لحام قصدير.

٤. **لحام مواسير حديد زهر مع أخرى حديد زهر:**

عن طريق كتان مقطرن ورصاص مقلفط (رصاص منصهر).

٥. **لحام مواسير حديد مع أخرى حديد:**

من خلال أسطبة وقلاووظ.

٦. **لحام مواسير نحاس مع أخرى نحاس:**

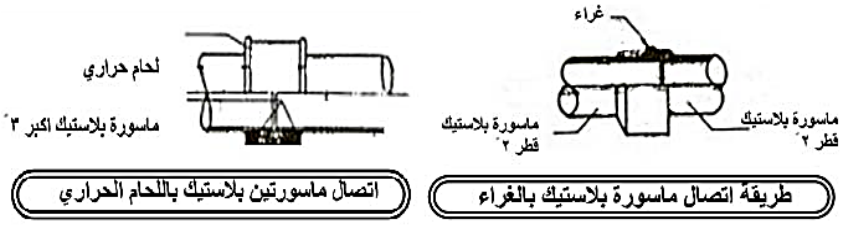
أ. أما إذا كان رقيقاً فيكون بواسطة لحام القصدير أو الفضة.

ب. إذا كان النحاس سميكاً يكون اللحام مثل المواسير الحديد أسطبة وقلاووظ.

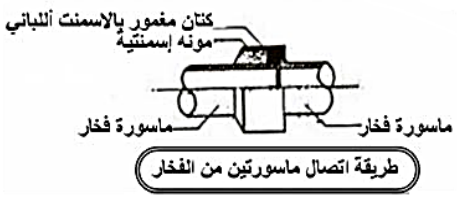
أما لحام المواسير المختلفة النوعية مع بعضها البعض فيكون من خلال قاعدة عامة تنص على أنه "يتم استعمال اللحام المستخدم في إحداها ويصلح للأخرى"، مثال ذلك:

لحام ماسورة فخار مع أخرى زهر يكون من خلال كتان مقطرن ومونة إسمنتية -وهو المستخدم في لحام مواسير الفخار - ولا يستخدم نوع لحام مواسير الزهر مع بعضها البعض (كتان مقطرن ورصاص مقلفط) حيث إنه لا يصلح للماسورة الفخار وهكذا.

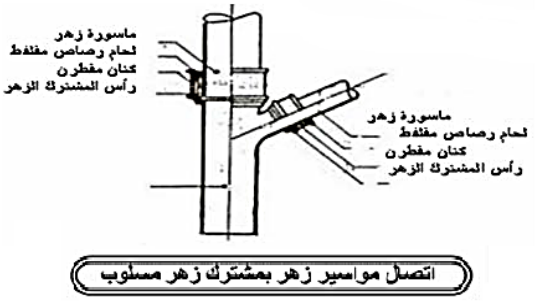
وفي حالة عدم توافق أي من اللحامات المستخدمة في كل نوعية يتم تطبيق قاعدة أخرى تنص على أنه "استعمال وسيط بين الماسورتين المراد لحامهما يصلح لحامه معهما سوياً"، مثال ذلك: ماسورة رصاص مع ماسورة زهر نجد هنا لحام الرصاص لا يصلح مع الزهر ولحام الزهر لا يصلح مع الرصاص؛ لذا نستخدم ماسورة نحاس تكون وسيطاً بين الاثنتين تتصل مع الرصاص بلحام القصدير ومع الزهر بالرصاص المقلفط.



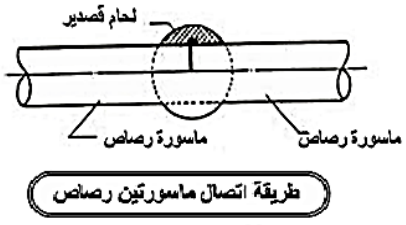
(أ) لحام ماسورة بلاستيك مع أخرى بلاستيك



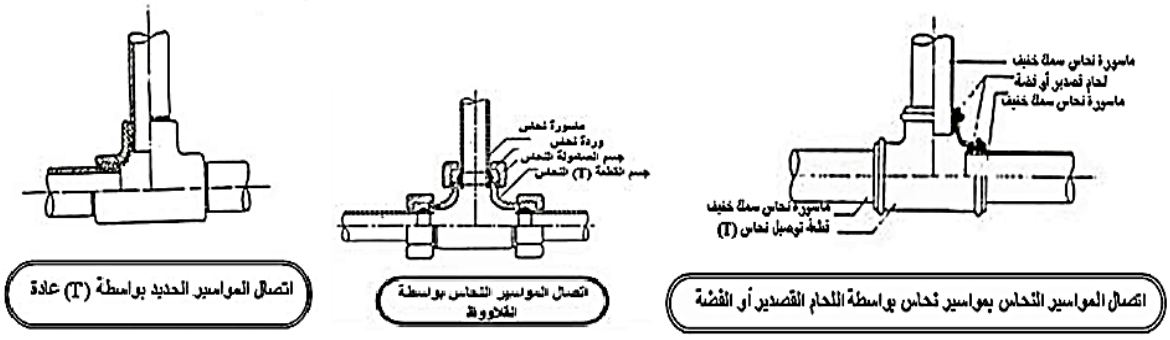
(ب) لحام مواسير فخار مع بعضها البعض



(د) لحام مواسير زهر



(ج) لحام المواسير الرصاص



(هـ) لحام مواسير نحاس ومواسير حديد

شكل رقم (٤٣,١) لحام المواسير

أساليب الكشف على أعمال الصرف واستلام الأعمال وفق اشتراطات كود البناء السعودي:

هناك عدة أساليب للكشف واختبار أعمال الصرف الصحي داخل المبنى وأخرى على أعمال الصرف والتغذية وسنذكر هنا الخاصة بأعمال الصرف فقط وسنؤجل الأخرى بعد شرح أعمال التغذية في الباب القادم وتنحصر تلك الأساليب في الآتي:

١. **أسلوب المياه:**

وهو الأكثر استخداماً في أعمال الصرف حيث تسد جميع نهايات المواسير والمدادات المراد اختبارها بواسطة طبة كاوتشوك ثم يتم ملء هذه المواسير بالماء مع اتصالها بعمود مياه يرتفع ١,٥م عن أعلى متسرب لوصلات المواسير والمدادات المراد اختبارها وترك المياه فيها لمدة ١٢ – ٢٤ ساعة، حيث يتم التأكد من عدم وجود أي رشح للمياه خلالها، شكل رقم (٤٤,١).

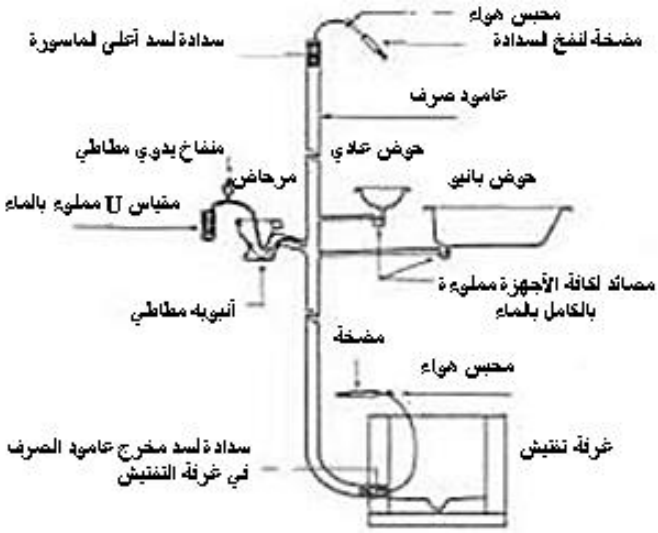
٢. **أسلوب الدخان:**

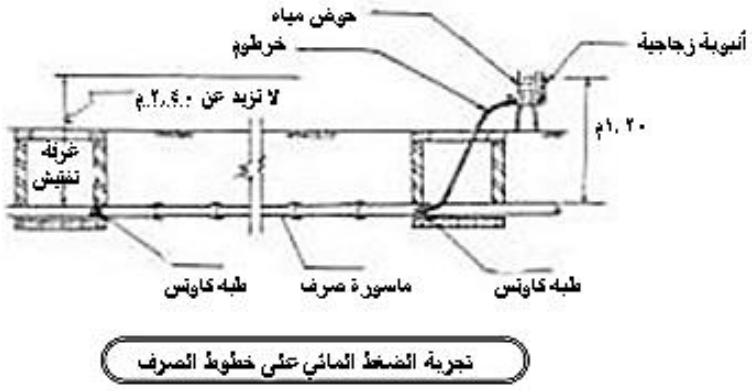
وهو أقل كفاءة من الأسلوب الأول، ويستعمل في اختبار المواسير والمدادات القائمة بالفعل القديمة - حيث توصل المواسير والمدادات بماكينة دخان - هواء ملون - ونسد نهاياتها، ومن أماكن التسريب تتم معرفة الأجزاء المراد تغييرها، شكل رقم (٤٥,١).

- **استلام أعمال الصرف:**

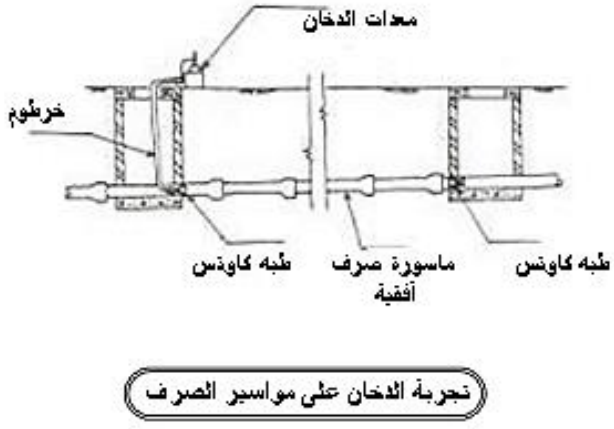
يكون استلام تنفيذ الأعمال الصحية بالمبنى طبقاً للمراحل الآتية:

١. مطابقة نوعيات المواد المستخدمة (من أجهزة صحية ومواسير ومدادات صرف ونحوها) مع النوعيات المعتمدة.
٢. تنفيذ الأعمال الصحية طبقاً للمخططات المعتمدة ولأصول الصنعة.
٣. تنفيذ الأعمال طبقاً للمراحل الفنية المذكورة في المواصفات ولا يتم البدء في مرحلة لاحقة إلا بعد استلام المرحلة الحالية.
٤. تنظيف المكان والأجهزة الصحية تماماً وعدم ترك أي بقايا أو شوائب أو مواد أخرى تقلل من كفاءتها.
٥. اختبار جميع الأجهزة طبقاً لما ذكر سابقاً، والتأكد من عملها على الوجه الأكمل.



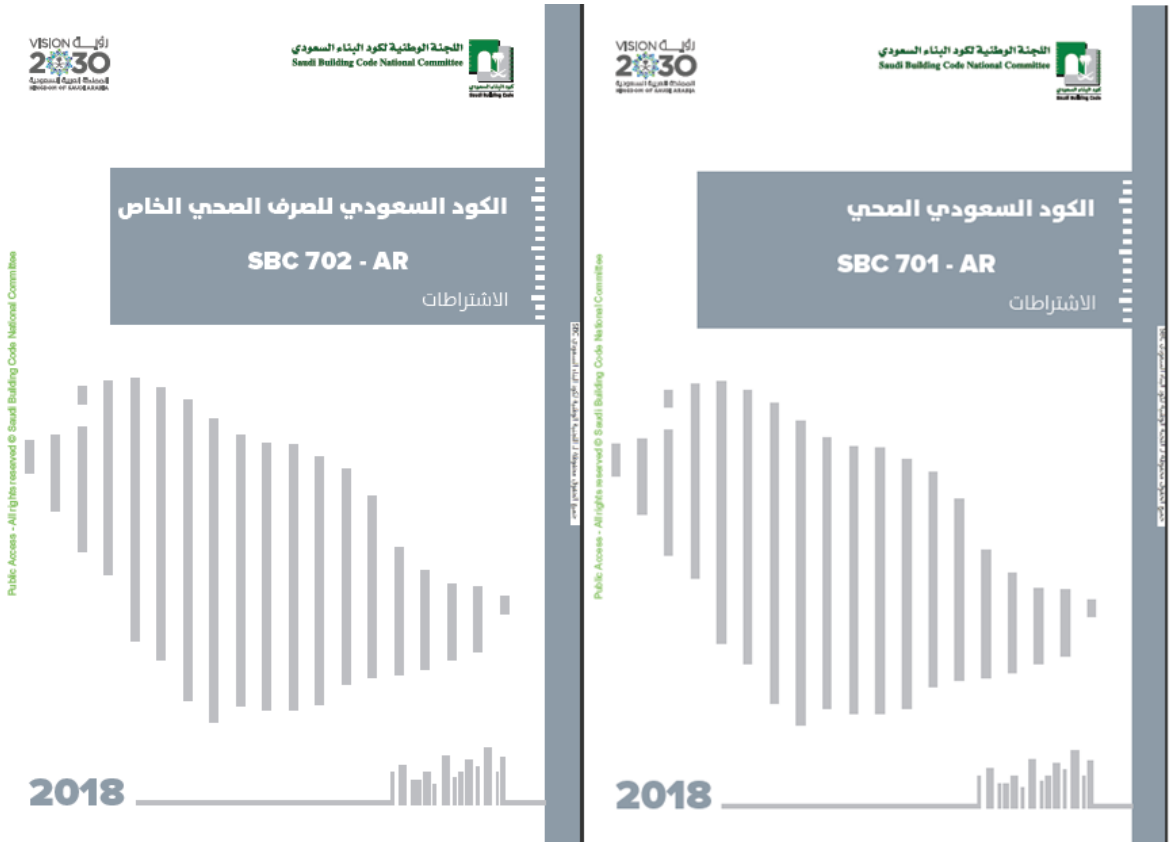


شكل رقم (٤٤,١) أساليب الكشف واختبار مواسير الصرف بأسلوب المياه



شكل رقم (٤٥,١) أساليب الكشف واختبار مواسير الصرف بأسلوب الدخان

كما يجب أن يكون استلام جميع بنود أعمال الصرف الصحي وفق اشتراطات ومتطلبات كود البناء السعودي، ومنها ما هو موجود في (الكود السعودي للصرف الصحي الخاص SBC – AR 702-الاشتراطات)، شكل رقم (٤٦,١).



شكل رقم (٤٦,١) كود البناء السعودي Saudi Building Code – SBC
(موقع إلكتروني ١، ٢٠٢٠)

أعمال التغذية بالمياه Water Supply

بعد أن تناولنا في البابين السابقين أنواع الأجهزة الصحية وكيفية توزيعها داخل الفراغ المعماري، وكذلك أعمال الصرف الصحي داخل المبنى وأنظمة الصرف الصحي المستخدمة بالمملكة.

سنركز في هذا الباب على أعمال التغذية بالمياه داخل المباني من حيث معدلات استهلاك المياه والعوامل المؤثرة فيها ونظم توزيع مياه الشبكة العمومية في المباني، وكذلك كيفية توزيع المياه على الأجهزة الصحية المختلفة داخل الفراغ المعماري.

معدلات استهلاك المياه:

تعتبر الدول الإسلامية عموماً والعربية منها على وجه الخصوص هي الأعلى في استهلاك الفرد للمياه. حيث يبلغ متوسط نصيب الفرد في المملكة من استهلاك المياه نحو ٢٨٩ لتر يومياً (صحيفة الاقتصادية، ٢٠١٩)، وتتأثر معدلات استهلاك المياه بشكل عام بمجموعة من العوامل المختلفة يمكن حصرها في الآتي:

١. **طبيعة المناخ:** حيث تزداد معدلات الاستهلاك في البلدان الحارة عنها في الباردة وفصل الصيف عنه في الشتاء.
٢. **مستوى معيشة الفرد:** حيث إن هناك علاقة طردية بين متوسط دخل الفرد ومعدل استهلاكه للمياه فكلما زاد الدخل زاد معدل الاستهلاك لزيادة المتطلبات المعيشية.
٣. **أسعار المياه:** وهنا العلاقة عكسية فكلما زادت أسعار المتر المكعب من المياه أصبح الاستهلاك مقبولاً بينما عندما تقل أسعار المياه تزداد معدلات الاستهلاك لتصل في أحيان كثيرة إلى حد الإسراف.
٤. **نظم توزيع المياه:** حيث يزداد معدل الاستهلاك عندما يكون توزيع المياه بصفة مستمرة طوال أيام الأسبوع بينما يقل معدل الاستهلاك عندما يتم توزيع المياه على فترات متقطعة بأيام محددة من الأسبوع أو الشهر.
٥. **حجم المدينة:** فالمناطق المنعزلة والتجمعات السكنية الصغيرة يقل فيها معدل الاستهلاك عن المدن ذات التجمعات السكنية الكبيرة المكتظة بالسكان.
٦. **نوعية النشاط:** فمعدل الاستهلاك يختلف في المناطق السكنية عن المناطق التجارية عن المناطق الصناعية؛ وأيضاً في المباني السكنية التجارية عن المباني السكنية التجارية

الإدارية عن المباني الإدارية أو التعليمية أو الصحية...إلخ، بل وأيضاً يمكن أن يختلف في المناطق ذات الصناعات الثقيلة عن تلك ذات الصناعات المتوسطة أو الخفيفة...إلخ.

نظم توزيع مياه الشبكة العمومية في المباني:

تتم تغذية المباني بالمياه من خلال توصيل شبكة المياه الداخلية لها بشبكة المياه العمومية عبر ماسورة تغذية تكون عادة من الحديد المجلفن أو البلاستيك المخصص- الذي يتحمل ضغط الشبكة العالي- وفي نهايتها وصلة مرنة من الرصاص يتم تنفيذها بمعرفة مرفق المياه بالمدينة على نفقة مالك المبنى، وعادةً ما تحاط بماسورة ذات قطر أكبر من الحديد الزهر لحمايتها من الكسر ويركب في نهايتها من جهة المبنى محبس لغلق المياه - في حالة عمل إصلاحات بالشبكة الداخلية للمبنى أو لأمور إدارية أخرى- ثم عداد لحساب كمية الاستهلاك، شكل رقم (٤٧,١-أ،ب).

وتتنوع أنظمة تغذية المباني بالمياه من بلد إلى آخر ومن مدينة إلى أخرى بل وأحياناً من مبنى إلى آخر، وتنحصر تلك الأنظمة في خمسة أنظمة رئيسة يتفرع منها العديد من الأنظمة الأخرى كما هو موضح بالشكل رقم (٤٨,١) وهي كالتالي:

١. **تغذية مباشرة من الشبكة العمومية:** وهو من أفضل الأنظمة - حيث لا تتعرض المياه فيها لأي تلوث - ويشترط فيها وجود المياه بالشبكة طوال أيام السنة وكذلك طوال ساعات اليوم، وهذا النظام ينقسم إلى نظامين فرعيين هما:

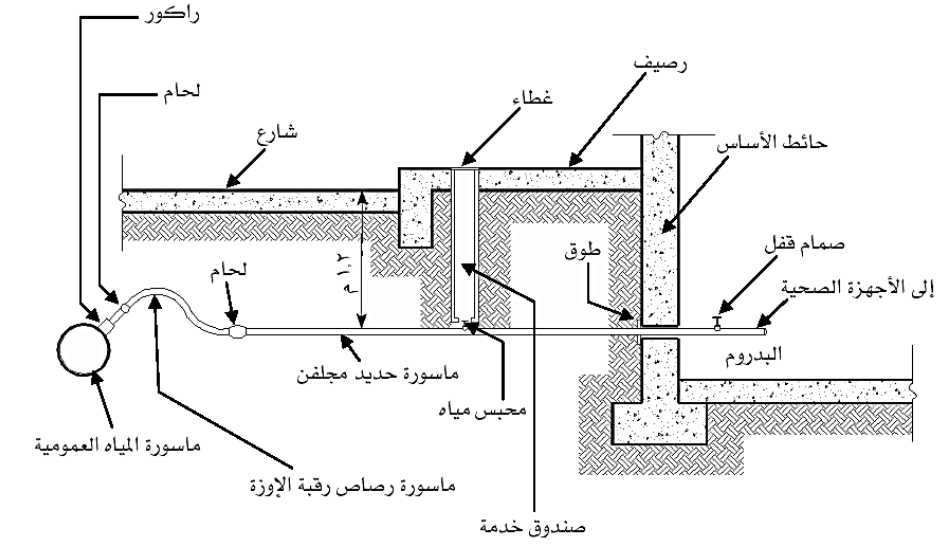
أ- **تغذية بضغط الشبكة:** وفيه يتم الاعتماد على ضغط المياه الموجود بالشبكة لرفع المياه لجميع أدوار المبنى. وهذا النظام يصلح للمباني التي يصل ارتفاعها الأقصى حتى ١٦م، شكل رقم (٤٩,١-أ).

ب- **تغذية مباشرة بمساعدة مضخات رفع:** وفيه تتم تغذية المبنى من الشبكة العمومية بمساعدة مضخات رفع تعمل عند استعمال أي مصدر للمياه بالمبنى ويستخدم هذا النظام في حالة ضعف ضغط المياه بالشبكة العمومية - لزيادة معدل الاستهلاك عليها - أو لزيادة الارتفاع حيث يصلح هذا النظام في المباني التي يصل ارتفاعها الكلي حتى ٢٧ متر، شكل رقم (٤٩,١-ب).

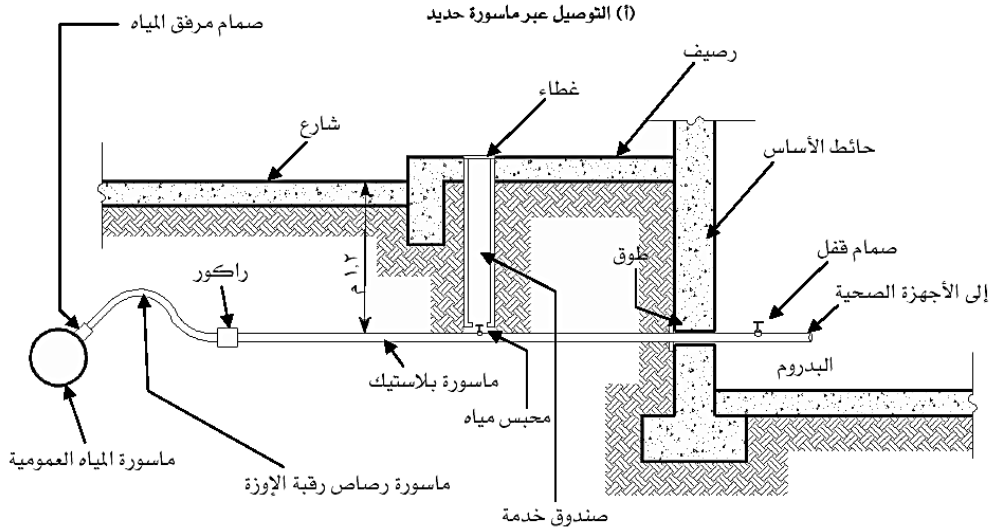
٢. **تغذية بمساعدة خزانات علوية**: ويشترط فيه أيضاً وجود المياه بشكل مستمر مثل النظام السابق ويتم اللجوء إليه في حالة وجود ضغط شديد على الشبكة أثناء الذروة لدرجة الانقطاع أحياناً وهذا النظام يمكن تقسيمه إلى نوعين هما:

أ- **التغذية بتجميع الضغط أثناء الليل:** حيث يتم ملء الخزان العلوي أثناء الليل - أو أي أوقات غير الذروة - حيث يقل الاستهلاك ويتوفر ضغط في الشبكة لملء الخزان العلوي، وهذا النظام يصلح للمباني حتى خمسة أدوار، شكل رقم (١,٥٠-أ).

ب- **ملء الخزان بواسطة مضخات رفع:** وهو مثل السابق ولكن للمباني حتى تسعة أدوار، شكل رقم (١,٥٠-ب)، وفي النوعين يراعى أن يسع الخزان العلوي استهلاك مستخدمي المبنى لفترة لا تقل عن ١٢ ساعة يومياً.

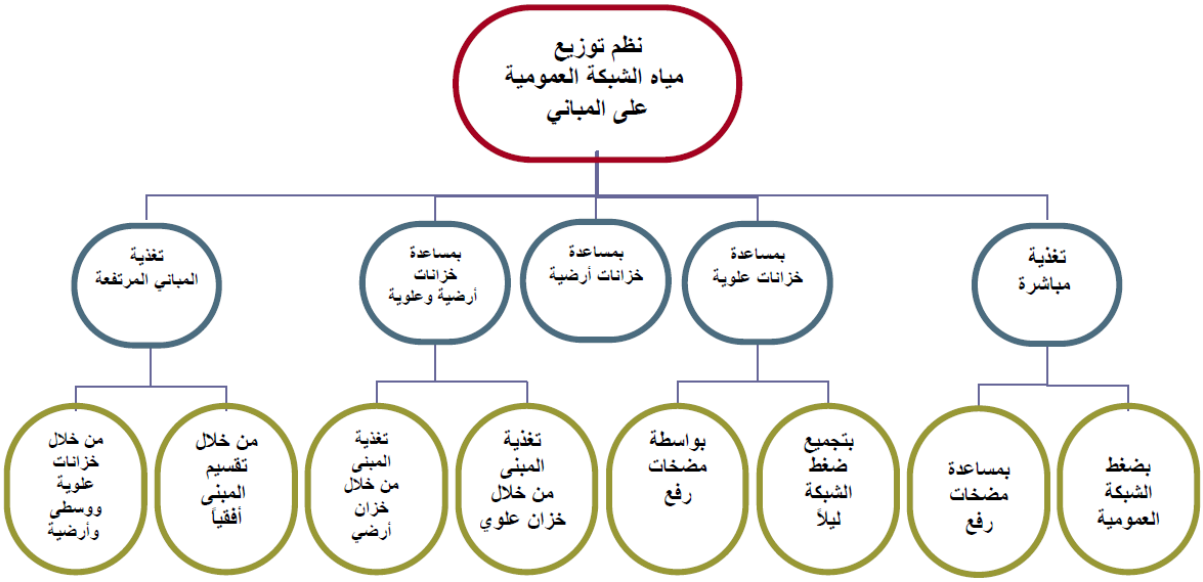


(أ) التوصيل عبر ماسورة حديد

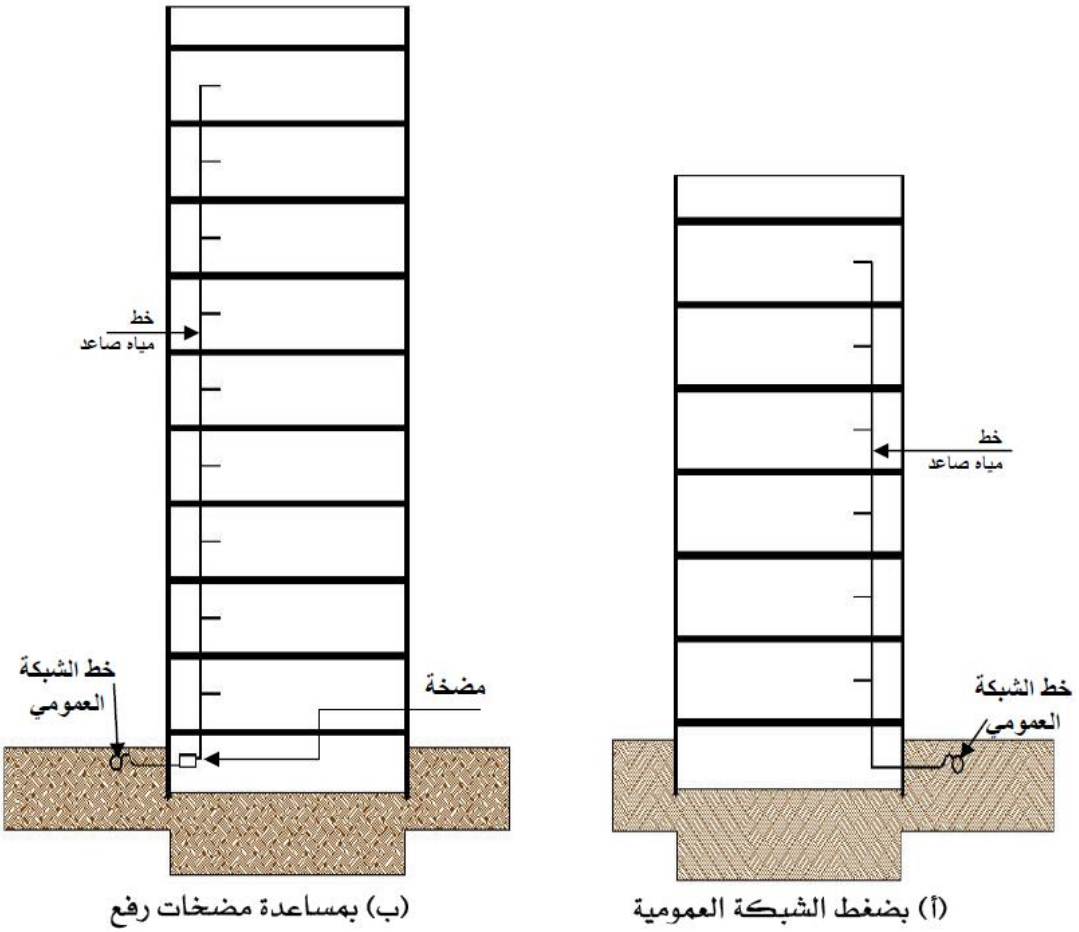


(ب) التوصيل عبر ماسورة بلاستيك

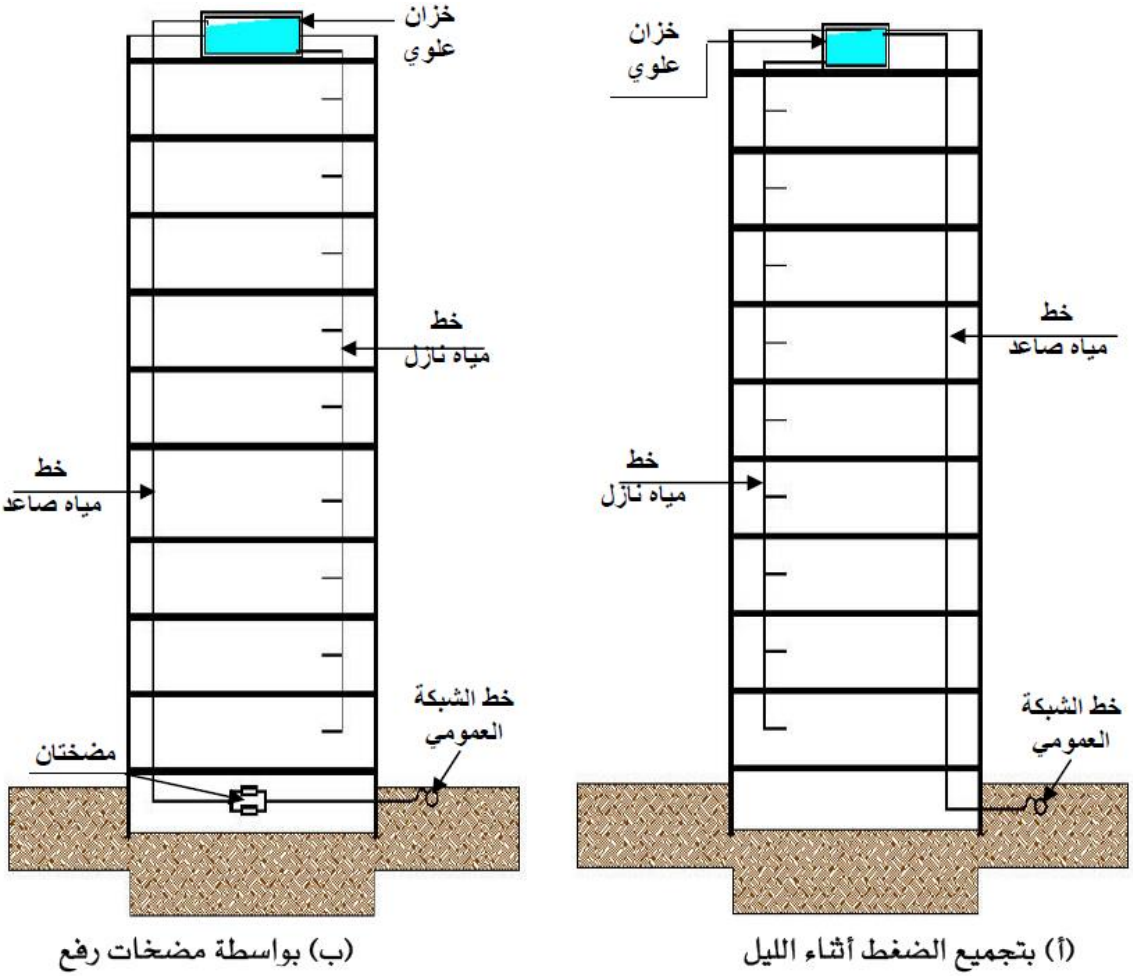
شكل رقم (١,٤٧) توصيل الشبكة الداخلية للمبنى بخط



شكل رقم (٤٨,١) نظم توزيع مياه الشبكة العمومية على المباني



شكل رقم (٤٩,١) تغذية مباشرة من الشبكة العمومية



شكل رقم (٥٠,١) تغذية بمساعدة خزانات علوية

٣. **التغذية بمساعدة خزانات أرضية:** ويستخدم هذا النظام في حالة توفر المياه في أيام محددة وساعات محددة فقط طوال الأسبوع أو الشهر بالشبكة، بالإضافة إلى محاولة الحد من الاستهلاك وتقليل الفاقد من المياه، خاصةً في حالة المباني التي لا تستخدم المياه إلا بأوقات محددة من اليوم -مثل: المساجد- حيث يتم الرفع بواسطة طلمبات رفع لا تعمل إلا عند الحاجة، شكل رقم (٥١,١)، ويجب أن يسع الخزان الأرضي لمخزون مياه يكفي مدة انقطاع المياه مع زيادة ٢٤ ساعة، بمعنى؛ لو أن المياه تكون في الشبكة مرتان شهرياً واستهلاك المياه في المبنى يبلغ ٣ متر مكعب يومياً فتكون سعة الخزان المطلوبة:

=[١٤(عدد أيام انقطاع المياه في الشبكة) + ١ (الزيادة الإضافية)] x ٣ (الاستهلاك اليومي) =١٥ x ٣ = ٤٥ م^{٣}.

٤. **التغذية بمساعدة خزانات أرضية وعلوية:** وهو النظام الأكثر انتشاراً في المملكة، وهو مثل النظام السابق يستخدم في حالة وجود المياه في أوقات محددة بالأسبوع، وفي هذه الحالة يجب أن يسع الخزان الأرضي على الأقل لمخزون مياه يكفي استهلاك الفترة التي تنقطع عنها المياه بالشبكة العمومية والخزان العلوي يكون احتياطياً، بمعنى؛ لو أن المياه تضخ في الشبكة في يوم واحد فقط في الأسبوع، والاستهلاك اليومي للمبنى هو ٢ متر مكعب فيكون حجم الخزان المطلوب:

= ٦ (عدد أيام انقطاع المياه) x 2 (معدل الاستهلاك اليومي) = ١٢م^3.

ويكون الخزان العلوي هو الاحتياطي الزائد في حالة تأخر ضخ المياه بالشبكة، وينقسم هذا النظام إلى نوعين هما:

أ- **ملء الخزانات - أرضي وعلوي - وتغذية وحدات المبنى من خلال الخزان العلوي:** وتمتاز هذه الطريقة بوجود ضغط مناسب في الشبكة الداخلية لتغذية جميع الوحدات، شكل رقم (٥٢,١-أ).

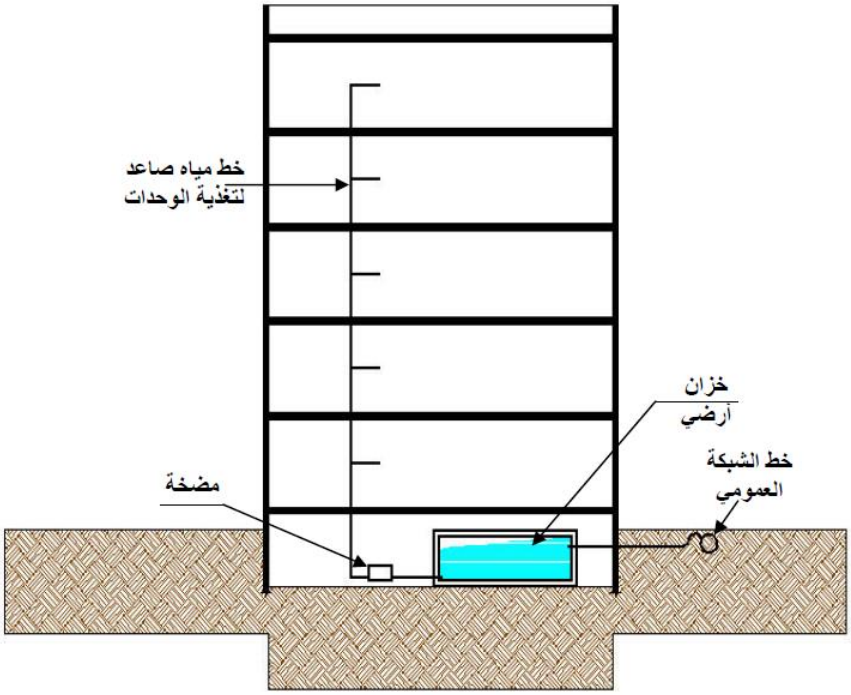
ب- **ملء الخزانات - أرضي وعلوي - وتغذية وحدات المبنى من خلال الخزان الأرضي وجعل العلوي احتياطياً:** حيث تتم تغذية الوحدات من خلال مضخة رفع تعمل عند الحاجة فقط، شكل رقم (٥٢,١-ب).

٥. **تغذية المباني المرتفعة (High-rise building feed systems):** وهو نظام ثابت لا يتغير بوجود المياه بالشبكة العمومية طوال أيام الأسبوع أو في أيام محددة، ويتم استخدامه في المباني التي يزيد عدد أدوارها على ١٥ دوراً، ويمكن تقسيم هذا النظام إلى نوعين أساسيين هما:

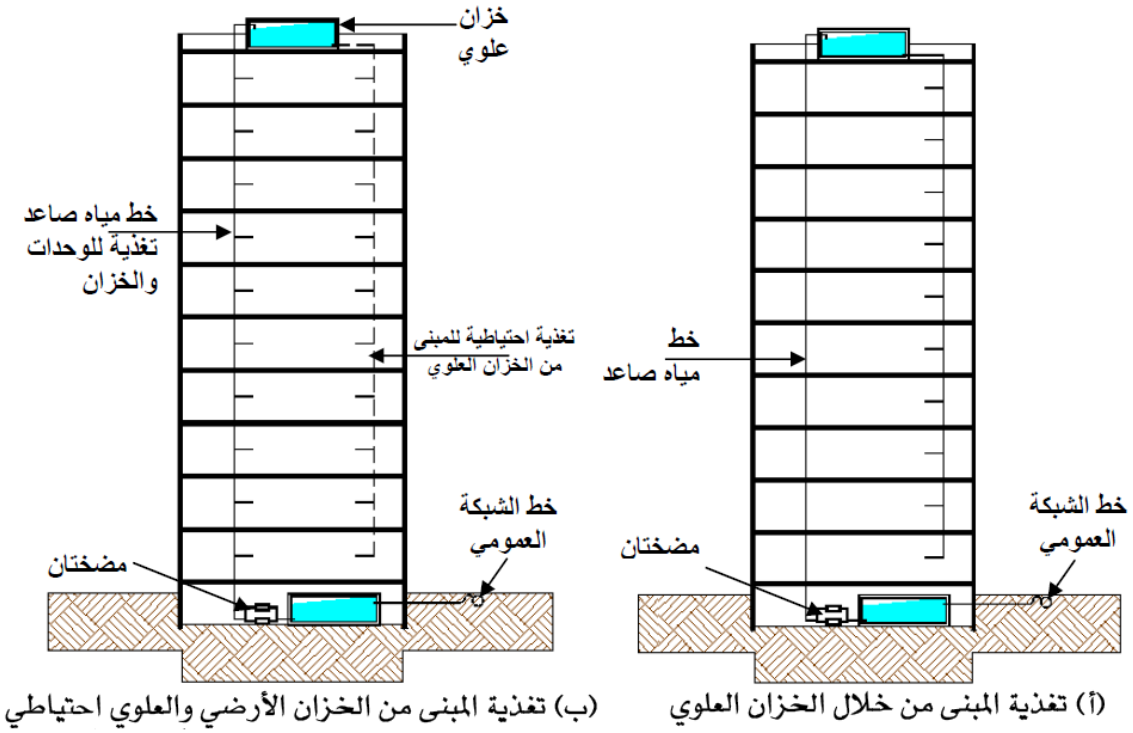
أ- **التغذية من خلال خزان أرضي ثم أوسط ثم علوي:** حيث يقوم الخزان الأرضي بتغذية الخزان الأوسط الذي بدوره يغذي الخزان العلوي ويغذي الأدوار التي أسفله. أما الخزان العلوي فإنه يقوم بتغذية الأدوار المحصورة بينه وبين الخزان الأوسط، شكل رقم (٥٣,١).

ب- **تقسيم المبنى أفقياً إلى أجزاء تتم تغذية كل جزء منها رأسياً بالأسلوب السابق:** حيث يتم تقسيم المسقط الأفقي للمبنى إلى أجزاء، شكل رقم (٥٤,١-أ)، كل جزء منها يحتوي على خزان أرضي وأوسط وعلوي مستقل عن الجزء الآخر. وأحياناً يتم عمل

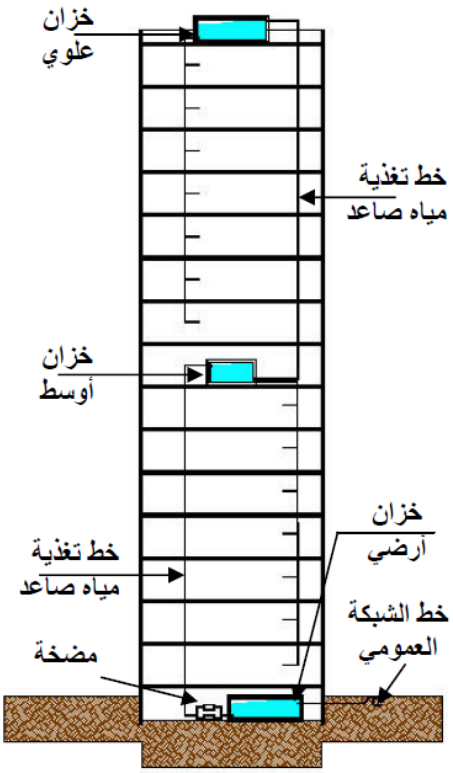
أكثر من خزان أوسط في المباني عالية الارتفاع وذلك للتقليل من التكلفة المرتفعة الناتجة عن استخدام مواسير تغذية صاعدة تتحمل ضغوطاً عالية ومضخات رفع بمواصفات عالية وباهظة الثمن، شكل رقم (٥٤,١-ب).



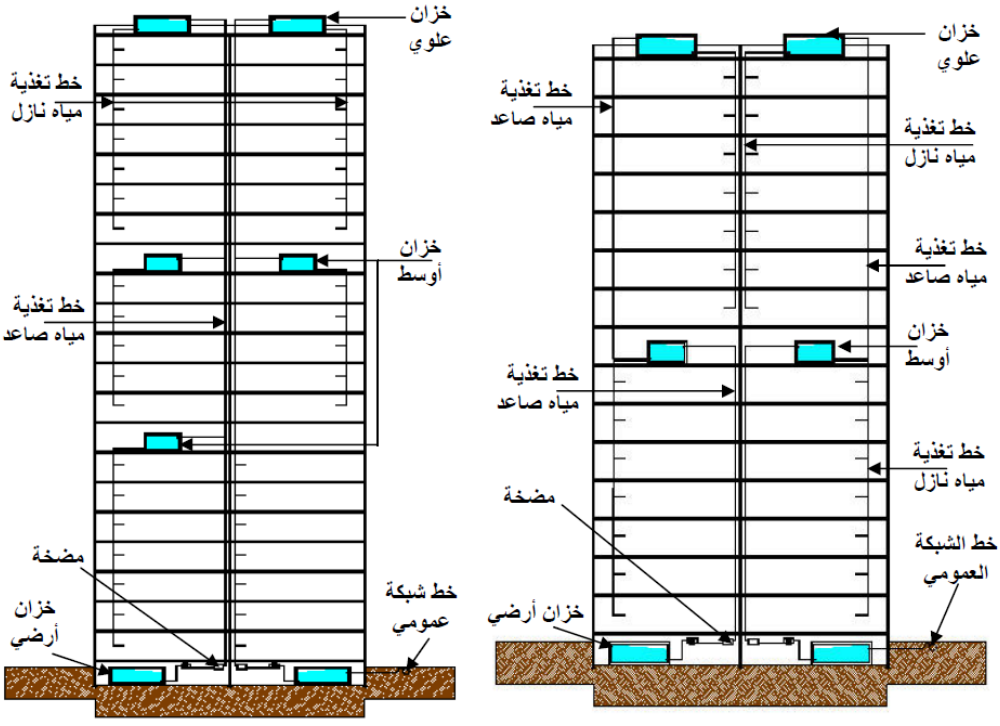
شكل رقم (٥١,١) تغذية بمساعدة خزانات أرضية فقط



شكل رقم (٥٢,١) تغذية المبنى بمساعدة خزانات أرضية وعلوية



شكل رقم (٥٣,١) تغذية المباني المرتفعة بواسطة خزانات أرضية ووسطى وعلوية



شكل رقم (٥٤,١) تغذية المباني المرتفعة من خلال تقسيمها أفقياً

تغذية الأجهزة الصحية بالمياه:

هناك بعض الاعتبارات الفنية التي تجب مراعاتها عند تغذية الأجهزة الصحية بالمياه داخل الوحدة بالمبنى تتمثل في الآتي:

١. قطر ماسورة التغذية للوحدة الصحية من الشبكة الداخلية للمبنى لا يزيد على ٥.٠"؛ إلا إذا كان عدد الأجهزة بها يتطلب أكثر من ذلك طبقاً للجدول رقم (1.١) وفيه نجد أن: ماسورة تغذية قطرها ١/٢ بوصة تستطيع أن تغذي فقط أربعة أجهزة صحية مدخلها الرئيس ١/٤ بوصة (مثل: مغسلة + بانيو + مرحاض + بيديه) دون أن يكون هناك أي ضعف في الضغط بالوحدة الصحية عند استخدام جهازين في وقت واحد. بينما يرتفع عدد الأجهزة إلى ستة في حالة استخدام ماسورة تغذية قطر ٣/٤ بوصة (مثل تغذية حمام ودورة مياه). ونحتاج إلى ماسورة التغذية من الشبكة الداخلية قطرها لا يقل عن ١ بوصة لتغذية ١٢ فرعة جهاز مدخلها ١/٤ بوصة في آنٍ واحد (مثلاً وحدة سكنية تحتوي على: حمامين ودورة مياه ومطبخ).

قطر ماسورة التغذية بالبوصة	عدد فرعات التغذية المكافئة لماسورة التغذية بأقطار(بوصة)									
	١/٤	١/٢	٣/٤	١	١ ١/٤	١ ١/٢	٢	٢ ١/٢	٣	٤
١/٢	٤	١								
٣/٤	٦	٣	١							
١	١٢	٦	٢	١						
١ ١/٤	٢٠	١٠	٤	٢	١					
١ ١/٢	٣٢	١٥	٦	٣	٢	١				
٢	٦٦	٣٢	١٢	٦	٣	٢	١			
٢ ١/٢	١١٠	٥٦	٢٠	١٠	٦	٤	٢	١		
٣	٢٢٦	٨٨	٣٢	١٥	٩	٦	٣	٢	١	
٤	٣٨٦	١٨١	٦٦	٣٢	١٨	١٢	٦	٣	٢	١

جدول رقم (1.1) عدد فرعات ماسورة التغذية المكافئة لأقطار المواسير المختلفة

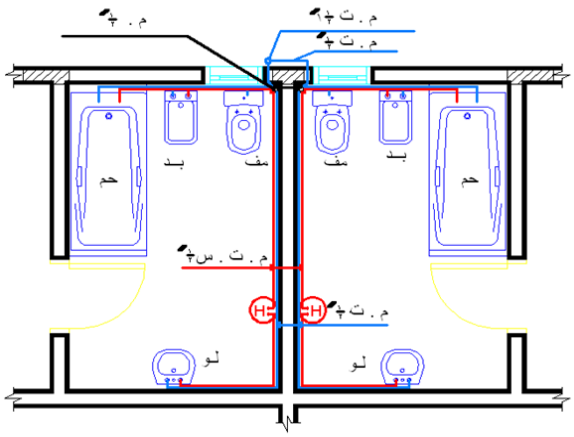
٢. وجود محبس عمومي لكل وحدة على حدة من أجل أعمال الصيانة الدورية أو عند عدم الاستخدام لفترات طويلة.

٣. عدم مرور مواسير الشبكة الداخلية للوحدة على الأبواب إلا في الحالات القصوى - حيث يتم مرورها تحت الأرضيات.

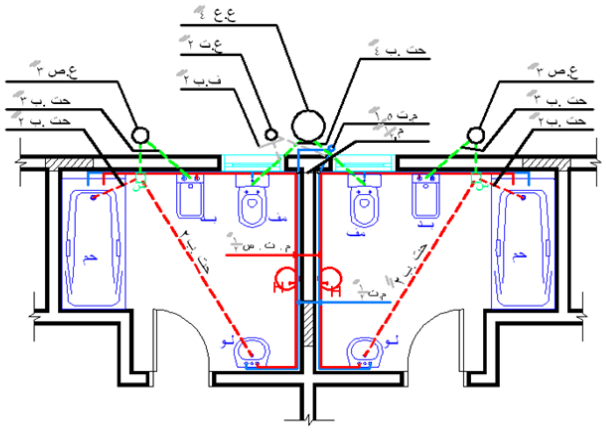
٤. خطوط الشبكة الداخلية للوحدة تكون على الحوائط (من الداخل أو الخارج) على ارتفاع ٣٠ سم من الأرضية -ما لم يذكر خلاف ذلك بالمواصفات- وتكون من أقصر الطرق ما أمكن.

٥. تغذية المياه الساخنة تكون للأجهزة التي تحتاج إلى ماء بارد / حار فقط (مثل المغاسل، البانيو...إلخ). ويوضح الشكل رقم (٥٥,١-أ ، ب) كيفية تغذية الأجهزة الصحية بوحدتي حمام بالمياه الباردة والساخنة ومثالاً لصرف وتغذية وحدتي حمام.

جدول الرموز والمصطلحات	
الرمز	المصطلح
ع . ع	عمود عمل
ع . ص	عمود صرف
م . ت	ماسورة تغذية
م . ت . س	ماسورة تغذية ساخنة
حت . ب	مداد تحت الأرض من البلاستيك
فو. ب	مداد فوق الأرض من البلاستيك
مف	مرحاض إفرنجي
بد	بيديه (شطاف)
حم	حوض استحمام (بانيو)
لو	حوض غسيل أيدي (مغسلة)
س	سيفون أرضية (بيبه)
م	محبس



أ) مثال تغذية حمامات بالمياه الباردة والساخنة

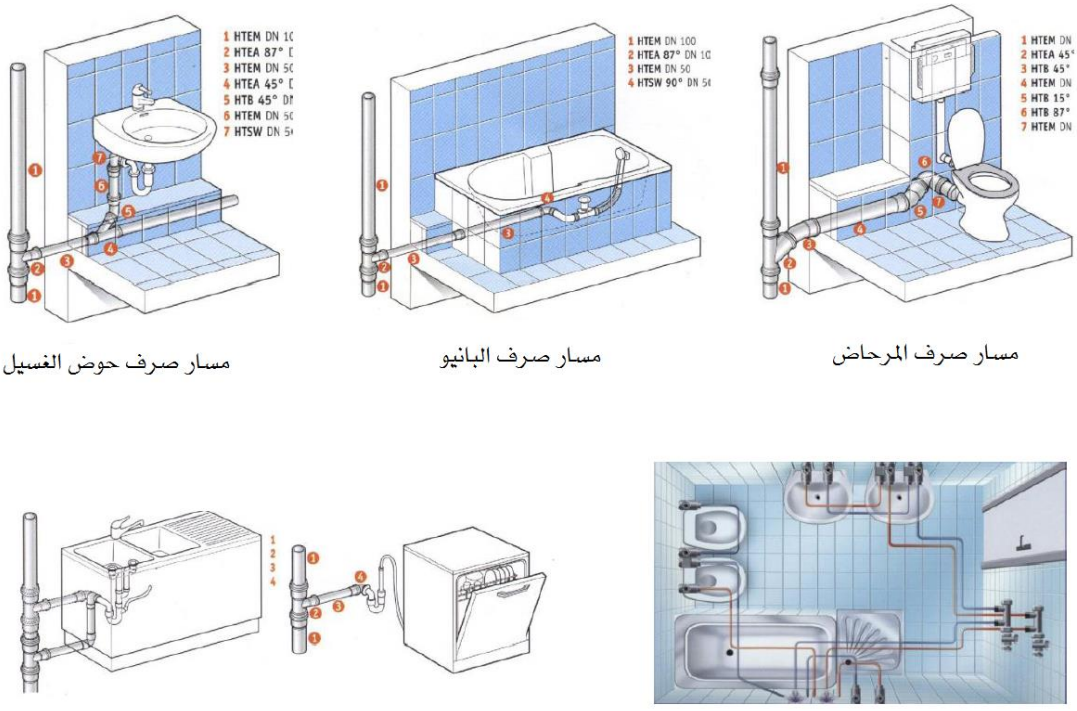


ب) مثال لصرف وتغذية وحدتي حمام

شكل رقم (٥٥,١) تغذية الأجهزة الصحية بالمياه (بارد/ ساخن)

وتجدر الإشارة إلى أنه من الفروقات بين شبكة الصرف الصحي وشبكة التغذية أن شبكة الصرف الصحي يركز فيها على الجاذبية الأرضية والميول وطبوغرافية الأرض بينما في شبكة التغذية يتم التركيز على ضغط المياه والمضخات.

وبشكل عام يجب أن تولى أعمال تمديدات الصرف الصحي وتمديدات التغذية بالمياه في المباني، شكل رقم (٥٦,١)، الأهمية العالية، وذلك يكون برفع مستوى جودة التنفيذ والتركيب لتلك الأعمال.



شكل رقم (٥٦,١) بعض تمديدات أعمال الصرف الصحي والتغذية بالمياه
(موقع إلكتروني ٢، ٢٠٢٠)

اختبار مواسير التغذية واستلام الأعمال وفق اشتراطات كود البناء السعودي:

- **اختبارات مواسير المياه:**

هناك اختباران أساسيان يستخدمان لاختبار مدى كفاءة مواسير الشبكة الداخلية وكفاءة التوصيلات المختلفة بها وهما:

١. اختبار ضغط المياه (Water pressure test):

حيث تسد جميع فتحات مواسير الشبكة الداخلية المراد اختبارها ضد تسرب المياه بطبات مخصوصة وتترك إحداها بدون طبة حيث يتم ملء الشبكة من خلالها بالماء وتتصل بمضخة ضاغطة حيث يتم ضغط الماء مرة ونصف ضغط التشغيل المطلوب - فإذا كان الضغط المطلوب أو المتوقع ١٠ جوي يتم الضغط حتى ١٥ جوي لمدة ثلاث ساعات على الأقل - فإذا ظهر أي ترشيح في المواسير أو وصلاتها يتم استبعاد التالف وإعادة تكرار الاختبار حتى الوصول إلى انعدام وجود أي رشح في كامل الشبكة، شكل رقم (٥٧,١).

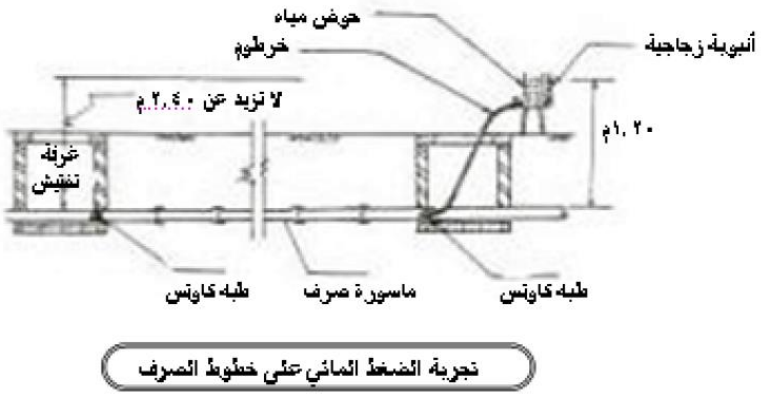
وتمتاز هذه الطريقة بأنها تظهر عيوب المواسير والتوصيلات في آنٍ واحد، ويمكن استخدامها في اختبار مواسير الصرف الصحي أيضاً.

٢. اختبار ضغط الهواء (Air pressure test):

حيث يتم ضخ الهواء من خلال منفاخ متصل بمانومتر لضغط الهواء للمعدل المطلوب داخل الشبكة الداخلية المراد اختبارها مع دهان جميع المواسير بمحلول الصابون للكشف عن أي تسريب يحدث، شكل رقم (٥٨,١).

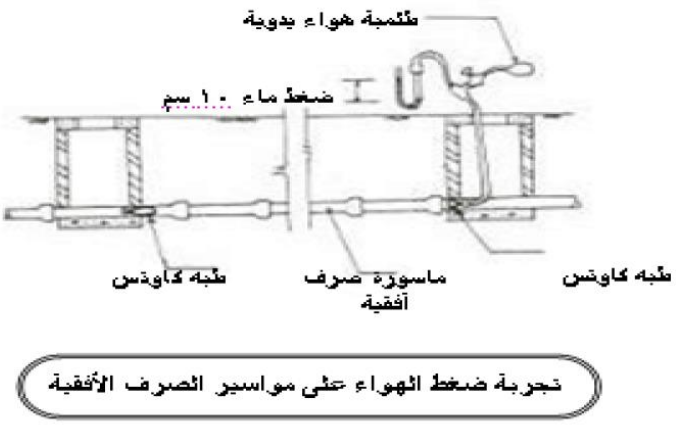
وهذه الطريقة أعلى كفاءة من سابقتها حيث يمكن اكتشاف أي تنميل أو شرخ أو عيب بسيط في المواسير أو اللحامات بين الوصلات المختلفة.

جهاز ضغط المياه



شكل رقم (٥٧,١) أساليب الكشف واختبار مواسير التغذية - أسلوب ضغط المياه

جهاز ضغط الهواء



شكل رقم (٥٨,١) أساليب الكشف واختبار مواسير التغذية - أسلوب ضغط الهواء

- **استلام أعمال التغذية:**

يكون استلام تنفيذ الأعمال الصحية بالمبنى طبقاً للمراحل الآتية:

١. مطابقة نوعيات المواد المستخدمة (من مواسير ومحابس... وخلافه) مع النوعيات المعتمدة.
٢. تنفيذ أعمال التغذية طبقاً للمخططات التنفيذية المعتمدة ولأصول الصنعة.
٣. تنفيذ الأعمال طبقا للمراحل الفنية المذكورة في المواصفات ولا يتم البدء في مرحلة لاحقة إلا بعد استلام المرحلة الحالية.
٤. تنظيف المكان والأجهزة الصحية تماماً وعدم ترك أي بقايا أو شوائب أو مواد أخرى تقلل من كفاءتها.
٥. اختبار جميع المشتملات من خلاطات ومحابس وخلافه طبقاً لما يذكر بالمواصفات الفنية بالمشروع في هذا الشأن، والتأكد من عملها على الوجه الأكمل.

كما يجب أن يكون استلام جميع بنود أعمال التغذية في المباني وفق اشتراطات ومتطلبات كود البناء السعودي، ومنها ما هو موجود في (الكود السعودي الصحي SBC 701 – AR-الاشتراطات)، شكل رقم (٥٩,١).

شكل رقم (٥٩,١) كود البناء السعودي Saudi Building Code – SBC
(موقع إلكتروني ١ ، ٢٠٢٠)

تمارين الوحدة

١. ما هي أنواع المغاسل ؟ وما هي مميزات وعيوب كل نوع ؟ زود إجابتك بالرسم.

٢. ما هي أنواع المراحيض الشرقية؟ زود إجابتك بالرسم.

٣. ما هي أنواع المراحيض الإفرنجية ؟ زود إجابتك بالرسم.

٤. أين يفضل استخدام المراحيض الإفرنجية الآتية:

أ. مرحاض بحجر.

ب. مرحاض معلق.

ج. مرحاض بسيفون S مزدوج.

٥. ما الفرق بين سيفون الأرضية - البيبة -والجاليتراب ؟ زود إجابتك بالرسم.

٦. ما هي الحالات التي يجب فيها تشييد غرف التفتيش ؟ زود إجابتك بالرسم.

٧. اذكر طريقة لحام المواسير الآتية، مع تزويد إجابتك بالرسم:

أ. ماسورة بلاستيك مع ماسورة بلاستيك قطر ٢"، ٥".

ب. ماسورة فخار مع ماسورة فخار.

ج. ماسورة رصاص مع رصاص.

د. ماسورة حديد مع ماسورة حديد زهر.

ه. ماسورة حديد زهر مع ماسورة بلاستيك.

و. ماسورة حديد مع ماسورة بلاستيك.

ز. ماسورة فخار مع ماسورة بلاستيك.

ح. ماسورة فخار مع ماسورة حديد زهر.

ط. ماسورة رصاص مع ماسورة حديد.

٨. ما هي أنظمة الصرف الصحي بالمبنى ؟ اشرح إحداها بالتفصيل مع تزويد إجابتك بالرسم.

٩. ما هي الاعتبارات الفنية التي تجب مراعاتها عند صرف الأجهزة الصحية بالمبنى ؟

١٠. ما هي الأساليب المتبعة في الكشف على أعمال الصرف الصحي بالمبنى ؟ اشرح إحداها بالتفصيل مع تزويد إجابتك بالرسم.

١١. ما هي العوامل التي تؤثر في معدل استهلاك الفرد للمياه ؟ اشرح إحداها بالتفصيل.

١٢. ما هي طرق - نظم - توزيع مياه الشبكة العمومية في المباني ؟ اشرح إحداها مع تزويد إجابتك بالرسم.

١٣. ما هي الاعتبارات الفنية التي تجب مراعاتها عند تغذية الأجهزة الصحية بالمبنى ؟

١٤. ما هي طرق الكشف على أعمال التغذية بالمياه ؟ اشرح إحداها بالتفصيل.

١٥. ما هي مراحل استلام أعمال التركيبات الصحية - صرف وتغذية - بالمبنى ؟

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الأولى)

بعد الانتهاء من التدرب على وحدة **أعمال التركيبات الصحية في المباني**، قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	القدرة على رسم أعمال التركيبات الصحية للمبنى من صرف وتغذية.				
٢	القدرة على الإشراف على أعمال التركيبات الصحية للمباني.				
٣	القدرة على توزيع الأجهزة الصحية داخل الفراغ المعماري.				
٤	القدرة على قراءة مخططات أعمال الصرف والتغذية داخل المبنى.				
٥	القدرة على تمييز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الصحية.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الأولى)	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	القدرة على رسم أعمال التركيبات الصحية للمبنى من صرف وتغذية.				
٢	القدرة على الإشراف على أعمال التركيبات الصحية للمباني.				
٣	القدرة على توزيع الأجهزة الصحية داخل الفراغ المعماري.				
٤	القدرة على قراءة مخططات أعمال الصرف والتغذية داخل المبنى.				
٥	القدرة على تمييز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الصحية.				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الثانية

أعمال التركيبات الكهربائية في المباني

الوحدة الثانية

أعمال التركيبات الكهربائية في المباني

Electrical Installation in Building

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات التطبيقية اللازمة لأعمال التركيبات الكهربائية في المباني.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١. يعد رسومات أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.
٢. يشرف على أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.
٣. يقدر على توزيع الإنارة والمآخذ داخل الفراغ المعماري.
٤. يميز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الكهربائية.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٢٠ ساعة تدريبية

الوسائل المساعدة:

١. سبورة وأقلام شرح للنظري.
٢. بروجكتور وشاشة عرض للعرض المرئي للشرائح والصور.
٣. معمل حاسب آلي مجهز ببرنامج الأوتوكاد.

مبادئ الكهرباء Electrical Principles

تعتبر الكهرباء أحد أنواع الطاقة التي لا غنى عنها في العصر الحاضر. وهي تدخل حياتنا العامة في مجالات عديدة منها: الإضاءة والتسخين والتدفئة والتبريد وتشغيل العديد من المحركات كمضخات المياه وماكينات تشغيل المصاعد والسلالم المتحركة وغيرها الكثير، وتشغيل العديد من الأجهزة المختلفة كأجهزة الحاسب الآلي والثلاجات والغسالات والمكانس والخلاطات ونحوها من الأجهزة التي تشكل حياتنا اليومية، وتنتقل الكهرباء من مكان توليدها إلى أماكن استهلاكها عن طريق كابلات ضخمة، مصنوعة في أغلب الأحيان من النحاس أو الألمونيوم محملة على أبراج هوائية أو مدفونة تحت الأرض، حيث تمر على محولات لتحويل الجهد الداخل للمبنى من حوالي ١١٠٠٠ فولت إلى ٣٠٠ فولت. وفي بداية هذه الوحدة سنستعرض بعض التعريفات والمبادئ الأساسية للكهرباء التي يجب الإلمام بها في هذا المجال.

الأنظمة الكهربائية والجهد الكهربائي:

١. الأنظمة الكهربائية:

تنقسم الأنظمة الكهربائية داخل المبنى إلى نظامين رئيسين هما:

أ. النظام ذو الوجه الواحد.

ب. النظام ذو الثلاثة أوجه.

والأخير هو النظام الشائع الاستخدام لتقليل تكلفة عمليات توليد الكهرباء ونقلها. وتأخذ الخطوط الرئيسة فيه عادة ألوان الأحمر والأصفر والأزرق، حيث يكون الجهد الكهربائي بينها ٣٨٠ فولت. أما اللون الأخضر أو الأخضر والأصفر فإنه يكون سلك التعادل، حيث يكون الجهد الكهربائي بينه وبين أي من الأسلاك الأخرى ٢٢٠ فولت أو ١١٠ فولت حسب الطلب.

٢. الجهد الكهربائي:

ويطلق عليه في بعض الأحيان الضغط الكهربائي، وهو فرق الجهد بين طرفي الدائرة الكهربائية ويقدر بالفولت (Volt) ويقاس بجهاز الفولتميتر.

شدة التيار الكهربائي وأنواعه :

١. شدة التيار الكهربائي:

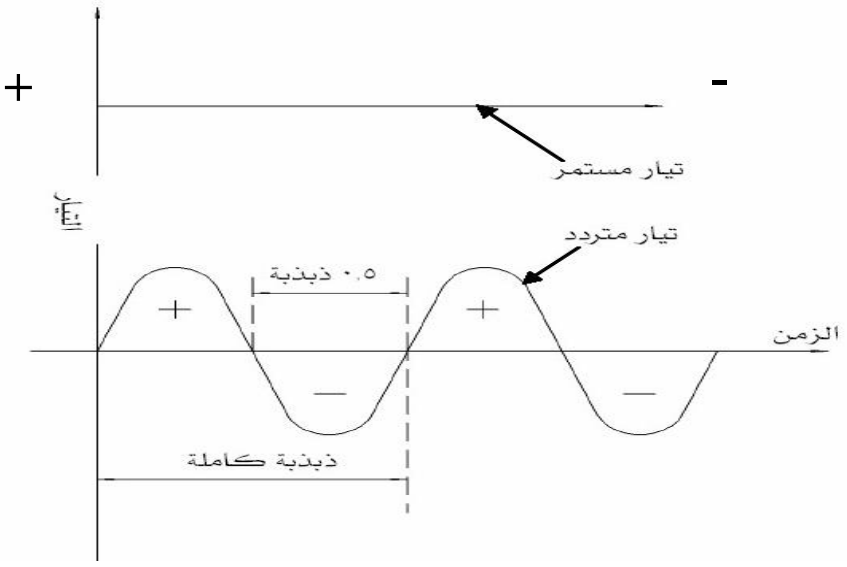
وهي التيار الكهربائي المندفع في الدائرة الكهربائية لتغذية الحمل الكهربائي المراد استخدامه. فمثلاً شدة التيار لجهاز تكييف أو غسالة ملابس يفوق بكثير شدة التيار لجهاز حاسب أو تلفزيون، وكذلك شدة التيار لنجفة كبيرة يختلف عن شدة التيار لوحدة إضاءة فلورسنت.. وهكذا ، وتقاس شدة التيار بالأمبير (Ampere).

٢. أنواع التيار الكهربائي:

يوجد نوعان من التيار الكهربائي، شكل رقم (1.2)، وهما :

أ. التيار المستمر Direct Current: ويرمز له بالرمز (DC) وفيه يمر التيار باتجاه واحد من القطب الموجب إلى القطب السالب - لا يتغير مع الزمن ومن أمثلته البطاريات (بأنواعها الجافة والسائلة) والتيار المتولد من الخلايا الشمسية.

ب. التيار المتردد Alternating Current: ويرمز له بالرمز (AC) وهو الأكثر شيوعاً في الاستخدام وفيه يتغير اتجاه التيار في فترات زمنية ثابتة.



شكل رقم (1.2) أنواع التيار الكهربائي

المقاومة الكهربائية وأنواع توصيل المقاومات:

١. المقاومة الكهربائية:

وهي مقاومة الحمل الكهربائي للتيار المار فيه، ومن أمثلتها وحدات الإضاءة المختلفة.

٢. أنواع توصيل المقاومات الكهربائية:

هناك نظامان أساسيان لتوصيل المقاومات الكهربائية، شكل رقم (٢.٢)، هما:

أ. توصيل على التوالي: ويعيب هذا النظام أنه في حالة تلف أي وحدة مقاومة يقف مرور التيار في الدائرة الكهربائية كلها.

ب. توصيل على التوازي: وهو الأكثر شيوعاً في الاستخدام داخل المباني ولا يتأثر مرور التيار بالدائرة الكهربائية بتلف أي وحدة مقاومة داخلها.

شكل رقم (2.2) أنواع توصيل المقاومات الكهربائية

الإضاءة الصناعية والمآخذ Lighting and Socket Outlets

تلعب الإضاءة -طبيعية أو صناعية - دوراً مهماً في الفراغ المعماري وتؤثر على كفاءة الإنسان ومقدار ما ينجز من أعمال وأنشطة عادية أو دقيقة (مثل: القراءة والكتابة وإصلاح وصيانة الأجهزة المختلفة وفي المعامل والمصانع والمستشفيات ... إلخ).

وسنركز هنا في هذا الباب على الإضاءة الصناعية داخل المباني، من حيث أنواع معالجتها ومحددات وطريقة توزيعها داخل الفراغ المعماري، بالإضافة إلى التعرض لأنواع المآخذ المستخدمة بالمبنى، وقبل البداية في ذلك سنتطرق لبعض اشتراطات كود البناء السعودي فيما يخص الإضاءة الطبيعية والتي من الواجب مراعاتها وتطبيقها.

اشتراطات كود البناء السعودي والإضاءة الطبيعية:

يعد كود البناء السعودي SBC- Saudi Building Code المرجع الأساسي الذي يعتمد عليه في استلام جميع بنود الأعمال الكهربائية، ويحتوي على العديد من المتطلبات والاشتراطات التصميمة ذات العلاقة التي من الواجب التقيد بها، ومنها ما هو موجود في (الكود السعودي الكهربائي SBC 401 – AR -الاشتراطات)، شكل رقم (3.2).

وهنا نستعرض ما يخص الإضاءة الطبيعية Natural Lighting، شكل رقم (4.2)، داخل الفراغ المعماري ومنها (كود البناء السعودي العام - الاشتراطات SBC 201، ٢٠١٨):

١. يجب ألا تقل المساحة الصغرى الصافية المزججة عن ٨٪ من مساحة أرض الغرفة أو الحيز المخدوم سواءً للغرف المخصصة للسكن أو المعيشة أو الخدمات كالمطابخ ودورات المياه والمستودعات والسلالم.

٢. يسمح في الإضاءة الطبيعية لأي غرفة أن تعتبر كجزء من غرفة مجاورة، وذلك إذا كان نصف مساحة الجدار المشترك مفتوحاً ويوفر فتحة لا تقل عن عُشر مساحة أرضية الغرفة الداخلية أو ٢,٣ متر مربع أيهما أكبر.

٣. يجب ألا يقل عرض المنور عن ٩٠ سم للمباني المكونة من دورين أو أقل فوق مستوى الأرض، وفي المباني المكونة من أكثر من دورين تتم زيادة العرض الأدنى للمنور بمعدل ٣٠ سم لكل طابق إضافي، فإذا زادت عن ١٤ طابقاً يتم حساب العرض المطلوب للمنور بناءً على ١٤ طابقاً فقط.

شكل رقم (3.2) كود البناء السعودي Saudi Building Code – SBC
(موقع إلكتروني ١ ، ٢٠٢٠)

شكل رقم (4.2) الإضاءة الطبيعية (موقع إلكتروني ٣ ، ٢٠٢٠)

الإضاءة الصناعية وأشكالها داخل الفراغ المعماري ومحددات جودتها :

وتتمثل تلك الأشكال في الأنواع التالية، شكل رقم (5.2):

١. **الإضاءة المباشرة:**

وذلك بتركيز الإضاءة على عنصر معين أو مساحة معينة داخل الفراغ من خلال إضاءة مركزة مباشرة (سبوت لايت)، كما يستخدم ذلك النوع في المعارض الفنية والصالات والقاعات والمحلات التجارية ونحوها، شكل رقم (6.2).

٢. **إضاءة نصف مباشرة:**

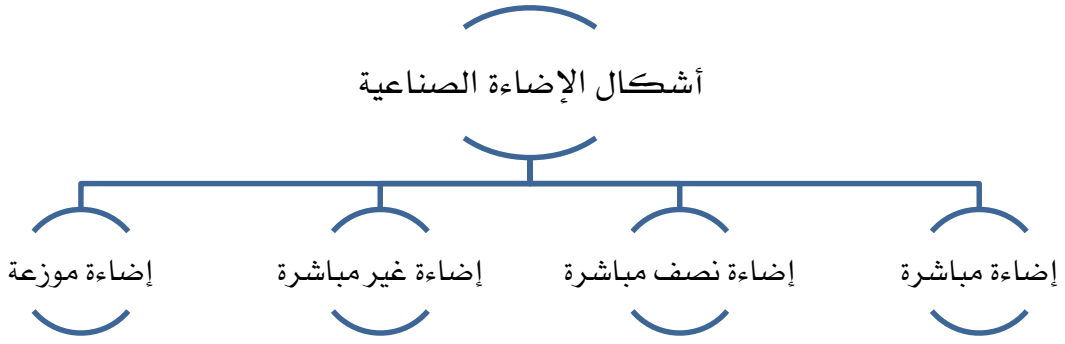
وذلك من خلال عكس الأشعة الضوئية من خلال كاسرات ضوئية على أجزاء الحيز الداخلي للفراغ، شكل رقم (7.2).

٣. **إضاءة غير مباشرة:**

وذلك عن طريق الاعتماد على عدم رؤية مصدر الضوء منعكساً على الجسم أو الأسطح المراد إضاءتها وإنما ينتشر الضوء حول سطح المكان ككل مما يعطي الإحساس بالهدوء النفسي والراحة البصرية، شكل رقم (8.2).

٤. **الإضاءة الموزعة:**

حيث يتم توزيع الأشعة الضوئية في اتجاهات مختلفة المصدر وذلك من خلال عمل غلاف محيط بوحدة الإضاءة من الزجاج المصنفر أو البلاستيك نصف الشفاف أو الكريستال المنقوش، مثال ذلك وحدات الفلورسنت، شكل رقم (9.2).



شكل رقم (5.2) الأشكال المختلفة للإضاءة الصناعية

شكل رقم (6.2) أحد استخدامات الإضاءة المباشرة (موقع إلكتروني ٤، ٢٠٢٠)

شكل رقم (7.2) إضاءة نصف مباشرة (موقع إلكتروني ٥، ٢٠٢٠)

شكل رقم (8.2) إضاءة غير مباشرة (موقع إلكتروني ٦، ٢٠٢٠)

شكل رقم (9.2) إضاءة موزعة (موقع إلكتروني ٧، ٢٠٢٠)

كما أنه يمكن تحديد جودة الإضاءة بشكل عام من خلال عدد من المحددات كالاحتياجات الإنسانية والاعتبارات المعمارية والاقتصادية وغيرها كما هو موضح بالشكل رقم (10.2) (الرابطة الدولية لمصممي الإضاءة، ٢٠٢٠).

شكل رقم (10.2) محددات جودة الإضاءة (الرابطة الدولية لمصممي الإضاءة، ٢٠٢٠)

محددات توزيع الإضاءة الصناعية داخل الفراغ المعماري:

هناك بعض المحددات الرئيسة التي تتحكم في توزيع وتصميم وحدات الإضاءة داخل الفراغ المعماري، شكل رقم (11.2)، وفيما يلي بعض منها.

١. **نوعية الاستخدام داخل الفراغ المعماري:**

توزيع الإضاءة في مبنى مكاتب إدارية يختلف عن تلك الموجودة في الأسواق التجارية ويختلف عن الموجودة في عمارة سكنية. وكذلك توزيع الإضاءة في المجلس وغرفة الطعام يختلف عن غرف النوم ويختلف عن المطبخ والحمام... وهكذا، حيث إن نوعية الأعمال المطلوب إنجازها في كل مبنى أو فراغ معماري تختلف عن تلك المطلوبة في المبنى أو الفراغ الآخر، ولهذا السبب يجب مراعاة نوعية استخدام الفراغ، شكل رقم (12.2).

٢. **شكل السقف:**

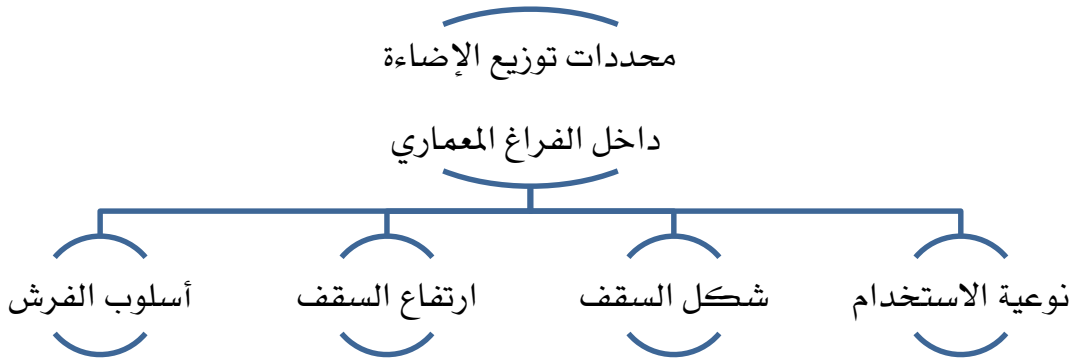
فتوزيع الإضاءة في الأسقف المستوية يختلف عن تلك بالأسقف المائلة ويختلف عن الموجودة بالأسقف ذات الكسرات، شكل رقم (13.2).

٣. **الارتفاع داخل الفراغ المعماري:**

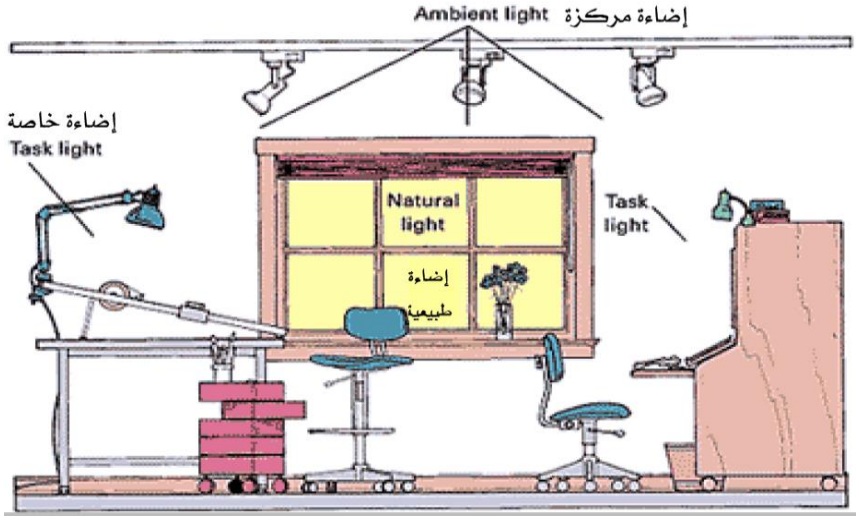
فالفراغ الذي يبلغ الارتفاع المعماري فيه (٣ م إلى ٤ م) تختلف إضاءته عن الفراغ ذي الارتفاع الأكبر (٦ م مثلاً) ويختلف كلياً عن الفراغ ذي الارتفاع الضخم، شكل رقم (14.2).

٤. **أسلوب الفرش:**

حيث هناك بعض المساحات أو الأجسام أو اللوحات.. إلخ المراد تركيز الإضاءة عليها دون الأخرى. وكذلك عندما يراد فرش غرفة نوم أو مكتب أو مجلس بأسلوب معين، فإن ذلك يؤثر على طريقة توزيع الإضاءة داخله، شكل رقم (15.2).



شكل رقم (11.2) محددات توزيع الإضاءة في الفراغ المعماري



شكل رقم (12.2) نوعية الاستخدام وتأثيره على توزيع الإضاءة

شكل رقم (13.2) شكل السقف وتأثيره على توزيع الإضاءة

شكل رقم (14.2) ارتفاع السقف وتأثيره على توزيع الإضاءة

شكل رقم (15.2) أسلوب الفرش وتأثيره على توزيع الإضاءة

أنواع المآخذ وتوزيعها داخل الفراغ المعماري:

وتسمى أيضاً "الفيش" أو "البرايز" وهناك أنواع كثيرة من المآخذ داخل المبنى حسب شدة التيار المار فيها وحسب نوع الاستخدام لكل منها، ويمكن تصنيفها كالتالي:

١. مآخذ قوى:

تكون شدة التيار فيها عالية، وتستخدم لتشغيل الماكينات أو الأجهزة الثقيلة مثل مضخات المياه والمكيفات والغسالات والمكانس الكهربائية والسخانات ونحوها. وتتميز تلك المآخذ بأن أسلاك التوصيل فيها سميكة تتناسب مع شدة التيار المطلوبة أو المتوقعة لها.

٢. مآخذ عادية:

تستخدم في تشغيل الأجهزة والمعدات التي تحتاج إلى شدة تيار قليلة كالتلفزيون والحاسب الآلي ووحدات الإضاءة المكتبية وغيرها، وقطر الأسلاك فيها أقل مقارنةً بمآخذ القوى.

٣. مآخذ هاتف:

والتيار المار فيها يكون ١٢ فولت فقط، وتستخدم لشبكة الهاتف بالمبنى أو المنزل.

٤. مآخذ تلفزيون:

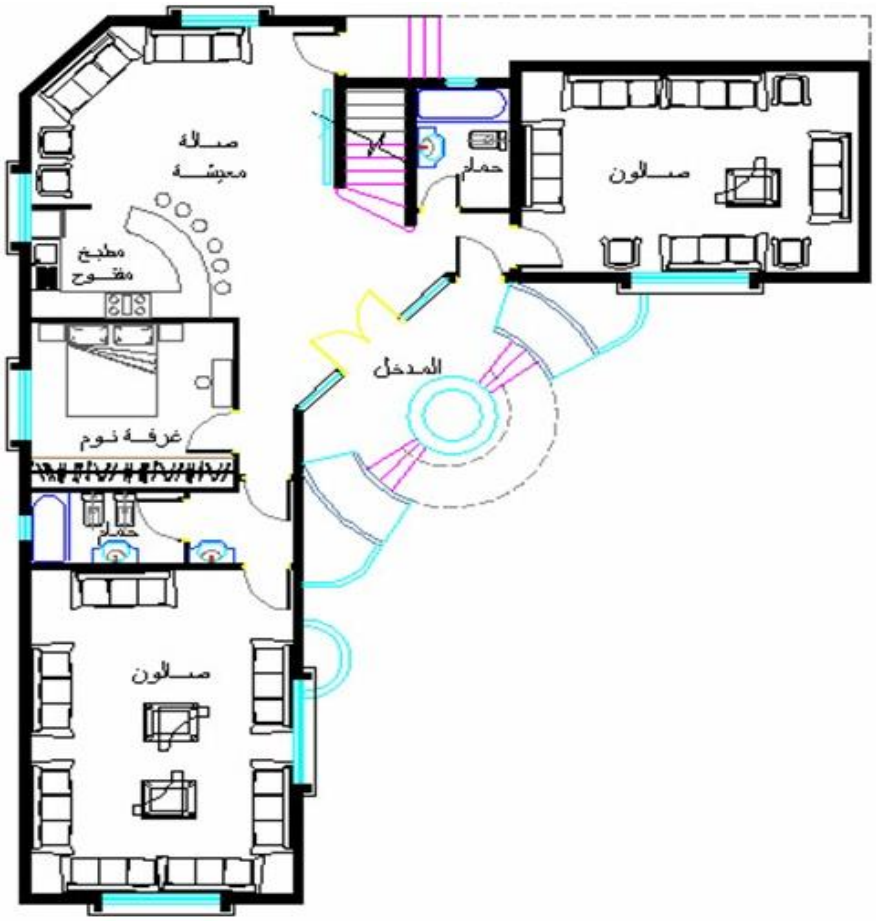
وتستخدم للدوائر التلفزيونية داخل المبنى أو المنزل.

٥. مآخذ أخرى:

هناك مآخذ أخرى تستخدم للدوائر والشبكات المتنوعة بالمبنى مثل دوائر الإذاعة الداخلية والاتصالات والحريق... إلخ.

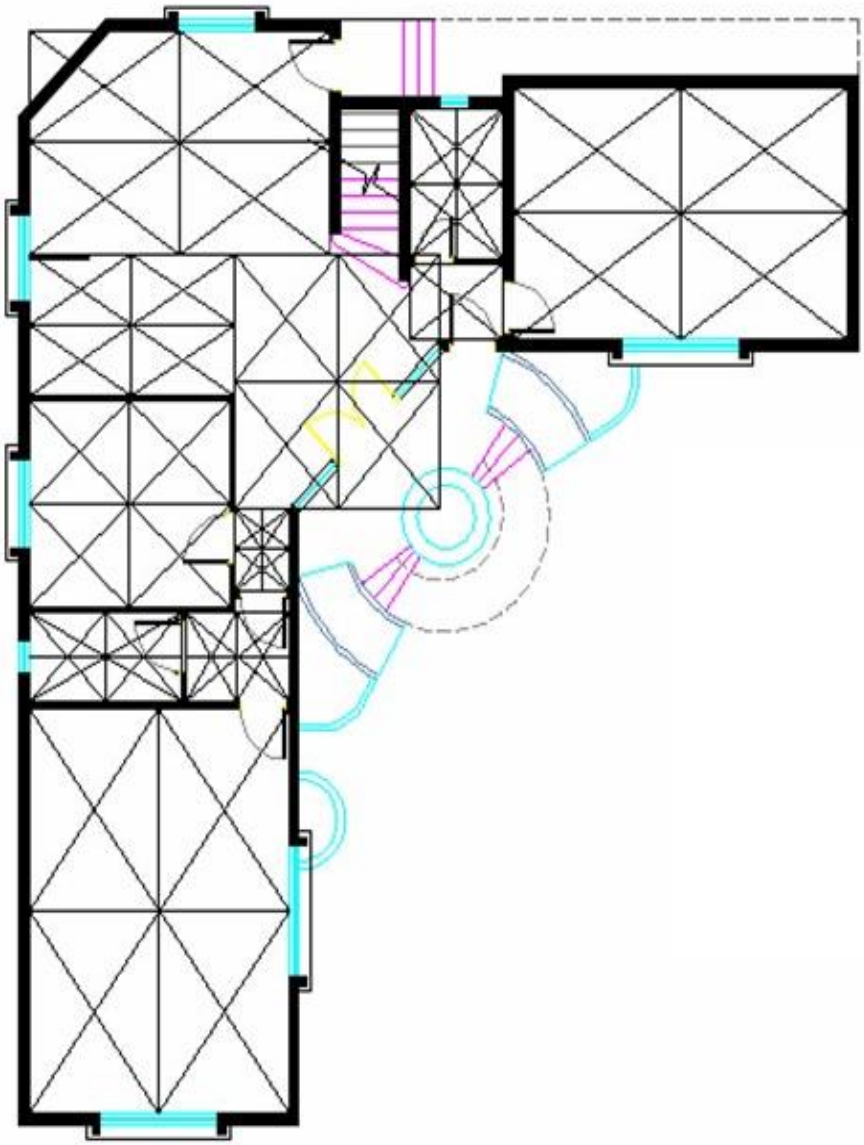
وتوزيع تلك المآخذ داخل المبنى يعتمد على نوعية الاستخدام داخل الفراغ المعماري وأسلوب الفرش، فمثلاً في مبنى المكاتب والأسواق التجارية ونحوها توجد جميع تلك الدوائر بينما في العمارات السكنية فلا داعٍ لدوائر الإذاعة الداخلية أو الاتصالات. وكذلك في تلك الأسواق ومباني المكاتب لا توجد دوائر للهاتف أو التلفزيون أو الإذاعة الداخلية داخل مناطق الخدمات بها- من دورات مياه ومستودعات... إلخ.

وأيضاً داخل الوحدة السكنية نجد أن المجلس وغرفة المعيشة وغرف النوم بها مآخذ قوى ومآخذ عادية وأخرى للهاتف والتلفزيون بينما لا نحتاج مآخذ الهاتف والتلفزيون في أماكن أخرى لتعارض استخدامها مع وظيفة ذلك الفراغ المعماري. ويوضح الشكل رقم (16.2-أ،ب،ج،د) مراحل توزيع أعمال الإضاءة لمسقط أفقي لفيلا سكنية، وكذلك توزيع المفاتيح والمآخذ... إلخ، داخل الفراغات المختلفة فيها.



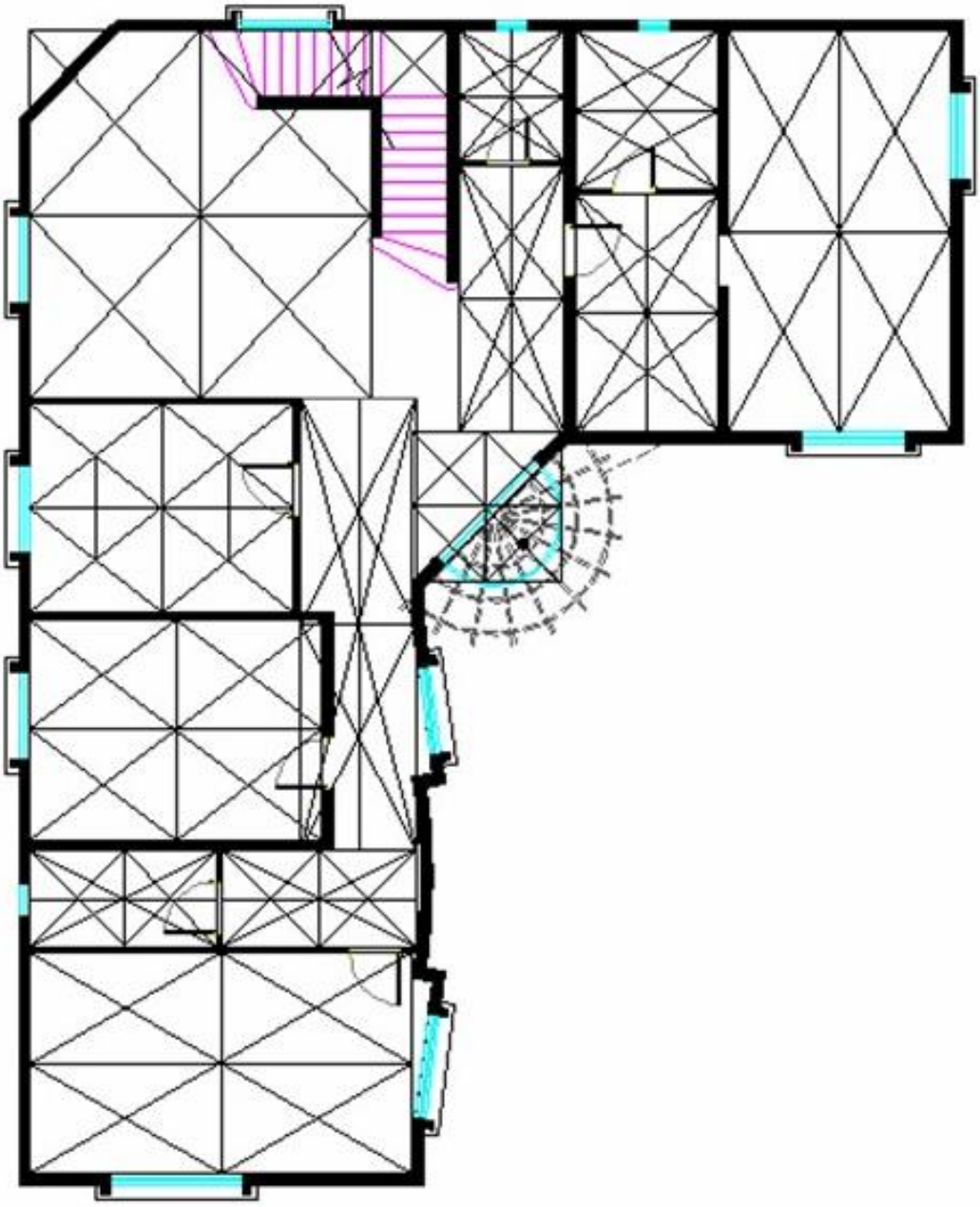
شكل رقم (16.2- أ) مسقط أفقي للدور الأول

المرحلة الأولى: معرفة أسماء الفراغات وأسلوب الفرش المتوقع داخلها وكذلك شكل السقف فيها



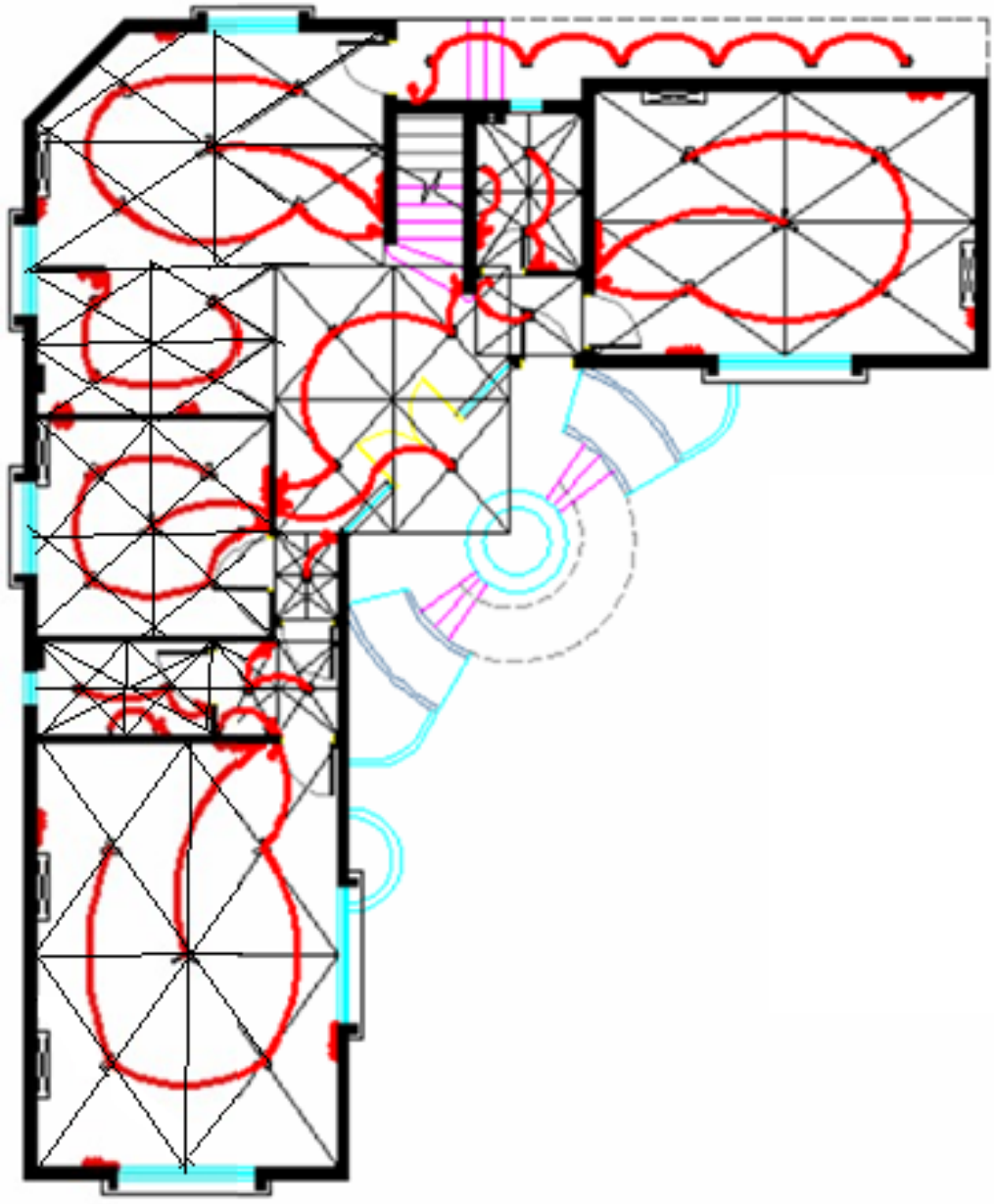
شكل رقم (16.2- ب) مسقط أفقي للدور الأرضي

المرحلة الثانية: تنفيذ خطوط عمل لتحديد تقسيمات الفراغات المختلفة طبقاً للإضاءة المتوقعة



تابع شكل رقم (16.2- ب) مسقط أفقي للدور الأول

المرحلة الثانية: تنفيذ خطوط عمل لتحديد تقسيمات الفراغات المختلفة طبقاً للإضاءة المتوقعة



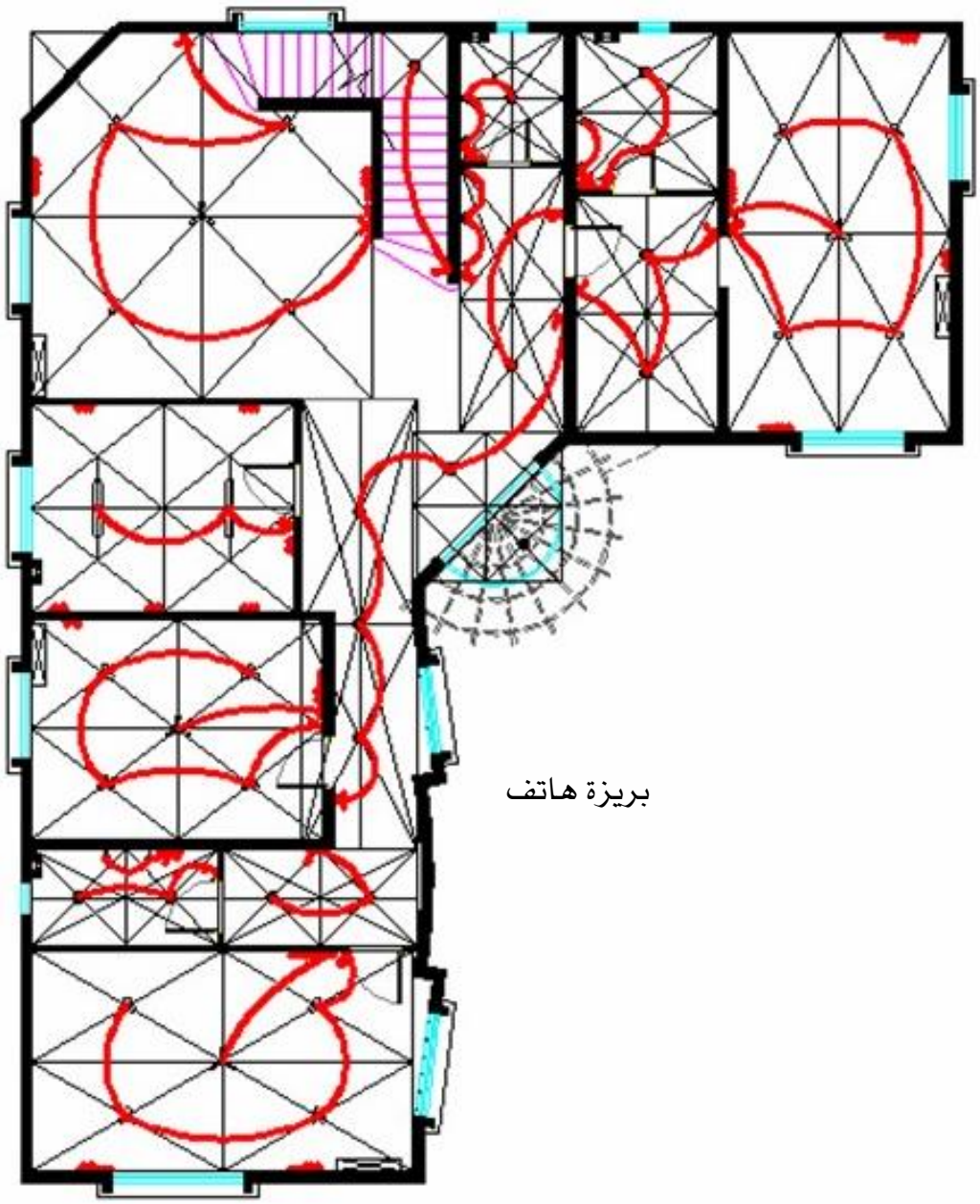
شكل رقم (16.2- ج) مسقط أفقي للدور الأرضي

المرحلة الثالثة: توزيع الإضاءة والتوصيلات والمفاتيح والبرايز على

الفراغات المختلفة طبقاً لخطوط العمل

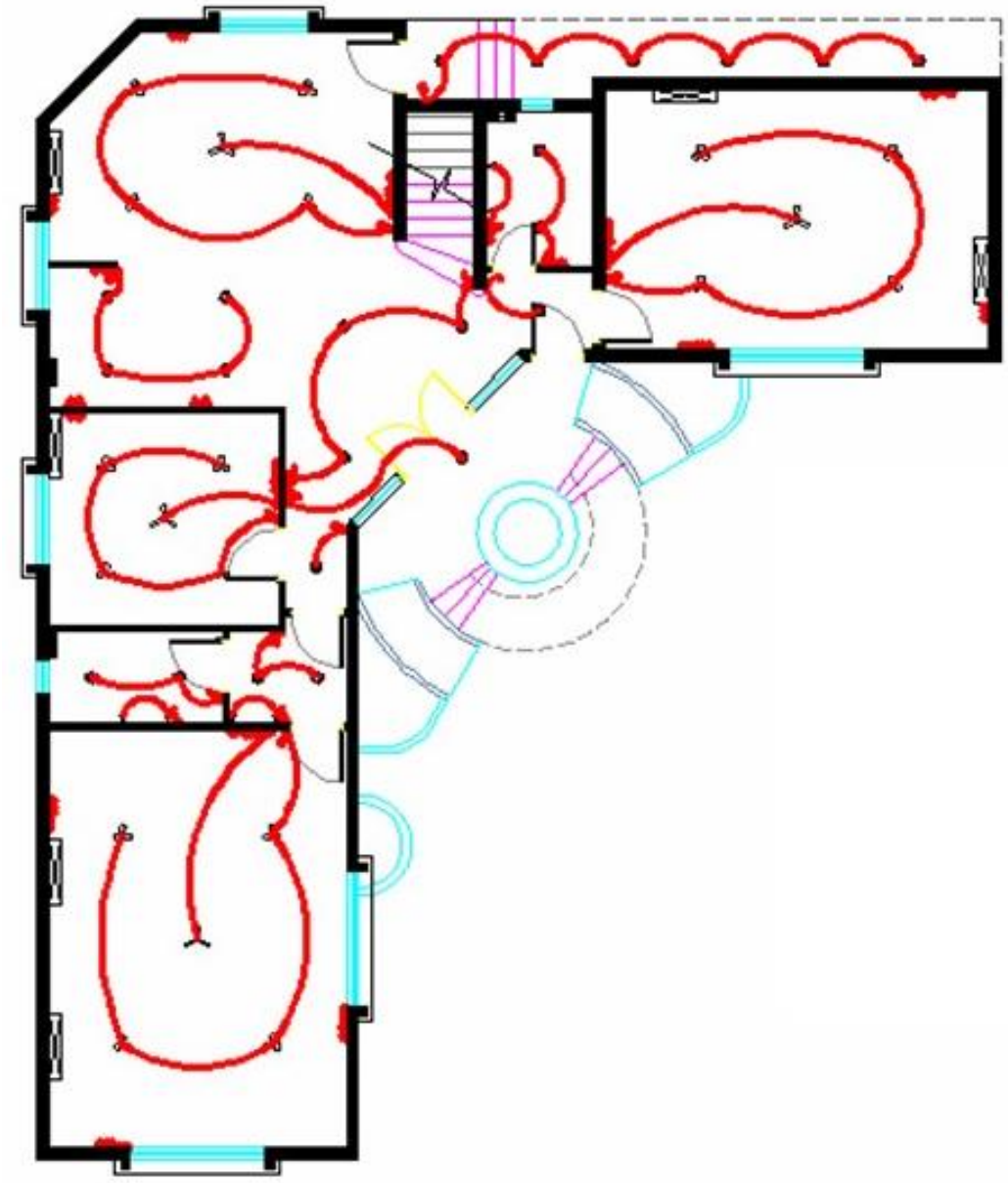
جدول الرموز والمصطلحات:

الرمز	البيان	الرمز	البيان	الرمز	البيان
	وحدة إضاءة عادية		مفتاح مفرد		مروحة سقف
	وحدة إضاءة مجمعة		مفتاح مزدوج		مكيف
	وحدة فلورسنت		مفتاح بسكتين		مروحة شفط
	وحدة إضاءة معلقة على الحائط		مفتاح جرس		تابلوه
	جرس رنان		بريزة عادية		بريزة قوى
	مفتاح مروحة		بريزة تليفون		بريزة تلفزيون



تابع شكل رقم (16.2- ج) مسقط أفقي للدور الأول

المرحلة الثالثة: توزيع الإضاءة والتوصيلات والمفاتيح والبرايز على الفراغات المختلفة طبقاً لخطوط العمل

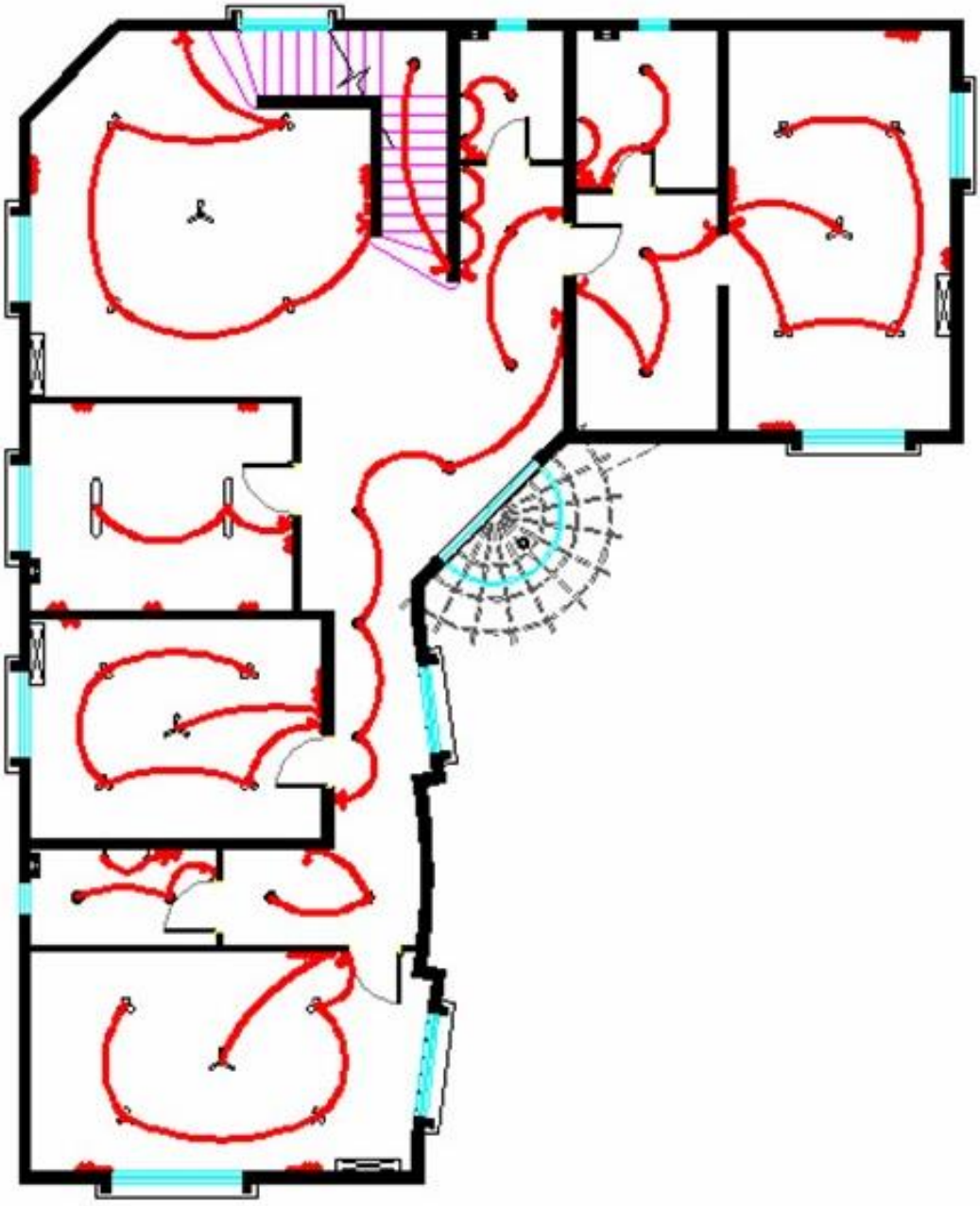


شكل رقم (16.2- د) مسقط أفقي للدور الأرضي

المرحلة الرابعة: إلغاء خطوط العمل

جدول الرموز والمصطلحات:

الرمز	البيان	الرمز	البيان	الرمز	البيان
○	وحدة إضاءة عادية		مفتاح مفرد		مروحة سقف
	وحدة إضاءة مجمعة		مفتاح مزدوج		مكيف
	وحدة فلورسنت		مفتاح بسكتين		مروحة شفط
⊙	وحدة إضاءة معلقة على الحائط		مفتاح جرس		تابلوه
	جرس رنان		بريزة عادية		بريزة قوى
⊠	مفتاح مروحة	▽	بريزة تليفون		بريزة تلفزيون



تابع شكل رقم (16.2- د) مسقط أفقي للدور الأول

المرحلة الرابعة: إلغاء خطوط العمل

(مثال يوضح مراحل دراسة وتوزيع الأعمال الكهربائية على الفراغات المعمارية بفيلا سكنية)

تمارين الوحدة

١. ما هي الأنظمة الكهربائية المستخدمة داخل المبنى؟

٢. عرف كلاً من: الجهد الكهربائي وشدة التيار والمقاومة الكهربائية.

٣. ما هي أنواع التيار الكهربائي؟ اشرح مع تزويد إجابتك بالرسم.

٤. ما هي أنواع توصيل المقاومات الكهربائية؟ اشرح مع تزويد إجابتك بالرسم.

٥. اذكر مثالاً على اشتراطات كود البناء السعودي فيما يخص الإضاءة الطبيعية.

٦. غرفة أبعادها 6*4 متر، كم أقل مساحة مسموح بها للنوافذ في هذا الفراغ المعماري لتسمح بدخول (الإضاءة الطبيعية) وفقاً لكود البناء السعودي؟

٧. ما هي أشكال الإضاءة الصناعية داخل الفراغ المعماري؟

٨. ما هي أنواع المآخذ الموجودة بالمبنى؟

٩. ما هي محددات توزيع الإضاءة داخل الفراغ المعماري؟

١٠. كيف يؤثر كل من الآتي في توزيع الإضاءة داخل الفراغ المعماري:

أ. نوعية الاستخدام.

ب. شكل السقف.

ج. ارتفاع السقف.

د. توزيع الفرش.

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الثانية)

بعد الانتهاء من التدرب على وحدة **أعمال التركيبات الكهربائية في المباني**، قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	القدرة على رسم أعمال التركيبات الكهربائية للمبنى.				
٢	القدرة على الإشراف على أعمال التركيبات الكهربائية للمباني.				
٣	القدرة على توزيع الإنارة والمآخذ داخل الفراغ المعماري.				
٤	القدرة على تمييز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الكهربائية.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الثانية)	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	القدرة على رسم أعمال التركيبات الكهربائية للمبنى.				
٢	القدرة على الإشراف على أعمال التركيبات الكهربائية للمباني.				
٣	القدرة على توزيع الإنارة والمآخذ داخل الفراغ المعماري.				
٤	القدرة على تمييز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الكهربائية.				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الثالثة

أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني

الوحدة الثالثة

أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني

Mechanical Installation in Building

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات التطبيقية اللازمة لأعمال التركيبات الميكانيكية في المباني.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١. يعدد أنواع المصاعد وطرق تشغيلها ومكوناتها ومتطلباتها المعمارية.
٢. يحدد استخدامات السلالم المتحركة.
٣. يحصي ما يتعلق بأنظمة تكييف الهواء في المباني.
٤. يميز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الميكانيكية.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٢٠ ساعة تدريبية

الوسائل المساعدة:

١. سبورة وأقلام شرح للنظري.
٢. بروجكتور وشاشة عرض للعرض المرئي للشرائح والصور.
٣. معمل حاسب آلي مجهز ببرنامج الأوتوكاد.

مقدمة في المصاعد والسلالم المتحركة Elevators and Escalators

تعتبر المصاعد والسلالم المتحركة أحد عناصر الاتصال الرأسي بين مستويات المبنى المختلفة. ولقد كان لاستخدام المصاعد في المباني -على يد مخترعها أوتيس- كبير الأثر على العمارة، حيث معها استطعنا أن نتوسع في بناء المباني المرتفعة والشاهقة الارتفاع، وبدت المدن تتمدد وتتوسع عمرانياً بشكل أفقي وعمودي على حدٍ سواء، وهذا ما يجعل الحاجة ملحة للمصاعد الكهربائية، شكل رقم (1.3).

شكل رقم (1.3) جانب من التوسع العمراني العمودي لمدينة الرياض (موقع إلكتروني ٨، ٢٠٢٠)

المصاعد:

تطورت المصاعد بشكل كبير في وقتنا الحاضر من حيث السرعة ونظم التشغيل وعوامل الأمان فيها من الداخل أو الخارج... إلخ.

وتنقسم المصاعد إلى أنواع يحددها نوع الاستخدام وتكنولوجيا التشغيل؛ شكل رقم (2.3)، وفيما يلي شرح لهذه العلاقة:

- **أنواع المصاعد من حيث الاستخدام:**

١. **مصاعد خاصة بنقل الإنسان.**

وهذا النوع مخصص لتسهيل حركة الركاب مستخدمي المباني بالصعود والنزول، ويتضمن هذا النوع مصاعد مخصصة لذوي الاحتياجات الخاصة، حيث تتطلب تجهيزات معينة بدءاً من عرض الأبواب وطريقة الوقوف وتجهيزات الكابينة من الداخل...إلخ.

٢. **مصاعد خاصة بالبضاعة والخدمة.**

ويمكن تصنيفها إلى الأنواع التالية:

أ. مصاعد بضاعة دائمة.

ويقصد بها تلك المصاعد التي تكون في المباني - سواء مبان سكنية أو تجارية أو إدارية... إلخ - وتختص بنقل الأوزان الضخمة والأحجام الكبيرة من الأثاث والأجهزة المختلفة، وتكون سرعتها في الغالب أقل من المصاعد الخاصة بنقل الإنسان.

ب. مصاعد بضاعة مؤقتة.

ويتم تركيبها أثناء إنشاء المبنى وتشغيله وهي تختص بنقل الإنسان ومواد البناء المختلفة على السواء، ثم يتم تفكيكها ورفعها بعد ذلك؛ لذا فإنها تكون بسيطة في مكوناتها وتجهيزاتها.

ج. مصاعد محطات الخدمة.

وهي التي تستخدم بصيانة وإصلاح السيارات في محطات الخدمة المختلفة.

- **أنواع المصاعد من حيث تكنولوجيا التشغيل.**

ويمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع أساسية هي:

١. **مصاعد هيدروليكية.**

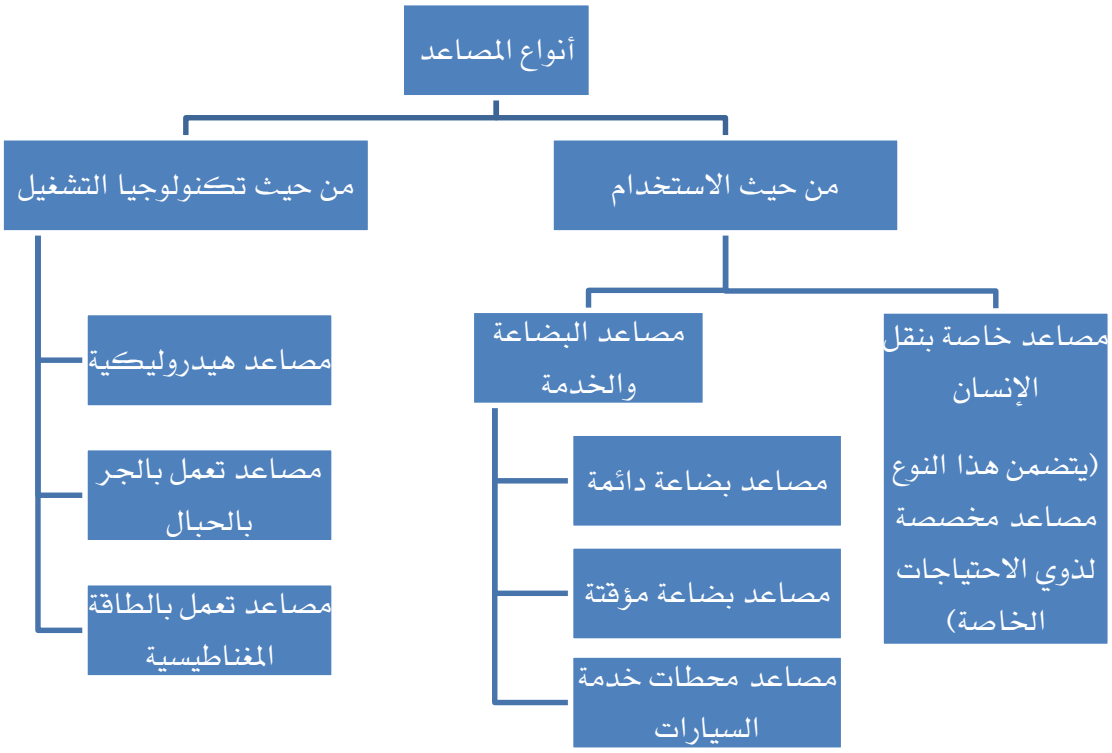
وتعتمد فكرتها على استخدام الضغط الهيدروليكي في الصعود والهبوط - كما هو الحال في مصاعد الخدمة السابق ذكرها - وتمتاز تلك المصاعد بالهدوء في الحركة والدقة في الوقوف وتحملها للأحمال الكبيرة بالإضافة إلى قلة تكاليفها. شكل رقم (3.3). ومن عيوبها الأساسية أنها لا تصلح إلا للمباني قليلة الارتفاع - حيث يصل أقصى ارتفاع يمكن أن تصل إليه تلك المصاعد إلى ستة أدوار - وكذلك سرعاتها بطيئة. وتتكون ماكينة هذا النوع من المصاعد من مضخة ومخزن زيت وأجهزة كهربائية وهيدروليكية تكون موضوعة في غرفة أسفل المصعد.

٢. **مصاعد تعمل بالجر بالحبال.**

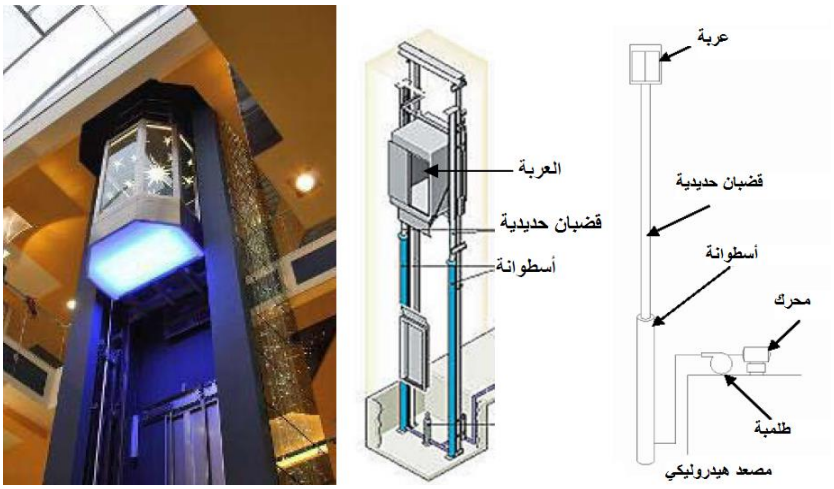
وهي الأكثر شيوعاً واستخداماً في المباني، وسيتم التركيز عليها فيما بعد. وتتميز تلك المصاعد عن سابقتها بأنها ذات سرعات عالية، ويمكن استخدامها للمباني المرتفعة والمنخفضة على السواء، وكذلك تمتاز بالنعومة في الحركة، ويمكن وضع الماكينات في غرفة أسفل أو أعلى المصعد. ومن عيوبها أن دقة وقوفها عند الأدوار المختلفة للمبنى تكون أقل من المصاعد الهيدروليكية بالإضافة إلى أن تحملها للأحمال يكون أقل وسعرها يكون أعلى، شكل رقم (4.3).

٣. **مصاعد تعمل بالطاقة المغناطيسية.**

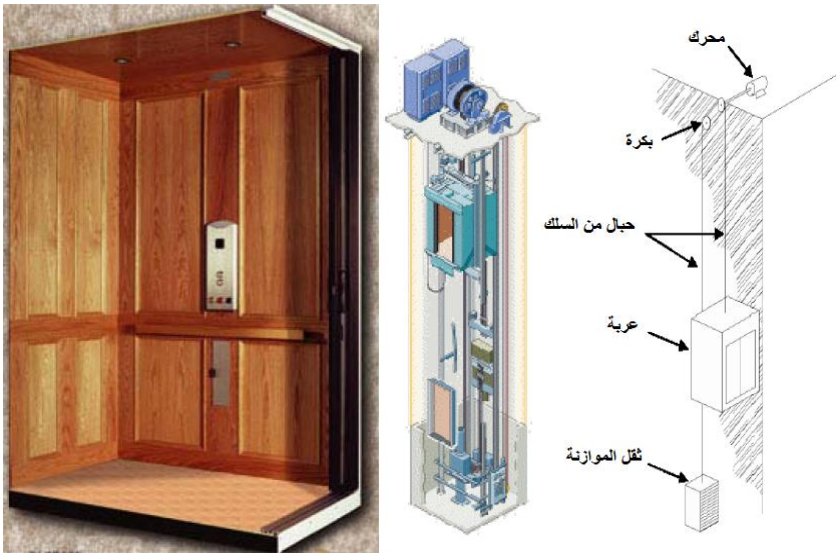
وهذه أحدث أنواع المصاعد حيث يتم تشغيل تيار كهربائي بقضبان رأسية بجانب كابينة المصعد من الخارج مثبت عليه مغناطيس وبمرور التيار تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة مغناطيسية تحرك المصعد صعوداً وهبوطاً. ويمتاز هذا النوع من المصاعد بالسرعات العالية جداً -لذا فإنه لا يستخدم إلا في المباني شاهقة الارتفاع- ويعيبه أن تكنولوجيا تشغيله أكثر تعقيداً من سابقيه وكذلك أسعاره مرتفعة وحمولته محدودة، شكل رقم (5.3).



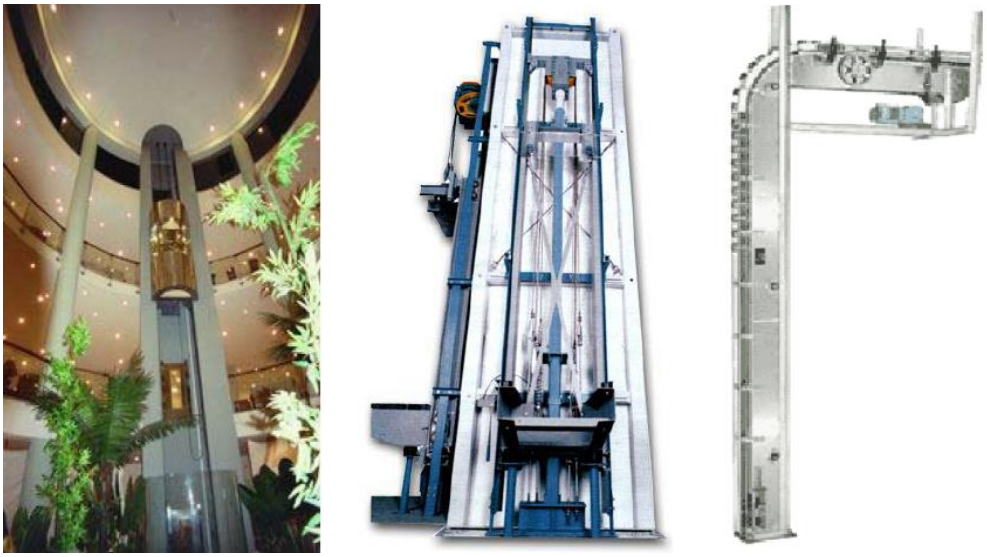
شكل رقم (2.3) أنواع المصاعد



شكل رقم (3.3) المصاعد الهيدروليكية



شكل رقم (4.3) مصاعد تعمل بالجر بالحبال



شكل رقم (5.3) مصاعد تعمل بالطاقة المغناطيسية

- **مكونات المصعد.**

يتكون المصعد عموماً من الأجزاء التالية، شكل رقم (6.3):

١. **بئر المصعد:**

هو النفق الرأسي الذي تتحرك فيه عربة المصعد للوصول إلى مستويات المبنى المختلفة.

٢. **القضبان:**

هي الدليل الذي يقود عربة المصعد في رحلة الصعود والهبوط وتساعد على عدم حدوث أي اهتزازات للعربة أثناء حركتها الرأسية.

٣. **حفرة المصعد:**

تكون أسفل بئر المصعد: وتصمم بعمق محدد ووظيفتها الأساسية هي عامل أمان أخير للعربة حيث تمنع ارتطامها بالأرض في حالة سقوطها المفاجئ.

٤. **العربة:**

وتسمى الكابينة وتكون بأشكال كثيرة ومن مواد مختلفة مقاومة للحريق، ويتم تصحيحها وتجهيزها طبقاً للمتطلبات المعمارية المطلوبة.

٥. **أجهزة التحكم والسيطرة:**

يتم تصميمها لتناسب كل مصعد على حدة ويتم عزلها صوتياً.

٦. **الحاكم الكهربائي:**

يتحكم في ضبط السرعة المناسبة التي تجعل المصعد يتحرك بأمان، لذا فإنها توضع بجوار ماكينة المصعد.

٧. **ماكينة المصعد:**

وهي التي تقوم بتحريك العربة - الكابينة - صعوداً وهبوطاً.

٨. **المحرك الكهربائي:**

وهو الذي يزود ماكينة المصعد بالطاقة اللازمة للتشغيل.

٩. **حجرة الماكينات:**

توجد أعلى أو أسفل المصعد ويوجد بها ماكينة المصعد والمحرك الكهربائي.

وهناك جزآن آخران يوجدان بمصاعد الجر بالحبال فقط هما:

١٠. **أثقال الموازنة:**

ويتم تحديد أوزانها طبقا لحمولة المصعد، وفائدتها الرئيسة هي توفير الطاقة الكهربائية المستخدمة.

١١. **الكابلات (حبال الجر):**

ويتوقف عددها على سرعة المصعد وحمولته، ويثبت في أحد طرفيها الكابينة وفي الطرف الآخر أثقال الموازنة.

- **ماكينات مصاعد الجر بالحبال.**

وتنقسم إلى نوعين أساسيين:

١. **ماكينات بدون تروس:**

والفكرة الأساسية فيها أن حركة المصعد تكون من خلال بكرة دائرية متحركة متصلة بموتور المحرك الذي يعمل بالتيار المستمر وبنفس السرعة. وغالباً تستخدم هذه النوعية لمصاعد الركاب، حيث تمتاز بالسرعة العالية والنعومة في الحركة؛ لذا يفضل استخدامها في المباني التي ارتفاعها يزيد على ٤٥م.

٢. **ماكينات ذات تروس:**

حيث يتم تجهيزها بمحرك صغير متصل بمجموعة من التروس تحرك كيبل المصعد بحركة بطيئة ودقيقة، لذا فإنه يفضل استخدامها في مصاعد نقل المرضى بالمستشفيات، وتشغيلها يكون من خلال تيار متردد أو مستمر. ويعيب هذا النوع من الماكينات أن عمرها الافتراضي أقل بكثير من النوع الأول.

- **المتطلبات المعمارية للمصاعد.**

تنحصر المتطلبات المعمارية لجميع أنواع المصاعد في الآتي، شكل رقم (7.3):

١. **بئر المصعد:**

حيث يتم تحديده طبقاً لعدد المصاعد فيه، وكذلك الحمولة المطلوبة وأبعاد الكابينة لكل مصعد... إلخ.

٢. **الكابينة:**

ويتم تصميمها طبقاً لنوعية الاستخدام وطبيعته وحجمه كما سبق ذكره.

٣. **الأبواب وتجهيزات الوقوف في كل دور:**

وفيها يتم تحديد طريقة فتح الأبواب- منزلقة أو متحركة للخارج أو للداخل... إلخ- وكذلك أزرار طلب المصعد هل هي واحد للصعود والهبوط أم زر للصعود وآخر للهبوط؛ وكذلك شاشة لتحديد مكان المصعد بين الأدوار... إلخ. كما تعتبر أبواب المصاعد من عناصر الأمان التي تتطلب مزيداً من العناية والصيانة الدورية.

٤. **الفراغ أسفل المصعد:**

وكما ذكرناه سابقاً -حفرة المصعد - هو عامل أمان للمصعد ويحدد عمقه سرعة وحمولة المصعد.

٥. **غرفة الماكينات:**

وهي في أغلب الأحوال تكون أعلى المصعد وتكون أرضيتها من الخرسانة المسلحة وبها عدة فتحات تستخدم لحركة المصعد.

- **طرق تشغيل المصاعد.**

تنحصر طرق تشغيل المصاعد في ثلاثة أنواع رئيسة تتمثل في شكل رقم (8.3):

١. **الطريقة البسيطة:**

حيث يتم وضع زر واحد فقط للصعود والهبوط أمام الأبواب يسجل طلباً واحداً لكل دور من الأدوار، وتلبي الكابينة أول هذه الطلبات تسجيلاً فقط، إما من البسطات أو من داخل العربة. ويصلح هذا النوع في المباني منخفضة الارتفاع وكذلك في أماكن الخدمة البسيطة - كمطابخ المطاعم.

٢. **الطريقة المجمعة غير المميزة:**

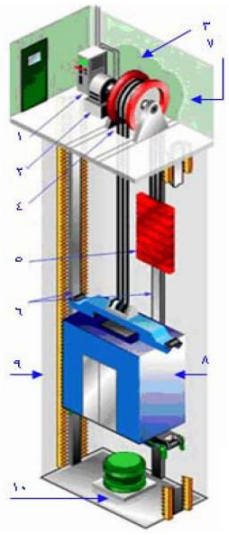
وفيها أيضاً يوجد زر واحد في كل دور مثل السابقة وتلبي فيه الكابينة جميع الطلبات بالترتيب حسب أرقام الأدوار لكن دون تمييز في رحلة الصعود أو الهبوط.

٣. **الطريقة المجمعة المميزة:**

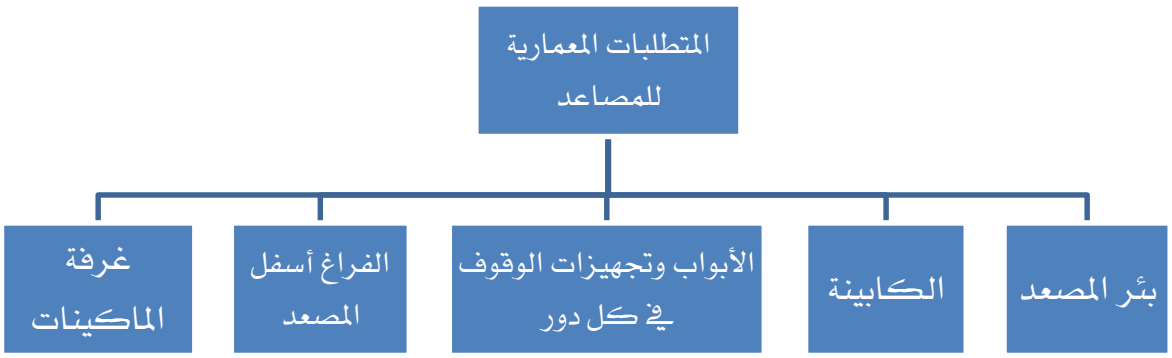
وفيها يوجد زر يشير إلى الصعود وآخر إلى الهبوط، وفيه تلبي الكابينة جميع طلبات الصعود بترتيب الأدوار إذا كانت في رحلة صعود، وتلبي طلبات جميع الأدوار بالترتيب إذا كانت في رحلة هبوط، ولا تقف في أي دور يطلبها في رحلة عكس اتجاهها. وتلك الطريقة هي الشائعة الاستعمال في المباني لما توفره من وقت وطاقة.

وأحياناً عندما يكون المبنى كبيراً والخدمات ذات كثافة عالية يمكن تخصيص بعض تلك المصاعد للأدوار الزوجية وأخرى للأدوار الفردية وإلغاء الأبواب في الأدوار الأخرى... وهكذا.

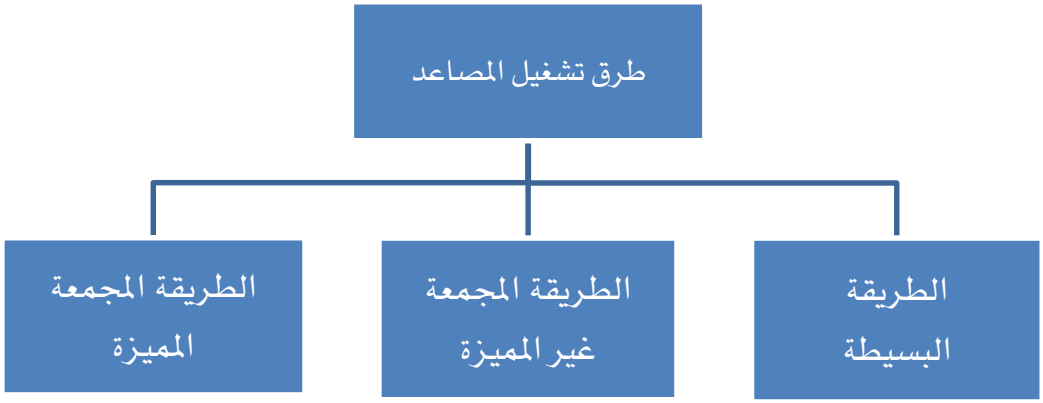
م	مكونات المصعد ذو الجر بالحبال
١	محرك كهربائي
٢	ماكينة المصعد
٣	الحاكم
٤	حبال الجر (الكيبلات)
٥	ثقل الموازنة
٦	القضبان
٧	غرفة الماكينات
٨	الكابينة
٩	بئر المصعد
١٠	حفرة المصعد
١١	أجهزة التحكم والسيطرة



شكل رقم (6.3) مكونات المصعد



شكل رقم (7.3) المتطلبات المعمارية للمصاعد



شكل رقم (8.3) طرق تشغيل المصاعد

أشخاص	حمولة	سرعة	أبعاد العربة (سم)			أبعاد الباب (سم)		أبعاد بئر المصعد (سم)						أبعاد غرفة المكن (سم)			
العدد	KG	m/s	عرض	عمق	ارتفاع	عرض	ارتفاع	عرض	عمق	كتف	كتف	عمق الحفرة	ارتفاع السقف	عرض	عمق	ارتفاع	الباب
4	320	1.0	90	100	210	70	200	140	150	27	13	150	400	200	300	200	90
6	450	1.0	110	120	210	80	200	160	170	35	15	150	400	200	300	200	90
8	630	1.0	110	140	210	80 90	200 200	170 170	180 180	40 45	20 15	150	400	200	300	200	90
10	800	1.0	135	140	220	80 90	200 200	200 200	200 200	55 50	35 30	150	400	240	350	200	90
12	1000	1.0	160	140	220	80 90	200 200	240 240	200 200	85 85	45 40	150	400	280	350	200	90

جدول رقم (1.3) العلاقة بين حمولة وأبعاد المصعد (الجامعة الإسلامية بغزة، ٢٠٢٠)

- **أبعاد ومقاسات المصاعد.**

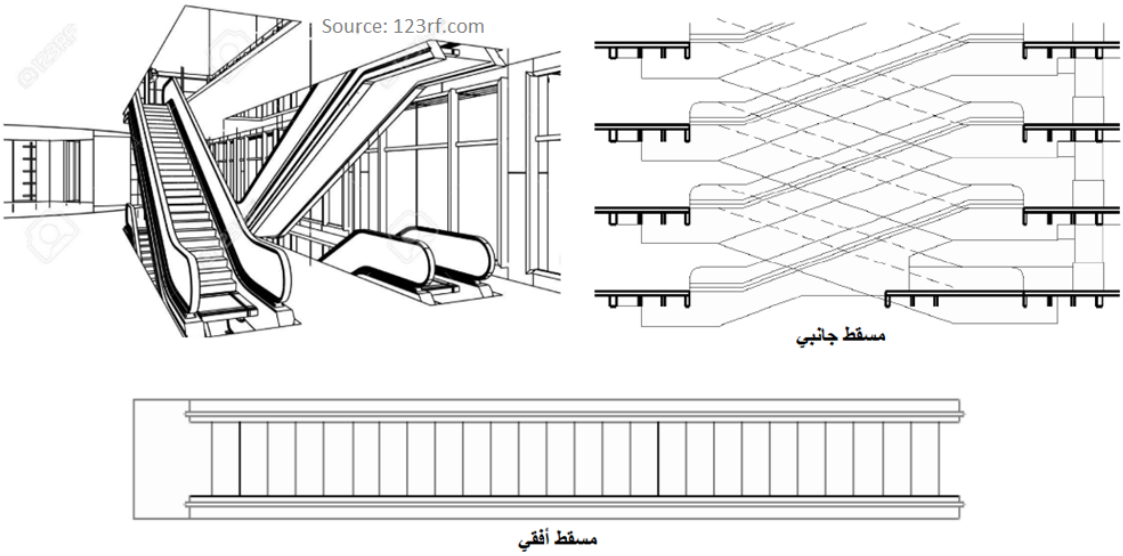
يوضح الجدول رقم (1.3) أبعاد ومقاسات المصاعد المطلوب تركيبها بناءً على عدد الركاب وحمولة المصعد في المباني السكنية وغيرها من المحددات (الجامعة الإسلامية بغزة، ٢٠٢٠).

السلالم المتحركة:

تعتبر السلالم المتحركة من أحدث ما تم التوصل إليه من عناصر الاتصال الرأسي بين طوابق المبنى. وأصبح استخدامها ذا قيمة واضحة في الأماكن التي تتسم بالازدحام؛ مثل: المطارات والمحطات الرئيسة للسكك الحديدية أو مترو الأنفاق وكذلك في الأسواق والمراكز التجارية...إلخ. حيث تستطيع أن تلبي طلبات تلك الأعداد الكبيرة من الزوار.

وتتكون تلك السلالم من ماكينتين لكل درج إحداهما على المستوى العلوي للدرج والأخرى على المستوى السفلي له، وهما موجودتان داخل فراغ خاص أسفله ومتصلتان مع بعضهما بسير معدني قوي يحمل الدرج المتحرك والذي يوجد على جانبيه درابزين الدرج، شكل رقم (9.3، 10.3).

شكل رقم (9.3) السلالم المتحركة (موقع إلكتروني ٩، ٢٠٢٠)



شكل رقم (10.3) السلالم المتحركة، مسقط جانبي وأفقي (موقع إلكتروني ١٠، ٢٠٢٠)

وهناك العديد من المميزات لتلك السلالم والمنحدرات المتحركة وكذلك بعض العيوب التي تتصف بها مقارنةً بالمصاعد الكهربائية والتي تم إيجازها في الجدول رقم (2.3).

م	المصاعد الكهربائية	السلالم المتحركة
١	تلبي حاجة المباني المرتفعة والمتوسطة الارتفاع على السواء.	تلبي حاجة المباني قليلة الارتفاع فقط (من دور حتى ستة أدوار).
٢	يصل الواحد منها بين عدة أدوار أو مستويات في آن واحد.	يصل الواحد منها بين دورين أو مستويين فقط.
٣	تحتاج إلى فراغ معماري صغير نسبياً.	تحتاج إلى فراغ معماري أكبر بكثير من المصاعد.
٤	حركة غير آمنة عند انقطاع التيار الكهربائي أو الحريق – حيث تتوقف عن العمل.	حركة آمنة في حالة انقطاع التيار الكهربائي والحريق – حيث يمكن استخدامها بالرغم من توقفها.
٥	يحتاج مستخدموها إلى وقت كبير في رحلة الصعود والهبوط	اختصار للوقت في رحلة الصعود أو الهبوط.
٦	تنقل عدد محدد من المستفيدين في الرحلة الواحدة.	تنقل أكبر عدد من المستفيدين من المبنى في زمن قياسي.
٧	من الممكن أن تصيب بعض الركاب بالشعور بالضيق من التواجد في الأماكن المغلقة.	لا يوجد فيها هذا العيب بل يمكن أن يشاهد من خلالها الركاب المناظر الجميلة الممتعة.

جدول رقم (2.3) مقارنة بين المصاعد الكهربائية والسلالم المتحركة

مقدمة في أنظمة تكييف الهواء Air Conditioning Systems

إن توفير الظروف المناخية المناسبة للإنسان أحد الاحتياجات التي لا غنى عنها - من تهوية جيدة ودرجة حرارة ورطوبة مناسبة - حتى يستطيع إنجاز المهام والأعمال المطلوبة منه دون التعرض للإرهاق العضوي؛ وتسمى محصلتها جميعاً بمجال الراحة الحرارية. ويختلف مجال الراحة الحرارية من إنسان إلى آخر ومن مكان إلى مكان ولاعتبارات أخرى كالعمر والحالة الصحية وكذلك نوعية النشاط الذي يمارس في ذلك المكان...إلخ.

ولقد حدد العلماء مجال الراحة الحرارية للإنسان في درجة حرارة تتراوح ما بين ٢٠-٢٨ درجة مئوية، مع درجة رطوبة نسبية تتراوح ما بين ٢٠ - ٨٠ ٪، ولتحقيق مجال الراحة للإنسان والمحافظة عليه يحتاج ذلك استخدام أساليب طبيعية وأخرى ميكانيكية لضبط الأداء البيئي داخل الفراغات المعمارية المختلفة بالمبنى، وهو ما يسمى بتكييف الهواء.

اشتراطات كود البناء السعودي والتهوية الطبيعية:

يعد كود البناء السعودي SBC - Saudi Building Code المرجع الأساسي الذي يعتمد عليه في استلام جميع بنود الأعمال الميكانيكية كالمصاعد والسلالم المتحركة وأعمال التكييف ونحوها، شكل رقم (11.3)، ويحتوي على العديد من المتطلبات والاشتراطات التصميمة ذات العلاقة التي من الواجب التقيد بها، ومنها ما هو موجود في (الكود السعودي الميكانيكي SBC 501 – AR -الاشتراطات).

وهنا نستعرض ما يخص التهوية الطبيعية Natural Ventilation، شكل رقم (12.3)، داخل الفراغ المعماري ومنها (كود البناء السعودي العام -الاشتراطات SBC 201، ٢٠١٨):

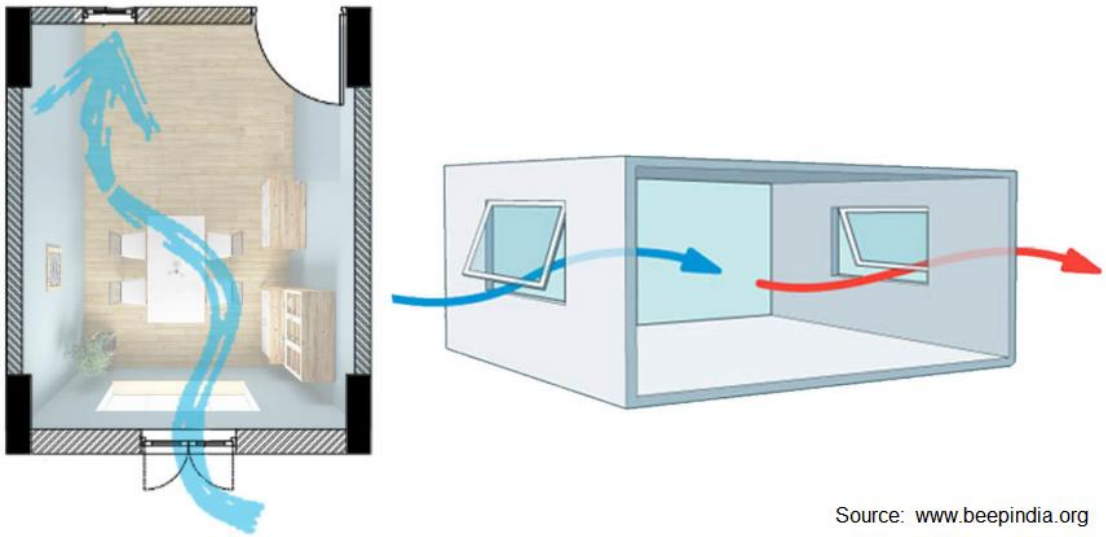
١. يجب ألا تقل مساحة الفتحات للخارج -القابلة للفتح- عن ٤ ٪ من مساحة الطابق أو الأرضية المهواة. وفي حال كانت التهوية الطبيعية تتم عن طريق غرفة مجاورة فتكون النسبة ٨ ٪ من مساحة الغرفة المجاورة ولكن ليس أقل من 2.3 م^{٢} (برنامج فحص جودة البناء، ٢٠١٨).

٢. يجب تزويد المباني بتهوية طبيعية أو بتهوية ميكانيكية وبحيث يمكن التحكم بها بسهولة بواسطة شاغلي المبنى.

٣. يجب ألا يقل عرض المنور عن ٩٠ سم للمباني المكونة من دورين أو أقل فوق مستوى الأرض، وفي المباني المكونة من أكثر من دورين تتم زيادة العرض الأدنى للمنور بمعدل ٣٠ سم لكل

طابق إضافي، فإذا زادت عن ١٤ طابقاً يتم حساب العرض المطلوب للمنور بناءً على ١٤ طابقاً فقط.

شكل رقم (11.3) كود البناء السعودي Saudi Building Code – SBC
(موقع إلكتروني ١، ٢٠٢٠)



شكل رقم (12.3) التهوية الطبيعية (موقع إلكتروني ١١، ٢٠٢٠)

أنواع تكييف الهواء:

هناك نوعان لتكييف الهواء داخل الفراغ المعماري هما:

١. **تكييف طبيعي:**

وذلك بدءاً من استخدام مواد بناء مناسبة لطبيعة المناخ المقام فيه المبنى ومروراً بتحقيق تهوية طبيعية جيدة من خلال دراسة أماكن الفتحات المختلفة وأحجامها، وكذلك الإضاءة الطبيعية وأشعة الشمس وخلافه؛ وحتى دراسة ارتفاع الفراغ بالنسبة لسطحه والمبنى وما يحيط به من بيئة طبيعية...إلخ.

٢. **تكييف صناعي:**

وذلك باستخدام أساليب ميكانيكية لضبط مجال الراحة بالمبنى، وذلك سواء بالتدفئة أو التبريد حسب المجالات المناخية المحيطة بالمبنى، وسيتم التركيز في هذه الوحدة على هذا النوع من التكييف.

المجالات المناخية بالمملكة:

تتسم المملكة بتنوع مجالاتها المناخية من منطقة أو مدينة إلى أخرى، ويمكن حصر تلك المجالات كما يلي:

١. **الباردة وشديدة البرودة؛** ونجد ذلك في المناطق الشمالية بالمملكة (مثل: تبوك، عرعر) أو في المناطق الجنوبية والجبلية (مثل: أبها، الطائف).
٢. **المجال الحار الرطب؛** مثل: جدة، الدمام.
٣. **المجال الحار الجاف؛** مثل: الرياض.
٤. **المجال شديد الحرارة؛** مثل: جازان.
٥. **المجال المعتدل؛** مثل: نجران.

وكل من تلك المناطق أو المدن تكون معالجتها طبيعياً أو صناعياً مختلفة عن الأخرى وذلك للوصول إلى الراحة الحرارية المطلوبة.

أنظمة تكييف الهواء:

ونقصد بها هنا المعالجات الصناعية بالأساليب الميكانيكية لضبط الأداء البيئي داخل الفراغ المعماري.

ويتوقف نظام تكييف الهواء على عدد من العوامل تنحصر في:

١. **مكونات الهواء:**

وهي من أهم العوامل المؤثرة في أنظمة التكييف حيث تشتمل على نسبة الأكسجين والنيتروجين في هواء الغرفة وطريقة تجديده باستمرار، وكذلك نسبة التلوث بالأتربة والجراثيم والشوائب والروائح...إلخ وكيفية التخلص منها.

٢. **الرطوبة النسبية:**

حيث يؤدي ارتفاع نسبتها بالجو إلى شعور الإنسان بارتفاع الحرارة والضيق.

٣. **درجة الحرارة:**

حيث تشكل عاملاً مهما في تكيّف الإنسان مع البيئة المحيطة وتمنحه الشعور بالتوازن الحراري الطبيعي لجسمه.

٤. **حركة الهواء:**

وهي تساعده إذا كانت في الحدود المناسبة على الحصول على بيئة صحية وعلى شعور الإنسان بالراحة الحرارية.

وتنقسم أنظمة تكييف الهواء إلى عدة أنواع رئيسة هي:

١. **تكييف هواء بارد فقط:**

للمجالات المناخية الحارة والشديدة الحرارة.

٢. **تكييف هواء حار - بارد:**

للمجالات المناخية الحارة والمعتدلة.

٣. **تكييف هواء حار فقط:**

للمجالات المناخية الباردة والشديدة البرودة.

الوحدات المستخدمة بالتكييف:

١. **وحدات تبريد الهواء:**

تتكون وحدات تبريد الهواء من وحدة تبريد مكونة من ضاغط يعمل بمحرك كهربائي يضغط وسيطاً - غالباً الفريون - يتم تمريره على مبادل حراري (مكثف) يبرد بالماء أو الهواء فيتحول إلى سائل بضغط مرتفع، ثم يمرر على جهاز تمدد ليتحول إلى ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة، ثم يمرر في مواسير من النحاس محاطة بزعانف من الخارج فيبردها جميعاً ثم يدفع هواء من الخلف على تلك المواسير عن طريق مروحة كهربائية داخلية فيخرج من

خلالها مبرداً إلى داخل الغرفة أو الفراغ، وهذه هي فكرة وحدات التبريد بشكل عام، شكل رقم (13.3).

أما المكيف الصحراوي - الذي يستخدم في الأماكن الحارة الجافة - فإن الهواء يمر على سطح مائي ليكتسب شيئاً من الرطوبة التي تساعد على تلطيف الجو، شكل رقم (14.3).

٢. **وحدات التدفئة وتسخين الهواء:**

وهي متعددة منها الذي يعمل:

أ- **بالكهرباء:**

مثل السخانات الكهربائية، حيث يمر الهواء على سلك كهربائي أو مقاومة عالية ودرجة حرارة مرتفعة فيسخن الهواء ويدخل فراغ الغرفة لتدفئتها. ومن مميزات هذا النوع أنه سهل التشغيل والصيانة وفي تغيير درجة التدفئة بالفراغ وكذلك في نظافة هواء التدفئة من أي غازات أو أبخرة سامة، شكل رقم (15.3).

ب- **بأفران حرق الوقود:**

حيث ينتج عن حرق الوقود -سواءً أكان صلباً أم سائلاً أم غازاً - وتسخين للهواء بصورة غير مباشرة فيعطي التدفئة لفراغ الغرفة؛ وهذا النوع قليل الاستخدام لخطورته وصعوبة تشغيله وصيانته، شكل رقم (16.3).

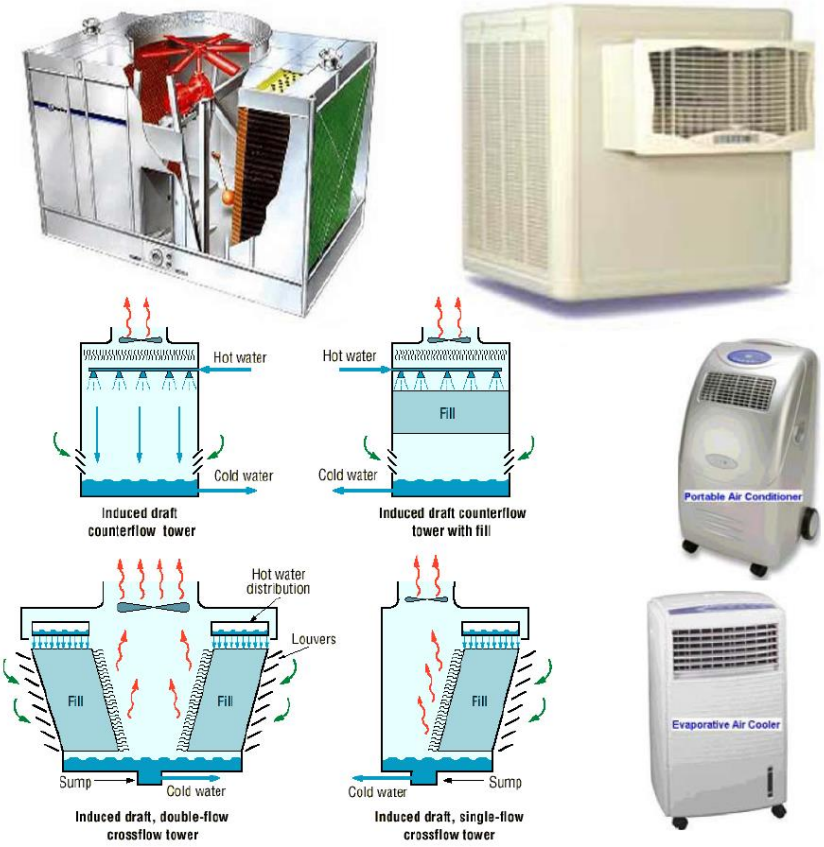
ج- **بالوسيط السائل:**

وهو يعمل بالكهرباء أيضاً، حيث يتم رفع درجة حرارة السائل -زيت أو ماء- موجود داخل مواسير من النحاس ويمر عليها هواء من خلال مروحة داخلية فيسخن الهواء ويندفع إلى داخل الغرفة لتدفئتها، ويعيب هذا النظام أيضاً صعوبة الصيانة والخطورة من خروج هذا السائل من تلك المواسير فيسبب الحريق لا سمح الله، شكل رقم (17.3).

٣. **وحدات التبريد والتدفئة:**

وهي مثل النظام الأول -وحدات التبريد- ولكن يوضع بين المروحة ومواسير التبريد مقاومة كهربائية، وعندما نريد هواء بارداً نشغل دائرة التبريد للمواسير وعندما نريد هواء حاراً نشغل المقاومة ونوقف دائرة التبريد، شكل رقم (18.3).

شكل رقم (13.3) وحدات تبريد الهواء (موقع إلكتروني ١٢، ٢٠٢٠)

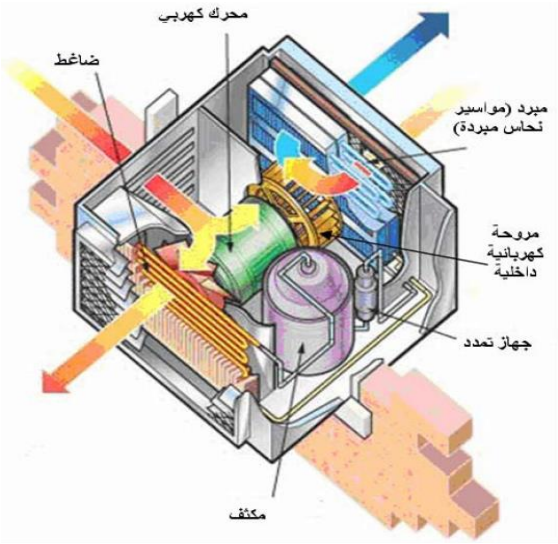


شكل رقم (14.3) أشكال مختلفة من المكيفات الصحراوية

شكل رقم (15.3) وحدات تدفئة تعمل بالكهرباء

شكل رقم (16.3) وحدات تدفئة تعمل بأفران حرق الوقود

شكل رقم (17.3) وحدات تدفئة تعمل بالوسيط السائل (الزيت)
(موقع إلكتروني ١٣ ، ٢٠٢٠)



شكل رقم (18.3) وحدات تكييف للتبريد والتدفئة (حار/بارد)

حساب سعة التبريد للمكيفات:

يعتمد حساب سعة التبريد للمكيفات Cooling Capacity -سواءً مكيفات الإسبلت "ذات الوحدتين المنفصلتين" Split AC Units أو مكيفات الشباك "ذات الوحدة الواحدة" Window AC Unit - التي تكون مناسبة للفراغ المعماري على عدد من المحددات ومنها:

١. **أبعاد الغرفة:** حيث تختلف سعة التبريد المناسبة بحسب أبعاد الغرفة -الطول والعرض- ومساحة الفراغات المعمارية بشكل عام.
٢. **ارتفاع السقف:** حيث أنه ترتبط زيادة سعة التبريد بزيادة ارتفاع سقف الفراغ.
٣. **عوامل مؤثرة أخرى:** ومنها نوع الفراغ ومدى تعرضه لأشعة الشمس وعدد النوافذ ومساحتها ووجود العزل الحراري ومدى إشغال الفراغ وعدد المستخدمين (منظمة تقارير المستهلك، ٢٠٢٠). كما أن لدرجات حرارة الطقس في المنطقة تأثيراتها.

وتحديد السعة يتم في المشاريع من خلال مكاتب استشارية متخصصة، ولتفادي الاختيار العشوائي وتأثيراته السلبية هناك بعض المعادلات التجريبية الشائعة في سوق العمل لحساب وحدات التبريد (Btu/h) ومنها:

سعة التبريد المناسبة للغرفة = (طول الغرفة X عرض الغرفة X ارتفاع السقف) X ٣٠٠

مع ملاحظة أن 12000 وحدة تبريد (Btu/h) تساوي ١ طن، فإذا أردنا تحويل سعة التبريد إلى وحدة (الطن) نقوم بقسمة الناتج على 12000.

تمارين الوحدة

١. ما هي أنواع المصاعد من حيث الاستخدام؟

٢. ما هي أنواع المصاعد من حيث تكنولوجيا التشغيل؟

٣. ما الفرق بين المصاعد الهيدروليكية ومصاعد الجر بالحبال؟

٤. ما هي مكونات المصعد؟ اشرح بالتفصيل مع تزويد إجابتك بالرسم.

٥. ما هي أنواع ماكينات المصعد ذي الجر بالحبال؟ وما الفرق بينهما؟ اشرح بالتفصيل.

٦. ما هي المتطلبات المعمارية للمصاعد؟

٧. ما هي طرق تشغيل المصاعد؟ اشرح إحداها بالتفصيل.

٨. ما الفرق بين المصاعد والسلالم المتحركة؟

٩. اذكر مثالاً على اشتراطات كود البناء السعودي فيما يخص التهوية الطبيعية.

١٠. غرفة أبعادها 6*4 متر، كم أقل مساحة مسموح بها للنوافذ في هذا الفراغ المعماري لتسمح بدخول (التهوية الطبيعية) وفقاً لكود البناء السعودي؟

١١. ما هي أنواع تكييف الهواء؟

١٢. تتسم المملكة بتنوع مجالاتها المناخية من منطقة إلى أخرى، وضح ذلك.

١٣. ما هي أنظمة تكييف الهواء؟ وأي المجالات المناخية بالمملكة التي تصلح لكل منها؟

١٤. ما هي العوامل التي يتوقف عليها نظام تكييف الهواء؟

١٥. ما هي الوحدات المستخدمة في تكييف الهواء؟ اشرح فكرة إحداها مع تزويد إجابتك بالرسم.

١٦. ما هي المحددات التي يُعتمد عليها في حساب سعة التبريد المناسبة للمكيفات في مختلف الفراغات المعمارية؟

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الثالثة)

بعد الانتهاء من التدرب على وحدة **أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني**، قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	القدرة على وصف أنواع المصاعد وطرق تشغيلها ومكوناتها ومتطلباتها المعمارية.				
٢	القدرة على تحديد استخدامات السلالم المتحركة.				
٣	القدرة على وصف ما يتعلق بأنظمة تكييف الهواء في المباني.				
٤	القدرة على تمييز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الميكانيكية.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الثالثة)	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	القدرة على وصف أنواع المصاعد وطرق تشغيلها ومكوناتها ومتطلباتها المعمارية.				
٢	القدرة على تحديد استخدامات السلالم المتحركة.				
٣	القدرة على وصف ما يتعلق بأنظمة تكييف الهواء في المباني.				
٤	القدرة على تمييز أهمية اشتراطات كود البناء السعودي في استلام بنود الأعمال الميكانيكية.				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

الوحدة الرابعة

مراجعة وتمارين تطبيقية

الوحدة الرابعة

مراجعة وتمارين تطبيقية

Review and Practical Exercises

الهدف العام للوحدة:

تهدف هذه الوحدة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات التطبيقية اللازمة لأعمال التركيبات الصحية والكهربائية والميكانيكية في المباني والتدرب على إعداد الرسومات ذات العلاقة بالإضافة لتعريف المتدرب بمفاهيم البناء المستدام.

الأهداف التفصيلية:

من المتوقع في نهاية هذه الوحدة التدريبية أن يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أن:

١. يميز أهمية الأبنية المستدامة وفحص المباني ومبادئ التصميم المستدام للمباني.
٢. يرسم أعمال التركيبات الصحية في المباني.
٣. يرسم أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.
٤. يرسم أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٢٠ ساعة تدريبية

الوسائل المساعدة:

١. سبورة وأقلام شرح للنظري.
٢. بروجكتور وشاشة عرض للعرض المرئي للشرائح والصور.
٣. معمل حاسب آلي مجهز ببرنامج الأوتوكاد.

مراجعة Review

تعد أعمال التركيبات الصحية والكهربائية والميكانيكية من مراحل البناء المهمة ومكوناً رئيساً لخدمات المباني وتشغيلها كونها تحدد مستوى وجودة الخدمات بالإضافة إلى علاقتها بالاستدامة، ولكون المباني لا يقتصر تحديد جودتها فقط على سلامتها الإنشائية فإنه من المهم مراقبة جودة تنفيذ تلك الأعمال واستلامها من قبل متخصصين لتفادي كل ما يؤثر على جودة المبنى وسلامة ساكنيه. وفي هذه الوحدة سوف نتطرق بشكل عام للأبنية المستدامة وفحص المباني ومبادئ التصميم المستدام للمباني.

الأبنية المستدامة وفحص المباني:

يمكن اعتبار الأبنية المستدامة Sustainable Building أو ما يسمى بالأبنية الخضراء Green Building، شكل رقم (1.4)، أنها مجموعة من الممارسات التي تؤدي إلى كفاءة في استخدام الموارد من طاقة ومياه ومواد، بالإضافة إلى أنها تقلل من التأثيرات الضارة على صحة الإنسان من خلال اختيار الأمثل لموقع البناء وعمليات التصميم والبناء والتشغيل والصيانة. وللأبنية الخضراء فوائد متعددة، شكل رقم (2.4)، تشمل الجانب الصحي والاقتصادي والبيئي والاجتماعي (الأبنية المستدامة، 2020).

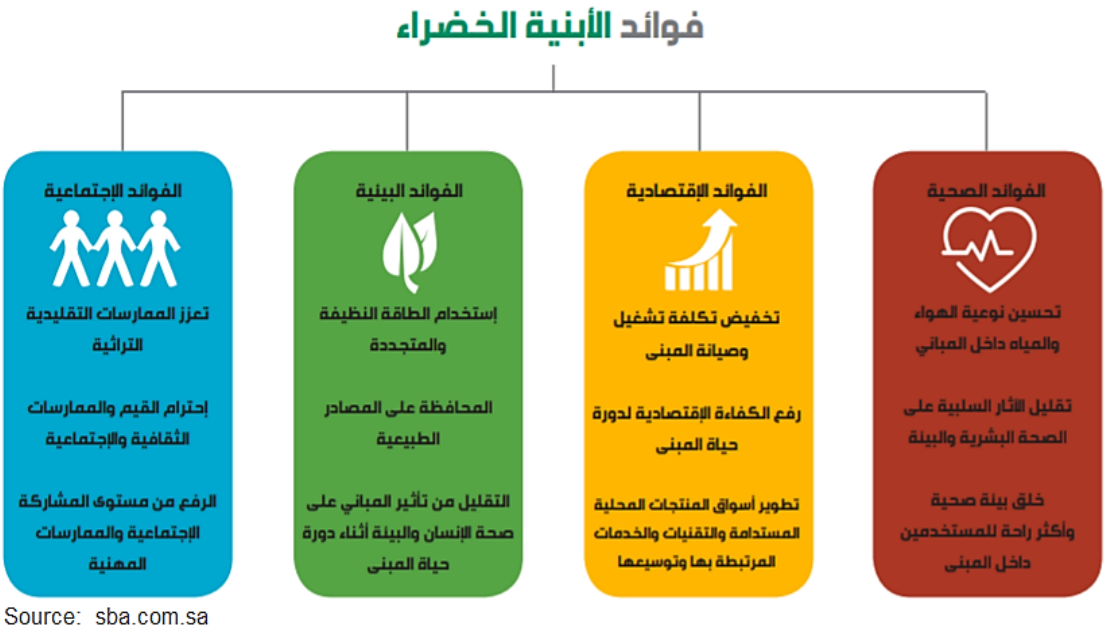
ويوجد بعض الجهات المستقلة التي تضمن إصدار شهادات تقييم الاستدامة للمشاريع الإنشائية وفق متطلبات معينة، ومنها المنتدى السعودي للأبنية الخضراء "سعف" والمجلس الأمريكي للأبنية الخضراء "LEED".

كما وأن فحص جودة تنفيذ البناء والمباني الجاهزة الذي يندرج تحت مسمى خدمات الفحص والتفتيش (Third Party Inspections – TPI) المعمول به في قطاع البناء والتشييد من قبل فاحصين معتمدين يسهم في تفادي الكثير من الأخطاء الهندسية والفنية المختلفة التي قد تتم من قبل المنفذ أو المقاول ولا تكتشف من قبل الاستشاري، أو أيضاً الأخطاء التي قد تتم من قبل الاستشاري، وما يميز هذا النوع من الخدمات أنها تسهم كذلك في الحد من الممارسات السلبية في المشاريع كونها تمثل طرفاً ثالثاً له استقلاليته واعتماديته المبنية على تطبيق المعايير والجودة بنزاهة وحيادية.

وقد تم إطلاق برنامج البناء المستدام الذي يتبع وزارة الإسكان في المملكة العربية السعودية وهو يقدم عدداً من الخدمات التي تهدف إلى استدامة الوحدات السكنية، وتتضمن هذه

الخدمات فحص الأعمال الصحية والكهربائية والميكانيكية سواءً من خلال فحص جودة البناء أو المباني الجاهزة أو تقييم استدامة المباني (برنامج البناء المستدام، 2020).

شكل رقم (1.4) مركز الملك عبدالعزيز الثقافي العالمي "إثراء" من المشاريع الحاصلة على شهادة الاستدامة (موقع إلكتروني ١٤، ٢٠٢٠)



شكل رقم (2.4) فوائد الأبنية الخضراء (الأبنية المستدامة، 2020)

كما يتضمن كود البناء السعودي SBC- Saudi Building Code المتطلبات ذات العلاقة بالأبنية الخضراء بالإضافة إلى الاشتراطات الموجودة في (الكود السعودي للمباني الخضراء SBC 1001 – AR- الاشتراطات)، شكل رقم (3.4).

شكل رقم (٣,٤) كود البناء السعودي Saudi Building Code – SBC
(موقع إلكتروني ١ ، ٢٠٢٠)

مبادئ التصميم المستدام للمباني:

١. ترشيد الموارد.

وذلك بالحفاظ على المياه كاستغلال مياه الأمطار وترشيد استهلاك المياه، والحفاظ على الطاقة عن طريق العزل الحراري والإضاءة الطبيعية واستخدام الأجهزة ذات الكفاءة العالية في استهلاك الطاقة الكهربائية، وكذلك الحفاظ على المواد من خلال الترشيد في استخدام مواد البناء.

٢. دورة حياة المبنى.

وذلك من خلال اختيار الموقع الجيد والتصميم الأمثل للمبنى، وكذلك استخدام مواد مصنعة من موارد تم تدويرها.

٣. التصميم الإنساني.

وذلك من خلال احترام طبوغرافية الموقع والحفاظ على المسطحات الخضراء وتصميم حركة المشاة بالإضافة إلى البيئة الداخلية المريحة للإنسان وتوظيف التهوية الطبيعية (مرجان، ٢٠١٣).

تمارين تطبيقية Practical Exercises

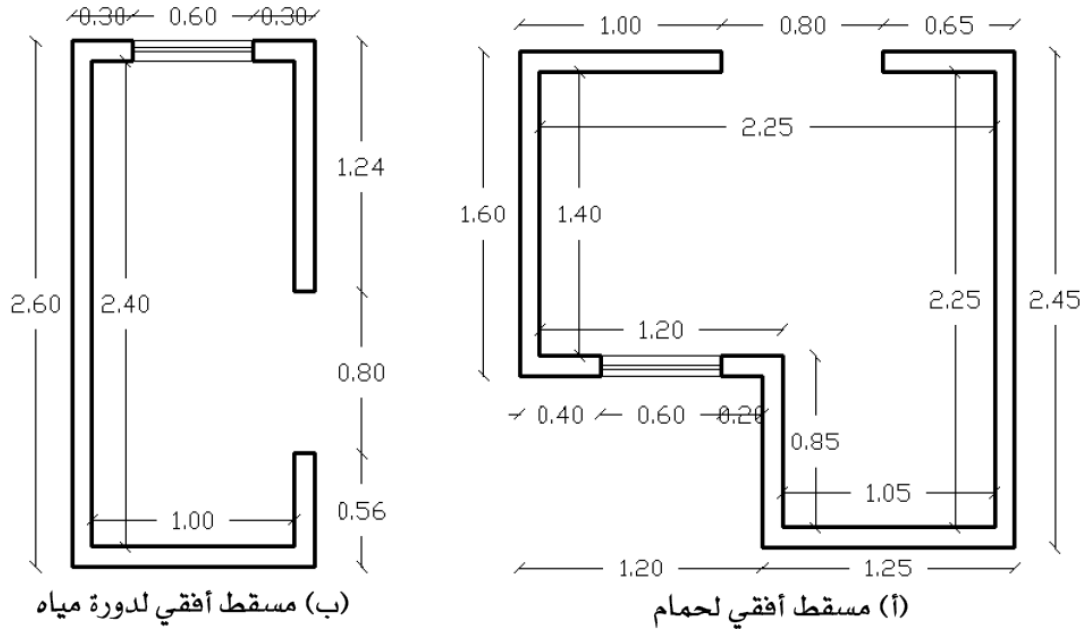
مشاريع التركيبات الصحية :

- **التمرين. ١ :**

أ. المطلوب رسم مسقط أفقي لحمام أبعاده ٢.٧٠*٣,٦٠ م - أو بالأبعاد التي يعطيها لك المدرب - بمقياس رسم ٥٠/1 وفرشه كاملاً بجميع الأجهزة الصحية اللازمة مع تحديد مكان واتجاه فتحة الباب ومكان فتحة الشباك. مع العلم أن فتحة الباب ٨٠ سم وعرض الشباك ٦٠ سم والحمام بدور متكرر بمبنى سكني.

ب. المطلوب رسم مسقط أفقي لدورة مياه أبعادها ٢٠.١*٢,٢٠ م - أو بالأبعاد التي يعطيها لك المدرب - بمقياس رسم ٥٠/1 وفرشها كاملاً بجميع الأجهزة الصحية اللازمة مع تحديد اتجاه ومكان فتحة الباب ومكان فتحة الشباك. مع العلم أن فتحة الباب ٨٠ سم وعرض الشباك ٦٠ سم والدورة بدور متكرر بمبنى سكني.

ج. مرفق مساقط أفقية لمجموعة من الحمامات ودورات المياه بمقياس رسم ٥٠/1 ، شكل رقم (4.4- أ ، ب)، والمطلوب توزيع الأجهزة الصحية اللازمة داخل الفراغ المعماري لكل منها مع تحديد اتجاه فتحة الباب.



شكل رقم (4.4) مساقط أفقية لبعض الحمامات ودورات المياه

- **التمرين. ٢:**

أ. المطلوب رسم أعمال الصرف الصحي للحمام ودورة المياه - والتي سبق فرشها بالتمرين السابق - بنظام الصرف ذي الماسورتين وماسورة تهوية، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.

ب. المطلوب رسم أعمال الصرف الصحي للحمام أو دورة المياه المعطاة لك من المدرب بنظام الصرف ذي الماسورتين وماسورة تهوية، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.

- **التمرين. ٣:**

أ. المطلوب رسم أعمال الصرف الصحي للحمام ودورة المياه - التي سبق فرشها في التمرين.

١ - بنظام الصرف ذي الماسورة الواحدة المهواة بالكامل، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.

ب. المطلوب رسم أعمال الصرف الصحي للحمام ودورة المياه المعطاة لك من المدرب بنظام الصرف ذي الماسورة الواحدة، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.

- **التمرين. ٤:**

أ. المطلوب تجميع حمامين أو حمام ودورة مياه...إلخ، من التمارين الثلاثة السابقة وصرفها بنظام الماسورتين، ومرةً أخرى بنظام الماسورة الواحدة عليها دور متكرر.

ب. المطلوب صرف الحمامات المجمعة ودورات المياه المعطاة لك من المدرب بأنظمة الصرف التي تدربت عليها، وذلك لدور متكرر بمبنى.

- **التمرين. ٥:**

أ. المطلوب رسم التمرين السابق ولكن لصرف دور أرضي بمبنى، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.

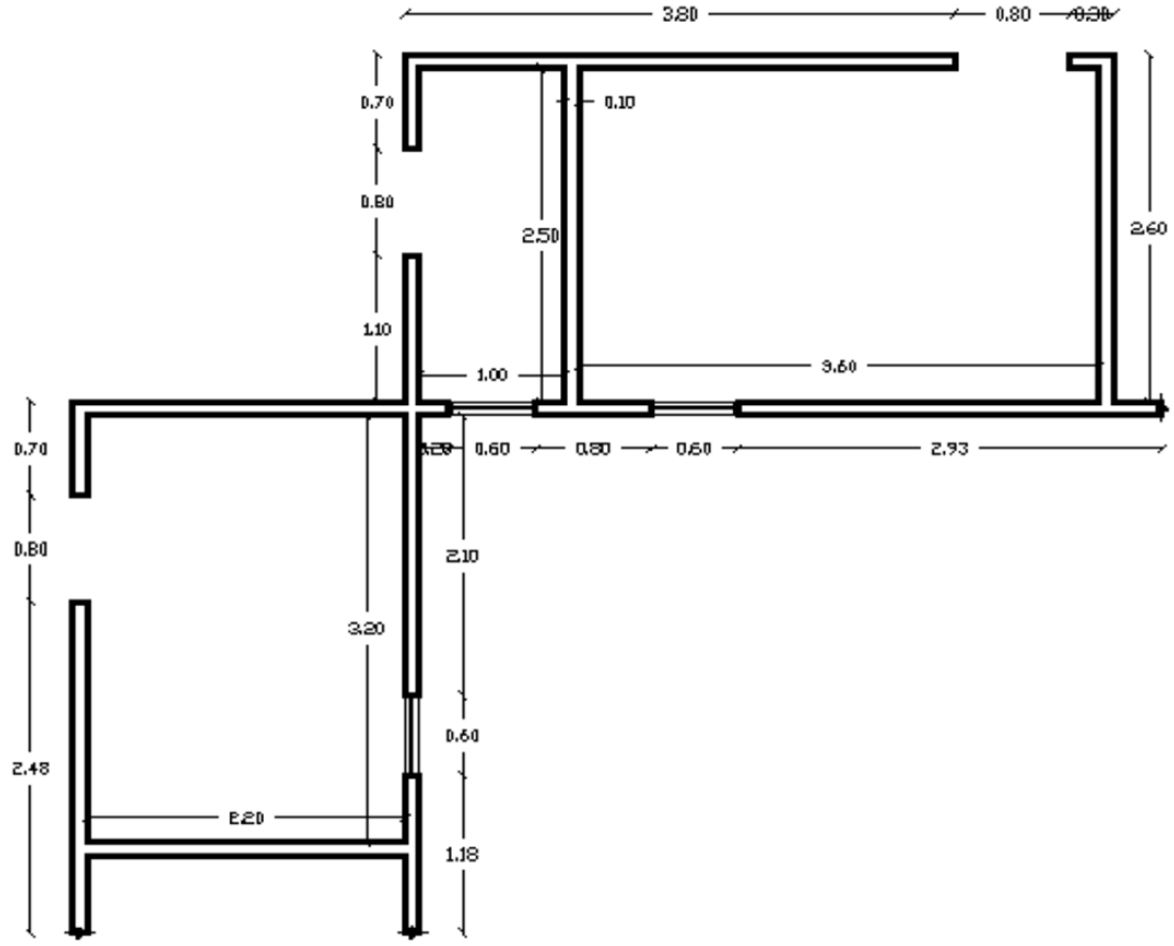
ب. المطلوب رسم أعمال التغذية لحمامات مجمعة ودورات مياه مجمعة، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.

- **التمرين. ٦:**

أ. الرسم المرفق - شكل رقم (5.4- أ، ب) - عبارة عن وحدات مجمعة لحمامات ودورات مياه بدور متكرر لمبنى سكني بمقياس رسم 1/٥٠، والمطلوب:

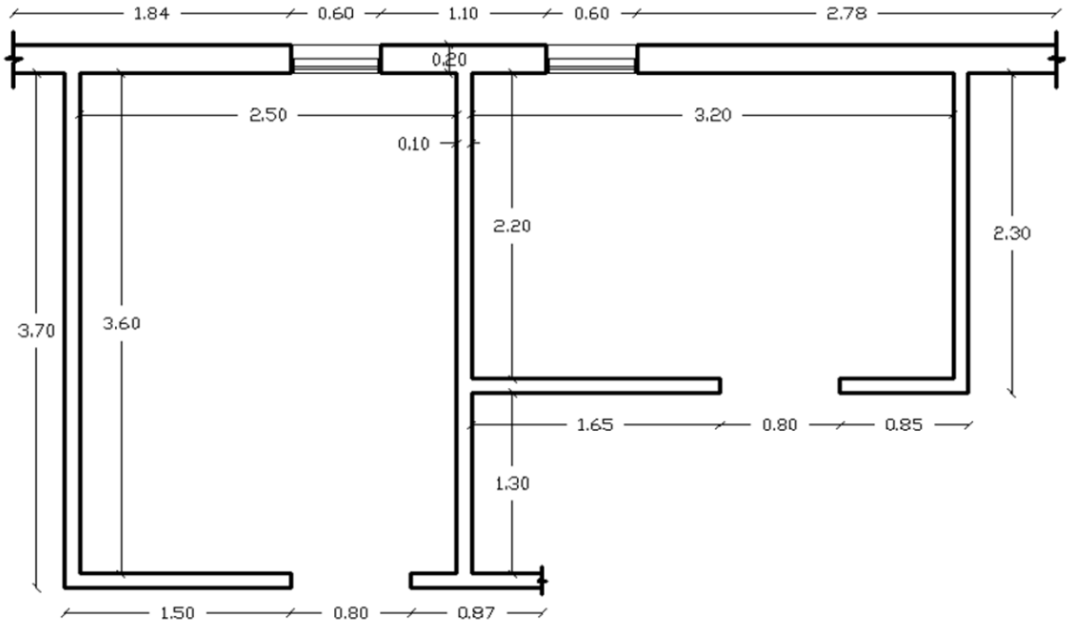
- فرش جميع الأجهزة الصحية اللازمة لها وتحديد اتجاه فتحة الباب.
- رسم أعمال الصرف بنظام الماسورتين وماسورة تهوية.
- رسم أعمال التغذية اللازمة لها.
- كتابة جميع الرموز والمصطلحات.

ب. المطلوب صرف وتغذية الحمامات ودورات المياه المعطاة لك من المدرب بنظام الصرف ذي الماسورة الواحدة وذلك لدور أرضي بمبنى، مع كتابة كافة الرموز والمصطلحات.



(أ) مسقط أفقي لحمامين ودورة مياه

شكل رقم (5.4) مسقط أفقي لحمامات ودورات مياه مجمعة



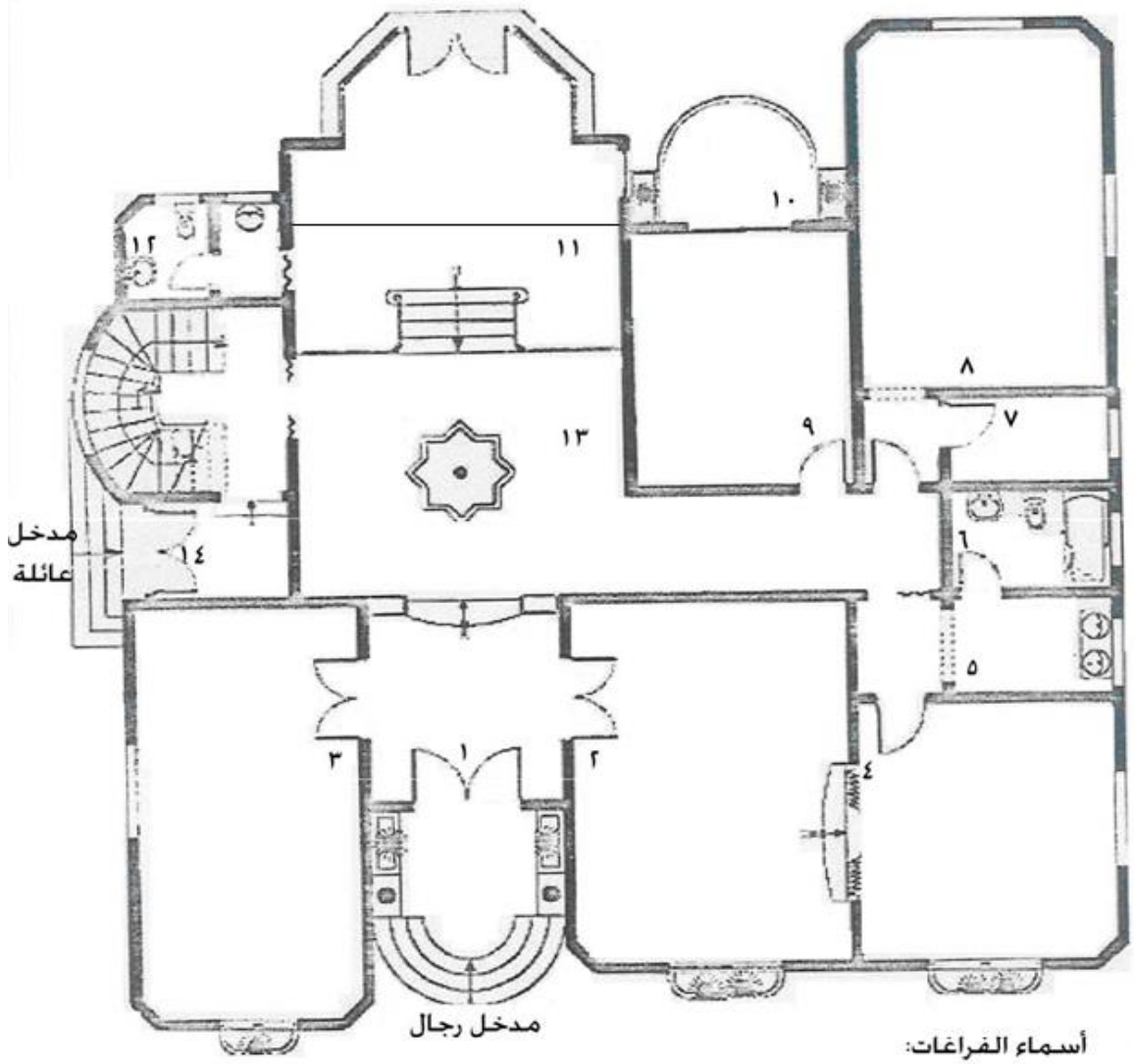
(ب) مسقط أفقي لحمامين

تابع شكل رقم (5.4) مسقط أفقي لحمامات ودورات مياه مجمعة

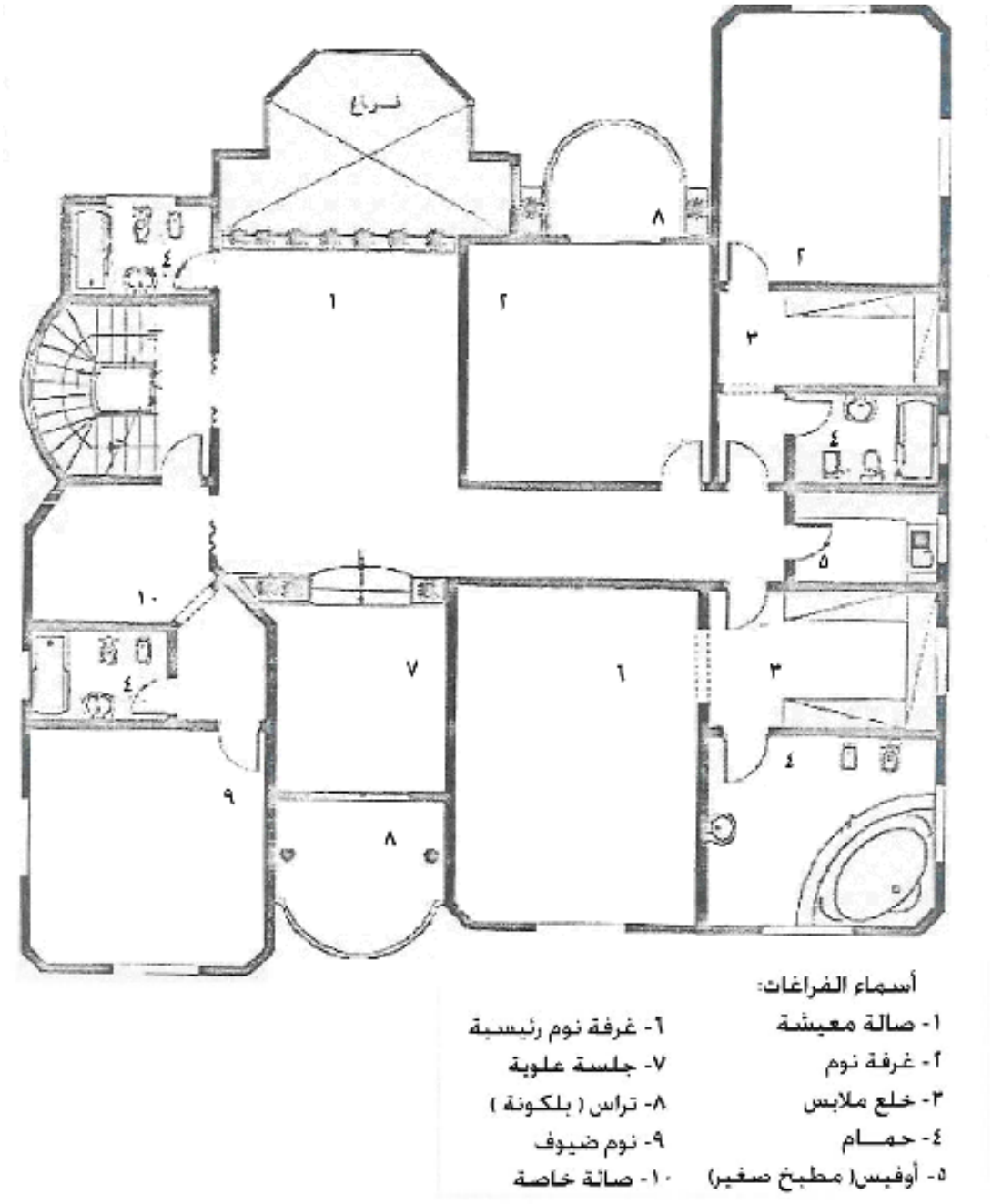
- **التمرين. ٧ :** المطلوب تنفيذ زيارة ميدانية للمتدربين لمشروع يتضمن أعمال تركيبات صحية -مع ضرورة الالتزام بالسلامة المهنية في مواقع العمل والتنسيق المسبق مع إدارة الوحدة التدريبية- ومن ثم عمل تقرير بذلك بشكل فردي أو مجموعات وبحسب تعليمات المدرب.

مشاريع التركيبات الكهربائية :

- **التمرين. ١ :** الرسم المرفق (6.4) مساقط أفقية لفيلا سكنية بمدينة جدة مكونة من دورين مع افتراض أي بيانات غير معطاة، والمطلوب رسم جميع الأعمال الكهربائية عليها مع كتابة جميع الرموز والمصطلحات.



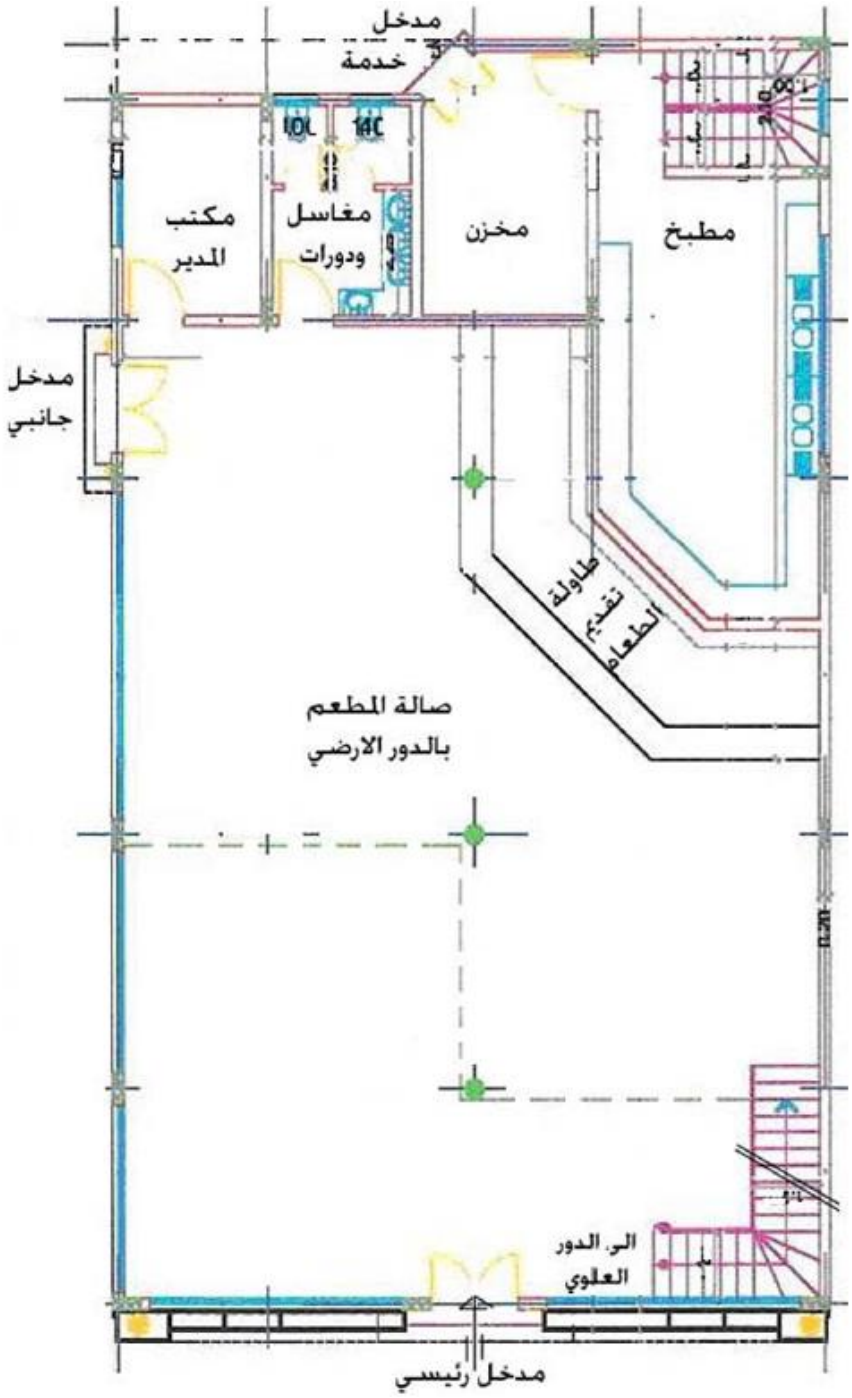
شكل رقم (6.4) مسقط أفقي للدور الأرضي



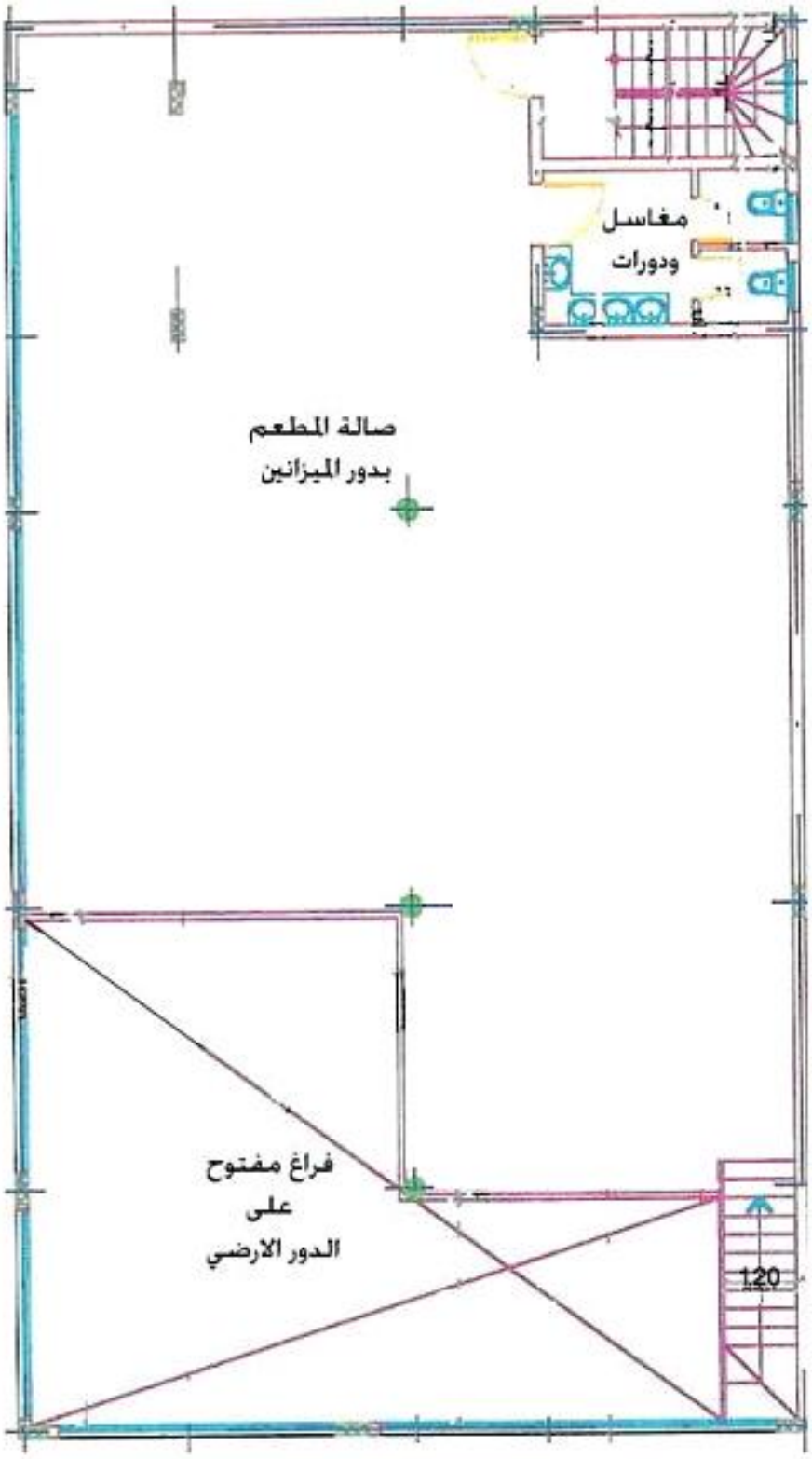
تابع شكل رقم (6.4) مسقط أفقي للدور الأول

(المساقط الأفقية للفيلا)

- **التمرين ٢:** الرسم المرفق (7.4) مساقط أفقية لمطعم للوجبات السريعة بمدينة الرياض مكون من دورين مع افتراض أي بيانات غير معطاة، والمطلوب رسم جميع الأعمال الكهربائية عليها مع كتابة جميع الرموز والمصطلحات.



شكل رقم (7.4) مسقط أفقي للدور الأول



تابع شكل رقم (7.4) مسقط أفقي للدور الأول
(المساقط الأفقية للمطعم)

- **التمرين**. ٣: المطلوب تنفيذ زيارة ميدانية للمتدربين لمشروع يتضمن أعمال تركيبات كهربائية -مع ضرورة الالتزام بالسلامة المهنية في مواقع العمل والتنسيق المسبق مع إدارة الوحدة التدريبية- ومن ثم عمل تقرير بذلك بشكل فردي أو مجموعات وبحسب تعليمات المدرب.

مشاريع التركيبات الميكانيكية:

- **التمرين**. ١: المطلوب حساب سعة التبريد المناسبة (Btu/h) لمكيف سيتم تركيبه في غرفة أبعادها ٦*٤ م، علماً بأن ارتفاع السقف ٣ متر.

- **التمرين**. ٢: المطلوب تنفيذ زيارة ميدانية للمتدربين لمشروع يتضمن أعمال تركيبات المصاعد أو السلالم المتحركة أو التكييف أو نحوها من التركيبات الميكانيكية -مع ضرورة الالتزام بالسلامة المهنية في مواقع العمل والتنسيق المسبق مع إدارة الوحدة التدريبية- ومن ثم عمل تقرير بذلك بشكل فردي أو مجموعات وبحسب تعليمات المدرب.

- **التمرين**. ٣: المطلوب رسم أعمال تركيبات ميكانيكية مختارة (المصاعد، السلالم المتحركة، التكييف...إلخ)، يتم تزويدك بها من قبل المدرب.

نموذج تقييم المتدرب لمستوى أدائه

يعبأ من قبل المتدرب نفسه وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الرابعة)

بعد الانتهاء من التدرب على وحدة **مراجعة وتمارين تطبيقية**، قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (✓) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

م	العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
		غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١	القدرة على تمييز أهمية الأبنية المستدامة وفحص المباني ومبادئ التصميم المستدام للمباني.				
٢	القدرة على رسم أعمال التركيبات الصحية في المباني.				
٣	القدرة على رسم أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.				
٤	القدرة على رسم أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني.				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات (البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

نموذج تقييم المدرب لمستوى أداء المتدرب يعبأ من قبل المدرب وذلك بعد الانتهاء من تمارين (الوحدة الرابعة)	
اسم المتدرب :	التاريخ: .....
رقم المتدرب :	المحاولة : ١ ٢ ٣ ٤ العلامة : ....

كل بند أو مفردة يقيم بـ ١٠ نقاط

الحد الأدنى: ما يعادل ٨٠٪ من مجموع النقاط. الحد الأعلى: ما يعادل ١٠٠٪ من مجموع النقاط.

م	بنود التقييم	النقاط (حسب رقم المحاولات)			
		١	٢	٣	٤
١	القدرة على تمييز أهمية الأبنية المستدامة وفحص المباني ومبادئ التصميم المستدام للمباني.				
٢	القدرة على رسم أعمال التركيبات الصحية في المباني.				
٣	القدرة على رسم أعمال التركيبات الكهربائية في المباني.				
٤	القدرة على رسم أعمال التركيبات الميكانيكية في المباني.				
	المجموع				

ملحوظات:

.....

توقيع المدرب: .....

المراجع

م	المرجع
١	الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، تركيبات صحية وكهربائية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، ١٤٢٩هـ.
٢	الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، تقنية الإنشاءات المدنية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، د.ت.
٣	البرادعي، د. عبدالمنعم، مذكرة تبسيطية في الأعمال الصحية والكهربائية، جدة، الكلية التقنية - قسم التقنية المدنية والمعمارية، ١٤٢٨هـ.
٤	برنامج البناء المستدام - وزارة الإسكان، الموقع الإلكتروني، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.mostadam.sa (Accessed: 20 Jun 2020).
٥	برنامج فحص جودة البناء، وزارة الإسكان - برنامج البناء المستدام - البرنامج التدريبي في فحص جودة تنفيذ البناء، ٢٠١٨م. Construction Quality Training & Inspection Program, Inspection Book, Version 2018- TÜV SÜD.
٦	الجامعة الإسلامية بغزة، الموقع الإلكتروني، ٢٠٢٠م. Available at: http://www.iugaza.edu.ps (Accessed: 20 Jun 2020).
٧	حمودة، د. يحيى، هندسة الأعمال الصحية، القاهرة، مكتبة دار المعارف، الطبعة السادسة، ٢٠٠١م.
٨	حيدر، د. فاروق عباس، الموسوعة الحديثة في تكنولوجيا تشييد المباني، الجزء الثالث، الإسكندرية، منشأة المعارف، الطبعة الثامنة، ٢٠٠٥م.
٩	الرابطة الدولية لمصممي الإضاءة Association of Lighting Designers -IALD، الموقع الإلكتروني، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.iald.org (Accessed: 11 May 2020).
١٠	صحيفة الاقتصادية، ٣,٤٢٨ تريليون لتر استهلاك المملكة من المياه خلال عام...، ٢٠١٩م. Available at: https://www.aleqt.com (Accessed: 17 Jun 2020).
١١	العدوي، د. محمد صادق، هندسة التركيبات الصحية للهندسة المعمارية والمدنية، بيروت، دار الراتب الجامعية، الطبعة الرابعة، ٢٠٠٣م.
١٢	قطر، د.إيهاب، ورش كهربائية وصحية، الرياض، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الطبعة الثانية، ١٤٢٧هـ.
١٣	كود البناء العام SBC 201- AR - الاشتراطات، كود البناء السعودي، ٢٠١٨م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).

م	المرجع
١٤	الكود السعودي الصحي SBC 701 – AR-الاشتراطات، كود البناء السعودي، ٢٠١٨م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).
١٥	الكود السعودي الكهربائي SBC 401 – AR-الاشتراطات، كود البناء السعودي، ٢٠١٨م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).
١٦	الكود السعودي الميكانيكي SBC 501 – AR-الاشتراطات، كود البناء السعودي، ٢٠١٨م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).
١٧	الكود السعودي للصرف الصحي الخاص SBC 702 – AR-الاشتراطات، كود البناء السعودي، ٢٠١٨م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).
١٨	الكود السعودي للمباني الخضراء SBC 1001 – AR-الاشتراطات، كود البناء السعودي، ٢٠١٨م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).
١٩	مرجان، د. ضياء رفيق، مفاهيم وتطبيقات لإمكانية التخطيط والتصميم المستدام في السكن، بغداد، مجلة المخطط والتنمية، العدد (٢٧)، ٢٠١٣م.
٢٠	مركز بحوث الإسكان والبناء، المواصفات المصرية العامة لبنود الأعمال الصحية، القاهرة، مطابع الأهرام، الطبعة الثالثة، ١٩٩٧م.
٢١	مكتب الأبنية المستدامة لاستشارات الهندسة المعمارية، الموقع الإلكتروني، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.sba.com.sa (Accessed: 17 Jun 2020).
٢٢	منظمة تقارير المستهلك - منظمة مستقلة غير ربحية-، الموقع الإلكتروني، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.consumerreports.org (Accessed: 20 Jun 2020).
٢٣	موقع إلكتروني ١، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.sbc.gov.sa (Accessed: 18 May 2020).
٢٤	موقع إلكتروني ٢، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.eng.zu.edu.eg (Accessed: 10 Jun 2020).
٢٥	موقع إلكتروني ٣، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.eco-business.com (Accessed: 5 May 2020).

م	المرجع
٢٦	موقع إلكتروني ٤ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.ylighting.com (Accessed: 20 Jun 2020).
٢٧	موقع إلكتروني ٥ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.rsltg.com (Accessed: 10 May 2020).
٢٨	موقع إلكتروني ٦ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.inspiredsign.blogspot.com (Accessed: 5 May 2020).
٢٩	موقع إلكتروني ٧ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.usaelectric.com (Accessed: 5 Jun 2020).
٣٠	موقع إلكتروني ٨ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.aleqt.com (Accessed: 20 Jun 2020).
٣١	موقع إلكتروني ٩ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.patol.co.uk (Accessed: 10 Jun 2020).
٣٢	موقع إلكتروني ١٠ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.123rf.com (Accessed: 25 May 2020).
٣٣	موقع إلكتروني ١١ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.beepindia.org (Accessed: 5 Jun 2020).
٣٤	موقع إلكتروني ١٢ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.york.com.sa (Accessed: 20 Jun 2020).
٣٥	موقع إلكتروني ١٣ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.brafco.sa (Accessed: 15 Jun 2020).
٣٦	موقع إلكتروني ١٤ ، صورة فوتوغرافية، ٢٠٢٠م. Available at: https://www.alriyadh.com (Accessed: 20 Jun 2020).
٣٧	Addleson, Lyall, Materials for Buildings, vol. 4, London, Newnes-Butterworths, 1992.
٣٨	Barry, R., The Construction of Buildings, Vol.5, U.K. Blackwell Science, 1996.

م	المرجع
٣٩	Mckay, J.k., Building Construction, Vol.4, London, Longman group Ltd., 1998.
٤٠	Sawyer, Clair N., Chemistry for Sanitary Engineers, 8th ed., N.Y., Mc. McGraw-Hill Book Co., 1997.