

الباب الثالث

أساس السكة

ولو أن السكة نفسها هي أهم شيء في الخط إلا أننا لا يمكننا أن نضعها جزافاً على الأرض دون أن تمهد تلك الأرض التمهيد الصحيح الذي يساعد على أن تأخذ السكة منسوبها التصميمي .

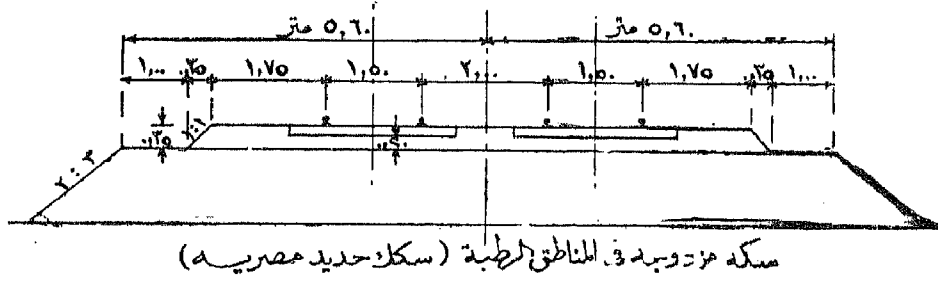
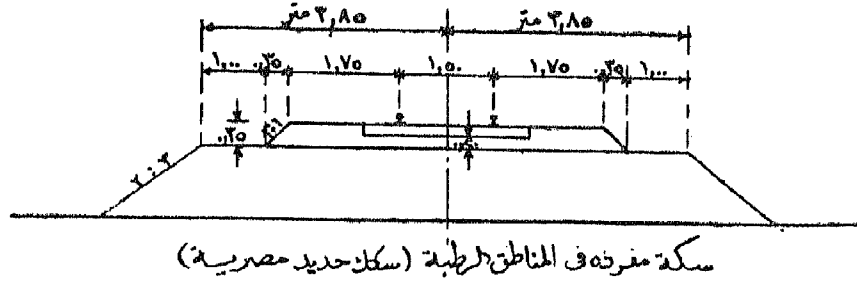
ويسمى الطريق الممهّد تحت السكة « أساس السكة » Formation ويسمى سطحه العلوى الذى يستقبل طبقة الزلط « منسوب أساس السكة » Formation level ويشترط في هذا السطح أن يكون مستمراً وأن تكون مناسيبه مطابقة للخط التصميمي حتى يكون سير القطارات على السكة المقامة عليه سلساً . وإذا تحدد لدينا موضع الخط ومناسيبه فإنه إذا اعترض الخط التصميمي هبوط لزم تمهيده بالردم وذلك بإقامة جسر لرفع منسوب الأرض إلى الارتفاع المناسب وإذا اعترضه ارتفاع لزم إزالته بحفره لخفض منسوب المرتفع إلى المستوى المطلوب وبهاتين العمليتين الحفر والردم يتمهد الطريق . وإذن فأساس السكة يتكون في غالبيته من جسور وقطوع تتصل ببعضها في بعض الأحيان بأرض طبيعية مستوية . على أن الخط قد يعترضه مجرى مائى مما يحتاج إلى إقامة كوبرى لنقل السكة من جانب إلى الآخر ويعتبر الكوبرى في هذا الجزء أساساً للسكة . أو قد يعترض الخط مرتفع قد بلغ من العلو قدراً جعل من الأوفى أن ينقل الخط خلال المرتفع بواسطة نفق ويعتبر النفق في هذا الجزء أساساً للسكة . وإذن فأساس السكة إما أن يكون جسراً أو قطعاً أو أرضاً مستوية أو كوبرياً أو نفقاً .

الجسور

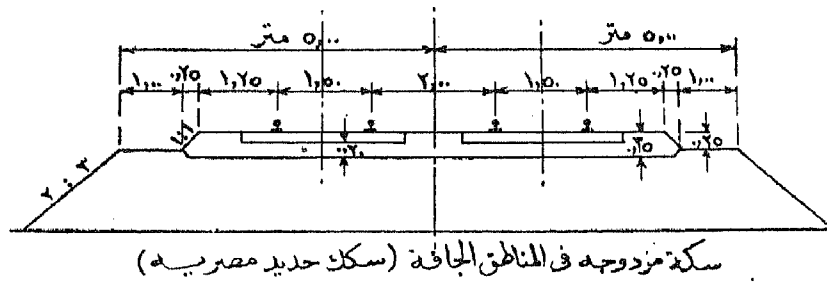
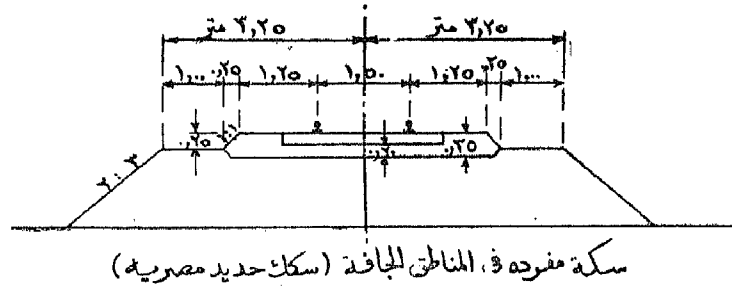
الجسر هو ذلك التكوين الذى يردم به موضع لرفع مستواه إلى مستوى منسوب أساس السكة وتستمد مادته في العادة من مادة الحفر السابقة في البلاد ذات الارتفاعات ومن الأرض المجاورة على جانبي السكة في البلاد المسطحة .

أرانيك الجسور في السكك الحديدية المصرية :

ونذكر فيما يلي قطاعات السكة وأساسها المفردة والمزدوجة كما هي مستعملة في السكك الحديدية المصرية شكلي (٢٧) و (٢٨) وفيها يختلف القطاع بعض الشيء في المناطق الجافة عنه في المناطق الرطبة . ويلاحظ في قطاعي المناطق الجافة أى مناطق أعلى مصر أن الزلط قد قل من الطرفين وذلك للاقتصاد إذ لا يوجد الزلط بوفرة هناك . ويساعد على هذا الاقتصاد أن الأمطار نادرة .



شكل نمرة (٢٧)



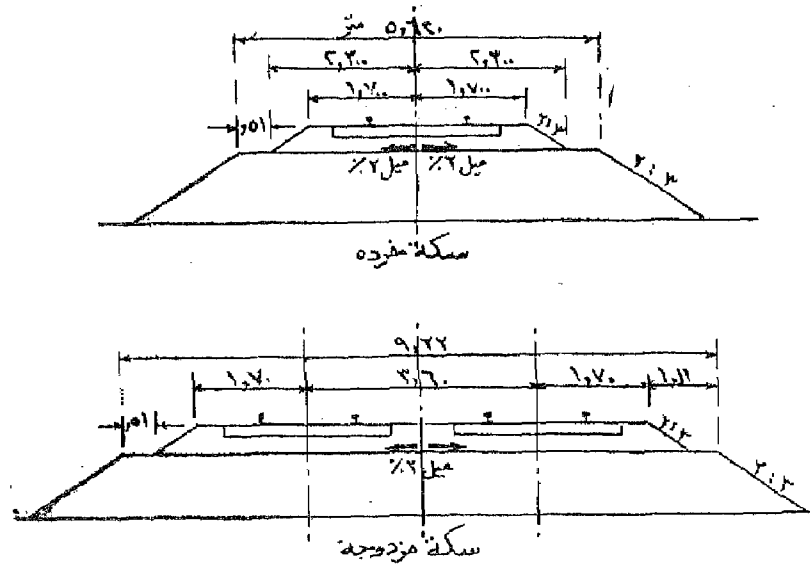
شكل نمرة (٢٨)

وإذا قارنا بين قطاعات السكك الحديدية المصرية والقطاعات الأخرى التي سنذكرها فيما بعد لوجدنا أن قطاعات السكك الحديدية المصرية قد أعدت بمسطح عرضه متر وهو ضعف ما هو مستعمل في السويس وذلك راجع إلى أن مصر بلاد جافة لا يقوم على ميول جسورها زرع كما هو الحال في البلاد الأوروبية حيث تساعد الرطوبة على إنعائه مما يوفر للميول تماسكها فلا يتأثر بعد ذلك من العوامل الجوية المختلفة كالطر والزوايح . أما في مصر وخصوصاً في الوجه القبلي حيث أساس الشبكة في العادة من الرمال وحيث الرياح تهب كثيراً فإن هذه الرياح تؤثر في ميول الجسور وتزيلها شيئاً فشيئاً .

والمسطاح فائدتان أولاهما حفظ الزلط من الانهيار إلى أسفل الميل وثانيهما أنه يستعمل كطريق يلجأ إليه عمال الدريسة أثناء مرور القطارات وذلك منعاً من نزولهم من الجسر وصعودهم عليه في كل مرة يمر فيها قطار إذ أن ذلك يهدم ميوله الجانبية .
ويلاحظ أنه قد أغفل في السكك الحديدية المصرية عمل أرانيك للقطوع وذلك راجع إلى انعدام القطوع تقريباً في بلادنا المصرية .

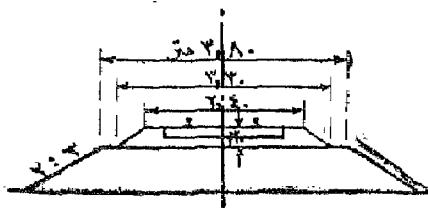
أرانيك الجسور في سويسرا :

نذكر فيما يلي قطاعات الجسور المستعملة في سكك حديد سويسرة فيوضح الشكل نمرة (٢٩) تفاصيل



شكل نمرة (٢٩)

أرانيك جسور في سكك حديد سويسرة (اتساع عادي)



شكل نمرة (٣٠)

أرانيك جسور في سكك حديد سويسرة
(اتساع متر)

قطاعين لسكة مفردة وأخرى مزدوجة وقد أعد السطح العلوي للأساس فيهما بميل للخارج مقداره ٢٪ لمساعد على تصريف مياه الأمطار . ويفطى مفسوب الأساس في بعض الأحيان بالحجارة لهذا الغرض .

ويوضح الشكل نمرة (٣٠) تفاصيل قطاع جسر لسكة اتساعها متر .

القطوع

يختلف الميل الجانبي في القاطع كثيراً وذلك تبعاً لمادة الأرض فان كانت صخرية أمكن للميل أن

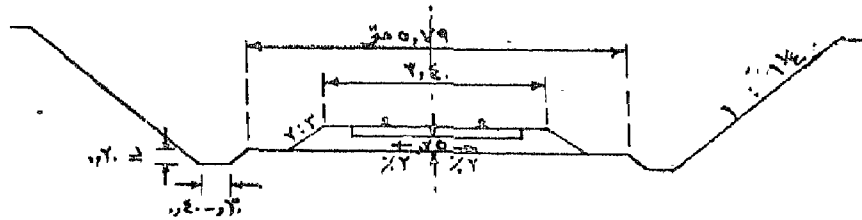
يظل رأسياً تقريباً وإن كانت ترابية أو رملية فإن ميله يقل . ويقل الميل الجانبي المادة الواحدة في الردم عنه في الحفر وذلك لأن مادة الردم تكون مفككة .

ونعطي فيما يلي الميول الجانبية لبعض الترب في القطوع :

مواد مفككة جافة	١ : ١ ١/٢
حجر هش في بلاد جافة	١ : ١
حجر جيري عادى	٣ : ٢
حجر صلب تميل طبقاته للخارج	٥ : ١
حجر جرانيتى أو ما يشبهه	رأسى

ويجدر بالمهندس أن يقوم بعمل التجارب لاستنباط الميول التى تتخذها الترب المختلفة التى يصادفها في مشروعه إذا أن أقل اختلاف في الميل قد يتسبب عنه انهيار إذا زاد الميل عن الأصول أو قد يتسبب عنه زيادة في التكاليف لا مبرر لها إذا قل عن الأصول أيضاً .

ويرامى في القطوع أن تجهز بمجار من الجانبين تحت منسوب أساس السكة بمقاس ٣٠ - ٤٠ سم عرضاً وبارتفاع لا يقل عن عشرين سنتيمتراً وذلك لتصريف مياه الأمطار وفيما يلي شكل نمرة (٣١) قطاع لقطع محفور في تربة عادية .



شكل نمرة (٣١)

أرنيك قطع في سكة حديد سويسره في تربة عادية

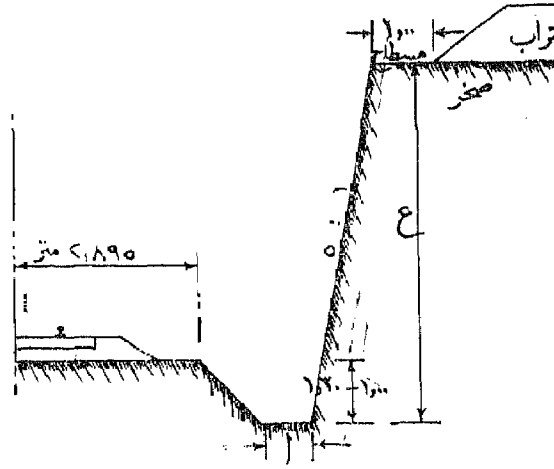
ويستحسن أن يكون سمك الزلط في القطوع أكثر منه في الجسور إذا أساس السكة أكثر حنواً في حالة الجسور . ويزاد سمك الزلط تحت الفانسكة إذا كان الأساس صخرياً فلا يقل عن ٢٥ سنتيمتراً .

وإذا كانت الأرض صخرية والقطع عميقاً زيد اتساع مجارى التصريف وليس ذلك من أجل سهولة التصريف ولكن من أجل سلامة الخط من احتمال انهيار أجزاء من الميل عليه . وفيما يلي قطاع لسكة في قطع تربته صخرية شكل نمرة (٣٢) .

ويعمل مجرى التصريف بارتفاع يتراوح بين متر ١.٣٠ متر وبعرض من أسفل "١" مساوياً

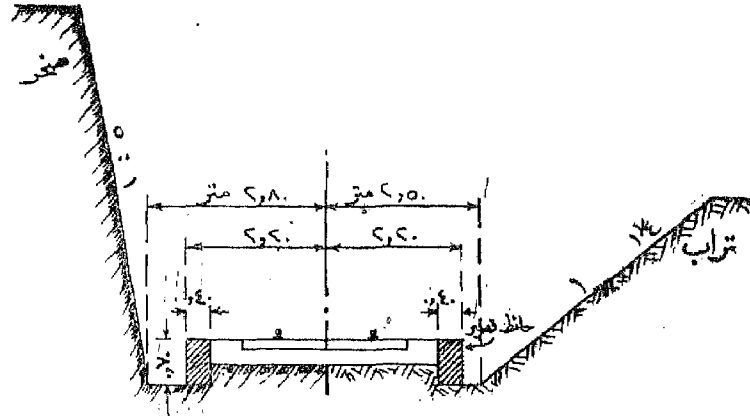
ع/١٠ إلى ع/١٢ حيث "ع" عمق المجرى تحت السطح .

وإذا علت الأرض الصخرية طبقة من التراب فيحسن عمل مسطح بعرض متر في هذه الطبقة لمنع احتمال انهيار التراب داخل القطع .



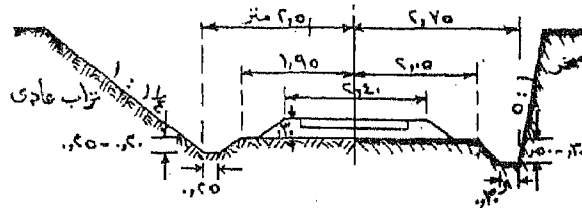
شكل نمرة (٣٣)

أرنيك قطع في سكة حديد سويسره في تربة صخرية
ويراعى في حالة مرور الخط خلال طبقات مائلة عليه ميلا عرضياً أن يعمل مجرى التصريف في الناحية
التي تميل فيها الطبقات في اتجاهه بمقاس أكبر يسمح بأن يقبل ماقد يتساقط من أجزاء هذه الطبقات .
ويستعمل في بعض الأحيان ومن أجل الاقتصاد القطاع المبين في الشكل نمرة (٣٣) وذلك في حالة
القطوع العميقة .



شكل نمرة (٣٣)

وفما يلي أرنيك قطع لسكة اتساعها متر انظر شكل نمرة (٣٤) :



شكل نمرة (٣٤)

أرنيك قطع في سكة حديد سويسره (اتساع متر)

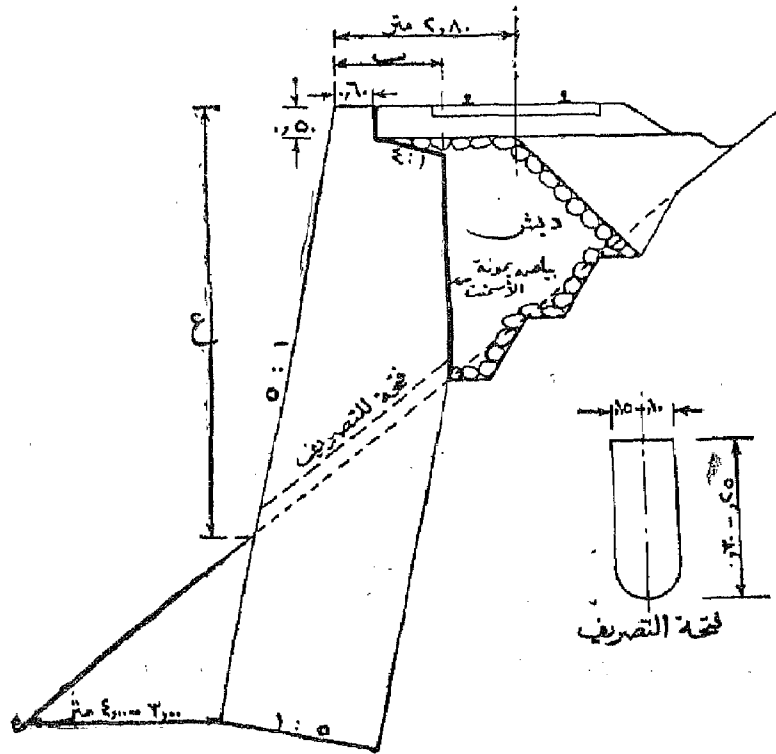
الحيطان الجانبية

وقد يقتضى الحال فى البلاد الجبلية أن يدعم الخط بحيطان جانبية وذلك من أجل تأمين سلامته إذ الجسور والقطوع العادية لا تكون كافية وحدها .
والحيطان الجانبية على ثلاثة أنواع :

- | | |
|------------------|-----------------|
| Sustaining walls | (١) حيطان حاملة |
| Retaining walls | (٢) حيطان سائدة |
| Protecting walls | (٣) حيطان واقية |

الحيطان الحاملة :

تبنى هذه الحيطان لحمل السكة نفسها إذا مرت على المسيل الجانبى لارتفاعه . وعلى ذلك فهي تقع تحت منسوب أساس السكة . وفيما يلى رسماً نموذجياً شكل نمرة (٣٥) لمثل هذه الحيطان وقد بينت به مقاساتها



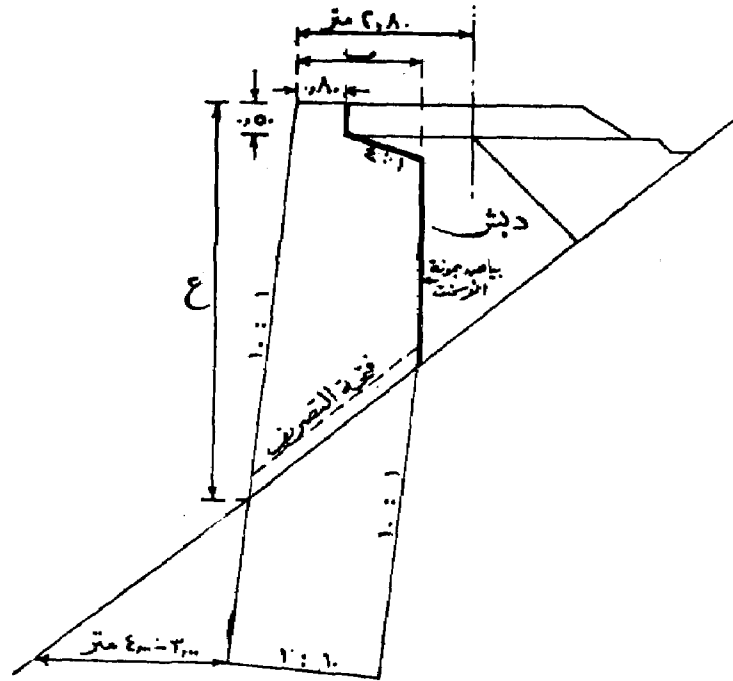
شكل نمرة (٣٥)

الرئيسية . ويتضح من الشكل أن المقاس العلوى للحائط "ب" هو الذى يعين سمك الحائط من أسفل وذلك بمعلومية مقدار ميل الحائط .

والقطاع المبين صالح الاستعمال للحيطان التى لا يزيد ارتفاعها "ع" عن عشرة أمتار .

وتؤخذ $B = 0.45 + 0.17$ ع متراً بحيث لا تقل عن ٦٠ سنتيمتراً .
 وإذا كانت زاوية ميل المرتفع كبيرة فيحسن أن يدرج سطح المرتفع تحت منسوب السكة أى
 خلف الحائط كما هو ظاهر في الشكل . وإذا كانت تربة الأرض رديئة فيحسن ملء ذلك الجزء بالدبش
 حتى يخف الضغط عن الحائط . ويبطن السطح الخلفي للحائط في العادة بمونة الأسمنت .
 ولا يجب أن يقل ميل الحائط عن ١ : ٥ . وإلا زاد عرض الخط . كما لا يجب أن تغفل مراجعة صحة
 الأبعاد المستنتجة بالرسم وذلك للثبوت من متانة الحائط واحتماله للحركة التي تمر فوقه .
 وإذا كانت الأرض المبنى عليها الحائط صخريه فيكتفى بإزالة الحائط فيها قليلاً . أما إذا كانت أرضاً
 عادية فيتحتم إزاله الحائط إلى الأرض الجيدة على أن لا يقل البعد بين مقدمة الحائط وسطح الميل عن
 ثلاثة أمتار أو أربعة .

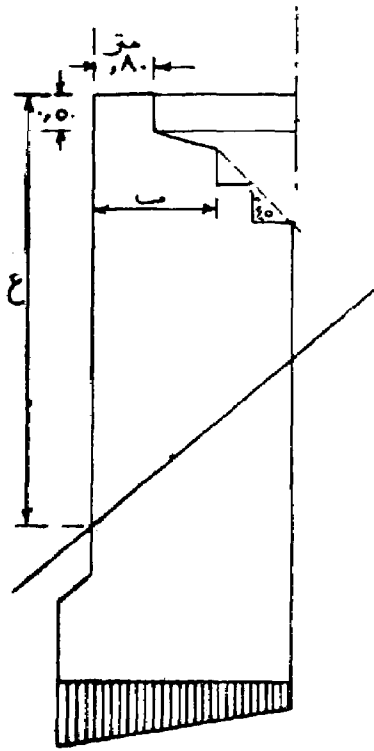
وإذا اضطر الحال إلى تقليل عرض حرم السكة عمل الميل الأمامي بمقدار ١ : ١٠ وهذا الميل يزيد
 بطبيعة الحال من وزن الحائط .
 وفيما يلي قطاع لثل هذه الحيطان شكل نمرة (٣٦) .



شكل نمرة (٣٦)

ويؤخذ البعد B في هذه الحالة $= 0.45 + 0.25$ ع متراً على أن لا يقل عن ٨٠ سنتيمتراً .
 وقد يضطر الحال في بعض جهات الخط أن تعمل الحيطان الحاملة رأسية غير أنه يحسن عند التنفيذ
 إعطاء الحائط الرأسي ميلاً خفيفاً للوراء إذ أنه يعتدل في النهاية ويقرب من الرأسى^(١) . فالشاهد في

(١) تقع المحصلة في الحيطان الرأسية في الغالب قرب النهاية الأمامية للثالث الأوسط وأحياناً خارجها مما يسبب
 جهوداً عالية على الأرض تحت مقدمة الحائط وأخرى صغيرة في مؤخرته ينتج عنهما احتمال ميل الحائط عن الرأسى في المستقبل .



شكل نمرة (٣٧)

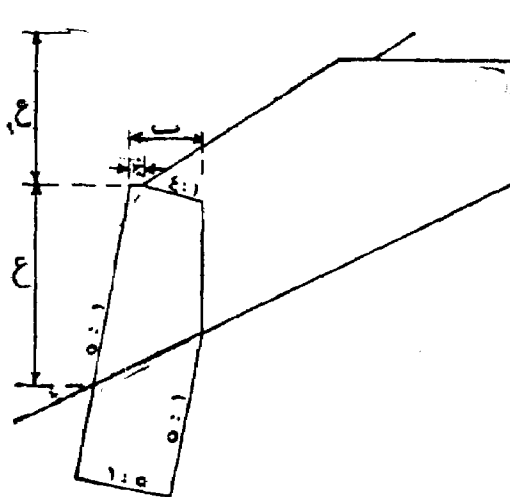
الحيطان الرأسية أنها لا تنق رأسية بعد مرور الحركة فوقها ولذا فإنه يفضل عدم استعمالها إن أمكن وهذا فضلاً عن زيادة تكاليفها بالنسبة لكبر قطاعها

وتؤخذ ب في هذه الحالة $= ٠.٥٠ + ٠.٢٠$ ع متراً ولا يجب أن تقل عن ٨٠ سنتمتراً انظر شكل نمرة (٣٧).

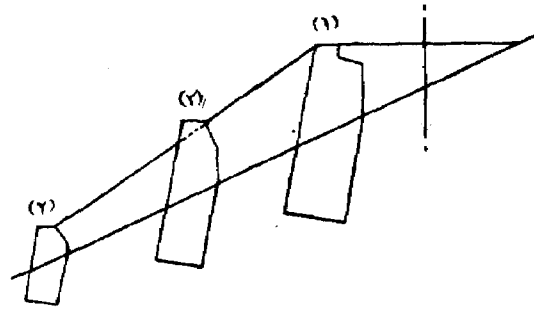
سورف الحائط الحامل :

إذا ما تمعين لدينا محور الطريق أمكن تصميم عدة حيطان حاملة يفي كل منها بالغرض كما هو مبين في الشكل نمرة (٣٨). وبحساب ما تتكلفه كل حالة تتبين الحالة الأقل كلفة . وقد أتينا على تفاصيل الحالة (١) في الصفحات السابقة أما الحالة (٢) حيث الحائط الحامل أوطى من منسوب أساس السكة فيستعمل فيها القطاع المبين في شكل نمرة (٣٩) وفيه يكون البعد

$ب = ٠.٤٥ + ٠.١٧ ع + ٠.٥$ ع متراً حيث ع ارتفاع الجسر ، ع ارتفاع الحائط بشرط أن لا يزيد عن عشرة أمتار .



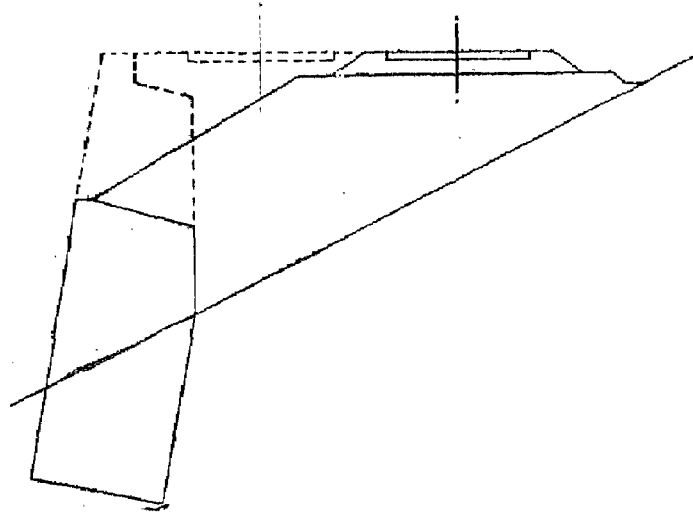
شكل نمرة (٣٩)



شكل نمرة (٣٨)

ويعمل سطح الحائط بعرض لا يقل عن ٢٠ سنتمتراً ليقوم مقام مسطح يفي ميل الجسر فوقه . ويحسن الالتجاء إلى مثل هذا النوع من الحيطان في الحالات التي يترأى فيها احتمال ازدواج الخط

فما بعد فيخطط الحائط في الموضع الذي يسمح بازدواج الخط في المستقبل ويصمم على اعتبار الخط المزدوج ثم يبنى للارتفاع الذي يتطلبه الخط المفرد فقط انظر شكل نمرة (٤٠) ولما يحين وقت ازدواج

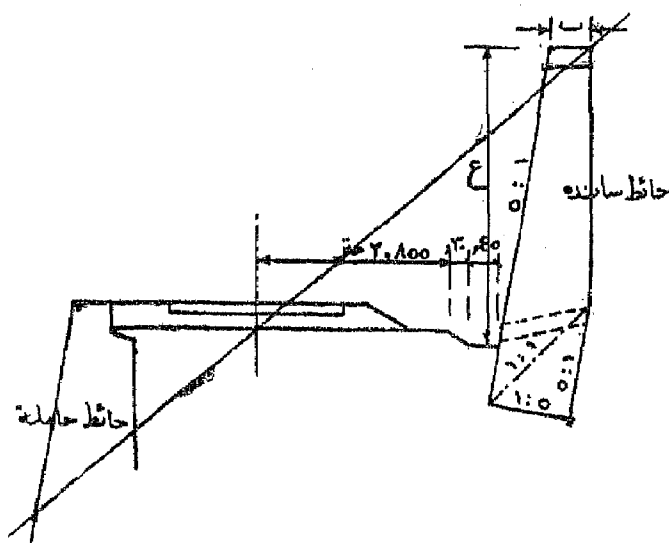


شكل نمرة (٤٠)

الخط يستكمل بناء الحائط ويردم خلفه لتركيب السكة الأخرى . وواضح أن هذا الحل يوفر ثمن بناء الحائط القديم إذا أنشئ على اعتبار السكة المفردة وكذلك تكاليف هدمه .
ويلجأ إلى هذا الحل في الحالات التي يزيد فيها ارتفاع الحائط بدون جسر عن عشرة أمتار .

الهيكل الساندة :

هي حيطان المقصود بهما سند الميول الجانبية للمرتفع حتى لا تنهار على الخط ونوردها في الشكل

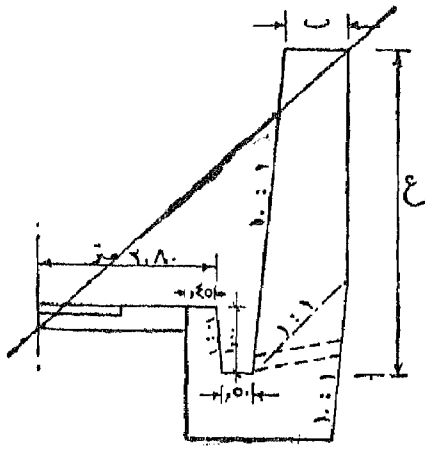


شكل نمرة (٤١)

نمرة (٤١) بقصد التمييز بينها وبين الحيطان الحاملة . فبينما الحيطان الحاملة تقع تحت منسوب أساس السكة إذا بالحيطان الساندة تقع أعلاه .

والشكل يبين قطاع الحائط الساند وأبعاده وفيه يعمل البعد $\frac{1}{8} ع$ متراً على أن لا يقل عن ٦٠ سنتيمتراً .
وتترك في الحائط فتحات تبعد عن بعضها بمسافات متناسبة وذلك لتصريف المياه التي قد تتجمع وراء الحائط .

ويجب أن يبنى الحائط الساند ملاصقاً تماماً للأرض خلفه . ولا يجب أن تملأ الفراغات خلفه بالحجارة وإلا كانت موضعاً لتجمع المياه فتزداد الضغوط على الحائط مما قد يتسبب عنه عدم استقراره ثم انهياره .



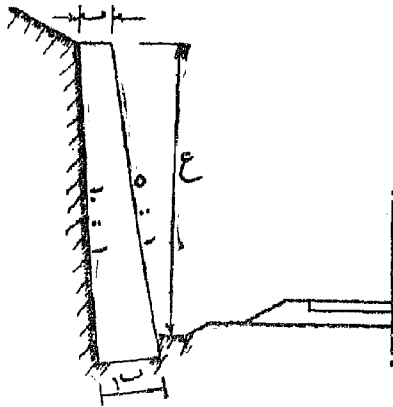
شكل نمرة (٤٢)

ويحسن مليء الفراغات خلف الحائط بالحجارة والمونة للوثوق من ملئها . وفي البلاد المسطرة حيث يخشى من اندفاع المياه أمام الحائط مما قد يتسبب عنه تسربها تحته يلجأ إلى حماية هذا الجزء بمد الحائط على شكل قدمة يشكل فيها مجرى للتصريف كما هو مبين في الشكل نمرة (٤٢) . وفي هذه الحالة يعمل ميل الحائط بمقدار ١ : ١٠

والبعد العلوي $ب = \frac{١}{١٠} ع$ متراً على أن لا يقل عن ٦٠ سنتيمتراً .

الحيطان الواقية :

هي حيطان تبني على السطح الظاهر من الصخر المحفور لحمايته وذلك خوفاً من انهياره نتيجة التقلبات الجوية لدريء ما قد يطروء من خطر على سلامة الخط . فالصخر المحفور الذي يقف بطبيعته لميل ١ : ٥ أو ١ : ١٠ قد يتأثر سطحه بالمطر والهواء والحر والبرد فيتفتت ويسقط على الخط ويحسن في هذه الحالة حمايته ببناء حائط أمامه يقيه هذه التقلبات الجوية .



شكل نمرة (٤٣)

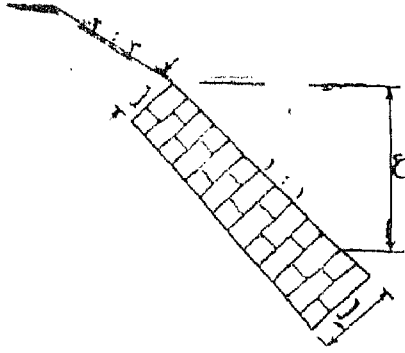
وهذه الحوائط بطبيعة الغرض منها حوائط ثانوية تحمل نفسها فقط وليست وراءها ضغوط ولذا فإن مقاساتها صغيرة وهي مبينة في الشكل نمرة (٤٣) . وفيها $ب = ٥٠$ سنتيمتراً .

$$ب = ١ + \frac{ع}{١٠} \text{ متراً}$$

وقد تدعو الحالة وبعد تجهيز موضع الحائط الحامية أن يترك بناؤها جانباً لظروف اقتصادية طارئة . ولا يصح ترك بناء هذه الحوائط إلا في البلاد الجافة حيث لا يخشى تفتت سطح الصخر بسرعة ويجب توضيح ذلك على التقاطع للتدليل على أن الحفر قد تم إذ لا يصح القيام بأي حفر بعد تشغيل الخط .

ويمكن بناء الحيطان الواقية بدون مونة وذلك إذا وثقنا من أن الحجارة مترابطة ومتداخلة في بعضها جيداً على أنه يفضل دائماً ملؤها بالمونة .

مماثلة الميول بالترهيش :



شكل نمرة (٤٤)

إذا كان الميل الجانبي للحفر من التراب واقتضى الحال حفظه لميل أكبر من ميله الطبيعي وجب تدبير ذلك الجزء من الميل كما هو موضح في الشكل نمرة (٤٤) . ولا يدبش الميل في العادة لأكثر من حوالي ١٢ متراً .

والمقاس العلوى للتدبير ب = متراً .

والمقاس الأسفل ب = $100 + \frac{ع}{١٠}$ متراً

النفق

ذكرنا في بدء هذا الباب أن الخط قد يعترضه في جزء من أجزائه مرتفع يكون الحفر فيه عظيماً يخشى منه على سلامته وتبلغ تكاليفه مبلغاً باهظاً . وعلاج هذه الحالة هو الالتجاء إلى عمل نفق مناسب ويتحدد موضع النفق من حساب تكاليف المتر الطولى من الحفر الذى يتساوى مع تكاليف المتر الطولى من النفق إذ بذلك يتعين الارتفاع وهو يختلف بطبيعة الحال باختلاف الترب فيبلغ حوالى عشرين متراً في المتوسط . على أن النفق تلزم أيضاً لاختراق سلسلة جبال عالية كما هو الحال في سويسره أو للمواصلات الجوفية تحت المدن الآهلة كما هو الحال في بعض العواصم الكبرى .

وقد تطورت النفق تطوراً مضطرباً خلال المائة عام المنصرمة وذلك تمشياً مع التقدم الذى أصاب السكك الحديدية . ومن الجدير بالذكر أن نقرر أن أغلب النفق القائمة قد تم إنشاؤها في غضون هذه المدة فسهلت بذلك كثير من المواصلات المعقدة .

وتشق النفق خلال الجزء الصخرى من القشرة الأرضية^(١) وهى الطبقة التى كانت يكتنفها الغموض ردها من الزمن والتى ساقى من الصعاب دروساً^(٢) قاسية كبحث من غلواء المهندس فجعلته يابجاً إلى الجيولوجى يستطلع آراءه ويعمل بإرشاداته فى التخطيطات الجوفية . وعلى ذلك فموضع النفق ليس بالأمس الذى يترك التقدير البدأى فيه للمهندس المدنى بل هو عمل جيولوجى أكثر منه هندسى يتوقف البت فيه على المباحث التى يقوم بها الجيولوجى والتى تنحصر فى قيامه :

(١) هناك نفق شقت خلال رواسب صناعية من الطين وأخرى بنيت بطائنها فى الرء ثم غطيت بالردم .

(٢) قابل خط نفق سمبلون بقاعاً متحللة من صخر الميكالسكى على بعد ٢ ٣/٤ ميلا من طرفه الإيطالى سببت ضغوطاً عالية جداً لم يجد معها التدعيم بأعمدة من كمرات الصلب مقاس ١٦ بوصة إذ انشئت هذه الأعمدة ولم ينقذ الموقف إلا بعد حقن الصخر المتحلل بالأسمنت المربع الشك فبلغت مصاريف ذلك قرابة ألف جنيه للباردة الطولية . وعلاوة على ذلك فإن القاع الصخرى للنفق قفز لأعلى فى بعض أجزائه ولم يتأثر الجزء الواقع تحت أقصى منقى بشيء فلم تلزمه إلا بطانة رقيقة .

- (١) بإعداد قطاعات جيولوجية صحيحة للمسالك المختلفة التي قد يتخذها النفق .
- (٢) بدراسة خواص الصخور في كل من هذه المسالك .
- فبهذه المعلومات يتعرف المهندس على نوع الصخر الذي سيشق فيه النفق ويدرك مقدار الحاجة إلى حقن الصخر المجاور بالأسمنت وإلى تبطين سطح الصخر إذا كان يتأثر من التيارات الهوائية أو من الأبخرة والغازات العادمة المتصاعدة من القاطرات ويتقدر نسبة الحفر الزائد ^(١) overbreak ويدرك مقدار الصعاب التي سيصادفها من المياه الجوفية .
- كل هذه المعلومات تساعد على الجزم بإمكان إنشاء النفق من الوجهتين العملية والاقتصادية بل والجزم بأنسب المسالك وسرعة إنجاز عملية الحفر في كل منها .
- وليس من الروية تغيير موضع النفق من أجل البحث عن مادة مناسبة وإذا تغير الوضع فلا يكون إلا من أجل الاقتصاد الملح وبشرط أن لا يؤثر التغيير في جوهر التخطيط . ويفضل دائماً قبول الوضع الخاص ولو كان صخرياً طالما كانت البحوث الجيولوجية تثبت سلامة الوضع وترشد إلى التصميم الصحيح وطريقة الإنشاء الناجمة .
- والحالة المثلى هي حالة النفق التي تشق خلال تربة واحدة سهلة الحفر لا تتأثر من تعرضها للهواء خالية من الشقوق الحادة للمياه . غير أن هذه الحالة نادرة الوجود وأقرب مثل لها طبقة لنسدين الطينية الشهيرة باسم London clay والتي تمر خلالها أكثر الخطوط الحديدية في شبكة المواصلات الجوفية تحت لندن .
- وتعتبر صخور الحقب الابتدائي Archean rocks وهي أقدم الصخور وأصلبها عسرة الحفر وعلى ذلك فشق النفق فيها يشكف كثيراً . أما صخور حقب الحياة القديمة Palaeozoic rocks وهي الأحدث منها تكويناً فإن عملية الحفر فيها سهلة نوعاً والتكاليف معقولة . وأما صخور الأحقاب الحديثة فهي تزيد من مصاعب الإنشاء ويتبع ذلك علو تكاليف النفق فيها وتضاعف الصعوبة كلما كان التكوين حديثاً وعلى ذلك فرواسب الرمال والزلط من أصعب المواد لشق النفق فيها .

أشكال النفق وبطانها :

- تلزم البطانة في النفق لحمل ضغطات المادة التي يشق فيها . كذلك تلزم لحماية سطح الصخر من شق التآثيرات .
- وتعمل البطانة من الطوب أو الحجر أو الخرسانة العادية بسمك يختلف من ٣٥ إلى ٥٠ سنتيمتراً في حالة النفق ذي السكة الواحدة ومن ٤٥ إلى ٧٥ سنتيمتراً في حالة النفق ذي السكتين ويختلف السمك تبعاً لمساحة الحفر فيبلغ أقصاه في حالة التربة اللينة وأدناه في حالة الصخر المتماسك . وفي النفق الحديثة تسعمل بطانات على هيئة أقواس دائرية من حديد الظهر أو من ألواح الصلب المكبوسة أو من الخرسانة المسلحة الجاهزة .

(١) الحفر الزائد هو كمية الصخر المتوقع تداعيه خارج قطاع النفق نتيجة عملية الحفر ويلزم تقديره لاعتباره عند حمل الملايسات .