

## تعريف السلالم :

هي سلسلة من الدرجات التي تكون وسيلة اتصال بين الطابق و الآخر. أو مجموعة من الدرج مكونة لمستوي مائل الغرض منه الوصول بسهولة من طابق إلي آخر. و توضع السلالم في مكان يخصص لها في المبني يعرف اصطلاحا ببئر السلم.

- و تنشأ السلالم من سلسلة من الدرجات بطريقة مستمرة أو متقطعة عن طريق ما يسمى بمنبسط الدرج أو البسطة أو الصدفة بين مجموعة من الدرجات.

- و يجب أن تصمم جميع السلالم و تنشأ بحيث تكون الحركة إلي أعلي و إلي أسفل من طابق إلي طابق بأسلوب مريح و سريع و آمن. و يمكن للسلم أن يكون من أي مادة مناسبة مثل الطوب أو الحجر أو خشب البناء أو الفولاذ أو خرسانة أسمنت قوية.

## تاريخ السلالم :

كانت السلالم قديما مبنية من الحجارة الثقيلة، أصبحت الآن أكثر خفة ودقة واصبحت تتمتع بتصاميم ونوعيات تتخطى عامل الزمن. وحاليا يمكن القول ان السلالم ايضا جزء لا يتجزأ من البيوت الواسعة والمهمة المؤلفة من طابقين في الأقل، إذ يصعب التنقل بين الغرف والطوابق من دونها. درجت العادة على صناعة السلالم قديما من الخشب مثل خشب الزان والبلوط والتيك والسرور والورد والجوز وغيرها. ويفضل بالطبع استخدام الاخشاب المعمرة والصلبة القوية القادرة على التعاطي مع اثقل الاحمال.

اما الآن فيمكن العثور على سلالم مصنوعة من المواد الحديثة المصنعة والزجاج والاسمنت وشتى انواع المعادن، وخصوصا الحديد والفضة والذهب. ويمكن خلط بعض هذه المواد ايضا للحصول على سلم من الطراز الاول. ولذا تتطلب صناعة السلالم خبرة وباعا طويلين، إذ ان الأخشاب بحاجة الى دقة في التصميم والقياس والنشر، وكذلك المواد الاخرى المطلوبة سواء كانت حديدا ام زجاجا فهي بحاجة ايضا الى الدقة في الاحجام والقياسات..

## أنواع السلالم المختلفة :

- (1) السلالم الخشبية البسيطة: من الأجزاء المهمة فيها التراكيب الخاصة بفخذي السلم الطالع والنازل.
- (2) السلالم الخشبية الفارغة: تثبت الدرجات على الأفخاذ الخشبية بزوايا من الألمنيوم المصبوبى .
- (3) السلالم الخشبية الفارغة بدون قائمة: تعتبر أقل تكلفة وأكثر استعمال في المحال التجارية وفي هذه الحالة تكون الدرجات القائمة أكثر سمك من مثيلاتها في السلالم الأخرى وترتبط الأفخاذ عادة بجاويط من الحديد زيادة في متانة السلم.
- (4) السلالم الخشبية المغربية: لها طريقة خاصة لتحديد شكل الفخذ الذي يكون غالبا غير منظم حيث ترسم قطاعات الدرج عند اتصالها بالفخذ والخط الذي يرسم مرة بروؤس الدرجات ليحدد لنا شكل الفخذ.

- (5) السلالم من الحجر أو الرخام.
- (6) السلالم الحجرية
- (7) السلالم الحلزونية الحجرية: السلم الحلزوني بدون محور تثبت أطراف درجاته داخل الحائط وتحمل فوق بعضها، أما المحورى فتكون أطراف درجاته الخارجية على أعمدة تحمل على الدرجات السفلى أو تثبت فى الحائط.
- (8) السلالم الخرسانية الحلزونية: يبين الرسم سلم مصنوع من درجات مسلحة مصبوبة على انفراد تثبت فوق بعضها و يصب فى الفراغ الداخلى عمود مسلح فى المركز.
- (9) السلالم الخارجية للحدائق: تختلف باختلاف المساحة والغرض. و أنواعها:
- 1- سلم بسيط. 2- سلم نصف هرمى.
  - 3- سلم قلبية واحدة. 4- سلم قلبتين باتجاهين.
  - 5- سلم ذو منحنيات للحدائق الكبيرة. 6- سلم ذو مدخلين لحديقة قصر.
- (10) السلالم من الخرسانة المسلحة: يمكن عملها بصب الدرجات وحدها وتركبها مثل السلالم الحجرية أو صب حصيرة مشكلة أو غير مشكلة الدرجات وتلصق بعد ذلك بالخامات اللازمة.
- (11) السلالم من بلاطات الخرسانية: سلم مركب من بلاطات خرسانة مسلحة سمك 4.5 نائمة و 4 سم للقائمة مثبت فى الحائط ومن الجهة الأخرى مرتكزة على زاوية حديد  $0.5 \times 4 \times 8$  سم وهو مغطى بطبقة من الكاوتشوك سمك 7 مم للقائمة و 5 مم للقائمة وتلصق على البلاطات بواسطة مادة لاصقة لبنة و الكوبستة قطر 4.5 سم من معدن اتيكروبدال ومركبة على حوص حديد  $0.5 \times 3.5$  سم وهى مثبتة فى زاوية السلم الحديدية.
- (12) السلالم الخارجية البسيطة.
- (13) السلالم المعدنية البسيطة.
- (14) السلالم الحديدية.
- (15) السلالم للقفز بأحواض السباحة: أصبحت من أهم الأعمال المعمارية إذ أنها تعطى مظهرا خاصا للحمام ولذلك يعتنى المعماريون بدراسة تصميمها متقيدين بالمقاسات المصطلح عليها عالميا.
- (16) السلالم لمنحدر الانزلاق بأحواض السباحة: منزلق لحوض السباحة بارتفاع 3.20 م يوصل إليه سلم من الخرسانة المسلحة مركبين على كمره مسلحة بشكل عقد. وهذه الطريقة للإنزلاق تستعمل فى حمامات الأطفال للتسلية.
- (17) السلالم المتحركة للمكتبات.
- (18) السلالم المتخفية فى الاسقف: تستعمل عادة للوصول إلى الصندرة بالمساكن وذلك لكى لا تشغل حيز ثابت وعند استعمالها تجذب بواسطة سلسلة تحرك السلم على محور بأرضية الصندرة ويهبط السلم إلى أسفل لإستعماله.
- (19) السلالم المتحركة: عدة أنواع وهى تستعمل عادة فى الأماكن المكتظة بالناس لسرعة الحركة ويمكن أن تكون فى اتجاه واحد أو اتجاهين متضادين أو متوازيين.

## ويوجد تصنيفات كثيرة لانواع السلالم :

يمكن تصنيف السلالم كالآتى :-

### أولا : سلالم نقالى : ( Ladder )

ومن امثلتها السلالم الخشبية أو المعدنية النقالى الموجودة فى المساكن أو سلم القطه ( Cat Ladder ) كالذى يعمل فى حجرات التفتيش بالمجارى العامه او للصعود لأسطح المساكن لغرض صيانتها .

### ثانيا : سلالم بحارى ( Ladder Step ) :

ومن أمثلته السلالم المشيده فى السفن أو لنزول الركاب من الطائرات وتعمل هذه السلالم عادة من المعدن الغير قابل للصدأ .

### ثالثا : سلالم داخلية ( Interior Stairs ):

وتتكون من سلالم داخلية عادية أو سلالم متحركة ميكانيكية .

• السلالم الداخلية العادية :

أما السلالم العاديه و المستعمله فى المساكن والمباني العامه فيوجد لها مسارات رئيسية فى اتجاهاتها وذلك لكل نوع من الأنواع الآتية :

أ – السلالم ذات النوائم المتوازية Parallel Tread Stairs :

### 1- سلالم اتجاه واحد : Flight Stairs Straight

ترتفع من دور الى دور آخر فى اتجاه واحد سواء كانت لها صدفة وسطية ( Intermediate Landing ) أو بدونها . وفى بعض الحالات تسمى سلالم الكشك ( Cottage Stairs ) نظرا لكثرة استعمالها عبر التاريخ .

### 2- سلالم تلف ربع اتجاه Stairs Quarter Turn :

ترتفع السلالم من دور الى آخر حيث تأخذ نوائم الدرجات المتوازية اتجاهين مختلفين على ان يكون تغيير اتجاه السلالم على زاوية 90 بعد الوصول الى صدفته الوسطى وقد يسمى فى هذه الحالة : سلالم قائمة الزاوية ( Angle Stairs Right ) وتستعمل هذه السلالم كثيرا فى المساكن النصف منفصلة ذات الدورين ( Semi Houses Detached ) نظرا لاقتصادياتها الكبيرة فى المساحة المأخوذة لها . وقد تستبدل الصدفة الرباعية الى درجات مروحة ( Winders ) لجعل هذه السلالم أكثر اقتصادا مما سبق

### 3- سلالم تلف نصف اتجاه Stairs Half Turn :

يرتفع السلم من دور الى آخر حيث تأخذ نوائم الدرجات المتوازية اتجاهين مختلفين على ان يكون تغير اتجاه اللالم على زاوية 180 بعد الوصول الى صدقتها الوسطى وقد توصف هذه السلالم باحدى النوعين الآتيين :

#### • سلالم رجل الكلب Stairs Dog Leg

نسبه الى تشبيه قطاع هذا النوع من السلالم الى رجل الكلب الخلفية حيث تكون قلبات السلالم متعكسة الاتجاه ولا يوجد بينهما أى فراغ فى المسقط الأفقى . ويستعمل هذا النوع من السلالم كثيرا فى سلالم الهروب ( Fire Escapes ) فى المباني المقاومة للحريق نظرا لعدم وجود بئر مفتوح بين قلبات السلم يسمح بسهولة انتشار الحريق سواء اللهب أو الدخان بين أدوار المبنى .

### • سلالم ذات الآبار المفتوحة Well Stairs Open :

والوصف يرجع الى الآبار الموجودة بين القلبات حيث تعطى هذه الآبار اضاءة كافية لها بجانب اشعار مستعملها بالطمأنينة خلال السير عليها أو قد تستغل هذه الآبار فى حالة مقاساتها الكبيرة فى اقامة مصاعد مناسبة فيها ولو ان هذا غير مفضل فى الوقت الحاضر نظرا للخطورة الشديدة لأمان الناس .

وهى سلالم تغير اتجاهها خلال 270 حيث تستعمل كثيرا فى المباني نظرا لاقتصادياتها فى المساحة الأفقية المأخوذة لها ، كما قد تستغل الآبار الموجودة بين قلباتها أيضا فى عمل المصاعد .

### 5- سلالم ذات الطابع الخاص:

وهى سلالم تستعمل فى الأماكن العامة أو القصور وخلافه ، ومن أهمها السلالم ذات الاتجاه المزدوج ( Double Return Stairs ) أو باى فوركيتيد ( Bifurcated Stairs ) فهى تبدأ بقلبه سلم عريض وبعد ذلك ينقسم الى قلبتين عند الصدفة الوسطى حيث يكون كل منهم أصغر من قلبه بداية السلم .

#### ب- السلالم الهندسية Geometrical Stairs :

ويوجد اتجاهات لمسارات رئيسية مختلفه للسلالم الهندسية فمنها ذات القلبة الواحدة او القلبتين .

وتشيد هذه السلالم بعمل النوائم ( Treads ) مسلوبه ( Tapered ) فى المسقط الأفقى حيث يكون الجزء الأقل عرضا قرب المركز مطله على البئر المفتوح ( Open Well ) كما فى السلالم الآتية :

- السلالم الدائرية Stairs Circular

- السلالم النصف دائرية Stairs Circular Semi

- السلالم البيضاوية Stairs Elliptical

- السلالم النصف بيضاوية Elliptical Stairs Semi

- السلالم الحلزونية Stairs Spiral

ف نجد أن السلالم الحلزونية هي أكثر السلالم اقتصادا في المساحة ولكنها صعبة الاستعمال بجانب صعوبة نقل الأثاث فوقها .

والعرض الفعلى للدرجات الحلزونية تحسب من مركز عرض النائمه . وتعتبر السلالم الهندسية ذات البئر المفتوح مريحة في الاستعمال عن السلالم الحلزونية .

أما السلالم البيضاوية فهي تأخذ مساحة كبيرة في المسقط الأفقى بجانب أنها تعطى شكل رشيق للمبانى الكبيرة .

و عموما فالسلالم الحلزونية أو الدرجات المسلوبة لا يوصى باستعمالها كسلالم للهروب من الحريق أو استعمالها كسلالم في المبانى العامة نظرا لخطورتها عند الاستعمال وخصوصا عند المساحة المسلوبة . وتشيد السلالم الداخلية العادية من الخشب ( Timber ) أو الحجر ( Stone ) أو الخرسانة المسلحة ( Reinforced Concrete ) أو المعدن ( Metal ) أو البلاستيك ( Plastic ) . وقد شيدت السلالم القديمة عموما بالخشب والحجر قبل اكتشاف الحديد أو الخرسانة أو البلاستيك .

### ويمكن ان تصنف طبقا لعدد القلبات وشكل السلم :

توضح انواع السلالم طبقا لعدد القلبات فيوجد السلم ذو القلبة الواحدة مستقيم ببسطة او بدون او نصف دائرى او دائرى بالكامل او برقع لفة او بزاوية

ويوجد السلم ذو القلبتين اما زاوية او مستقيم او متوازي سواء على حرف U ويوجد السلم ذو الثلاث قلبات ببسطة او ببسطتين كما يتنوع اشكال السلم ا بين المربع والمستطيل والنصف دائرى والحلزونى كما يتنوع حسب عدد مطالعة فيوجد السلم ذو المطلع الواحد او المطلعين

انواع السلالم طبقا لنوع تقسيط الدرج ومعالجة الدرايزين ونوع التحميل الانشائى

يوضح هذه الانواع

يوجد التقسيم المتوازي المستقيم او التقسيم بطريق النصف دائرة او التقسيط المروحة

ويوجد معالجة الدرابزين اما باستقامة او باستدارة سواء ربع او نصف استدارة الدرابزين ذو القوائم زوايا قائمة او بربع لفة

كما يتنوع انواع السلالم طبقا لنوع التحميل على الحوائط او الاعمدة فقط وتكون القلبة كابولى فى نهايته كمره ساقطة او يحمل على عمود فحل بوسطة فى المروحة او اكثر فى المنتصف وتكون القلبة محملة على طرفين.

## سلالم خاصة للاطفال والمسنين :

وهناك حالات خاصة للسلالم التى يستعملها الأطفال خاصة فى رياض الأطفال وكذلك للمسنين

وأذا أردنا حساب مقاس الدرج على أساس خطوة الطفل ، نجد أن أتساع خطوة الطفل هى حوالى 40 – 55 سم ، أى بمتوسط حوالى 48 سم . ويجب أن نلاحظ هنا أن قائمة السلم للأطفال يجب أن تكون حوالى 6- 12 سم ، أى بمتوسط 9 سم ، ولا تزيد عن 12 سم باى حال . ولذلك فيمكن أن يكون الحل لهذه المشكلة هو عمل المنحدر بدلا من السلم ، ويكون ميله بزاوية حوالى من 12- 16 درجة وهو الميل المناسب للأطفال ( بالرغم من أن الأمريكيين يستعملون المنحدرات الأكثر أنزلاقا فى هذه المشكلة بالذات أذ يكون الانحدار 19 درجة ) . ويمكن كذلك أن نستعمل سلالم منحدره على هذا الأساس .

أما إذا أردنا تطبيق قانون الخطوة السابق:

$2ق + ن = خ$  على اساس أن متوسط خطوة الطفل 48 سم ، وان متوسط ارتفاع القائمة 9 سم ، فنجد ان عرض النائمة يكون :

$ن = خ - 2ق = 47 - 18 = 29$  سم

أى أن نسبة القائمة للنائمة فى سلم الأطفال هى 9 : 29 سم .

وفى حالة عمل السلالم للمسنين يجب الأخذ فى الاعتبار ضعفهم ، ووجوب العمل على راحتهم وخاصة فى الصعود ، حتى لا يجهد القلب أكثر من الازم ، وقد يؤدى الى مالا يحمد عقباه ..... ولذلك يجب ان تكون السلالم مناسبة ، أو كذلك يمكن عمل المنحدر ، أو السلم ذو الحركة الميكانيكية البسيطة ، أو المصعد البسيط ..... أما المصاعد الساقية فلا يصح أستعمالها للمسنين أو الاطفال ، لخطورتها المتوقعة دائما اذا لم يحسن أستعمالها بالسرعة والدقة اللازمة .

## تطور السلالم ( السلالم الكهربائية ) :

السلالم الكهربائية هي احدى عناصر الاتصال الرأسى فى المبنى, وقد تصل بين طابقين او أكثر حسب الحاجة, وهي عنصر جمالى هام بالاضافة الى انه عنصر وظيفى بالدرجة الاولى فى بعض المشاريع مثل المراكز التجارية وغيرها من انواع المباني التى يضيف وجود هذه السلالم الكثير اليه.

وقد يكون العنصر الاساس فى التصميم بان تكون فكرة المشروع مبنية على وجود هذه السلالم بشكل أساسى ومميز بالمشروع.

ويراعى عند تصميم هذه السلالم توفر سلالم عادية بجانبها او قريبة منها فى حال تعطلت

او احتاجت لصيانة او ما شابه فلا يتوقف عمل المبنى عليها بدون حلول اخرى في الاوقات الطارئة.

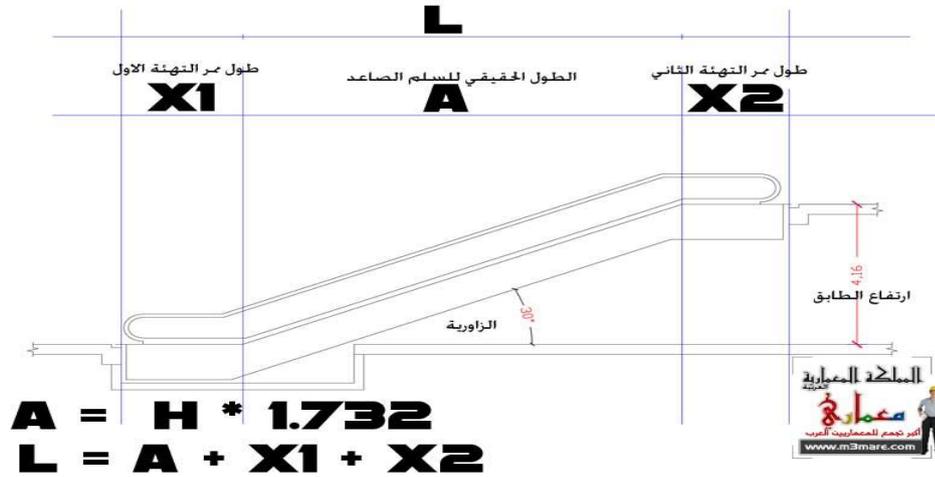
اذا اردنا تصميم أحد السلالم الكهربائية يجب علينا دراسة بعض الامور. فبعد الانتهاء من تصميم شكل المصعد وتحديد مكانه نأتي الان لتصميم المصعد نفسه وتفصيله. وأقصد هنا تحديد طول المصعد وشكله. ويتم تحديد طول المصعد عن طريق معرفة :

- زاوية الارتفاع

- وارتفاع الطابق (او الطوابق)

وهناك زوايا مفضلة لهذه السلالم التي تسمح لنا بتصميمها بشكل مناسب وممكن, وهذه الزوايا 30 و 35 درجة.

شاهد الصورة التالية لتعرف كيف يتم حساب طول السلم



A هي طول السلم الحقيقي للدرجات الصاعدة

x1 هي مسافة التهيئة لان السلم الكهربائي يحتاج لتهيئة قبل استعماله مباشرة وهذه التهيئة عبارة عن درجتين تتحرك بشكل افقي طبعا مرتبطة مع باقي الدرجات x2 مسافة التهيئة العلوية

L هو الطول الكلي

ويتم حساب A كما هو موضح بالصورة وكما في المعادلة التالية:

$$1.732 * A = H$$

لزاوية مقدها 30 درجة

و

$$A = H * 1.428$$

لزاوية مقدها 35 درجة

حيث H هو ارتفاع الطابق

ثم نوجد الطول الكلي للسلم عن طريق المعادلة البسيطة

$$A + x1 + x2 = L$$

آخر نقطة اود التنويه لها  
ان السلالم الكهربائية غالبا ما تستخدم في فراغات كاملة  
اما اذا اردنا ان يكون السقف العلوي متصل لحد السلم فيجب ترك مسافة لا تقل عن 2,3  
متر  
حتى تسمح بمرور الصاعدين بسهولة.

## المصطلحات الخاصة بالسلالم:

- **الدرجة: (step)** هي إحدى القطع المتكونة منها مجموعة السلم, وكل درجة سطحين ظاهرين أحدهما أفقي و هو السطح العلوي المعد لوطاء القدم, و الثاني رأسي و هو العمودي علي الأفقي. أو هي عبارة عن اتصال سطح الدرجة (النائمة) مع القائمة. تثبت الدرجة بين فخذين, أو فوق تدرج الفخذين و يسمى طرفها القريب من الحائط باسم " ذيل " و يسمى الطرف الآخر عند الدرابزين باسم " رأس ".
- **النائمة: (Tread)** هي سطح الدرجة الأفقي التي يوضع عليها القدم. و عرض النائمة عبارة عن عرض الدرجة.
- **القائمة: (Riser)** الواجهة العمودية للدرجة. و هو السطح الرأسي العمودي علي النائمة و ارتفاعه هو ارتفاع الدرجة.
- **خط الدوس: (or run Going)** المسافة الأفقية بين أي قائمتين متتاليتين.
- **Rise** : المسافة الرأسية بين أي قائمتين متتاليتين.
- **البادي: (Bull-nose step)** هو عبارة عن أول درجة في السلم و تأخذ أشكال مختلفة من حيث التصميم و تبعا للغرض المعد لأجله السلم و تكون درجة ذات نهاية بها تكور أو كلا من البداية و النهاية بها تكور أو جزء زائد. و تكون في أول درجة أو درجتين من الأسفل. و هذا النوع من السلالم يكون عادة في أسفل درجة.
- **أنف الدرجة: (Nosing)** هي عبارة عن بروز في النائمة الرخامية عن القائمة الرخامية و ليست الأسمنتية. و يكون الأنف عادة حلية بارزة من عرض السلم.
- **الانحدار أو زاوية ميل السلم: (Pitch or slope)** هو الزاوية بين فخذ السلم و منبسط الدرج.
- **الحصيرة: دعامة مائلة تثبت بها النائمة و القائمة.**

- **الدرابزين: (Hand rail)** عبارة عن حاجز الدرجات أو الحائل المثبت عند رؤس الدرجات لحماية الصاعد أو النازل من السقوط. أو هو جزء منحدر علي ارتفاع مناسب يوضع علي السلالم ليعطي العون و الحراسة للمستخدمين.
- **عمود الدرايزين: (Balusters)** الجزء العمودي عند أطراف الدرجات, و يكون بين الدرجات و الدرايزين.
- **الصارى: (Newel or newel post)** العمود القائم في أسفل درجة و أعلى درجة و في نقطة التحول في السلم لكي يثبت به الدرايزين.
- **فخذ السلم: (Soffit)** لوح سميك من الخشب الغرض منه حمل درجات السلم و يلزم لكل قلبية من قليات السلم فخذين أولهما مجاور للحائط و يسمى فخذ الحائط و الثاني عند منور السلم و يسمى فخذ المنور.
- **الحمال:** عبارة عن فخذ مساعد يكون قطاعه أصغر مقاسا من قطاع الفخذ الأصلي و يوضع حمال واحد علي الأقل في متوسط المسافة بين الفخذين الداخلي والخارجي ليساع في حمل الدرجات الطويلة.
- **منبسط الدرج (البسطة): (Landing)** عبارة عن الجزء الأفقي يكون مربع الشكل عادة و الذي يتغير عنده اتجاه السلم و هي نوعان: بسطة متوسطة و بسطة نهاية تسمى بسطة الوصول.
- **الصدفة:** هي الجزء الأفقي و عادة يكون مستطيل الشكل و يفصل بين قلبتين و هي كالبسطات معدة للاستراحة عند تغير اتجاه القليات يوجد منبسط زاوية 90 و منبسط زاوية 180.
- **القلبة: (Flight)** سلسلة من الدرجات موجودة في مستوي مائل واحد و يفضل ألا يقل عدد الدرجات في القلبة الواحدة عن درجتين و لا يزيد عن 12 درجة في المباني السكنية.
- **بئر السلم:** عبارة عن المسطح الذي ينشأ فيه السلم ويكون علي أشكال مختلفة بالنسبة لمسقطه الأفقي.

## بعض التفصيليات

### 1- الكوبسطة:

- في حالة تصميم كوبسطة المباني يفضل أن تكون عرضها 12 سم.
- يوجد تصميمات للكوبسطة بحيث تكون النصف مباني و النصف الآخر الوميتال.

## 2- التخشيم:

- في حالة تصميم السلم و تكون الكسوة رخام. في هذه الحالة يجب تخشيم السلم حيث أن الرخام من صفاته ناعم جدا فعند النزول يتعرض الشخص للترحلق من فوقه ففي هذه الحالة يجب تخشيمه.
- له حالتان:

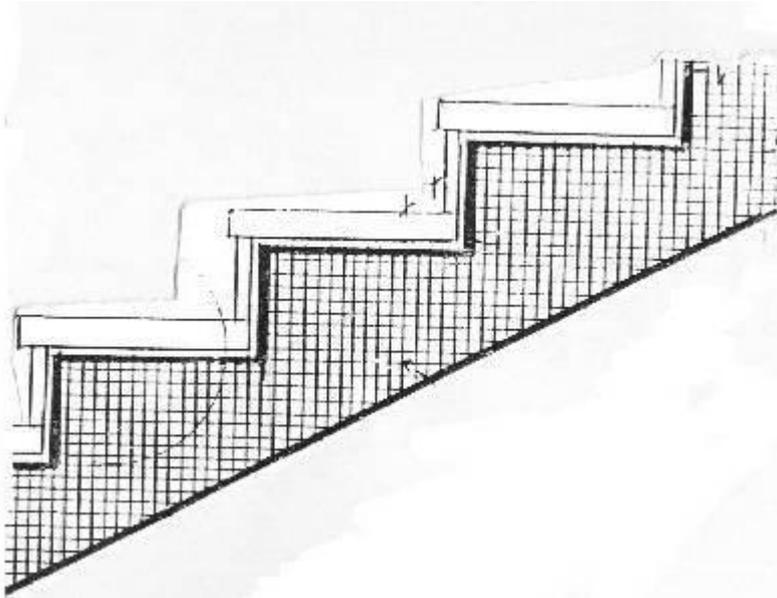
- 1- إما عن طريق تخشين 4 سم بطول لوح الرخام.
- 2- أو عن طريق تدخيل لوح الرخام علي مكنة رخام و تقوم بحفر في اللوح بعمق 1/2 سم و يوضع في تلك التداخلات كاوتش.

## قواعد انشائية:

- يتكون السلم من درجات في مجموعات كل منها قلبية – والتي لا يجب أن تزيد عن 14 درجة سلم -؛يفصل بينها وبين القلبية التالية البسطة.
- لها مستوى افقي يسمى الصدفة التي تقابل مستوى كل دور علوي بسيط
- تتكون كل درجة : من مستوى افقي يسمى النائمة والذي يتراوح ارتفاعها بين 14.5 او 15-20سم كلما قل هذا الارتفاع كلما اعطى راحة في الصعود. وللدرج انف او بروز يحسب ضمن عرض النائمة وارتفاع القائوة
- لا ينبغي ان يقل عرق القلبية عن 90. متر وتكون قلبات السلم بينهما فراغ مفتوحا يسمى فانوس السلم
- يتراوح مجموع (ضعف القائمة+عرض النائمة) بين 58-62سم وعدد القوائم تزيد دائما عن عدد النوائم بمقدار واحد صحيح . واعداد الدرجات دائما اعداد صحيحة بينما عرضها وارتفاعها ربما تكون عدد عكسي
- اول درجة في بداية السلم جميعة تسمى البادي وقد تزيد قبلا في عرضها او

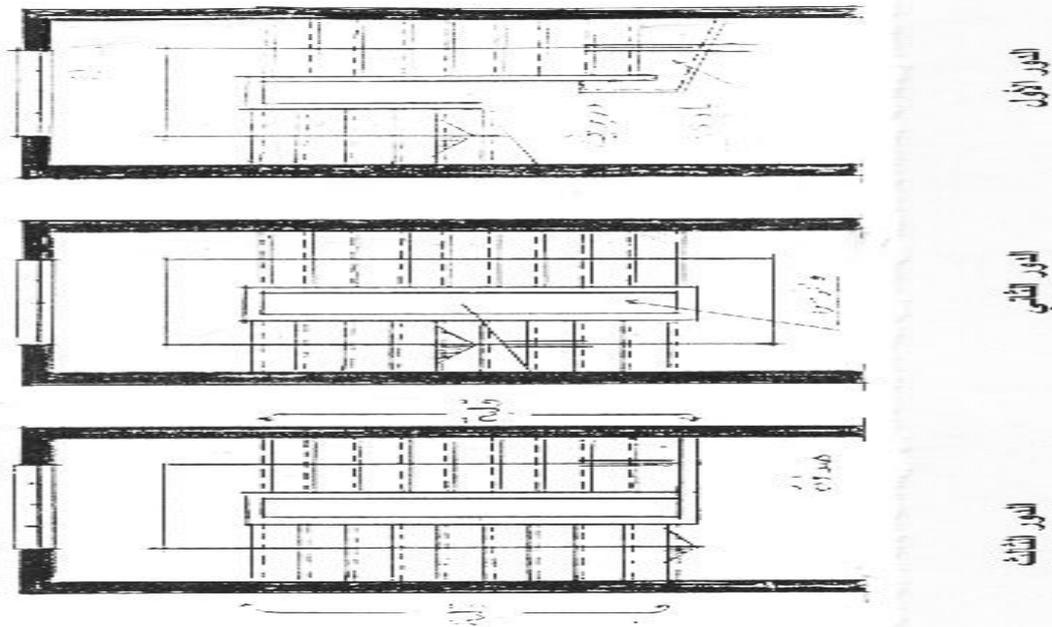
في  
تميزا

اليها



- تختلف شكلها لها وحسب الحركة للسلم

- درابزين لا يقل ارتفاعه عن 1 متر يبدأ مع البادي وينتهي مع حائط نهاية السلم كع تحقيق الحماية الكامله عند اخره
- يميز اتجاه السلم بخط وسهم يبين حركة الصعود على السلم ونظرا لعدم اكمال السلم في مسقط واحد فيوضع مقطوعا في منسوب وسط القلبة الثانية او قبل وصوله للدور الذي يليه
- يجب حساب السلم واختيار المناسب من ابعاد القلبة والدرج حتى يفي الفراغ المعد للسلم بالحركة المريحة له



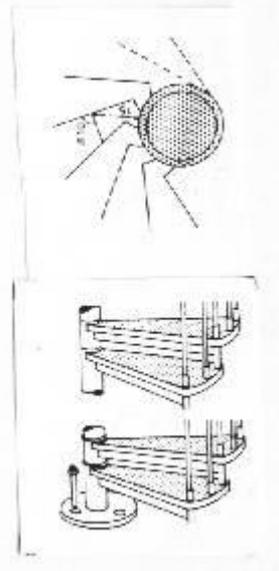
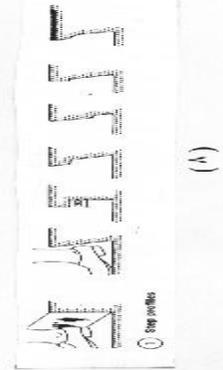
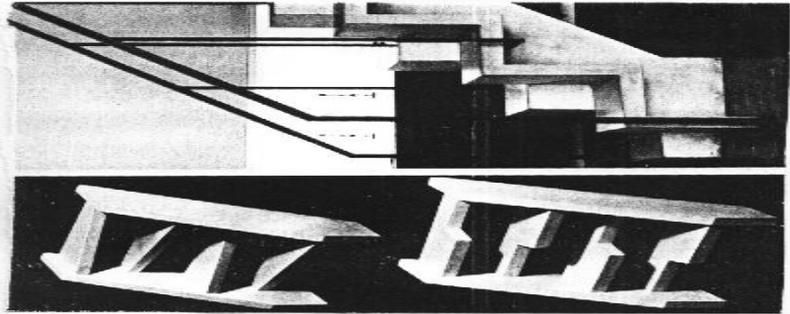
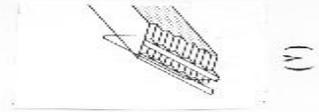
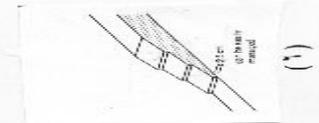
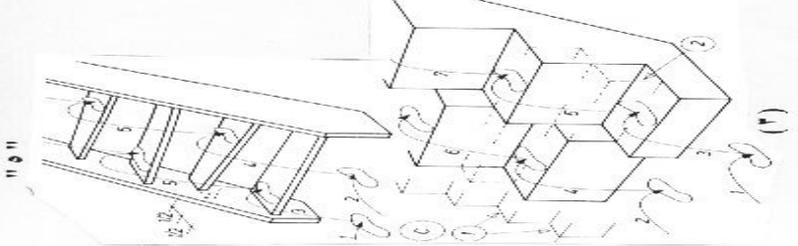
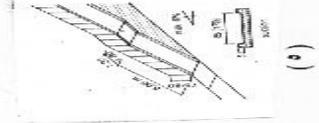
- في المنازل التي لا تزيد عن طابقين يجب ان تكون ذات سلم واسع (عرض 0.8 م بنسبة ارتفاع الدرجة 17-29) واذا كان السلم لا يعتمد على قواعد البناء عرضه 0.5 م والنسبة 21-21)
- اما اذا كان السلم يخضع للقواعد يجب ان تكون عرضه 1 م والنسبة 17-28
- اما في الادوار العليا يكون السلم 18:3 درجة
- وبحسب عرض السلم في المباني العامة والمسارح حسب الوقت الازم لاختلاء الكامل للمبني..
- وفي السلالم في المداخل الامامية ينم الصعود السلم ببطئ لذا يمكن ان يكون صعود الدرجات مدرج

- اما السلم في المادخل الجانبيه او الطوارئ يجب ان تتمتع بسهولة الهبوط السريع عليها...نلاحظ ان الصعود يأخذ في المتوسط طاقة اكثر سبع مرات من الطاقة المستهلكة في المشي
- ومن الناحية الفسيولوجية فإن احسن استخدام لجهد الصعود يكون عند زاوية انحاء 30° ونسبة ارتفاع من 17 : 29
- نسبة الارتفاع = ارتفاع الدرجة = 17 : 29

### طول نائم الدرجة

- تحدد زاوية الارتفاع بطول فتحة القدم خطوة واحدة للشخص الناضج (61 : 64سم) والوصول الى الارتفاع المحدد الذي يحتاج الى طاقة ممكنة يتم تطبيق القانون التالي :
- ضعف ارتفاع الدرجة + طول نائمة الدرجة = 63 سم
- عند تصميم السلالم تعتبر الزطيفة والغرض من السلم من الاهميات الاولية , وليس فقط الوصول الى ارتفاع مهم ولكن ايضا طريقة الوصول المريحة
- سلالم الابواب الامامية يفضل الدرجات المنخفضة (16 \* 30 سم ) اما السلالم في اماكن العمل او سلالم الطوارئ يجب ان تتمكن من الوصول الى ارتفاع بسرعة
- يجب ان يكون السلم الرئيسي على اتصال من بئر السلم الخاص به ويتصل الاثنان مع طريق اضافي ومخرج للهواء الطلق بوفر الاستخدام الامن كمخرج طوارئ
- عرض المخرج يجب ان يكون مساوي او اكبر من عرض السلم ويجب ان يكون عرض بئر السلم في سلالم الطوارئ او مخرج الحريق مساوي او اكبر من 3.5 م .. وعندها يمتطلب الامر اكثر من سلم ويجب ان يتم توزيعهم بالقرب من طريق الهرب الممكن
- اذا كانت احتياجات المستخدمة تشترط وجود سلم مثل الطريقة او المدخل يمكن ان نستخدم السلم ذو الدرجات المتبادلة صورة "2,3,4" ويجب ان يكون ارتفاع الاقل ما يمكن (اقل من 20سم 9 وهنا يكون:
- مجموع نائمة الدرجات + ضعف الارتفاع = 360مم.....كما في الصورة المقابلة تقاس نوائم الدرجات عند المحاور اوب للقدم اليسرى واليمنى .
- وتوضح الصورة المقابلة : السلالم المنحدرة لتوفير سهولة الحركة لمستخدمي الكرسي المتحرك او لعربات الاطفال او الحوامل المتحركة من طابق لآخر ..وطبعا لقواعد البناء : السلم الاساسي في وجود فتحة للسقف مقاسها (120سم) مسموح به في المنازل العائلية و260سم للمباني الاخرى .
- وعرض المخرج يجب ان يكون مساوي او اكبر من عرض السلم ويجب ان يكون عرض بئر السلم في سلالم الطوارئ او مخرج الحريق مساوي او اكبر

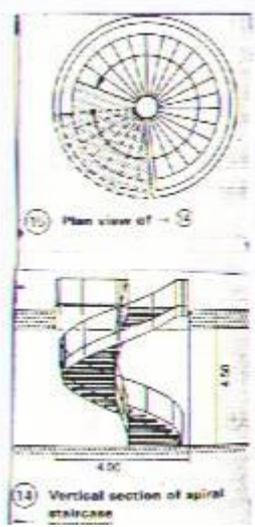
- من 3.5م وعندها يتطلب الامر اكثر من سلم ويجب ان يتم توزيعهم بالقرب من طريق الهرب الممكن
- فتحات بئر السلم على الدور الارضي. المحلات, المخازن, الورش وغير ذلك.... يجب ان تزود بابواب حريق تغلق اتوماتيكيا بعد دقيقة من اندلاع الحريق
  - ولتجنب عمل علامات على قائم الدرجة بكعب الحذاء نستخدم تجويف ويكون نائم اطول



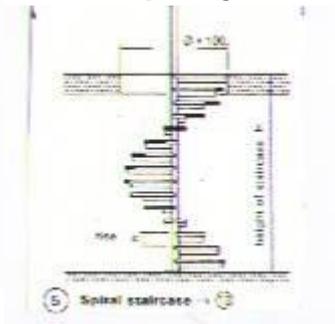
- الشرفات في المسارح والمعارض الفنية وشرفات الخورس في الكنائس يجب ان تزود بحاجز للحماية وخصوصا اذا كان هناك ارتفاع مختلف في المستويات عن 1م ولارتفاع اقل من 12م يجب ان يكون ارتفاع الحاجز 9م
- والارتفاع اكثر من يجب ان يكون ارتفاع الحاجز وتكون زاوية الشرفة من 45°

12م

1.1م  
سلالم  
55°



13 Vertical section of spiral staircase

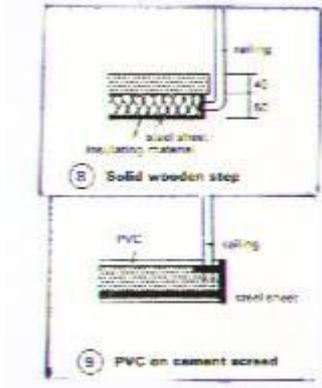


5 Spiral staircase

- و  
يسم  
ح  
بالسد

لم الحلزوني لعرض اقل من 80سم كسلم غير اساسي والمواد المستخدمة يمكن ان تكون صفائح معدنية او

خشب او رخام او اسمنت او حجارة



- السلالم المصنوعة من قطاعات الفولاذ والالمونيوم والخشب... مناسبة لسلالم الخدمات والطوارئ والسلالم بين الطوابق ويصنع درابزين السلم من الفولاذ او الخشب
- السلالم الحلزونية توفر المساحة ويستخدم دعامة في محورها المركزي وتكون ذات تصميم ثابت..ويمكن ان تصمم بدون دعامة مركزية لتعطي سلم لولبي مفتوح ببئر سلم

### ابعاد القائمة والنائمة وعلاقتهم ببعض:

كانت التجربة خلال العصور المتوالية عاملا لوضع وتحديد المقاسات المتباينة وحددت النظريات الثابتة التي يجب على المعماري مراعاتها في إنشاء السلالم لأعماله المختلفة بما يتفق مع حاجيات البناء ومتطلباته ولو أن هناك بعض الأشياء التي لا يمكن تقييدها بقواعد التخطيط..... ألا أننا نلاحظ في التخطيط لعمل السلم المريح أن الخطوة الأولى في تحديد مقياس السلم هو ايجاد المقياس المناسب لقائمة ونائمة الدرجة بما يتناسب مع درجة ميل القلبة ، إذ أن القائمة والنائمة مرتبطين بعلاقة تحدد درجة ميل القلبة

وقد كانت النتيجة التي توصل اليها الدكتور ج. ليرمان- من معهد كايزر ولهم بمدينة دورتموند بألمانيا- سببا في تحقيق المعادلة التي تربط بين قائمة الدرجة ق . ونائمة الدرجة ن . والمعادلة هي

$$2ق + ن = 63 \text{ سم. وكذلك ن ق} = 12 \text{ سم.}$$

ومن هذا وجد أن النسبة المثالية لعلاقة القائمة بالنائمة باقل اجهاد لجسم الإنسان العادي هي

$$17 : 29 \text{ سم.}$$

وقد أعتمد على هذه النتيجة كل الباحثين بعد ليرمان ، ممن أهتموا بالبحث في هذا المجال..... ألا أنه قد وجد في الاحوال التي تزيد فيها الحركة على السلالم- كالمحطات مثلا – يجب أن تقل نسبة القائمة وتزيد نسبة النائمة فتصبح النسبة 16 : 30 سم .

وهكذا نرى أن العمل العلمي الجليل الذي قام به الدكتور ليرمان قد وضع لنا الأساس السليم لتحديد أجزاء الدرجة على أساس توفير الجهد الأنساني والطاقة التي تبذل في الخطوة..... فالخطوة ، على سطح أفقى للإنسان العادي ، يكون أتساعها 63 سم ، في حين أنها تقل عند السير على منحدر يميل 1 : 8 مثلا ..... علما بأن الجهد يزيد. وكذلك الصعود على سلم عادي يقل فيه اتساع الخطوة ويزيد فيه الجهد المبذول . وهكذا في السلالم ذات الميل الكبير مثل سلالم غرفة الآلات التي يبلغ ميلها حوالى 45 درجة – 75 درجة .

## أرتفاع القائمة:

- \* يتوقف ارتفاع القائمة على المكان الذي تستعمل فيه وتحديد الاستعمال ..... ونرى فى البيان بالجدول التالى مقاسات القائمة بالنسبة لمكان استعمالها.
- مكان السلم أو طبيعة استعماله ارتفاع القائمة
- \* الحدائق والأمكن المفتوحة 14-16 سم
- \* المسارح وصالات الأتتماع 16 سم
- \* المدارس والمباني العامة 16-17 سم
- \* المباني السكنية العادية 17-18 سم
- \* السلالم الفرعية للمباني حتى 20 سم
- \* البدروم والسطح والمخازن حتى 22 سم
- \* وهناك بعض حالات أضرارية تحتم علينا ايجاد بعض الحلول الخاصة .... كما نرى فى المواقع العميقة التى يعمل بها سلالم تشابه السلالم البحارى الخشبية أو المعدنية ، كما نرى فى البواخر التى تكون القائمة فيها 20-25 سم ، أو السلالم النقالى ، التى تصل المسافة بين درجاتها 25-30 سم ..... ويكون ميل السلم حوالى 75 سم.
- \* اما السلالم التى توضع فى وضع قائم كسلالم النجاة ، وسلالم الوصول الى السطح فى الحالات الأضرارية ، وسلالم تنظيف المداخن ، وسلالم الكشف على خزانات المياة العلوية ، فيبلغ المسافة بين درجاتها- فى الأحوال العادية- حوالى 30 سم .

ويجب ملا حظة أن اتساع خطوة الأتسان العادى على سطح الأرض يبلغ 60-65 سم ( أى بمتوسط 63 سم ) . ولكن عند الصعود نجد أن اتساع الخطوة يقل الى النصف تقريبا ، أى حوالى 31 سم .

وقد وضعت عدة قواعد ومعادلات – على أساس ما سبق أن حدده د. ليرمان – لتحديد العلاقة النسبية بين القائمة (ق) والنائمة (ن) ، لأن عرض النائمة يتاثر بأرتفاع القائمة ..... فكما كبرت القائمة قلت النائمة ..... وكما قلت النائمة زاد أرتفاع القائمة وفى حالات القائمة المنخفضة جدا يحسن استعمال القانون الثانى، وهو  $n + q = 46$  سم ، أما فى الحالات المتوسطة ، أو الحالات العادية ، فيحسن استعمال القانون التالى  $n - q = 12$  سم .

ومن الملاحظ أنه اذا زاد عرض النائمة عن 32 سم فان ذلك يضايق الأتسان فى النزول ، لأن كعب الحذاء يرتطم بحافة الدرجة فيتعثر الأتسان .... كما أن عرض نائمة الدرجة ان قلت فأنها لا تساعد الأتسان على تثبيت قدمه كاملا على الدرجة .

المعادلات مرفقة فى الاضافات.

## متطلبات السلم الجيد:

- الاشتراطات الواجب توافرها فى السلم:

1. لا بد أن يكون السلم ذا تصميم جيد ليحقق أعلي راحة و أمان فى الإستخدم.
2. يفضل أن يكون فى منتصف المنشأ بحيث يكون قريب من كل المستخدمين داخل المنشأ.
3. لا بد ان تكون الدرجات متساوية فى الارتفاع(القائمة) والعرض(النائمة).

4. الانحدار لا بد ألا يكون أكثر من زاوية 35 ولا يقل عن زاوية 25.
5. عرض السلم لا بد أن لا يقل عن 1.20 م فى أى نوع ويثبت عرض القلبة فى الأدوار المتكررة ولكن فى الدور الأرضى يمكن تغييرها.
6. عدد الدرجات فى القلبة لا بد أن لا يزيد عن 12 درجة ولا يقل عن درجتين وفى القلبة ذات عدد درجات كثير 10 مثلا لا بد من وجود بسطة بعدهم لتوفير الراحة للمستخدمين.
7. ارتفاع الداريزين لا بد ألا يكون أكثر من 1م ولا يقل عن 0.75م.
8. لا بد أن ينشأ السلم من مواد آمنة مقاومة للأشتعال.
9. يجب توفير الإضاءة الجيدة والتهوية الجيدة.
10. يجب أن يكون مريح للإنسان فى مختلف الأعمار.
12. يتوفر فية عنصر الصلابة معنى ذلك أن حديد التسليح يزيد فى السلم ونسبة الأسمنت تزيد أيضا عن باقى المبنى نضع من 6:7 شكاير أسمنت على المتر تكعيب رمل +زلط،ولكن فى السلم يوضع من 8:9 شكاير أسمنت على المتر تكعيب رمل+زلط أى من 400:450 كجم.
13. يفضل أن يكون عدد الدرجات مشابهة فى كل الأدوار لتفادى عنصر المفجأة للتغير فى عدد درجات السلم.
14. فانوس السلم لا بد أن لا يقل عن 50 سم وذلك ليسمح بالتهوية والاضاءة الجيدة و ليسمح بسهولة التبييض والتشطيب.

### المعايير الواجب مراعاتها عند التصميم:

- الارتفاع الأفضل من 15 إلى 17 سم و عرض من 27 إلى 30 سم.
- الارتفاع يتناسب عكسيا مع العمق فكلما زاد العمق قل الارتفاع و العكس صحيح. فمثلا درج بحديقة عمق الدرجة 120 سم فيجب اللجوء إلى الحد الأدنى الذي قد يصل إلى 14 سم، و لو كان العمق 26 سم يكون الارتفاع المناسب 17 سم. و فى السلالم ذات العمق الكبير يجب أن يراعى مدي اتساع الخطوة بمقاس الدرج. فمثلا لو تم تنفيذ سلم بعمق 45 سم فنجد أن مستخدم السلم سيضطر زيادة فتحة رجليه أكثر من المعتاد ( و بالتالى سيشعر بعدم الراحة أو يضطر الوقوف بقدميه على كل سلمة 3 أو 4مرات بغرض تقريب قدمه من بداية السلمة التالية. و هنا سيكون غير مريح.

### - القياسات التالية توضح كيف تختلف مقاسات السلم تبعا للمكان:

- 1- مبنى سكنى: 16×25سم
  - 2- مبنى عام: (مسرح -جامعة -بنك) 15×27سم أو 14×30سم
  - 3- مبنى صناعى: 19×25سم
- ويجب أن نلاحظ أن المقاسات السابقة فقط كدليل ولكن المقاسات الفعلية الحقيقية تعتمد على المكان المتاح وارتفاع السلم وشكله.

• هذه القوانين يجب أن تتبع للحصول على علاقة مناسبة بين القائمة والنائمة:

- أ- (2×القائمة)+النائمة بالسـم = من 55 الى 60سم
- ب- القائمة×النائمة بالسـم =من 400 الى 410سم
- ج- عند تصميم السلم نأخذ 30سم نائمة و 14 سم قائمة على أساس أنها قيمة ثابتة لكل 2.5سم أقل فى النائمة نزيد فى القائمة 1.2الى 1.3سم

- بعض النظريات الهامة التي تؤثر في شكل السلالم و أبعادها:  
بالنسبة لعرض قلبة السلم:

- يتوقف عرض قلبة السلم علي نوع الاستعمال و كمية المرور. فمثلا يكون عرض القلبة التي يمر فيها شخص واحد 60 سم علي الأقل أما التي يمر بها شخصين في اتجاه واحد لا يقل عرضها عن 115 سم, 120 سم الأفضل.
- إذا كان المرور في اتجاهين متعاكسين أو متضادين فيجوز أن يكون العرض 152 سم و القلبة التي يمر بها 3 أشخاص في اتجاه واحد 170 سم و في الاتجاهين المختلفين 185 سم.

## احتياطات الهروب :

- الإحتياط الخاص بالهروب ليس ضروري في البيوت الصغيرة مثل الفيلا, فالسلم الخشبي العادي مناسب لهذه الأغراض لأن عدد المشتغلين في الفيلا يكون قليل.

- أما عندما يصمم مبني أكبر يكون المصمم معطي عناية للرعاية بالهروب لأن عدد المستخدمين يكون أكبر.

- فيجب تزويد الممرات بوسائل مباشرة تؤدي إلي السلالم التي يجب أن تكون مناسبة في وضعها و في مكانها بالنسبة للمبني و مناسب عرضها لعدد المستخدمين و تؤدي مباشرة إلي خارج المبني.

- يجب الأخذ في الاعتبار أقل وقت لمقاومة الحريق للمواد الموجودة في المبني و السلم لأعطاء معامل أمان أكبر ليصمم المبني عليه.

- مواد صنع السلم المقاومة للحريق:

- ♣ خرسانة مسلحة بسمك 18 سم تقاوم 4 ساعات.
- ♣ خرسانة مسلحة بسمك 10 سم تقاوم ساعتين.
- ♣ خرسانة مسلحة بسمك 7,5 سم تقاوم ساعة.
- ♣ خرسانة مسلحة تحتوي علي جبس بسمك 15 سم تقاوم 4 ساعات.

- لتحميل السلم:

♣ كمرات حديد مغطاه بخرسانة سمك 15 سم تقاوم 4 ساعات.

♣ كمرات حديد مغطاه

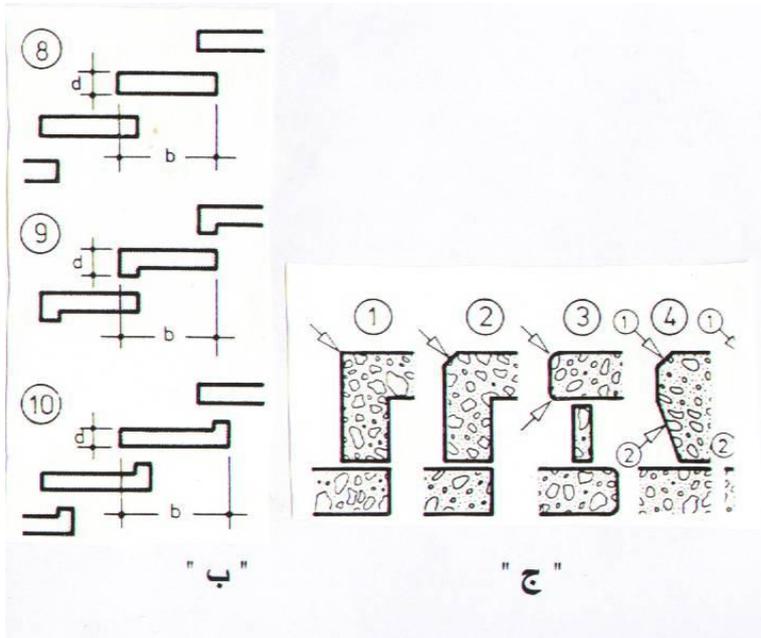
بخرسانة سمك 10 سم

تقاوم 2 ساعة.

♣ كمرات حديد مغطاه

بخرسانة سمك 7,5 سم

تقاوم 1 ساعة.



1- شكل الدرج :-

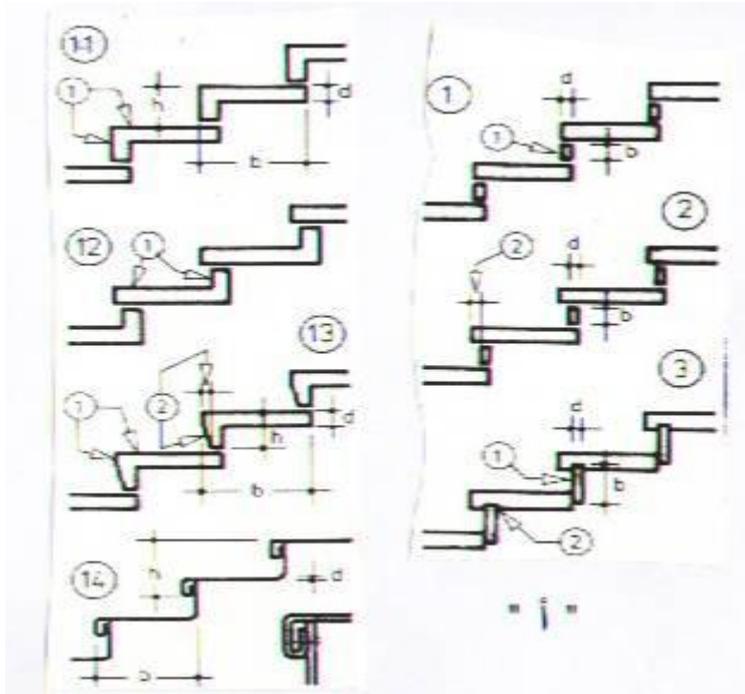
تتعدد اشكال درجات السلم وكذلك طريقة تركيب كل منهم على الاخرى وفي كل الحالات يجب مراعات ترك مسافة كافية للشقة لتجنب احتكاك الحذاء بها وذلك في حالة وجود قائم "ا"

وفي حالة عدم وجود قائم فيجب ان تمتد الدرجة فوق التي باسفلها حتى تعوق النظر شكل "ب"

في حالة سلالم الحدائق ذات الارتفاع والعدد الصغير والتي تعتمد على عمد وجود بروز للفة فتكون اما بسوكة حيه او سوكة ميتة شكل "ج"

## 2- تثبيت الدرج:-

### سلالم الخرسانة:-



ويمكن ان تصب بالموقع حيث يتم صب البسطة الاساسية مع السقف وبعد ذلك تصب قلبه السلم في الموقع مع مرعاة ربط حدايد القلبية مع البسطة كما هو موضح بالشكل

ويمكن ان يصب الدرج بعيدا عن الموقع ويتم تركيبه اما عن طريق عمل حصيرة خرسانية وتركيب الدرج فوقها او عن طريق تثبيت

الدرجات في بعضها وتثبيت كل منها بالحوائط في طرف او الطرفين

### سلالم حجرية:-

ويتم تثبيته اما عن طريق تركيبه على دعائم من الجانبين وفي حالة وجود درجتين يتم عمل وصلة للدعم.

اما في حالة القلبية فيتم عمل عقد يحمل الدرج الموصول ويمكن كذلك تثبيته في الحائط من جهة او جهتين وفي حالة وجود الحائط بسمك كافي .. كما يمكن عمل دعائم خرسانية للتثبيت ويمكن تثبيته كسلم كابوليمثبت على ركيزه من جهة واحده

وفي حالة السلالم الدائرية منه يمكن تثبيتها بمحور في المنتصف (سلالم حلزونية) او بدون محور (سلالم لولبية)

سلالم معدنية:-

وعادة تكون سلالم بسيطة التكوين وتتميز بسهولة التركيب وخفة الوزن.

## طريقة صب السلم :

### طريقة صب السلم فى الدور الأرضي:

1. يتم عمل ميده أو سمل تحت أول السلم من أسفل. و تكون تحت منسوب الصفر.
2. تواجهنا مشكلة وهي ظهور زاوية حادة فلا بد من حلها حيث أنها لا تسمح لشخص أن يقف حتى يقوم بعملية التشطيب، ولكن إذا تم حلها من الممكن أن تستغل لغرفة حارس أو غرفة للكهرباء .

ويوجد طريقتين لحلها:

أولاً: إقامة ميده تحت ثالث أو رابع درجة (تحت منسوب الصفر) لحمل الحائط الذي سيتم بناء بالطوب إلي أن يصل إلي ثالث أو رابع درجة. و هذه الطريق أفضل من الطريقة التالية. ثانياً: و هي زيادة سمك الميده حتي تصل إلي سمك درجتين أو ثلاثة. و هذا الحل غير عملي لأنه يستهلك حديد تسليح كثير فهو بالتالي غير موفر.

### صب السلم المتكرر:

#### كيفية عمل البسطة:

1. يتم عمل شدات بسطات أو صدقات في مستوي أفقي في نصف المسافة بين الطابقين. و قد تم شرح كيفية حساب بُعد البسطة. و تكون البسطات في معظم الحالات بدون كمرات, أما الصدقات فعادة تكون ذات كمرات و كوابل و علي ذلك يتم عمل الشدة الخشبية كما في شدات الكمرات و الأسقف.

. يتم تسليح البسطة مثل تسليح السقف و لكن بسمك أكبر حيث أن بلاطة السقف العادي (من 10 سم إلي 12 سم) أما سمك البسطة يصبح من 12,5 سم إلي 15 سم. من الجديد صورة 3. يتم صب البسطة بالخرسانة المسلحة و استخدام "الزمبة" (أو زمبة هزاز و هي عبارة عن موتور حركة دائرية و يوجد به سلك ممتد داخل خرطوم طويل و السلك يتصل بنهاية الزمبة فيحدث اهتزاز) و هو يعمل علي تجانس الحبيبات مع بعضها و لتفريغ الهواء من الخرسانة.

- طريقتين لصب السلم المتكرر: ( درج مستقيم )

الطريقة الأولى:

1. إقامة حصيرة بسمك 12 سم خرسانة مسلحة.
2. نقوم بعمل شدة خشبية للدرجة و يتم تسليحها.
3. يتم صب الدرجات بالخرسانة.

الطريقة الثانية:

1. الحدادة: عند تسليح السقف نقوم بعمل حديد تسليح في مكان السلم مرتبط بحديد التسليح الموجود بالسقف و لا بد من اتصاله بأعمدة. و يتم تكسيح الحديد الممتد من السقف إلي السلم.

## 2. النجارة:

1) وضع عروق خشب جانب بعضها البعض حتي تكون عرض السلم. و يكون طول العروق مساوي للمكان المسموح به لإقامة السلم. و يجب أن تكون جيدة الالتصاق بالبسطة و ببعضها حتي لا يتسرب منها الخرسانة عند صب السلم.

2) وضع عروق خشب عمودية تحت الشدات الخشبية التي تم عملها حتي ترتكز عليها. و ترتكز هذه العروق علي درجات السلم الذي تحته الذي تم عمله و الانتهاء منه.

### 3. تسليح الدرج:

1) إذا لم توجد كمرّة تحت أول درجة من السلم (و يفضل عدم وجود كمرّة حتي يكون أسفل السلم أكثر اتساعا و يسمح بالمرور المريح) يتم تكسيح حديد التسليح الخارج من السقف فيقابل حديد التسليح الخارج من البسطة فيكونوا "مقص". كما هو موضح بالشكل.

2) بعد ذلك يتم تسليح السلم فرش و غطاء. و ذلك بوضع حديد تسليح عكس بعضه بحيث يكون مربعات أو مستطيلات و يُربط ببعضه عن طريق سلك رفيع يسمى "سلك ربط". و يكون عدد أسياخ الحديد في السلم معتمد علي مساحة الدرج.

### 4. النجارة:

- ثم يتم تحديد القوائم بعروق خشب و يتم حسابها كالآتي:

1- تحديد أول درجة مثلا و لتكن علي البسطة المتوسطة, و آخر درجة فتكون عند بسطة الوصول.

2- يتم قياس المسافة الأفقية و قسمها علي عدد الدرجات المراد إنشائها فيتم تحديد عرض النوائم وليكن 27 سم, فيتم قياس 27 سم علي الأفقي عن طريق الميزان الموضح بالشكل.

3- نضع عرق خشب غير مثبت يصل بين أول درجة و آخر درجة تم تحديدها حتي تصبح كل الدرجات علي ارتفاع واحد و تجنب وجود درجة أعلى من الأخرى.

5. حدادة: يتم وضع الكانات المثلثة المخصصة للدرج و تثبيتها جيدا بأسياخ الحديد التي تم تسليح السلم بها من قبل عن طريق سلك الربط. و يجب أن تربط الكانات جيدا بالدرج. و يراعي عدم بروزها أو غطسها عن قوائم الخشب التي تم عملها لتحديد القوائم.

6. الصب: و هي المرحلة الأخيرة لإنشاء الدرج. يتم صب السلم بعد ذلك بالخرسانة التي تكون جيدة الخلط و تكون سميكة بحيث تتماسك جيدا مع بعضها و لا تتسرب من بين الخشب. ثم استخدام الزمبة للتأكد من أن الخرسانة وصلت لكل الأجزاء الداخلية.

## السلام الخرسانية الحلزونية

### كيفية إنشاء السلم الحلزوني:

1- يتم عمل شدة خشبية لها و لكن لا يستخدم العروق المستقيمة, و لكن يتم عمل شدة خشبية من الخشب الأبلكاش و تحديد الدرج عليه و قطع الزائد. و يتم عمل شدات أسفله لحمله.

2- يتم تسليح الدرج مثل الدرج العادي.

3- يتم تحديد القوائم بنفس الطريقة السابقة.

4- يستخدم في السلم الحلزوني الكانات الحلزونية مع كانات درج حيث أن الحمل عليه يكون أكثر من السلم العادي حيث أن عرض النائمة الواحدة يختلف في كل جزء.

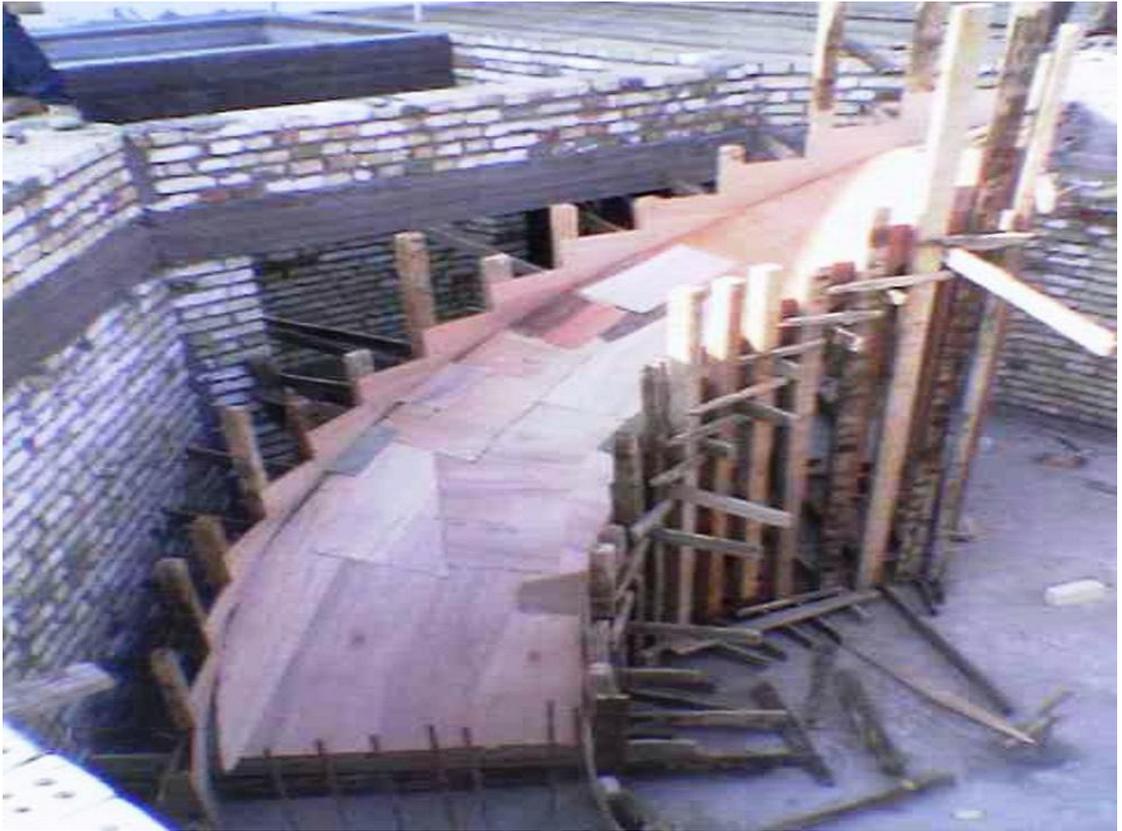
5- يحمل السلم علي عمود في المنتصف و الذي يخرج من حديد التسليح الذي يتم تسليح

السلم الحلزوني به.

6- لا تستخدم كثيرا حيث أنها لا تكون غير مريحة, و ذلك لأن عرض النائمة غير ثابت في الدرجة الواحدة. وغالبا يستخدم كسلم للخادمين.

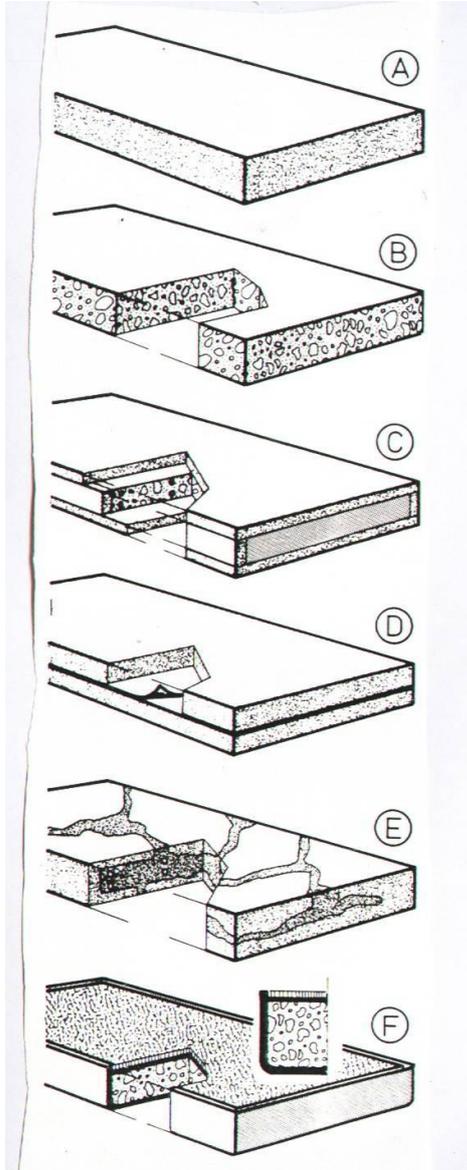
7- لا يفضل إنشاء سلم الهروب أو السلالم الرئيسية كسلم حلزوني ( أو يطلق عليه الدرج المراوح) لأنه غير مريح و يسبب حوادث.





## الأخطاء الشائعة :

- من الأخطاء الشائعة في تصميم السلالم:
1. لا ينبغي استخدام درجة واحدة أبدا بسبب أن العين لا تميز فرق المنسوب والكثير قد يسقط على هذه الدرجة لذا من الأفضل استخدام درجتين على الأقل. و إذا كان الارتفاع لا يسمح بعمل درجتين يقترح عمل (رامب) (منحدر) بسيط للنقل بين المنسوبين.
  2. يجب تجنب الزوايا الحادة بأى جزء من الدرج فى حالة استخدام سلم دائرى عندما يكون قائم الدرج ضيق من جهة المركز ومنتسع من الجانب الأخر يفضل أن لا يقل أضييق جزء بالدرجة عن 25سم ويكون منتصف الدرجة بين 28:33سم. والبعد الأخر الأوسع غير مهم كم يصبح. فى حالة استخدام السلم الحلزوني أو الزاوى الذى تكون به نقاط التقاء بطرف الدرج ضيقة جدا أقل من 20سم يفضل أن يكون الضلع الأوسع (من الطرف الأخر) ذا عمق 28 سم على الأقل ويعلوه هاندريل أو درابزين على ارتفاع من 90:100 سم للإستناد عليه و التمسك به.
  3. مهم جدا استخدام التشطيب المناسب للدرج حسب المكان والإستخدام. فمثلا بالحدائق والأماكن الزلقة المسابح مثلا يستخدم مواد ذات سطح خشن تمنع الإنزلاق كذلك السلالم الرخامية أو الجرانيت داخل المنزل تفضل لها عمل تخشين.
  4. عدم استخدام السلالم الحديدية فى الأماكن الرطبة أو بالقرب من مصادر كهرباء.



### 3- تشطيب وتكسية الدرج :-

أ- حماية حواف الدرج : حيث يتم حماية الدرج فى المناطق التى تتعرض لاحتكاك من سلالم خشبية وحجرية ويتم تركيبه هذه الحافة بعدة طرق موضحة بالرسم

ب- عمل سفلى الدرء : يتم عمله من مواد ذات شكل جذاب ومضادة لعوامل التعرية واما ان تركب بارزة او موضع غائر فى الحائط

ج- عيوب السلالم الخشبية وعلاجها : فى حالة وجود ثقب بالالواح الخشبية يتم حشو الثقب بمواد تعطى شكل جيد عند الجفاف

فى حالة ظهور انحناء لاسفل الدرء الشكل 1 يتم عمل دعامة تعمل على رفع الشفة مع مرعاة تثبيتها جيدا

عادة يتم تكسية السلالم الخرسانية ويكسى الدرء بخامات مختلفة مثل :-

1. بياض الموزاييك :- حيث يتم فرد عجينة الموزاييك على السلم
2. الخشب :- ويتم عمل الرخام الطبيعى على شكل الواح تثبت بالبرغى ويتم طلاءه بمواد مضادة وعوامل التعرية
3. الرخام :- ويتم عمل الرخام الطبيعى على شكل الواح تثبت على خرسانة قلبه السلم بأسلوب بسيط بدون تعشيق , او يعمل تعشيقه على او تعمل تعشيقه على وسفلى اذا احتاج الامر الى عمل تكشبية للاسفا بالرخام , فيجب تثبيتها جيدا وخاصة اذا كانت الاسفال مرتفعة فتثبت بواسطة كانات من الحديد تربط بالحائط الجانبى
4. الابسة "الموكيت" :- يتم تركيبه على لسلالم الخرسانية من نوع خاص [ fair – faced concret ] ويتم تثبيت الموكيت بواسطة اداة لاصقه وكذلك المسامير.

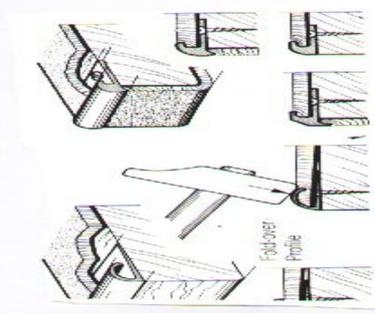
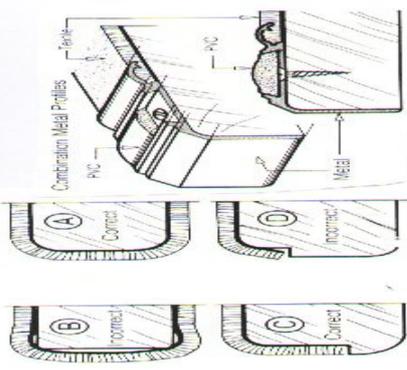


Table Cover, Continuous, Flipped

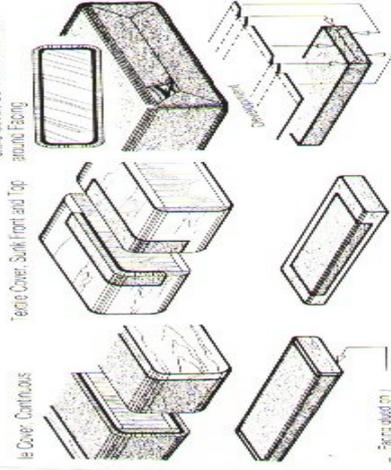
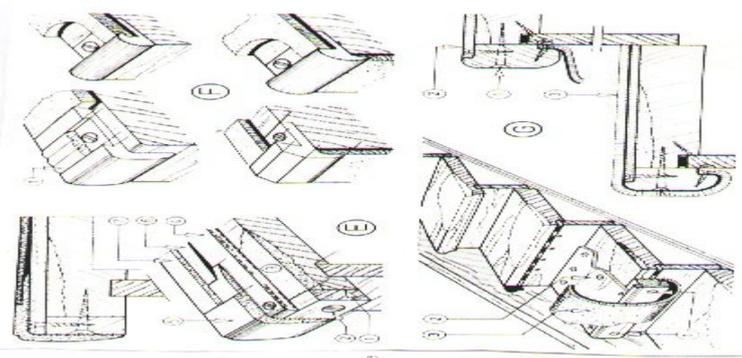


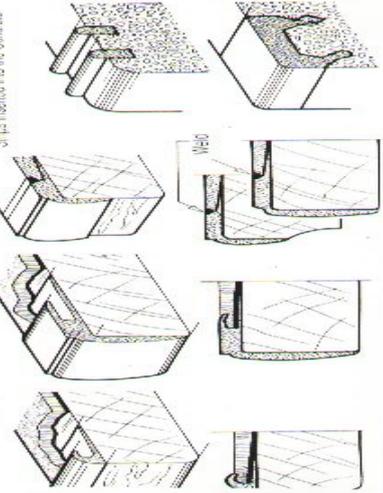
Table Cover, Side, Front and Top around Facing

Table Cover, Continuous

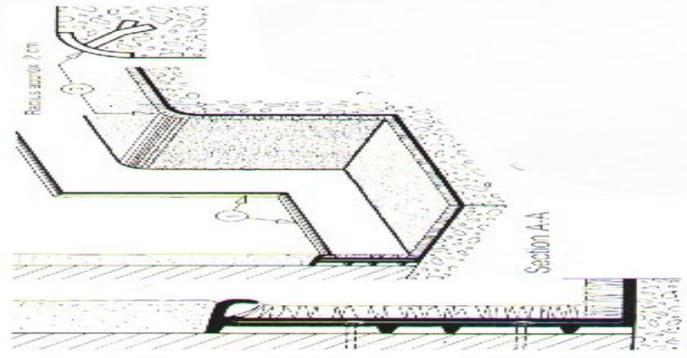


Annual Stone Slabs with Proprietary Strips Inserted into the Concrete

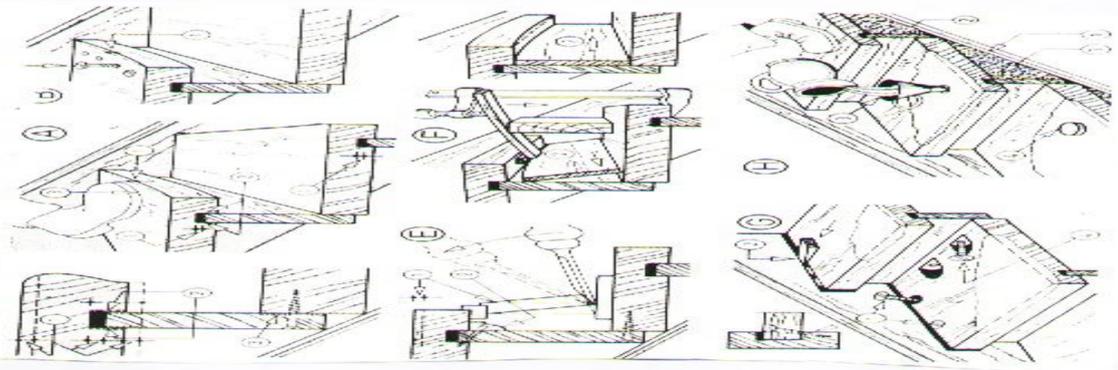
Table Covers with PVC Edging



تطبيق النوع "ا"

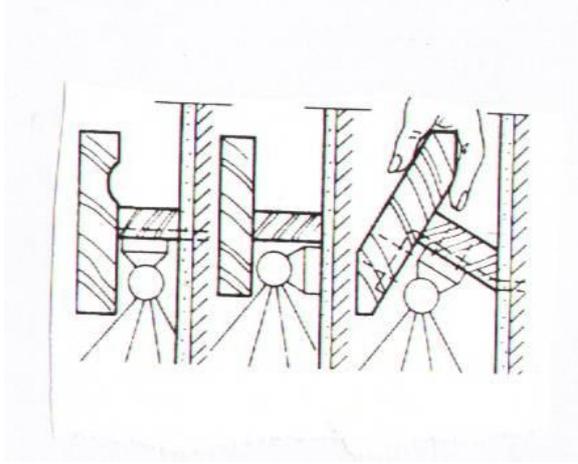


تطبيق النوع "ب"



تطبيق النوع "ج"

## الاضاءة :



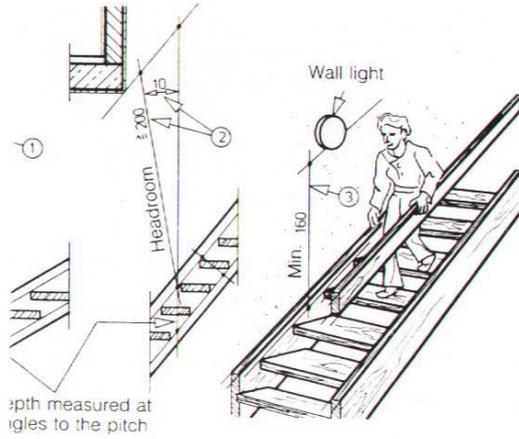
تنحصر انواع الاضاءة بين طبيعية وصناعية ويؤثر على كلاهما لون طلاء السلم

1. الطبيعية :- يجب دراسة المصدر بعناية "الشباك" حتى لا يكون الضوء مبهر فيعيق النظر

2. الصناعية :- وتكون الشقف وهي الاضاءة ظاهرة "نجفة"

موضوعة داخل مقبضا لسلم وتكون الاضاءة مركزة على الدرابزين

اضاءة جانبية ..... وفيها تختلف ارتفاع مصدر الضوء حسب نوعه "شباك او مصباح" كما موضح بالشكل



أضاءة الطوارئ .. توضع اسفل الدرابزين ويتم استخدامها في حالة انقطاع التيار الكهربائي ويجب ان يكون توزيع الاضاءة مناسباً ومريحاً للعين , وللك تكون الالوان المستعملة في الوائط هادئة بقدر الامكان

كما يجب ان تكون حافة القائمة من مادة ملونة بلون غامق يختلف عن لون القائمة حتى يمكن رؤيتها بسهولة.

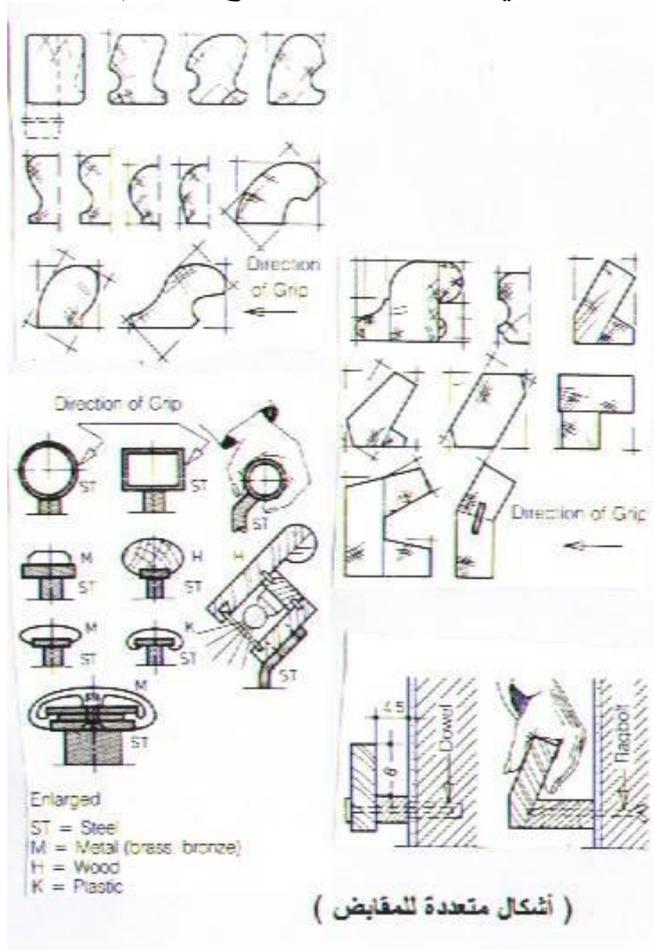
## بعض الملحوظات:

- في المباني السكنية يفضل أن يكون مكان السلم بجانب المدخل الرأسي و يكون غير مرئي من خارج المبنى للخصوصية. أما في المباني العامة تفضل أن تكون السلالم واضحة مرئية من المدخل.
- أول درجة من أسفل الدرج لا بد أن تكون أكبر في القائمة ( أكثر ارتفاع) من باقي الدرجات التي تليها بحوالي 10 سم لمراعاة التشطيب و الطبقات العازلة.

3. في بعض الحالات يحدث فرق في المنسوب بين منسوب السلم و منسوب البلاط في حدود 15 سم (و يحدث ذلك في الدور الأخير), و يوجد لها ثلاث حلول:
- 1- نضع سلمة علي باب السطح.
  - 2- نضع سلمة في الدور الأرضي أي بدل من 10 درجات تصبح 11 درجة
  - 3- نتجاوز عن سلمة زائدة في البسطة.

## اولا المقابض :

يوضع المقبض على ارتفاع 80 : 110سم من نائمة الدرجة ولكن الارتفاع الاكثر استعمالا هو 90 سم ويمكن عمل مقبض اضافي لاطفال على ارتفاع 60 سم



في حالة تركيب المقبض على الحائط .. فإنه يجب ان يبتعد عن الحائط مسافة لا تقل عن 4.5 سم وعمق لا يقل عن 8 سم

وعند تركيب المقبض يجب ان نراعي في مادته وشكله مناسبة لجميع المستخدمين .. فنلاحظ ان المقابض المصنوعة من المعدن انيقة ولكن المقابض امصنوعة من الخشب تفضي لى الدرج الشعور بالدفئ.. وعند استخدام الاخشاب يجب ان نختار اخشاب خشنة الملمس ولكن يتم تغطيتها في التشطيب النهائي جيدا.

## ثانيا الدرابزين :

يعتمد الدرابزين على ارتفاع وعرض السلم فاذا كانت قلبة السلم مكونة من خمسة درجات فاكثر وبعرض 125 سم فاقبل فانها تحتاج الى درابزين من جانب واحد ... واذا كان عرضها 250 سم فيجب ان يهمل لثلاثة درجات منها درابزين من الجانبين

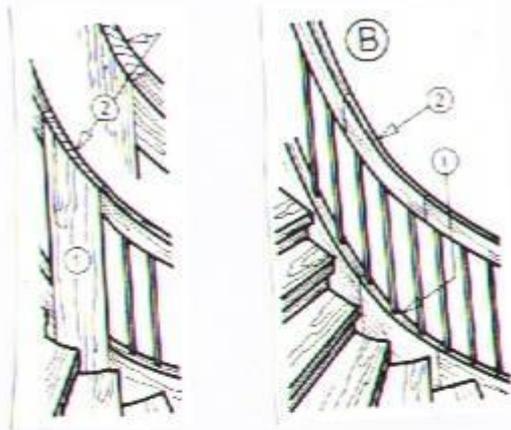
انواع لفة الدرج الخشب :

اما تكون رأسية او افقية او كلاهما وتجمعها تعشيقية

أ (رأسية)

ب (أفقية)

ج (الدمج بين النوعين )



- دوران الرأسي :- يتم الحصول على الشكل النهائي للدوران الرأسي عن طريق تجميع اللوح في اتجاه نصف القطر.

- ب- الدوران الافقي :- نحصل على الشكل النهائي للدوران عن طريق كتلة واحدة ثم منها الشكل او مجموعة من الالواح الافقية او مقاطع رأسية او مجموعة طبقات من الابلكاش شكل منحنى قبل الضغط في الصورة نلاحظ بعد تجميع

يقص

تأخذ

(ج)



اجزاء الدوران والحصول على الشكل النهائي لها يتم عمل فتحات لتكريب السلم به

2- دوران الدرايزين بخطوط مستقيمة

ا- البسطة ذات العنق الكبير يتم عمل الدرايزين كما بالشكل "1"

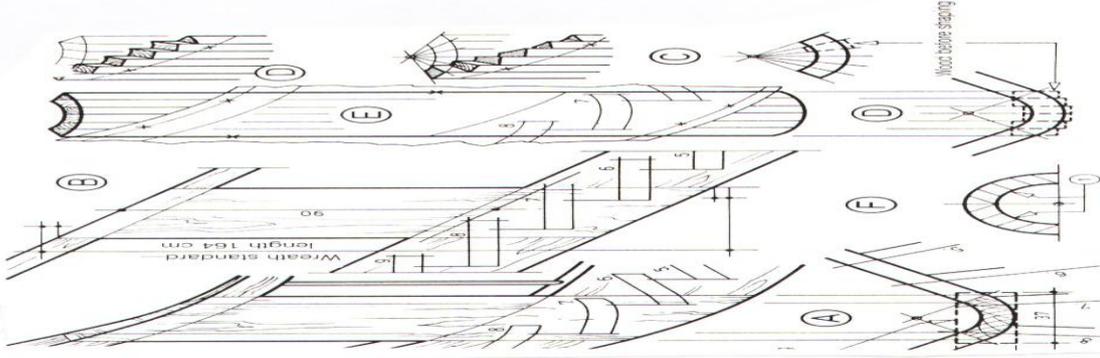
ب-البسطة ذات العنق المحدود نستخدم الدرايزين كما بالشكل "2"

### 3- اشكال فورمة الدربزين

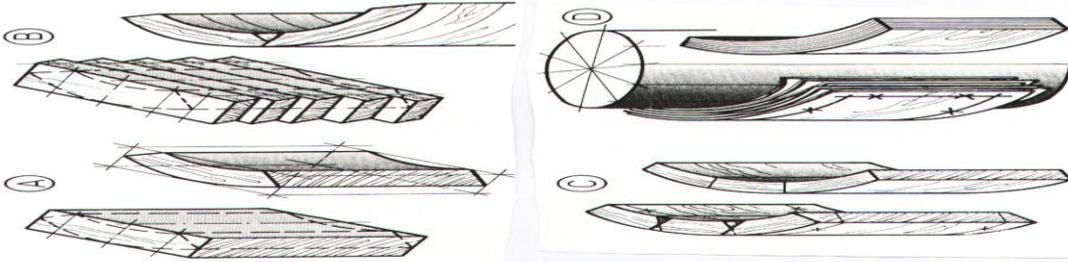
تنقسم الى ..... معدنية , خشبية , زجاجية

ويفضل المعدنية من حيث تعدد اشكالها اما الخشبية تتميز من حيث جمال الشكل اما الفورمة الزجاجية تتميز بالبساطة ويتم تركيبها عن طريق عمل مجرة تصل الى 20 سم اسفل و اعلى ، كما هو بالشكل "1" ويكون هناك جزء متحرك اسفل و اعلى لسهولة تركيب الزجاج ...

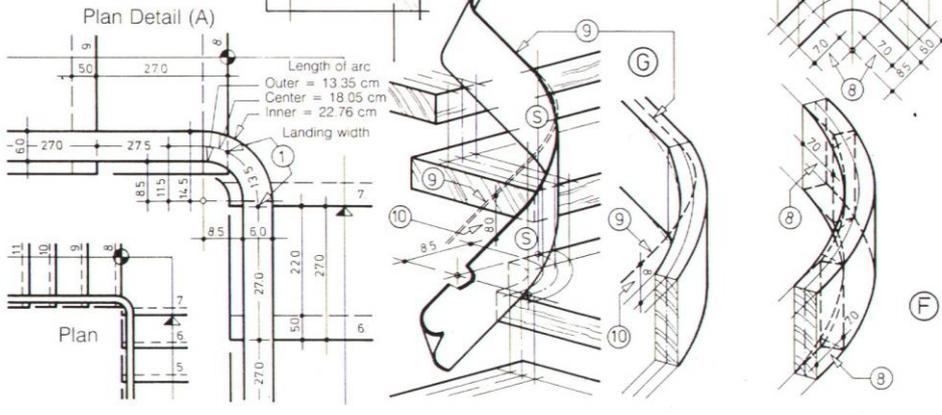
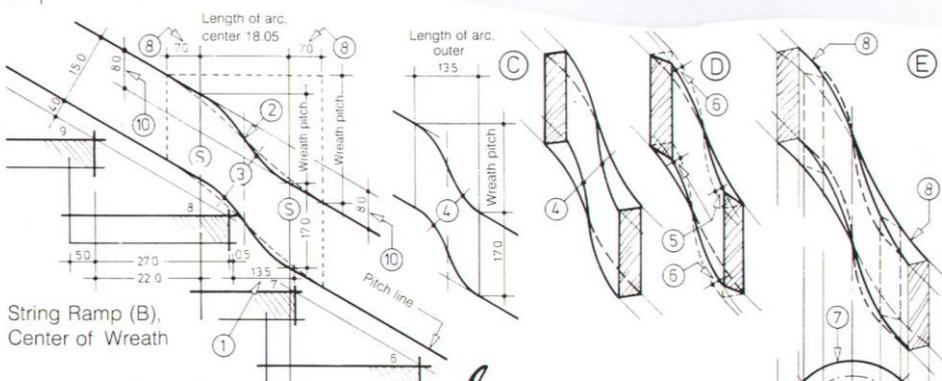
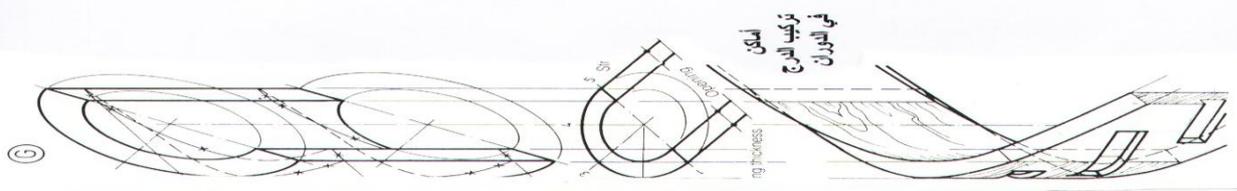
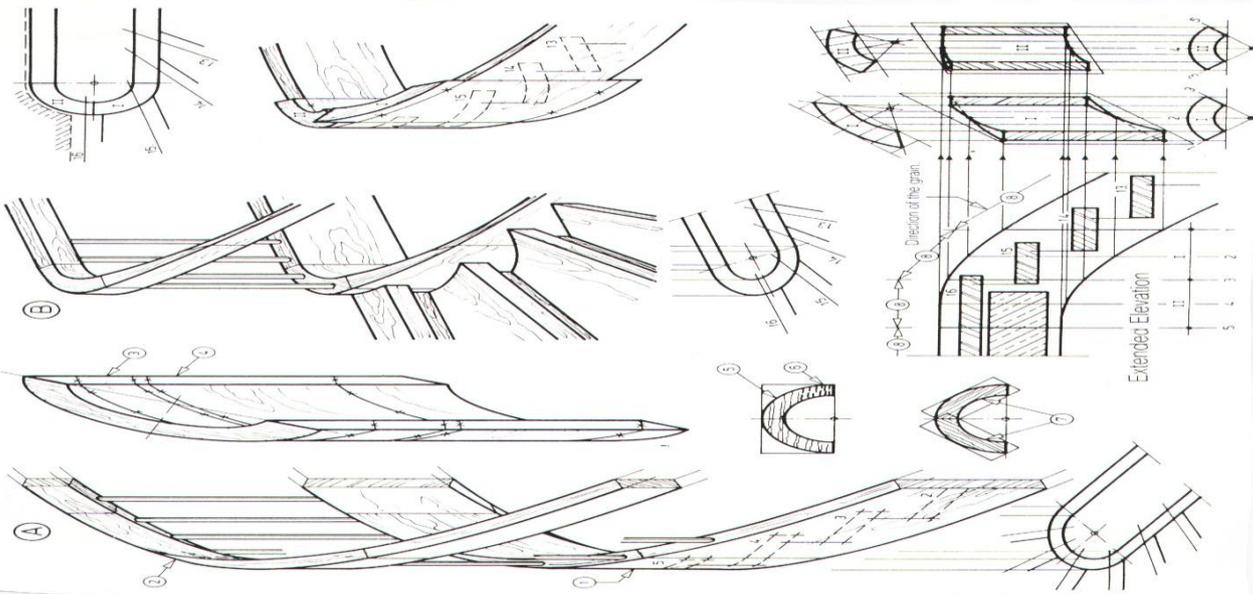
ويتم ملئ الفراغات بين الخشب والزجاج إما بمادة السيليكون او بوضع شرائح مطاطية تمنع الاهتزاز .... في حالة عدم وجود مجرة يتم تثبيت الزجاج بطريقة لتش وذلك عن طريق استخدام اجزاء معدنية من ناحية بالدرايزين ومن الناحية الاخرى بالزجاج كما هو موضح بالشكل



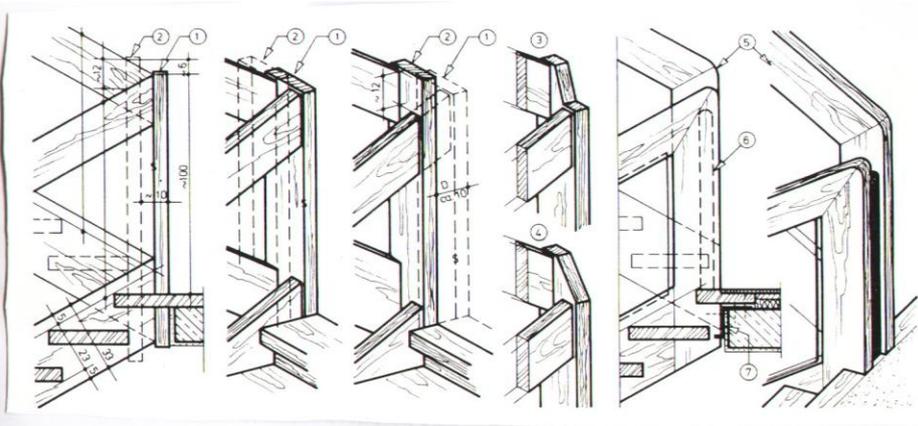
المحلل علي الحداد ربي



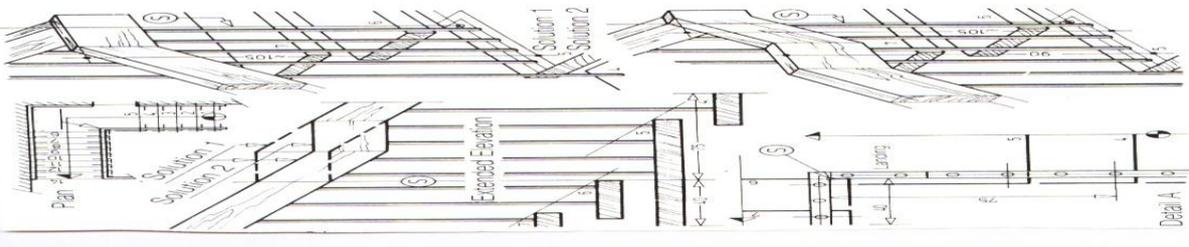
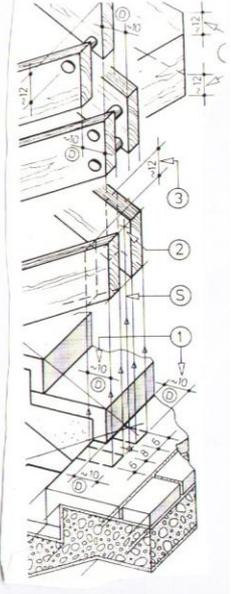
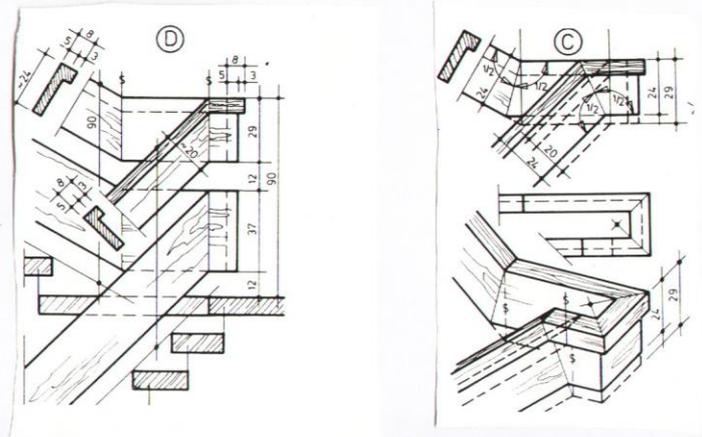
المحلل علي بوزن علي



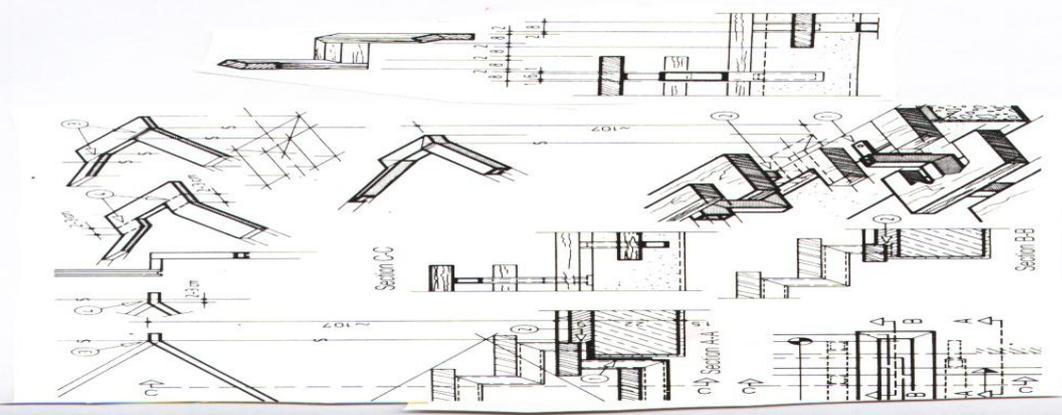
تفاصيل الاتحناء  
Plan [ A ]



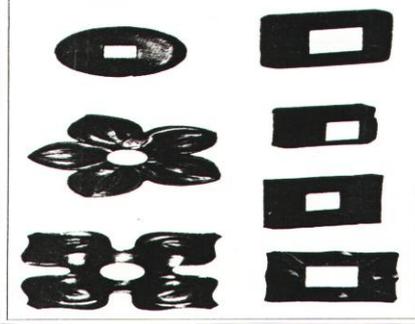
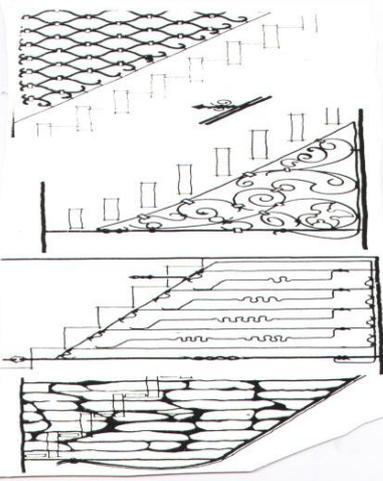
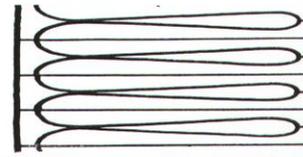
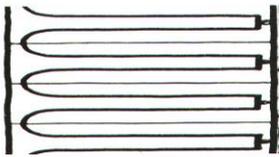
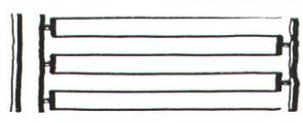
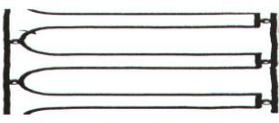
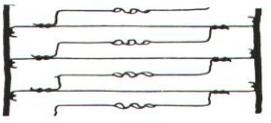
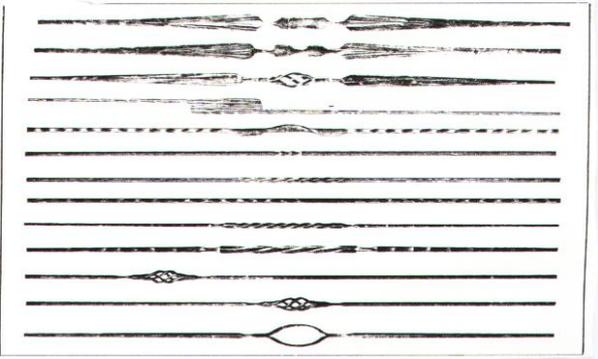
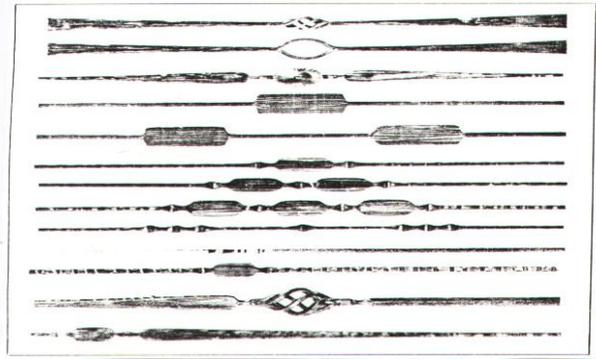
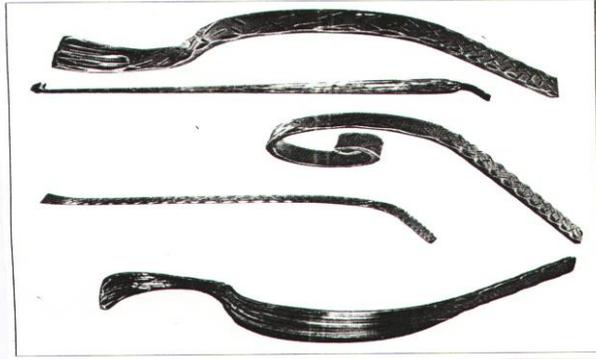
دورات السلم باستخدام خطوط منكسرة

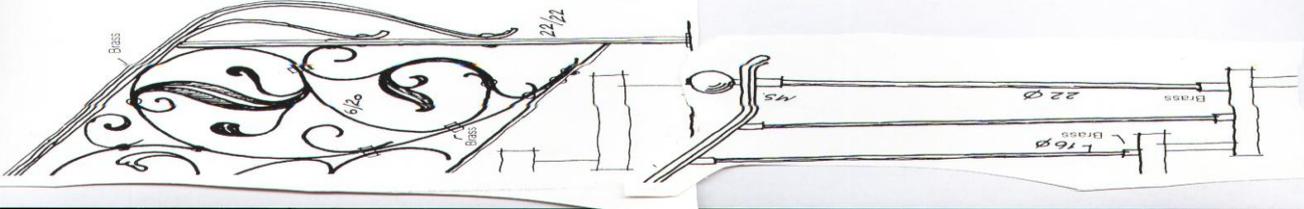
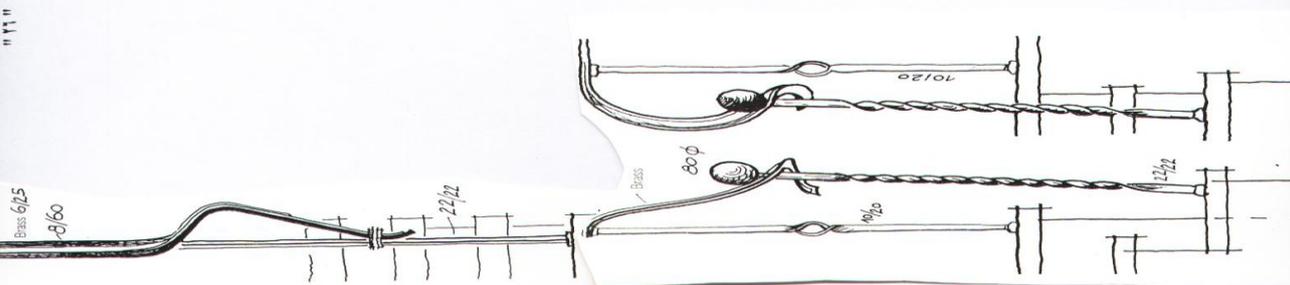
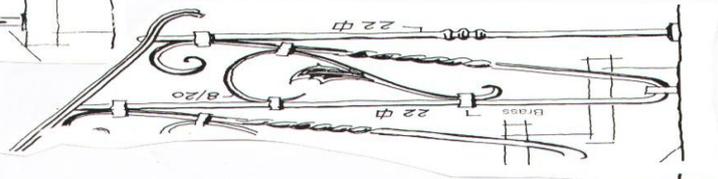
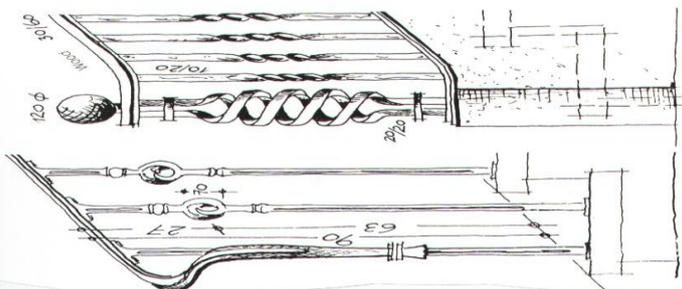
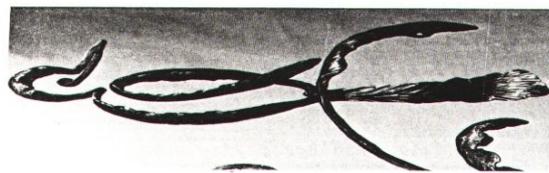
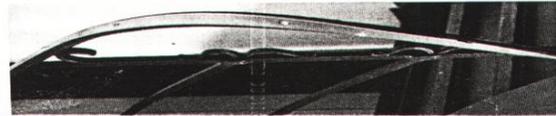
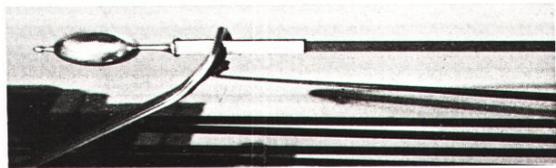
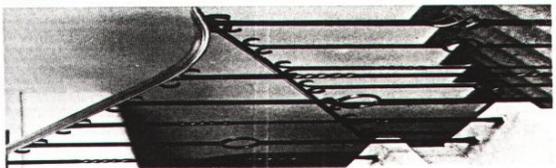
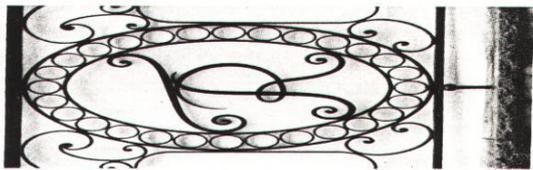
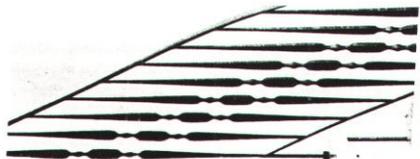


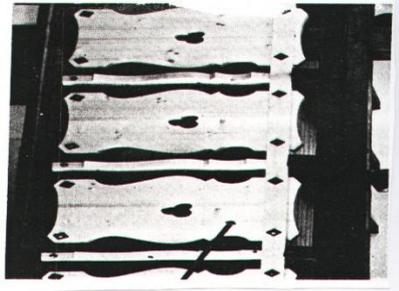
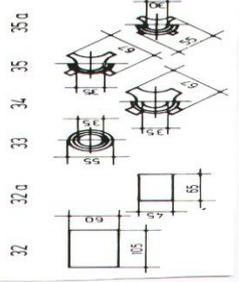
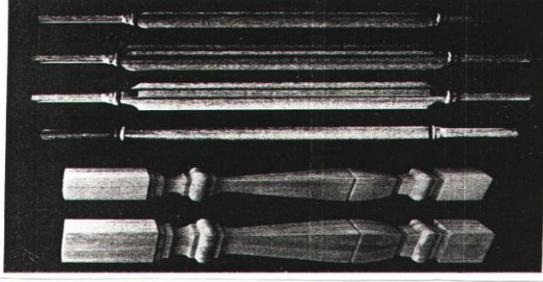
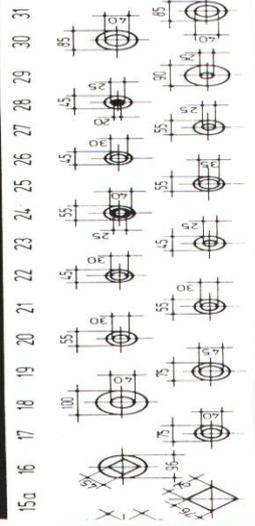
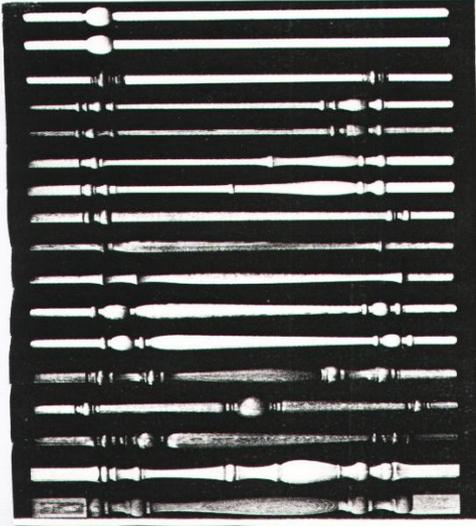
مخطط الخشب | Plan



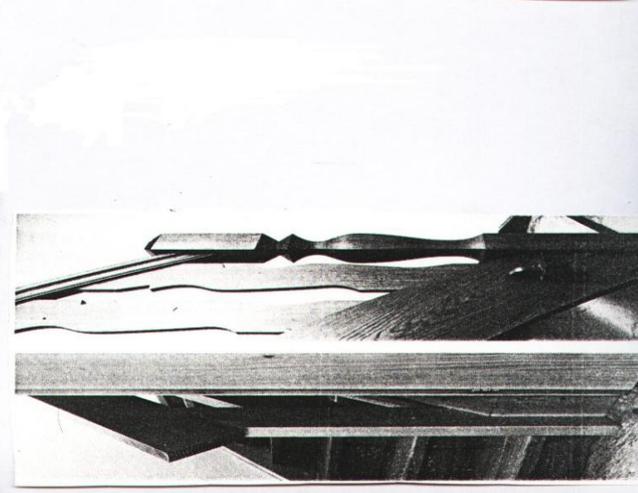
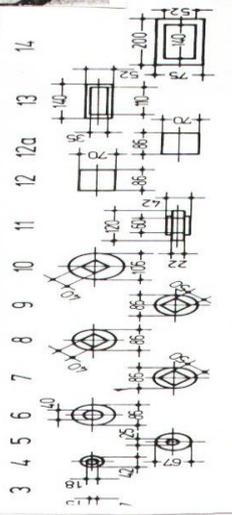
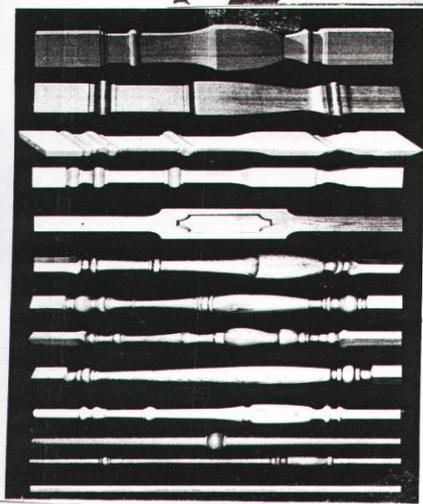
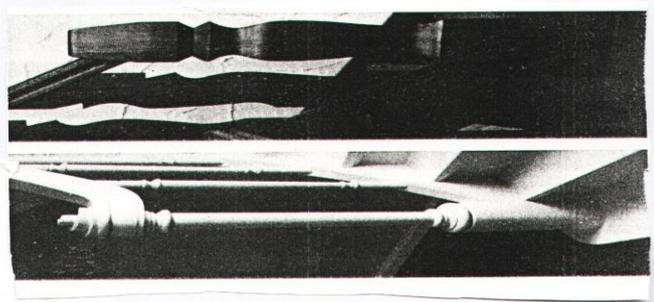
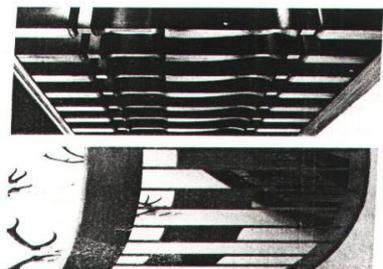
مقاطع الخشب | Section



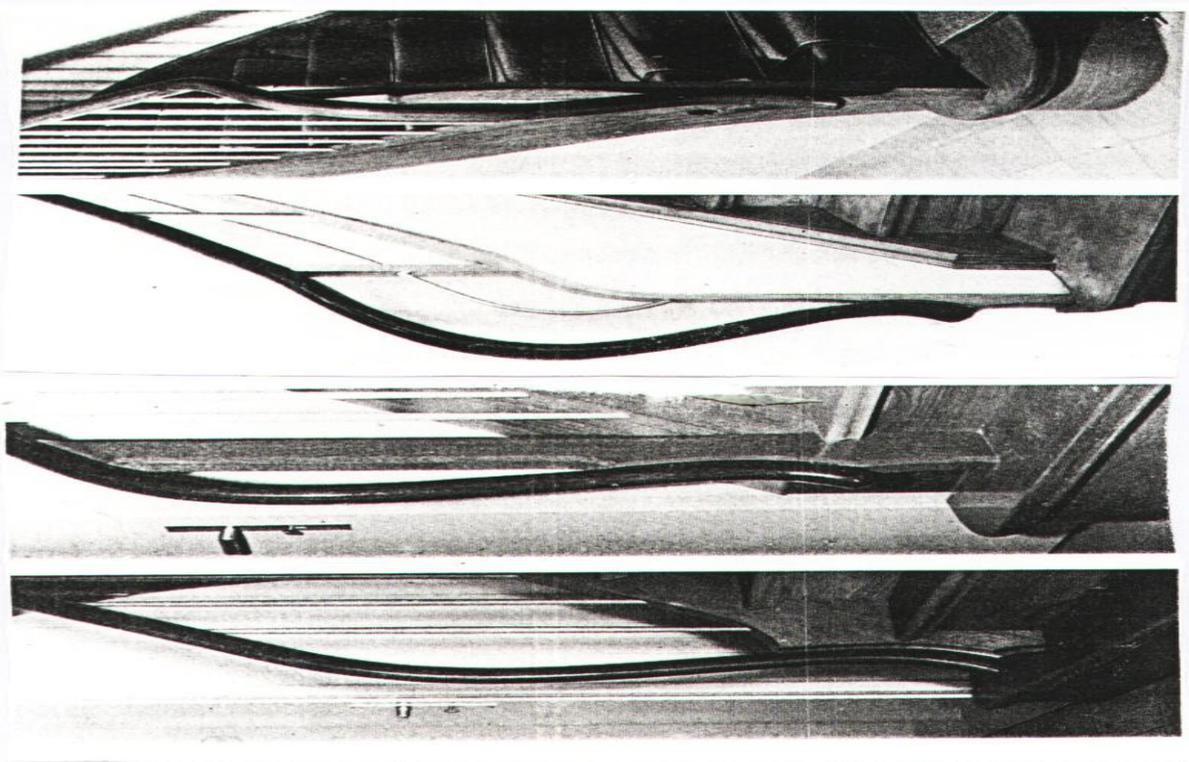




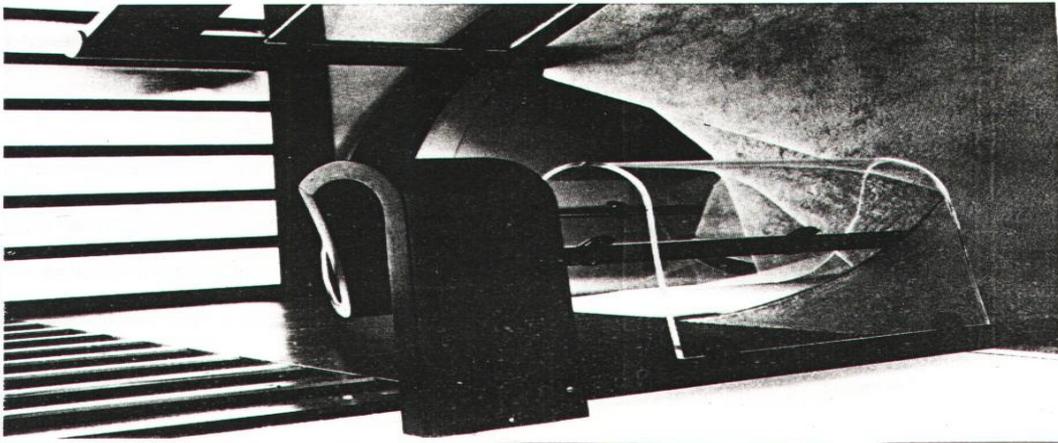
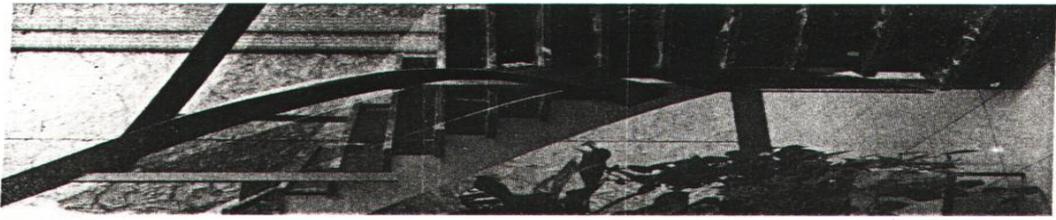
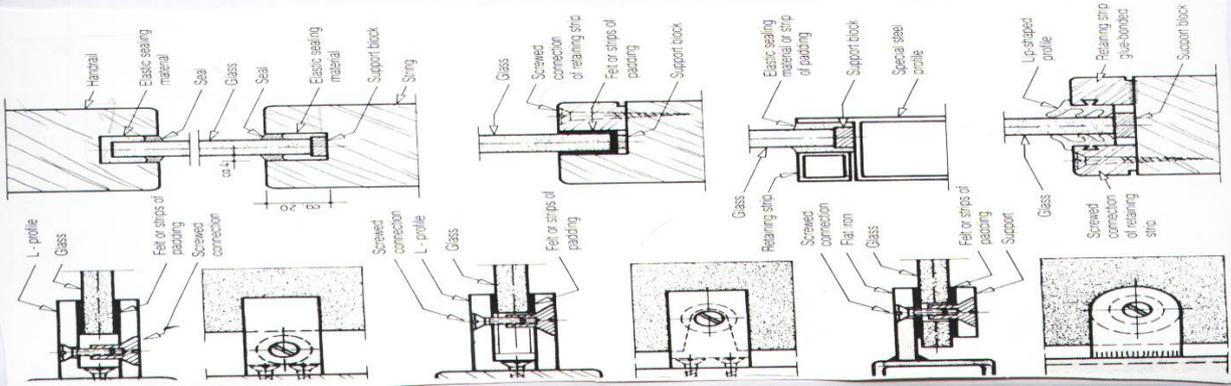
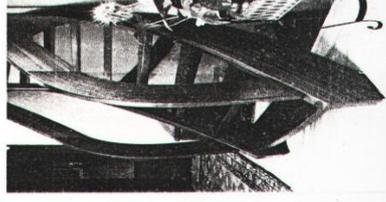
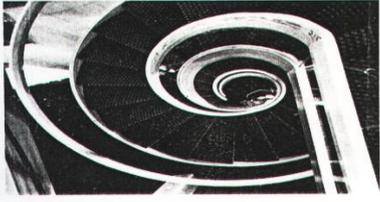
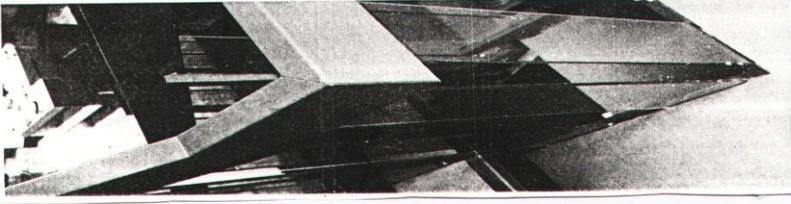
"1A"

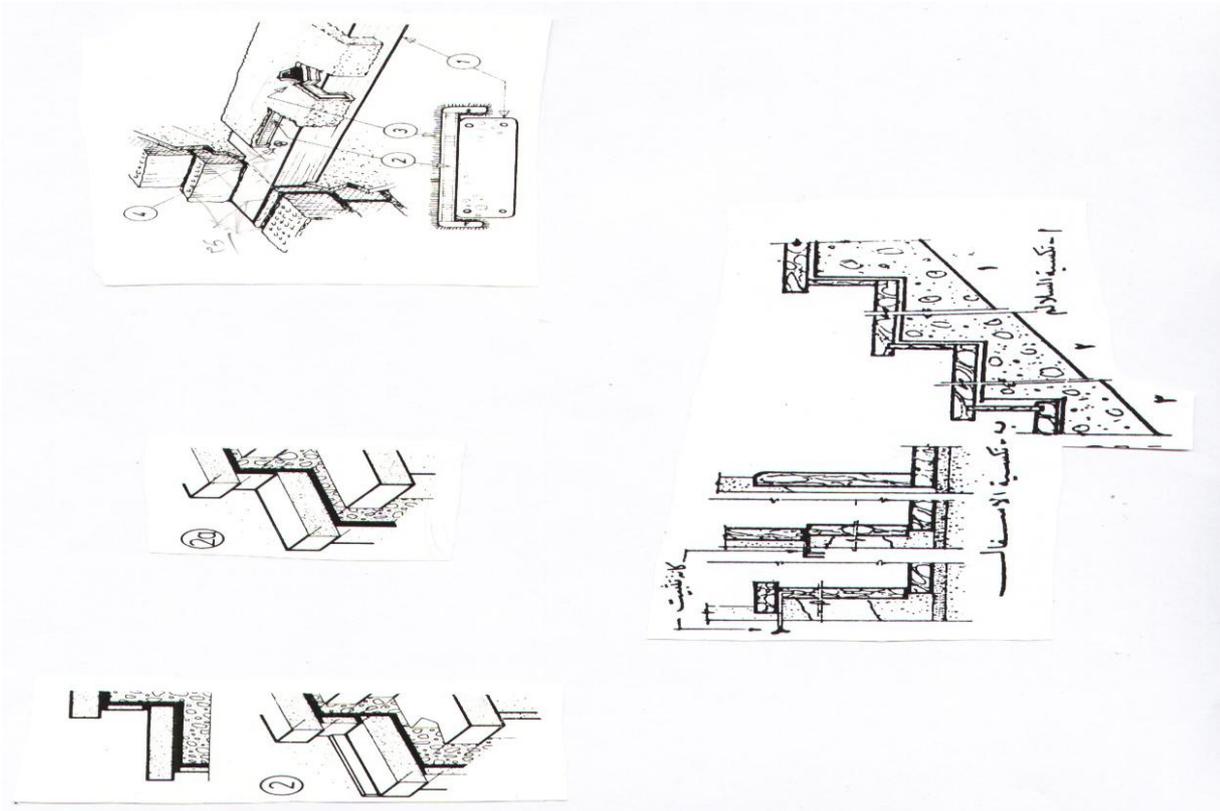


[[[?;



طريقة تركيب القوس الزجاجية



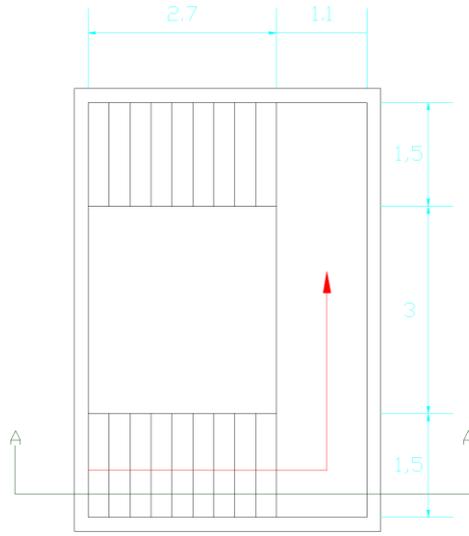


## الإضافات :

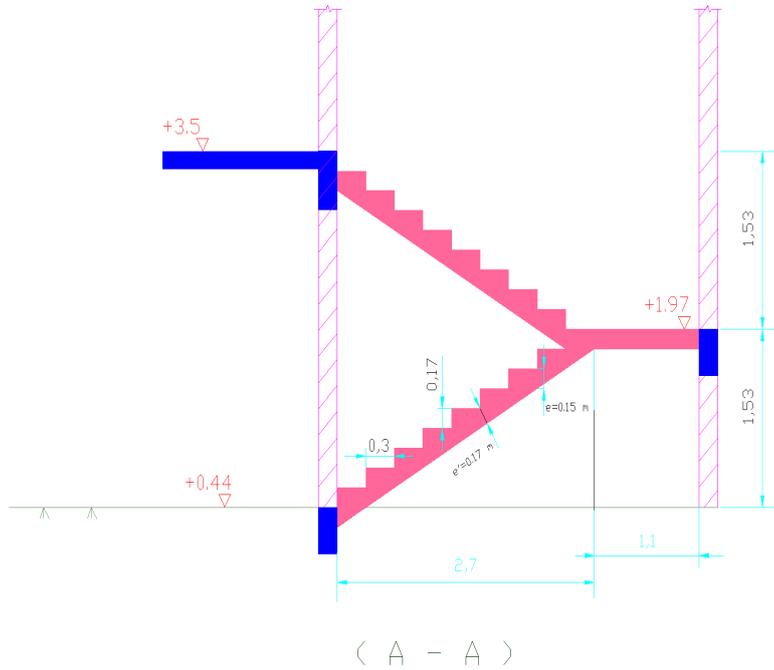
- تصميم السلالم:
- 1- السلم الرئيسي:
- حساب الأبعاد:

• حسب المواصفات الخاصة بالمباني الإدارية تؤخذ أبعاد الدرجة الواحدة للنائم

30 سم و للقائم 17 سم.



- بشكل عام يفضل أن تكون زوايا ميل الأدرج الخاصة بالاستعمالات الخارجية من  $20^{\circ}$  إلى  $30^{\circ}$ ، لتخفيف المساحات الأفقية المخصصة للدرج [5].  
شكل يوضح الأبعاد الأفقية للسلم.



شكل يوضح الارتفاعات للسلم.

$$\square \angle = \tan^{-1} \frac{1.53}{2.70} = 29.54^{\circ} \quad o.k$$

زاوية ميل الدرج

$$L = \sqrt{1.53^2 + 2.7^2} = 3.1m = 3100 \text{ mm}$$

يتم حساب سمك الشاحط  $(e)$  للسيطرة على الانحراف حسب المواصفات الأمريكية

من ACI Code table 9.5 a المعادلة :

$$e = \frac{L}{24}$$

$$e = \frac{3100}{24} = 129.2 \text{ mm} \approx 130 \text{ mm}$$

$$\text{use } e = 150 \text{ mm}$$

$$\bar{e} = \frac{e}{\cos t} = \frac{150}{\cos 29.54} = 170 \text{ mm}$$

**حساب الأحمال:**

أ :- حساب الأحمال على القلبة المتكررة:

$$e.\bar{L} = 0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن بلاطة السلم}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.3 \times 0.17 \times 25 = 0.64 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن الدرجات}$$

وزن الإنهاءات

$$0.44 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن طبقة البلاط}$$

$$0.4 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن المونة الأسمنتية}$$

$$0.4 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن طبقة البياض الأسمنتي}$$

$$0.37 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن إضافي}$$

$$\sum DL = 6 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sum L.L = 5 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$W_u = 1.4 \times 6 + 5 \times 1.7 = 16.9 \text{ kN} / \text{m}^2$$

ب :- حساب الأحمال على الاستراحة:

$$e.\bar{L}_c = 0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ وزن بلاطة الاستراحة}$$

وزن الإنهاءات :

وزن طبقة البلاط  $0.44 \text{ kN} / \text{m}^2$

وزن المونة الأسمنتية  $0.4 \text{ kN} / \text{m}^2$

وزن طبقة البياض الأسمنتي  $0.4 \text{ kN} / \text{m}^2$

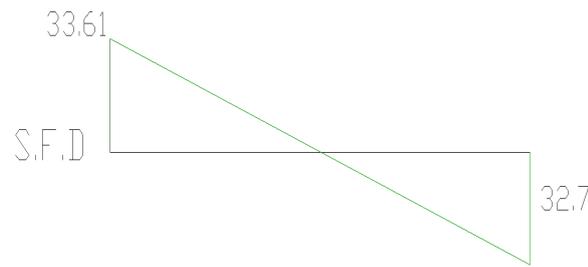
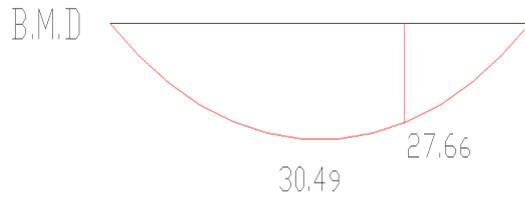
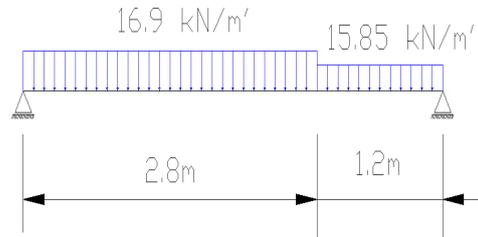
وزن إضافي  $0.26 \text{ kN} / \text{m}^2$

$$\sum DL = 5.25 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sum L.L = 5 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$W_u = 1.4 \times 5.25 + 5 \times 1.7 = 15.85 \text{ kN} / \text{m}^2$$

التحليل  
الإشغالي  
لبلاطة السلم:



الشكل يوضح التحليل الإنشائي للسلم.

### حساب حديد التسليح:

أولاً : الحديد الرئيسي المقاوم للعزم الموجب:

use  $\nabla$ 12 mm use Cover 20 mm

$$d = e - \frac{db}{2} - Cover$$

$$= 150 - \frac{12}{2} - 20 = 124 \text{ mm}$$

$$M_u = 30.49 \times 10^6 \text{ N / mm} , \quad d = 124 , \quad f_y = 400 , \quad f_c = 25 \text{ MPa}$$

$$k_u = \frac{M_u}{f_c \cdot b \cdot d^2} = \frac{30.49 \times 10^6}{0.9 \times 25 \times 1000 \times 124^2} = 0.088131575$$

$$w = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 k}}{1.18} = \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times 0.088}}{1.18} = 0.0933$$

$$\nabla = w \frac{f_c}{f_y} = 0.00583$$

$$\nabla_{\min} = w \frac{1.4}{f_y} = 0.0035$$

$$\nabla_{\max} = 0.75 \times 0.85 \times 0.85 \times \frac{25}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\nabla_{\max} = 0.02$$

$$\nabla_{\min} < \nabla < \nabla_{\max}$$

$$A_s = \nabla \cdot b \cdot d = 0.00583 \times 1000 \times 124 = 722.9 \text{ mm}^2$$

use 7  $\nabla$  12 mm / m<sup>\</sup>

$$S = \frac{(A_s) \text{ of one bar}}{\nabla \cdot d} \leq 3h_s$$

$$\leq 450$$

$$= \frac{113}{0.00583 \times 124} = 156.3 \approx 150 \text{ mm}$$

$$S \leq 3h_s = 3 \times 150 = 450 \text{ mm}$$

$$\nabla 450 \text{ mm}$$

use  $S = 150 \text{ mm}$

use  $\nabla 12 \text{ mm} @ 150 \text{ mm } c \setminus c$

ثانياً : حديد الحرارة والانكماش:

use  $\nabla 10 \text{ mm}$

$$\nabla_{\min} = \frac{0.0018 \times 400}{f_y} = \frac{0.0018 \times 400}{400} = 0.0018$$

$$d = 150 - 20 - 12 - \frac{10}{2} = 113 \text{ mm}$$

$$A_s = \nabla \times b \times d$$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 113 = 203.4 \text{ mm}^2$$

$$S = 386 \text{ mm} \leq 3hs = 450$$

$$\leq 450 \quad o.k$$

use  $\nabla 10 \text{ mm} @ 375 \text{ mm } c \setminus c$

ثالثاً : حديد التسليح للعزم السالب:

تسلح منطقة الاتصال بين قلبة السلم والاستراحة بكمية تسليح تساوي نصف الكمية المستعملة لمقاومة العزم الموجب وذلك لتلافي العزوم السالبة في حالة حدوثها :

$$A_s = \frac{723}{2} = 362 \text{ mm}^2$$

use  $4 \nabla 12 \text{ mm} / m^1$

رابعاً : تدقيق القص:

$$\nabla V_c = \nabla \frac{\sqrt{f_c}}{6} \times b_w \times d$$

$$= 0.85 \times \frac{\sqrt{25}}{6} \times 1000 \times 124 \times 10^{-3} = 87.83 \text{ kN}$$

$$V_u = 32.73 \text{ kN}$$

$$V_u < \nabla V_c \Rightarrow o.k$$

للا يحدث قص

تصميم عتبة استراحة السلم:

- تحديد إبعاد العتبة:

يجب أن يتوافق مع متطلبات الكود

$$h_{\min} = \frac{L}{16} = \frac{6000}{16} = 375 \text{ mm}$$

$$\text{use } h = 400 \text{ mm}$$

$$\frac{h}{3} < b < \frac{2h}{3} = (133.3 - 266.6) \quad \text{use } b = 200 \text{ mm}$$

- الأحمال المسلطة على الكمره [3]:

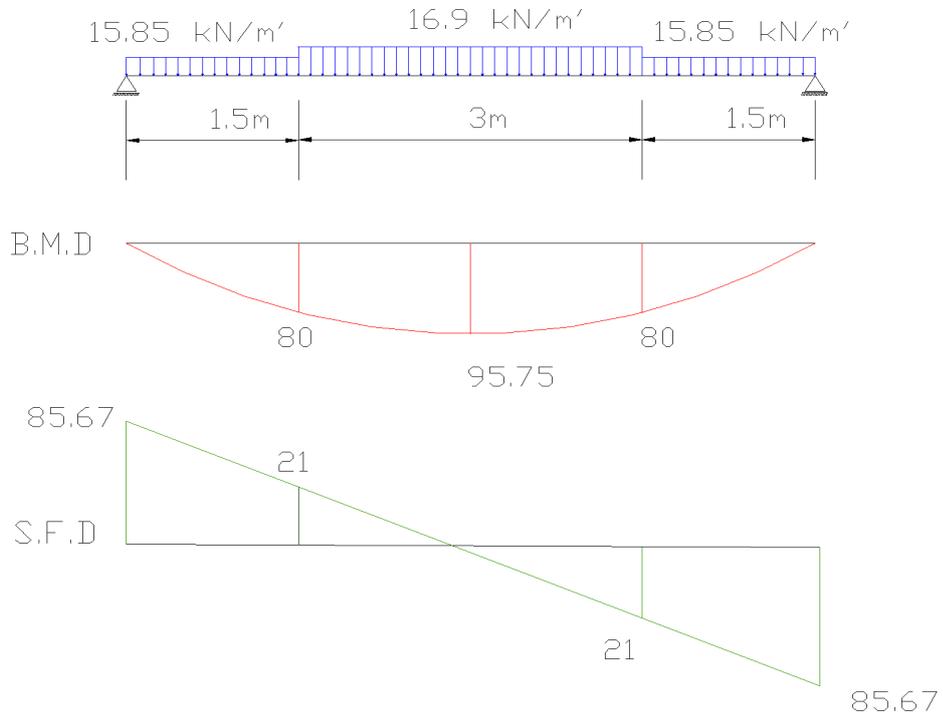
رد الفعل الناتج من القلبات المتكررة  $32.73 \text{ kN/m}$

الأحمال العائدة من استراحة السلم :  $0.15 \times 25 \times 1.2 = 4.5 \text{ kN/m}$

حمل الوزن الذاتي  $0.4 \times 0.2 \times 25 = 2 \text{ kN/m}$

حمولة الجدران  $7.5 \text{ kN/m}$

- التحليل الإنشائي :



شكل يوضح التحليل الإنشائي لعتبة السلم

- التصميم الإنشائي:

$$M = 95.75 \text{ kN.m} \quad d = 370 \text{ mm} \quad b = 200 \text{ mm}$$

$$f_c = 25 \text{ MPa} \quad f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$k_u = 0.155 \quad W = 0.173 \quad \bar{\rho} = 0.0108$$

$$\bar{\rho}_{\min} = 0.0035 \quad \bar{\rho}_{\max} = 0.02$$

$$\text{use } \bar{\rho} = 0.0108$$

$$A_s = 0.0108 \times 200 \times 370 = 800 \text{ mm}^2$$

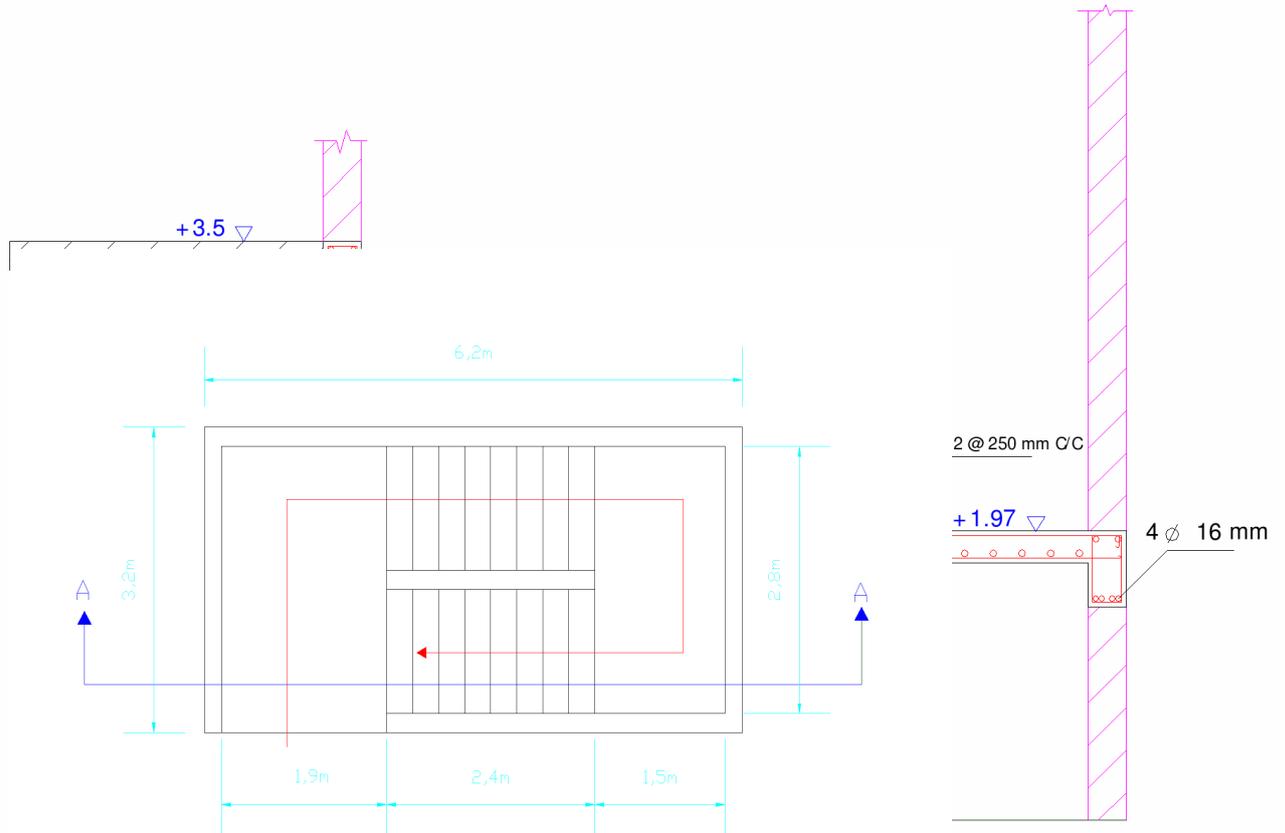
$$\square \text{ use } 4 \bar{\rho} 16 \text{ mm}$$

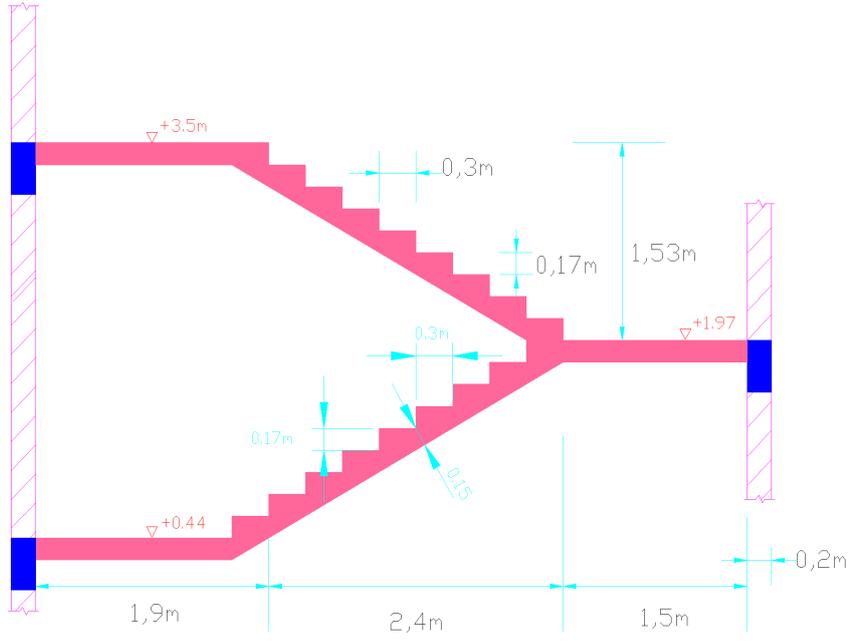
عتبة السلم

الشكل يوضح تفاصيل تسليح السلم الرئيسي.

2 - تصميم سلم الطوارئ:

تحديد الأبعاد:





الشكل يوضح أبعاد سلم الطوارئ.

#### تحديد الحمولات:

أ:- حساب الحمولات على القلبة المتكررة :

$$e.D = 0.17 \times 25 = 4.25 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن بلاطة السلم}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.3 \times 0.17 \times 25 = 0.64 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن الدرجات}$$

$$1.24 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن الإنهاءات}$$

$$0.07 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن إضافي}$$

$$\sum DL = 6.2 \text{ kN / m}^2$$

$$\sum L.L = 5 \text{ kN / m}^2$$

$$W_u = 1.4 \times 6.2 + 5 \times 1.7 = 17.18 \text{ kN / m}^2$$

ب:- حساب الأحمال على استراحة السلم :

$$= 0.17 \times 25 = 4.25 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن بلاطة الاستراحة}$$

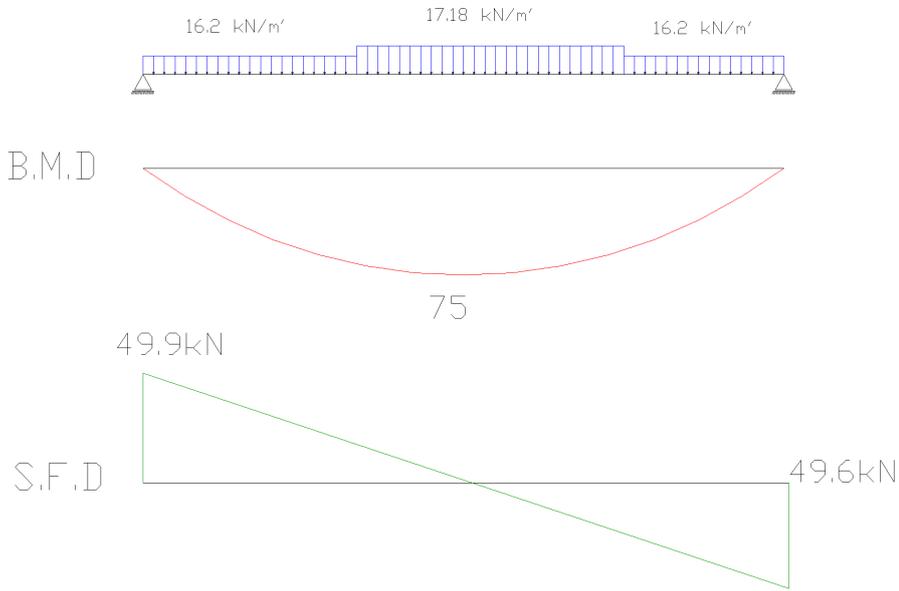
$$1.24 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن الإنهاءات}$$

$$0.01 \text{ kN / m}^2 \text{ وزن إضافي}$$

$$\sum DL = 5.50 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum L.L = 5 \text{ kN/m}^2$$

N/m<sup>2</sup>



التحليل  
الإد  
شأ  
ي:

الشكل يوضح التحليل الإنشائي لبلاطة سلم الطوارئ  
حساب حديد التسليح:

أولاً :- التصميم للعزم الموجب:

use  $\bar{\sigma} = 16 \text{ mm}$  use Cover 20 mm

$$d = e - \frac{db}{2} - \text{Cover}$$

$$= 170 - \frac{16}{2} - 20 = 142 \text{ mm}$$

$$f_c = 25 \text{ MPa} \quad , \quad f_y = 400 \text{ MPa} \quad M_{+ve} = 74.3$$

$$k_u = 0.165 \quad w = 0.1856$$

$$\bar{\sigma} = 0.011$$

$$\bar{\sigma}_{\min} = 0.035$$

$$\bar{\sigma}_{\max} = 0.02$$

$$\bar{\sigma}_{\min} < \bar{\sigma} < \bar{\sigma}_{\max}$$

$$A_s = 1322 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

use 7∟16mm / m<sup>1</sup>

ثانياً :- تصميم الحديد المقاوم للعزم السالب:

بأخذ نصف قيمة مساحة الحديد للعزم الموجب.

$$A_s = \frac{1322}{2} = 661 \text{ mm}^2$$

use 4∟16mm / m<sup>1</sup>

ثالثاً :- حديد الحرارة والانكماش:

use ∟10mm

$$\Delta = \frac{0.018 \times 400}{f_y} = 0.018$$

$$d = 170 - 20 - 16 - \frac{10}{2} = 129 \text{ mm}$$

$$A_s = 0.0018 \times 1000 \times 129 = 232.2 \text{ mm}^2$$

use 3∟10mm \ m<sup>1</sup>

رابعاً :- تدقيق القص:

$$\Delta V_c = 0.85 \times \frac{\sqrt{25}}{6} \times 1000 \times 142 \times 10^{-3} = 100.6 \text{ kN}$$

$$V_u = 50 \text{ kN}$$

$$V_u < \Delta V_c \text{ o.k}$$

تصميم عتبة

استراحة السلم:

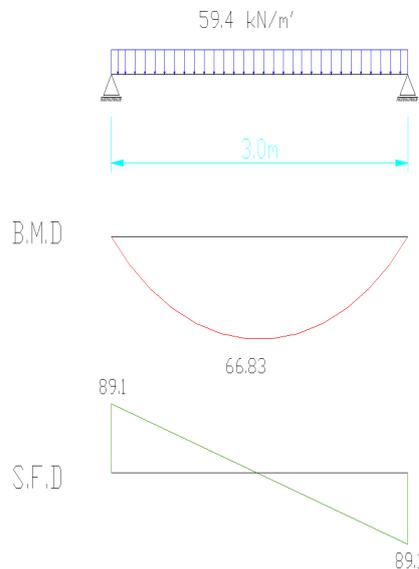
- تحديد الأبعاد :

$$\frac{L}{6} = \frac{6000}{16} = 375 \text{ mm}$$

$$\text{use } h = 400 \text{ mm}$$

$$3.3 \text{ mm} - 266.6 \text{ mm}$$

$$\text{use } b = 200 \text{ mm}$$



- تحديد الأحمال المسلطة [3]:

رد الفعل الناتج على القلبات المتكررة والاستراحة  $49.9 \text{ kN/m}$

الوزن الذاتي  $0.2 \times 0.4 \times 25 = 2 \text{ kN/m}$

وزن الجدران  $7.5 \text{ kN/m}$

- التحليل الإنشائي:

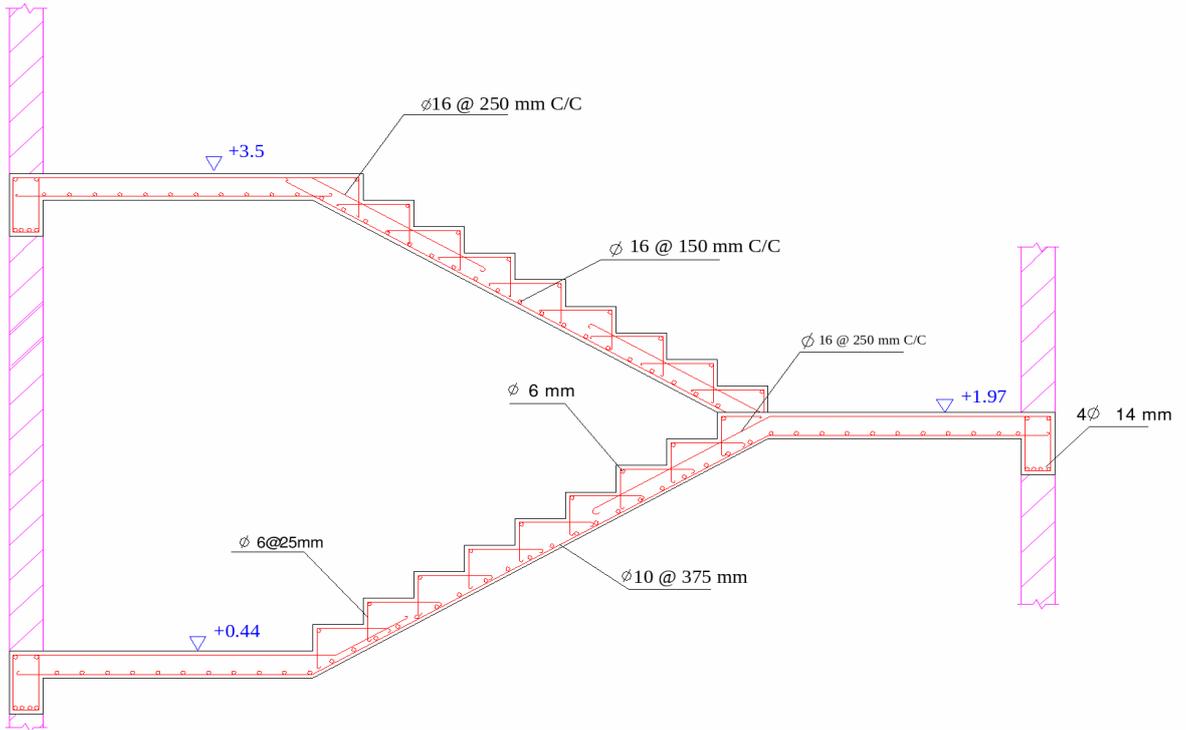
الشكل يوضح التحليل الإنشائي للكمرات سلم الطوارئ

- التصميم الإنشائي:

$$d = 400 - 20 = 370 \text{ mm} \quad M_{+ve} = 66.83 \text{ kN/m}$$

$$k_u = 0.1087 \quad w = 0.1168$$

$$\Delta = 0.0073 \quad \Delta_{\min} = 0.0035 \quad \Delta_{\max} = 0.02$$



$$\Delta_{\min} < \Delta < \Delta_{\max} \quad o.k$$

$$A_s = 540.23$$

use 4  $\Delta$ 14mm

الشكل يوضح تفاصيل التسليح لسلم الطوارئ