الميول والسطوح الترابية

طرائق تمثيل المنشآت الهندسية المدنية :

تحضر الرسومات في الهندسة المدنية حسب إحدى الطريقتين :

١- طريقة مونج :

تمثل المنشآت على المستويين المتعامدين الأفقي والجبهي أو الجنبي ، وقد يضاف أحياناً إلى هذين المستويين المستوي الثالث لزيادة الوضوح . وتمثل على جميع المساقط الخطوط المرئية والغير مرئية ، كما تستخدم المقاطع المختلفة لتوضيح مختلف أجزاء المشروع وتقديم التفاصيل عنه .

٢- طريقة الإسقاط المرقم :

تمثل المنشأة بالمسقط الأفقي فقط مع إظهار المناسيب والأبعاد كافة والخطوط المرئية والغير مرئية وجميع التفاصيل ، حيث يسمى هذا المسقط الأفقي بالمسقط المرقم ، ومن هذا المسقط يمكن استنتاج بقية المساقط والمقاطع اللازمة .

تستخدم طريقة الإسقاط المرقم – بشكل عام – في تمثيل المنشآت الطرقية كالطرق والجسور والأنفاق ، كما تستخدم في منشآت الري والصرف كالأقنية المائية والعبارات ....الخ .

أنواع السطوح والميول الترابية المستوية :

سنعتبر تجاوزاً أن السطوح الترابية هي عبارة عن سطوح مستوية وسطوح منحنية ، حيث تشمل السطوح المستوية السطوح الأفقية والسطوح المائلة ، بينما تنحصر السطوح المنحنية في السطوح المخروطية التي سنتطرق إليها لاحقاً .

أ – السطوح الأفقية :

يظهر السطح الأفقي على المسقط المرقم بشكله الهندسي الحقيقي ، حيث يوضع على هذا المسقط الأبعاد ومنسوب هذا السطح الذي يؤخذ نسبة لمنسوب اعتباري (سطح البحر مثلاً) ، فالسطح الأفقي الذي مسقطه مستطيل أبعاده ٣ م × ٢ م يقع على المنسوب (١٠) ، والسطح الأفقي الذي مسقطه مستطيل أبعاده ٣ م × ٢,٥ م يقع على المنسوب (١٣) . (الشكل ١-١) .

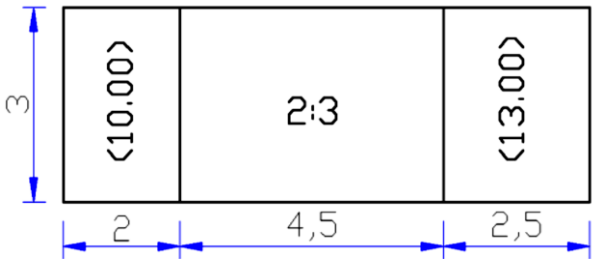
ب – السطوح المائلة :

يمكن تمييز السطح المائل عن السطح الأفقي في المسقط المرقم بكتابة الميل على هذا السطح إضافة إلى الأبعاد الأفقية ، فالسطح المائل الذي مسقطه مستطيل أبعاده ٤,٥ م × ٣ م ميله ٣:٢ (أي 2/3) ، وحافته السفلية تقع على المنسوب (١٠) والعلوية تقع على المنسوب (١٣) .

أما قيمة الميل في هذا السطح فهي تعبر عن النسبة التالية :

$$\text{الميل} = \frac{\text{المسافة الشاقولية بين الحافتين العلوية والسفلية}}{\text{المسافة الأفقية بين الحافتين العلوية والسفلية}}$$

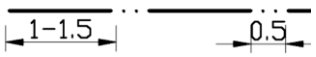
حيث يمكنك استنتاج أي قيمة من حدود هذه العلاقة بمعرفة قيمة الحدين الآخرين .



الشكل (١-١)

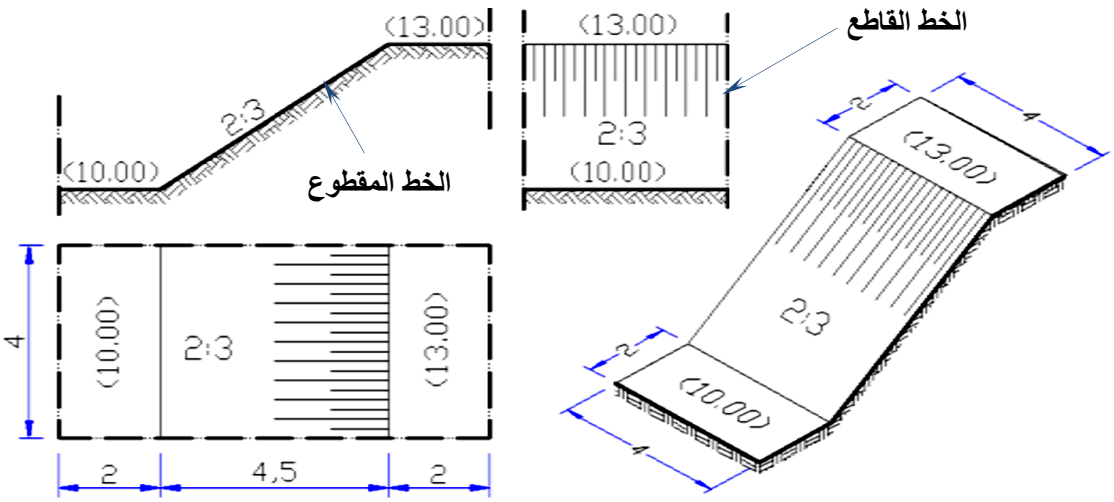
قواعد تمثيل السطوح الترابية :

- يحيط بالمسقط الأفقي الخط القاطع للدلالة على أن هذا المسقط جزء مقتطع من الأرض الطبيعية ، ويكون هذا الخط سميك بالمقارنة مع بقية الخطوط على المسقط (الشكل ١-٢) . ترسم هذه الخطوط بالقلم السميك (B) .



- يفصل بين السطوح المتجاورة خطوط إسقاط ذات سماكة عادية ، أي ترسم بالقلم (HB) .
- لتمييز السطح المائل عن بقية السطوح ترسم على هذا السطح خطوط تهشير المستويات المائلة التي تتميز بالخواص التالية :
  - ترسم خطوط التهشير من الحافة العلوية في السطح المائل وتتعامد معها بالحالة العامة .
  - خطوط التهشير هي خطوط متوازية التباعد بينها ثابت ٢ مم كحد أقصى و ١ مم حد أدنى .
  - خطوط التهشير متناوبة الطول : طول الخط الطويل هو نصف البعد بين الحافة السفلية والعلوية في السطح المائل ، أما طول الخط القصير فهو نصف الطويل .
  - ترسم خطوط التهشير بالقلم (2H) .
- على المقاطع أو المساقط الأخرى المستنتجة من المسقط المرقم :
  - يحد المقطع من الجانبين الخط القاطع ، للدلالة على استمرارية المقطع من الجانبين .
  - إذا كان مسقط السطح خط مستقيم (أي السطح يتعامد مع مستوي الإسقاط) ويفصل بين الفراغ فوقه والتربة المقطوعة تحته فإنه يرسم بالخط السميك الذي يسمى بالخط المقطوع ، وعندئذ يرسم تحت هذا الخط رمز التربة المقطوعة بالقلم (2H) :

  - يرسم تهشير السطوح المائلة في المقاطع على السطوح المرئية فقط .
  - يتم كتابة الميول والمناسيب فقط على المقاطع ، بينما الأبعاد لا تكتب إلا على المسقط المرقم .



الشكل (١-٢)

أنواع السطوح المستوية المائلة :

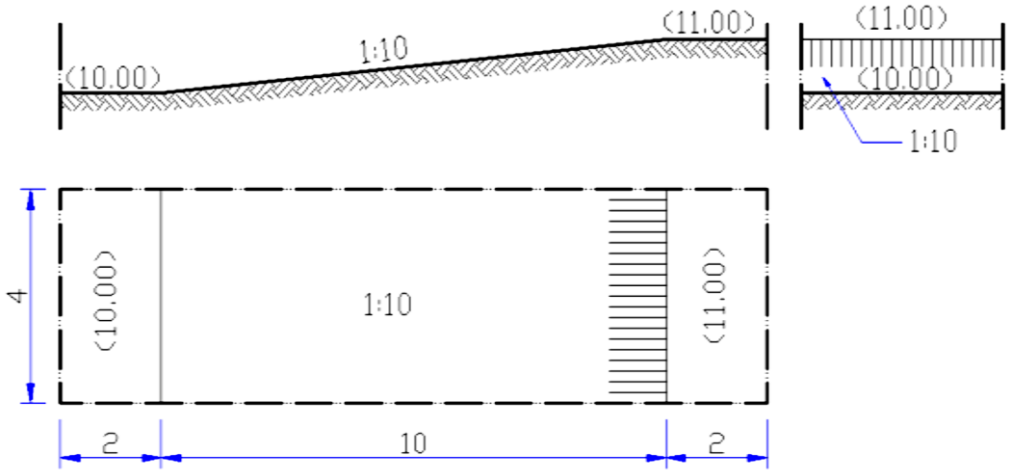
تقسم السطوح المستوية المائلة من حيث قيمة الميل إلى نوعين من السطوح :

- **سطوح ذات ميل كبير** :

وهي السطوح التي ميلها ضمن القيم 1:2 حتى 1:1 . يتم تهشير هذه السطوح حسب القواعد المذكورة أعلاه ، أي خطوط متوازية متناوبة الطول .

- **سطوح ذات ميل صغير** :

وهي السطوح التي ميلها أقل من 1:8 (1:10 ، 1:15 ، 1:20 ، ..الخ) يتم تهشير هذه السطوح بخطوط تهشير لها نفس القواعد السابقة إلا أنها ذات طول واحد ويساوي 1 cm – 0.5 ، بشرط أن لا يزيد طول هذه الخطوط عن نصف البعد بين الحافة العلوية والسفلية في السطح المائل وعلى جميع المساقط والمقاطع (الشكل ١-٣) .



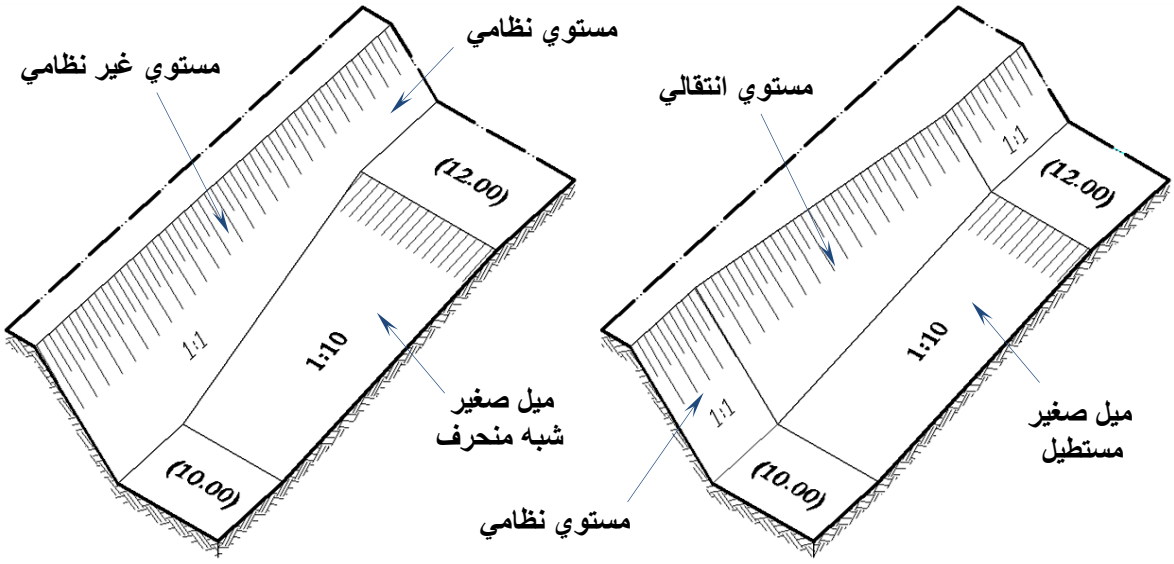
الشكل (١-٣)

أشكال السطوح المستوية المائلة ذات الميل الكبير :

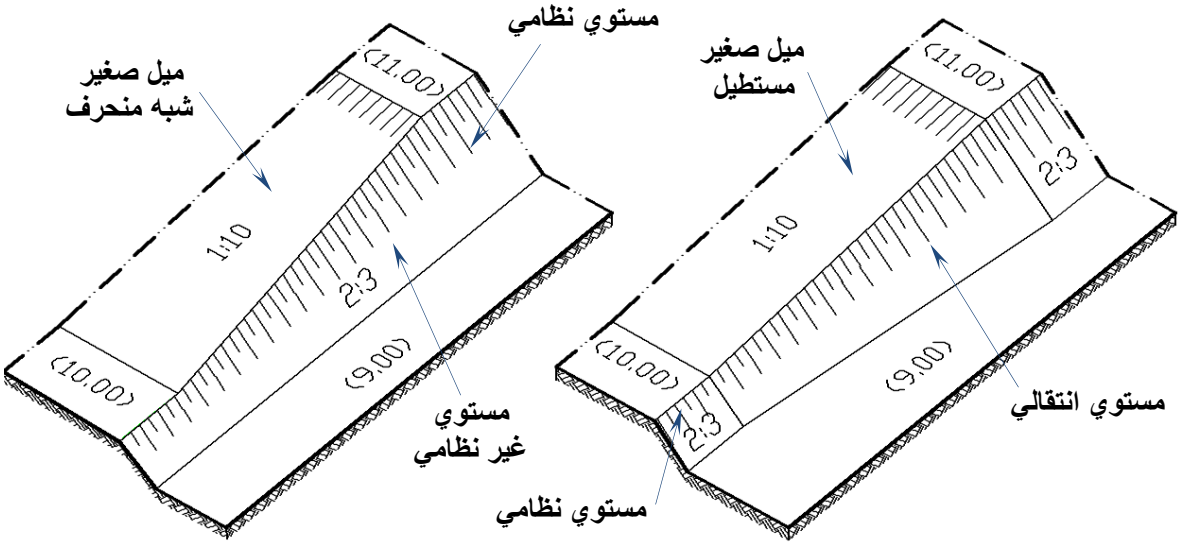
يوجد شكلان هندسيان من هذه السطوح (الشكل ١-٤ و الشكل ١-٥) :

- **مستوي مائل نظامي** : وهو المستوي الذي تكون فيه الحافة العلوية والسفلية متوازيتين .
- **مستوي مائل غير نظامي** : وهو المستوي الذي تكون فيه الحافتان غير متوازيتين .

عندما لا يقع السطح الغير نظامي على مستوي واحد مع السطوح النظامية المجاورة له وإنما يفصل بينه وبينها فصول مشتركة يسمى هذا السطح بالمستوي الانتقالي .



الشكل (١-٤)



الشكل (١-٥)

أما بالنسبة لخطوط التهشير في هذه المستويات فلها نفس قواعد خطوط التهشير في المستويات النظامية إلا أنها لا تتعامد مع الحافة العلوية دوماً ، لأنها توازي خطوط التهشير في المستويات النظامية المجاورة لها وفي كل المساقط ، أما بالنسبة لأطوال هذه الخطوط فيبقى الخط الطويل يساوي نصف البعد بين الحافتين والقصير نصف الطويل ، وبما أن الحافتين غير متوازيتين فإن طول خطوط التهشير يزداد بالتدريج كلما ابتعدت الحافتين عن بعضهما .

أشكال السطوح المستوية المائلة ذات الميل الصغير :

وهي غالباً سطوح نظامية إلا أنه يوجد لها شكلان هندسيان (انظر الأشكال ١-٤ و ١-٥) :

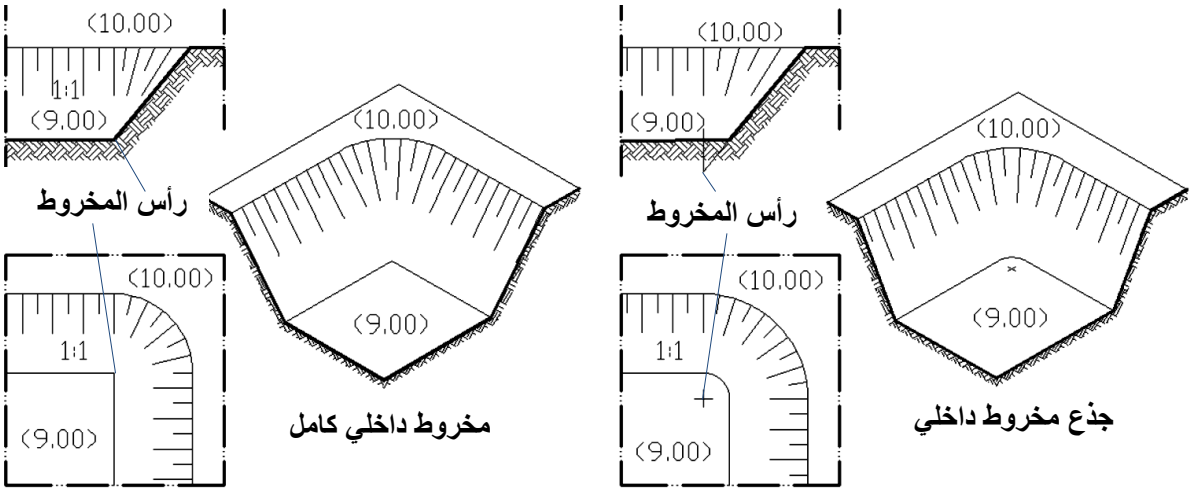
- **شكل مستطيل** : وهو نظامي ضلعاه الجانبيان متوازيان يتعامدان مع الحافتين العلوية والسفلية .
- **شكل شبه منحرف** : وهو مستوي نظامي ضلعاه الجانبيان لا يتعامدان مع الحافتين .

السطوح المنحنية (المخروطية) :

تتشكل السطوح المنحنية الترابية في مناطق كثيرة من منشآت الري والجسور كما أنها تتشكل عند المنعطفات في مناطق اتصال مستويات الردم في المنشآت الطرقية ، وفي جميع الحالات يشكل السطح المنحني جزء من سطح جانبي لمخروط دوراني محوره شاقولي دوماً .

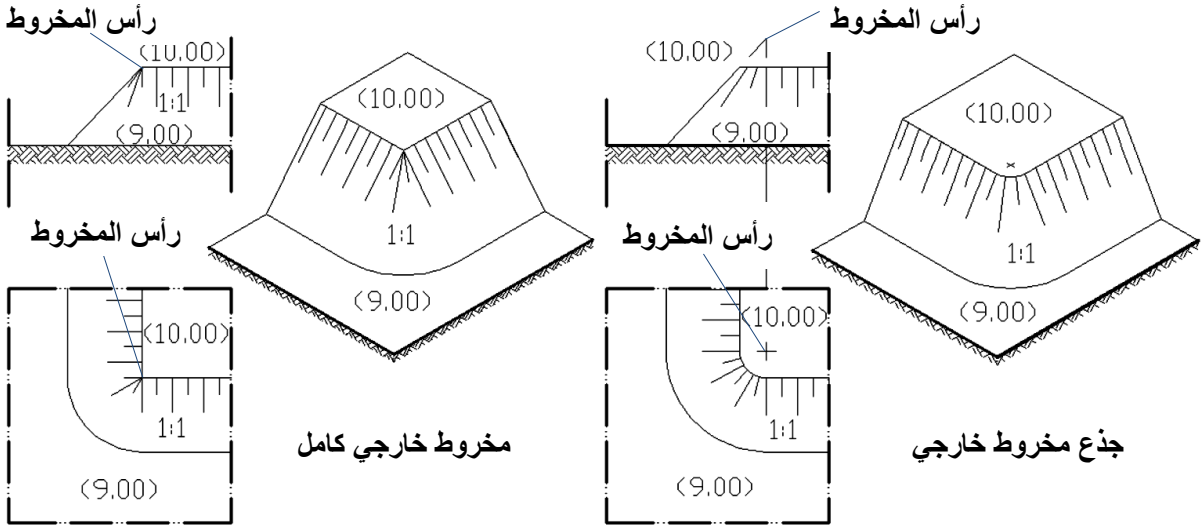
هناك نوعان من المخاريط الترابية :

- **مخروط داخلي** : وهو مخروط مقلوب رأسه بالأسفل وقاعدته بالأعلى ، وهنا يمكن أن يشكل الالتحام بين المستويات مخروط كامل رأسه يظهر على جميع المساقط ، أو يشكل جذع مخروط رأسه في المسقط المرقم ينطبق مع مسقط مركز قاعدة المخروط الدائرية العلوية والسفلية . أما في المقاطع فيتحدد رأس المخروط من نقطة التقاء مولده مع محوره (الشكل ١-٦) .



الشكل (١-٦)

- **مخروط خارجي** : وهو مخروط طبيعي رأسه بالأعلى وقاعدته بالأسفل ، وفي هذه الحالة أيضاً يمكن أن يشكل الالتحام بين المستويات مخروط كامل رأسه يظهر على جميع المساقط أو جذع مخروط رأسه في المسقط المرقم ينطبق مع مسقط مركز قاعدة المخروط الدائرية العلوية والسفلية أما في المقاطع فيتحدد رأس المخروط من نقطة التقاء مولده مع محوره (الشكل ١-٧) .



الشكل (١-٧)

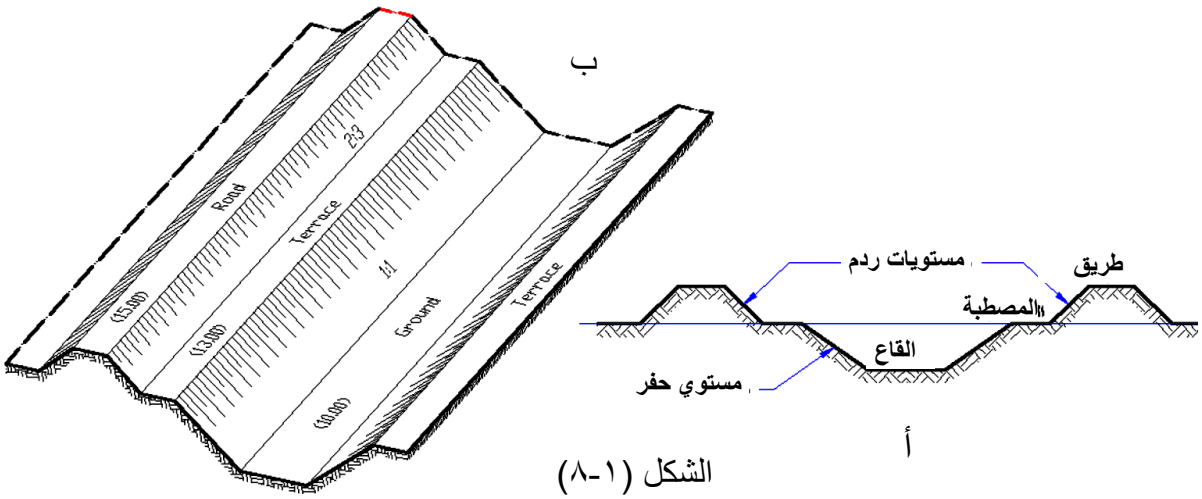
قواعد التهشير في السطوح المخروطية :

إن خطوط التهشير في السطوح المخروطية لها جميع خواص خطوط التهشير في المستويات المائلة إلا أنها ليست متوازية وإنما تتجه باتجاه رأس المخروط في كل مسقط ، أما التباعد بينها فيؤخذ بالنظر بحيث تتجانس مع خطوط التهشير في المستويات المجاورة .

السطوح والميول الترابية في منشآت الري والطرق :

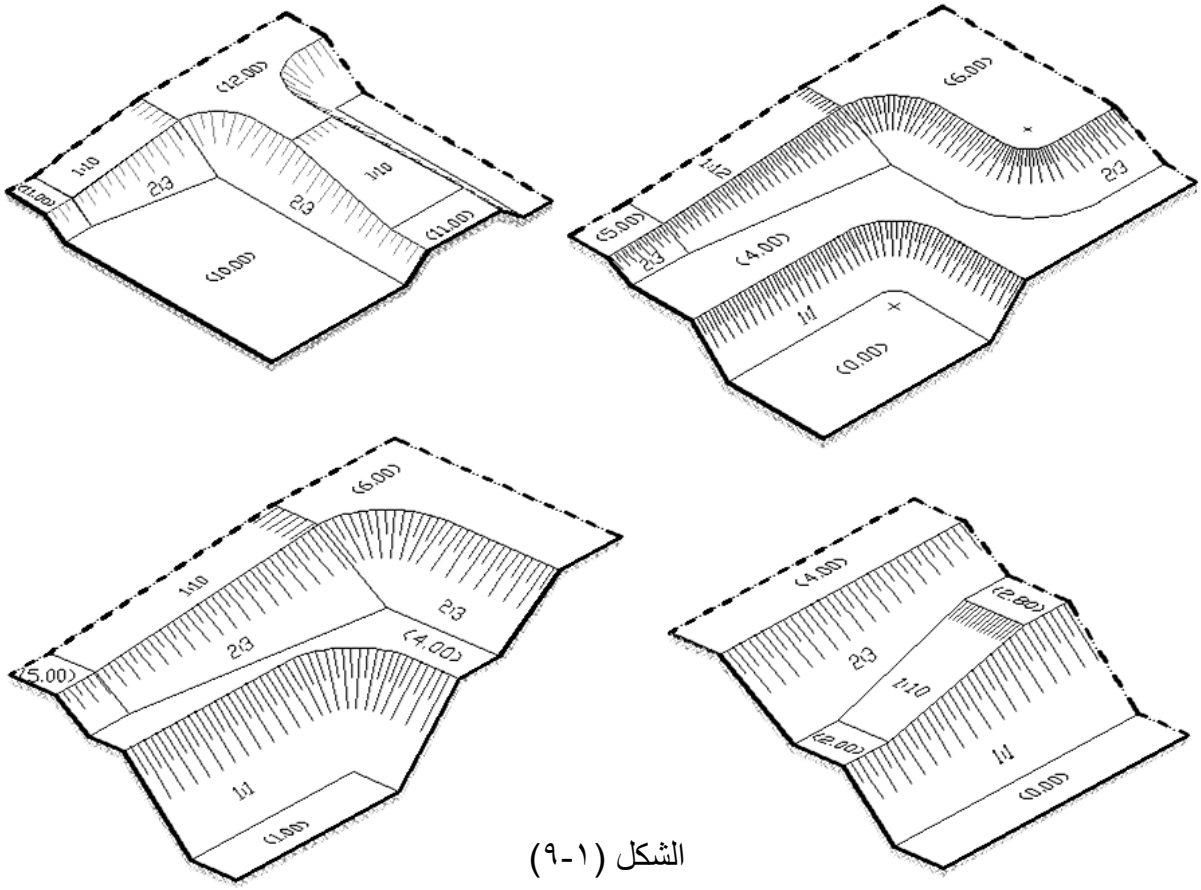
يتم حفر أقنية الري في الأراضي الطبيعية بحيث تكون سطوحها الجانبية على شكل مستويات مائلة (مستويات حفر) وذلك لمنع انهيار الأتربة على قاع القناة . تسمى هذه المستويات المائلة بمستويات الحفر وهي من المستويات ذات الميل الكبير ، وبذلك يكون مقطع قناة الري على شكل شبه منحرف قاعدته الصغرى هي قاع القناة (الشكل ١-٨ أ) .

يحد القناة من الجانبين مصطبة أفقية بعرض محدد يتناسب مع أبعاد مقطع القناة ، كما ينشأ على جانبي القناة وعلى امتدادها طريق منسوب سطحه أعلى من منسوب سطح المصطبة بحيث تتصل المصطبة مع الطريق بمستوي مائل لمنع انهيار الردم الذي يشكل جسم الطريق ، يسمى هذا المستوي بمستوي ردم وهو من المستويات ذات الميل الكبير ، يبين الشكل (١-٨ ب) منظور فراغي في قناة الري .



الشكل (١-٨)

من المنظور على الشكل (١-٨ ب) تجد أنه في حال كانت قناة الري مستقيمة على امتدادها وكان قاع القناة أفقياً ، فإن جميع السطوح المستوية المائلة تكون من النوع النظامي . أما إذا طرأ ارتفاع أو انخفاض في جزء من قاع القناة أو سطح الطريق فإنه ستنشأ سطوحاً غير نظامية أو انتقالية في مستويات الردم أو الحفر المائلة . أما إذا طرأ التفاف في قناة الري لسبب ما فإنه ستنشأ مخاريط ترابية في مناطق الالتفاف بين سطوح الردم والحفر المائلة . تبين الرسومات على الشكل (١-٩) نماذج فراغية لسطوح ترابية في أقنية الري والطرق .



الشكل (١-٩)

خطوات استنتاج المقاطع من المسقط المرقم :

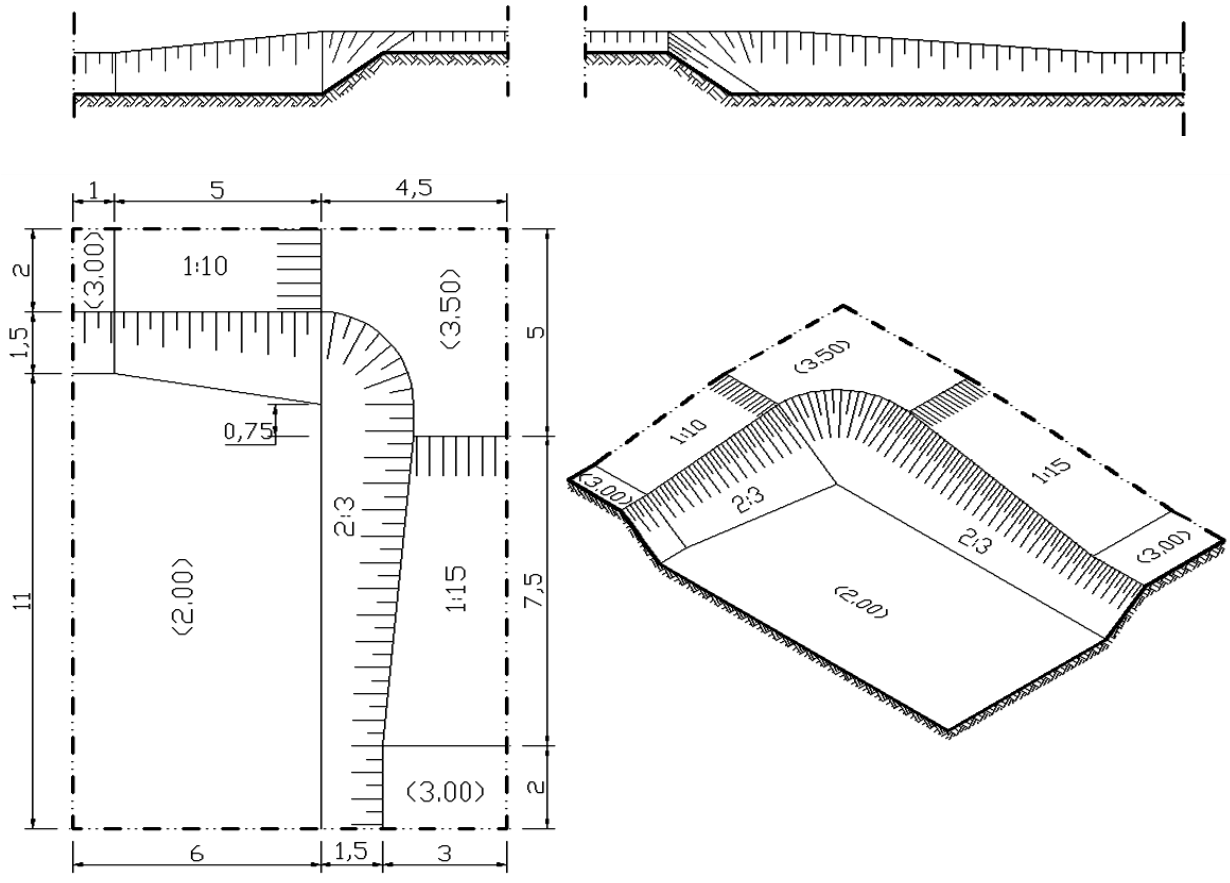
لتنظيم عملية استنتاج المقاطع من المسقط المرقم ، نقسم السطوح والميول الترابية إلى الأنواع التالية :

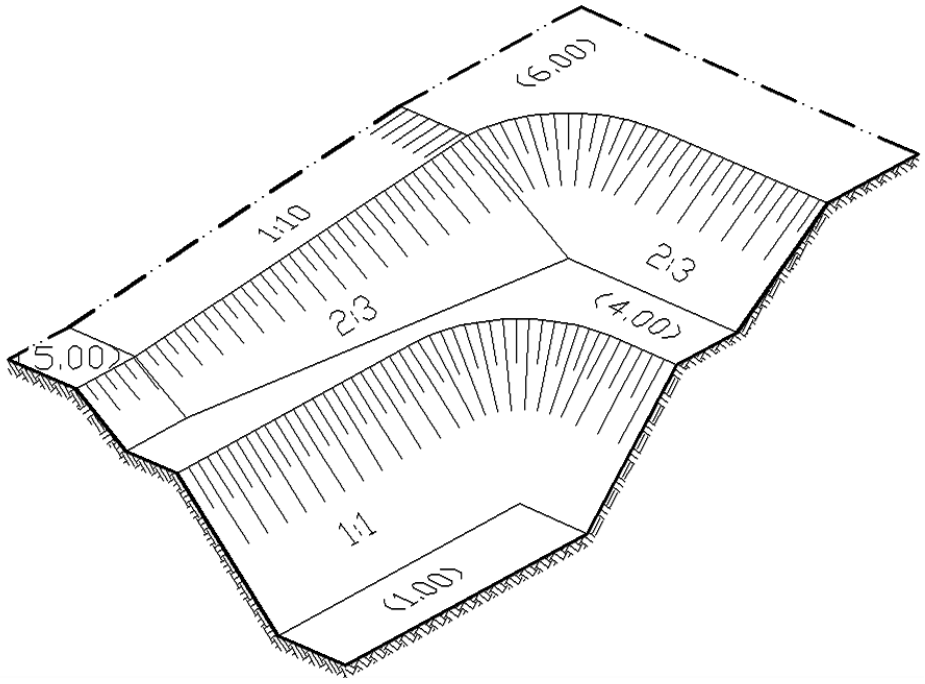
- **سطوح علوية** : وهي تشمل السطوح الأفقية والسطوح المائلة ذات الميل الصغير .
- **سطوح جانبية** : وهي تشمل السطوح المائلة ذات الميل الكبير والسطوح المخروطية .

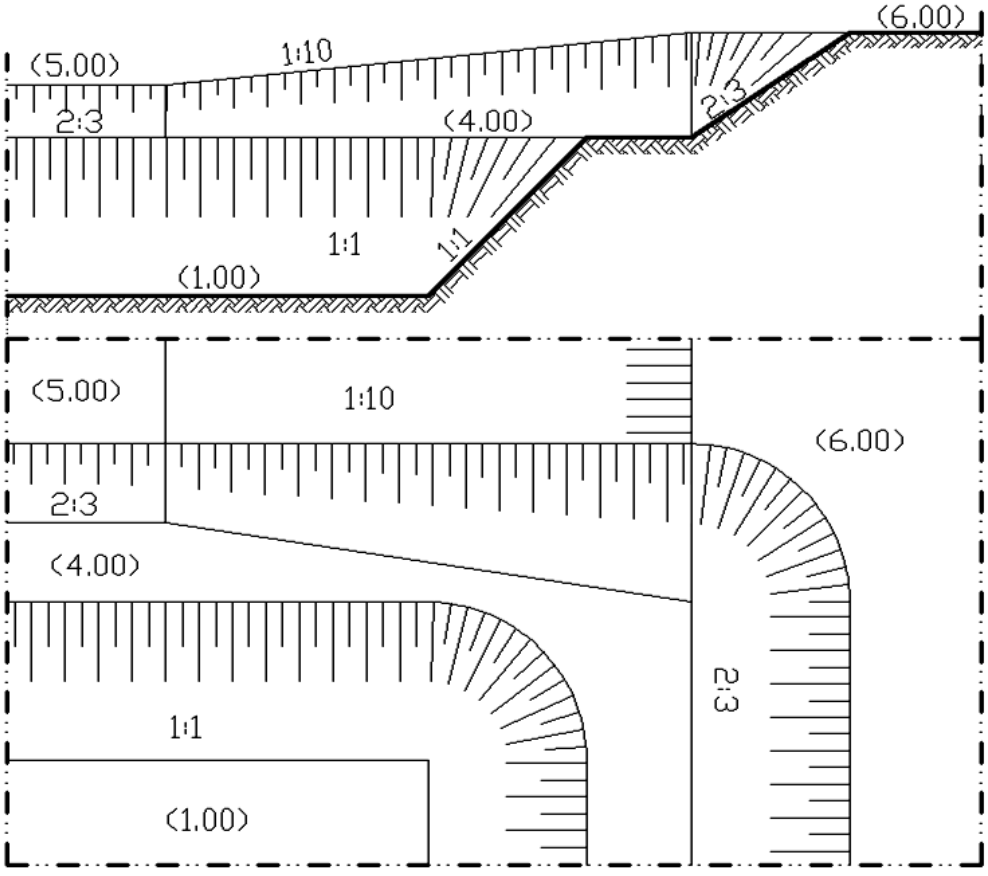
خطوات الحل :

- رسم الخطوط المقطوعة من التربة : وهي الخطوط الأقرب للناظر من جهة الإسقاط والمرسوم بالخط القاطع على المسقط المرقم . يعبر عن هذا الخط في المقطع بخط مقطوع سميك ، ويرسم تحته تهشير التربة المقطوعة .
- رسم السطوح العلوية : حيث نبدأ برسم السطوح الأفقية أولاً ، ثم السطوح المائلة ذات الميل الصغير والتي تتحدد برسم مسقط الحافة السفلية والحافة العلوية في السطح المائل .
- رسم السطوح الجانبية : نبدأ برسم السطوح المائلة النظامية أولاً ثم الغير النظامية والانتقالية ، ثم ننتقل لرسم المخاريط الترابية بعد تحديد رأس المخروط على المقطع .

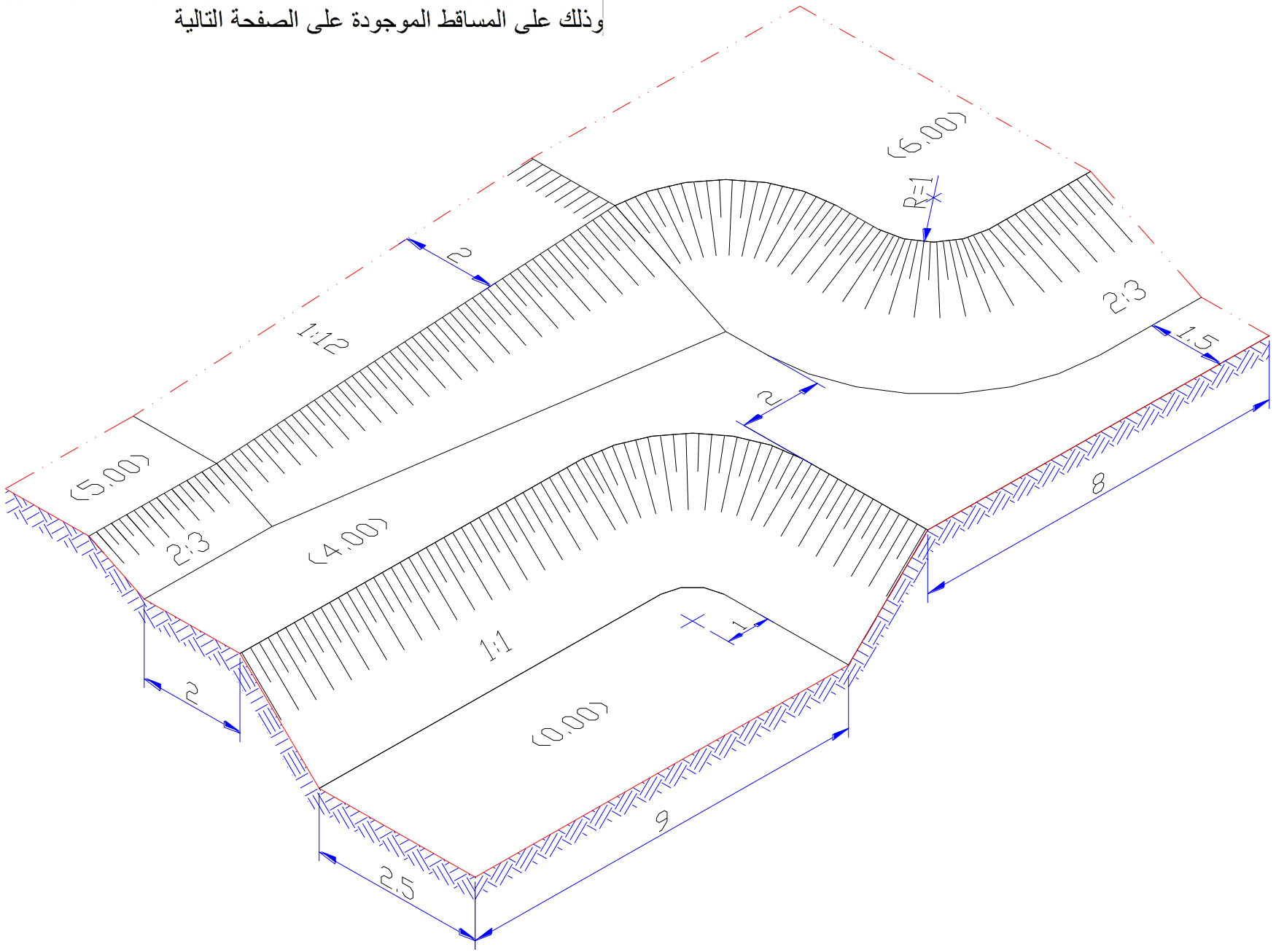
أمثلة محلولة :

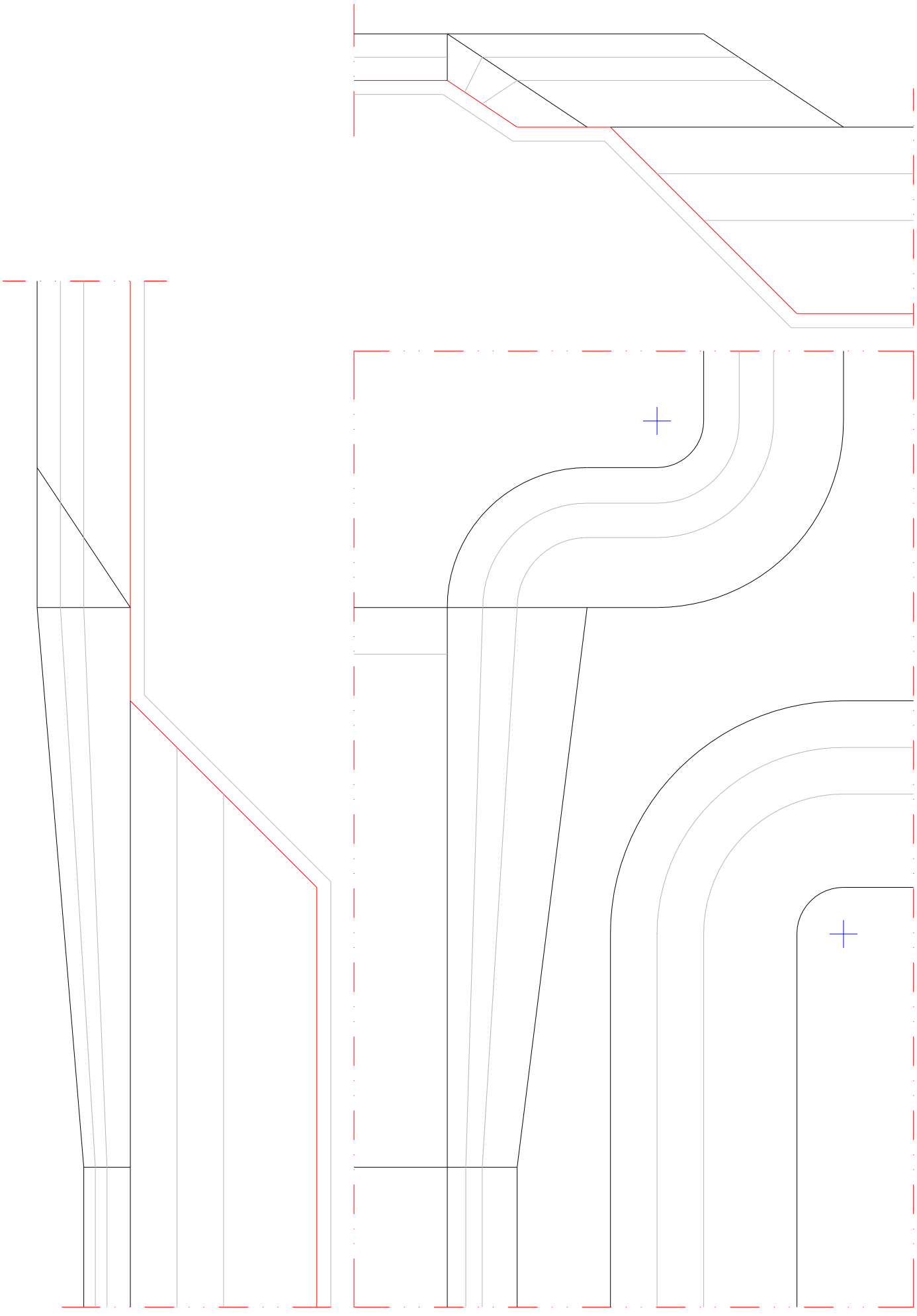



(6.00)
1:10
2:3
2:3
(4.00)
(5.00)
1:1
(1.00)

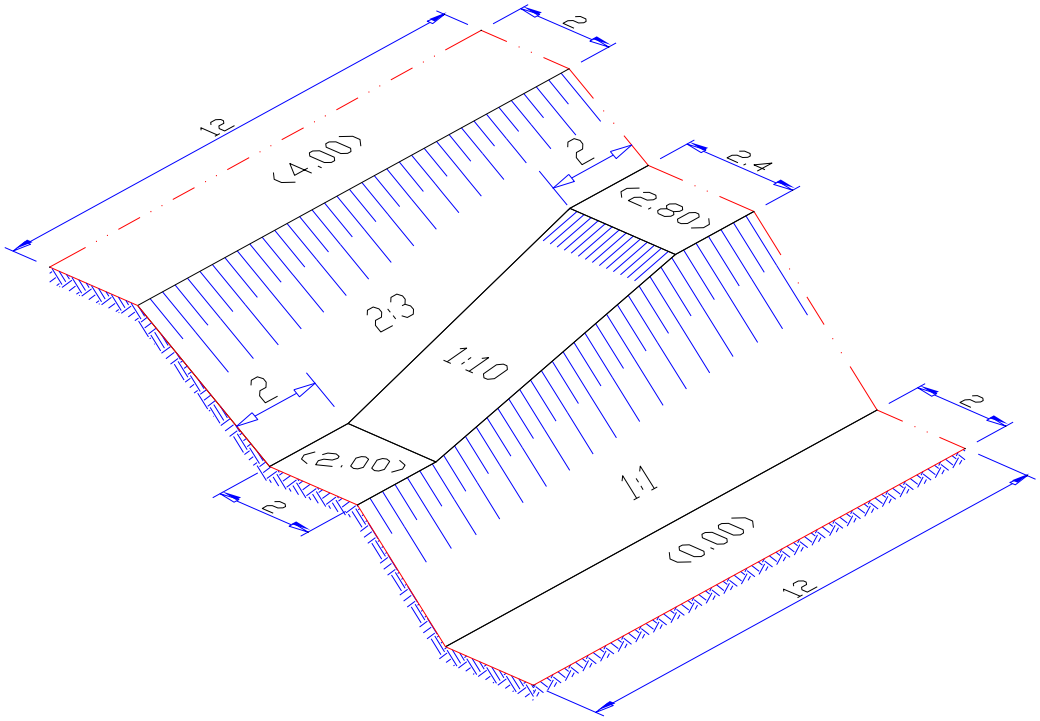

(6.00)
(5.00)
1:10
2:3
(4.00)
2:3
1:1
1:1
(1.00)
(5.00)
1:10
(6.00)
2:3
(4.00)
2:3
1:1
(1.00)

المطلوب رسم التهشير للمساقط الثلاثة لمجسم السطوح الترابية المبين أدناه
وذلك على المساقط الموجودة على الصفحة التالية

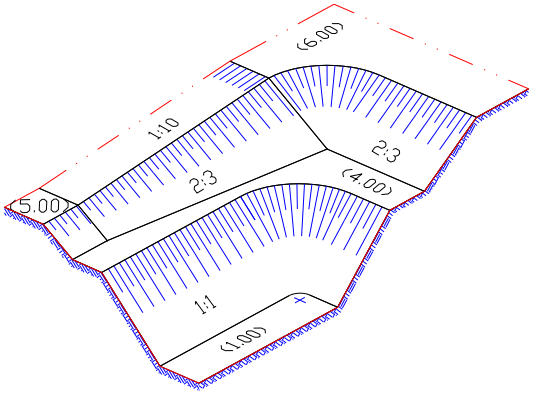


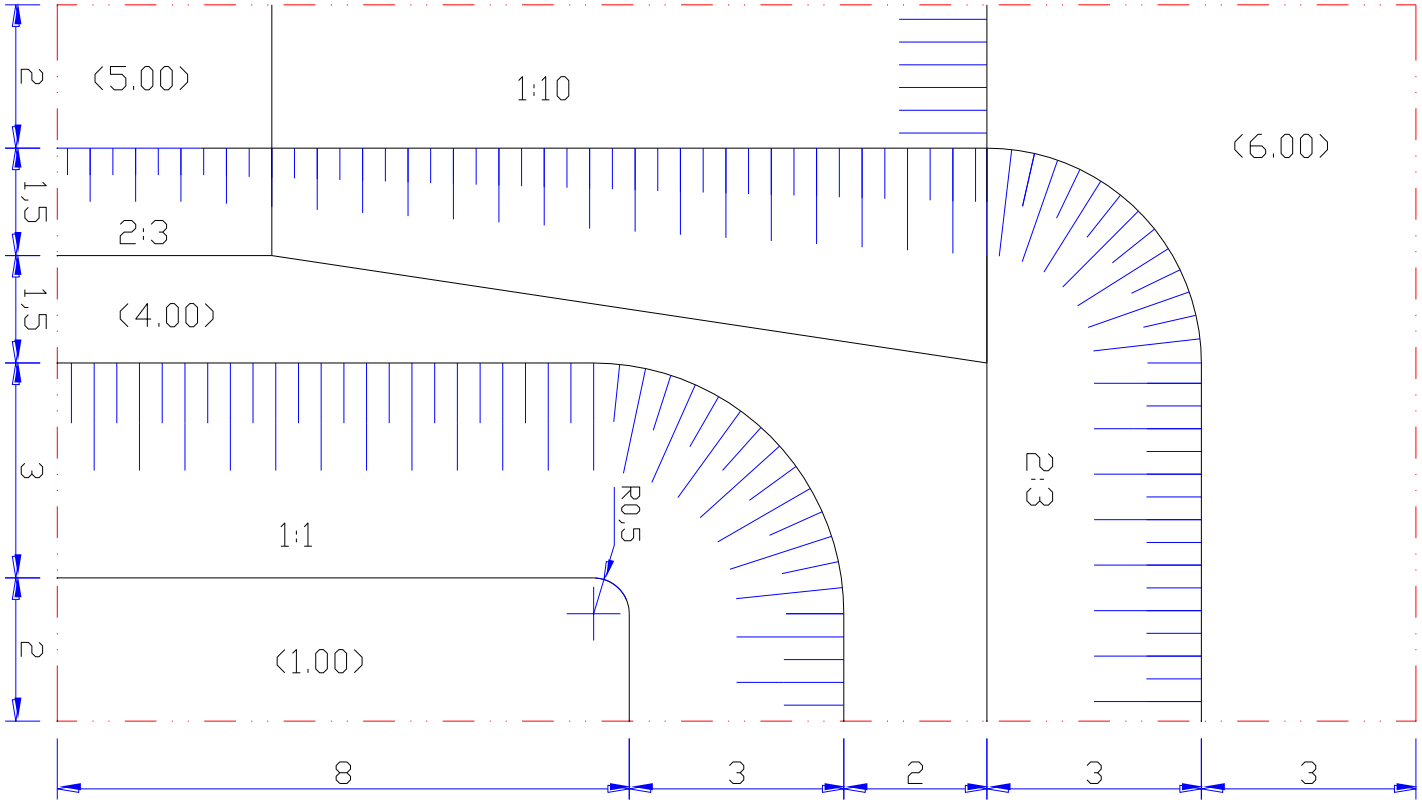


المطلوب رسم المساقط الثلاثة لمجسم السطوح الترابية المبين أدناه في المكان المخصص

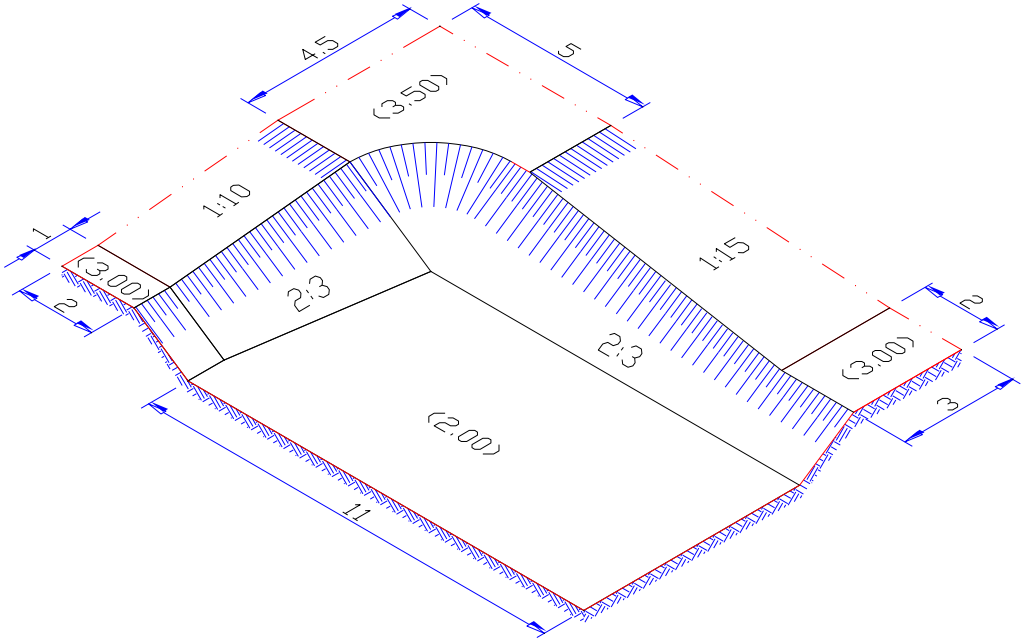


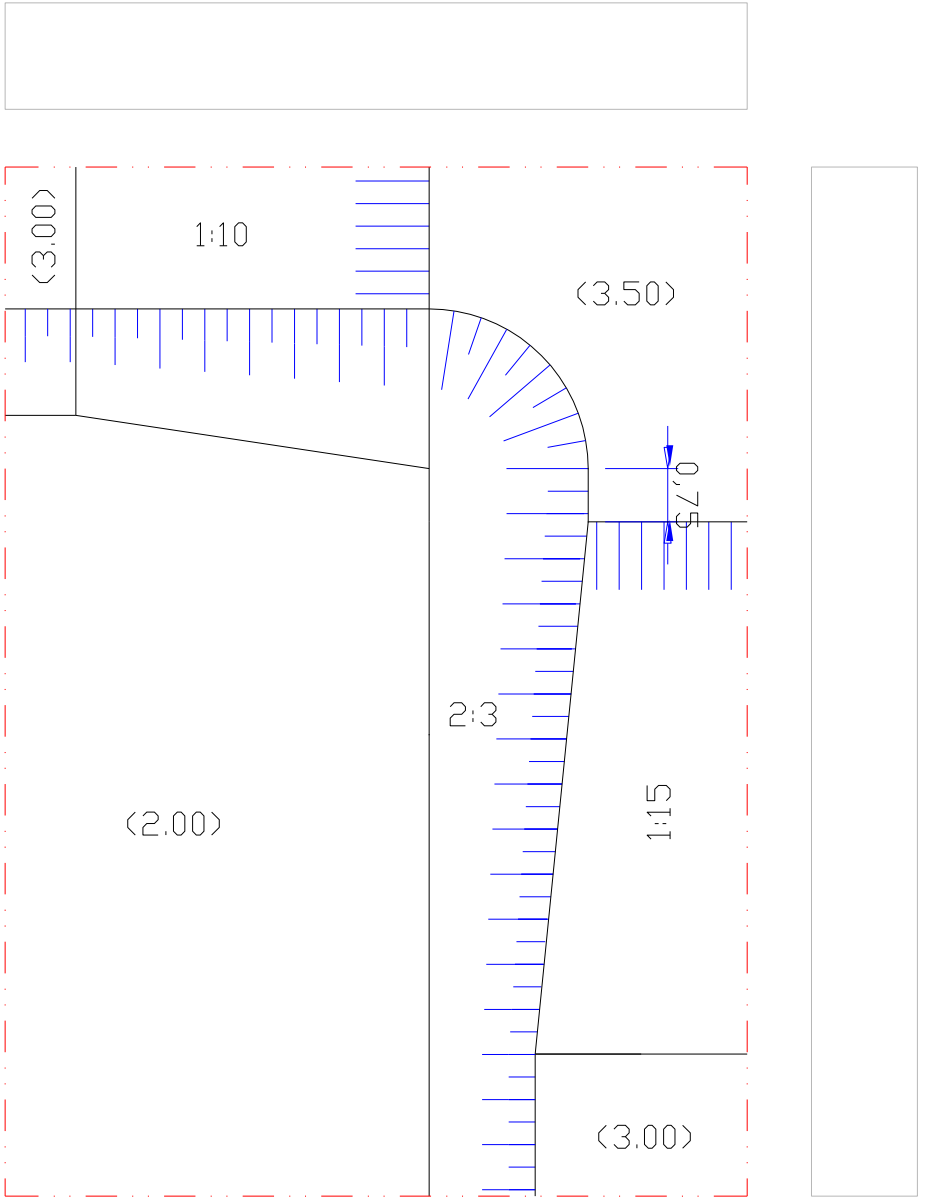
المطلوب رسم المسقطين لمجسم السطوح الترابية المبين ادناه في المكان المخصص



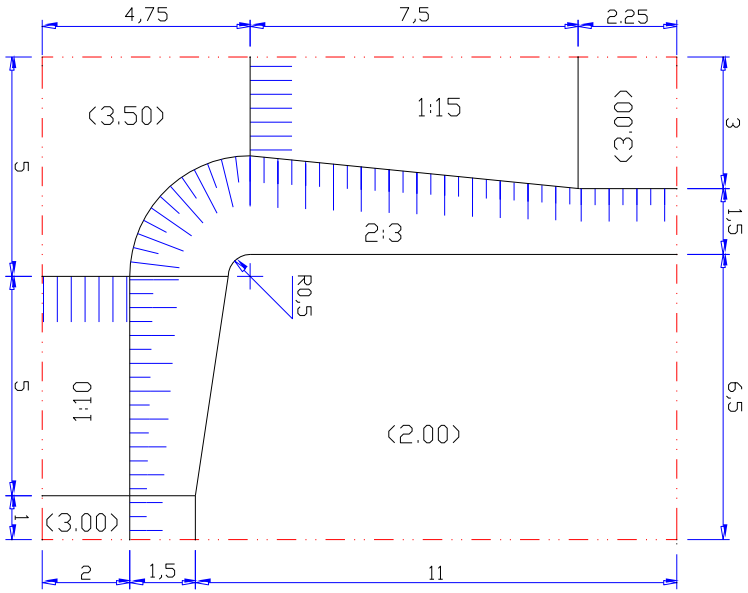


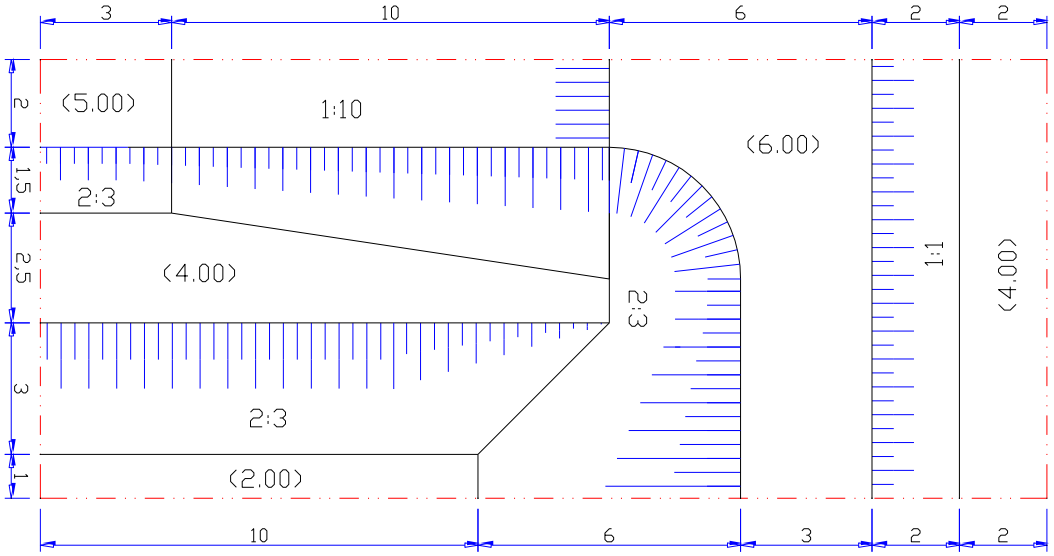
المطلوب رسم المسقطين لمجسم السطوح الترابية المبين أدناه في المكان المخصص

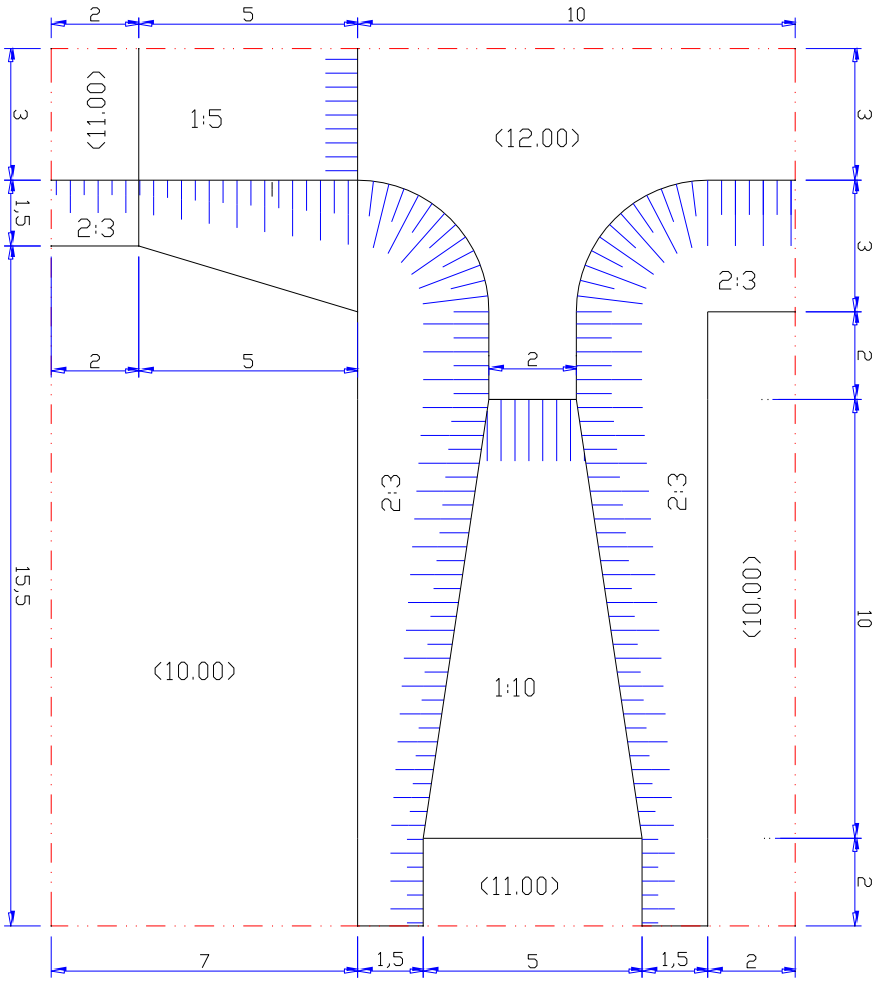




المطلوب استنتج وارسم المساقط الأخرى للسطوح الترابية من المسقط المرقم المبين ادناه







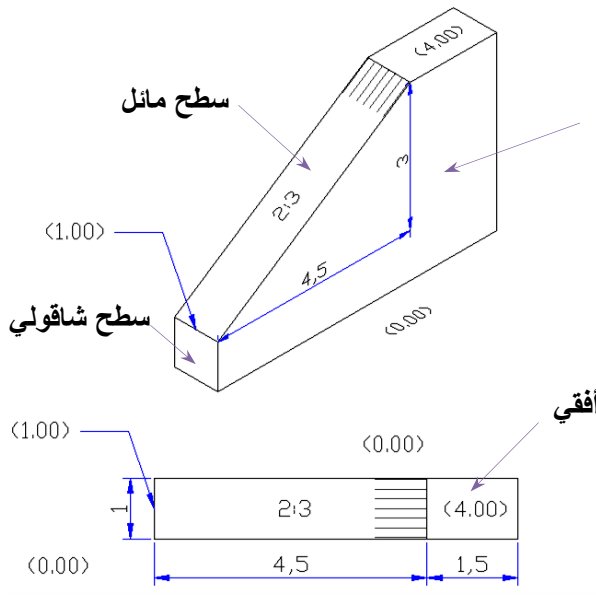
تمثيل السطوح البيتونية
الجدران الاستنادية

أنواع السطوح البيتونية في الإسقاط المرقم :

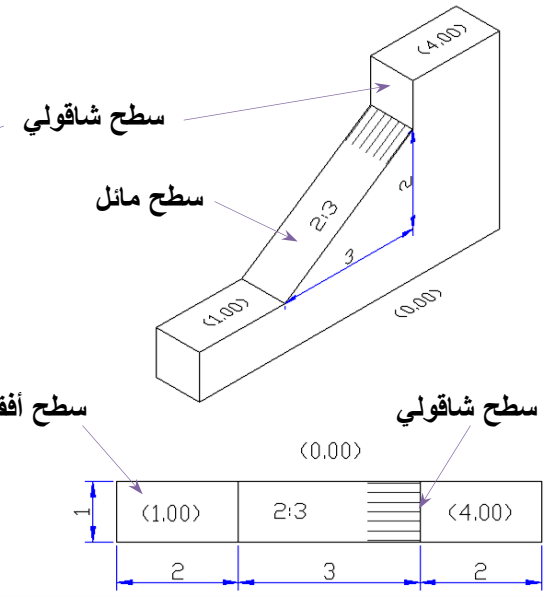
تستخدم طريقة الإسقاط المرقم على العناصر البيتونية ذات السطوح المستوية ، أما إذا احتوى العنصر البيتوني سطوحاً منحنية أو فتحات أو عناصر لا يكفي التعبير عنها في الإسقاط المرقم ، عندها يضاف إلى المسقط المرقم مناظير فراغية أو مقاطع توضيحية مساعدة ، أو يلجأ إلى استخدام طريقة الإسقاط على عدة مستويات كما هو الحال في هندسة مونج .

تتشكل العناصر البيتونية من السطوح المستوية التالية (الشكل ٢-١) :

- **السطح الأفقي** : يمثل السطح الأفقي على المسقط المرقم بمسقطه الأفقي الذي يطابق شكله الحقيقي ، وتكتب على هذا المسقط الأبعاد كافة ومنسوب السطح بين قوسين .
- **السطح المائل** : يمثل السطح المائل على المسقط المرقم بمسقطه الأفقي ، ولتمييزه عن السطح الأفقي يكتب على المسقط ميل هذا السطح وترسم خطوط تهشير من حافته العلوية.
- **السطح الشاقولي** : مسقط هذا السطح على المستوي الأفقي هو مستقيم على جانبيه يوجد مسقط لسطحين مختلفين بالمنسوب . يمكن أن يكون هذان السطحان أفقيان ، أو أن يكون أحدهما سطح مائل حافته المجاورة للسطح الأفقي الواقع على الجانب الآخر لها منسوب مختلف (الشكل ٢-٢) ، أو أن يكون كلاهما سطح مائل الحافتين المتجاورتين فيهما لا تقعان على نفس المنسوب .



الشكل (٢-١)



الشكل (٢-٢)

أنواع السطوح المستوية المائلة البيتونية :

يوجد نوعان من السطوح المستوية المائلة البيتونية (الشكل ٢-٣) :

- **مستوي ذو ميل صغير** : قيمة الميل فيه تأخذ القيم : 1:1 ، 3:4 ، 2:3 ، 1:2 . وتعتبر هذه السطوح سطوح علوية في الجدران .
- **مستوي مائل ذو ميل كبير** : قيمة الميل فيه تأخذ القيم : 1:4 ، 1:5 ، .... ، 1:8 . وتعتبر هذه السطوح سطوح جانبية في الجدران .

أشكال السطوح المستوية المائلة :

نميز شكلين من السطوح المائلة في الجدران (الشكل ٢-٣) :

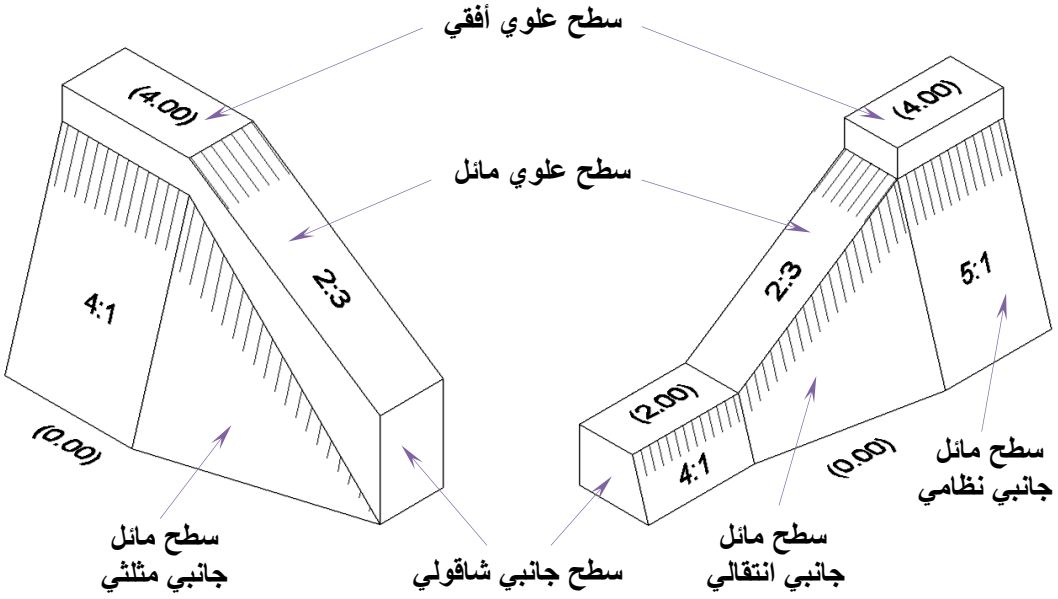
- **مستوي مائل نظامي** :

وهو المستوي الذي تكون فيه الحافتان العلوية والسفلية متوازيتان .

- **مستوي مائل غير نظامي** :

وفيه الحافتان العلوية والسفلية غير متوازيتان ، وغالباً ما يكون هذا المستوي من النوع الانتقالي في السطوح البيتونية ، وهو يأخذ شكل شبه منحرف ضلعاه الجانبيان متوازيان لهما الميل نفسه المكتوب على السطح ، أو المكتوب على السطح النظامي المجاور له .

في بعض الحالات يتحول شبه المنحرف إلى مثلث ، حيث تقترب الحافة العلوية فيه من الحافة السفلية ليلتقيا في نقطة لها منسوب الحافة السفلية دوماً .



الشكل (٢-٣)

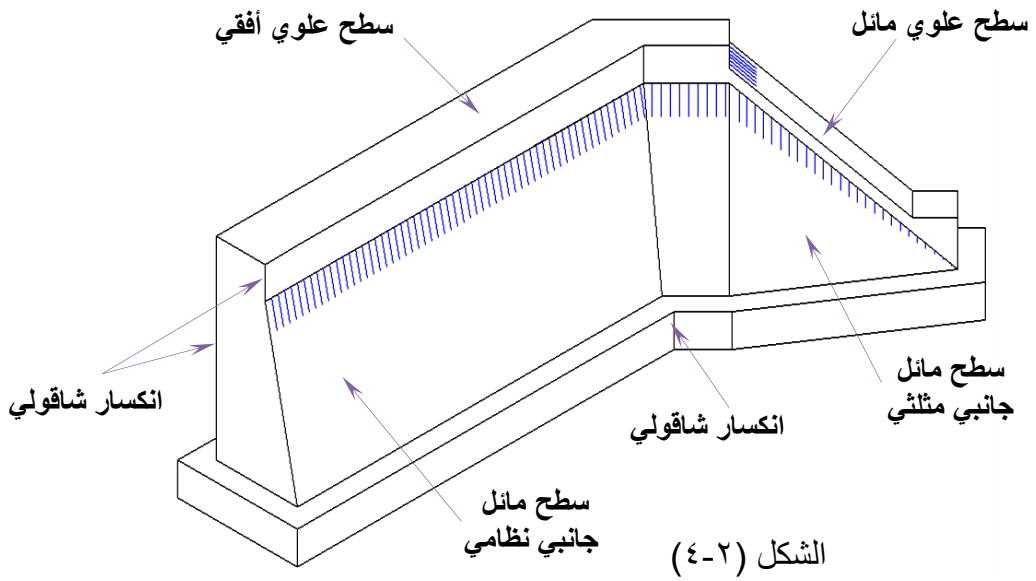
قواعد في تمثيل السطوح البيتونية :

- تكتب المناسيب على كافة السطوح الأفقية وعلى جميع المساقط ، كما يكتب الميل على السطوح المائلة ، أما الأبعاد فتكتب على المسقط المرقم فقط .
- يتم تهشير السطوح المائلة وفق القواعد التالية :
- ترسم خطوط التهشير من الحافة العلوية في السطح المائل وتوازي الأضلاع الجانبية فيه وعلى كافة المساقط .
- التباعد بين خطوط التهشير المتوازية ثابت ، وتكون قيمة هذا التباعد حد أقصى ٢ مم .
- يكون طول خطوط التهشير في المستويات النظامية المائلة ثابت يتراوح بين ٠,٥ – ١ سم حسب مساحة السطح المائل ، بشرط أن لا يتجاوز هذا الطول نصف المسافة بين الحافتين العلوية والسفلية في السطح المائل وعلى كافة المساقط . أما طول خطوط التهشير في المستويات الغير نظامية فهو يتناقص بالتدريج كلما اقتربت الحافة العلوية من السفلية .
- ترسم خطوط التهشير بالقلم (2H) .
- يعتبر منسوب الحافة السفلية للسطح مائل هو نفس منسوب السطح الأفقي المجاور لها (الشكل ٢-٢) ، وفي حال كانت الحافة السفلية تنتمي لسطح غير أفقي عندها يعطى منسوب هذه الحافة على الرسم (انظر الشكل ٢-١) .
- يتم حساب منسوب الحافة العلوية للسطح المائل دوماً وفي كل الحالات من العلاقة :

منسوب الحافة العلوية = منسوب الحافة السفلية + المسافة الأفقية × الميل

- يسمى الفصل المشترك الناتج عن تقاطع سطحين شاقوليين بالانكسار الشاقولي .

يوضح الشكل (٢-٤) منظور لسطوح بيتونية مستوية توضح القواعد المذكورة أعلاه .

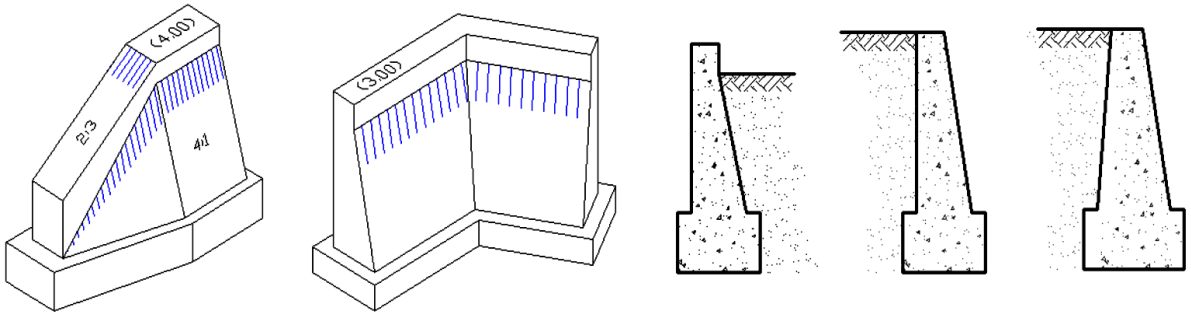


الشكل (٢-٤)

الجدران الاستنادية

الجدران الاستنادية هي الجدران التي تقوم بحجز تربة خلفها ، كجدران المسابح والجدران الحاجزة لتربة الطرق الجبلية والجدران في العبارات والجسور المائية ....الخ .

تبنى الجدران الاستنادية من مواد مختلفة كالبلوك أو الحجارة أو البيتون العادي أو المسلح ، ويأخذ مقطعها العرضي شكل شبه منحرف بحيث تكون سماكة الجدار قليلة في الأعلى وتزداد كلما اتجهنا باتجاه الأسفل ، وذلك لأن الضغط الجانبي الناتج عن التربة خلف الجدار أصغري في الأعلى وأعظمي في الأسفل (الشكل ٢-٥) .

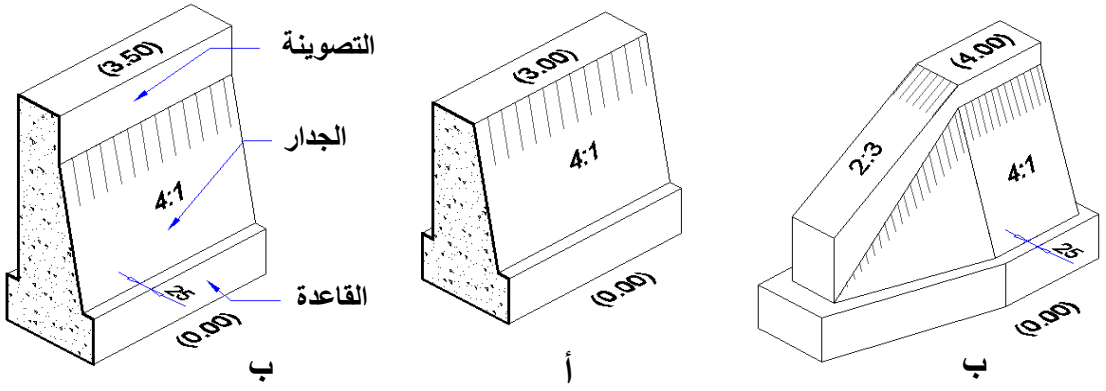


الشكل (٢-٥)

يستند الجدار الاستنادي على قاعدة من البيتون العادي أو المسلح سماكتها ثابتة وتزيد أبعادها الأفقية عن محيط أسفل الجدار من جميع الجوانب بمسافة ثابتة لا تقل عن ٢٥ سم .

يختلف طول الجدار تبعاً لطول مسافة التربة التي يحجزها ، حيث يمكنه أن يصل إلى عدة كيلومترات في أقنية الري والطرق . أما ارتفاع الجدار فهو يتبع لارتفاع التربة خلف الجدار .

في السطح الجانبي المائل للجدار ، تجد أن هذا الميل يمكن أن يبدأ من السطح العلوي في الجدار كما في (الشكل ٢-٦ أ) ، أو يبدأ من منطقة أخفض ، في حال كان هناك جزء من الجدار واقعاً فوق سطح التربة المحجوزة خلفه ، ليشكل حاجز كجدار تصوينة أو درابزين (الشكل ٢-٦ ب) .



الشكل (٢-٦)

أنواع الجدران الاستنادية :

إن السطح العلوي للجدار الاستنادي يساير دوماً سطح التربة المحجوزة خلفه ، فهو أفقي عندما يكون السطح العلوي للتربة المحجوزة خلفه أفقياً وعندها يسمى هذا الجدار بالجدار المستقيم ، ومائل إذا كان سطح التربة خلفه مائلاً وعندها يسمى هذا الجدار بالجدار المائل .

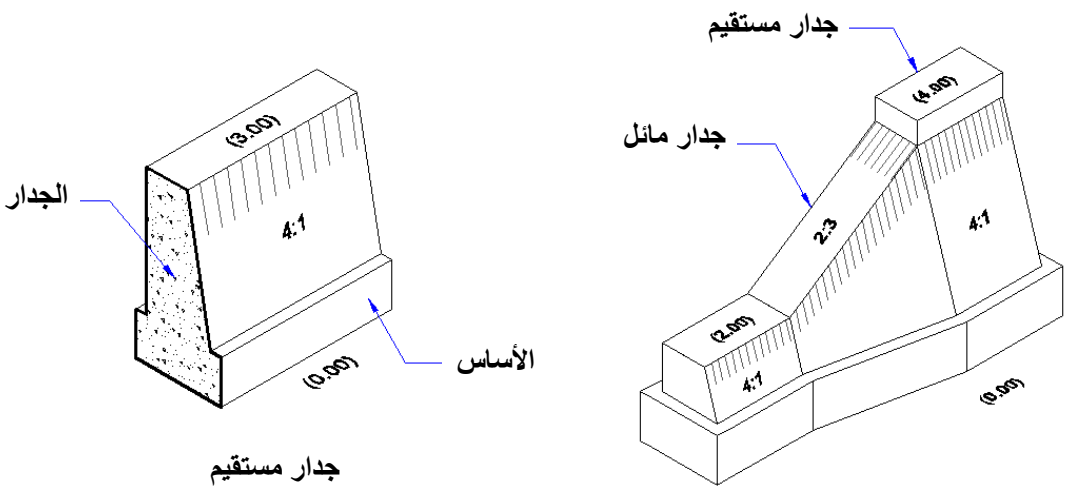
- **الجدار المستقيم :**

وهو الجدار الذي يكون سطحه العلوي أفقياً ، في هذه الحالة تجد أن السطح الجانبي المائل في هذا الجدار هو سطح نظامي ذو ميل كبير (الشكل ٢-٧) ، حيث يقع منسوب الحافة السفلية فيه دوماً على سطح القاعدة الحاملة للجدار ، أما منسوب الحافة العلوية فيتم حسابه حسب القواعد الخاصة بالسطوح البيتونية المائلة (انظر فقرة قواعد في تمثيل السطوح البيتونية) .

- **الجدار المائل :**

وهو الجدار الذي يكون سطحه العلوي مائلاً منسوب حافته السفلية دوماً أعلى من منسوب سطح القاعدة الحاملة للجدار ، أما منسوب حافته العلوية فيتم حسابها بالقواعد المذكورة أعلاه والذي يمكنه أن يساوي منسوب السطح الأفقي العلوي في الجدار المستقيم المجاور له ، كما يمكنه أن يكون أعلى أو أخفض من السطح الأفقي المجاور .

أما السطح الجانبي المائل في هذا الجدار فهو دوماً سطح غير نظامي انتقالي له شكل شبه منحرف أو مثلث ، الحافة السفلية في هذا السطح لها منسوب سطح القاعدة الحاملة للجدار ، أما حافته العلوية فيتم حسابها وفق القواعد المذكورة أعلاه ، علماً أن الميل في هذا السطح هو ميل أضلاعه الجانبية المتوازية (الشكل ٢- ٧) . هنا يجب الانتباه إلى أن رأس المثلث في السطح المثلثي ، الذي تلتقي فيه الحافة العلوية مع السفلية يقع دوماً على سطح القاعدة (الشكل ٢-٦ ب) .



الشكل (٢-٧)

استنتاج المساقط والمقاطع في الجدران :

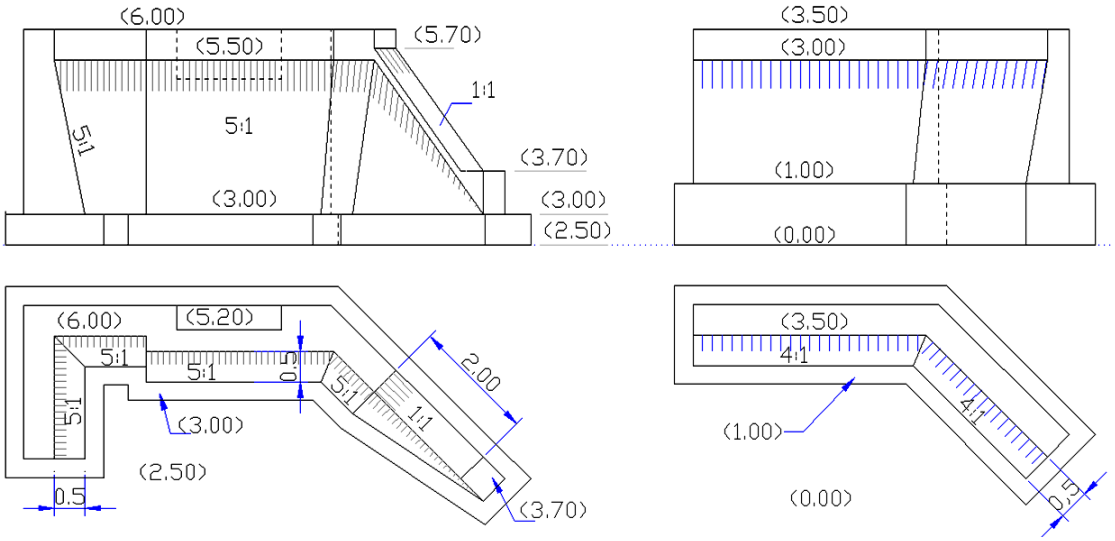
تمثل الجدران الاستنادية عادة بالمسقط الأفقي المرقم ، ومن هذا المسقط يطلب استنتاج ورسم مساقط ومقاطع أخرى في الجدار . ولتبسيط عملية استنتاج المساقط الأخرى من المسقط المرقم نفصل بين القاعدة الحاملة للجدار ، والتي هي عبارة عن مجموعة من السطوح الشاقولية والأفقية ، وبين الجدار نفسه الذي يحوي سطوحاً أفقية وشاقولية ومائلة مختلفة الأشكال .

وهنا نقسم الجدار إلى نوعين من السطوح :

- **سطوح علوية** : تشمل جميع السطوح الأفقية في الجدار ، والسطوح المائلة ذات الميل الصغير .
- **سطوح جانبية :** تشمل جميع السطوح الشاقولية في الجدار ، والسطوح المائلة ذات الميل الكبير .

على هذا الأساس يمكننا إتباع الخطوات التالية في استنتاج المساقط الأخرى (الشكل ٢-٨) :

- رسم القاعدة : وذلك برسم الانكسارات الشاقولية فيها الناتجة عن تقاطع السطوح الجانبية .
- رسم السطوح العلوية في الجدار : حيث نبدأ برسم السطوح الأفقية ثم السطوح المائلة .
- رسم السطوح الجانبية في الجدار : وهنا نبدأ بالسطوح المائلة النظامية أولاً ثم الانتقالية ، وأخيراً الانكسارات الشاقولية التي تعبر عن السطوح الشاقولية .



الشكل (٢-٨)

ملاحظات :

عند رسم أي مسقط لجدار استنادي يجب الأخذ بعين الاعتبار النواحي التالية :

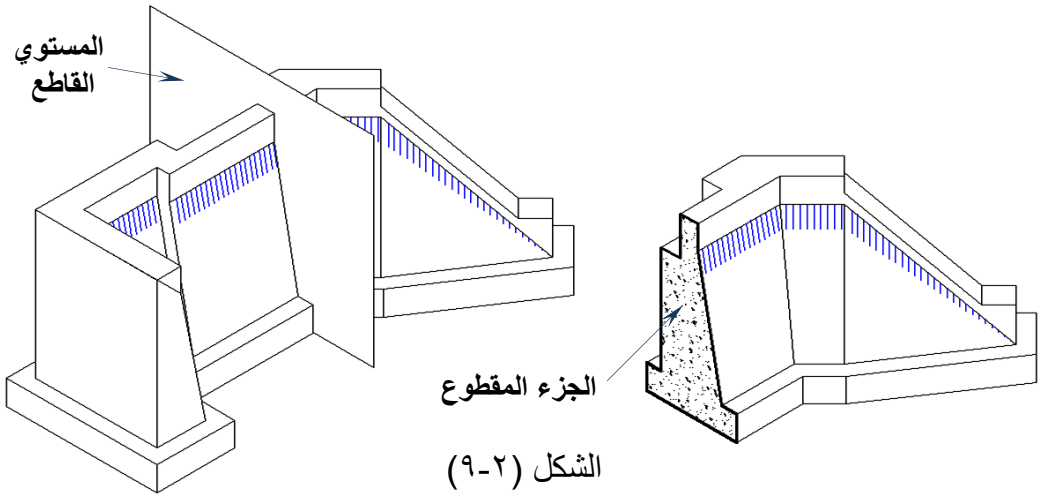
- ترسم على جميع المساقط الخطوط المرئية والغير مرئية .
- ترسم خطوط التهشير على السطوح المائلة المرئية فقط . حيث أنها ترسم من الحافة العلوية في السطح المائل وموازية للضلع الجانبي نفسه الذي توازيه على المسقط المرقم .

- يتم رسم السطح المائل بدلالة رؤوس حافتيه السفلية والعلوية ، وذلك باستخدام خطوط التداعي التي تربط بين المسقط المرقم والمسقط المستنتج وبمعلومية منسوب كل حافة .
- منسوب الحافة السفلية في السطوح الجانبية المائلة دوماً هو منسوب سطح القاعدة . أما منسوب الحافة العلوية فيحسب من القاعدة :

منسوب الحافة العلوية = منسوب الحافة السفلية + المسافة الأفقية للسطح المائل × الميل

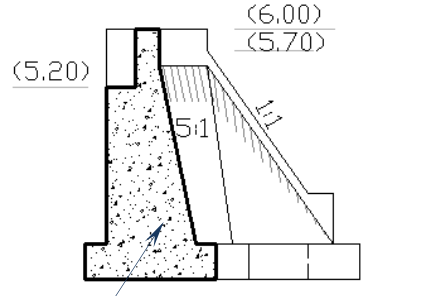
استنتاج المقاطع :

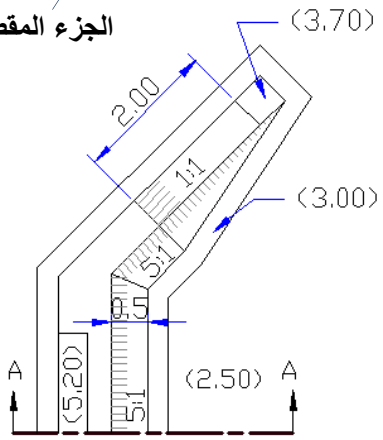
يتم قطع الجدار بمستوي قاطع يوازي أحد مستويات الإسقاط ويشطر الجسم إلى نصفين ، يزال أحد النصفين بينما يرسم مسقط النصف الآخر على مستوي الإسقاط الموازي للمستوي القاطع (الشكل ٢-٩).



الشكل (٢-٩)

أما على المساقط ، فيعبر عن المستوي القاطع بالخط القاطع الذي يوضح مكان مرور المستوي القاطع على المسقط المرقم (الشكل ٢-١٠) ، وفق قواعد قطع الأجسام الهندسية .





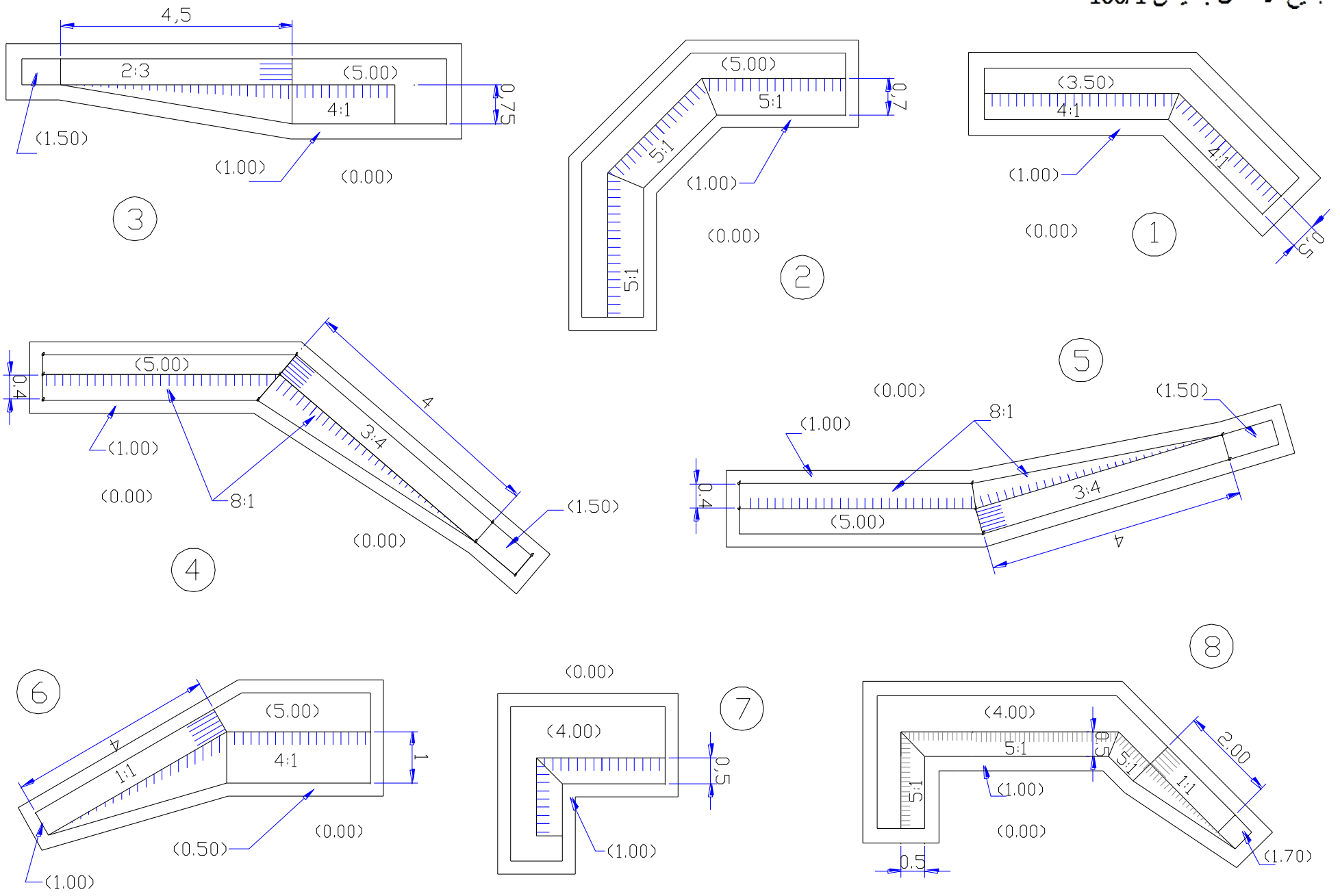
الشكل (٢-١٠)

خطوات رسم المقطع :

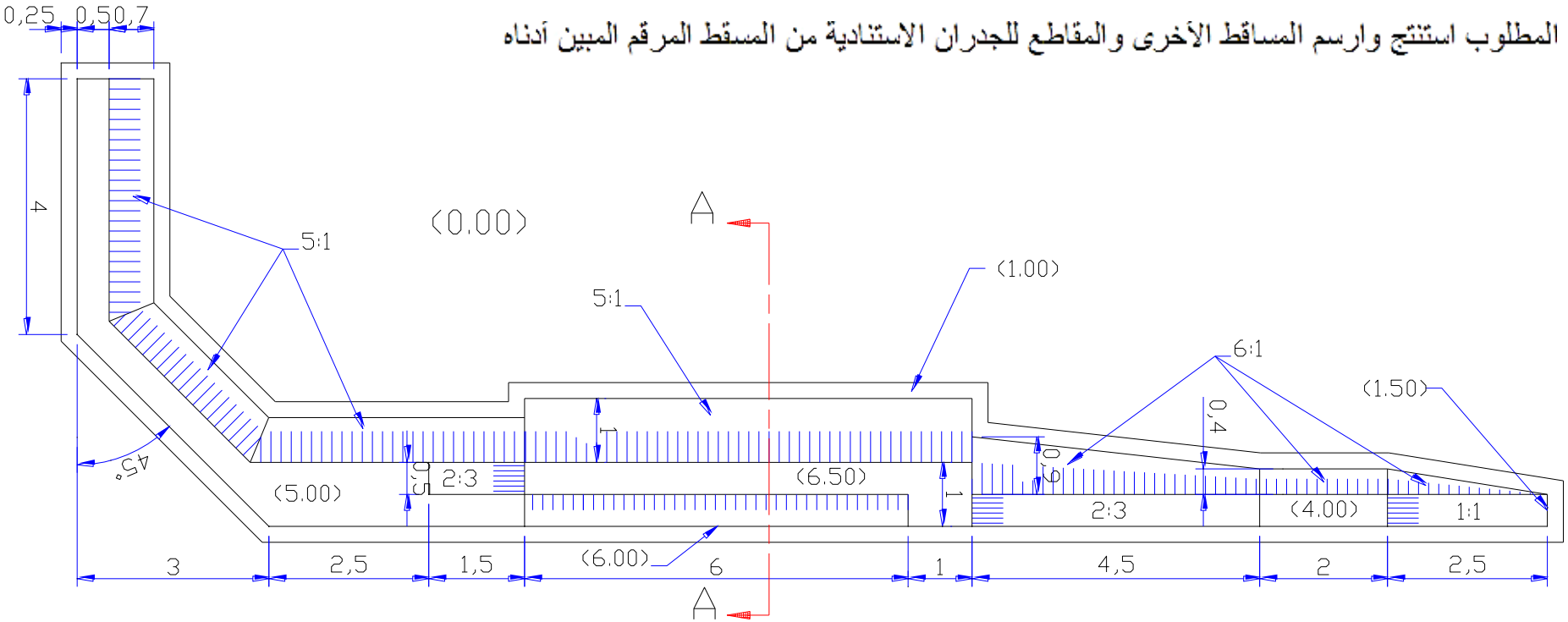
- يتم رسم الجزء المقطوع أولاً الذي هو خط سميك مغلق وبداخله تهشير البيتون المقطوع .
- ترسم باقي عناصر الجدار المرئية فقط بخطوط الإسقاط تماماً كما هو الحال في عملية استنتاج المساقط من المسقط المرقم (الشكل ٢-١٠) .

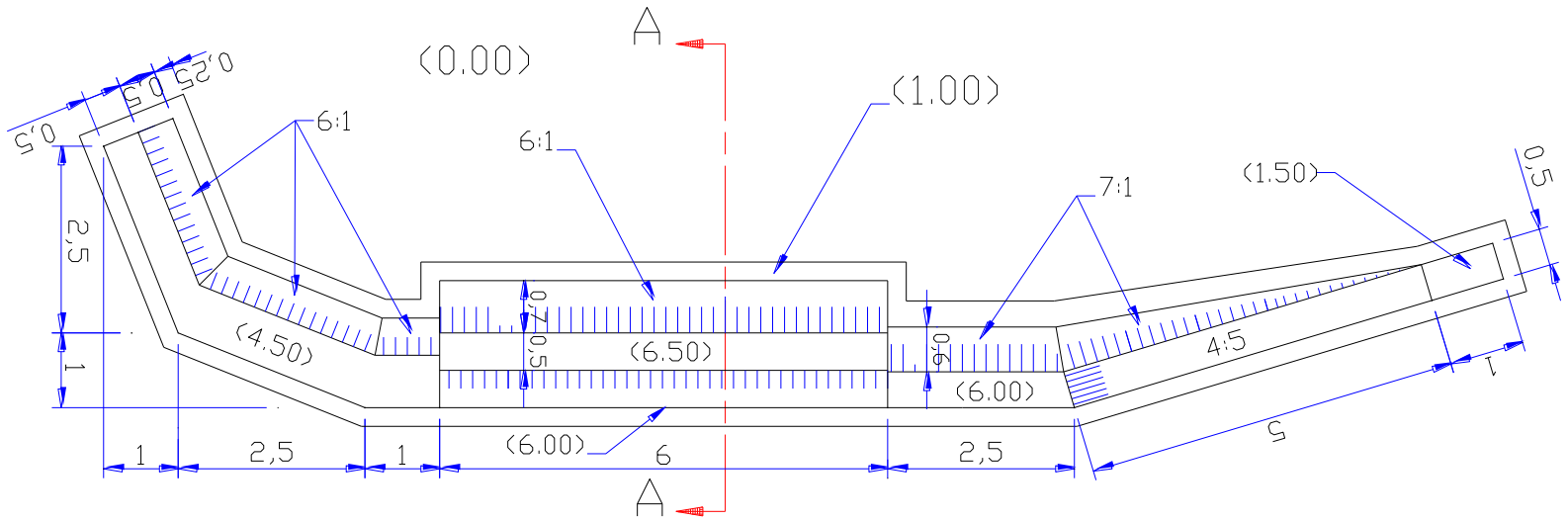
المطلوب استنتج وارسم المسافط الاخرى للجدران الاستناديه من المسقط المرقم المبين ادناه

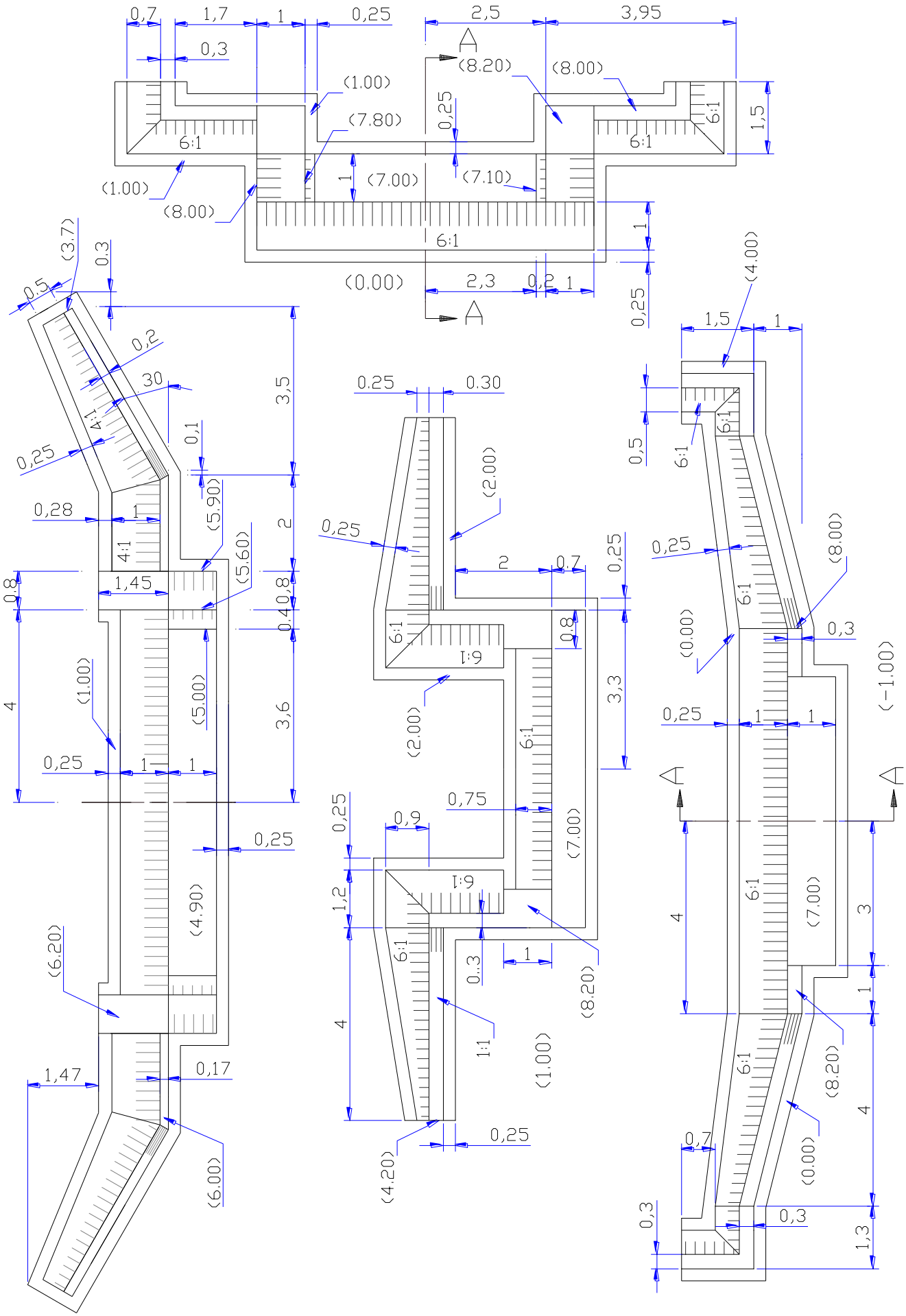
جميع الأشكال بمقياس 100/1



المطلوب استنتج وارسم المساقط الأخرى والمقاطع للجدران الاستنادية من المسقط المرقم المبين أدناه



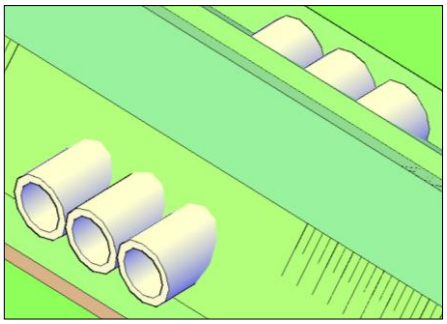



0,7
1,7
1
0,25
2,5
3,95
0,3
(8.20)
(8.00)
(1.00)
(7.80)
0,25
6:1
1,5
(7.00)
(7.10)
(1.00)
(8.00)
(0.00)
2,3
0,2
0,5
(3.7)
0,3
0,2
30
4:1
3,5
0,1
(5.90)
0,25
0,28
4:1
2
(5.60)
0,8
1,45
0,40,8
4
(1.00)
(5.00)
3,6
0,25
(4.90)
(6.20)
1,47
0,17
(6.00)
0.25
0.30
(2.00)
0,25
2
0,7
0,25
0,8
3,3
(2.00)
0,75
0,25
1,2
(7.00)
(8.20)
0,3
1:1
(1.00)
4
(4.20)
0,25
(4.00)
1,5
1
0,5
(8.00)
0,25
(0.00)
0,3
(-1.00)
0,25
1
1
4
(7.00)
3
1
(8.20)
4
0,7
(0.00)
0,3
0,3
1,3

تمثيل المنشآت المائية
العبارات

تعريف العبارة :

العبارة منشأة هندسية تستخدم لتمرير المياه (مياه الأمطار والسيول أو الساقية أو النهر) تحت الطريق من أحد الجانبين إلى الجانب الآخر (الشكل ٣-١) . تتكون العبارة من مجرى مائي مغلق ، حيث يكون محور العبارة عمودياً على الطريق ، أما مقطع العبارة فيكون إما دائرياً مصنوع من الحديد أو البيتون المسلح ، أو مستطيلاً مصنوع من البيتون المسلح .

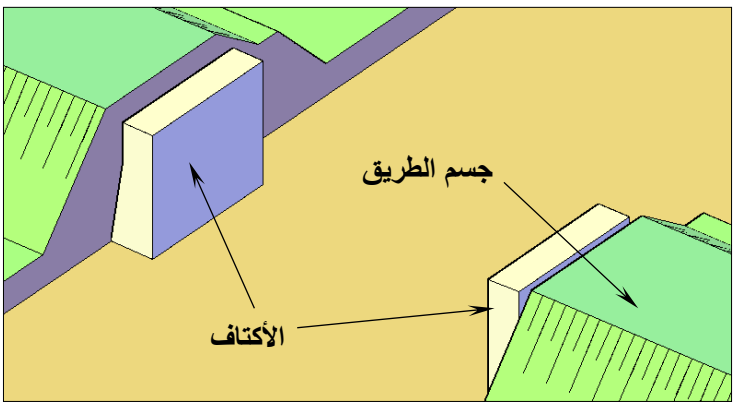


الشكل (٣ – ١)

أقسام العبارة :

- **جدران الكتف :**

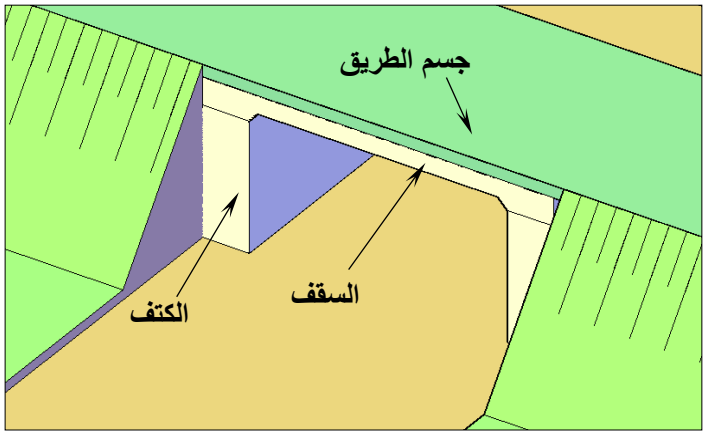
في البداية تتم عمليات حفر وتسوية ترابية لتجهيز القسم من الطريق المخصص لبناء العبارة ، ولمنع انهيار تربة الطريق على المكان المخصص لمرور المياه يتم بناء جدران استنادية تعمل على حجز تربة جسم الطريق ومنعها من الانهيار على مجرى المياه ، حيث يكون الوجه القائم في هذه الجدران من جهة المياه والوجه المائل من جهة التربة . تسمى هذه الجدران بالأكتاف (الشكل ٣-٢) وتبنى من البيتون العادي أو المسلح .



الشكل (٣ – ٢)

- **السقف :**

لتشغيل الطريق المارة فوق العبارة نضع فوق الكتفين بلاطة مصنوعة من البيتون المسلح تستند على السطح العلوي في جدران الكتف الذي يكون مهيأ بشكل هندسي لاستناد السقف عليه ، ثم يتم ردم التربة فوق السقف وتسوية الطريق ليصبح جاهزاً للاستخدام (الشكل ٣-٣) .



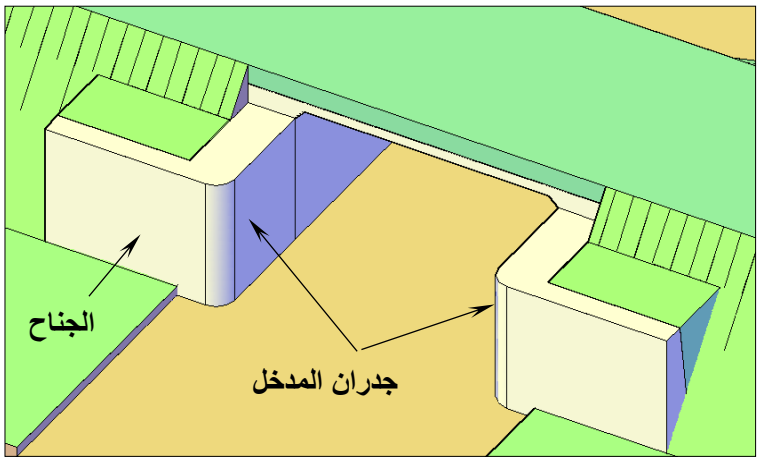
الشكل (٣ – ٣)

- **جدران المدخل :**

لحماية التربة الواقعة على جانبي فتحة العبارة من الانجراف أثناء مرور المياه ودخولها في فتحة العبارة ، يعمد إلى بناء جدران استناديه تحمي الكتل الترابية على الجانبين وتمنعها من الانجراف ، تسمى هذه الجدران بجدران المدخل (الشكل ٣-٤) . يتألف جدار المدخل من قسمين :

- الجدار نفسه الذي هو استمرارية لجدار الكتف وهو جدار استنادي من النوع المستقيم .
- الجناح الذي يتعامد مع الجدار وهو أيضاً جدار استنادي من النوع المستقيم .

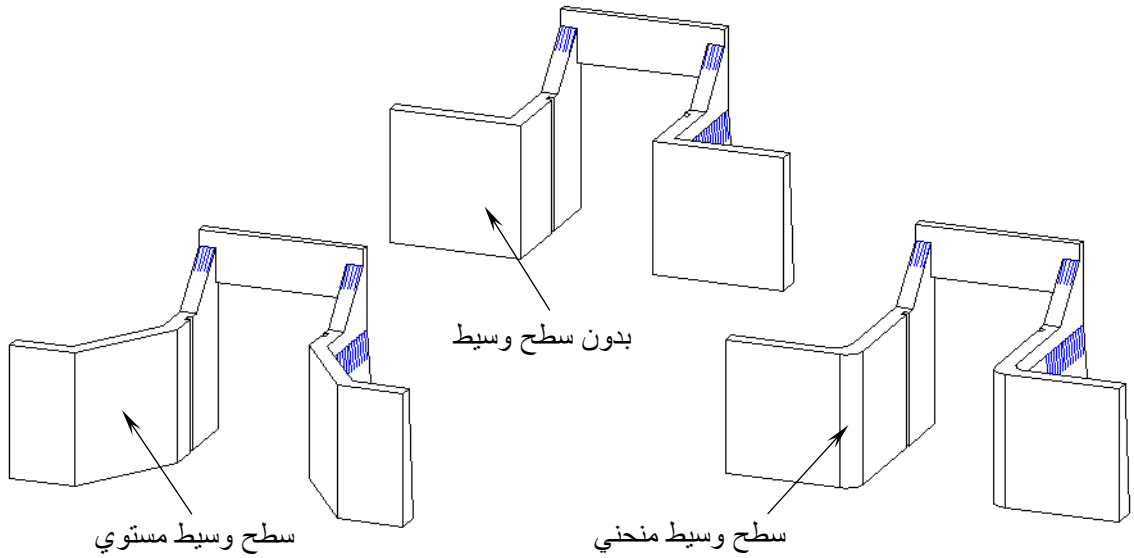
ومهمة الجناح تلقي صدمات المياه القادمة بقوة وتوجيهها للدخول في فتحة العبارة ومنع تجمعها خلف جدران المدخل الذي يؤدي إلى حدوث دوامات وجرف التربة .



الشكل (٣ – ٤)

يكون الوجه القائم في جدران المدخل من جهة المياه والوجه المائل من جهة التربة ، وتشكل هذه الجدران استمرارية لجدران الكتف ، حيث تصنع من مادة البيتون العادي أو المسلح .

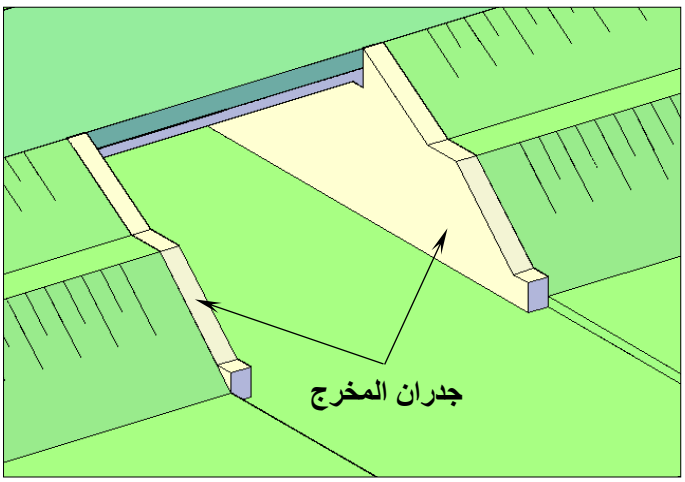
تأخذ جدران المدخل أشكالاً مختلفة تبعاً لمكان بناء العبارة ولكمية المياه المارة فيها ولأمور تصميمية أخرى . حيث يتغير شكل السطح الوسيط الواصل بين جدار المدخل والجناح والذي يساعد على توجيه حركة المياه إلى فتحة العبارة (الشكل ٣-٥) .



الشكل (٣ – ٥)

- **جدران المخرج :**

وهي جدران استنادية تعمل على حجز التربة من الجانبين مكان خروج المياه وهي ليست بحاجة إلى جدران أجنحة ، وتكون هذه الجدران من النوع المائل سطحها العلوي يساير السطح العلوي للتربة المردومة خلفها . وتشكل هذه الجدران أيضاً استمرارية لجدران الكتف ، حيث يكون فيها الوجه الجانبي القائم من جهة المياه والوجه المائل من جهة التربة (الشكل ٣-٦) .



الشكل (٣ – ١)

وبذلك تكون الأقسام الرئيسية في العبارة هي :

جسم العبارة : هو القسم الوسطي الذي يتألف من الكتفين والسقف .

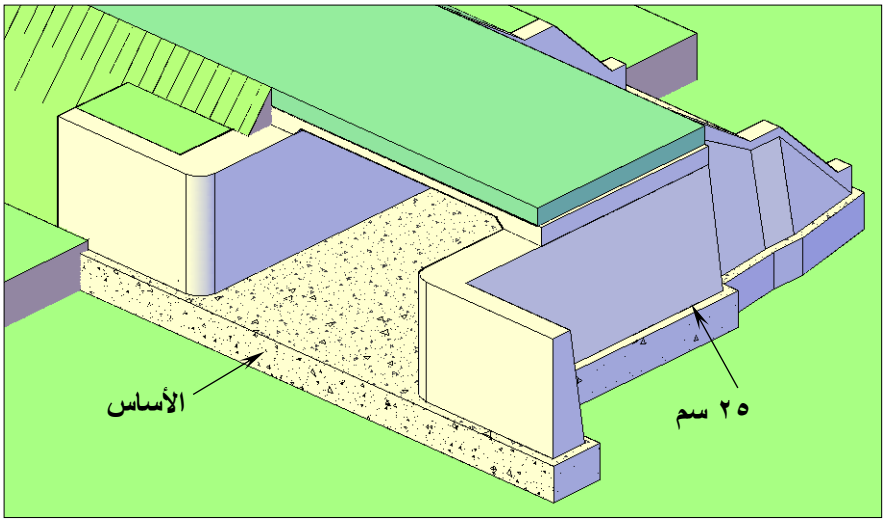
مدخل العبارة : مكان دخول المياه والذي يتألف من جدران المدخل المجنحة .

مخرج العبارة : مكان خروج المياه الذي يتألف من جدران المخرج المائلة .

- **الأساس :**

لا يمكن بناء العناصر السابقة على التربة مباشرة وخاصة أنها تربة مشبعة بالمياه لأن أوزانها ثقيلة ويمكن أن تنغرس في التربة ، لذلك يتم تنفيذ أساس يحمل جميع العناصر ويوزع وزنها إلى الأرض .

يصنع الأساس من مادة البيتون المغموس الذي يتكون من البحص والرمل والاسمنت وحصويات أو حجارة كبيرة . يتراوح ارتفاع الأساس بين ٥٠ و ١٥٠ سم أما أبعاده الأفقية فهو يحيط بجميع العناصر ويزداد عرضه من جميع الجوانب عند أسفل الجدران بمسافة ثابتة لا تقل عن ٢٥ سم .

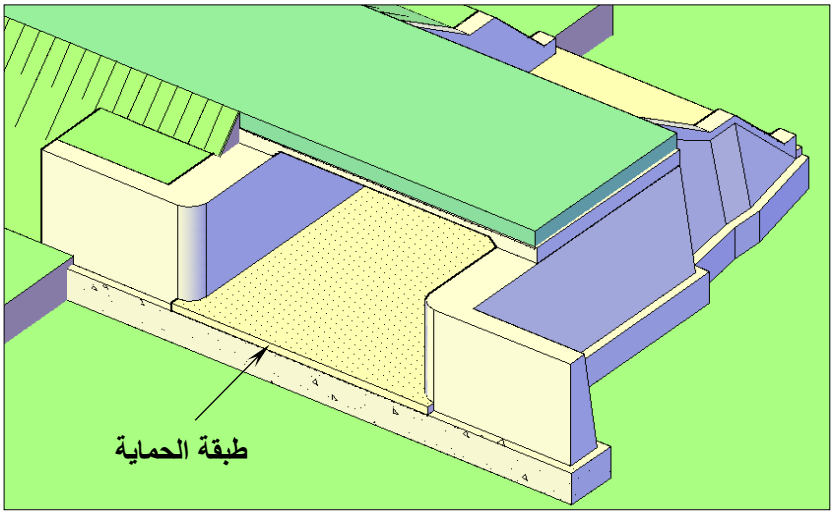


الشكل (٣ – ٧)

- **طبقة الحماية :**

إن السطح الخشن للأساس وبروز نتوءات الحجارة والحصى من سطحه العلوي يعمل على عرقلة مرور المياه في مجرى العبارة مما يؤدي إلى ترسب المواد العالقة بالمياه وانسداد العبارة مع الزمن ، لذلك يعمد إلى صب طبقة فوق الأساس مكان مرور المياه في فتحة العبارة بين الجدران ، مصنوعة من الاسمنت المقوى لا تقل سماكتها عن ١٠ سم (عادة ٢٥ سم) .

يكون السطح العلوي في هذه الطبقة من النعومة بحيث يمنع ترسب المواد العالقة بالمياه ويساعد على سهولة حركة وانزلاق المياه في مجرى العبارة ، كما تعمل هذه الطبقة على حماية الأساس من التشققات الناتجة عن تغير درجات الحرارة بسبب وجود المياه في أحد الفصول وعدم وجودها في فصل آخر ، لذلك تسمى هذه الطبقة بطبقة الحماية .

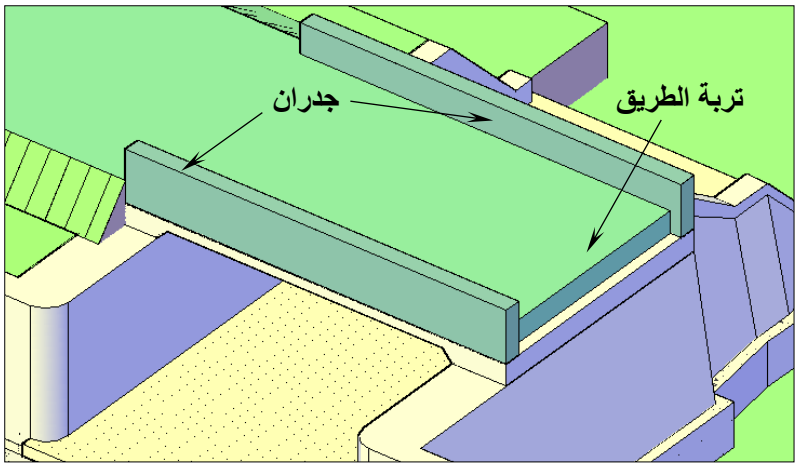


الشكل (٣ – ٨)

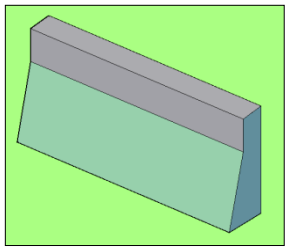
- **جدران التصوينة :**

لمنع انهيار التربة وأية مواد أخرى من الطريق موجودة فوق سقف العبارة على مجرى المياه عند مدخل العبارة ومخرجها ، يعمد إلى بناء جدار مصنوع من مادة البلوك أو من مادة البيتون العادي أو المسلح يقوم بحجز التربة ومنعها من السقوط في مجرى المياه ، يسمى هذا الجدار بجدار التصوينة ، ويكون مقطع جدار التصوينة عادة على شكل مستطيل (الشكل ٣-٩) سماكته بحدود ٢٠ سم وارتفاعه بحدود ٦٠ إلى ٧٠ سم .

في حال كان ارتفاع الردم فوق سقف العبارة كبيراً لسبب من الأسباب ، عندها يصبح هذا الجدار استنادياً لأنه يحجز خلفه كمية من التربة ، في هذه الحالة يكون لهذا الجدار وجه قائم من الجهة الخارجية ووجه مائل من جهة تربة الطريق ، ويكون للحافة العلوية في هذا السطح المائل نفس منسوب سطح الطريق فوق سقف العبارة (الشكل ٣-١٠) .



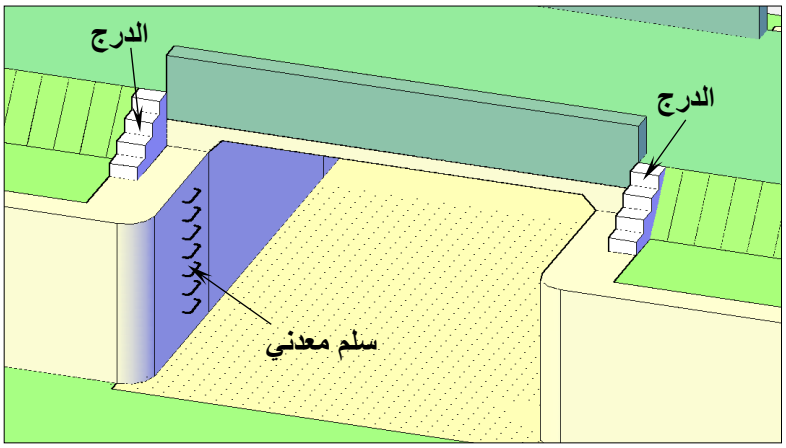
الشكل (٣ – ٩)



الشكل (٣ – ١٠)
جدار تصوينة استنادي

- **الدرج :**

لإجراء عمليات صيانة في العبارة لا بد من إنشاء ممر يسهل على عامل الصيانة الوصول من سطح الطريق إلى أرضية العبارة ، فإذا كان فرق المنسوب بين سطح الطريق وسطح جدار المدخل كبيراً ، عندها يعمد إلى بناء درج يصل بين سطح الطريق وسطح جدار المدخل . ومن سطح جدار المدخل إلى باقي عناصر العبارة يمكن الانتقال عبر سلالم معدنية مثبتة في هذه الجدران (الشكل ٣-١١) .

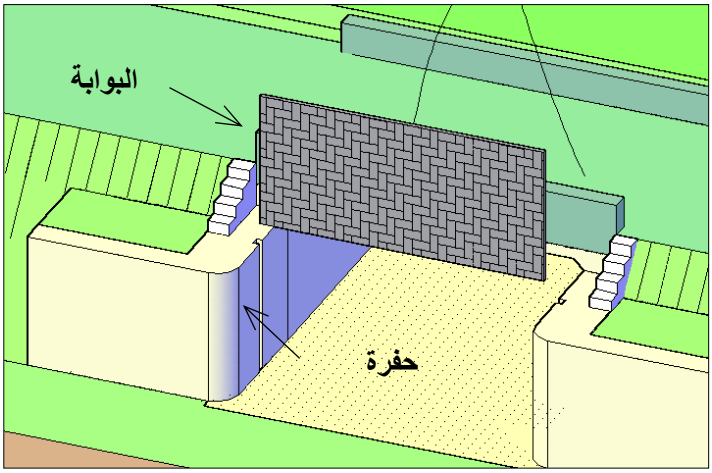


الشكل (٣ – ١١)

- **البوابة والسكة :**

للتحكم بكمية المياه المارة بالعبارة ، أو لإيقاف مرور المياه أثناء إجراء عمليات الصيانة ، يعمد إلى إنزال بوابة ضمن حفرتي سكة على شكل مجراية أبعادها ١٠ × ١٠ سم موجودتين في جداري المدخل بشكل متقابل ، مما يساعد عند إنزال ورفع البوابة على التحكم بكميات المياه المارة في العبارة ، وعند إغلاقها نهائياً يمكن إجراء عمليات الصيانة (الشكل ٣-١٢) .

تصنع البوابة عادة من مواد مختلفة لا تتأثر بالمياه وباعتبار أن وزنها كبيراً يتم رفعها عن طريق رافعة أو بواسطة مسننات موجود في حفرة السكة تتحرك كهربائياً .



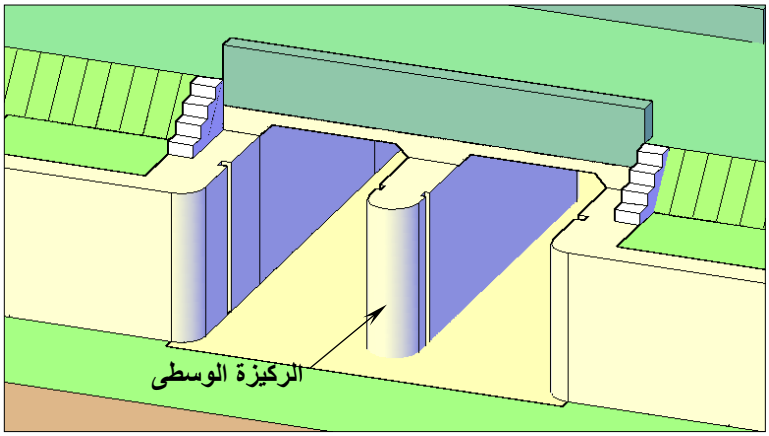
الشكل (٣ – ١٢)

- **الركيزة الوسطى :**

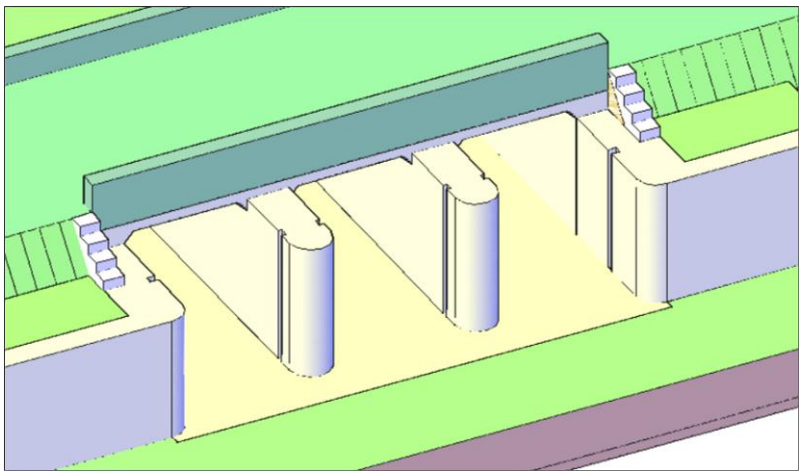
إذا كانت كمية المياه المارة في العبارة كبيرة ، عندها يعمد إلى زيادة أبعاد فتحة العبارة وذلك بزيادة المسافة بين جداري الكتف الحاملين لسقف العبارة ، وفي هذه الحالة يضاف جدار وسطي بين جداري الكتف يساعد على حمل السقف ومنعه من التقوس أو الانكسار ، يسمى هذا الجدار بالركيزة الوسطى ، وهو جدار عادي سماكته ثابتة على كامل ارتفاع الجدار . وكلما زادت مسافة فتحة العبارة ، أي البعد بين جدران السقف ، زاد معها طول السقف مما يستدعي زيادة عدد الركائز الوسطى (الشكل ٣-١٣) .

تكون مقدمة ومؤخرة جدار الركيزة الوسطى على شكل سطح منحني يساعد على توجيه المياه وانزلاقها للدخول والخروج من وإلى العبارة وعدم حدوث دوامات .

في أغلب الأحيان ، يتم تمديد جدار الركيزة الوسطى عند مدخل العبارة إلى الأمام ، وصنع حفرتي سكة على جانبيه تتوافق مع حفر السكك في جدران المدخل ، وبذلك يصبح أكثر من فتحة في العبارة مما يساعد على إغلاق إحداها وإجراء عمليات الصيانة بينما تمر المياه في الفتحات الأخرى .



الشكل (٣-١٢) عبارة بفتحتين



الشكل (٣ – ١٢) عبارة بثلاث فتحات

أقسام العبارة ورموز المواد المصنوعة منها :

بعد إزالة الأتربة عن جميع عناصر العبارة تظهر العناصر البيتونية فيها (الشكل ٣-١٤) ، حيث تتكون هذه العناصر من حيث المواد المصنوعة منها من الأقسام التالية :

الأساس : وهو الحامل لجميع عناصر العبارة ويصنع من البيتون المغموس .

طبقة الحماية : تغطي سطح الأساس مكان مرور المياه فقط ، وتصنع من الاسمنت المقوى .

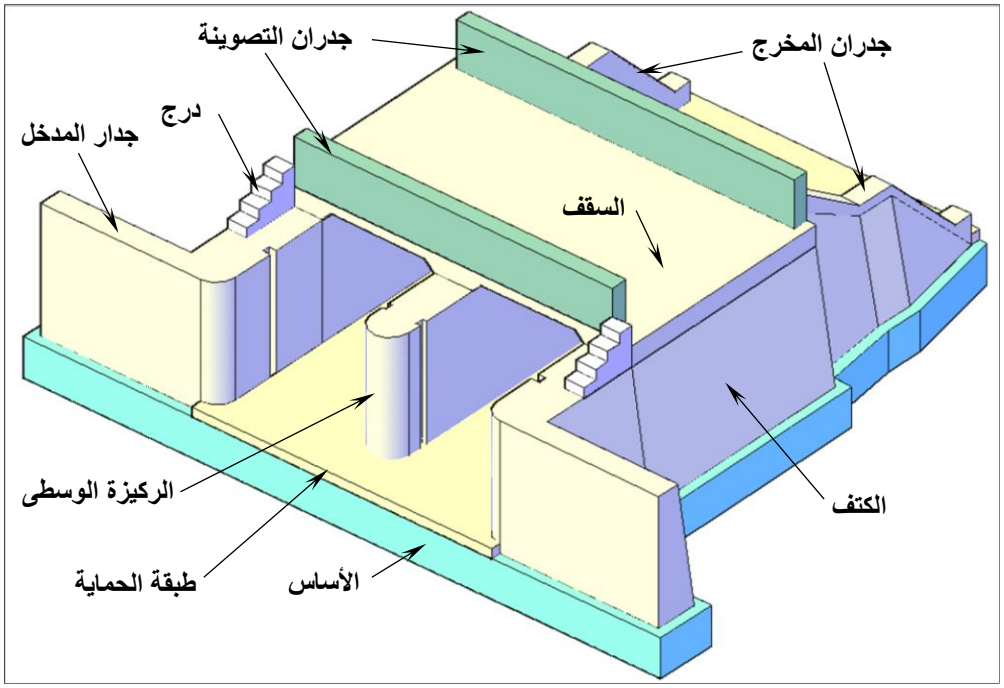
جدران المدخل والمخرج والأكتاف : وهي جدران استنادية تصنع من مواد مختلفة ، نختار مادة البيتون العادي في رسومات الوظائف .

الركيزة الوسطى : جدار عادي حامل للسقف ، نختار له أيضاً مادة البيتون العادي .

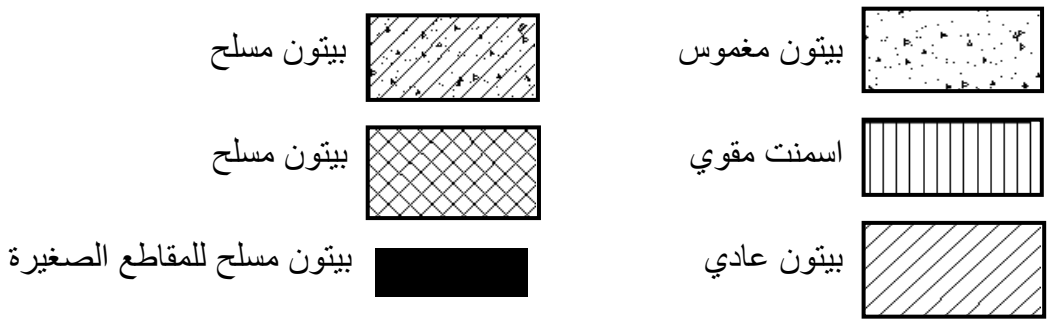
جدران التصوينة : جدران عادية أو استنادية ، ونختار لها كباقي الجدران مادة البيتون العادي

سقف العبارة : الحامل لجسم الطريق ، يصنع من البيتون المسلح حتماً .

يوضح الرسم أدناه المنظور الفراغي للعبارة البيتونية ورموز تهشير المواد المصنوعة منها .



الشكل (٣ – ١٤)

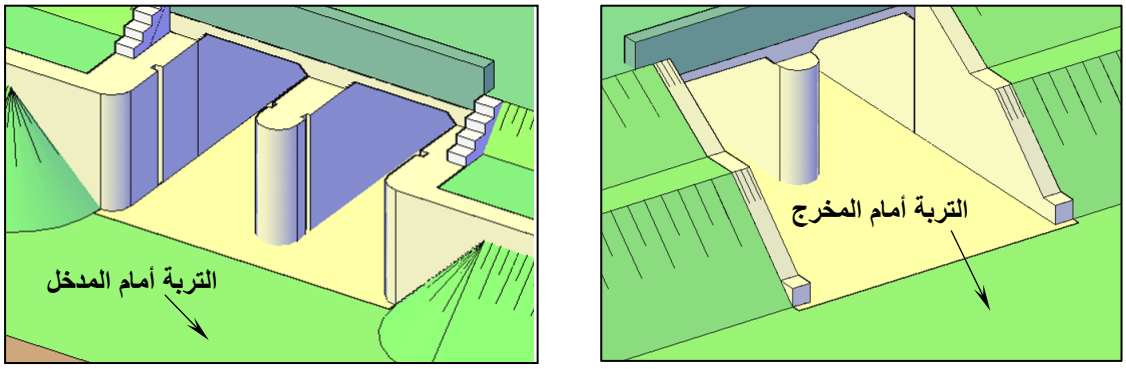


قواعد ردم السطوح الترابية في العبارات :

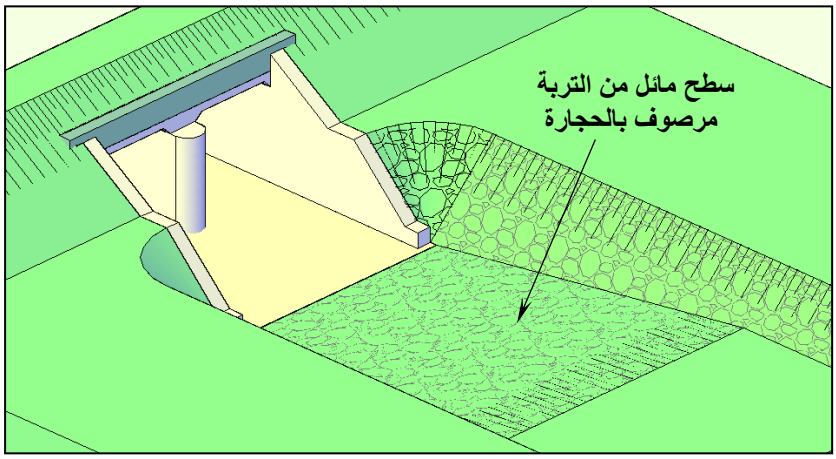
- **التربة أمام مدخل ومخرج العبارة :**

يجب أن يكون منسوب سطح التربة أمام مدخل العبارة ومخرجها له نفس منسوب سطح طبقة الحماية ، حيث أن المنسوب الأعلى يؤدي لجرف التربة والمنسوب الأخفض يؤدي لظهور درجة وحدوث دوامات (الشكل ٣-١٥) .

في بعض الحالات نضطر لرفع منسوب سطح التربة أمام المدخل أو المخرج بالتدريج كلما ابتعدنا عن العبارة ، وذلك عبر سطح مائل يتراوح ميله بين 1:10 و 1:20 (الشكل ٣-١٦) . حيث يتم رصف هذا السطح المائل بالحجارة مما يؤدي إلى تهدئة سرعة المياه الخارجة من العبارة عندما اصطدامها بالحجارة المرصوفة .



الشكل (٣ – ١٥)

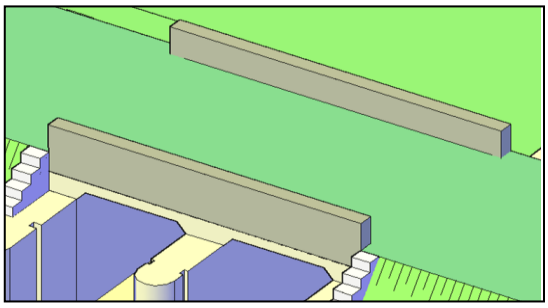


الشكل (٣ – ١٦)

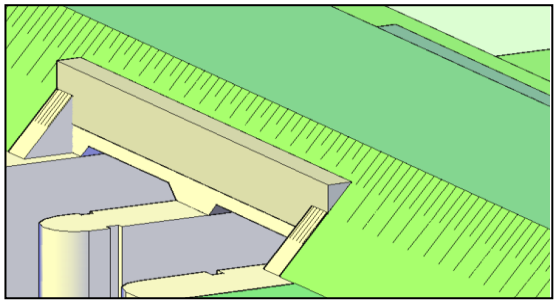
- **التربة فوق سقف العبارة :**

إذا كان ارتفاع الردم فوق سقف العبارة قليلاً ، عندها يكون منسوب سطح الطريق أخفض من سطح جدران التصوينة (الشكل ٣-١٧) . أما إذا زاد ارتفاع الردم فوق سقف العبارة فالحل هو إما زيادة ارتفاع جدران التصوينة لتصبح جدران استنادية حاجزة للتربة كما ذكرنا سابقاً .

أو استخدام الحل الموضح على الشكل (٣-١٨) ، حيث يتوسط بين سطح الطريق وجدران التصوينة سطحاً مائلاً من التربة يعمل على خفض ارتفاع التربة بالتدريج كلما اقتربنا من جدران التصوينة ليصبح المنسوب يساوي منسوب سطح جدران التصوينة أو أخفض .



الشكل (٣ – ١٧)



الشكل (٣ – ١٨)

- **التربة خلف جدران المدخل والمخرج :**

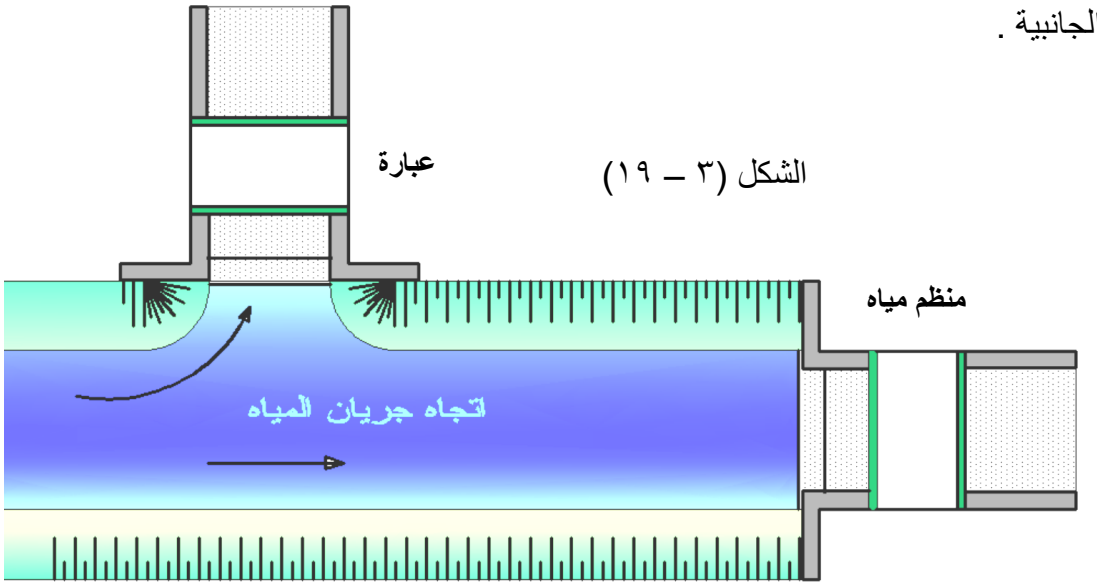
إن السطوح العلوية في التربة المحجوزة خلف جدران المدخل والمخرج تساير السطوح العلوية لهذه الجدران ، أي أن لها نفس المنسوب ونفس الميل . خلاف ذلك يتم كتابة المنسوب أو الميل على جميع السطوح الترابية والبيتونية .

- **التربة أمام جدران الأجنحة :**

هناك نوعان من العبارات التي تبنى على أقنية الري (الشكل ٣- ١٩) :

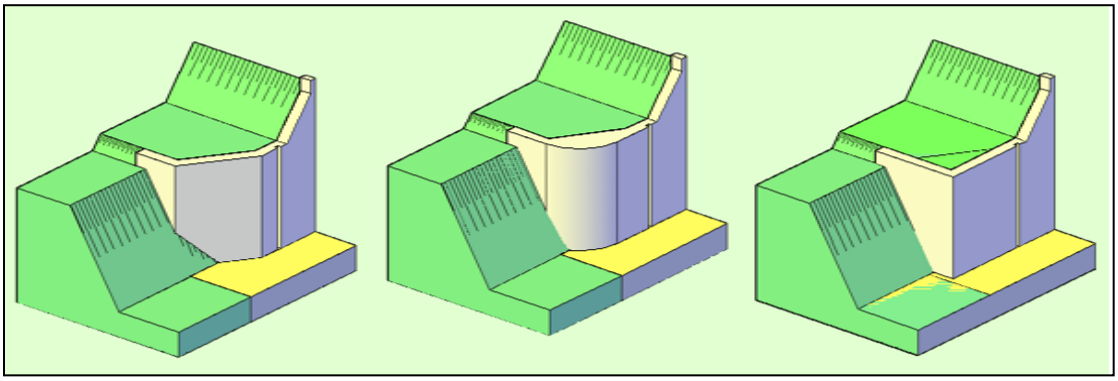
النوع الأول عندما تبنى العبارة على مجرى المياه مباشرة في قناة الري ، وبذلك تعمل العبارة كمنظم لمرور المياه في قناة الري ، وتسمى العبارة في هذه الحالة بمنظم مياه .

النوع الثاني عندما تبنى العبارة على جانب قناة الري ، وفي هذه الحالة يتم فتح البوابة في العبارة لأخذ الكمية اللازمة من المياه ثم يتم إغلاقها لتتابع المياه سيرها في القناة ، وتسمى العبارة في هذه الحالة بالعبارة الجانبية .

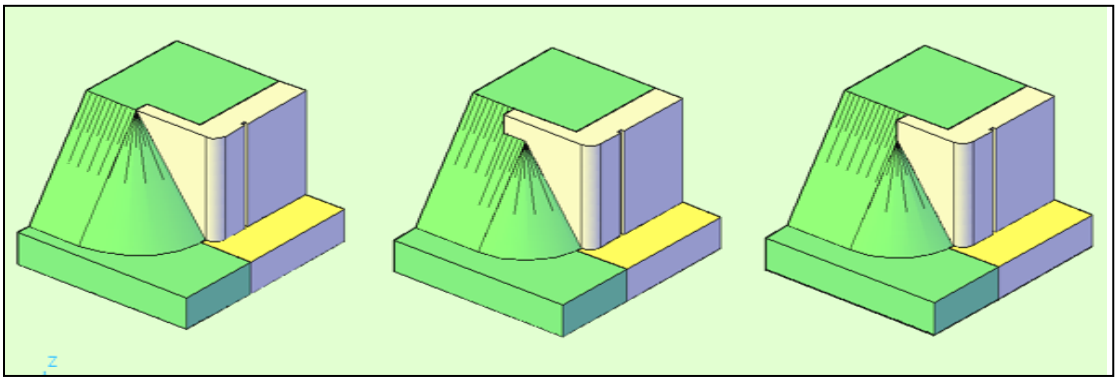


الشكل (٣ – ١٩)

في حالة منظم المياه تجد أن مستويات الحفر في قناة الري تتعامد مع السطح الشاقولي لجدران الأجنحة (الشكل ٣ – ٢٠) ، أما في حالة العبارة الجانبية تجد توضع مخاريط ترابية أمام جدران الأجنحة تساعد على توجيه المياه إلى داخل العبارة (الشكل ٣–٢١) .



الشكل (٣ – ٢٠)



الشكل (٣ – ٢١)

أنواع العبارات :

إن طبيعة المنطقة التي يتم بناء العبارة عندها ، بالإضافة إلى نوع المواد المتوفرة وعوامل أخرى ، تلعب دوراً في اختيار نوع العبارة مع العلم أن الفارق بين نوع عبارة ونوع آخر محصور فقط بالقسم الوسطي من العبارة الذي يسمى بجسم العبارة .

- **العبارة المسطحة :**

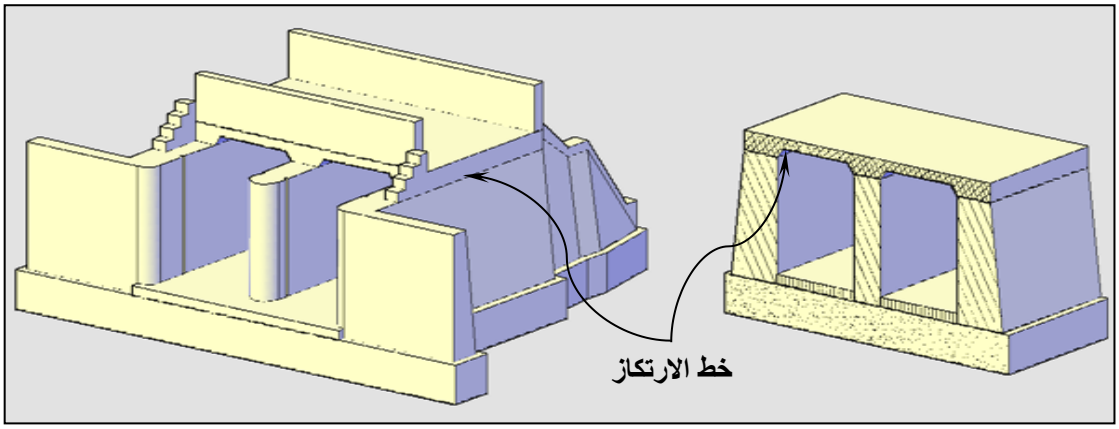
وهي العبارة التي يكون فيها سطح السقف المصنوع من البيتون المسلح أفقياً ، حيث يفصل بينه وبين جدران الكتف المصنوعة من البيتون العادي خط الارتكاز (الشكل ٣-٢٢) .

- **العبارة القوسية :**

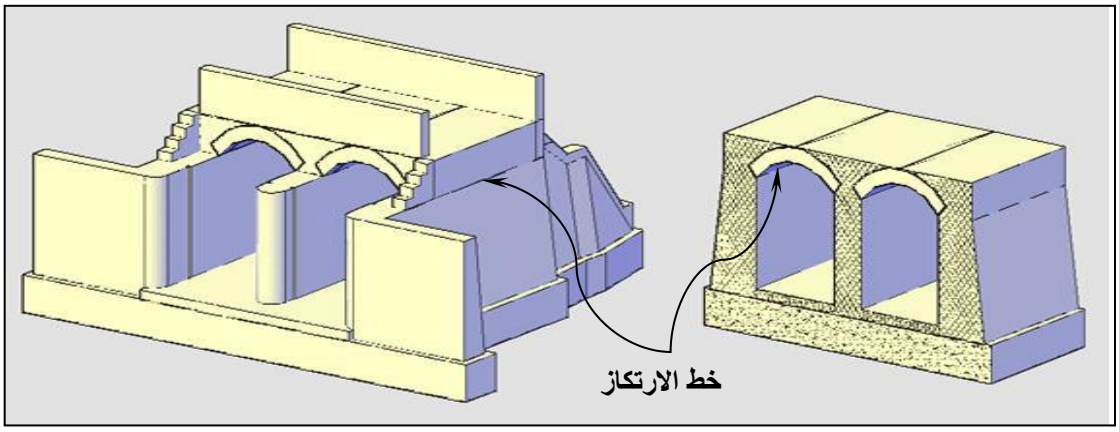
وهي تشبه العبارة المسطحة بكل أجزائها ، وتختلف عنها فقط في أن السقف فيها على شكل قبوة ، أي سقف قوسي . يصنع السقف القوسي من الحجارة أو البيتون المسلح مسبق الصنع ، وهو يستند على جدران الكتف حيث السطوح العلوية فيها مهيأة لاستناد السقف عليها .

باعتبار أن سطح السقف في العبارات القوسية منحني لذا يصار إلى صب مادة البيتون العادي أو المغموس فوقه ليصبح سطحه أفقياً (الشكل ٣-٢٣) ، ومن ثم يتم ردم الأتربة وتسويتها لتجهيز الطريق . وكما هو في العبارة المسطحة يوجد خط ارتكاز يفصل بين سطح السقف المنحني من الأسفل وسطح جدار الكتف المصنوع من البيتون العادي .

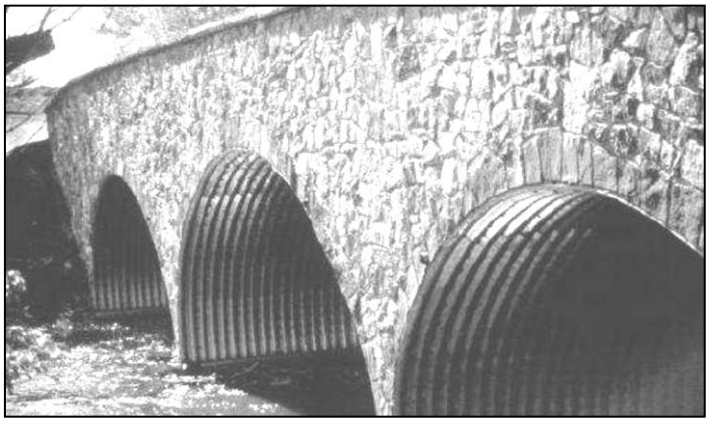
تبين الصورة على الشكل (٣-٢٤) عبارة قوسية بثلاث فتحات مصنوعة من الحجارة .



الشكل (٣ – ٢٢)



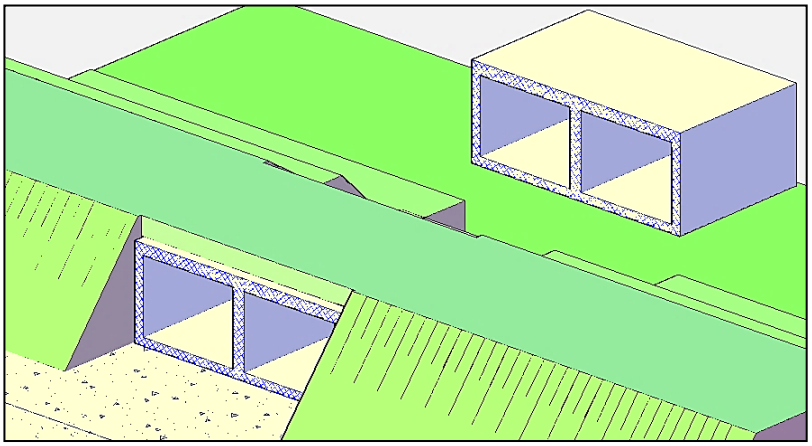
الشكل (٣ – ٢٣)



الشكل (٣ – ٢٤)

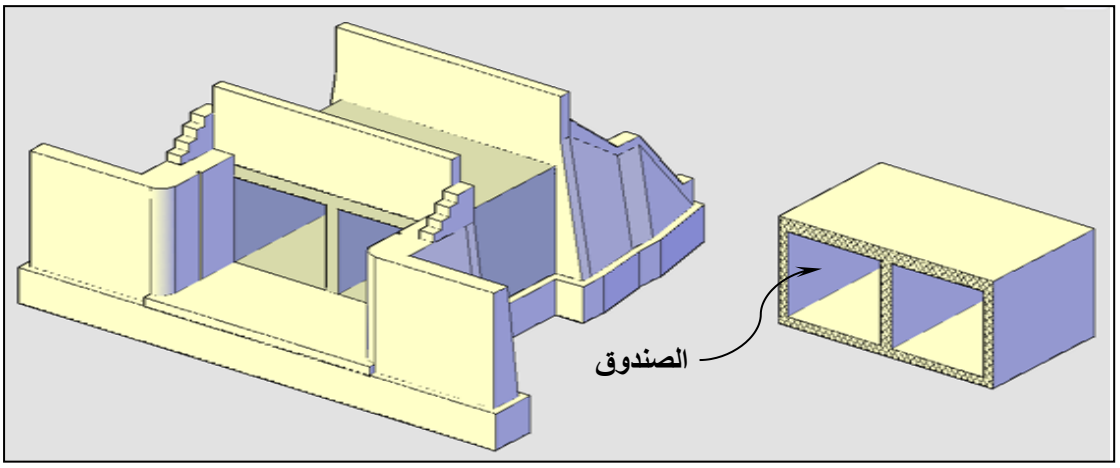
- **العبارة الصندوقية :**

يتم بناء العبارات الصندوقية في المناطق التي نحتاج فيها إلى السرعة في التنفيذ ، حيث يصار إلى دمج جميع العناصر التابعة لجسم العبارة (عدا الأساس) بجزء واحد على شكل صندوق يصنع مسبقاً من البيتون المسلح وينقل ليوضع فوق الأساس الذي ينفذ في المكان ، ثم يسوى الطريق فوق السقف ليصبح صالحاً للاستخدام (الشكل ٣-٢٥أ) . أما بقية العناصر التابعة لمدخل ومخرج العبارة فيتم تنفيذها في المكان في وقت لاحق .



الشكل (٣ – ٢٥ أ)

يجب الانتباه إلى أن طبقة الحماية في العبارة الصندوقية توجد فوق الأساس عند المدخل والمخرج فقط ، بينما تشكل أرضية الصندوق المصنوعة من البيتون المسلح طبقة الحماية في منطقة جسم العبارة .



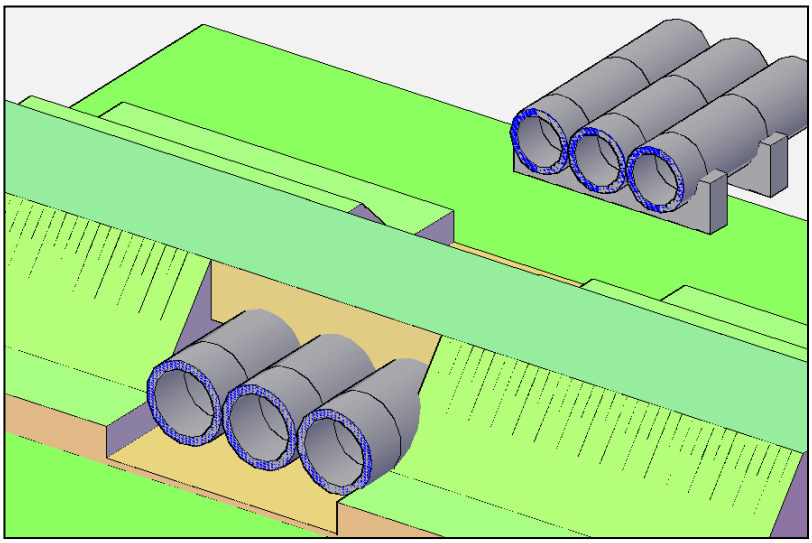
الشكل (٣ – ٢٥ب)

- **العبارة الأنبوبية :**

وهي تشبه العبارة الصندوقية ، لكنها تختلف عنها بأنه بدل الصندوق الذي تكون فيه فتحة العبارة على شكل مستطيل تستخدم قساطل دائرية مصنوعة من البيتون المسلح أو المعدن ذات أطوال وأقطار مختلفة ، إذ يمكن استخدام القطر المناسب أو عدة قساطل بأقطار محددة ليتم تمرير كمية المياه المطلوبة ، وفي

حال كانت المسافة طويلة بين المدخل والمخرج عندها يمكن جمع عدة قساطل وتدكيكها مع بعضها للحصول على الطول المناسب (الشكل ٣-٢٦أ) .

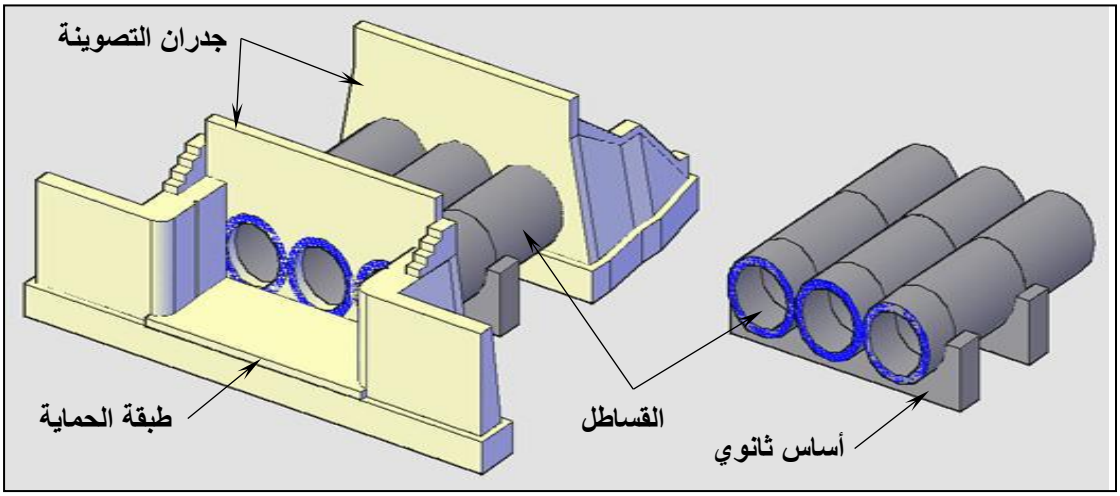
تستند القساطل على الأرض مباشرة لأنها ليست بحاجة إلى أساس فهي متينة تتحمل الضغط العالي ، وفقط يوضع أساس ثانوي في منطقة وصل القساطل مع بعضها لزيادة تثبيت هذه المنطقة ، بينما يستند باقي طول القسطل على الأرض الرملية مباشرة .



الشكل (٣ – ٢٦ أ)

أما جدران التصوينة في المدخل والمخرج فهي تمتد لتستند على سطح الأساس مباشرة ، وتجهز فيها ثقوب دائرية بأقطار تتوافق مع أقطار القساطل الواصلة بين المدخل والمخرج .

يتم إدخال القساطل ضمن الثقوب المجهزة في جدران التصوينة بحيث يستند القسطل عند الثقب على سطح الأساس مباشرة وبحيث يكون منسوب قاع القسطل من الداخل له نفس منسوب سطح طبقة الحماية عند المدخل والمخرج .

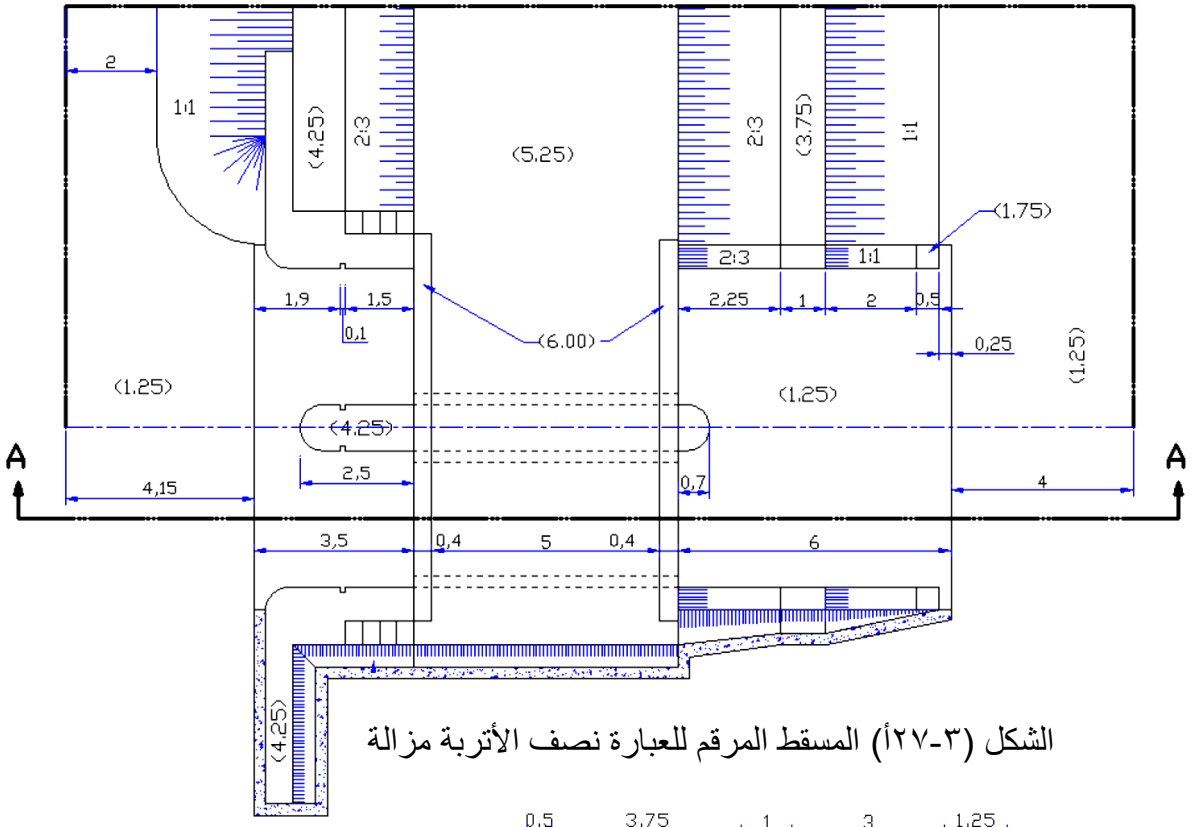


الشكل (٣ – ٢٦)

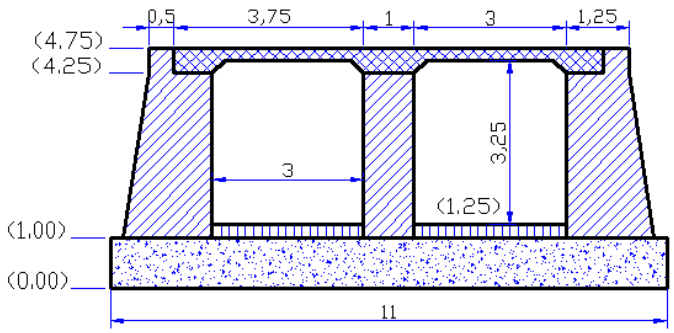
رسم المقطع الطولي والواجهة في العبارة :

يعطى الطالب المسقط الأفقي المرقم للعبارة الأتربة مزالة عن نصفه (الشكل ٣-٢٧) ، وذلك لتوضيح العناصر البيتونية المردومة تحت السطوح الترابية . يوضح المسقط المرقم شكل وتوضع السطوح الترابية المحيطة بالعبارة ، كما يوضح تراكب وتداخل العناصر البيتونية مع بعضها البعض .

تكتب على المسقط المرقم جميع الأبعاد والمناسيب والميول الضرورية ، ومع ذلك تجد أن المسقط المرقم غير كاف لكي يتخيل الطالب العبارة فراغياً ، كما أنه لا يستطيع التمييز أي نوع من العبارات هي من خلال المسقط المرقم فقط . وبما أن الفرق بين العبارات محصور فقط في جسم العبارة لذلك يضاف إلى المسقط المرقم مقطعاً موضعياً في جسم العبارة (الشكل ٣-٢٨) ، ويطلب من الطالب رسم مقطعاً طولياً في العبارة وفق الخط القاطع المار بمنتصف فتحة العبارة (A – A). كما يطلب رسم مسقط واجهة المدخل أو واجهة المخرج .

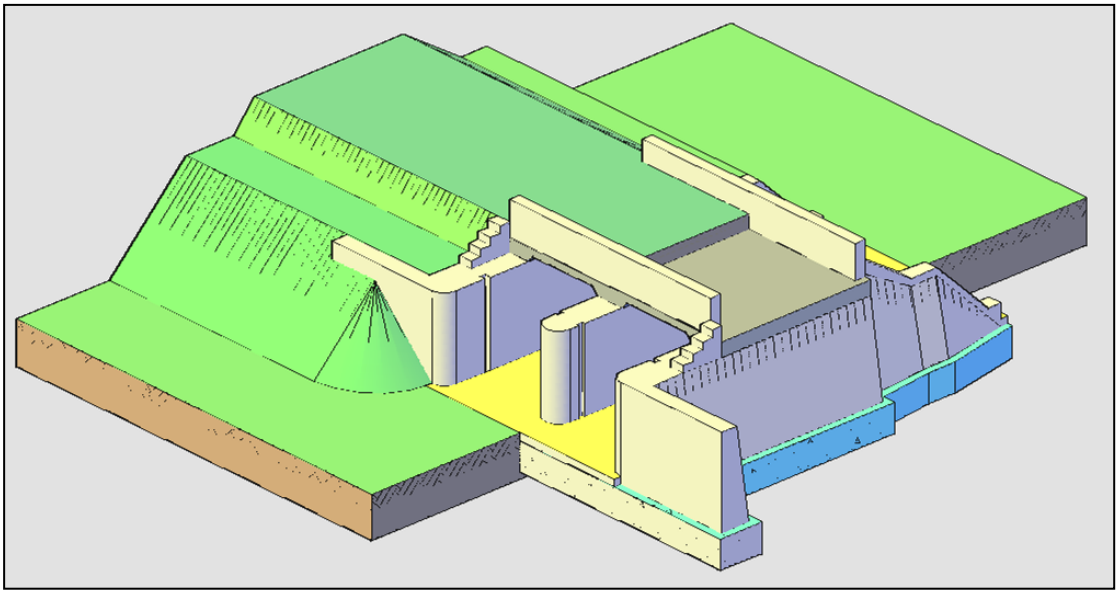


الشكل (٣-٢٧أ) المسقط المرقم للعبارة نصف الأتربة مزالة



الشكل (٣-٢٨) مقطع موضعي في جسم العبارة

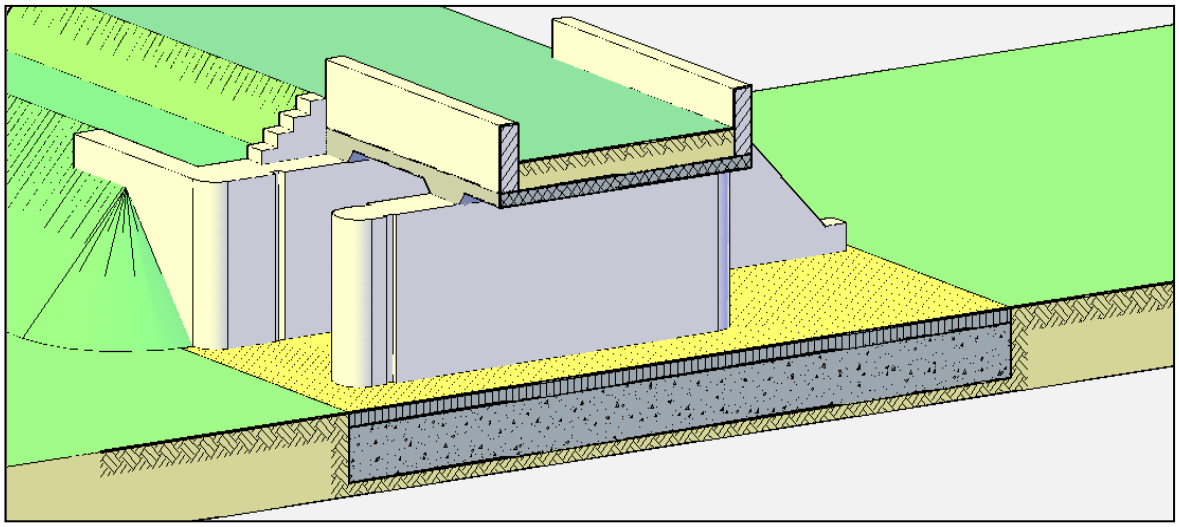
يوضح الشكل (٣-٢٧ ب) المنظور الفراغي لعبارة مياه نصف الأتربة مزالة ، أما الشكل (٣-٢٧ أ) فيوضح المسقط المرقم لهذه العبارة ، بالإضافة إلى المقطع الموضعي في جسم العبارة (الشكل ٣-٢٨) ، الذي يوضح رمز تهشير المواد المقطوعة ونوع العبارة وأبعاد ومناسيب العناصر التابعة لجسم العبارة .



الشكل (٣-٢٧ب) منظور فراغي للعبارة نصف الأتربة مزالة

خطوات رسم المقطع الطولي :

لتسهيل عملية رسم المقطع الطولي في العبارة يفضل ترتيب عملية الرسم وفق التسلسل الذي يوضحه الرسم على المنظور المقطوع وفق الخط القاطع A – A (الشكل ٣-٢٩) . حيث يتم رسم العناصر ابتداءً من الأسفل إلى الأعلى .



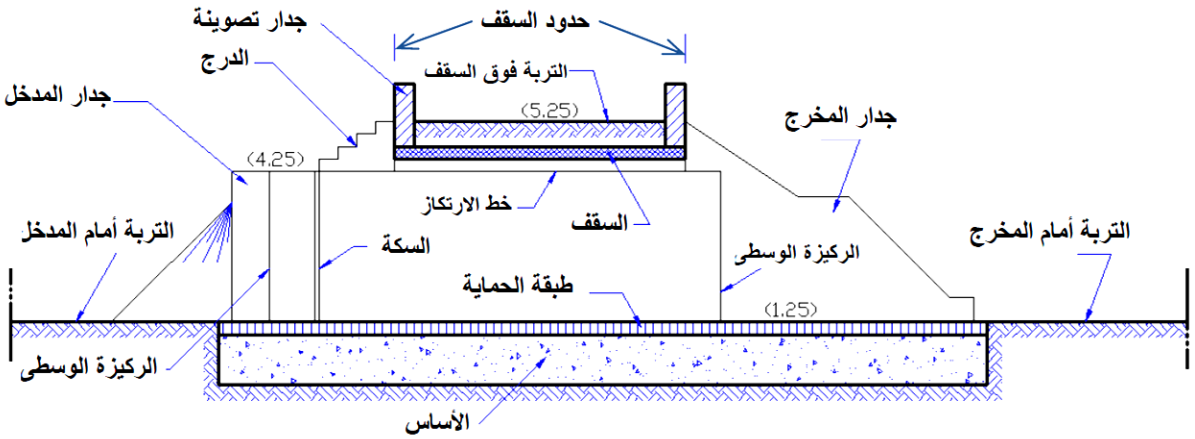
الشكل (٣ – ٢٩)

أولاً – رسم العناصر البيتونية

- العناصر المقطوعة : من الأسفل إلى الأعلى : الأساس ، طبقة الحماية ، السقف ، جدران التصوينة .
- العناصر الغير مقطوعة : نقوم برسم ما تبقى من عناصر بيتونية مرئية ابتداءً من الأقرب فالأبعد : الركيزة الوسطى ، جدار المدخل ، جدار المخرج ، الدرج .

ثانياً – رسم السطوح الترابية

- العناصر المقطوعة : تقع الخطوط المقطوعة من التربة : أمام المدخل ، أمام المخرج ، تحت الأساس ، خط التربة المقطوع من الطريق فوق سقف العبارة .
- العناصر الغير مقطوعة : إسقاط ما تبقى من سطوح ترابية مرئية .



الشكل (٣ – ٣٠)

خطوات رسم واجهة العبارة :

كذلك الأمر بالنسبة لواجهة العبارة ، نقسم عملية الرسم وفق التسلسل التالي الشكل (٣-٣١) :

أولاً – رسم الجانب المزالة عنه الأتربة

على هذا الجانب يتم رسم مسقط جميع العناصر البيتونية التابعة لمدخل العبارة أو مخرجها حتى منتصف جسم العبارة ، بحيث يشمل هذا المسقط الخطوط المرئية والغير مرئية ، حيث نبدأ برسم العناصر من الأسفل إلى الأعلى : الأساس ، طبقة الحماية ، جدار المدخل (أو المخرج) ، الركيزة الوسطى ، الدرج ، جدار التصوينة . يفضل هنا ترك مسقط العناصر التابعة لجسم العبارة إلى خطوة لاحقة .

ثانياً – رسم الجانب المردوم بالتربة

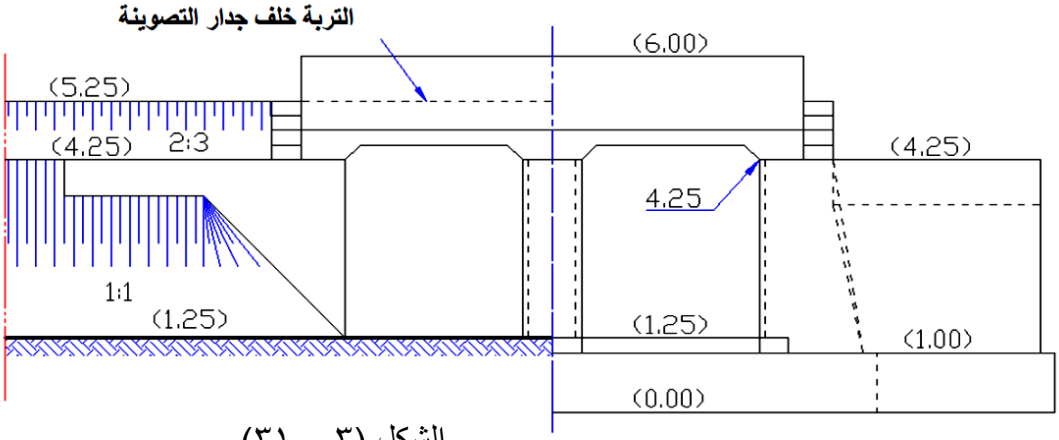
حيث نبدأ برسم مسقط السطوح الترابية الواقعة أمام جدار الجناح (عند رسم واجهة المدخل) ، ثم نقوم برسم العناصر البيتونية المناظرة للعناصر الموجودة على الجانب المزالة عنه الأتربة بعد حجب السطوح البيتونية التي تحجبها الأتربة الواقعة أمام جدار الجناح . ثم نتابع برسم مسقط ما تبقى من سطوح ترابية على هذا الجانب .

ثالثاً – رسم جسم العبارة

نعيد رسم المقطع الموضعي المعطى على مسقط الواجهة المرسوم بالخطوات السابقة بحيث يتم منه رسم الخطوط التي تظهر من خلال فتحة العبارة بخطوط مرئية ، أما باقي الخطوط فترسم بخطوط غير مرئية

ملاحظات :

- إن مسقط واجهة مدخل أو مخرج العبارة لا يحوي عناصر بيتونية مقطوعة .
- ترسم الخطوط الغير مرئية من العناصر البيتونية على الجانب المزالة عنه الأتربة فقط .
- على الجانب المردوم بالتربة ترسم الخطوط الغير مرئية التابعة للسطوح الترابية فقط .

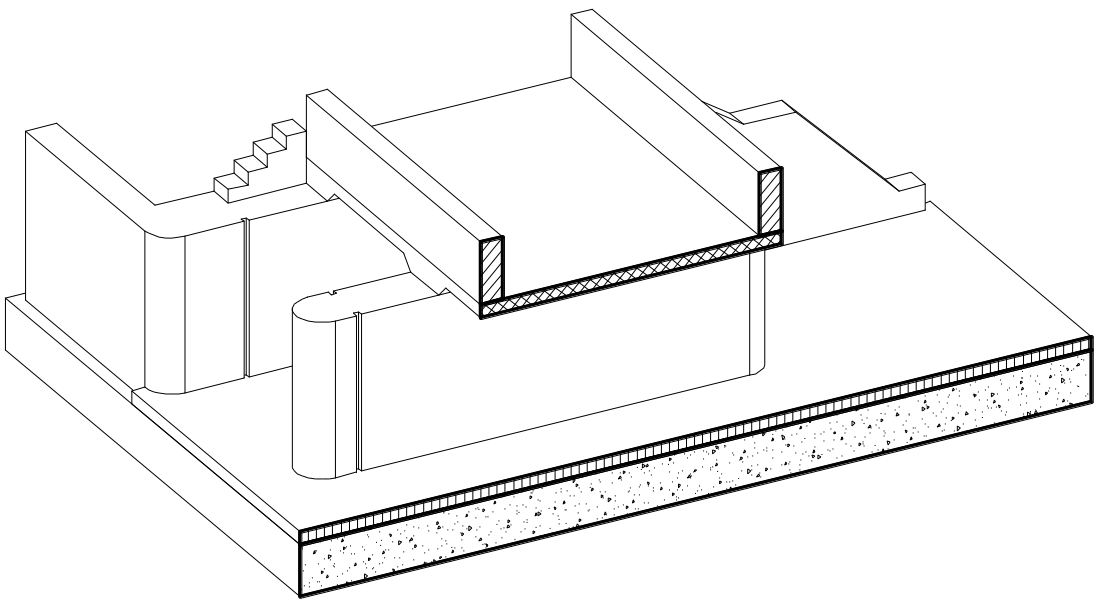


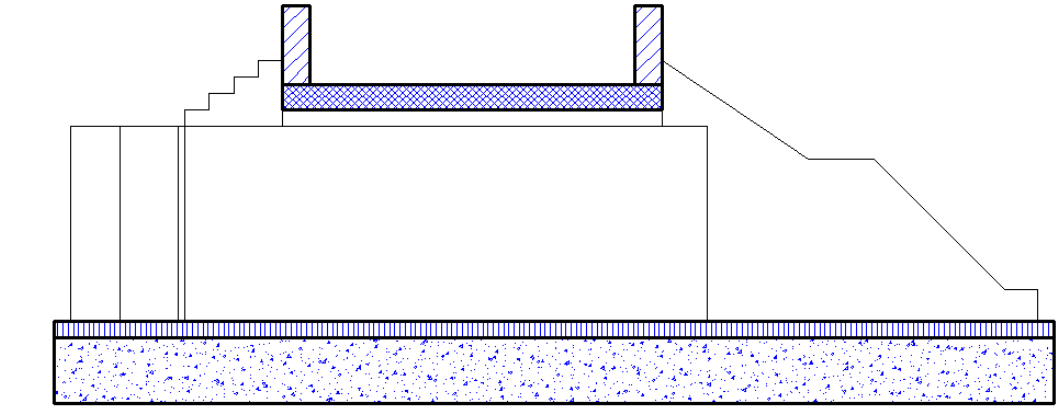
الشكل (٣ – ٣١)

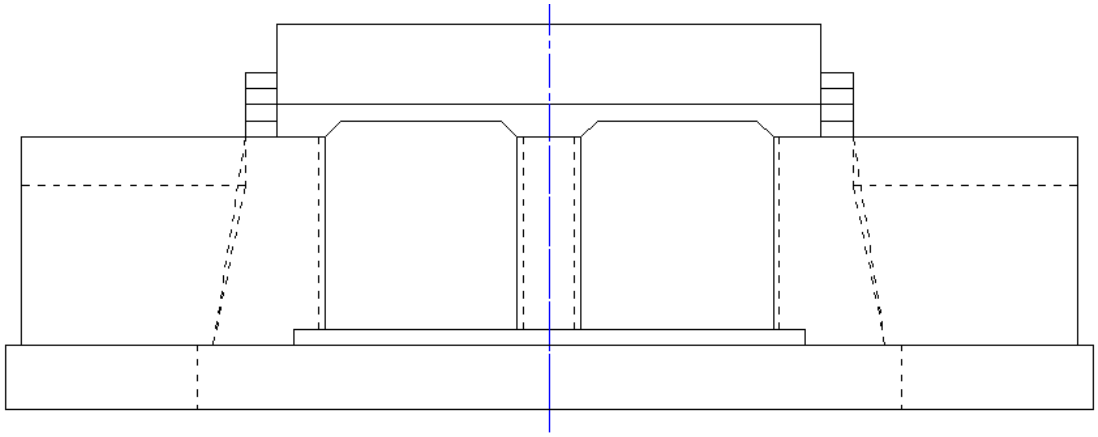
مقارنة بين العبارات في المقطع الطولي والواجهة :

بما أن الفارق الرسومي بين العبارات محصور فقط في العناصر البيتونية التابعة لجسم العبارة ، لذلك سيتم التركيز عند المقارنة بين العبارات على هذا الجزء فقط .

العبارة المسطحة :

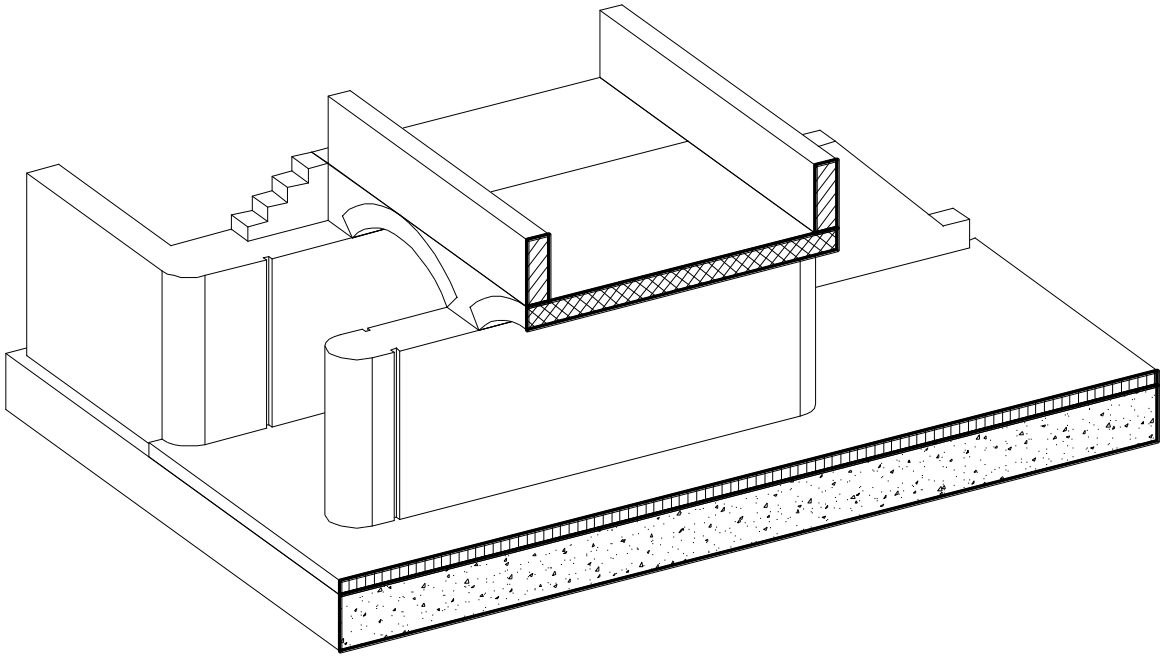


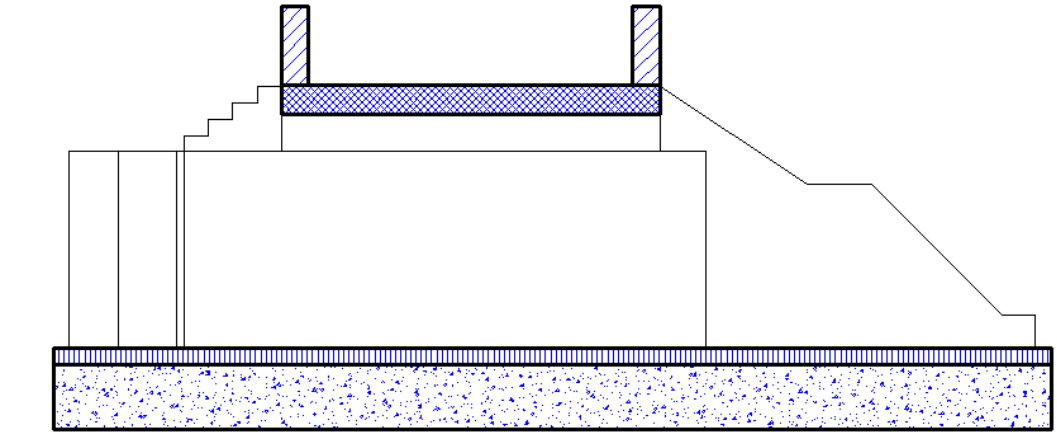


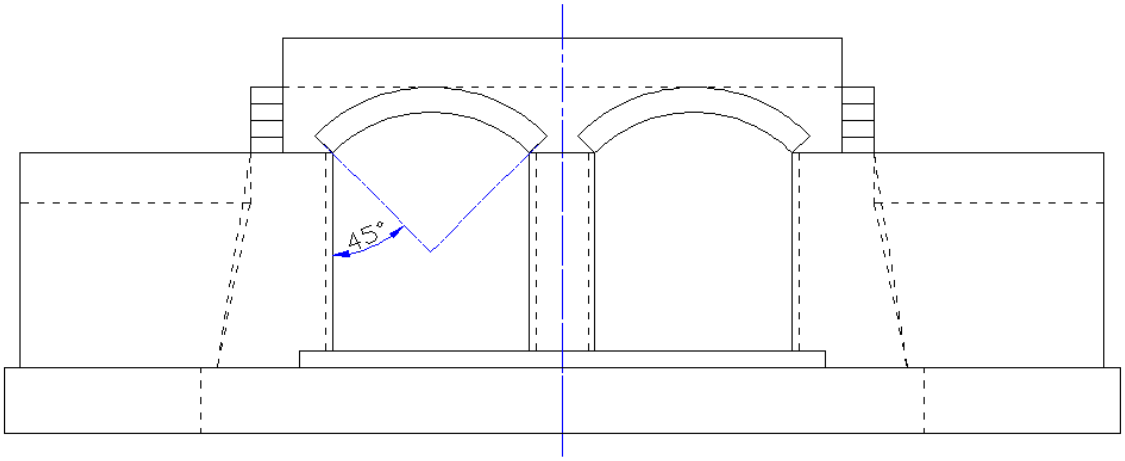


العبارة القوسية :

تشبه العبارة المسطحة إلى حد كبير ، والفارق يظهر أكثر عند رسم الواجهة وفي سقف العبارة حصراً ، إذ يرسم القوس التابع لسقف العبارة بحيث تكون زاويته المركزية ٩٠ درجة .

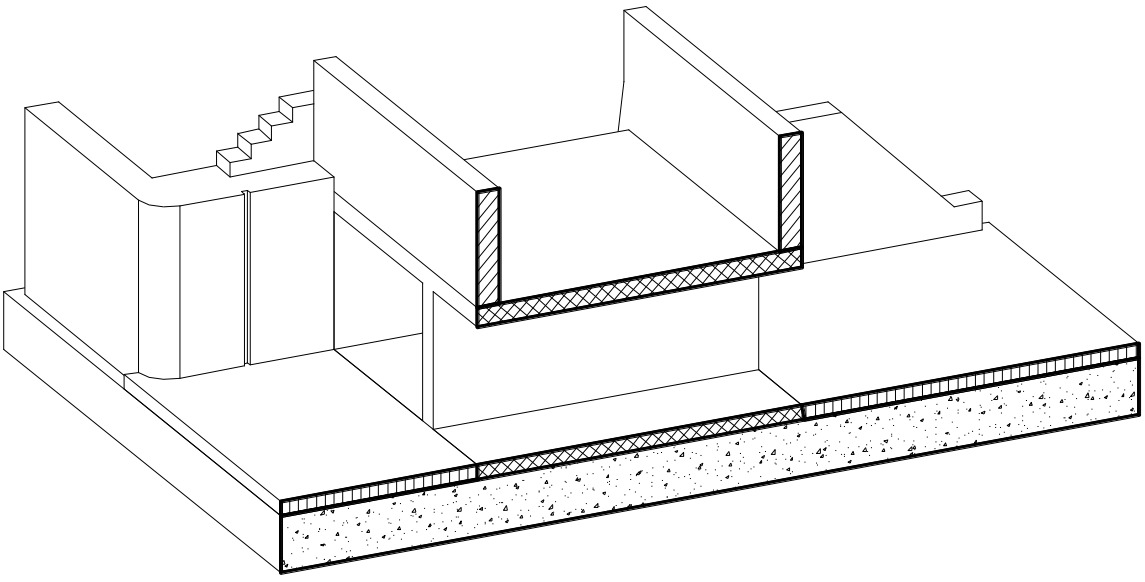


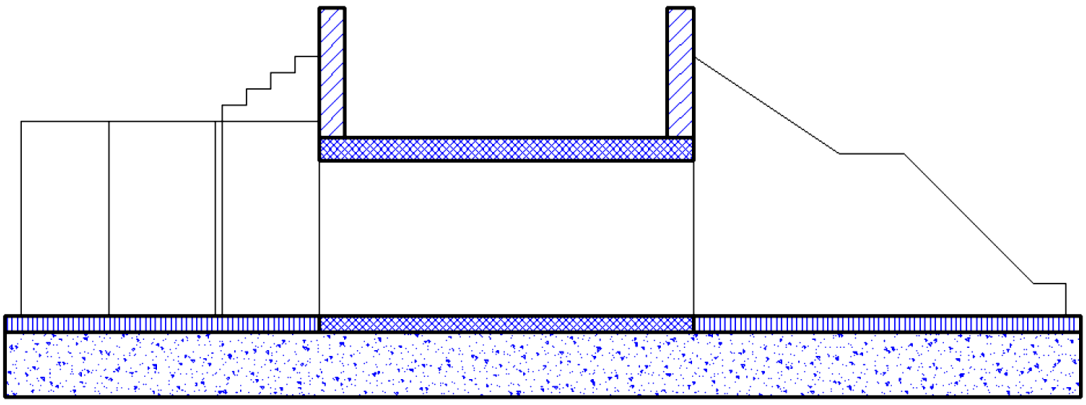


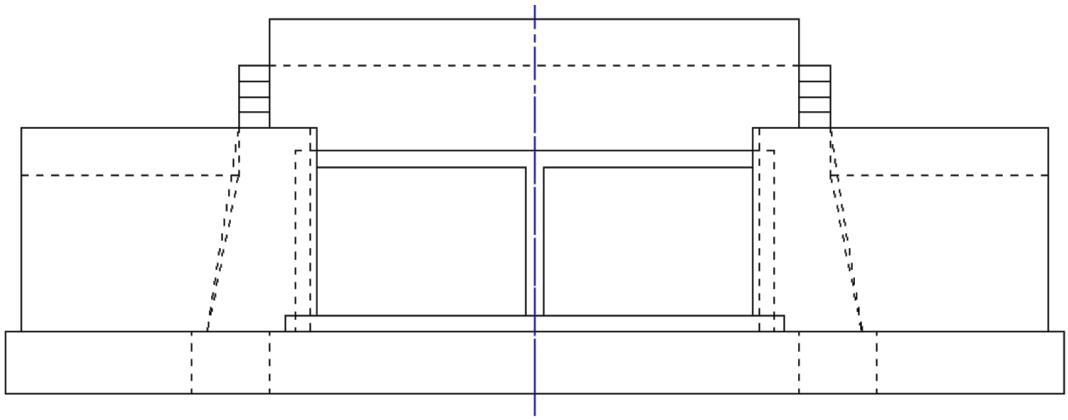


العبارة الصندوقية :

- حدود السقف تستمر حتى سطح الأساس .
- لا يوجد طبقة حماية في المنطقة التابعة لجسم العبارة وإنما طبقة من البيتون المسلح .
- لا يوجد ركيزة وسطى وإنما فاصل بين الفتحات .



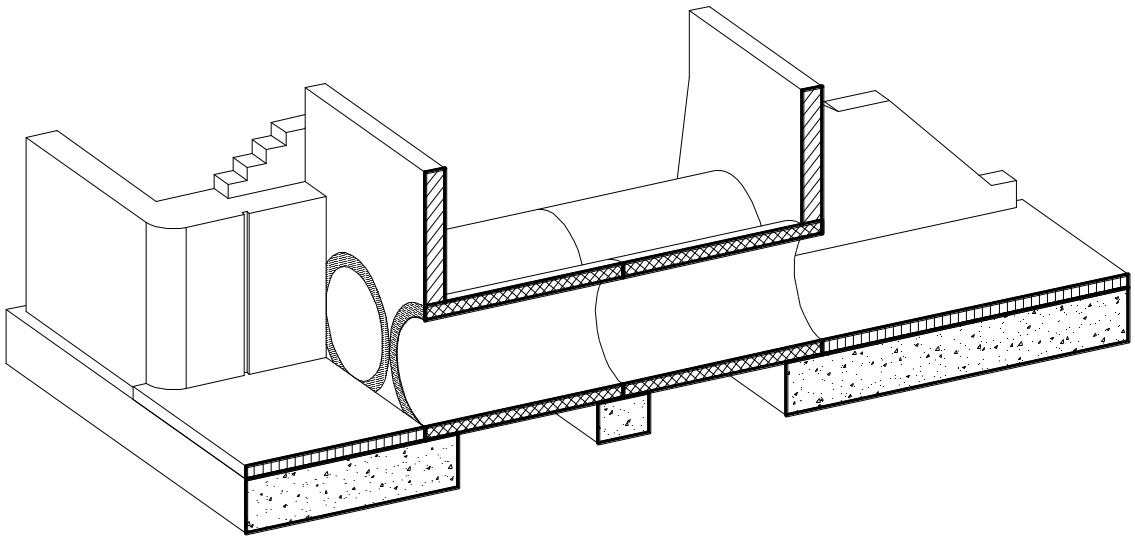


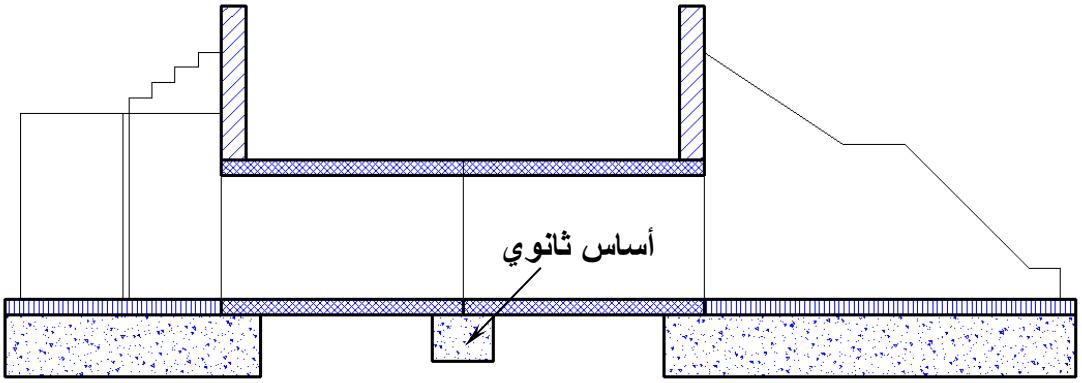


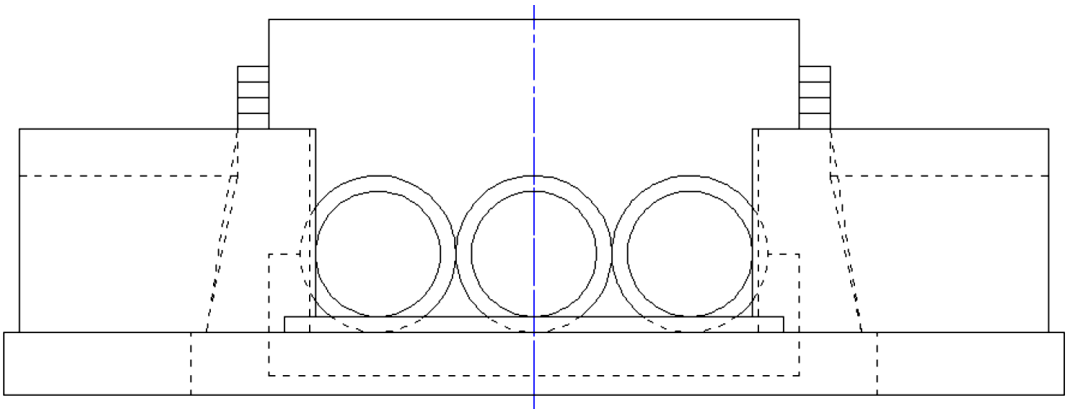
العبارة الأنبوبية : وهي تشبه العبارة الصندوقية ، من ناحية :

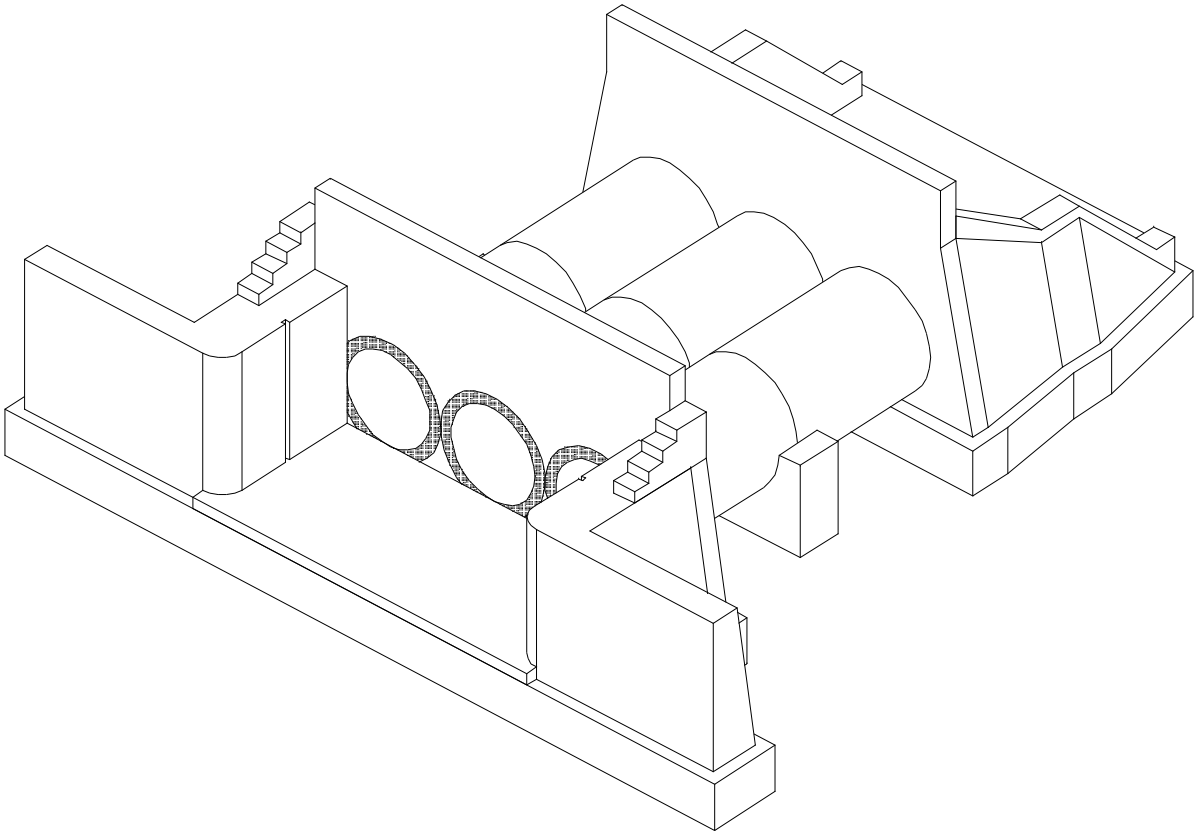
- حدود السقف تستمر حتى سطح الأساس .
- لا يوجد طبقة حماية في المنطقة التابعة لجسم العبارة وإنما طبقة من مادة القسطل .
- لا يوجد ركائز وسطى .

وتختلف عن العبارة الصندوقية بأنه لا يوجد أساس تحت القساطل عند جسم العبارة وإنما يوجد أساس ثانوي فقط في منطقة الوصل بين القساطل .

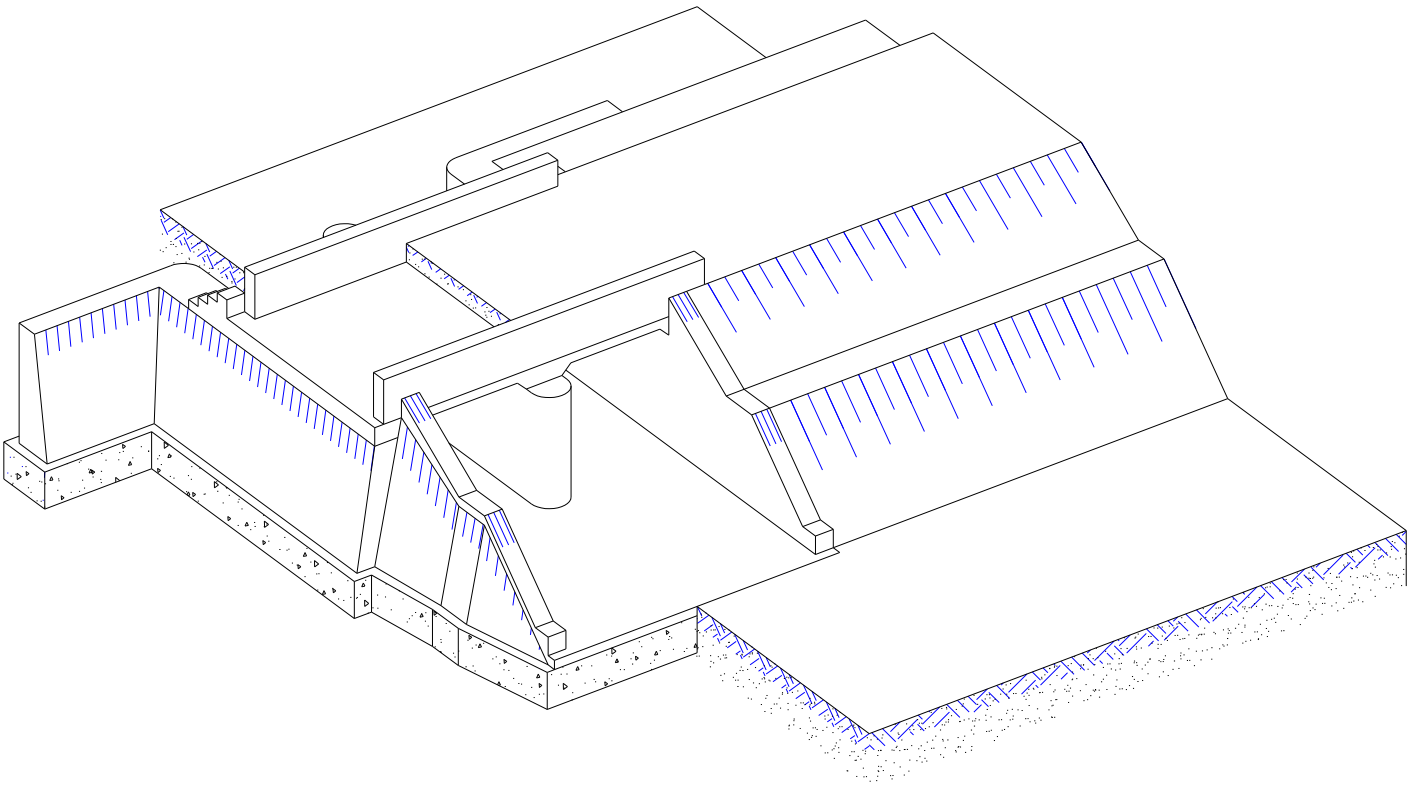


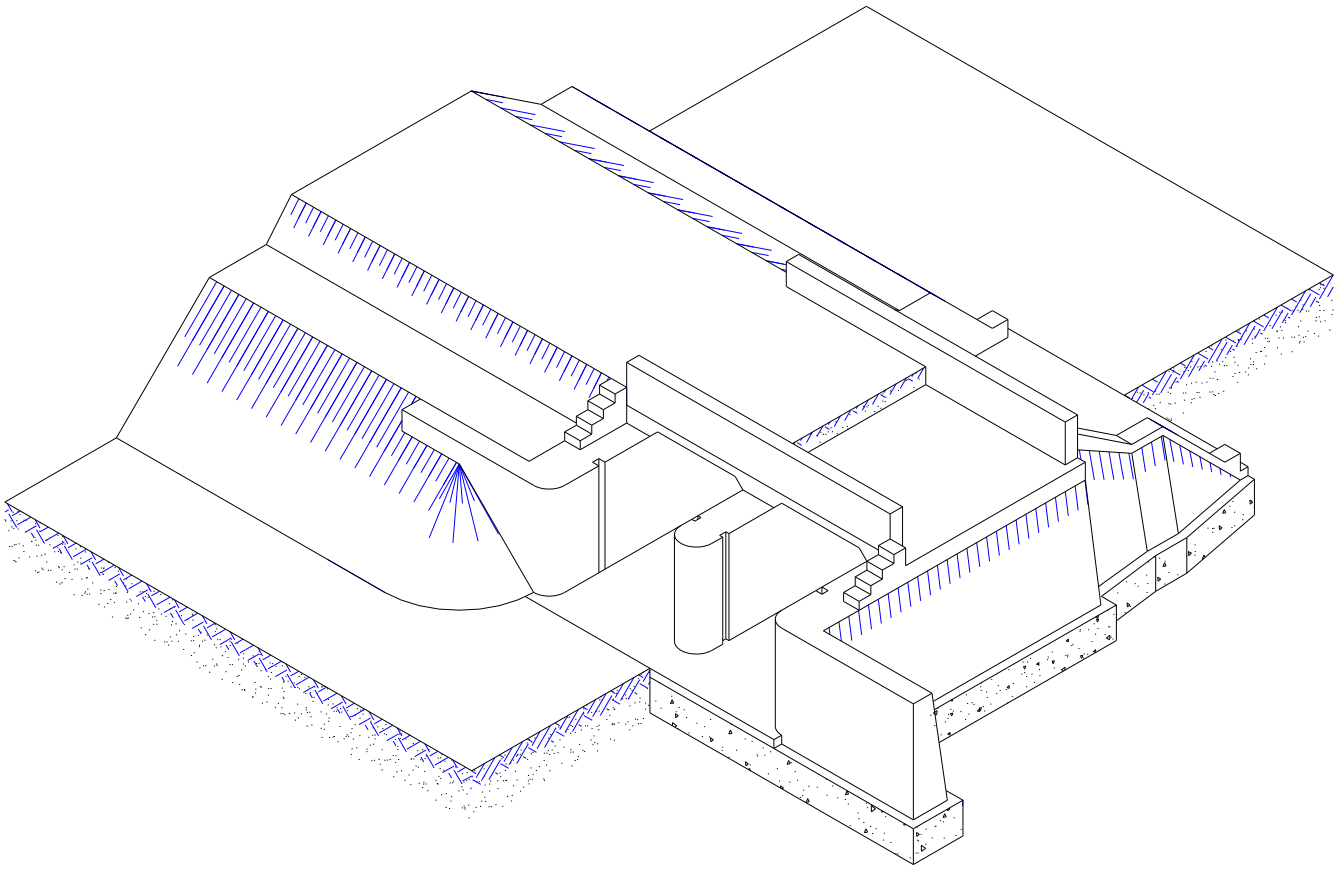

أساس ثانوي

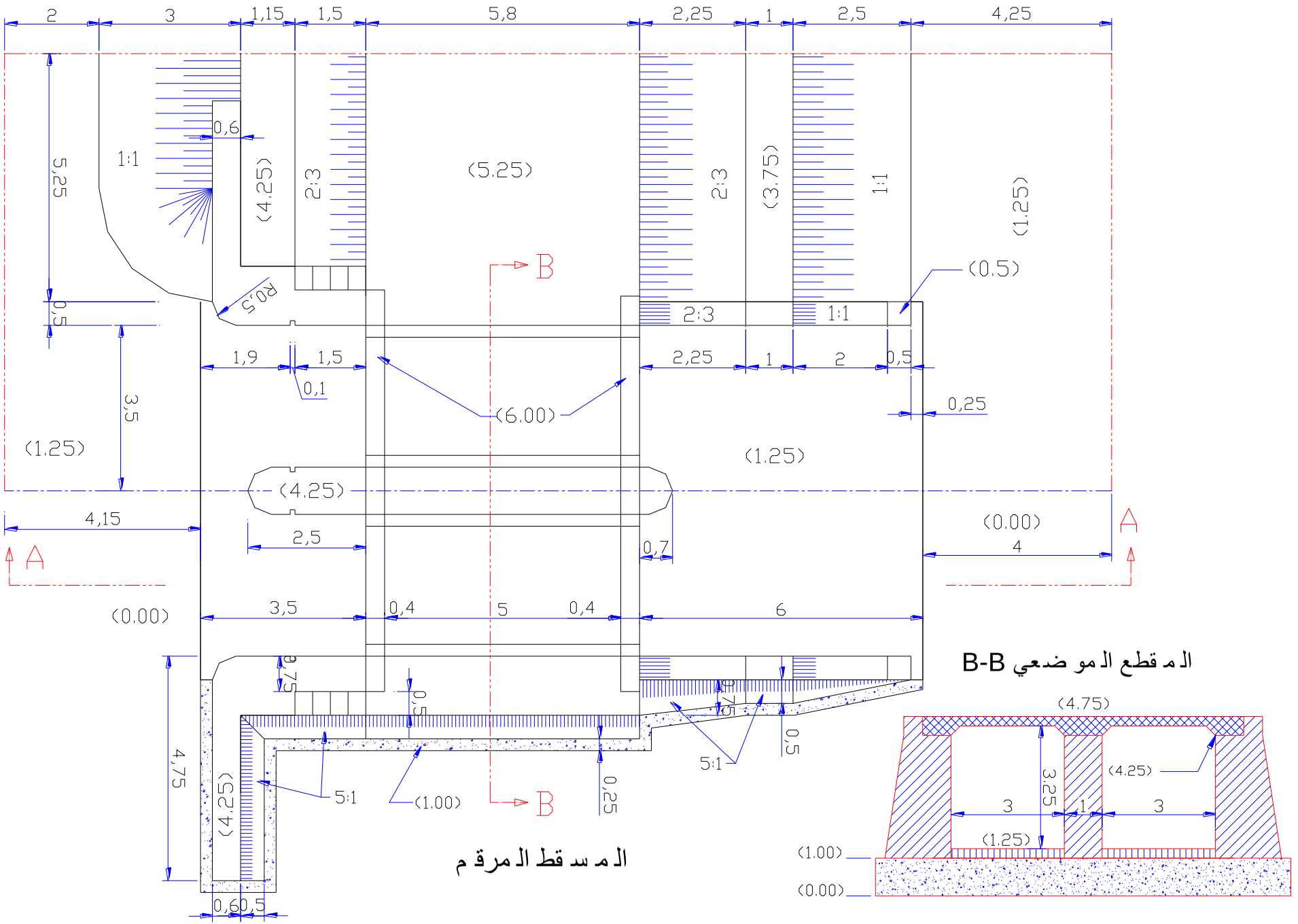




مثال محلول :

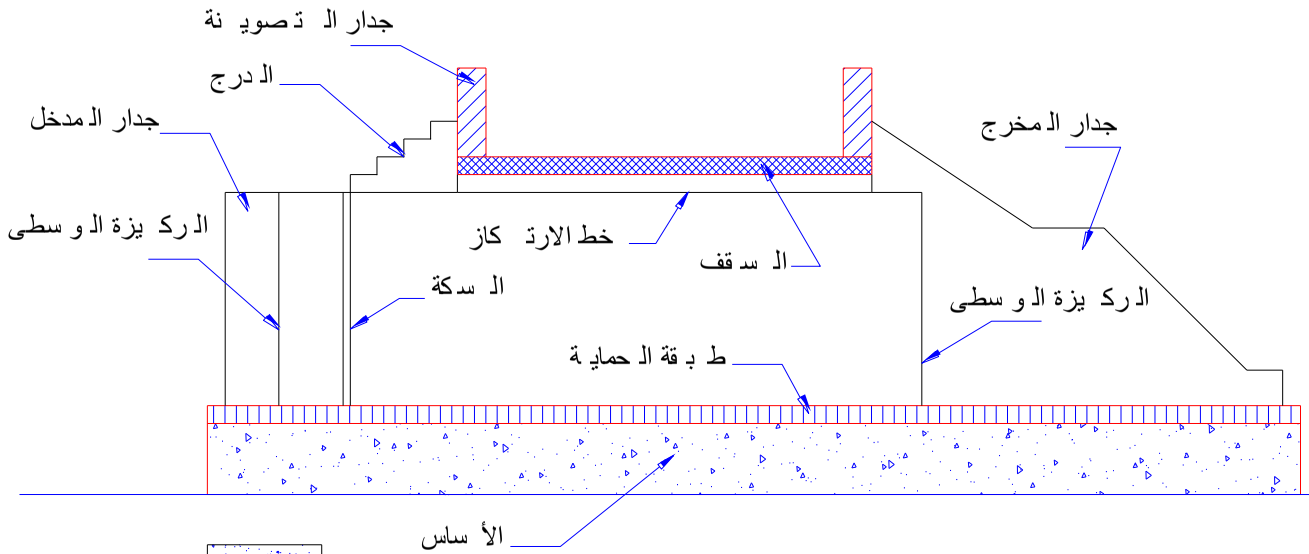




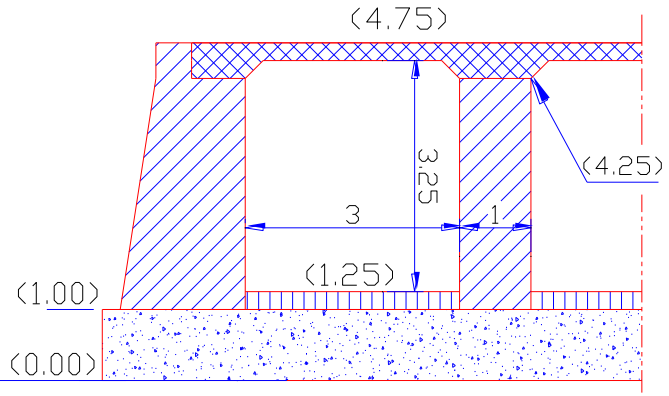


الـمـقـطـع الـمـرقـم

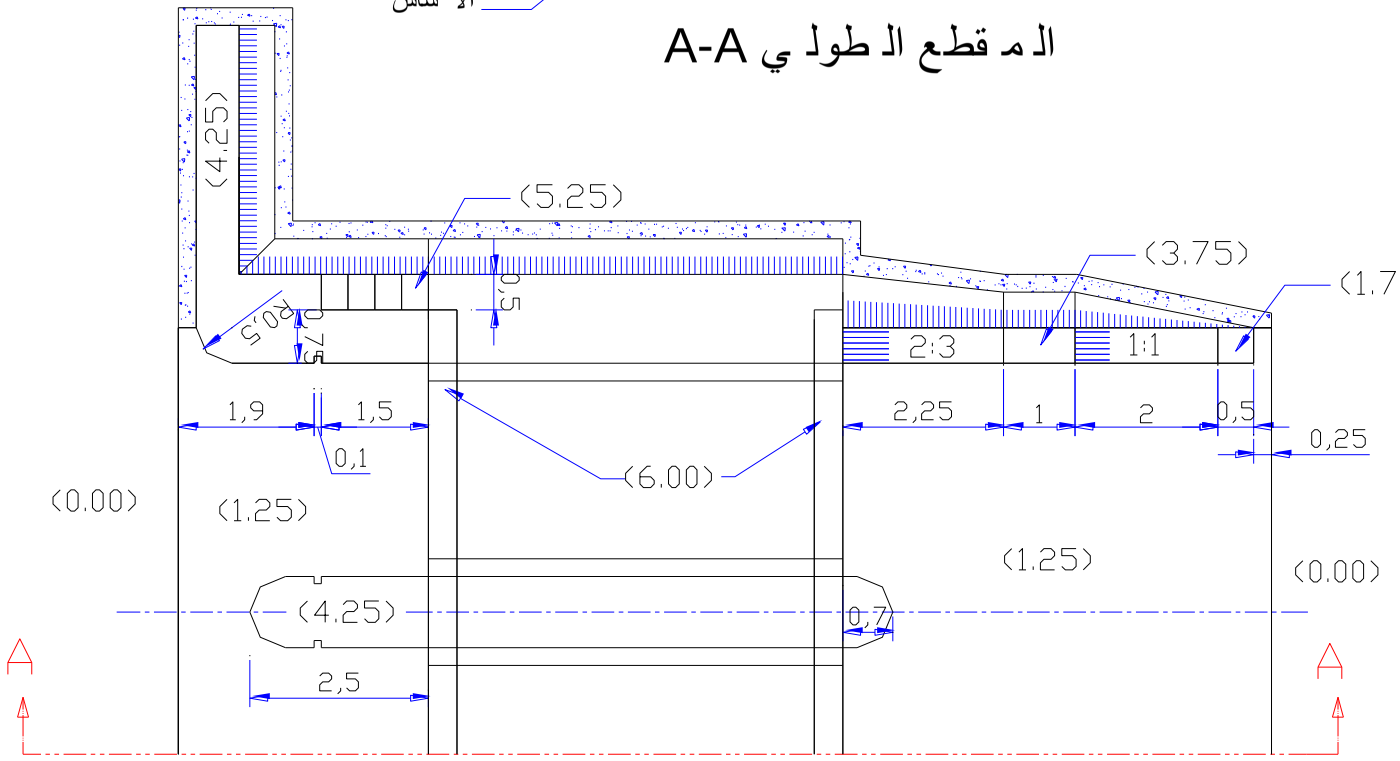
الـمـقـطـع الـمـوضـعـي B-B

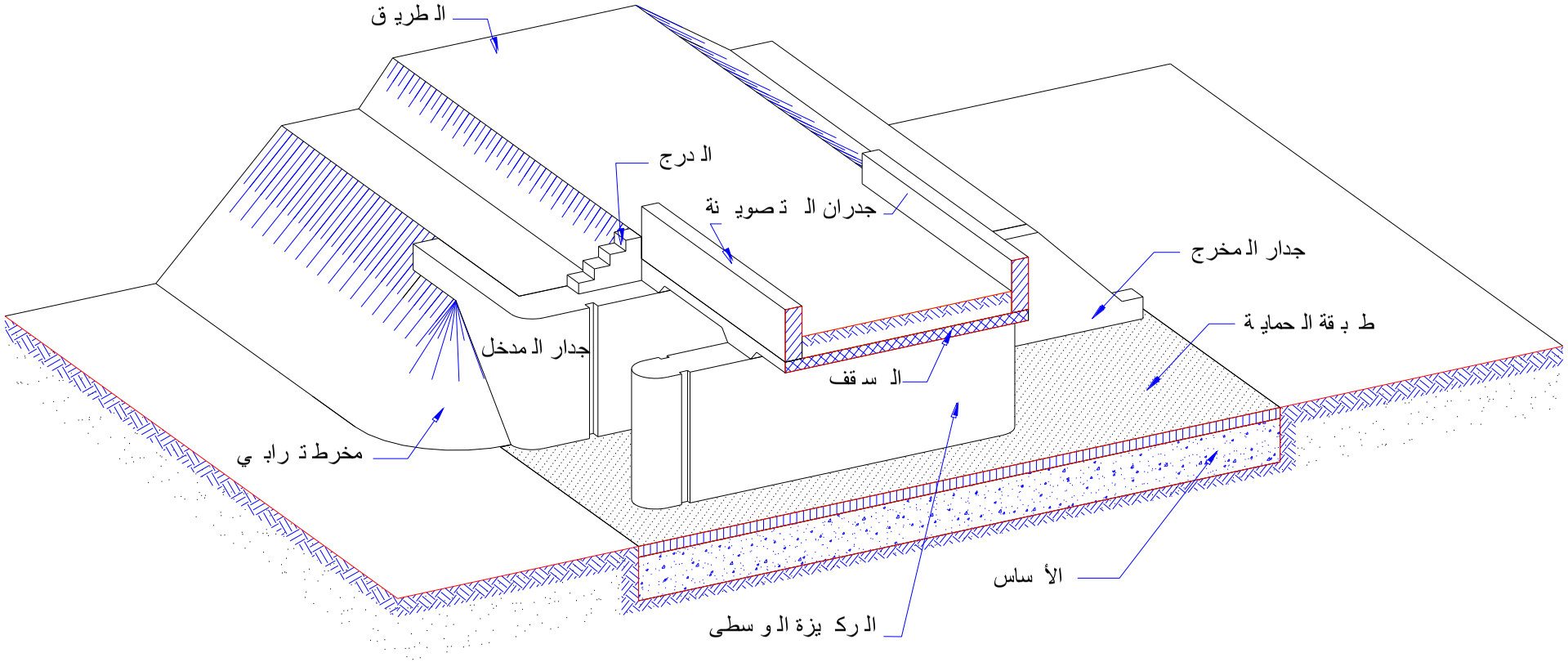


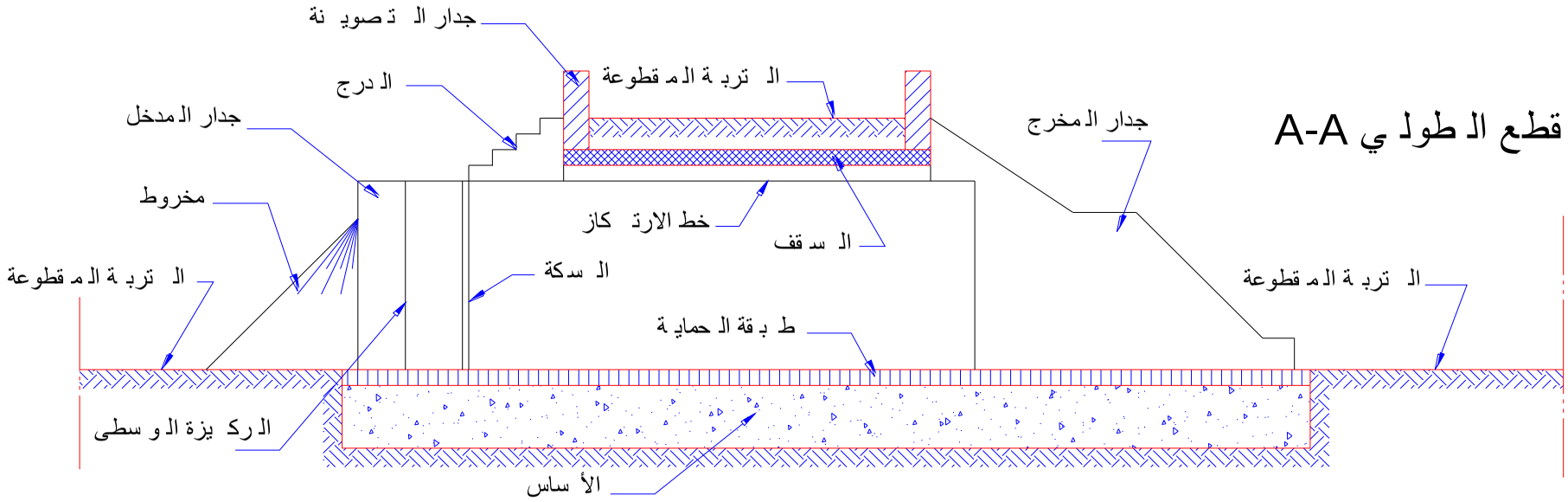
الـ مـ قطع الـ طولـ ي A-A



الـ مـ قطع الـ مو ضعي B-B



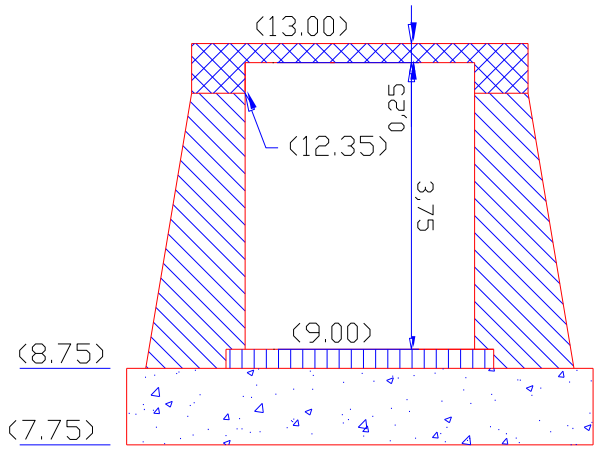




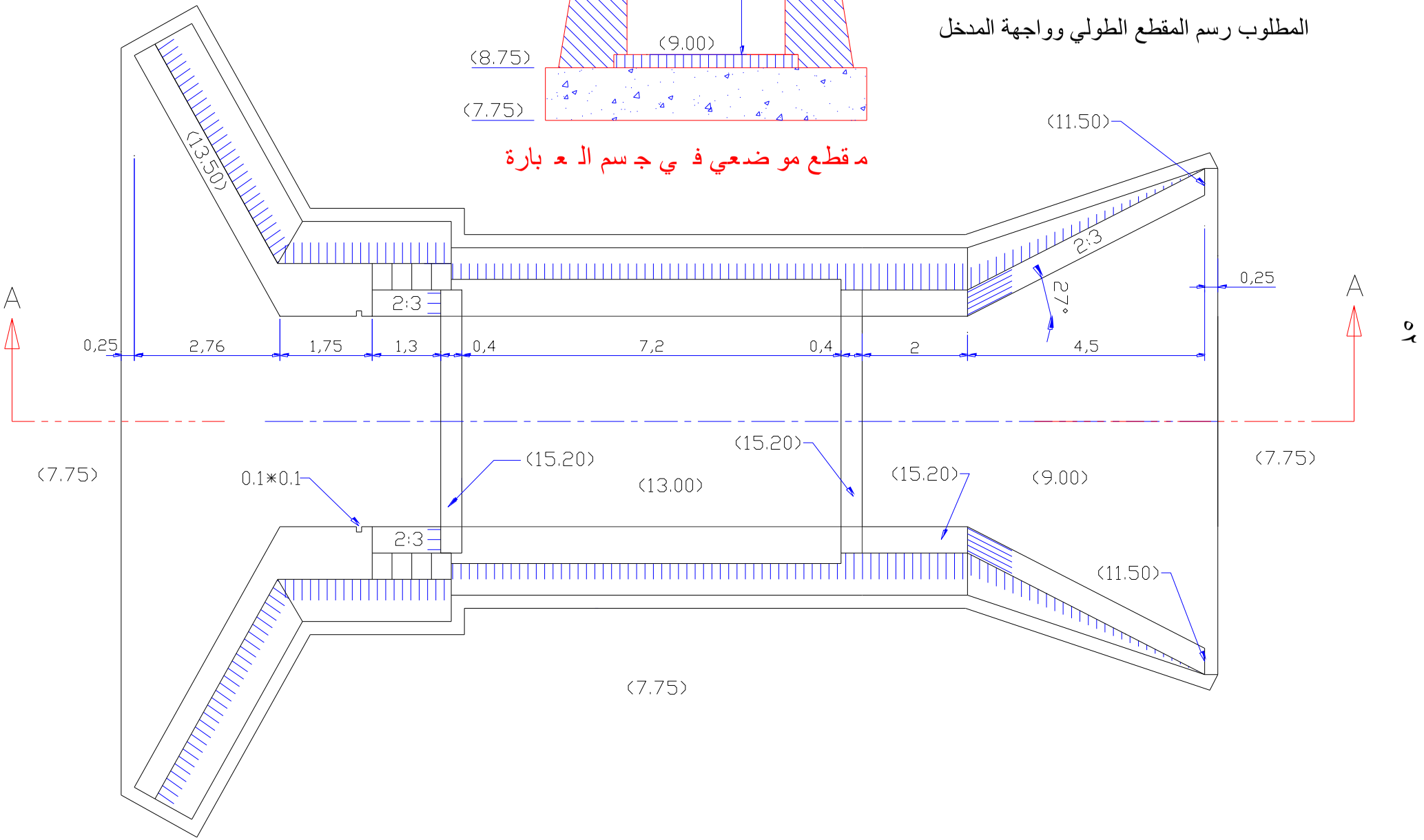
المقطع الطولي A-A

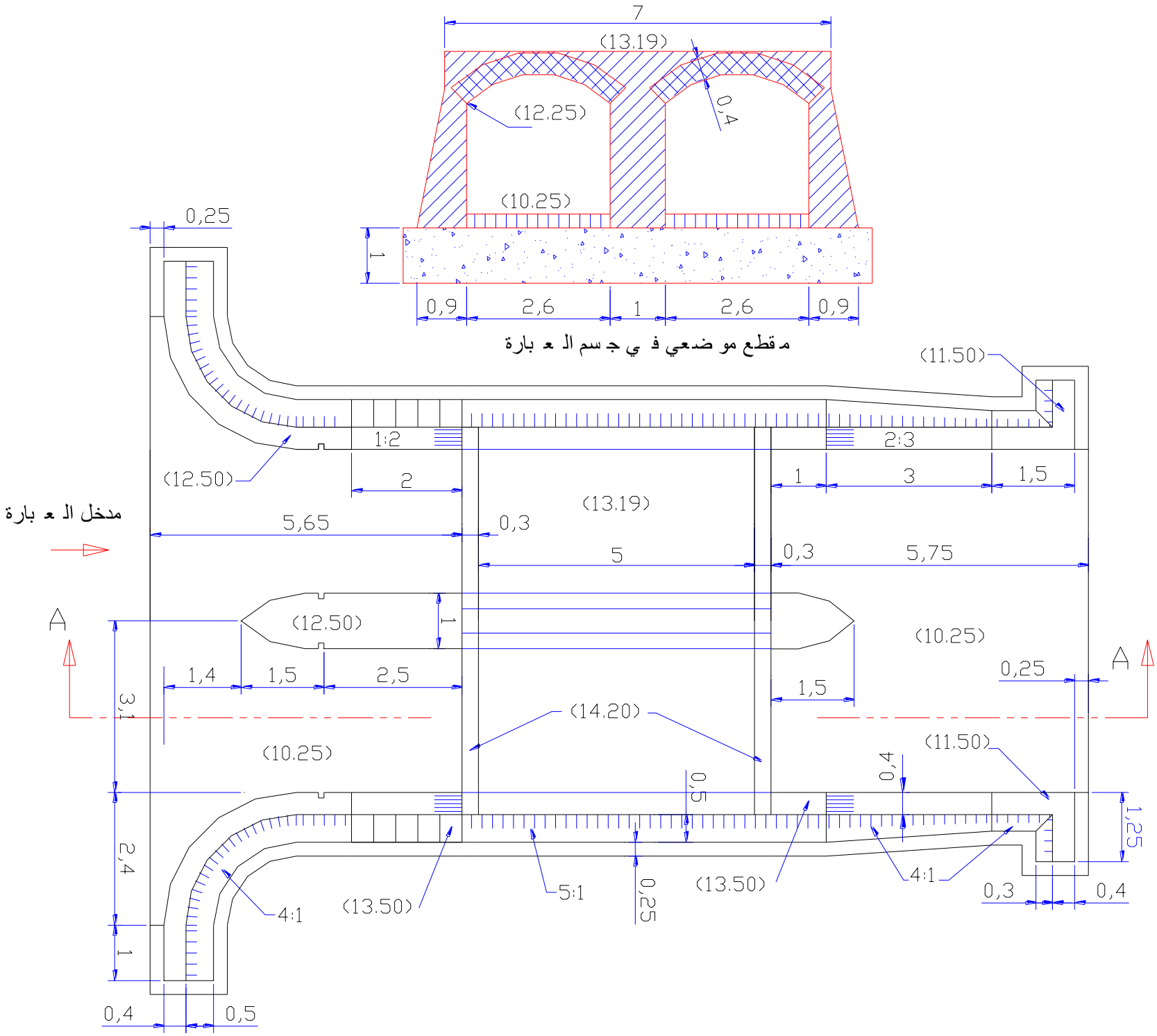
عبارات بدون أتربة

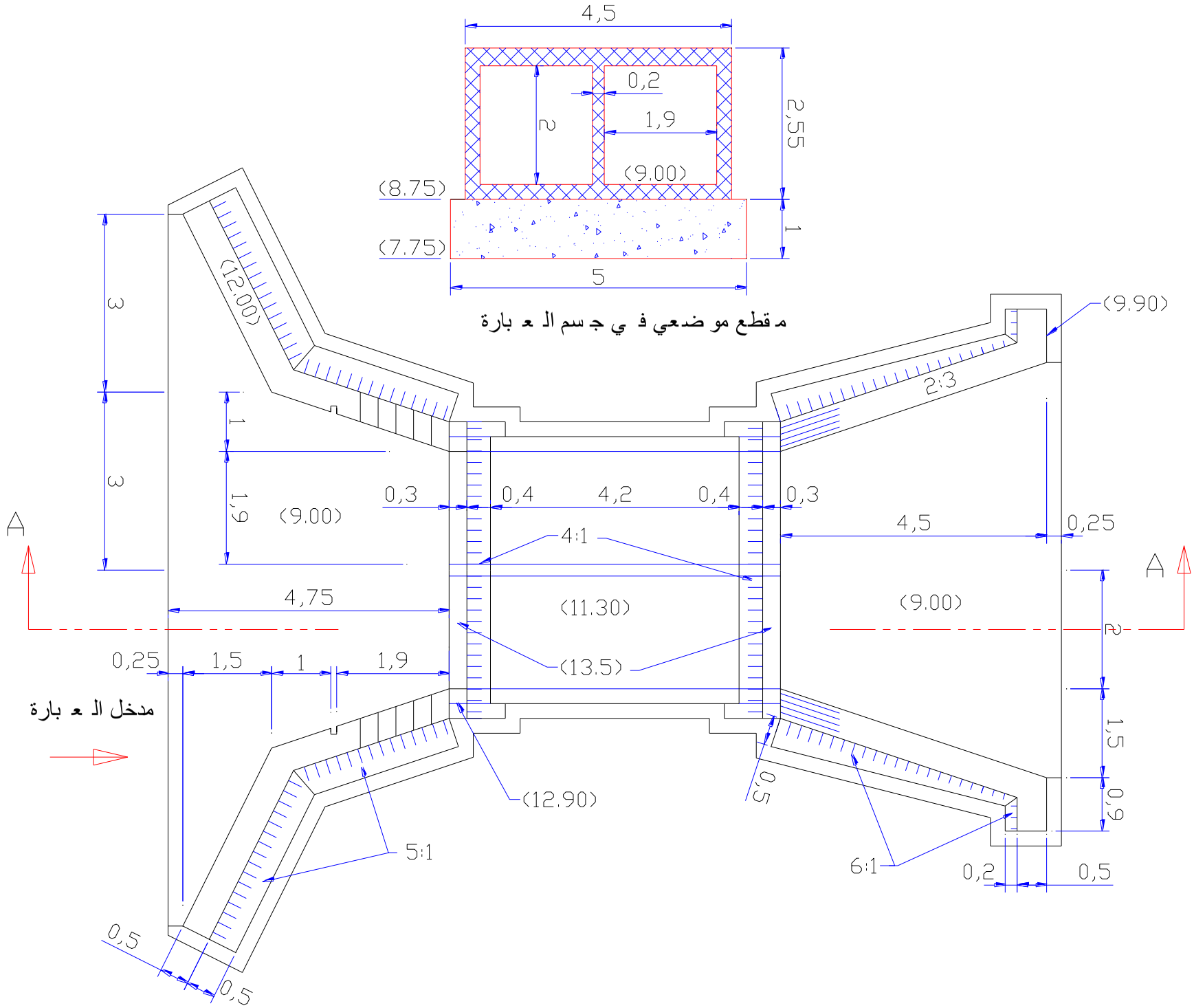
المطلوب رسم المقطع الطولي وواجهة المدخل

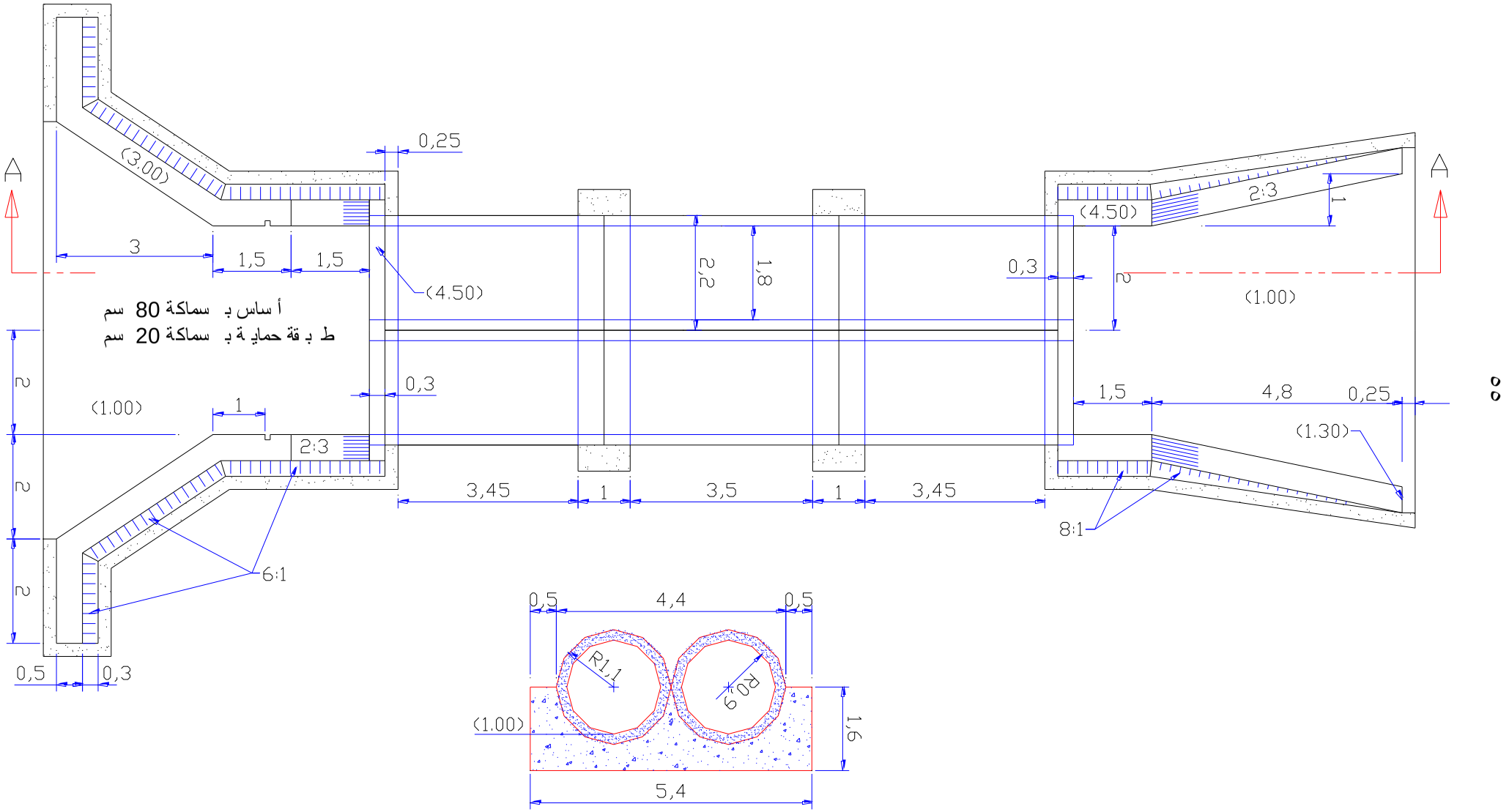


مقطع موضعي في جسم العبارة




7
(13.19)
(12.25)
0,4
(10.25)
1
0,9
2,6
1
2,6
0,9
مقطع موضعي في جسم العبارة
0,25
(11.50)
1:2
2:3
(12.50)
2
1
3
1,5
(13.19)
مدخل العبارة
5,65
0,3
5
0,3
5,75
(12.50)
1
(10.25)
A
A
1,4
1,5
2,5
1,5
0,25
3,1
(14.20)
(10.25)
(11.50)
0,4
0,5
1,25
2,4
4:1
(13.50)
5:1
0,25
(13.50)
4:1
0,3
0,4
1
0,4
0,5

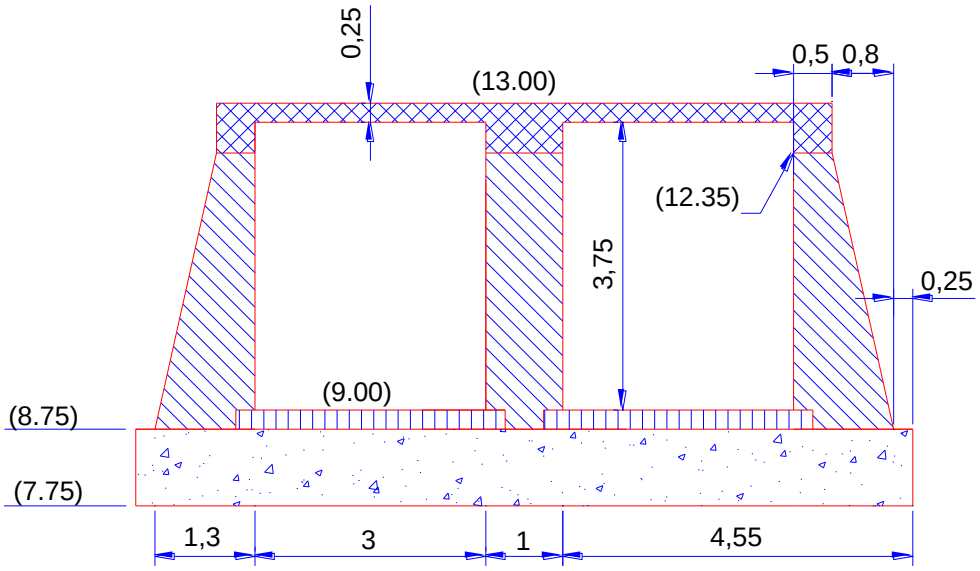

4,5
0,2
1,9
2
2,55
(9.00)
(8.75)
(7.75)
1
5
مقطع موضعي في جسم العبارة
(12.00)
3
3
1
1,9
(9.00)
0,3
0,4
4,2
0,4
0,3
4:1
4,75
(11.30)
(13.5)
0,25
1,5
1
1,9
مدخل العبارة
(12.90)
5:1
0,5
0,5
(9.90)
2:3
4,5
0,25
(9.00)
2
1,5
0,9
0,5
6:1
0,2
0,5
A
A



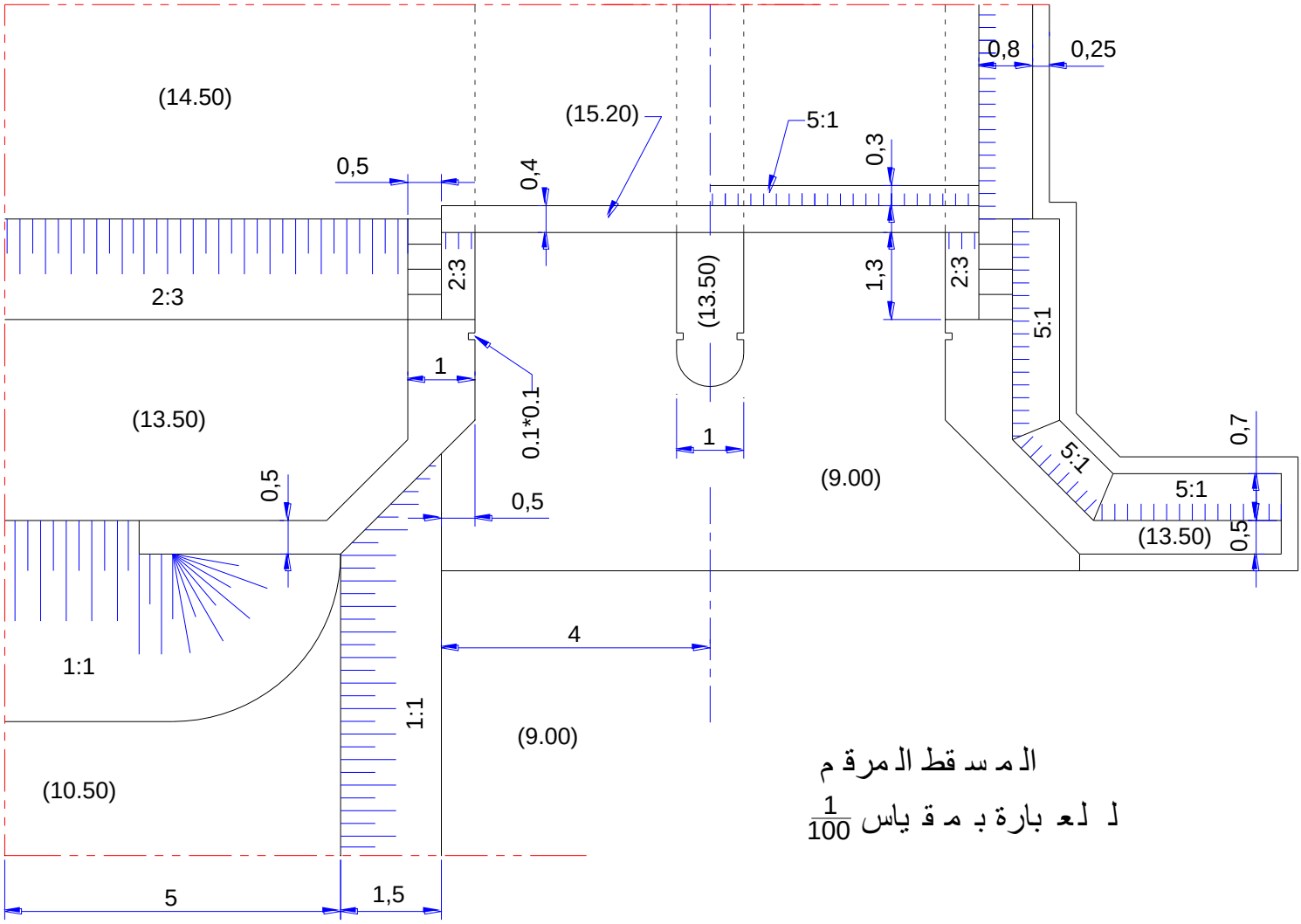
مـقطع مو ضعي فـ ي الـ ـة ساطل

أمثلة غير محلولة على عبارات المياه

والمنظمات نصف الأتربة مزالة

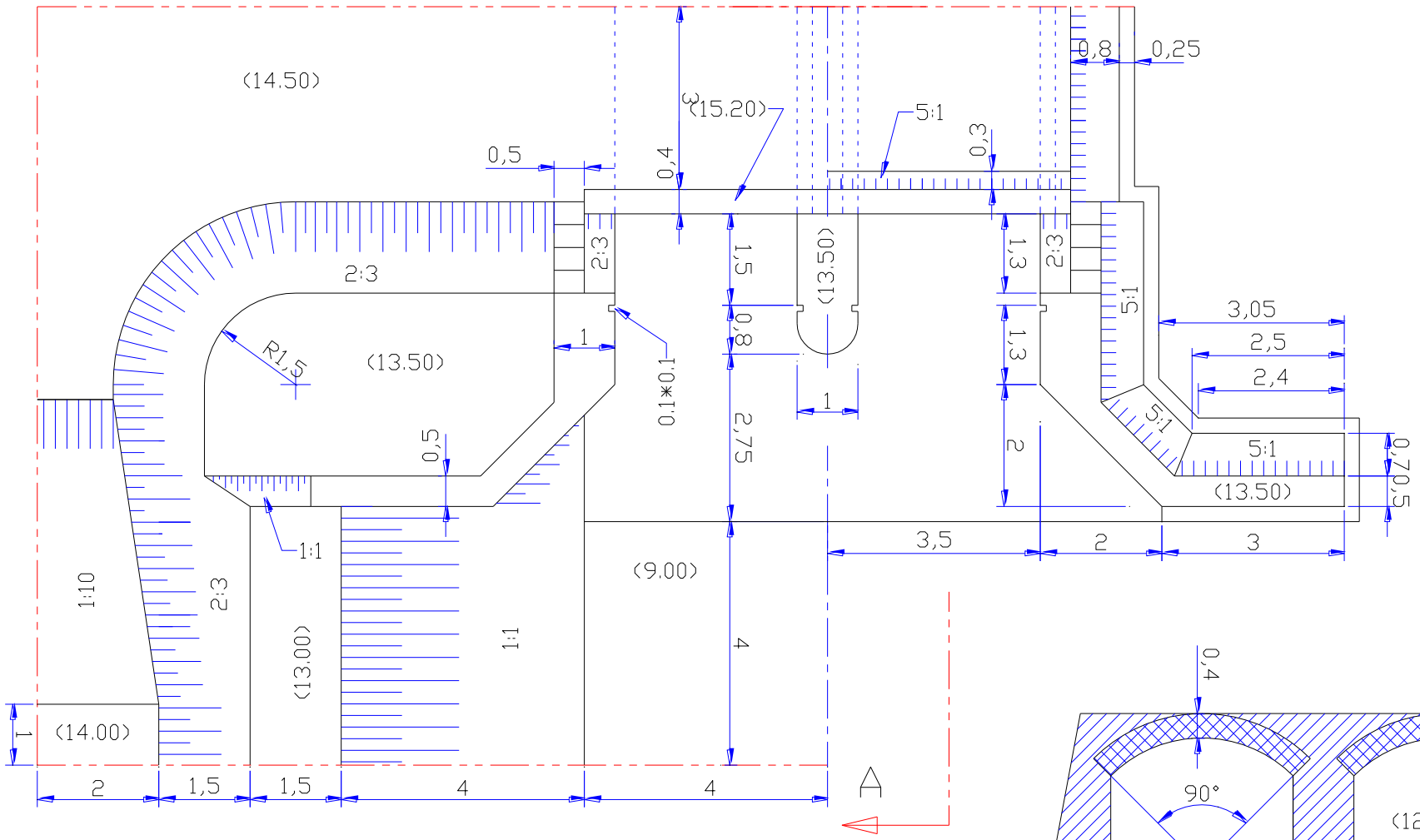


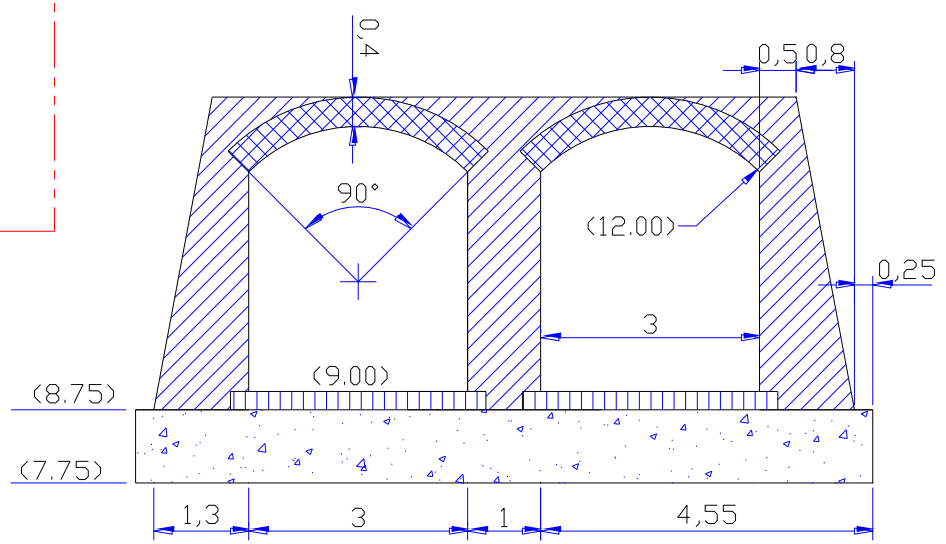
مقطع موضعي في جسم العبارة



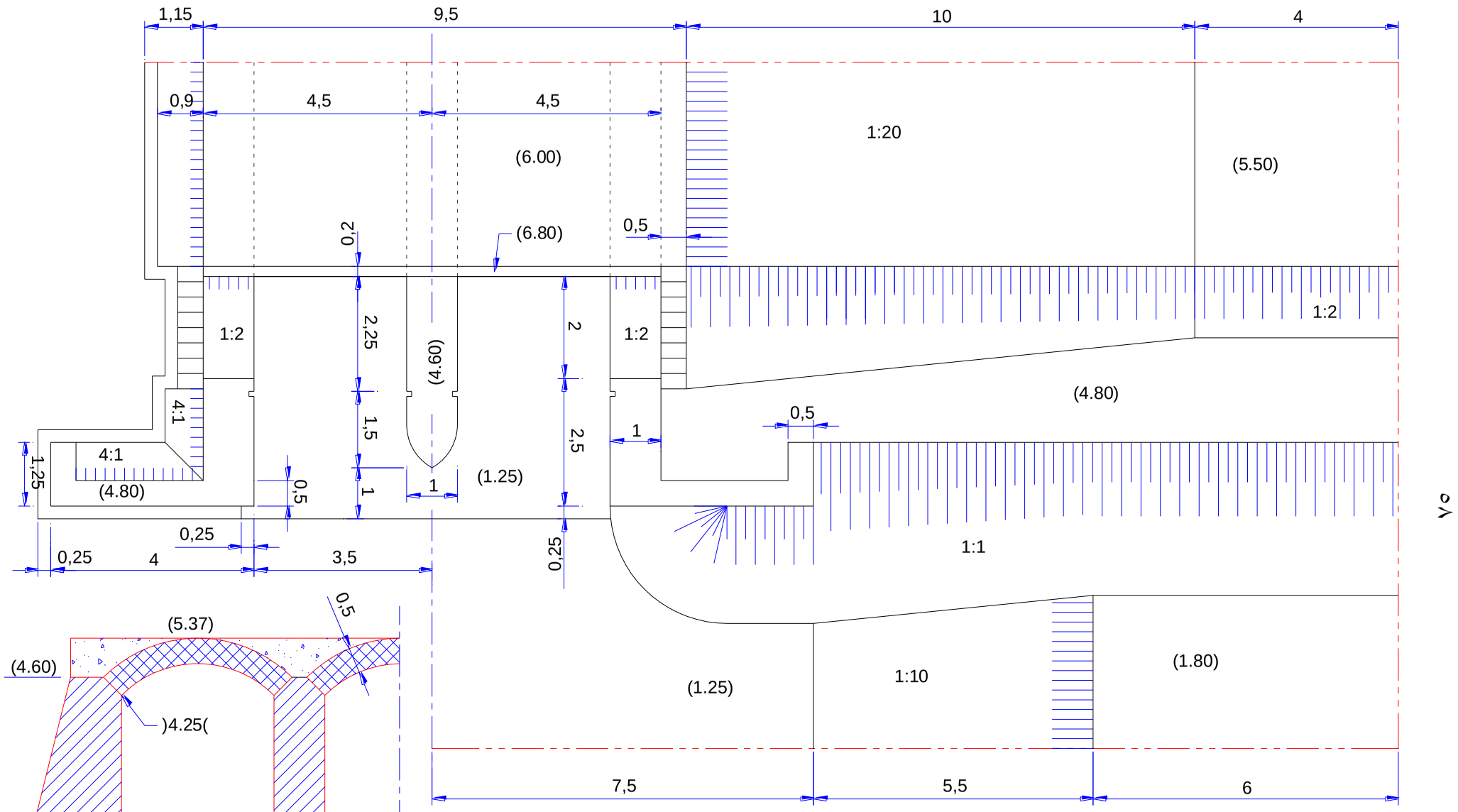
المسقط المرقم

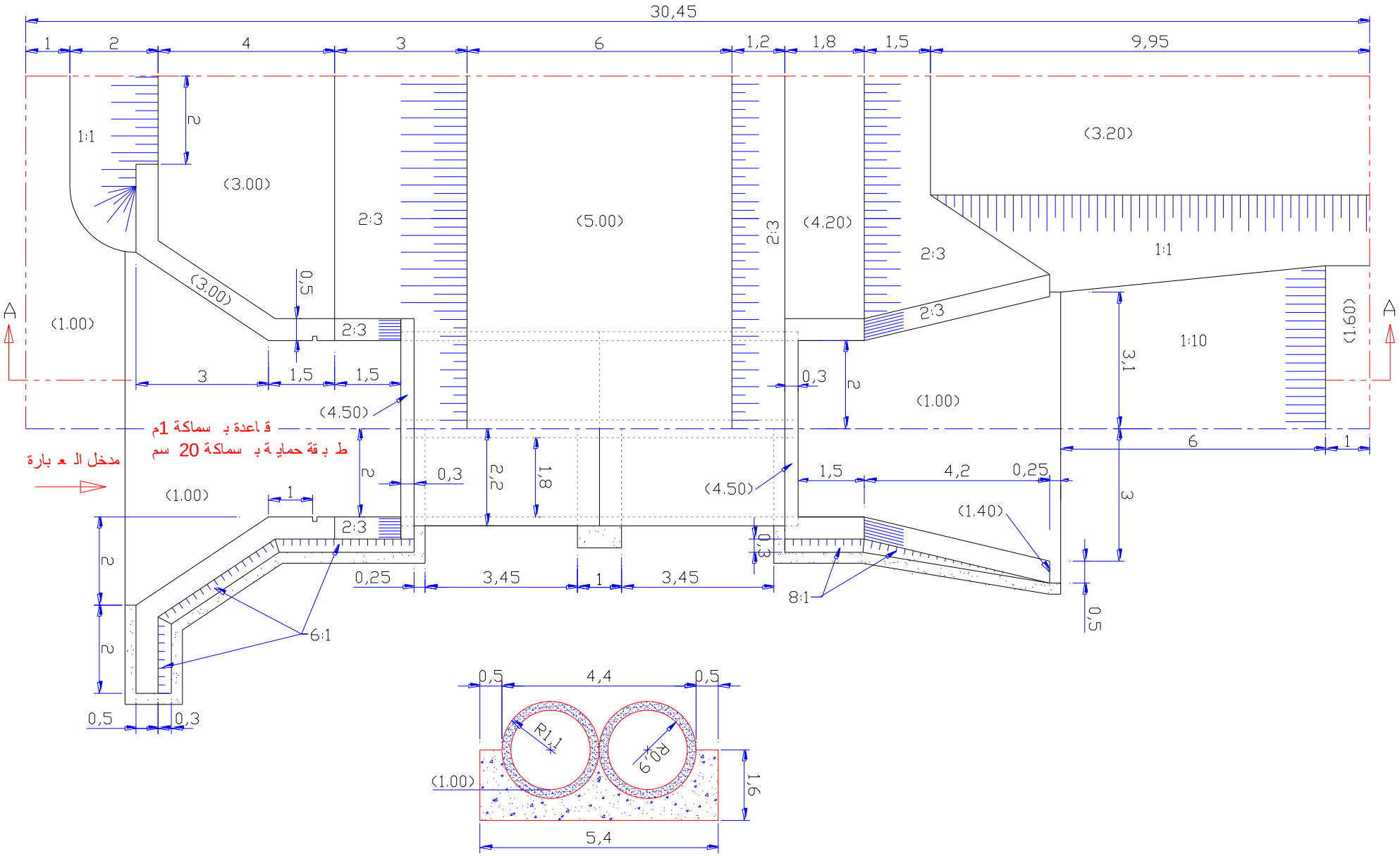
لعبارة بمقياس $\frac{1}{100}$


(14.50)
0,5
0,4
3
(15.20)
5:1
0,3
0,8
0,25
2:3
1,5
(13.50)
1,3
2:3
5:1
3,05
2,5
2,4
R1,5
(13.50)
1
0,1*0,1
0,8
1
5:1
5:1
0,75
0,5
2,75
2
(13.50)
0,5
1:1
3,5
2
3
1:10
2:3
(13.00)
1:1
(9.00)
4
1
(14.00)
2
1,5
1,5
4
4

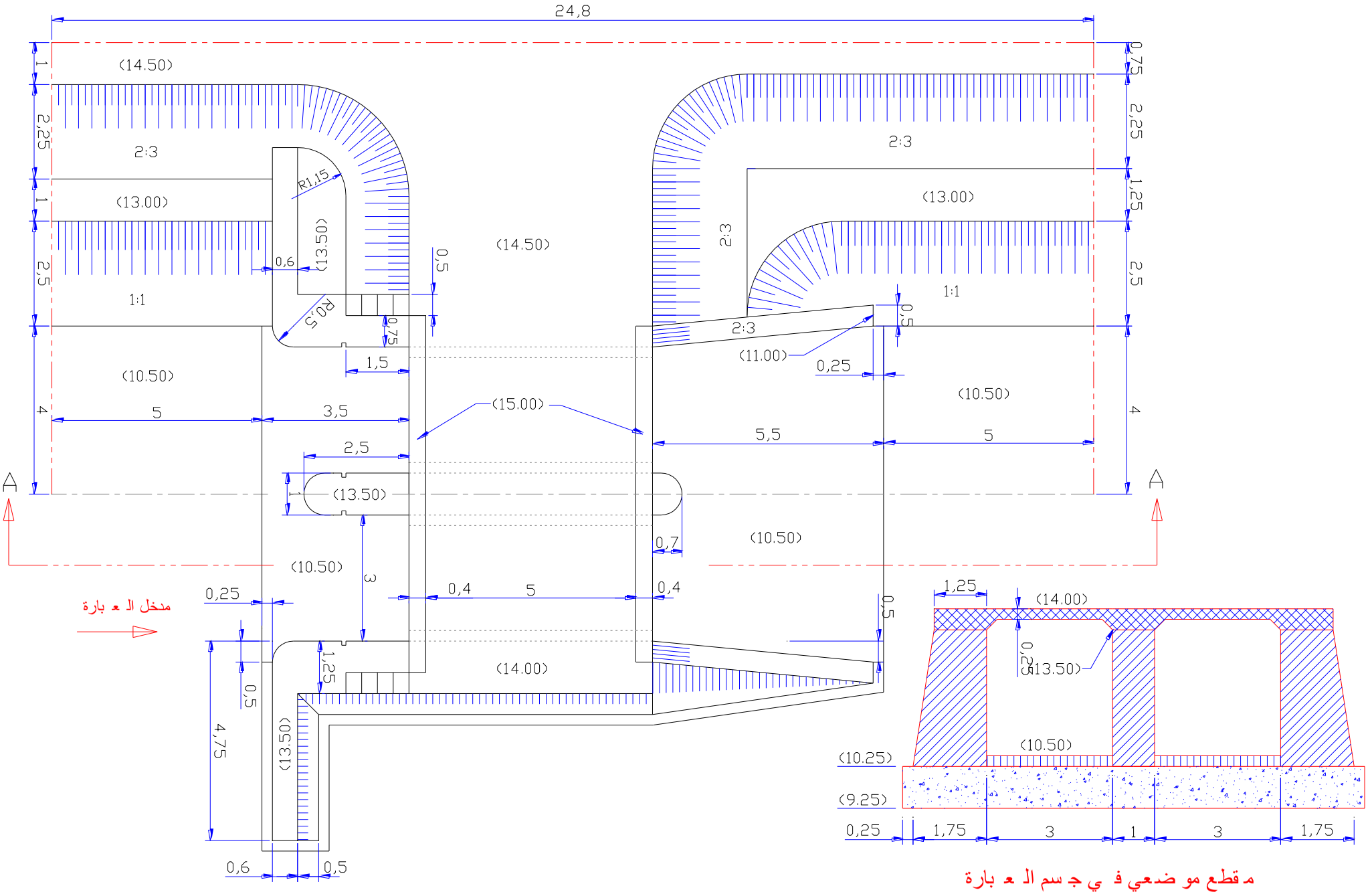

0,4
0,5
0,8
90°
(12.00)
0,25
3
(9.00)
(8.75)
(7.75)
1,3
3
1
4,55

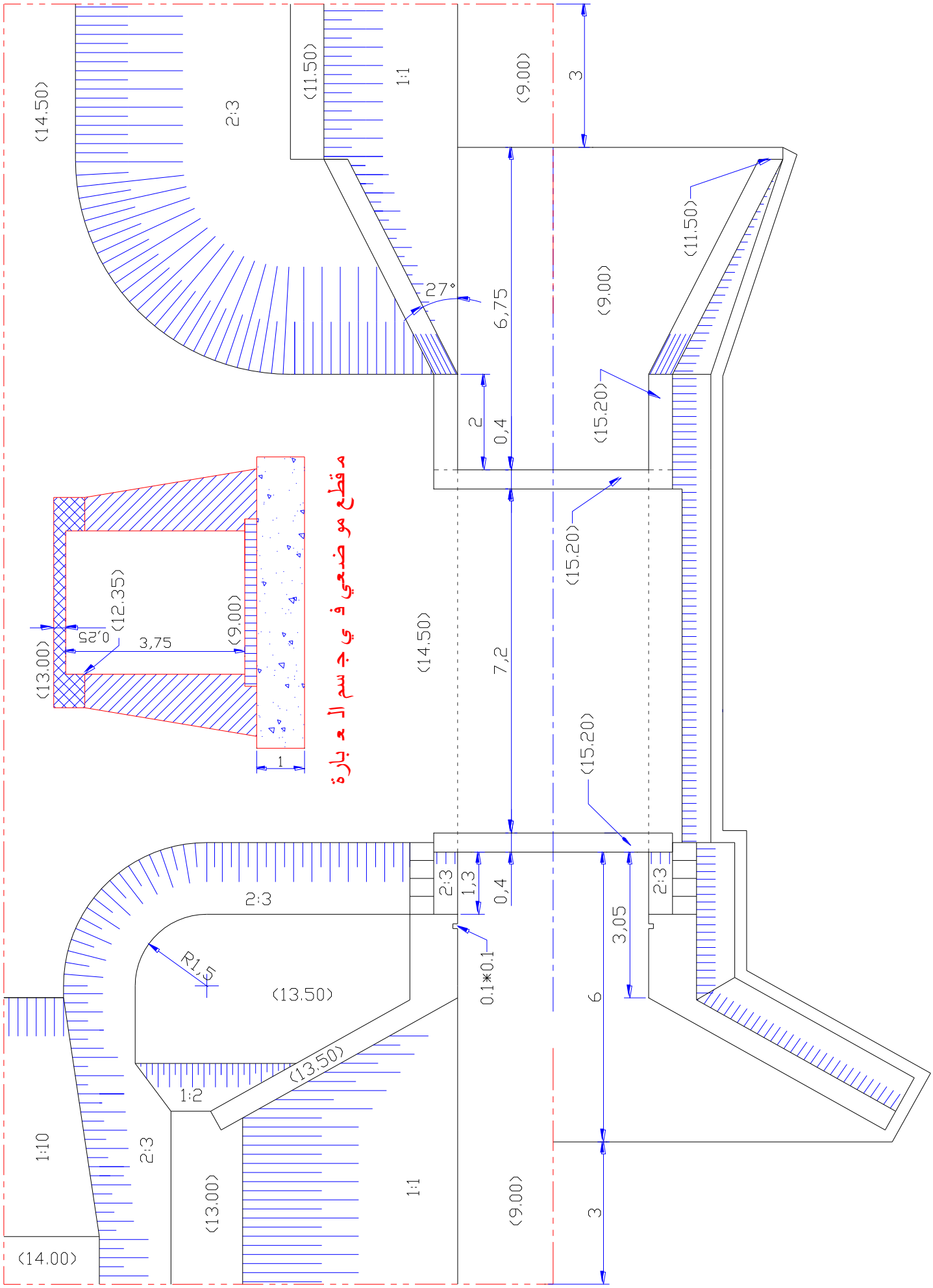
مقطع موضعي

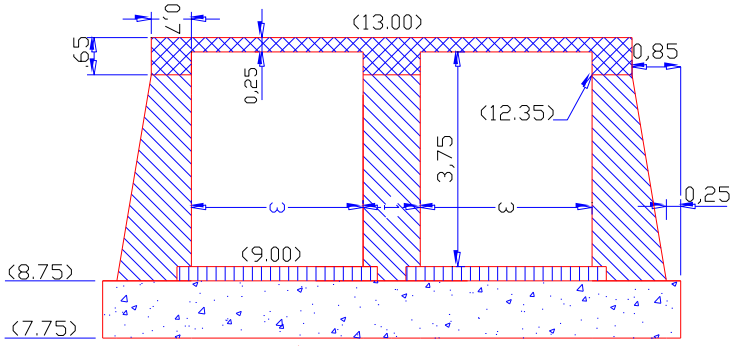

1,15
9,5
10
4
0,9
4,5
4,5
(6.00)
(6.80)
2,0
0,5
1:20
(5.50)
1:2
1:2
1:2
2,25
1,5
1
(09.4)
2
2,5
1
(1.25)
(4.80)
0,5
4:1
4:1
1,25
(4.80)
0,5
0,25
0,25
4
3,5
0,25
1:1
(1.25)
1:10
(1.80)
7,5
5,5
6
(5.37)
0,5
(4.60)
)4.25(
(1.25)
(1.00)
(0.00)
1,9
3
1
مدخل العبارة
المسقط المرقم بمقياس 001/1
مقطع موضعي في جسم العبارة



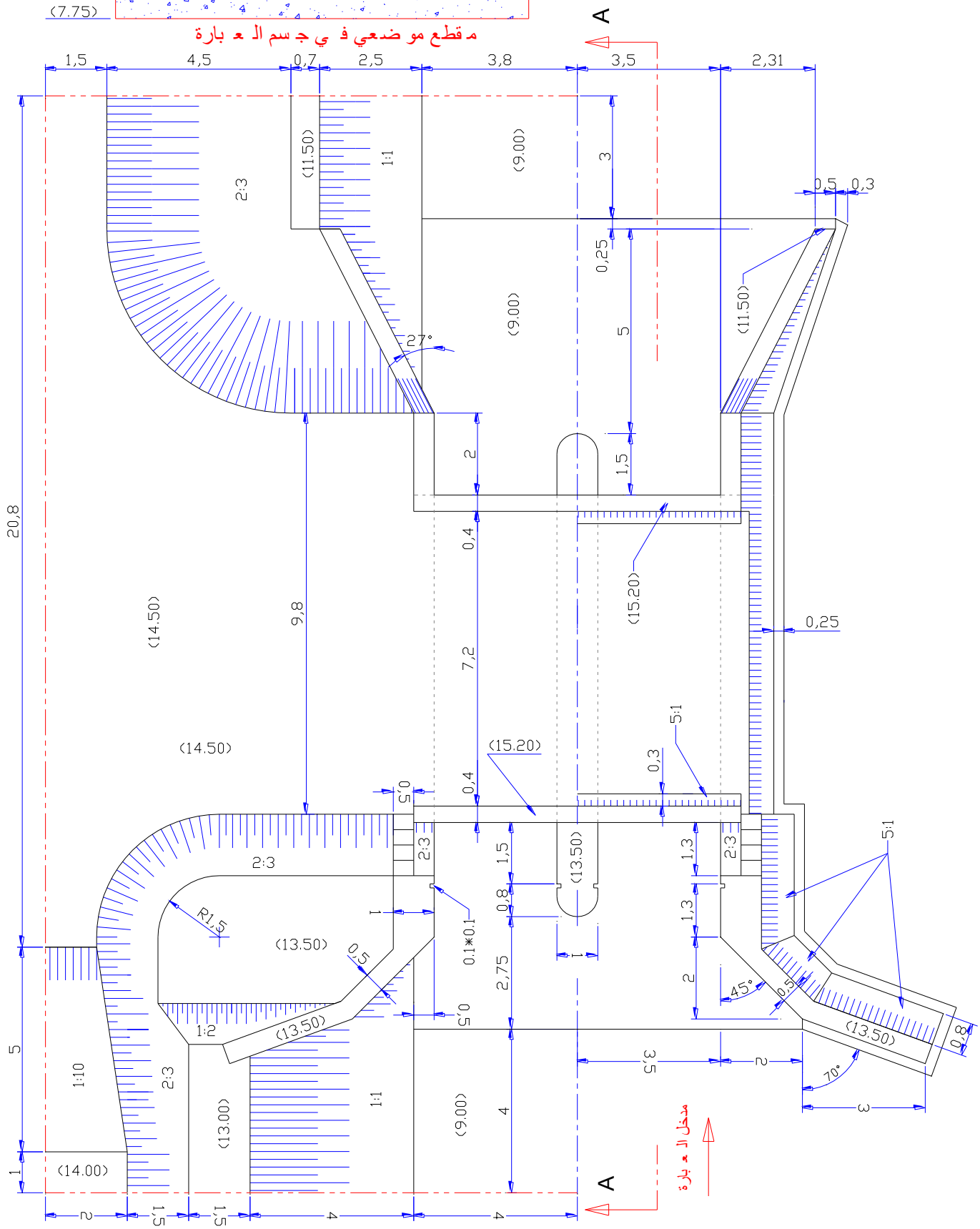
مقطع موضعي في الركيزة الثانوية

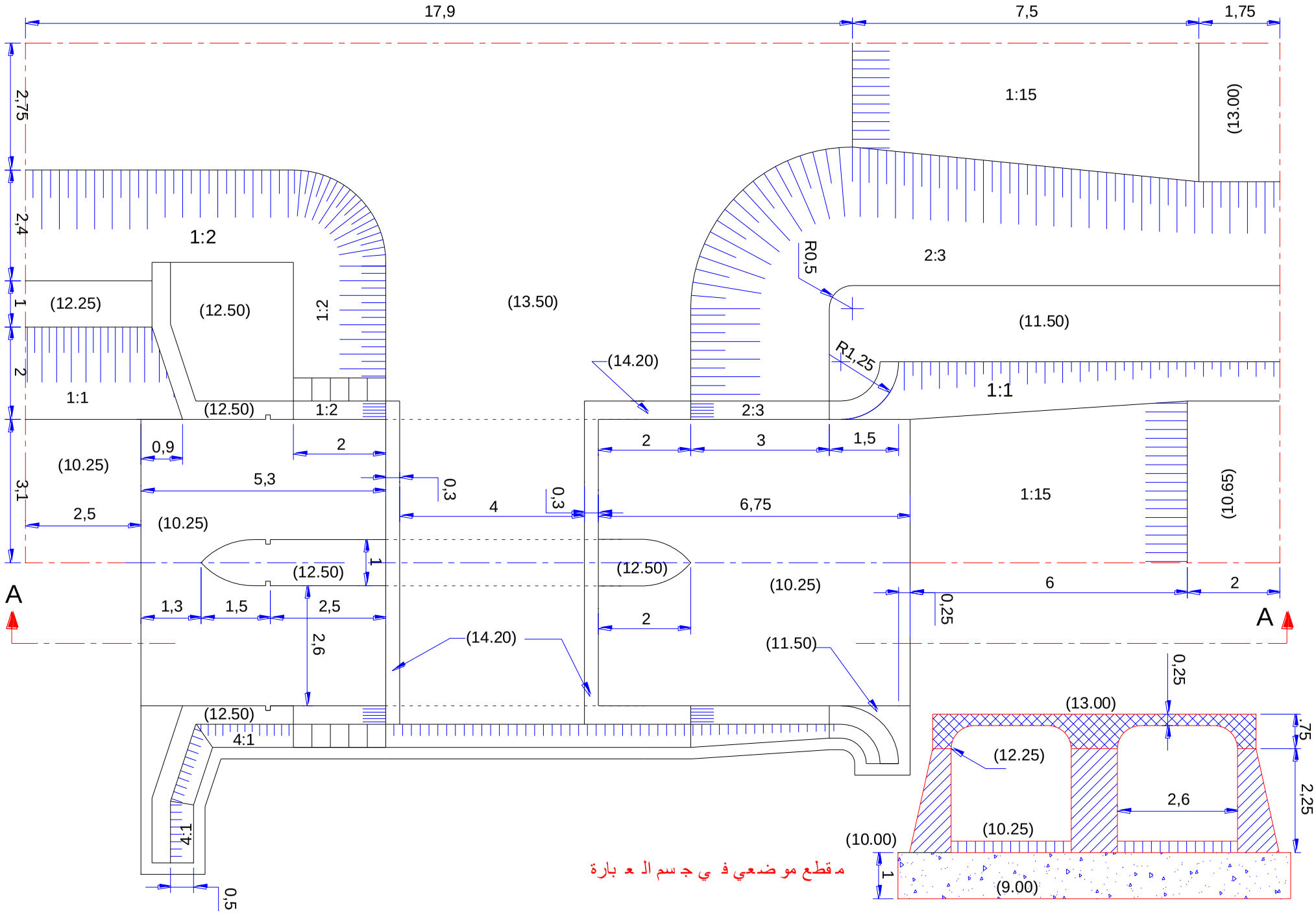

24,8
(14.50)
2:3
(13.00)
R1,15
(13.50)
0,6
0,5
R0,5
0,75
1,5
(10.50)
5
3,5
(15.00)
2,5
(13.50)
3
0,4
5
0,4
0,7
(10.50)
(14.00)
0,25
0,5
4,75
(13.50)
0,6
0,5
مدخل الـ ع بارة
(14.50)
2:3
(13.00)
1:1
(11.00)
0,25
(10.50)
5,5
5
0,5
0,75
1,25
2,25
2,5
4
1
1
2,5
1
4
1,25
(14.00)
0,25
(13.50)
(10.50)
(10.25)
(9.25)
0,25
1,75
3
1
3
1,75
مقطع موضعي في جسم الـ ع بارة

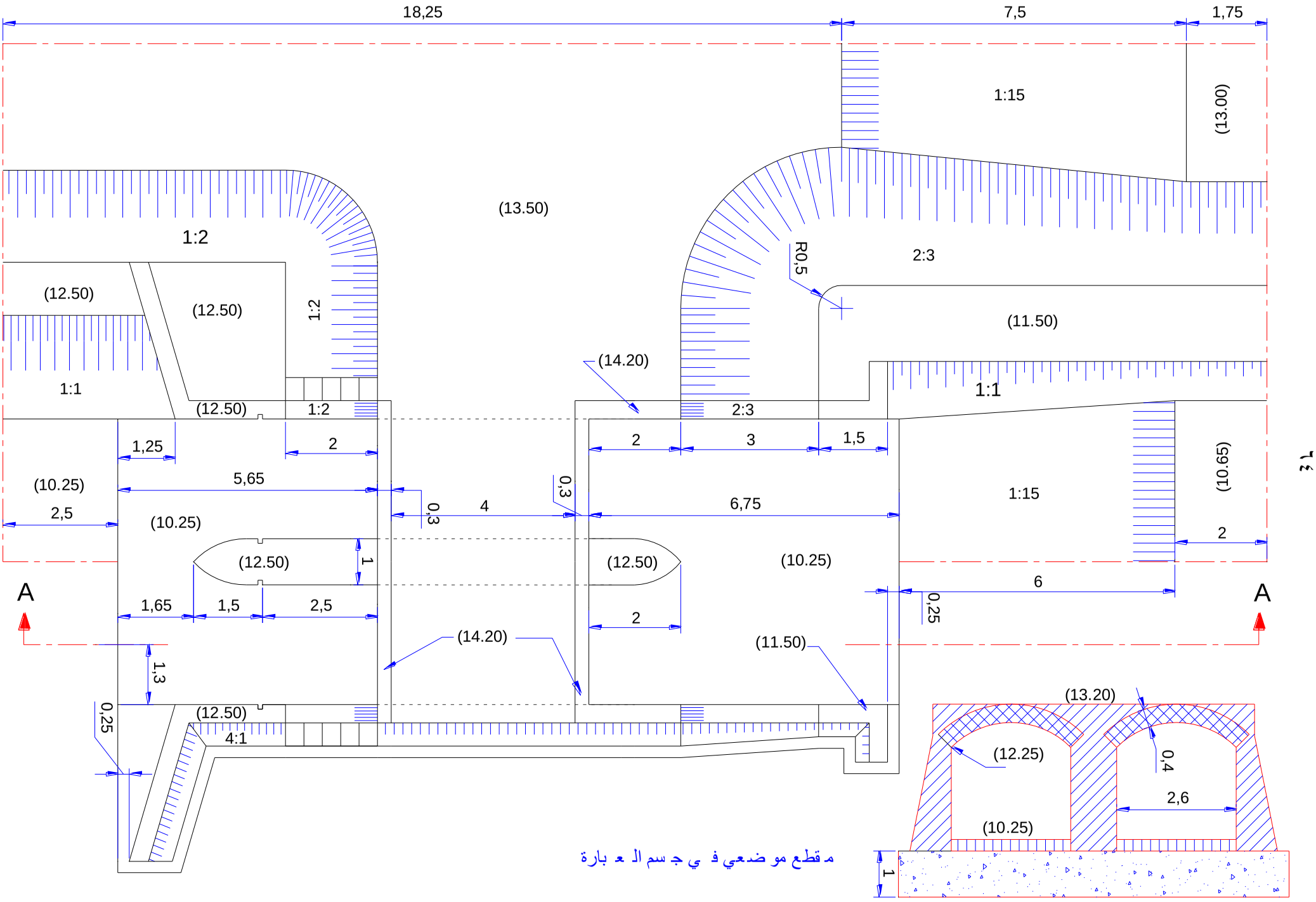

(14.50)
2:3
(11.50)
1:1
(9.00)
3
27°
6,75
(9.00)
(11.50)
2
0,4
(15.20)
(15.20)
(14.50)
7,2
(15.20)
(13.00)
0,25
(12.35)
3,75
(9.00)
1
مقطع موضعي في جسم السد بارزة
2:3
2:3
1,3
0,4
2:3
R1,5
(13.50)
0.1*0.1
3,05
6
(13.50)
1:2
1:10
2:3
(13.00)
1:1
(9.00)
3
(14.00)

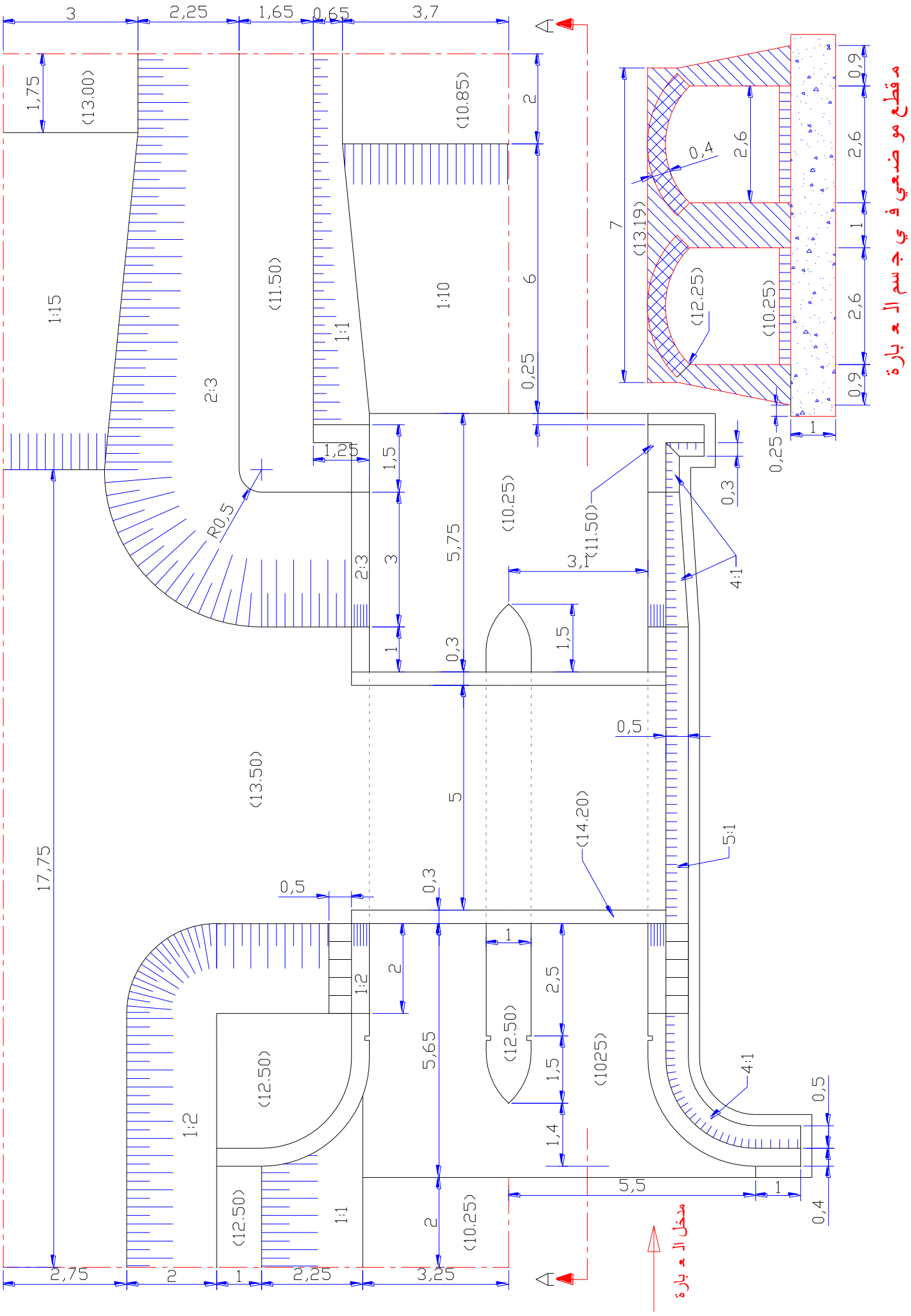


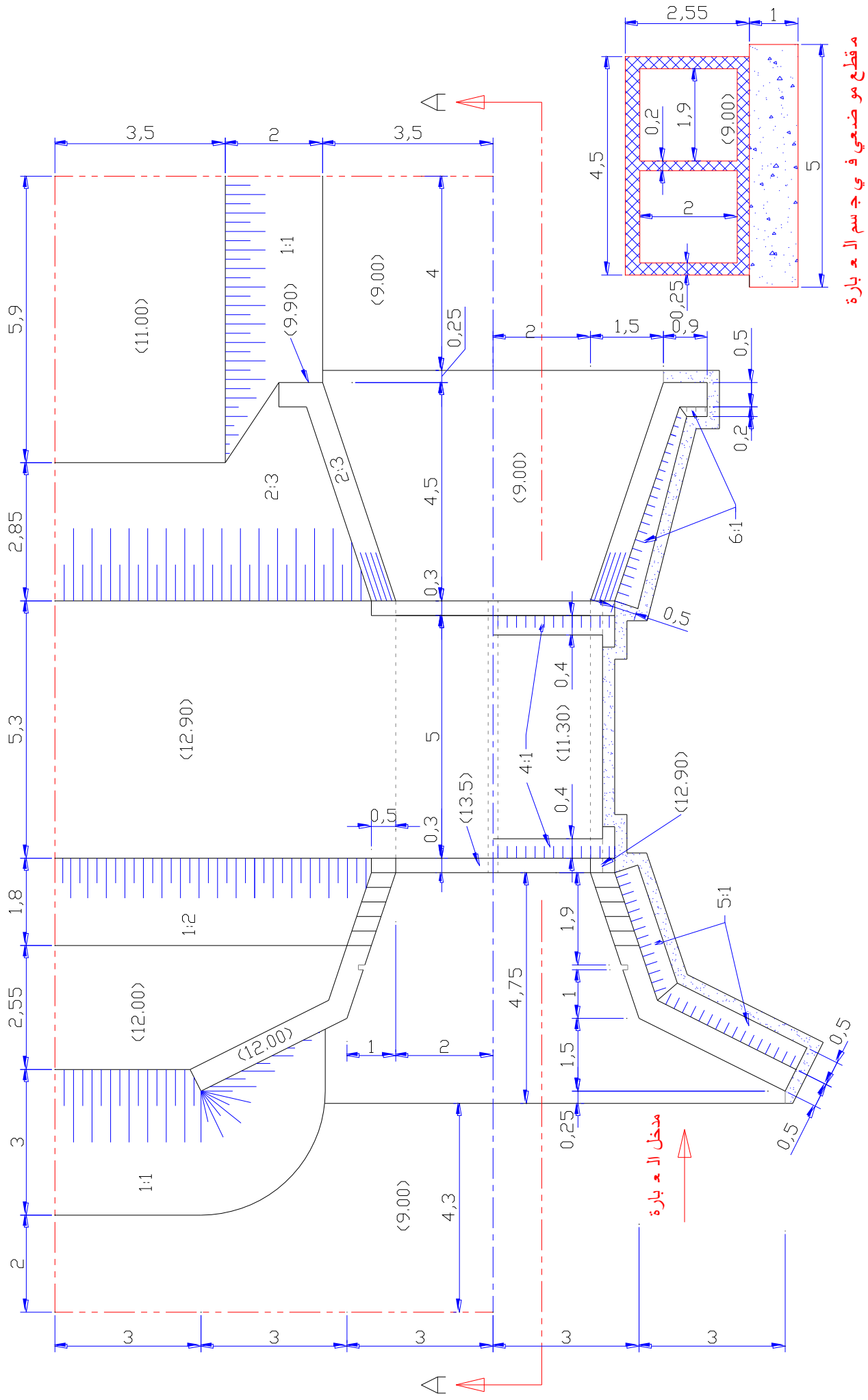
مقطع موضعي في جسم العبارة

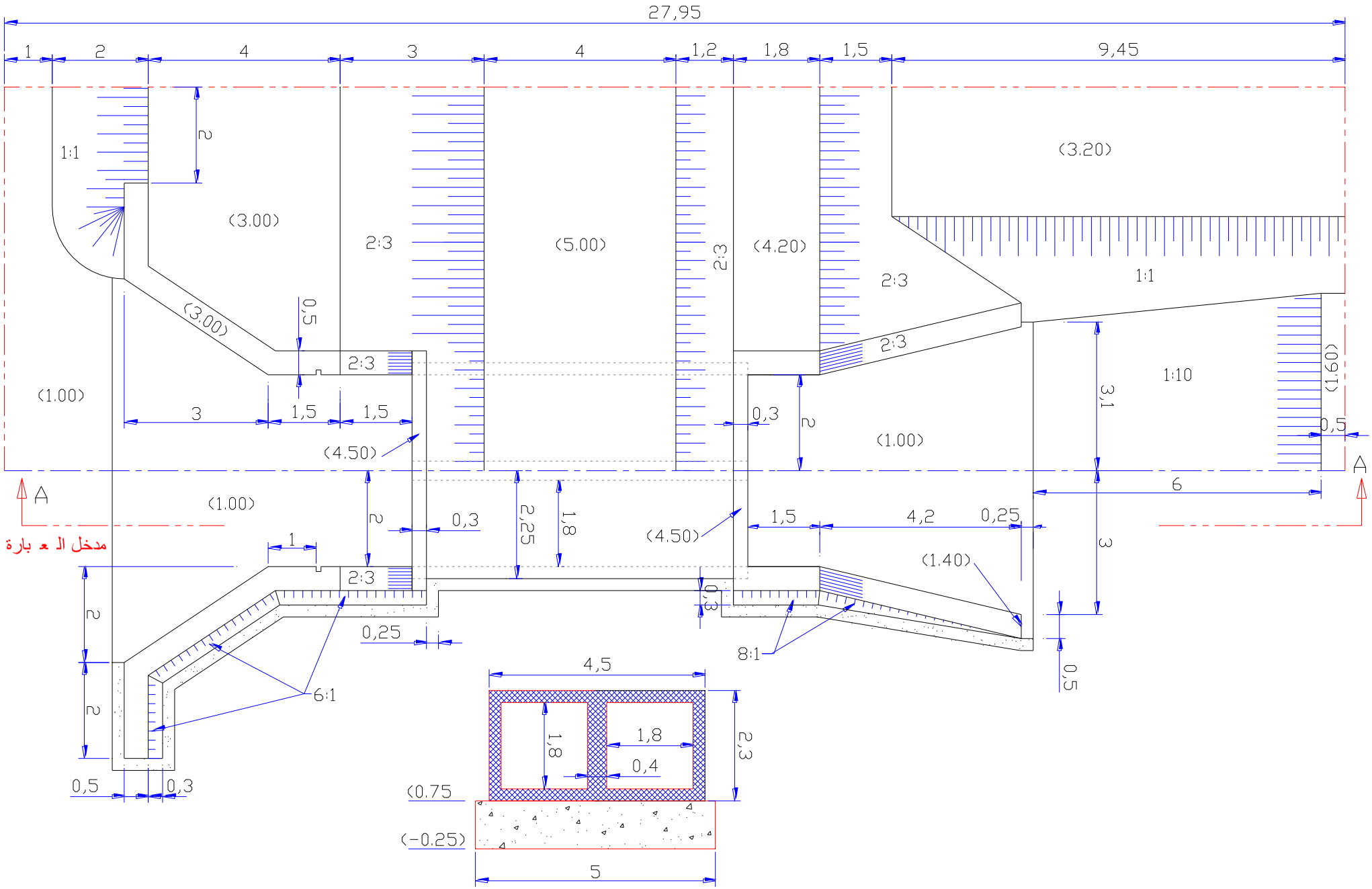



17,9
7,5
1,75
2,75
2,4
1
2
3,1
1:15
(13.00)
1:2
2:1
(12.25)
(12.50)
(13.50)
R0,5
2:3
(11.50)
R1,25
(14.20)
1:1
(12.50)
1:2
2:3
0,9
2
2
3
1,5
(10.25)
5,3
0,3
4
0,3
6,75
1:15
(9.00)
2,5
(10.25)
1
(12.50)
(12.50)
(10.25)
6
2
0,25
A
A
1,3
1,5
2,5
2,6
2
(14.20)
(11.50)
0,25
(13.00)
.75
(12.25)
2,6
2,25
(10.25)
(10.00)
(12.50)
4:1
1:1
1
(9.00)
0,5
مقطع موضعي في جسم العبارة

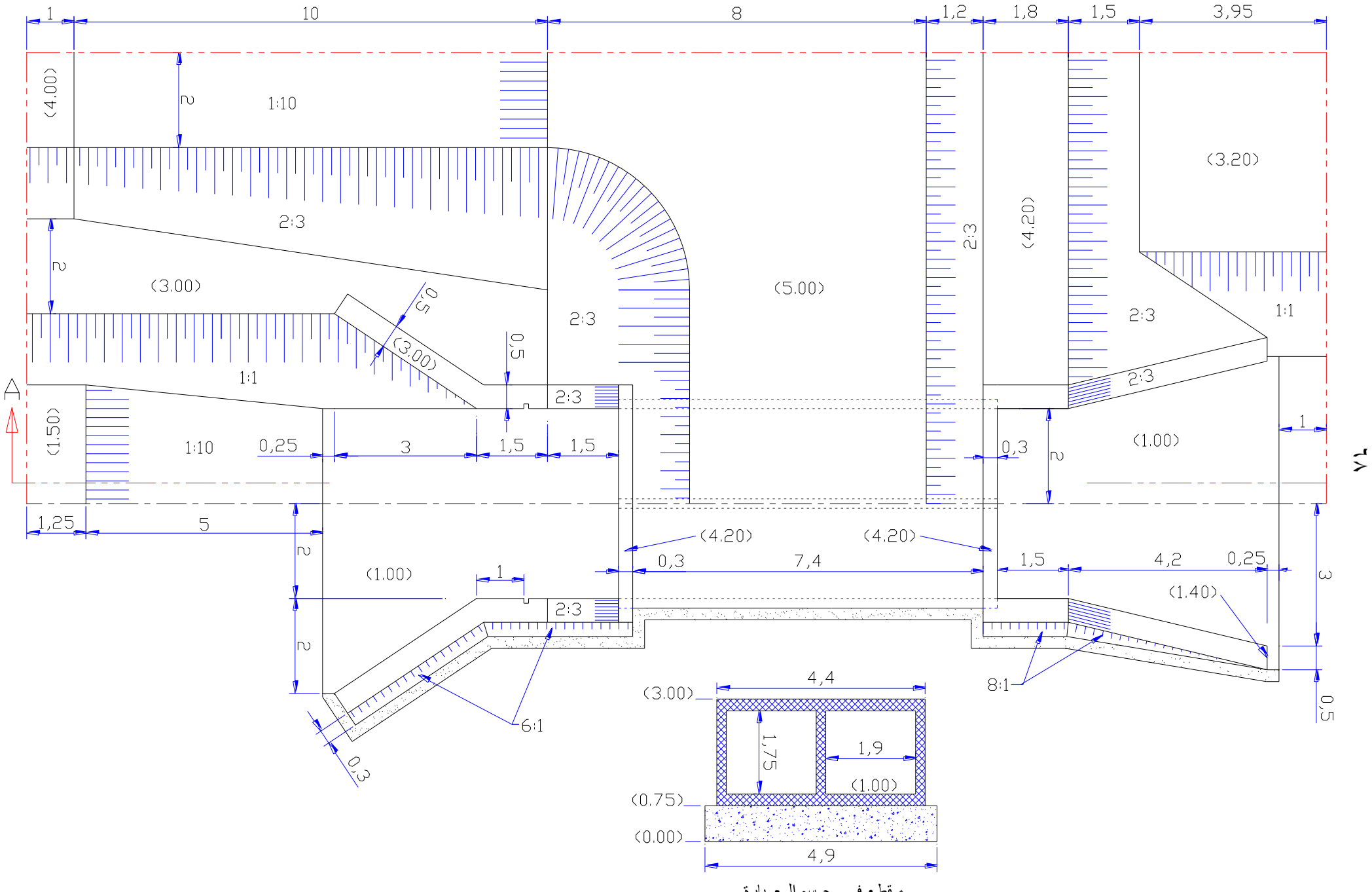

18,25
7,5
1,75
1:15
(13.00)
(13.50)
1:2
R0,5
2:3
(12.50)
(12.50)
1:2
(11.50)
(14.20)
1:1
1:1
(12.50)
1:2
2:3
1,25
2
2
3
1,5
(10.25)
5,65
0,3
4
0,3
6,75
1:15
(10.65)
2,5
(10.25)
2
(12.50)
1
(12.50)
(10.25)
A
A
6
1,65
1,5
2,5
0,25
2
(14.20)
(11.50)
1,3
0,25
(12.50)
4:1
(13.20)
(12.25)
0,4
2,6
(10.25)
1
مقطع موضعي في جسم العبارة


مقطع مو ضعي في جسم الـ بارة
مدخل الـ بارة
3
2,25
1,65
0,65
3,7
1,75
(13.00)
(10.85)
2
1:15
(11.50)
2:3
1:1
1:10
6
0,25
1,25
1,5
3
5,75
(10.25)
R0,5
(11.50)
0,3
4:1
1,5
1
0,5
(13.50)
5
(14.20)
5:1
17,75
0,3
1
2
1:2
2,5
(12.50)
5,65
(1025)
1,5
1,4
4:1
0,5
(12.50)
1:2
1:1
2
(10.25)
5,5
1
0,4
2,75
2
1
2,25
3,25
7
(13.19)
0,4
2,6
(12.25)
(10.25)
0,9
2,6
1
2,6
0,9
1
0,25

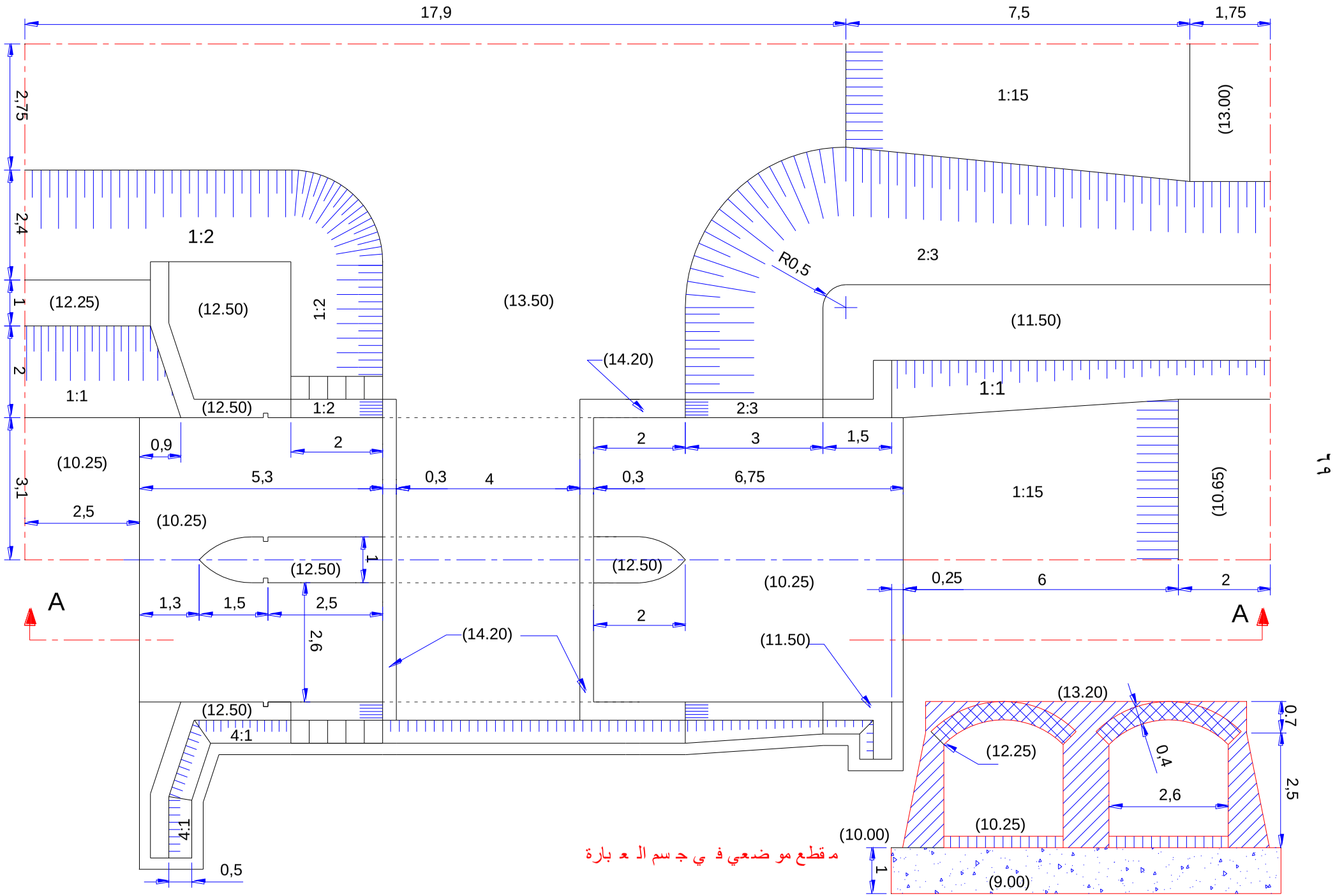

مقطع موضعي في جسم العبارة
مدخل العبارة
(11.00)
(9.90)
(9.00)
(12.90)
(12.00)
(11.30)
(13.5)
1:1
2:3
1:2
4:1
5:1
6:1
3,5
5,9
2,85
5,3
1,8
2,55
3
2
4,5
4
5
0,25
1,5
0,5
0,2
0,3
0,4
1,9
4,75
4,3

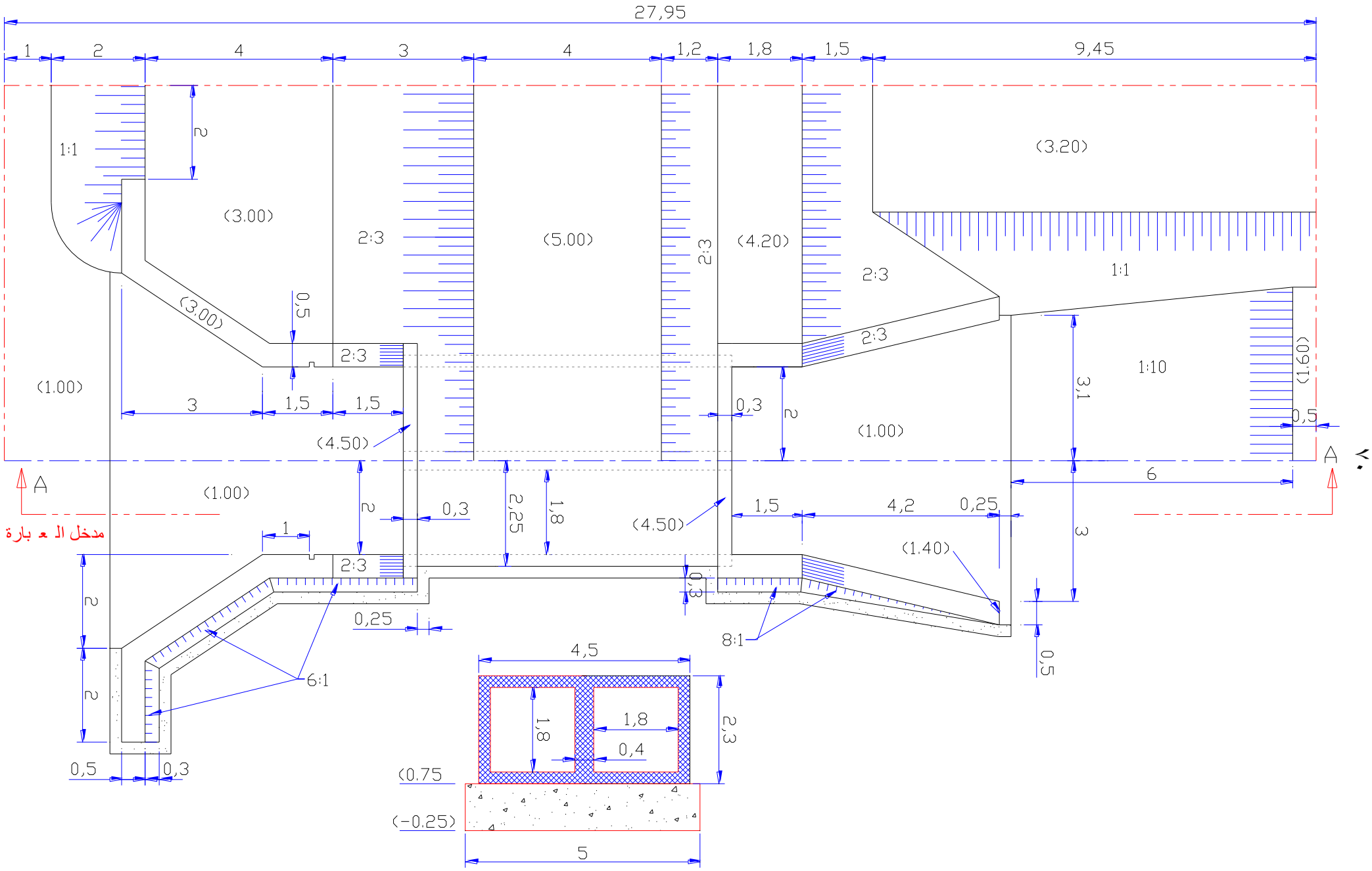


مقطع موضعي في جسم الـ ع بارة

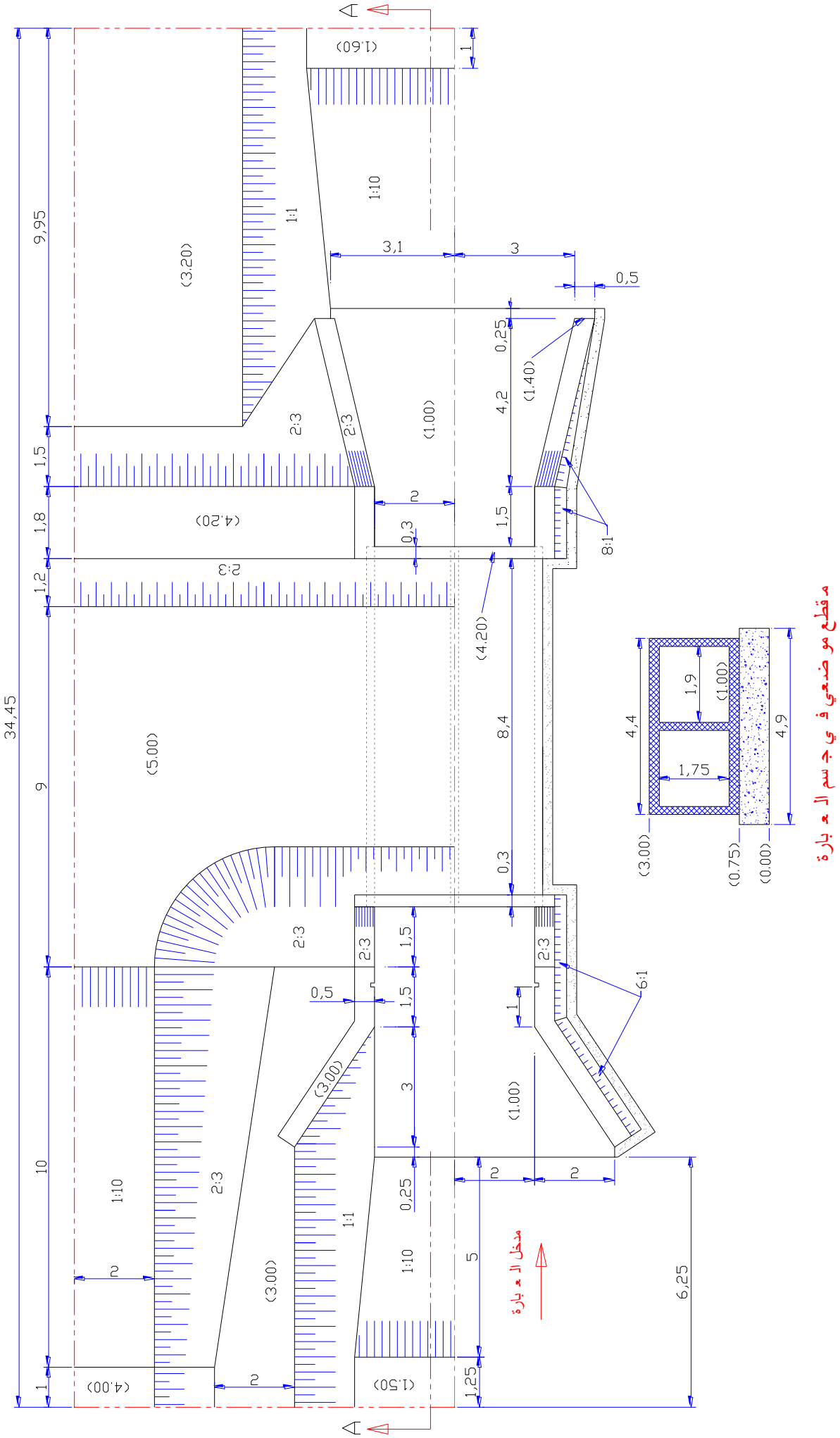


مقطع في جسم العبارة


17,9
7,5
1,75
2,75
2,4
1
2
3,1
1:2
1:1
1:15
2:3
R0,5
(12.25)
(12.50)
(13.50)
(11.50)
(13.00)
(10.65)
(14.20)
(10.25)
0,9
2
5,3
0,3
4
6,75
3
1,5
2,5
1
1,3
1,5
2,6
0,25
6
A
4:1
1:4
0,5
(13.20)
0,7
0,4
2,5
(10.00)
(9.00)
مقطع موضعي في جسم العبارة



مـ قطع مو ضعي فـ ي جـ سم الـ ع بارة


مقطع مو ضعي في ي جـ سم الـ ـعـ بارة
مدخل الـ ـعـ بارة
34,45
9,95
1,5
1,8
1,2
10
1
9
(3.20)
(4.20)
(5.00)
(4.00)
(1.60)
(1.50)
(3.00)
(1.00)
(1.40)
1:1
1:10
2:3
3,1
3
0,5
0,25
4,2
1,5
0,3
8:1
6:1
8,4
0,5
1
5
6,25
1,25
4,4
1,9
1,75
4,9
(0.75)
(0.00)

تمثيل المنشآت الطرقية
الجسور

تعريف الجسر :

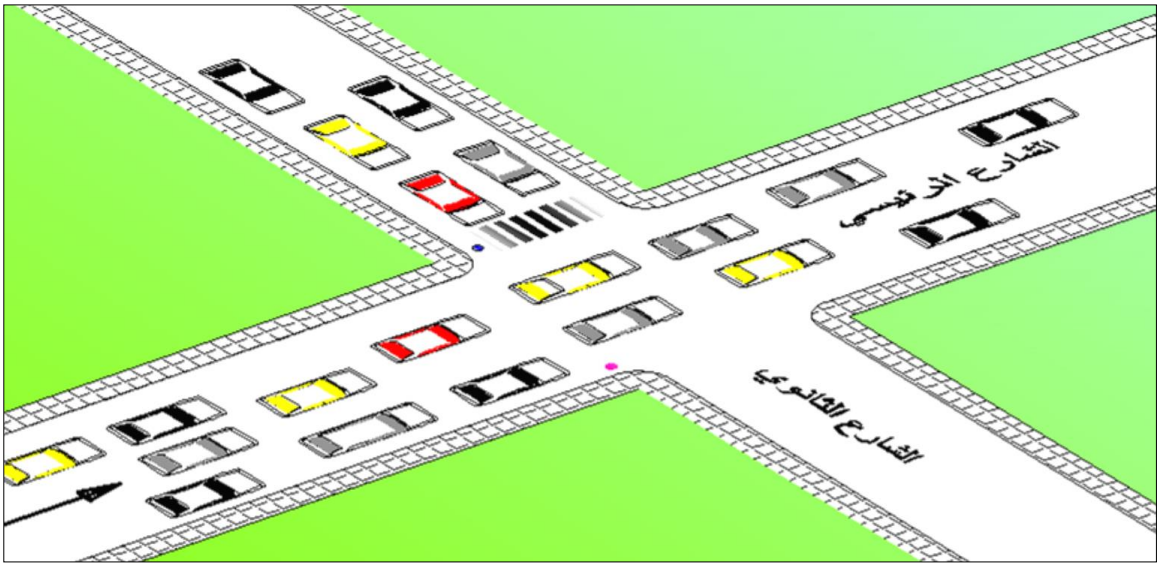
الجسر، هو منشأة تكون قسماً من الطريق، ينفذ عندما تعترض الطريق عوائق طبيعية، كالوديان والأنهار، والبحيرات، أو عوائق اصطناعية داخل المدن، وعندها يستخدم الجسر لحل مشكلة المرور .

الهدف من بناء الجسر :

بفرض، أنه لدينا عقدة مرور تحوي طريقين متقاطعين(الشكل ٤-١). لتنظيم حركة المرور في هذه العقدة، نستخدم عادة إشارات مرور عند منطقة التقاطع، تعمل وبالتناوب، على السماح بمرور الحافلات على أحد الطريقين، بينما تكون متوقفة على الطريق الأخرى .

عندما تزداد كثافة المرور بحيث لا تفي إشارات المرور بالغرض، بسبب الازدحام الشديد، يُعْمد إلى تمرير أحد الطريقين فوق الآخر؛ وهذا ما يسمى بالجسر. أو تمرير أحد الطريقين تحت الطريق الآخر؛ وهذا ما يسمى بالنفق .

هناك أنواع مختلفة من الجسور، من حيث مكان التنفيذ ، فمنها ما يقع خارج المدن، ومنها ما يقع داخل المدن، منها ما يقام على الأنهار والبحيرات، كالجسر المائي الذي يصل بين ضفتي النهر، أو فوق الوديان، الذي يصل بين ضفتي الوادي. وهناك أنواع مختلفة من الجسور، من حيث الاستخدام ، فمنها جسور للمشاة، ومنها جسور للحافلات، ومنها جسور حربية، ومنها جسور للسكك الحديدية ...الخ .



الشكل (٤-١)

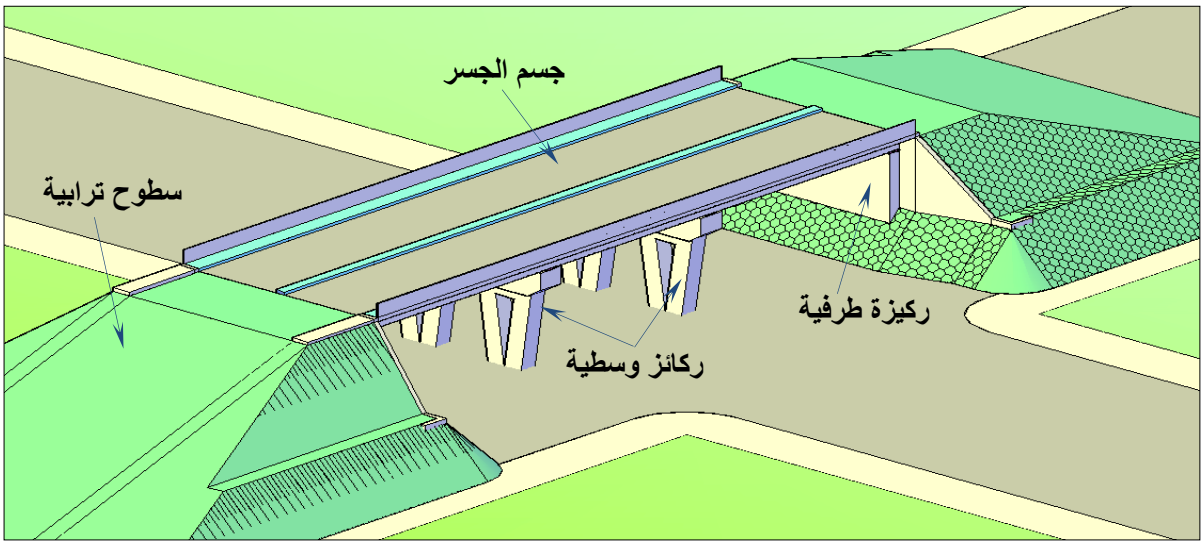
عناصر الجسر :

لتبسيط فكرة الجسر، يمكننا تقسيمه إلى قسمين، جسم الجسر، والركائز الحاملة للجسر. أما جسم الجسر، فهو القسم الذي تتحرك عليه السيارات أو القطارات أو المشاة ...الخ، والذي يرتفع عن سطح الأرض أو المياه أو عن سطح الطريق المارة تحته بمسافة محددة، بينما الركائز الحاملة، هي التي تحمل جسم الجسر وتنقل أوزانه إلى سطح الأرض الطبيعية، والتي يزداد عددها بازدياد طول الجسر.

تسمى الركائز في بداية ونهاية الجسر بالركائز الطرفية، إذ أن شكلها يختلف عن باقي الركائز الواقعة على امتداد الجسر، والتي تسمى بالركائز الوسطية (الشكل ٤-٢).

للصعود والهبوط من وإلى سطح الجسر في بدايته وعند نهايته، يعمد إلى تخفيض ارتفاع الركائز الحاملة بالتدريج، حتى تقترب من سطح الأرض، وعندها تتكفل ردميات السطوح الترابية بوصل سطح الجسر مع سطح الأرض.

يطلق على الجسر الذي لا يحوي ركائز وسطية، وإنما يوجد ركيزتين طرفيتين فقط عند بدايته ونهايته؛ بالجسر وحيد الفتحة. أما إذا احتوى الجسر ركيزة وسطية أو أكثر، فإنه يسمى بالجسر متعدد الفتحات.



الشكل (٤-٢)

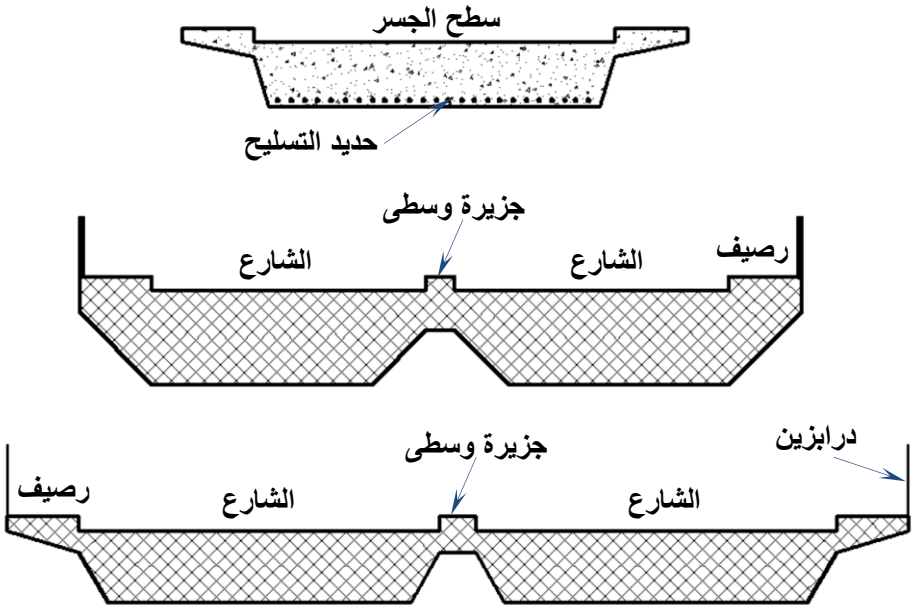
- **جسم الجسر :**

هو القسم العلوي من الجسر الذي تتحرك عليه السيارات، وهو عبارة عن بلاطة من البيتون المسلح، طولها يتعلق بالبعد بين الركائز الحاملة. أما عرضها، فيتعلق بكثافة السيارات المارة على الجسر. أما سماكتها، فتتعلق بنوع الحمولات المارة فوق الجسر، وبطول الجسر. فكلما زاد طول الجسر، أو زادت أوزان الحمولات، كلما اضطررنا لزيادة سماكة الجسر، خوفاً من تقوس الجسر أو انكساره. إذا كان الجسر متعدد الفتحات، فإن طول جسم الجسر يقسم إلى عدة قطع تستند بأطرافها على الركائز الحاملة.

يأخذ المقطع العرضي في جسم الجسر أشكالاً هندسية مختلفة، تتعلق بحجم الجسر، ونوع الحمولات المارة عليه، وبطبيعة المنطقة التي يبنى فيها الجسر، والهدف من استخدامه. كما يختلف شكل هذا المقطع، لاعتبارات معمارية، تتعلق بالشكل المعماري للمنطقة التي يتم فيها بناء الجسر.

ونورد هنا، بعض نماذج من المقطع العرضي في جسم الجسر :

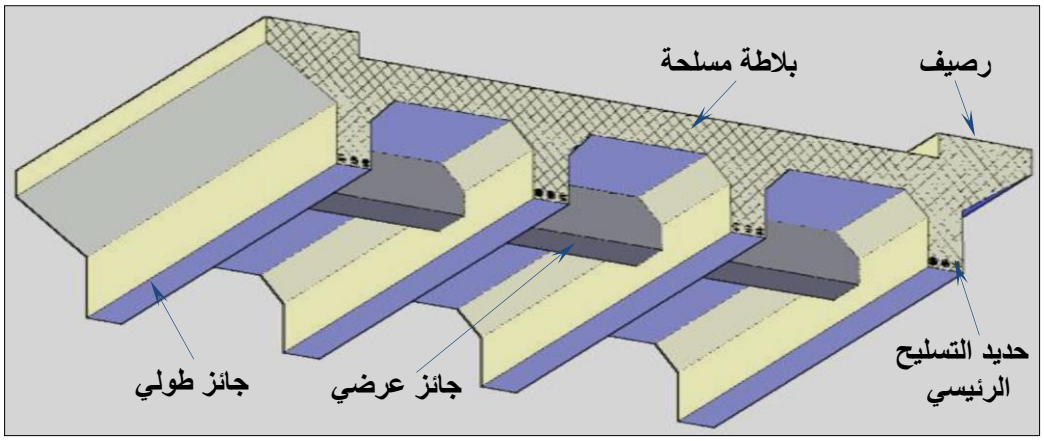
- **بلاطة مصمتة** : تصنع من البيتون المسلح، سماكتها ثابته، تتناقص عند الأطراف تحت الأرصفة. معظم قضبان التسليح في البلاطة، تتجمع في القسم السفلي منها، وذلك لمنع تشقق البيتون نتيجة الشد الحاصل في الألياف السفلية، بسبب الأوزان الناتجة عن الحمولات (الشكل ٤-٣).

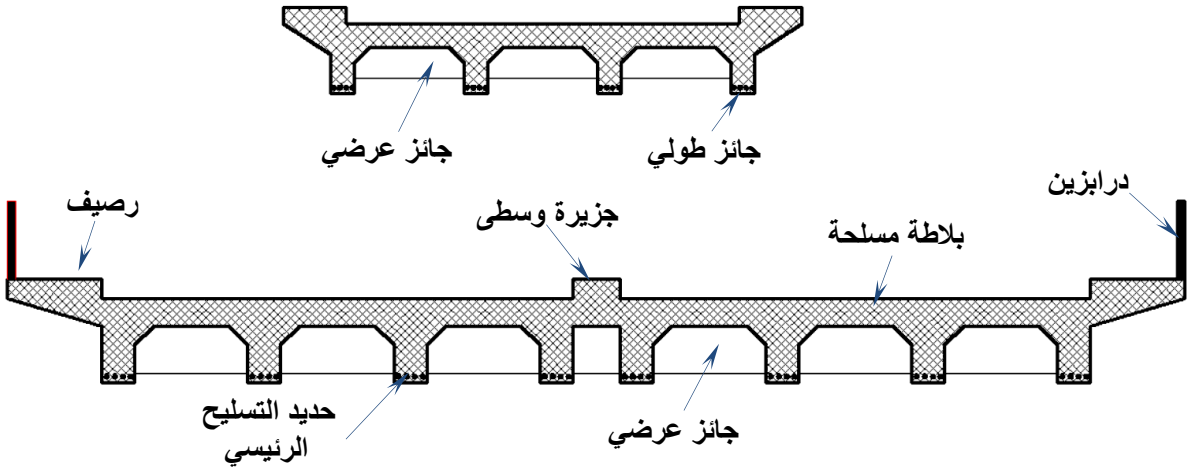


الشكل (٤-٣)

- **بلاطة مفرغة** : بما أن البيتون يعمل على الضغط فقط ولا يتحمل الشد، يتم إضافة معظم حديد التسليح في جسم الجسر إلى الجزء السفلي من بلاطة جسم الجسر الخاضعة للشد؛ وتكون مهمة البيتون في هذه المنطقة، فقط، تغليف قضبان الحديد وتبيتها في مكانها، وحمايتها من الصدأ. لذلك، لتخفيف وزن الجسر، ولتوفير كمية البيتون المستخدمة، يعمد إلى تفريغ البيتون من المناطق السفلية وتجميع قضبان الحديد في مناطق محددة، وبذلك نحصل على البلاطة الجائزية (الشكل ٤-٤).

تتألف البلاطة الجائزية، من جوائز طولية، تسمى بالجوائز الرئيسية، وجوائز عرضية رابطة بينها، ومن بلاطة علوية. حيث تعمل الجوائز العرضية على ربط الجوائز الطولية مع بعضها البعض على مسافات محددة، لزيادة متانة جسم الجسر. كما أنها توجد فوق كل ركيزة، عند منطقة اتصال قطع جسم الجسر الطولية مع بعضها البعض.





الشكل (٤-٤)

- **الركائز الحاملة :**

وهي الركائز الحاملة لجم الجسر، والتي تنقل وزنه والحمولات الموجودة عليه إلى الأرض الطبيعية. وتتألف الركائز الحاملة، من ركائز طرفية، تقع في بداية ونهاية الجسر، وركائز وسطية، تتوزع على طول الجسر.

- **الركائز الطرفية :**

هي عبارة عن جدار مصنوع من البيتون المسلح، له مهمتان، الأولى، حمل جسم الجسر ونقل وزنه مع الحمولات الموجودة عليه إلى الأرض الطبيعية، والثانية، حجز التربة الموجودة خلف الركيزة الطرفية، والتي تصل سطح الجسر بالأرض الطبيعية. لذلك يجب أن تتوفر في الركيزة الطرفية الشروط التالية :

١. له على الأقل وجه مائل جانبي، باعتباره جدار استنادي حاجز للتربة خلفه.
٢. يستند على قاعدة أو أساس، وذلك، لتخفيف الضغط الناتج من نقل وزن جسم الجسر إلى الأرض الطبيعية، ولمنع انقلابه بسبب ضغط التربة المحجوزة خلفه.
٣. يجب أن يكون سطحه العلوي، الذي يسمى بسطح الاستناد، مهيأً لاستناد جسم الجسر عليه.

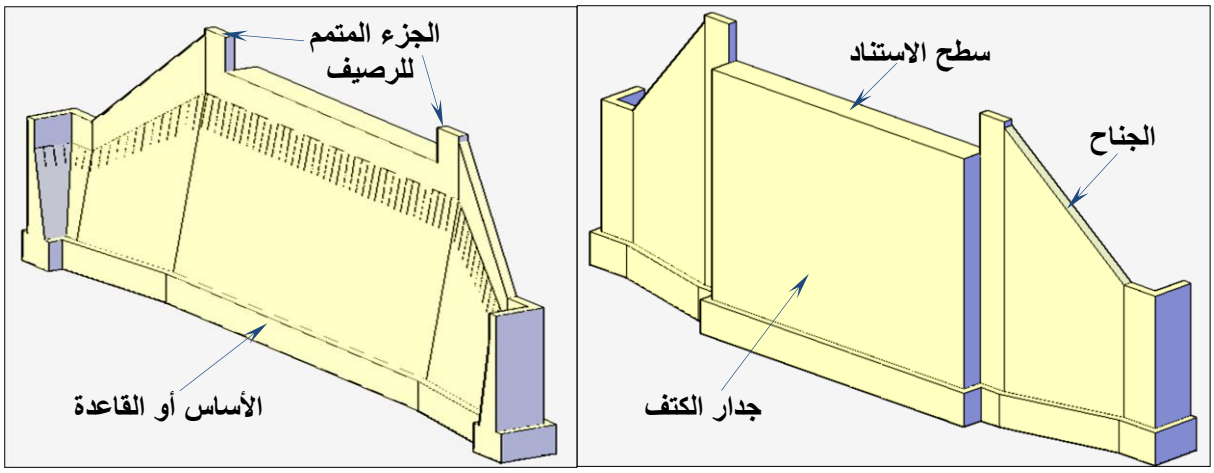
يسمى هذا القسم من الجدار بالكتف، وهو القسم الوسطي من الركيزة الطرفية (الشكل ٤-٥).

يوجد على جانبي جدار الكتف، جداران استناديان، يسميان بالأجنحة. تلتف جدران الأجنحة إلى خلف الركيزة الطرفية، أي إلى جهة التربة المردومة خلفها،، وتعمل على زيادة تثبيت الركيزة الطرفية من جهة، وعلى حضن وحجز التربة الموجودة خلف الركيزة من جهة ثانية.

تتميز جدران الأجنحة، بأنها جدران استنادية من النوع المائل، السطح العلوي فيها، يساير السطح العلوي للتربة المردومة خلفها (الشكل ٤-١).

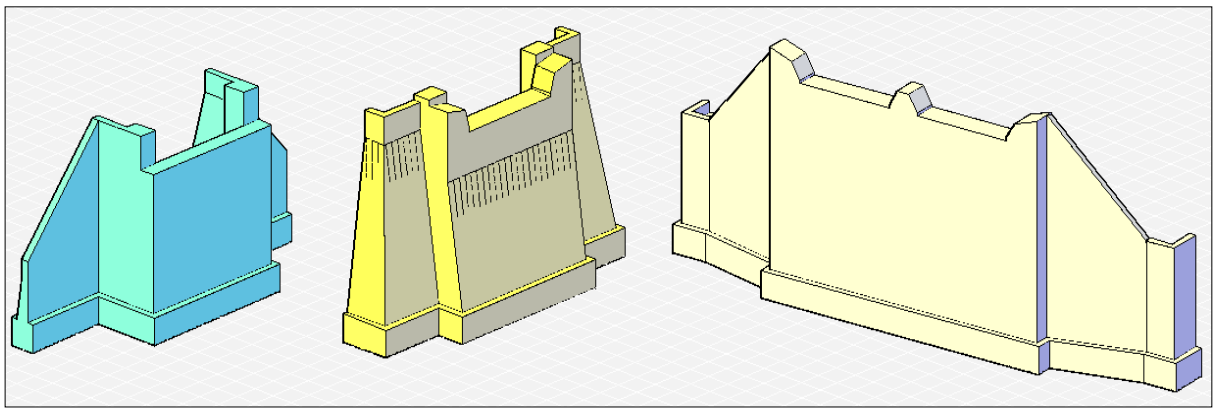
عند منطقة اتصال جدار الجناح بالكتف، يمكن أن تشاهد جزءاً من الجناح يرتفع إلى منسوب سطح الرصيف في جسم الجسر، يكون عرضه مساوياً لعرض الرصيف؛ يسمى بالجزء المتمم للرصيف.

إذاً تتألف الركيزة الطرفية من: القسم الوسطي، الذي يسمى بجدار الكتف، وعلى جانبيه جدارين مائلين يسميان بالأجنحة. جميع هذه الجدران هي من نوع جدران استنادية، لها، على الأقل، وجه جانبي مائل وآخر شاقولي، ومحمولة على قاعدة واحدة سماكتها لا تقل عن ١ م، وتزيد من جميع الجوانب بمسافة ثابتة لا تقل عن ٢٥ سم.



الشكل (٤-٥)

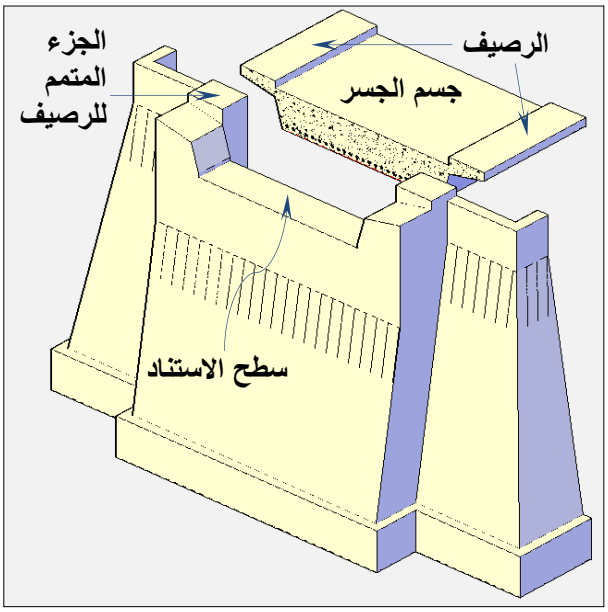
وتبين الأشكال أدناه نماذج من الركائز الطرفية في الجسور (الشكل ٤-٦).



الشكل (٤-٦)

يبين الشكل (٤-٧) كيف أن سطح الاستناد في الركيزة الطرفية ، يتوافق مع السطح السفلي لجسم الجسر . أي أنه عند وضع جسم الجسر على سطح الاستناد المخصص له أعلى جدار الكتف ؛ يأخذ مكانه الصحيح . وكأنها عملية تدكيك جسم الجسر في الركيزة الحاملة ، مما يساعد على منع انزلاق أو انسحاب جسم الجسر عن سطح الركيزة ، وخاصة عند المنعطفات .

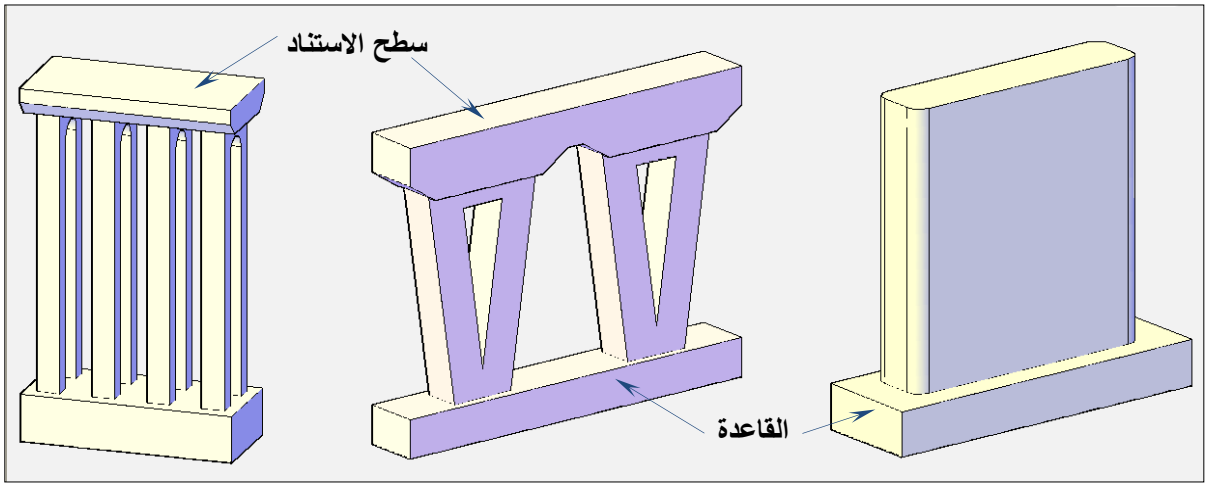
كما تلاحظ على الشكل ، أن الجزء المتمم للرصيف في جدار الجناح ، يتوافق تماماً مع الرصيف في جسم الجسر من ناحية منسوب الرصيف وعرضه.



الشكل (٤-٧)

- **الركائز الوسطية** : وهي الجدران الحاملة لجسم الجسر، والواقعة بين الركائز الطرفية. وباعتبار أن مهمة هذه الركائز، هي فقط، حمل جسم الجسر، إذا هي ليست جدران استنادية، وإنما هي جدران حاملة مهمتها نقل أوزان الجسر إلى الأرض الطبيعية.

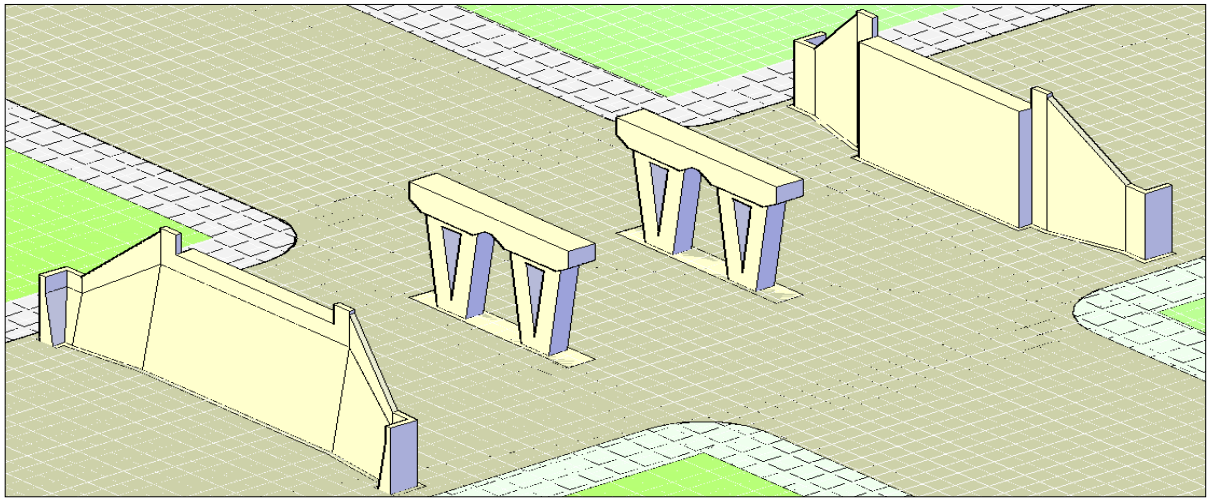
تتألف الركيزة الوسطية، من الجدار نفسه، الذي يكون سطحه العلوي مهيأً لاستناد جسم الجسر عليه، والذي يسمى بسطح الاستناد، ومن قاعدة حاملة للجدار، سماكتها ثابته، وتزيد من جميع جوانب أسفل الجدار بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم. تأخذ الركائز الوسطية أشكالاً معمارية مختلفة تبعاً للمنطقة التي يتم بناء الجسر عندها (الشكل ٤-٨).



الشكل (٤-٨)

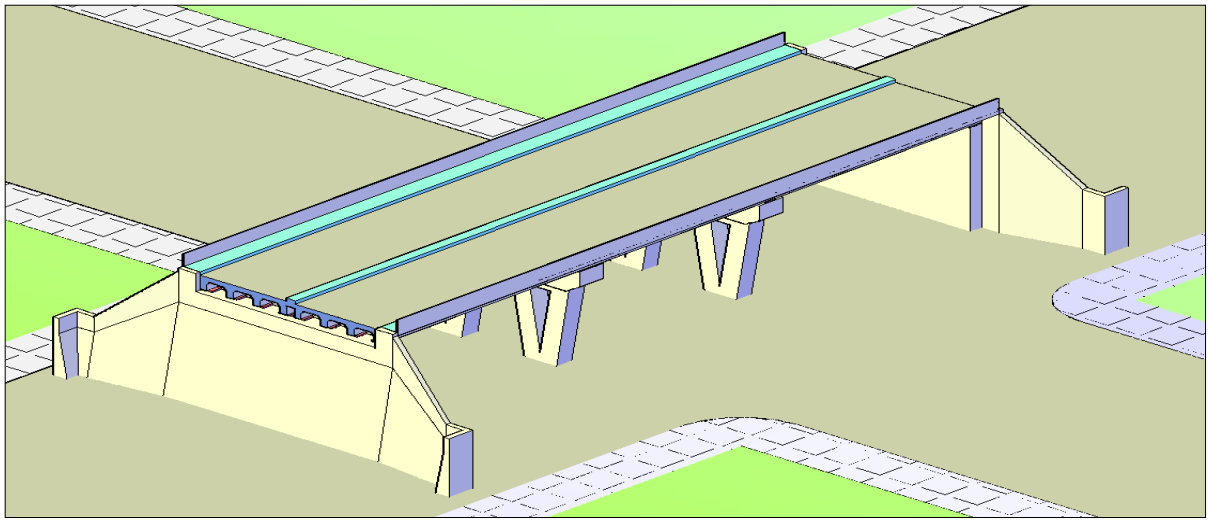
خطوات بناء الجسر :

في البداية، يتم تسوية السطوح الترابية في المنطقة المخصصة لبناء الجسر. ثم يصار إلى تجهيز الحفر لأساسات الركائز على عمق يصل إلى الأرض المتينة، التي تتحمل الضغط الناتج عن وزن الجسر. ثم يتم صب الأساسات في المكان. وبعدها، يتم تجهيز قوالب الصب للركائز الطرفية والوسطية، والتي يتم صبها في المكان أيضاً. وهنا يجب الانتباه، إذا كان سطح الجسر أفقياً، فيجب أن تكون سطوح الاستناد في جميع الركائز لها نفس المنسوب (الشكل ٤-٩).



الشكل (٤-٩)

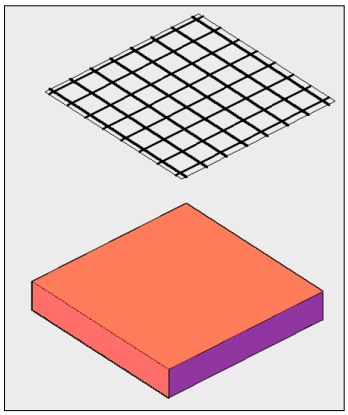
أما بالنسبة لجسم الجسر، فيمكن صنع قالب الصب له فوق سطوح الاستناد مباشرة، وصبه في المكان؛ وهذا يتطلب جهد ووقت كبيرين. لذلك، غالباً ما تستخدم طريقة تنفيذه بشكل مسبق الصنع في المصانع، بعد تقطيعه – عادة - إلى قطع متناظرة. ومن ثم يتم نقل القطع، ورفعها إلى سطوح الاستناد، وتركيبها وربطها مع بعضها البعض باستخدام آلات مخصصة لهذا الغرض (الشكل ٤-١٠).



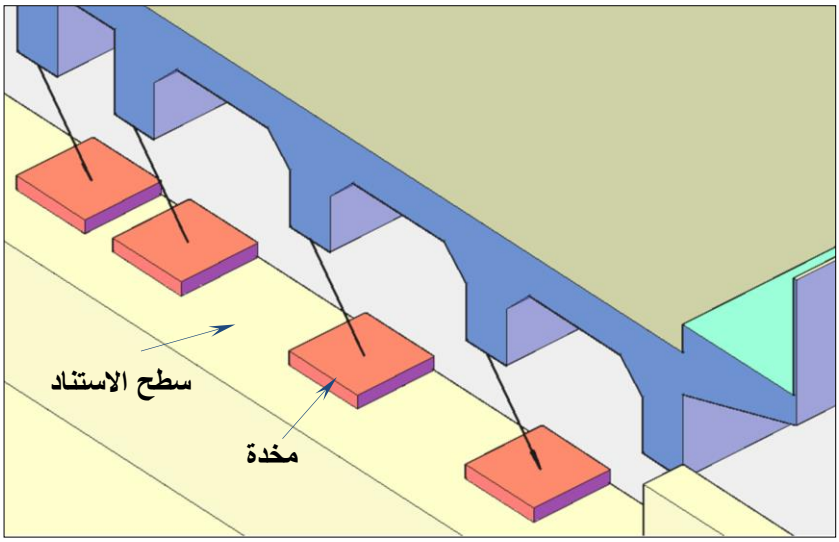
الشكل (٤-١٠)

إذا تم وضع جسم الجسر، المصنوع من البيتون المسلح، مباشرة على سطوح الاستناد، المصنوعة من البيتون المسلح أيضاً، فإن هذا سيؤدي إلى تهشم البيتون مع الزمن، بسبب الاهتزازات التي سيتعرض لها جسم الجسر نتيجة حركة المرور عليه. لذلك، يعمد إلى وضع مخدات على سطوح الاستناد، تحت جسم الجسر، تعمل على امتصاص الاهتزازات الناتجة عن حركة مرور الحافلات (الشكل ٤-١١).

تصنع المخدات من المطاط المسلح ذو الضغط العالي. وتكون أبعاد المخدة بحدود ٦٠ × ٦٠ × ١٠ سم حيث يتم صهر المطاط وصبه في قالب له أبعاد المخدة، وأثناء صب المطاط المصهور، يتم وضع شبكة أو صفيحة من الحديد على مسافات متساوية، ثم تخضع للضغط العالي، وبذلك نحصل على مخدة مصنوعة من المطاط المسلح (الشكل ٤-١٢).



الشكل (٤-١٢)



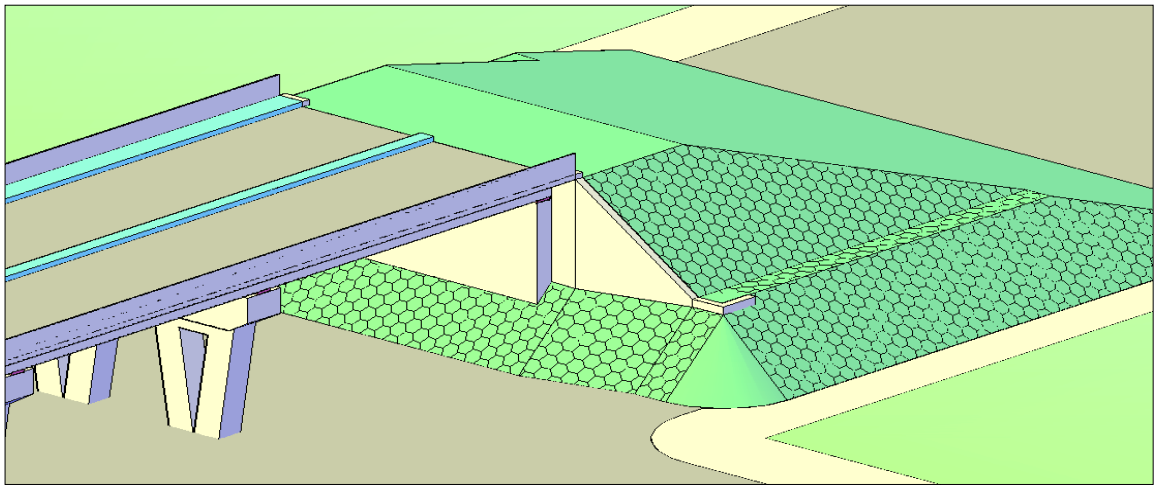
الشكل (٤-١١)

ردم وتسوية السطوح الترابية :

بعد الانتهاء من بناء الجسر كعناصر بيتونية، يتم ردم وتسوية السطوح الترابية في المناطق التالية :

- بين الركائز : يتم ردم التربة بين الركائز وتسويتها لتغطي جميع الأساسات بسماكة لا تقل عن ٥٠ سم، بحيث يصبح الطريق المار تحت الجسر صالحاً للاستخدام.
- خلف الركائز الطرفية : يتم ردم التربة خلف جدار الكتف في الركيزة الطرفية، بحيث يكون منسوب السطح العلوي فيها، مساوياً لمنسوب سطح الطريق في جسم الجسر. ويمتد سطح التربة، خلف الركيزة، أفقياً بمسافة لا تقل من ٥ إلى ١٠ م، ثم تبدأ السطوح الترابية بالميل تدريجياً، حتى الوصول إلى سطح الأرض الطبيعية.
- خلف جدران الأجنحة: يتم ردم التربة، بحيث يساير سطحها العلوي السطح العلوي في الجدران .
- أمام الركائز الطرفية : في بعض الحالات، يتم ردم التربة (أو مواد ركامية) أمام الركائز الطرفية بميل ١:١، وذلك لزيادة تثبيت هذه الركائز.

داخل المدن، يعمد إلى رصف السطوح الترابية الواقعة أمام واجهة الركائز الطرفية ببلاطات لها أشكال هندسية مختلفة. كما يتم زراعة التربة المردومة خلف جدران الأجنحة بمزروعات تأخذ أشكالاً جمالية. يبين الشكل (٤-١٣) توضع السطوح الترابية حول الركيزة الطرفية.



الشكل (٤-١٣)

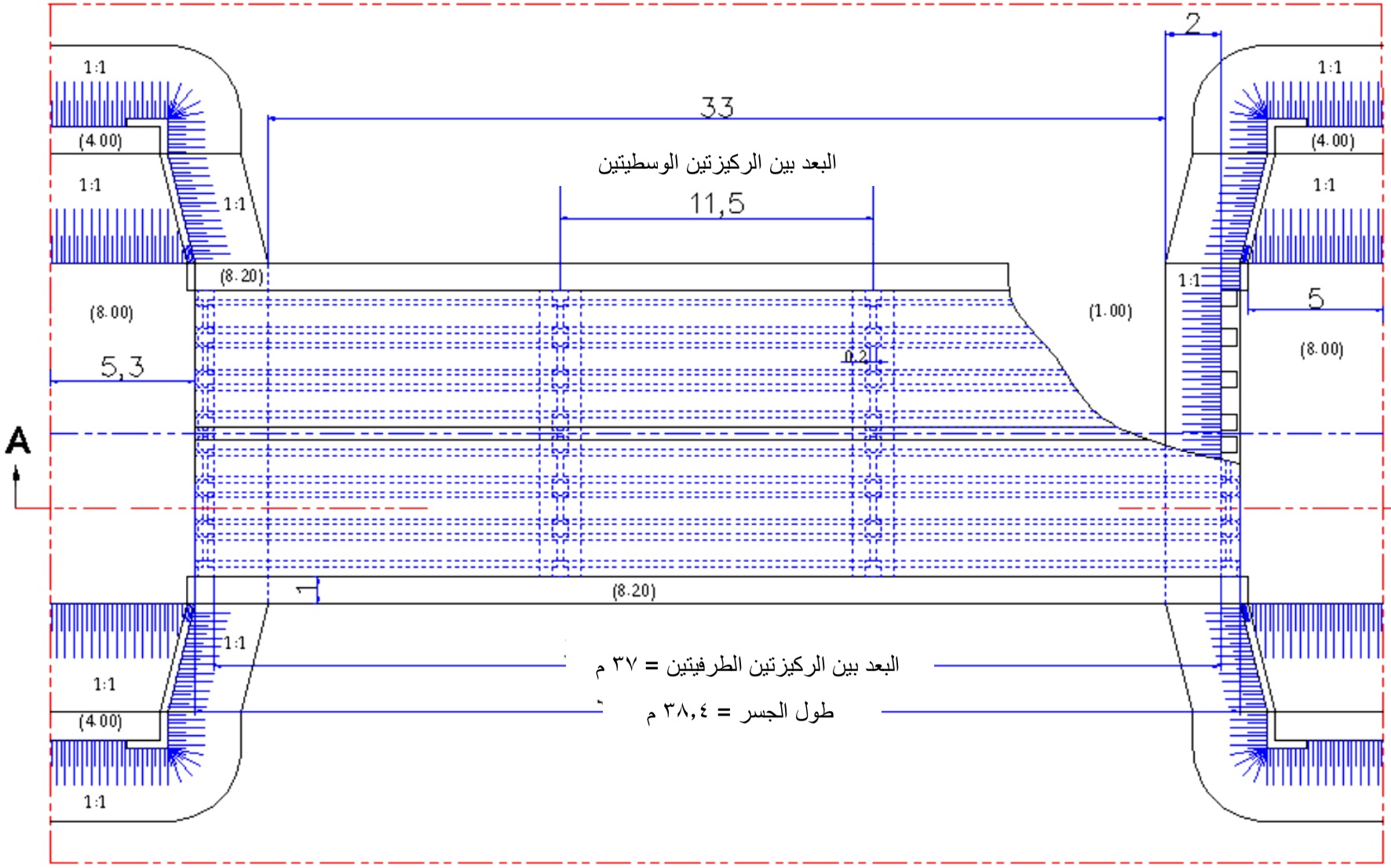
رسم المقطع الطولي :

المعطيات : يمثل الجسر على المسقط الأفقي المرقم كعناصر بيتونية وترابية مع وضع كافة الأبعاد والمناسيب والميول، وبما أن السطوح الترابية تحجب جزءاً كبيراً من العناصر البيتونية لذلك يضاف إلى المسقط المرقم تفصيلات بيتونية أخرى، حيث يعطى:

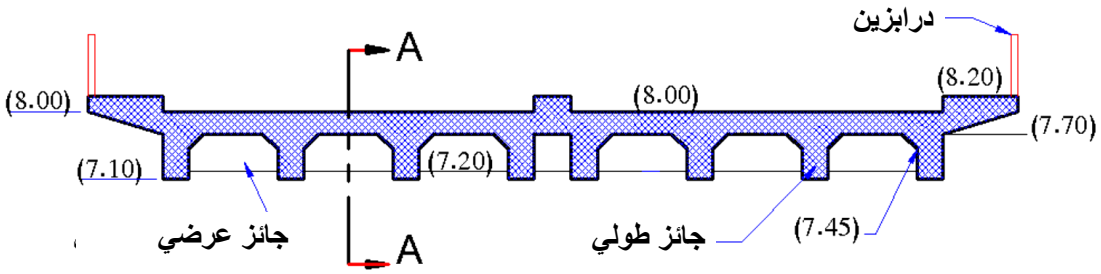
- مقطع في جسم الجسر مع إظهار الأبعاد والمناسيب عليه (الشكل ٤-١٥).
- مساقط الركيزة الوسطى : التي تعطى إما كمسقط مرقم أو مسقطين عاديين (الشكل ٤-١٦).
- مسقط مرقم للركيزة الطرفية : في بعض الحالات الذي تكون فيه الركيزة متناظرة يكتفى بنصف مسقط للركيزة الطرفية (الشكل ٤-١٧).

المطلوب :

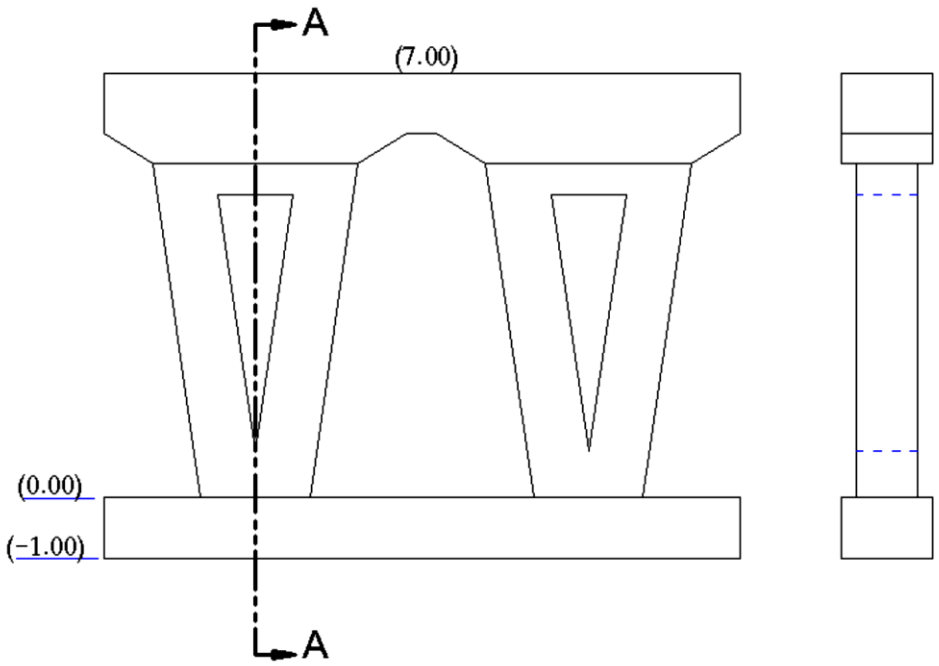
- رسم مقطع طولي في الجسر مع التربة، حسب الخط القاطع A – A.
- رسم مقطع طولي في الجسر كعناصر بيتونية فقط بدون تربة، حسب الخط القاطع A – A.
- في بعض الحالات، إذا كان الجسر متناظراً، يطلب رسم مقطع طولي نصفه مع أتربة والنصف الآخر بدون أتربة، حسب الخط القاطع A – A.



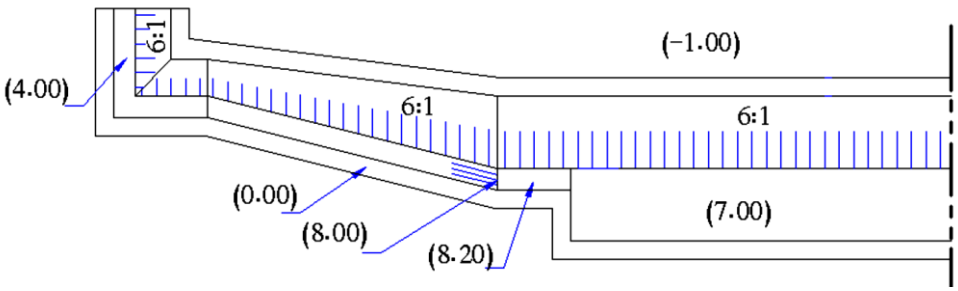
الشكل (٤-١٤) المسقط المرقم للجسر



الشكل (٤-١٥) مقطع في جسم الجسر



الشكل (٤-١٦) مساقط الركيزة الوسطى



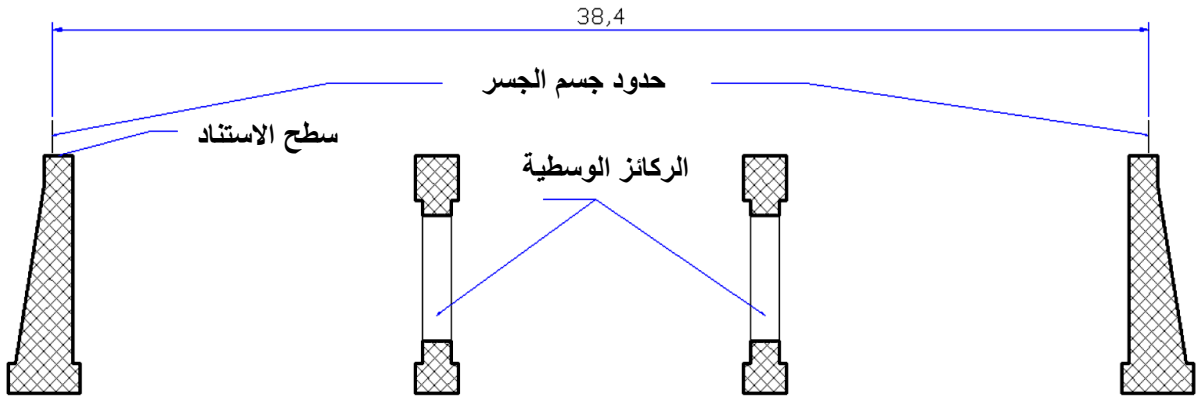
الشكل (٤-١٧) مسقط نصف الركيزة الطرفية بمقياس ١:١٠٠

خطوات الحل :

كما هو في حالة رسم المقطع الطولي في العبارات، يفضل تنظيم خطوات الرسم للحصول على المقطع بدون أخطاء، حيث يتم الرسم وفق التسلسل التالي :

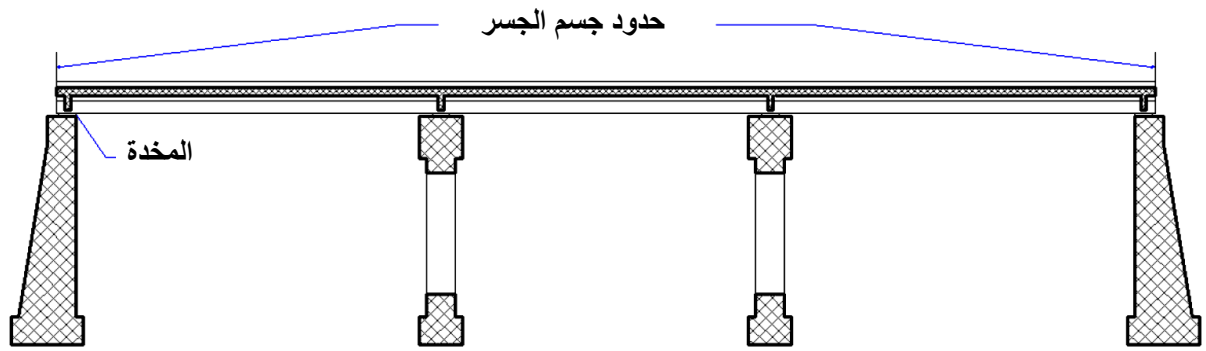
أولاً – رسم العناصر البيتونية

- الركائز الطرفية : وهنا يتم رسم مقطع في الركيزة الطرفية، باعتبارها جدار استنادي، وفق الخطوات التي تم استخدامها عند رسم المقاطع في الجدران الاستنادية. يتم رسم الركيزتين الطرفيتين اللتين غالباً ما يكونان متناظرتين (الشكل ٤-١٨)، حيث أن البعد بين واجهتي الركيزتين يعطى على المسقط المرقم. يختلف شكل المقطع للركيزة الطرفية عند رسم المقطع الطولي في الجسر بدون سطوح ترابية، حيث يتم رسم الخطوط المقطوعة وخطوط الإسقاط المرئية فيها.
- الركائز الوسطية : حيث يتم رسم مقطع في الركيزة الوسطية وفق هندسة مونج، في حال أعطيت الركيزة بمسقطين أو أكثر. أما إذا أعطيت الركيزة بمسقط واحد مرقم، عندها يتم رسم المقطع وفق طريقة رسم المقاطع في الجدران الاستنادية. وعادة يعطى البعد بين محاور الركائز الوسطية على المسقط المرقم. هنا يجب الانتباه، إلى أن سطوح الاستناد في الركائز الوسطية، غالباً، ما تقع على منسوب واحد (الشكل ٤-١٨). أما بالنسبة لارتفاع هذه الركائز، فهو غير ثابت، خصوصاً إذا كان الجسر ماراً فوق وادي أو نهر.



الشكل (٤-١٨) مقطع في الركائز

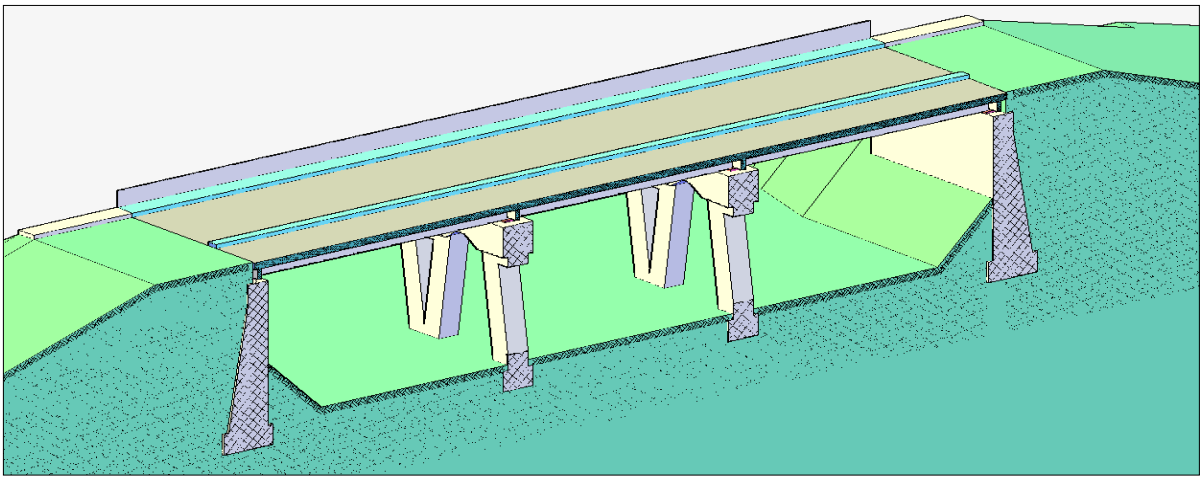
- جسم الجسر : يتم تحديد بداية ونهاية جسم الجسر عند سطح الاستناد في الركائز الطرفية، حيث يتم رسم الخطوط المقطوعة وخطوط الإسقاط مستعيناً بالمقطع المعطى في جسم الجسر، والتي تستمر فوق جميع الركائز على بعد ثابت من سطوح الاستناد يمثل سماكة المخدات (الشكل ٤-١٩). ثم يتم إضافة المخدات فوق سطوح الاستناد على جميع الركائز، بحيث يتطابق محور المخدة مع محور سطح الاستناد فوق كل ركيزة.



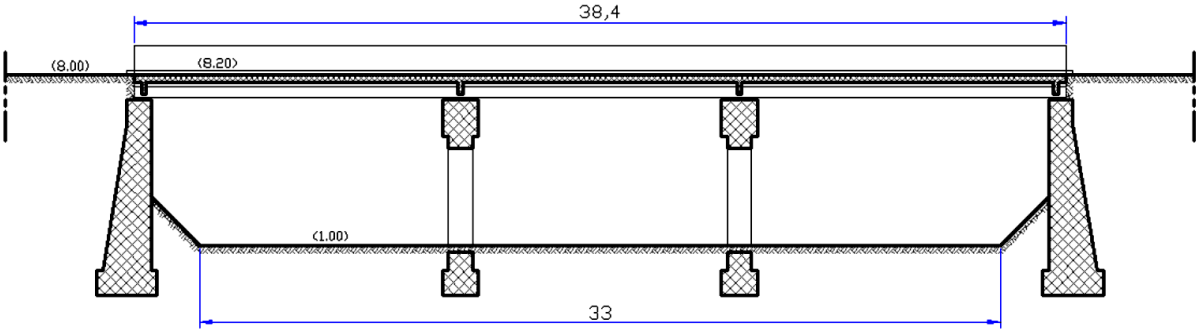
الشكل (٤-١٩) رسم جسم الجسر مع المخدات

ثانياً- رسم السطوح الترابية

إن معظم السطوح الترابية في المقطع الطولي في الجسر هي خطوط مقطوعة، توجد خلف الركائز الطرفية، وبين الركائز تحت جسم الجسر. أما خطوط الإسقاط التابعة للتربة فهي نادراً ما تظهر على المقاطع الطولية (الشكل ٤-٢٠). لا يظهر من الركيزة الطرفية على المقطع الطولي للجسر المردوم بالتربة إلا الجزء المقطوع فقط، أما خطوط الإسقاط فيها، التابعة للجزء المتمم للرصيف غالباً، فتظهر فوق سطح التربة المقطوعة خلف الركيزة (الشكل ٤-٢١).

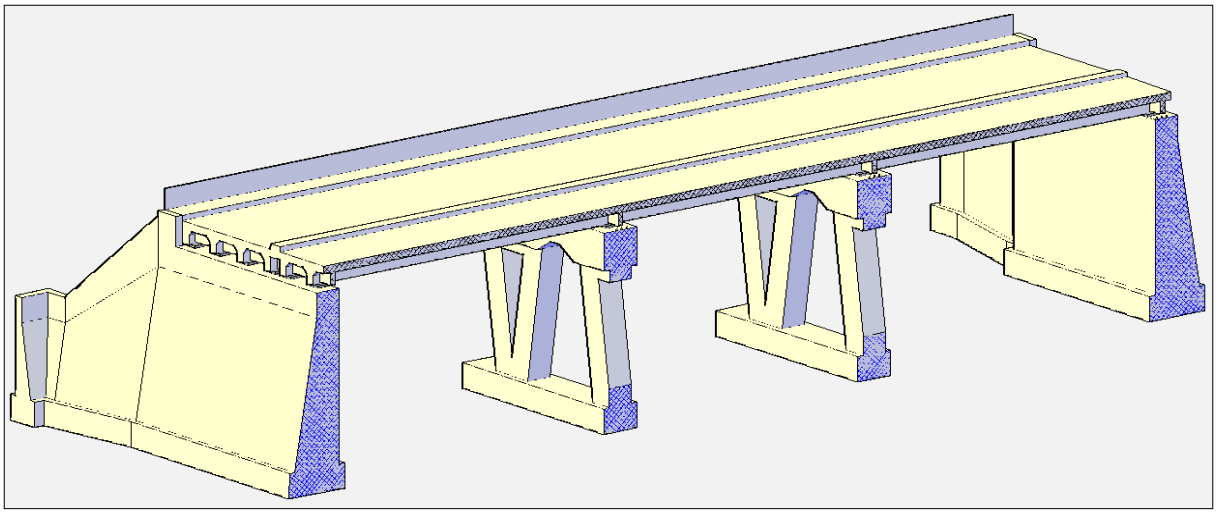


الشكل (٤-٢٠) منظور فراغي في مقطع طولي في الجسر



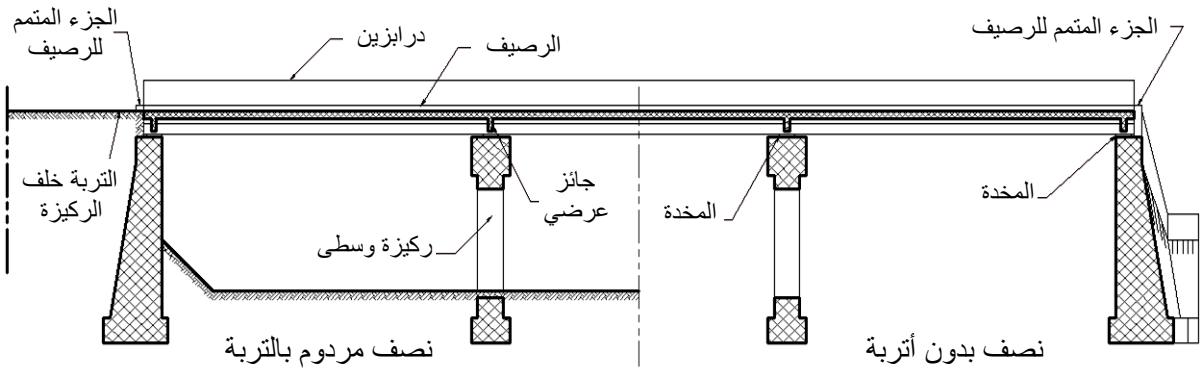
الشكل (٤-٢١) مقطع طولي في الجسر مع التربة

ويبن الشكل (٤-٢٢) مقطع طولي في الجسر بدون أتربة، والشكل (٤-٢٣) مقطع طولي في الجسر نصفه الأيمن بدون تربة.

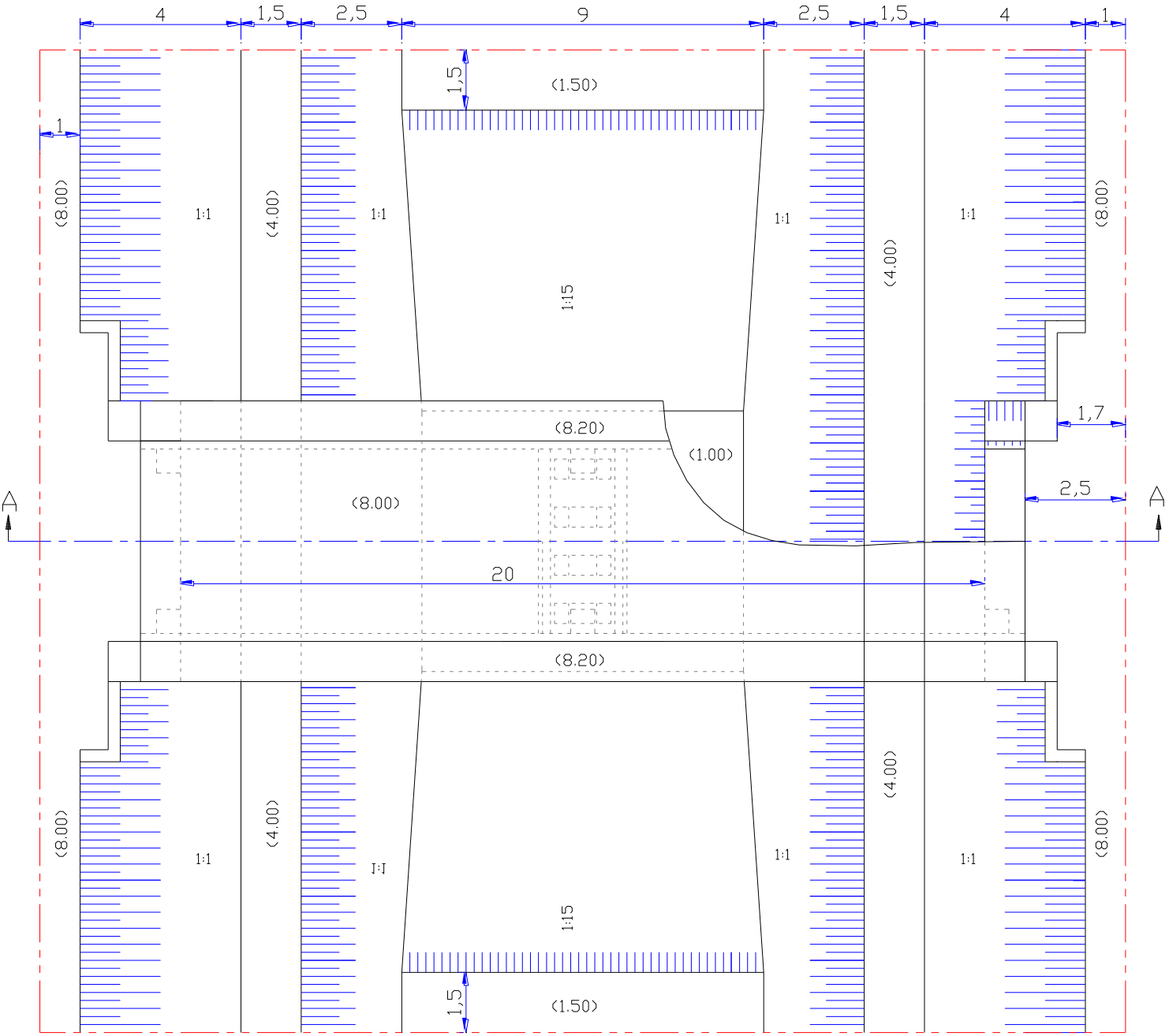


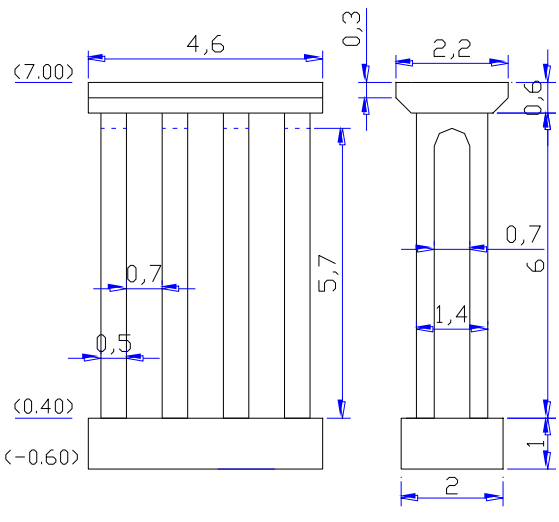
منظور فراغي في الجسر كعنصر بيتونية فقط

الشكل (٤-٢٢) مقطع طولي في الجسر بدون أتربة

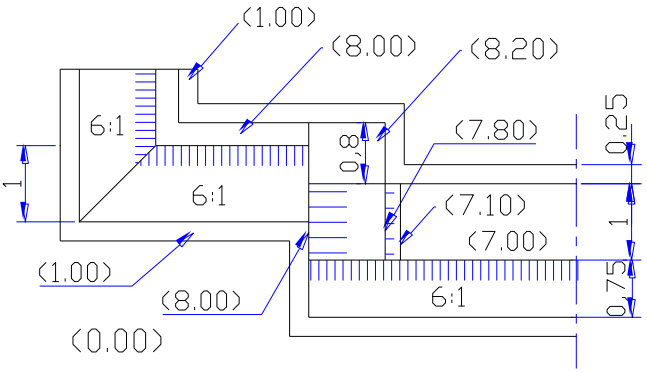


الشكل (٤-٢٣) مقطع طولي نصفه الأيمن بدون أتربة

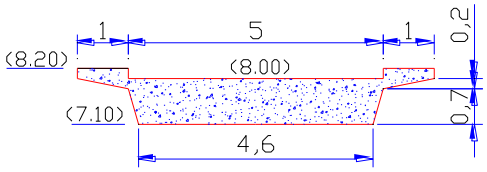




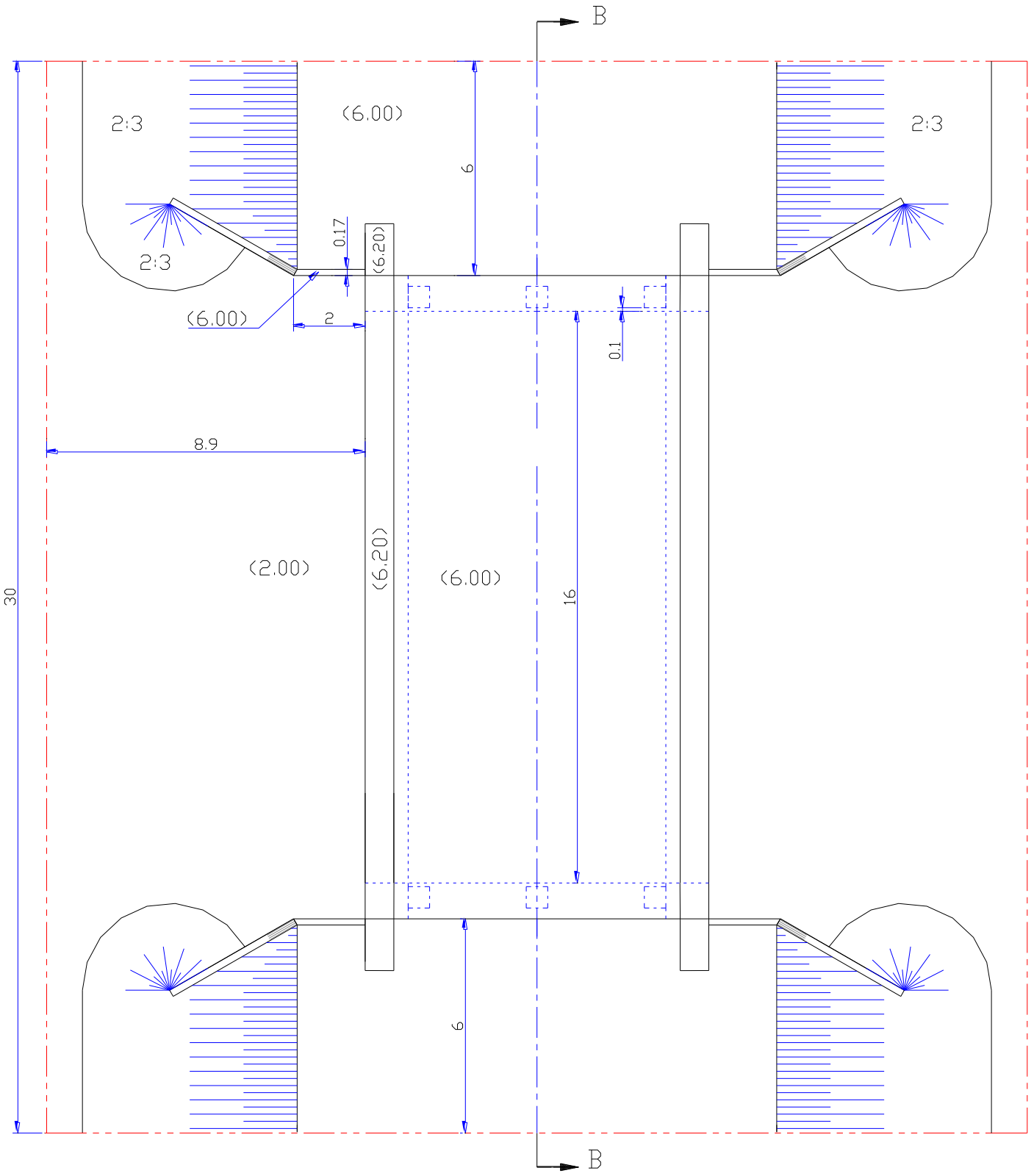
مساقط الركيزة الوسطى

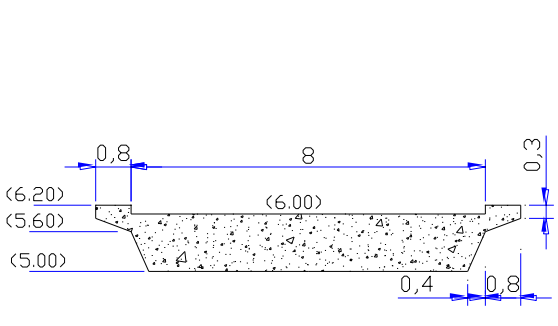


مسقط نصف الركيزة الطرفية بمقياس 1/100

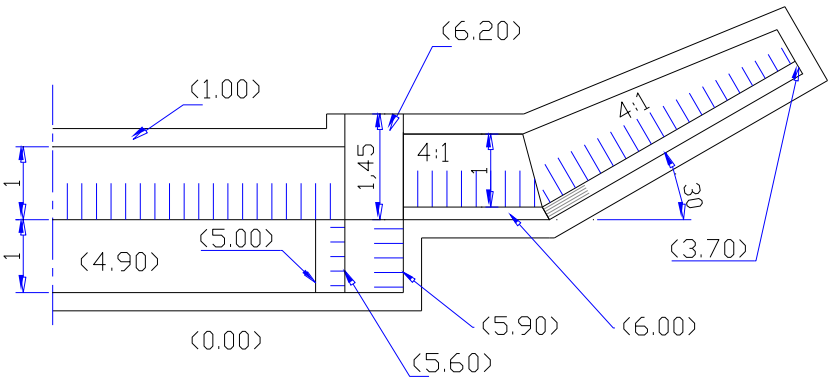


مقطع في جسم الجسر

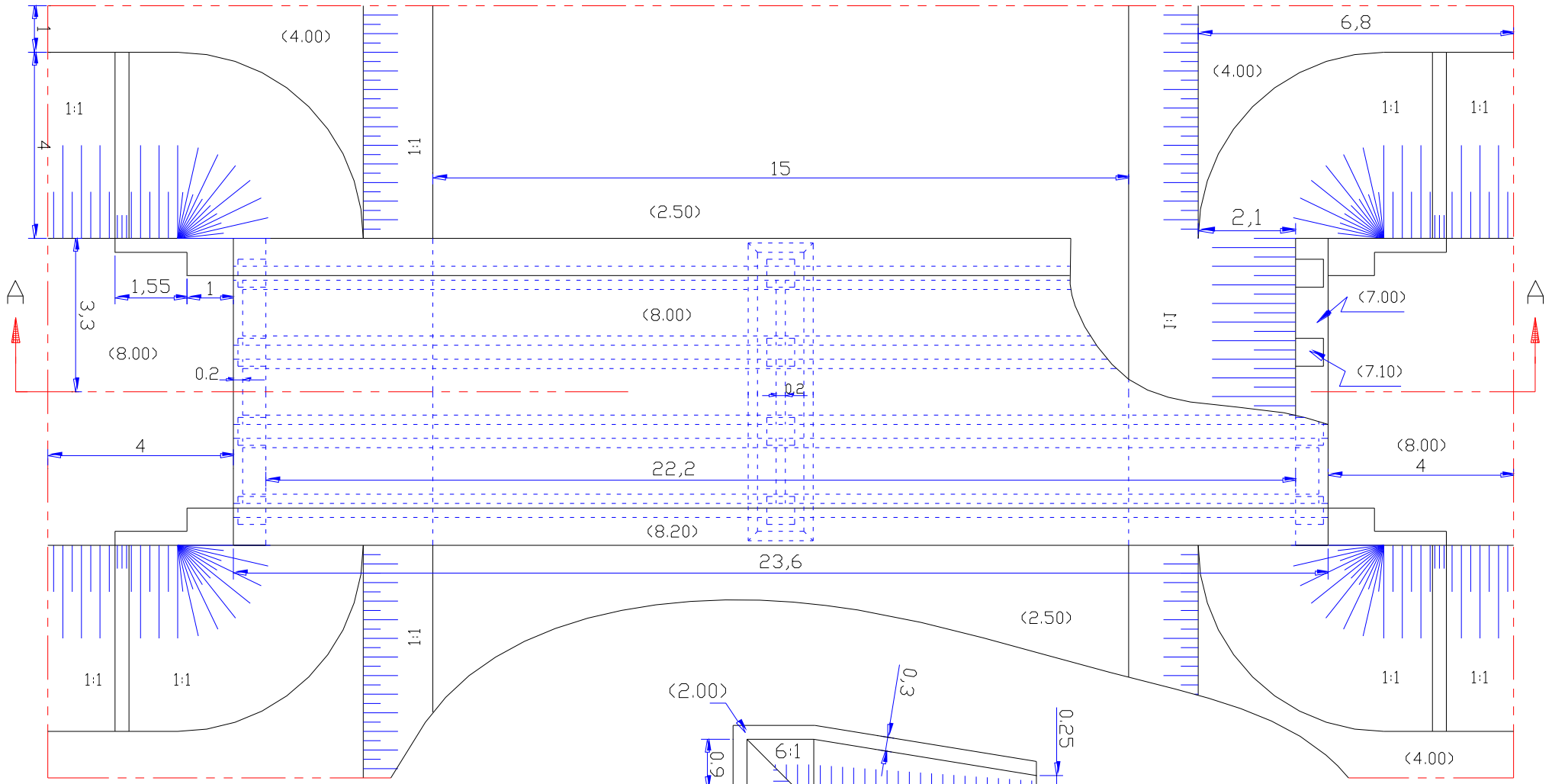


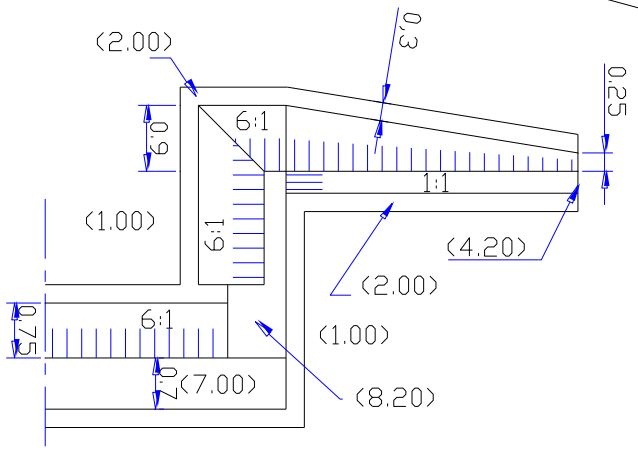


مقطع في جسم الجسر

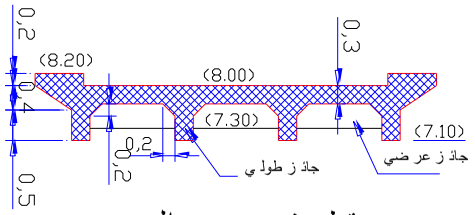


مسقط ذ صف الركيزة الطرفية بمقياس 1/100

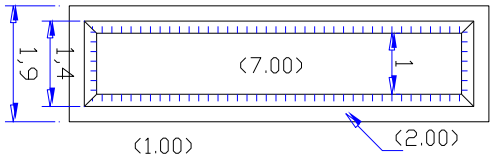




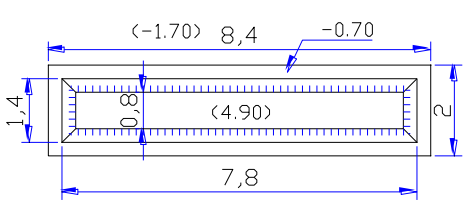
مسقط نصف الركيزة الطرفية بمقياس 1/100



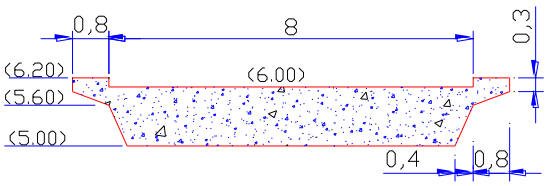
مقطع في جسم الجسر



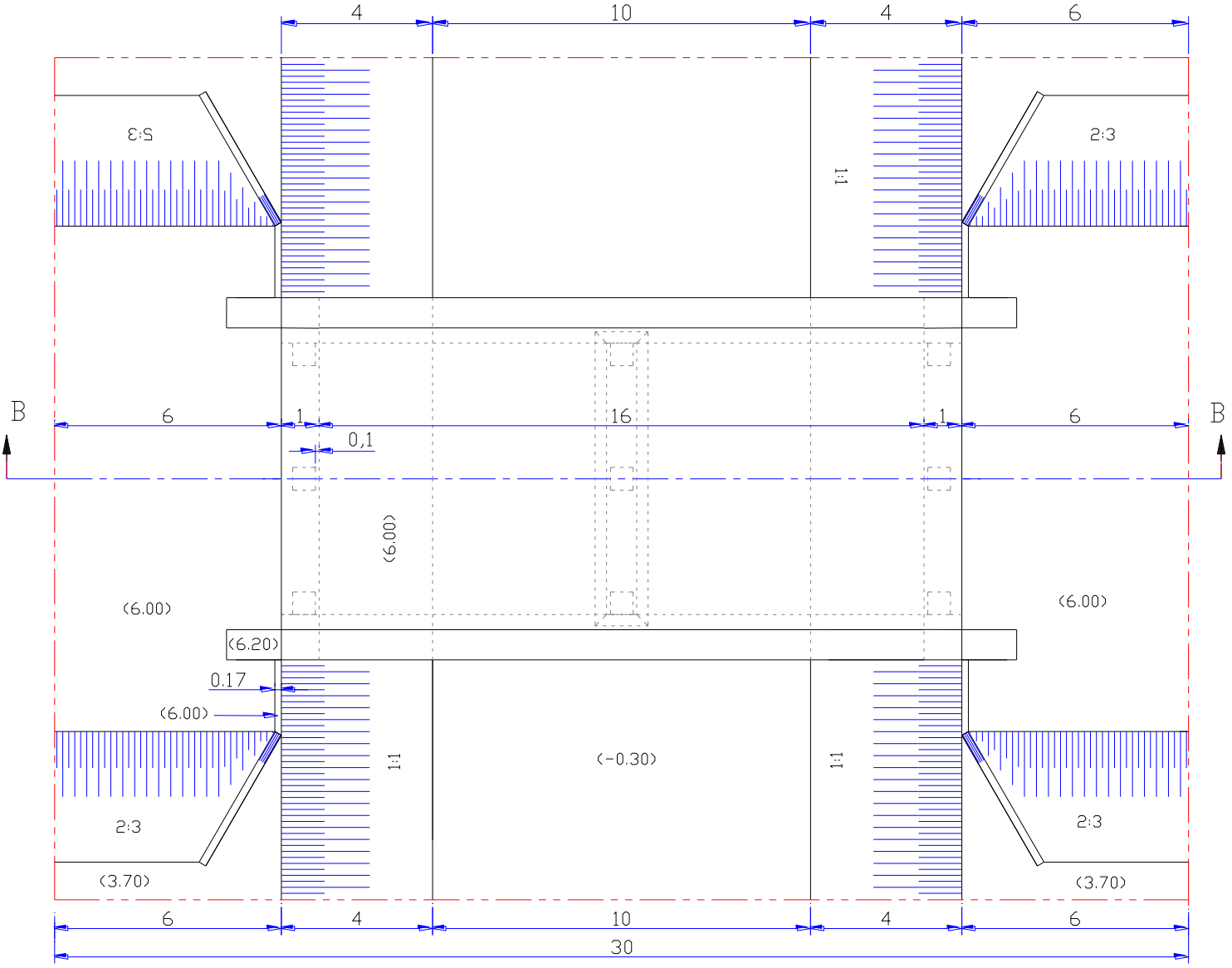
مساقط الركيزة الوسطى

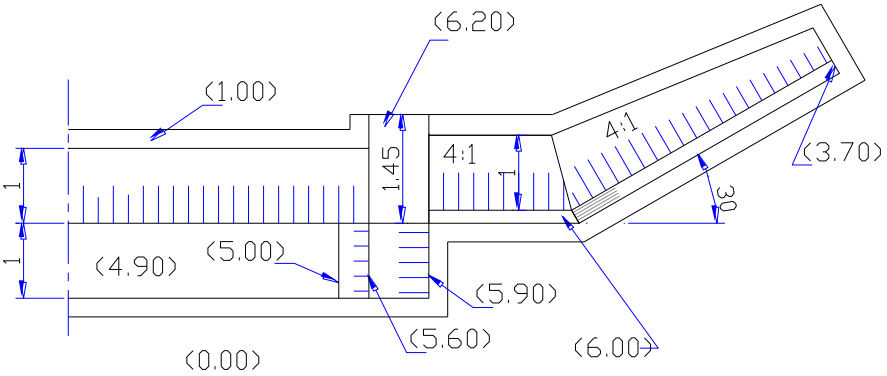


مسقط الركيزة الوسطى

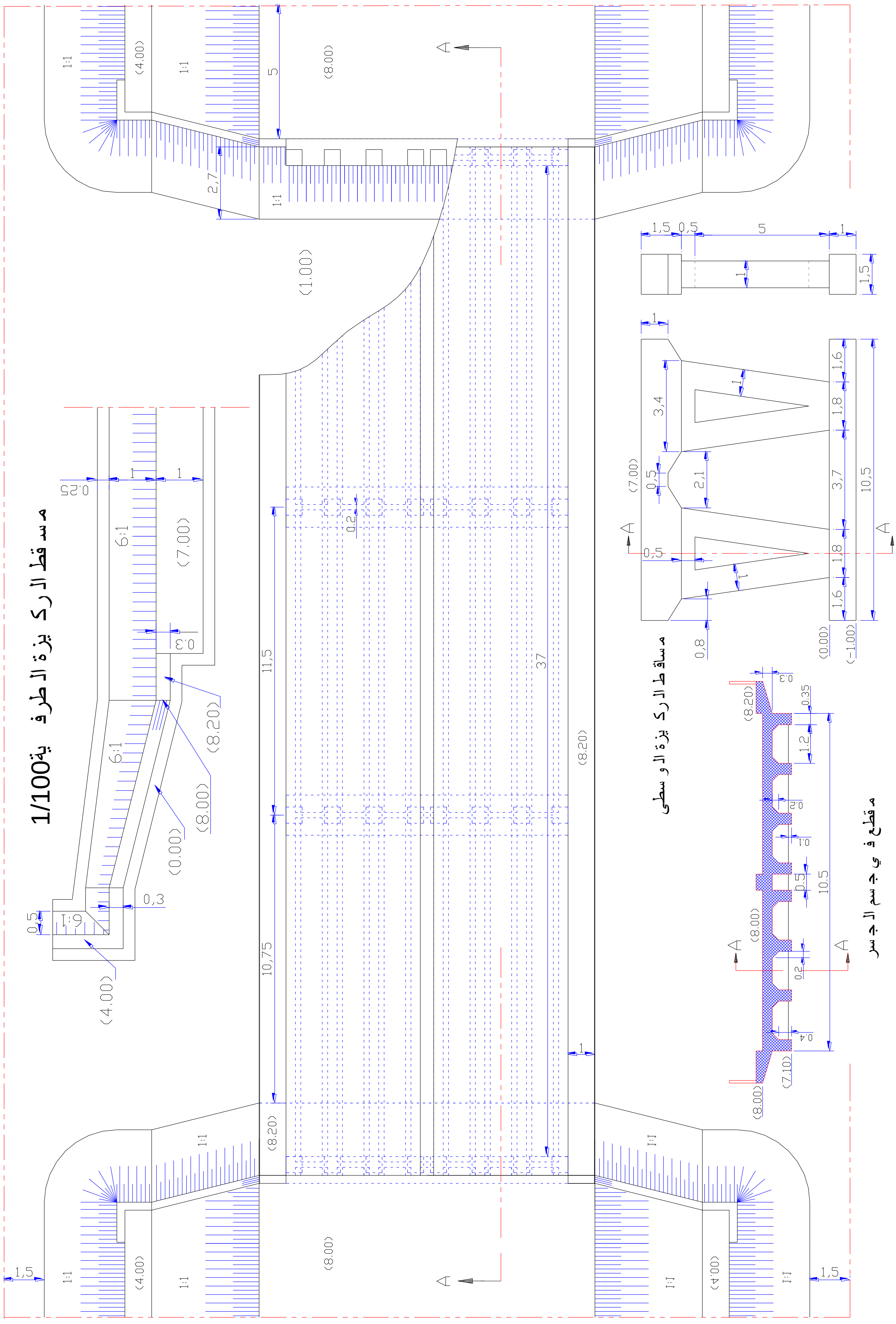


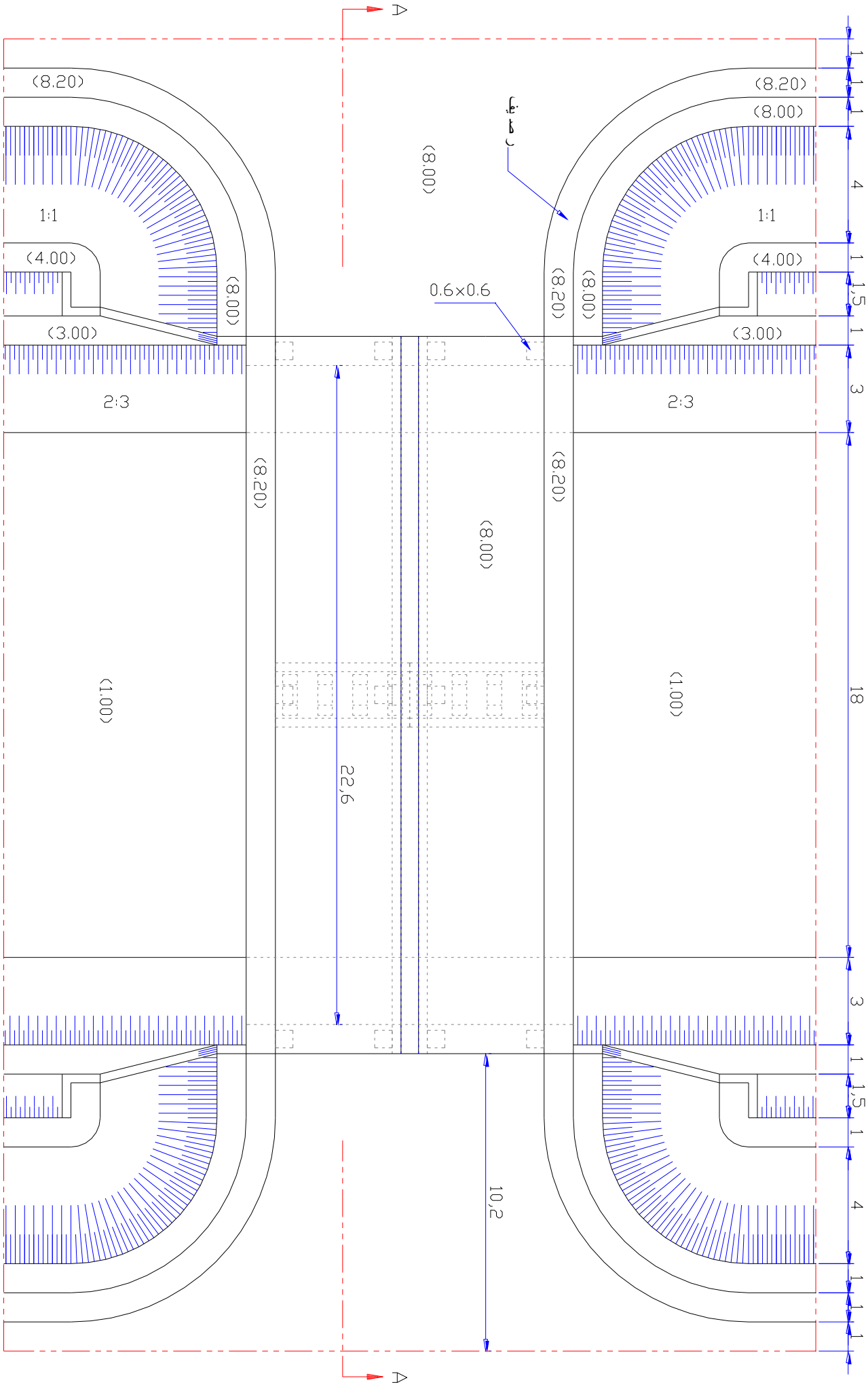
مقطع في جسم الجسر

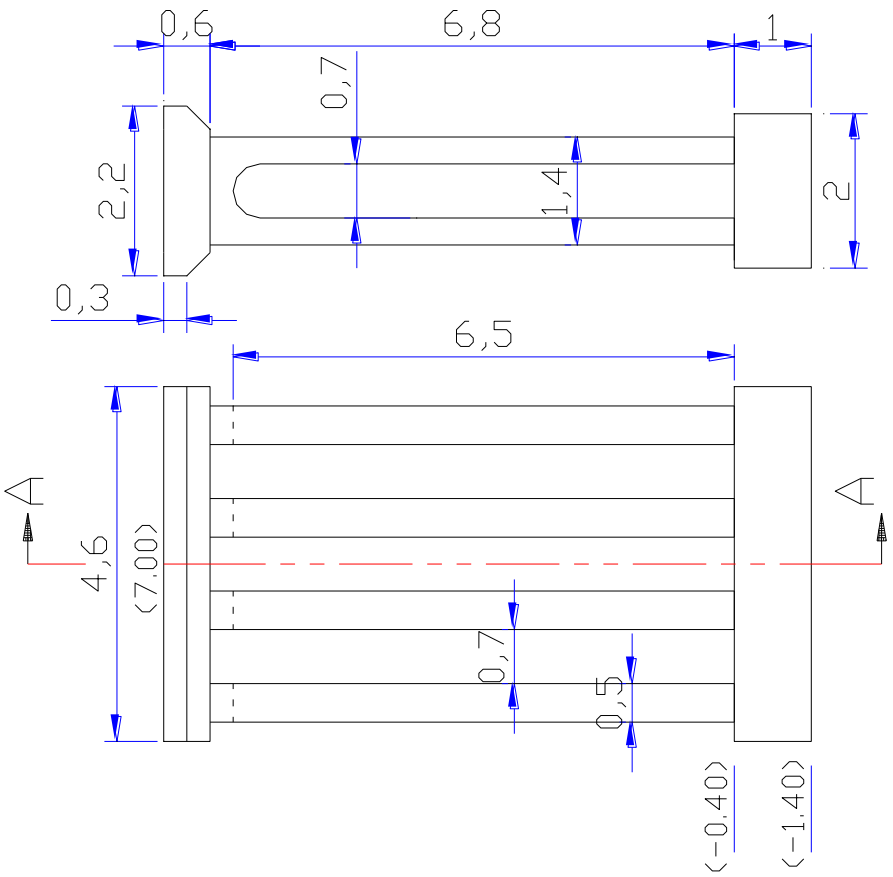




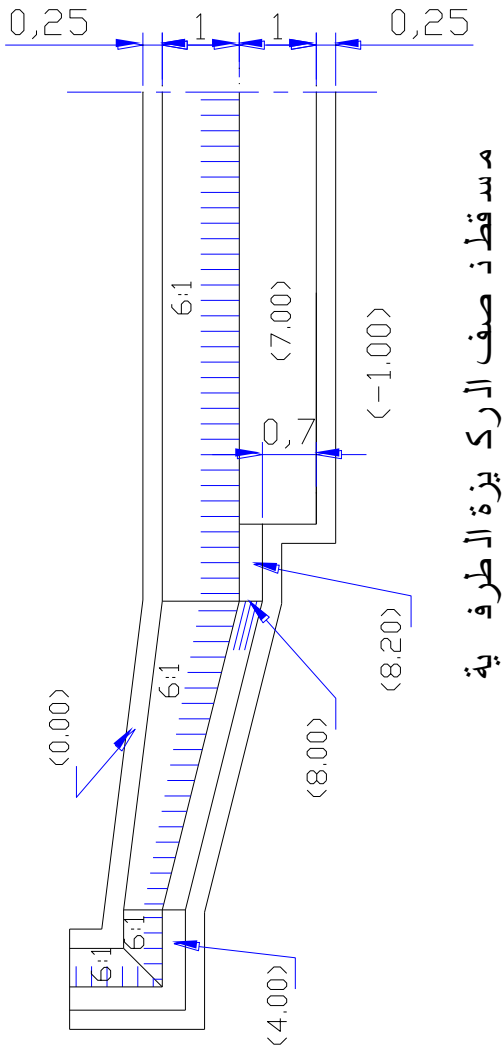
مسقط نصف الركيزة
الطرفية بمقياس 1/100


مسقط الركيزة الطرفية 1/100
مساقط الركيزة الوسطى
مقطع في جسم الجسر

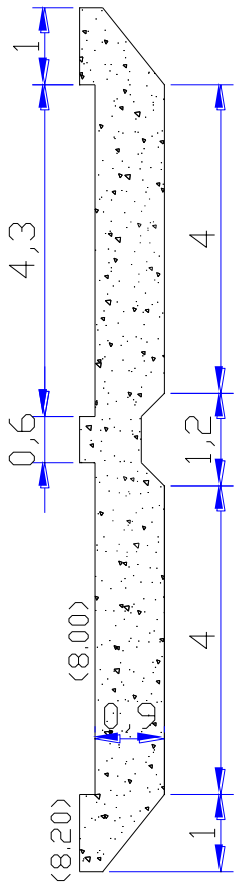

A
A
(8.20)
(8.00)
(8.20)
(8.00)
رصيف
(8.00)
1:1
1:1
(4.00)
(4.00)
(8.00)
(8.20)
(8.00)
0.6×0.6
(3.00)
(3.00)
2:3
2:3
(8.20)
(8.20)
(8.00)
(1.00)
(1.00)
22,6
10,2
1
1
1
4
1
1,5
1
3
18
3
1
1,5
1
4
1
1
1



مساقط الركيزة الوسطى



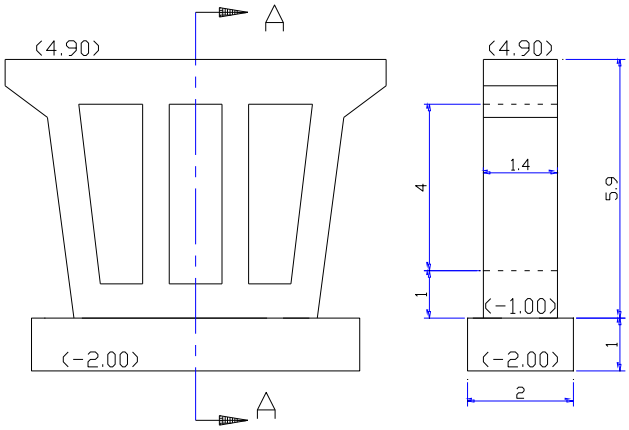
مسقط نصف الركيزة الطرفية

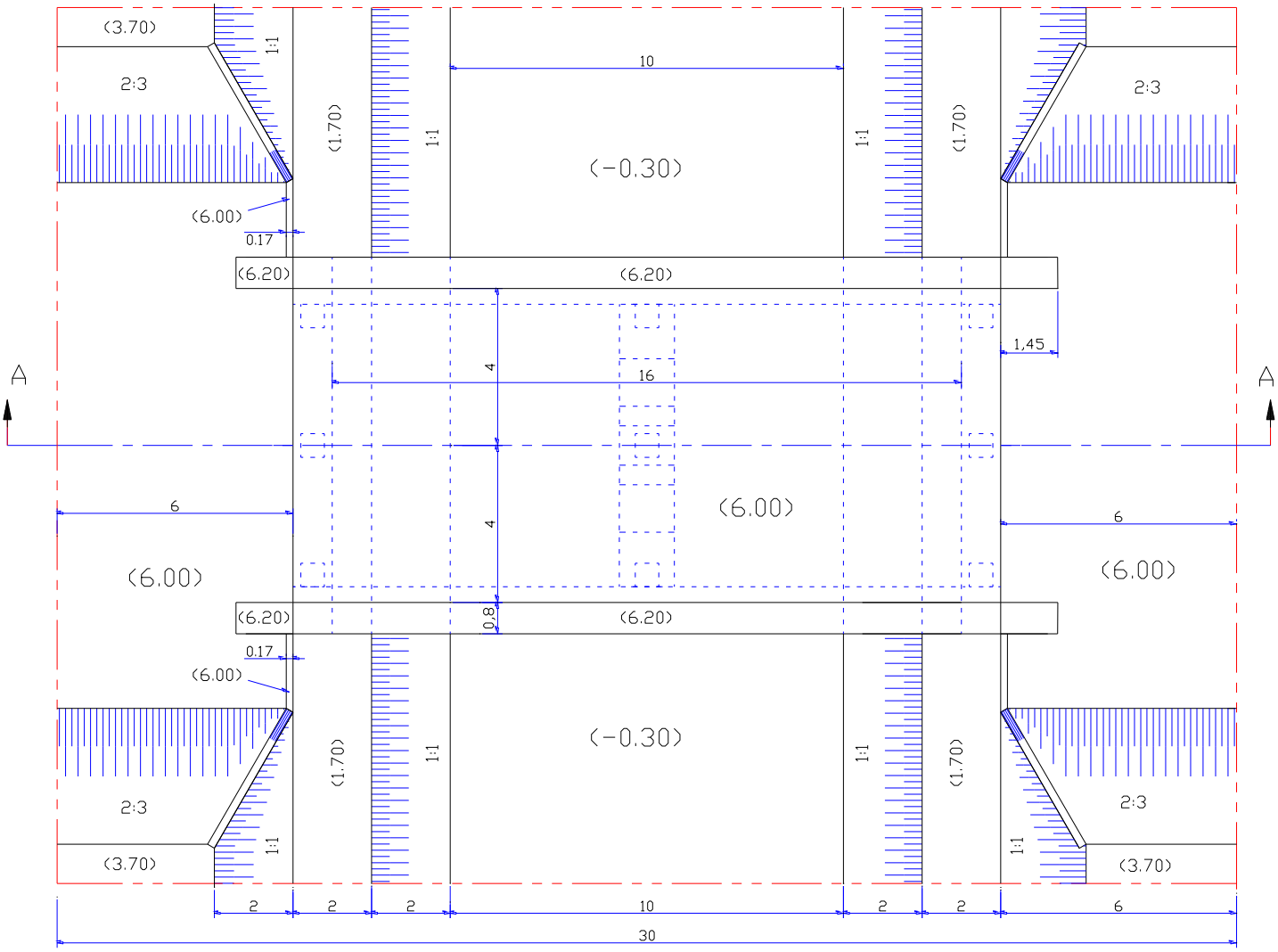


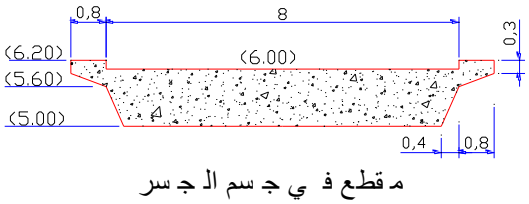
مقطع في جسم الجسر

رمز الـ تهشـ ير لـ لعنا صر الـ مقطوعة

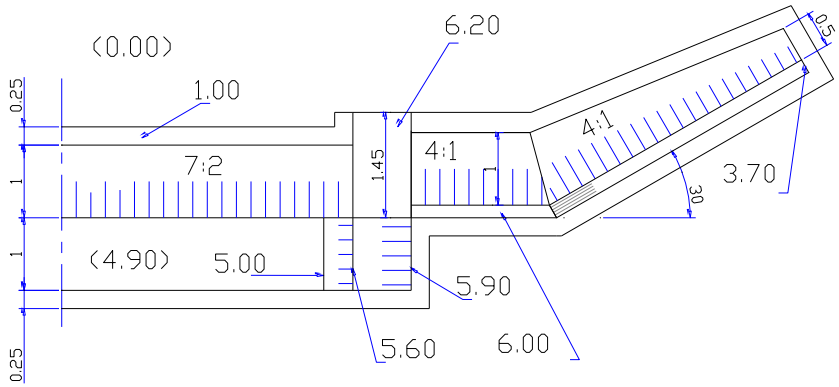
مساقـ ط الـ ركـ يزة الـ وسطى



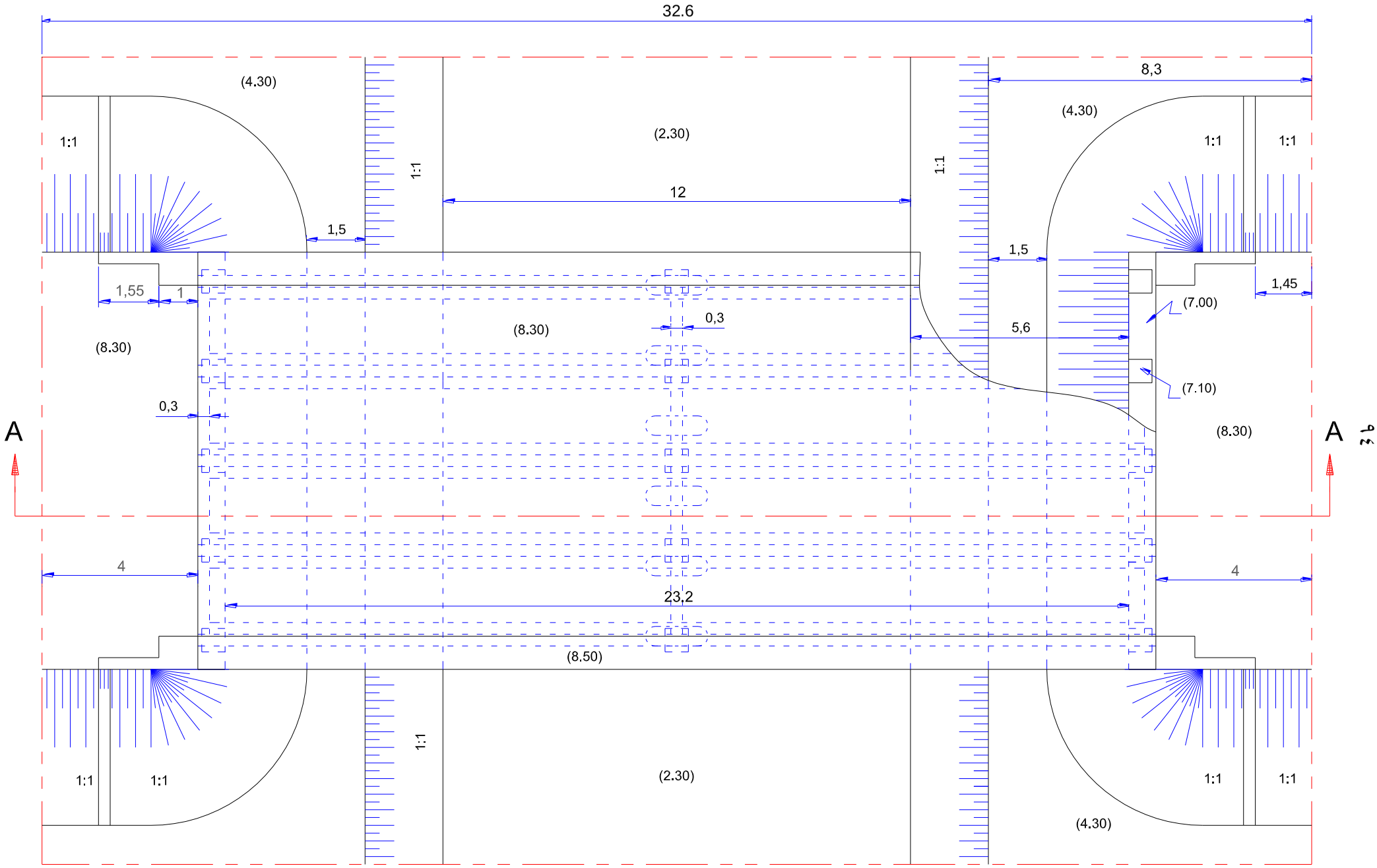


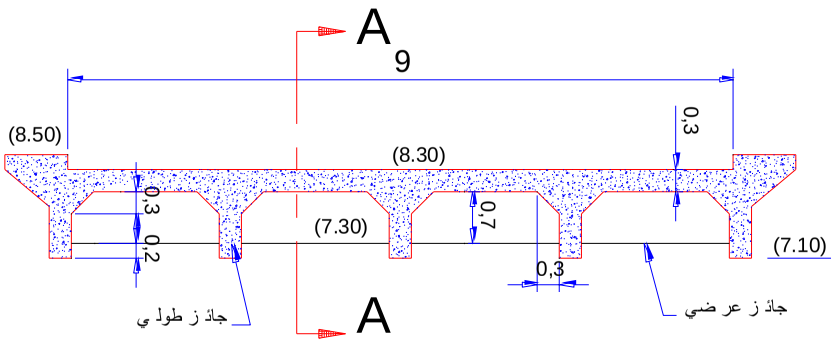


مقطع في جسم الجسر

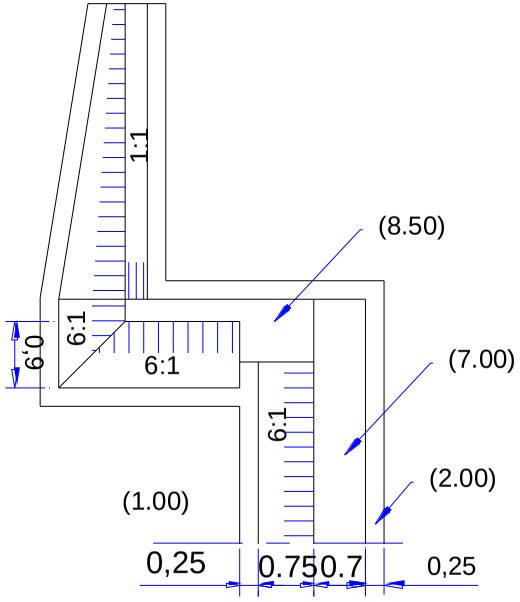


مسقط الـ ركـ يزة الـ طرفـ ية بـ مقـ ياس 1/100

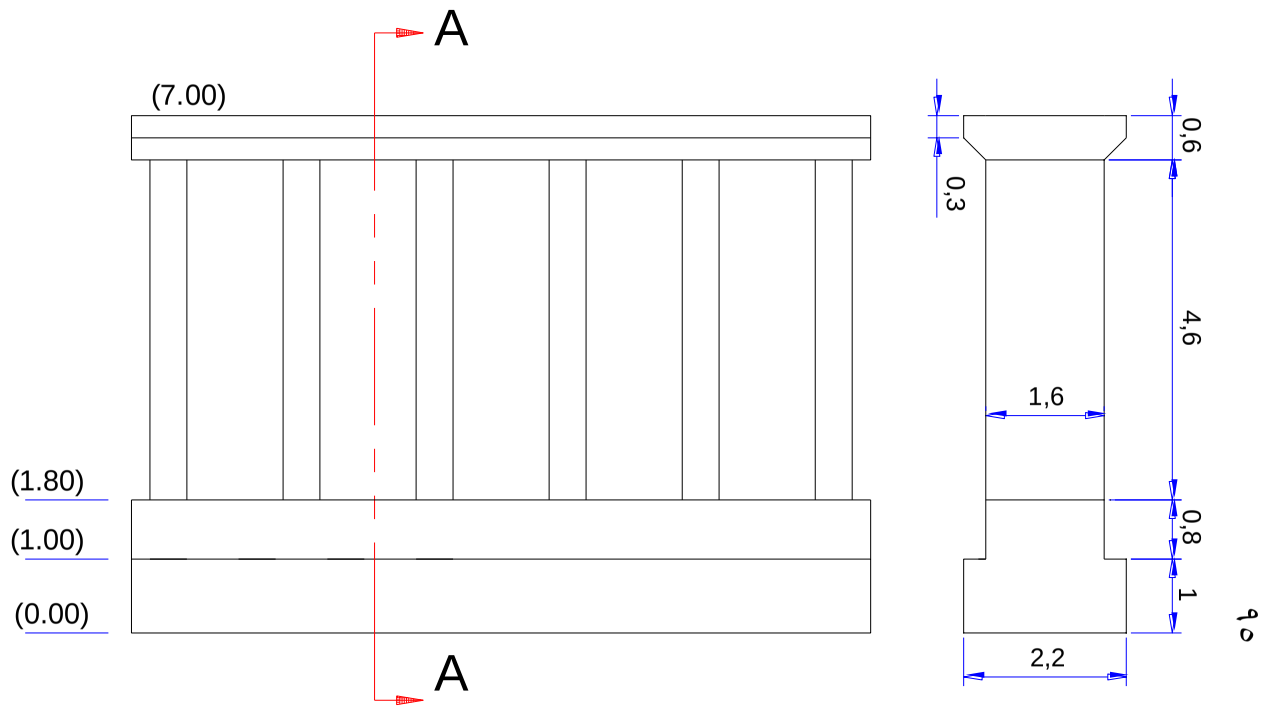

32.6
(4.30)
1:1
(2.30)
1:1
12
1,5
1:1
8,3
(4.30)
1:1
1:1
1,5
1,45
1,55
1
(8.30)
0,3
(8.30)
5,6
(7.00)
(7.10)
(8.30)
A
A
0,3
4
23,2
4
(8.50)
1:1
1:1
(2.30)
1:1
1:1
(4.30)



م قطع ف ي ج سم الـ ج سر



م سـ قط الـ ر كـ يزة االـ طرف ية



م ساق ط الـ ر كـ يزة الـ و سطى

رمز ت هـ شـ ير جم يع ع نا صر الـ ج سر

تفريد سطوح المجسمات باستخدام الحاسوب

التفريد هو وضع أوجه المجسم على سطح مستوي واحد بجانب بعضها البعض ، بحيث تبقى متصلة مع بعضها من خلال الفصل المشترك الفاصل بين الوجهين المتجاورين ، وعندها يظهر كل وجه على المفرد بشكله الحقيقي .

يستخدم التفريد في الهندسة في مجالات مختلفة منها :

- صنع المجسمات الصغيرة (الماكيتات) قبل عملية التصميم والتنفيذ .
- معرفة الشكل الحقيقي لسطوح قوالب الصب ، لتجهيزها من مواد خشبية أو بلاستيكية وغيرها .
- في حساب الكميات أثناء عملية الإكساء لمعرفة مساحات السطوح التي تحتاج إلى طينة أو دهان أو تلبيس حجر وغيرها .

مستوي التفريد : هو المستوي XY الذي يتم عليه وضع وترتيب (فرد) أوجه المجسم بجانب بعضها .

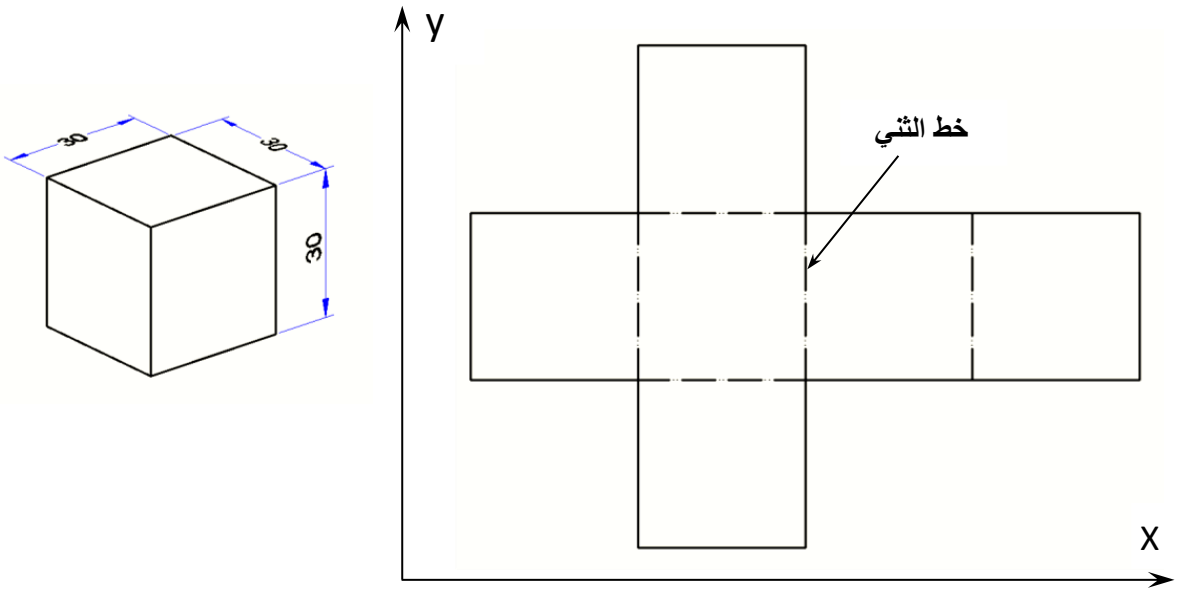
خط الثني : هو الخط الفاصل بين وجهين متجاورين على مستوي التفريد . ـــــ ـــــ ـــــ

ملاحظات :

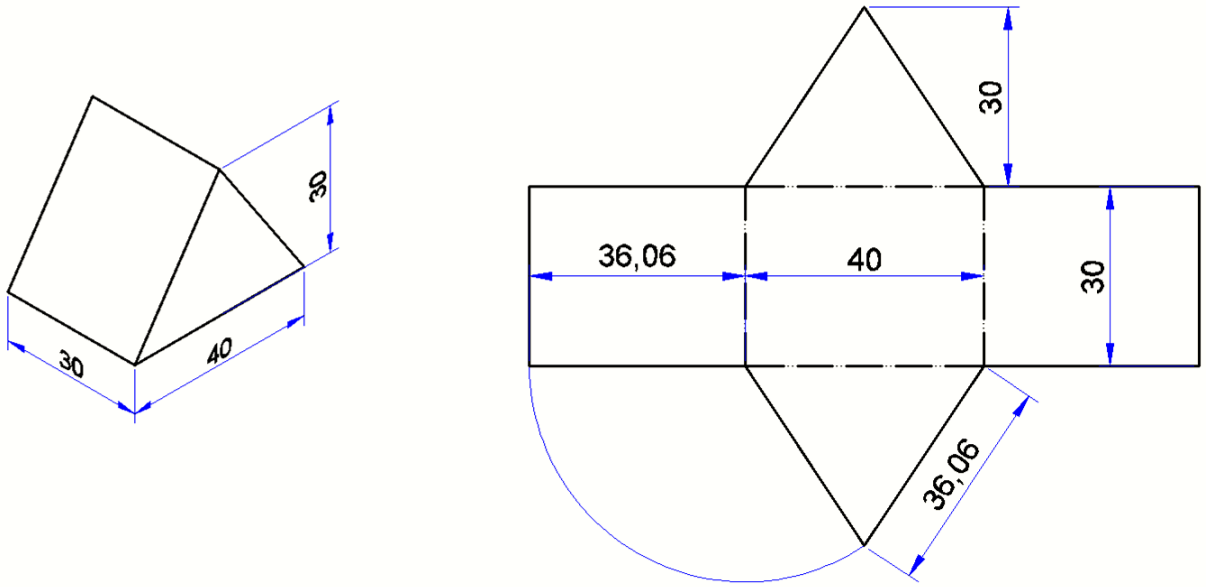
- إذا كان المجسم الفراغي متناظراً ، يفضل أن يكون المفرد متناظراً أيضاً .
- يفضل أن يكون محيط المفرد أصغر ما يمكن ، مما يفيد من الناحية الاقتصادية .

أمثلة محلولة في التفريد :

مثال ١ : يوضح الشكل أدناه على الجانب الأيسر مكعب طول ضلعه ٣٠ مم ، وعلى الجانب الأيمن مفرد هذا المكعب في مستوي XY .



مثال ٢ : يوضح الشكل أدناه على الجانب الأيسر مجسم لموشور ، وعلى الجانب الأيمن المفرد للسطوح الخارجية في هذا الموشور .

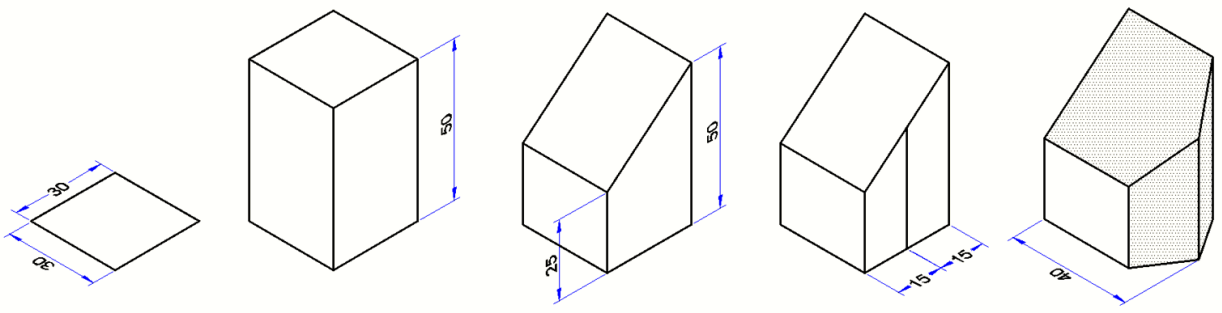


أمثلة محلولة في التفريد باستخدام برنامج أوتوكاد :

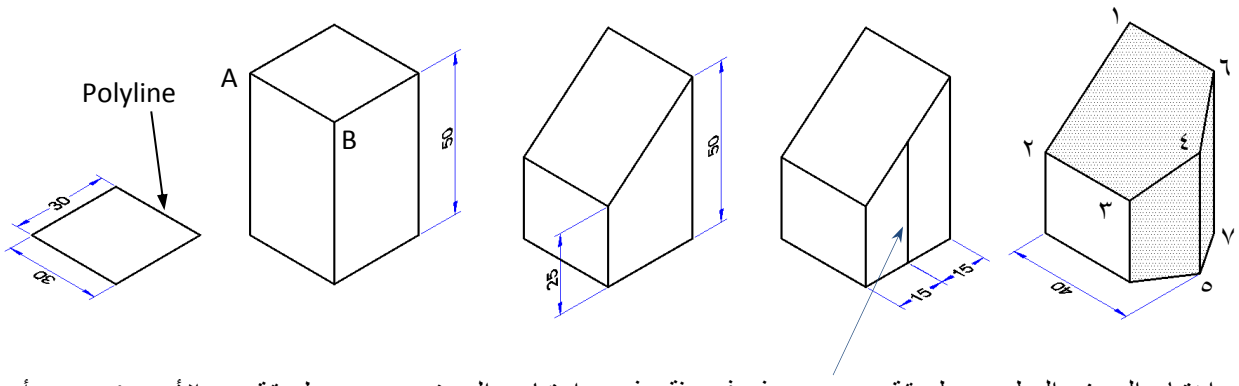
مثال ١ :

تم الحصول على المجسم المبين أدناه في أوتوكاد باستخدام أوامر الرسم والتعديل الفراغي عبر مراحل موضحة من خلال الرسم أدناه ، والمطلوب :

- اكتب أسفل كل مرحلة من مراحل الرسم العمليات في أوتوكاد التي تم تطبيقها على الشكل للحصول على الشكل الذي يليه .
- تفريد الأوجه المظللة فقط من المجسم مع كتابة الأبعاد عليها بشكل دقيق .
- ما هو أمر التفريد المستخدم في أوتوكاد ؟ حدد نقاط المنطلق ونقاط المستقر على المجسم ، وعلى المفرد أيضاً .



الحل : إن العمليات المستخدمة في أوتوكاد موضحة على الرسم أدناه مع المفرد .



اختيار الحرف المطبوع بطريقة الملاقط مع الضغط على Ctrl وتحريكه للأمام بمقدار ١٠ ، المحور Z للأمام ، Polar = 90	رسم حرف في منتصف الوجه الأمامي وطباعته على المجسم بالأمر Imprint	اختيار الحرف AB بطريقة الملاقط مع الضغط على Ctrl وتحريكه للأسفل بمقدار ٢٥ حيث Z للأعلى ، polar = 90	الأمر Extrude أو الأمر Presspull بارتفاع ٥٠

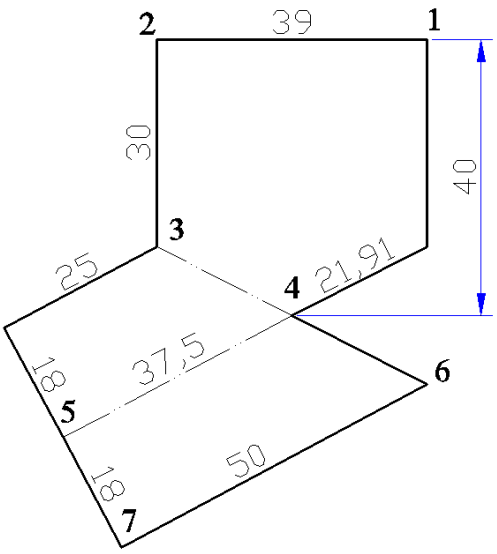
التفريد باستخدام الحاسوب :

لتفريد المجسم على مستوي XY :

- نقوم بتفجير المجسم الناتج بالأمر Explode ، ليتحول المجسم من كتلة إلى سطوح خارجية منفصلة .
- نطبق الأمر 3D Align على أوجه المجسم لنقلها إلى المفرد الواقع في مستوي XY .

تظهر أرقام المنطلق لكل وجه على المجسم أعلاه :

- الوجه العلوي ١،٢،٣ - والوجه الأمامي الأيسر ٣،٤،٥ - والوجه الأمامي الأيمن ٥،٤،٦ .
- النقطة (١) هي الأساس ، النقطة (٢) مع (١) تحدد حامل للضلع ، النقطة (٣) تحدد المستوي .
- أما نقاط المستقر فهي نفسها موضحة على المفرد جانباً في مستوي XY .



أما أبعاد الأحرف على المفرد ، فتحسب باستخدام النظريات الهندسية في الرياضيات ، كنظرية فيثاغورث ، ونظرية تالس :

طول الحرف ١-٢ = $\sqrt{25^2 + 30^2} = 39$

طول الحرف ٤-٥ = $\frac{25+50}{2} = 37.5$

طول الحرف ٥-٧ = $\sqrt{15^2 + 10^2} = 18$

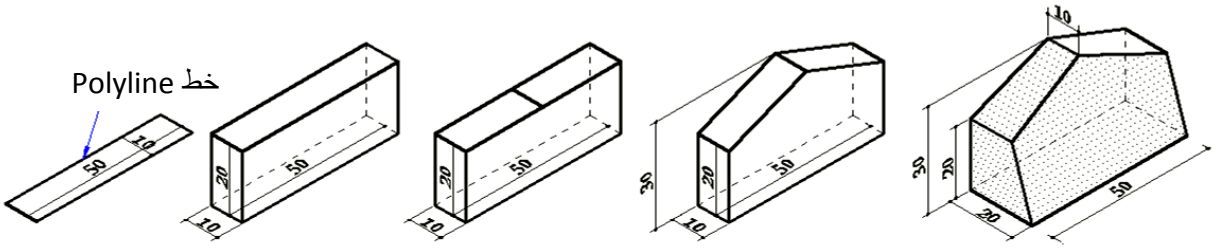
طول الحرف ٣-٤ = $\sqrt{12.5^2 + 18^2} = 21.93$

ملاحظة : راجع نوتة أوتوكاد الخاصة بالرسم الفراغي ، فقرة تفريد أوجه المجسمات .

مثال ٢ :

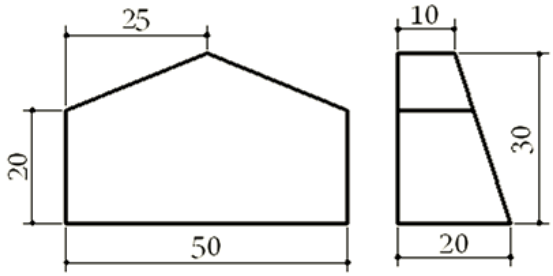
تبين الأشكال أدناه مراحل عمل في أوتوكاد للانتقال من مستطيل مرسوم بخط (Polyline) إلى المجسم النهائي المتناظر الموضح على أقصى الجانب الأيمن ، وذلك باستخدام أربع عمليات من أوامر الرسم والتعديل الفراغي في أوتوكاد ، كما يوضح الشكل في الأسفل المسقط الجبهي والجانبي للمجسم الناتج والمطلوب :

- سجل أسفل كل مرحلة من مراحل الرسم ، عملية أوتوكاد المستخدمة وشروط تطبيقها : المحاور ، خطوط التعقب ، المفاتيح المساعدة .
- ارسم وبشكل دقيق مفرد الأوجه المظللة فقط مع كتابة الأبعاد كاملة على المفرد بشكل دقيق .

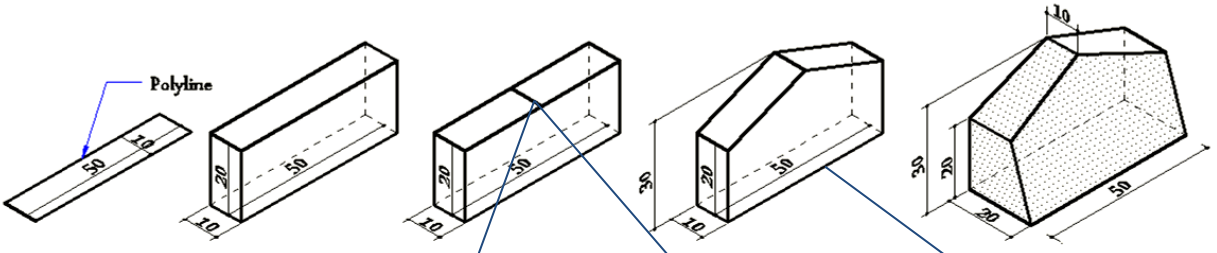


الحل :

إن العمليات المستخدمة في أوتوكاد موضحة على المراحل المرسومة أدناه ، أما المفرد فيتم الحصول عليه بعد حساب أطوال الأضلاع الموضحة على الرسم أيضاً .



مساقط المجسم

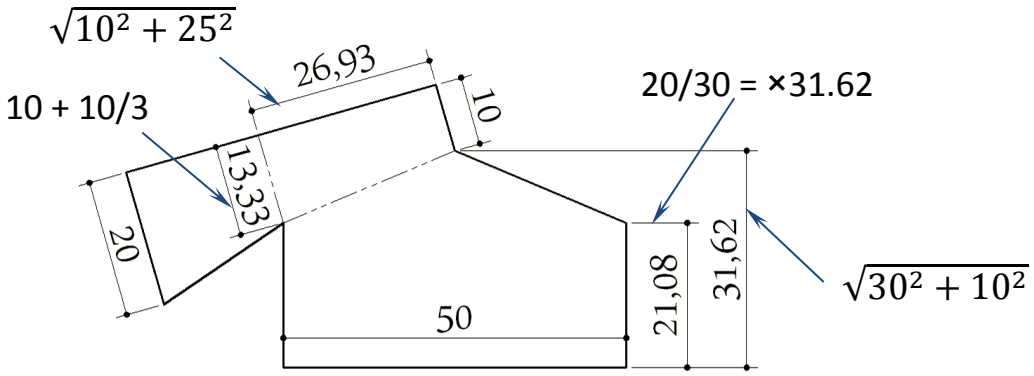


نختار هذا الضلع مع الضغط على Ctrl حيث Polar = 90 والمحور Z للأمام ونحرك للأمام بمقدار ١٠ .

نختار الضلع المطبوع مع الضغط على Ctrl ، حيث Polar = 90 والمحور Z للأعلى ونحرك للأعلى ١٠

نرسم خط في منتصف الوجه العلوي ونطبعه بالأمر Imprint

نطبق الأمر Extrude أو Presspull بارتفاع ٢٠

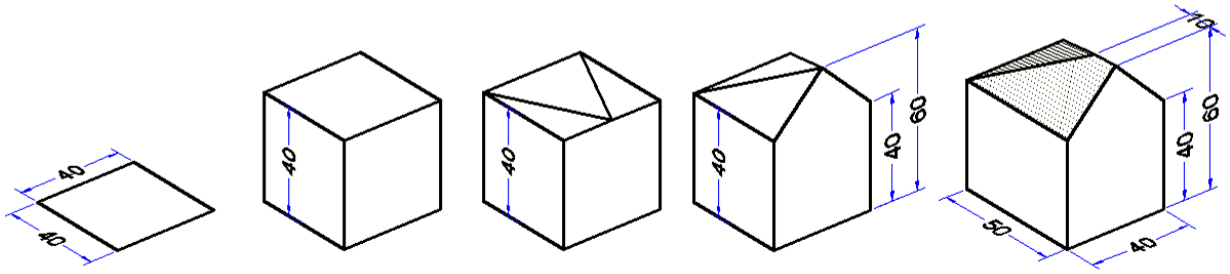


مثال ٣ :

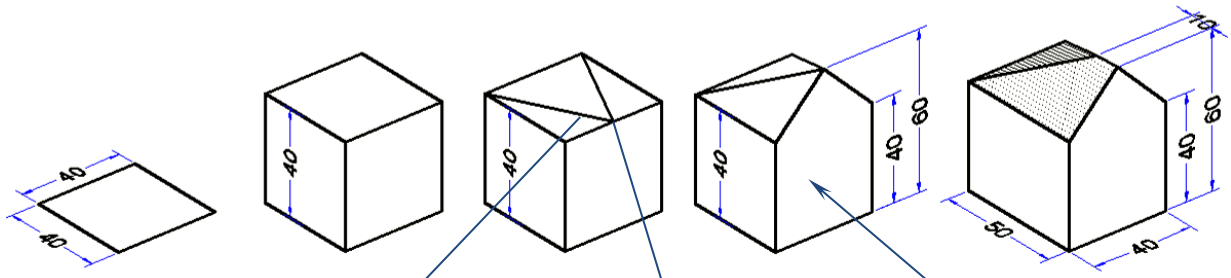
تبين الأشكال أدناه مراحل عمل في أوتوكاد للانتقال من مربع طول ضلعه ٤٠ مم مرسوم بخط (Polyline) إلى المجسم النهائي المتناظر الموضح على الجانب الأيمن ، وذلك باستخدام أربع عمليات في أوتوكاد من أوامر الرسم والتعديل الفراغي والمطلوب :

سجل أسفل كل مرحلة من مراحل الرسم عملية أوتوكاد المستخدمة وشروط تطبيقها .

ارسم وبشكل دقيق فقط مفرد الوجهين العلويين المظللين مع كتابة الأبعاد كاملة على المفرد .



الحل مع التفريد موضح على الرسومات أدناه .



نطبق الأمر Extrude بارتفاع ٤٠

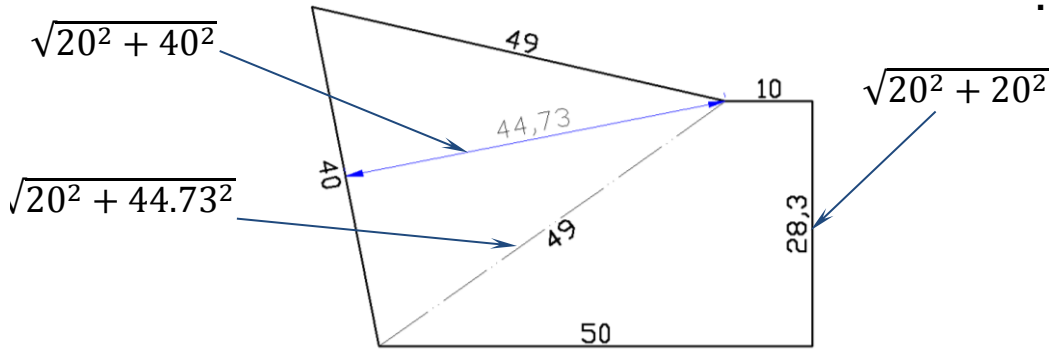
نرسم خطين على الوجه العلوي ونطبعهما بالأمر Imprint

نلتقط هذا الرأس بالملاقط مع الضغط على مفتاح Ctrl ونحرك للأعلى بمقدار ٢٠. Polar = 90 ، والمحور Z للأعلى

نلتقط الوجه الأمامي بالملاقط مع الضغط على مفتاح Ctrl ونحرك للأمام بمقدار ١٠ حيث : Polar = 90 ، والمحور Z للأمام .

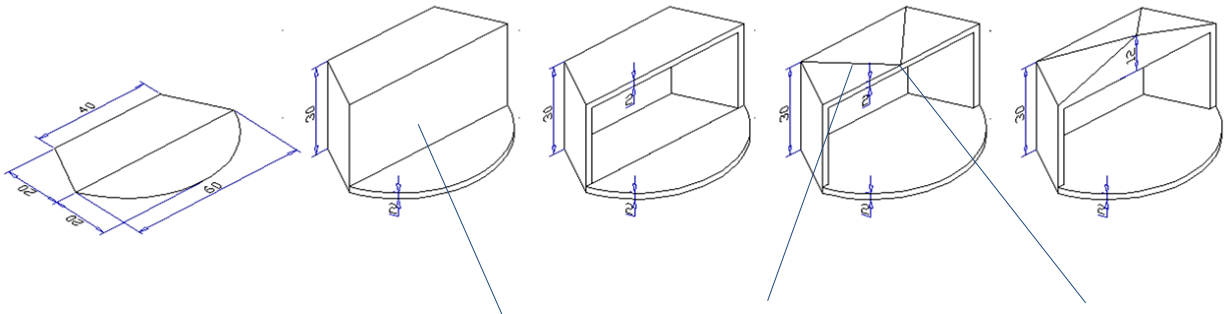
أو نطبق الأمر Presspull على الوجه الأمامي بمقدار ١٠

المفرد :



مثال ٤ :

سجل مراحل عمل أوتوكاد أسفل الرسومات المبينة أدناه ، ثم ارسم مفرد السطوح العلوية فقط (المثلثات)



نختار هذه النقطة بطريقة الملاقط مع الضغط على Ctrl ونرفعها إلى الأعلى بمقدار ١٠ . Polar = 90 والمحور Z للأعلى

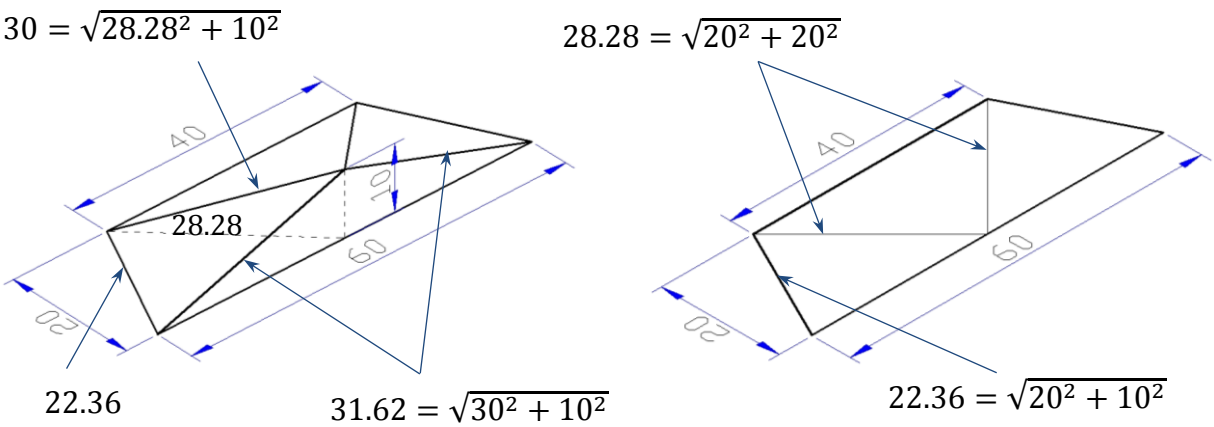
نستخدم الأمر Union لدمج العناصر . ثم نرسم الخطين الموضحين على السطح العلوي ونطبعهما بالأمر Imprint

نطبق الأمر Shell على كتلة الموشور باستثناء الوجه الأمامي مع سماكة D = 2

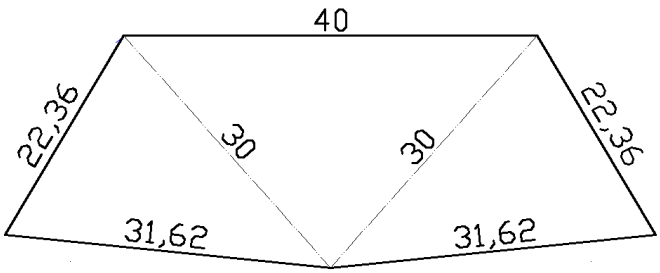
نطبق الأمر Presspull بارتفاع ٣٠ على شبه المنحرف وبارتفاع ٢ على القطاع الدائري

المفرد : للمثلثات العلوية فقط

١- حساب أطوال الأضلاع

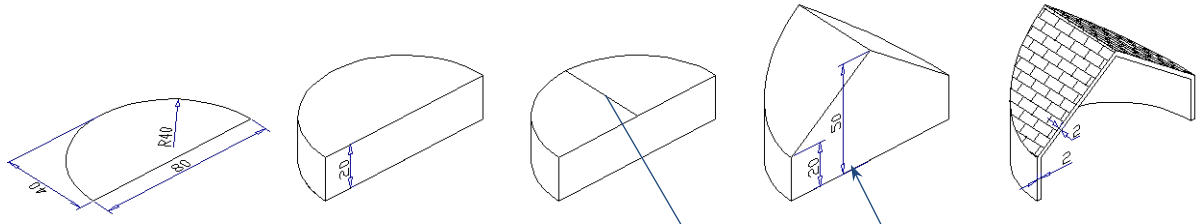


٢- المفرد مع القياسات موضح جانباً على الرسم .



مثال ٥ :

سجل مراحل عمل أوتوكاد أسفل الرسومات المبينة أدناه ، ثم ارسم مفرد السطوح العلوية المظللة .

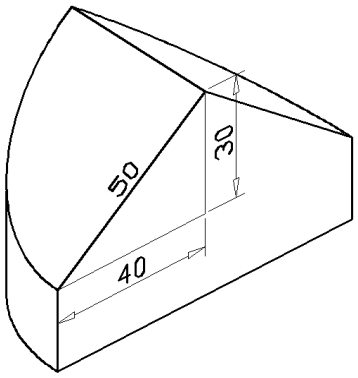


نطبق الأمر Shell على كتلة المجسم باستثناء الحرف السفلي مع سماكة D= 2

نختار الحرف المطبوع بطريقة الملاقط مع Ctrl ونرفعه للأعلى بمقدار ٣٠ للأعلى Z ، Polar = 90

نرسم خط في منتصف السطح العلوي ونطبعه بالأمر Imprint

نطبق الأمر Presspull بارتفاع ٢٠ على نصف الدائرة

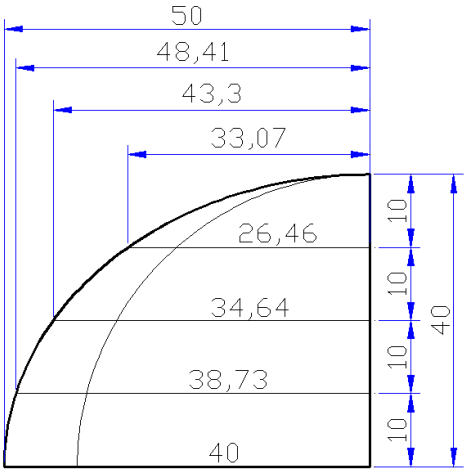


رسم المفرد : من المجسم الفراغي جانباً نجد :

عند سحب الحرف العلوي - المرسوم على وجه المجسم - أصبحت ربع الدائرة على شكل ربع قطع ناقص ، وتغير الطول ٤٠ مم لتصبح قيمته ٥٠ مم ، أي أن طوله ازداد بنسبة 50/40=1.25 .

نرسم ربع دائرة نصف قطرها ٤٠ مم ، ثم نرسم في ربع الدائرة عدة أوتار توازي نصف القطر الذي زاد طوله بنسبة ١,٢٥ ونقيس أطوالها على الرسم .

حسب نظرية تالس : المستقيمات المتوازية في هذا المستوي تزداد بنفس النسبة لتشكل ربع القطع الناقص الناتج .



٤٠ × ١,٢٥ = ٥٠

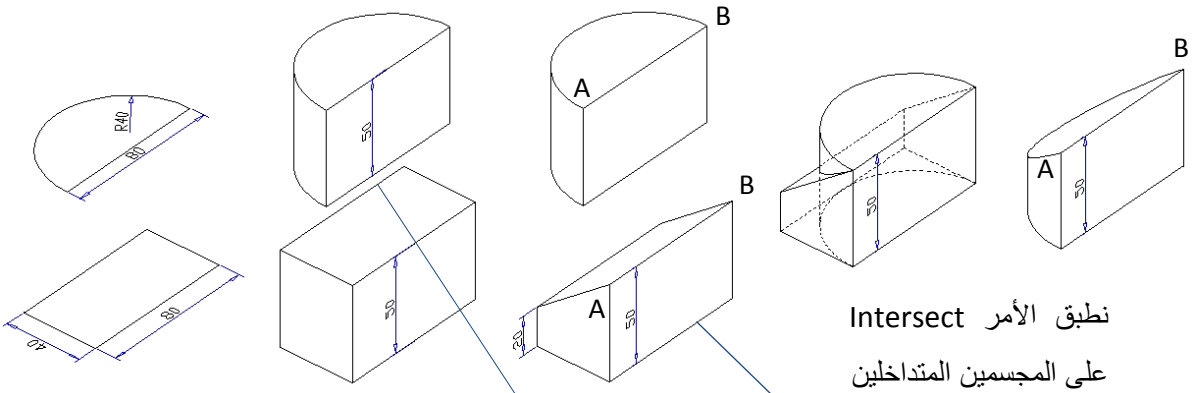
٣٨,٧٣ × ١,٢٥ = ٤٨,٤١

٣٤,٦٤ × ١,٢٥ = ٤٣,٣

٢٦,٤٦ × ١,٢٥ = ٣٣,٠٧

مثال ٦ :

سجل مراحل عمل أوتوكاد أسفل الرسومات المبينة أدناه ، ثم ارسم مفرد السطح العلوي .



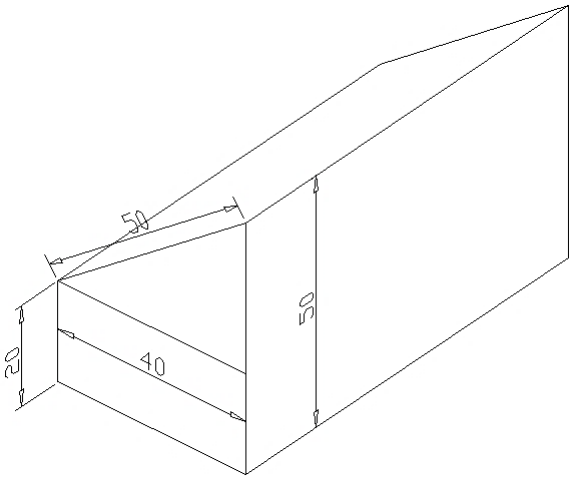
نطبق الأمر Intersect على المجسمين المتداخلين

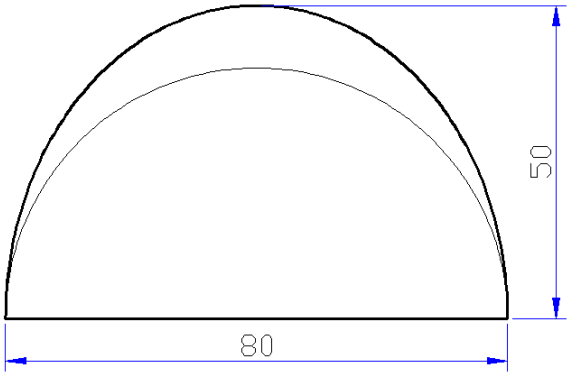
ننقل أحد المجسمين بالأمر Move ونضعه إلى جانب المجسم الآخر بحيث يشتركان بالحرف AB

نختار هذا الحرف بطريقة الملاقط مع الضغط على Ctrl ونحركه للأسفل بمقدار ٣٠ حيث :

Polar = 90 ، المحور Z للأعلى

نطبق الأمر Presspull بارتفاع ٥٠ على كل من نصف الدائ ة ، المستطيل





مفرد السطح العلوي

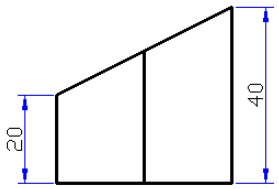
بعد تمييل السطح العلوي الذي هو نصف دائرة أفقية ، أصبح هذا السطح على شكل نصف قطع ناقص ، وبذلك فإن نصف قطر الدائرة العلوية عند محور التناظر تغير من قيمة ٤٠ مم إلى ٥٠ مم ، أي أنه ازداد بنسبة ١,٢٥ .

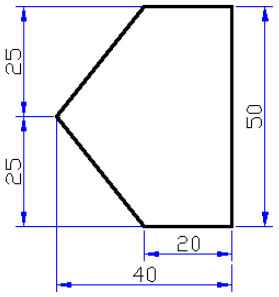
بناءً على ذلك فإن جميع الأطوال الموازية له ازدادت بنفس النسبة . والحل يكون بنفس طريقة المثال السابق ، بالاعتماد على نظرية تالس في النسبة والتناسب للخطوط المتوازية .

ويكون مفرد السطح العلوي نصف قطع ناقص قطره الكبير يساوي ١٠٠ والصغير ٨٠ .

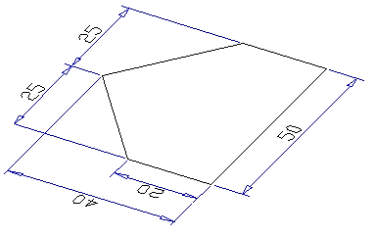
مثال ٧ :

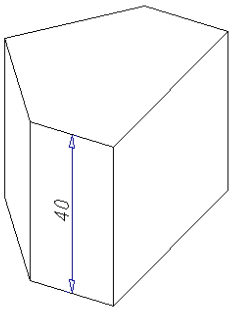
يبين الشكل أدناه مراحل الحصول على مجسم باستخدام أوامر الرسم الفراغي في أوتوكاد ، كما يوضح الشكل جانباً المسقطين الأفقي والجانبي لهذا المجسم ، والمطلوب كتابة مراحل عمل أوتوكاد للحصول على المجسم .
ورسم مفرد السطوح الخارجية جميعها .

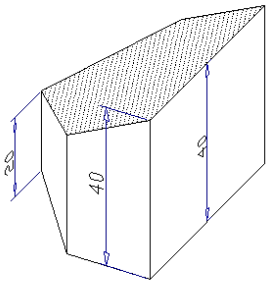




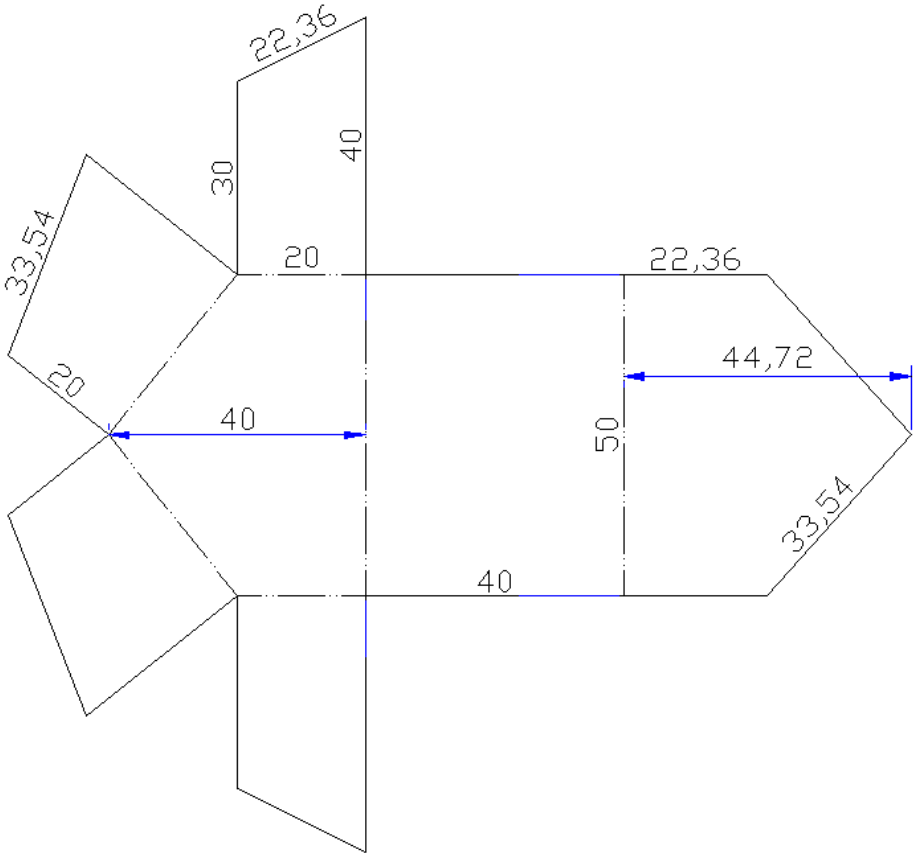
مساقط المجسم



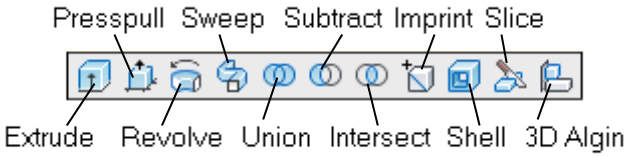




نترك للطالب كتابة مراحل عمل أوتوكاد ، وشرح كيفية الحصول على أطوال أضلاع المفرد .

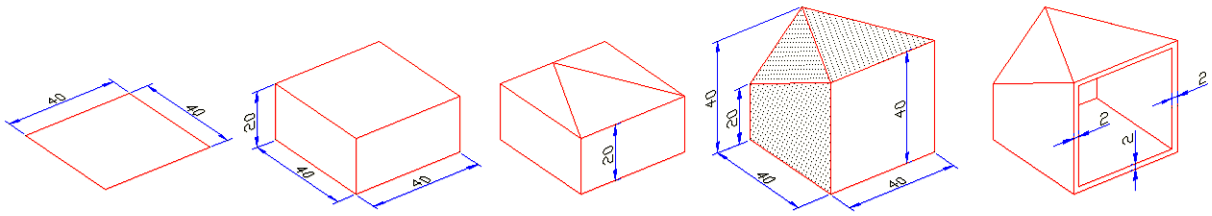


دورة ٢٠١٢- ٢٠١٣ الفصل الثاني

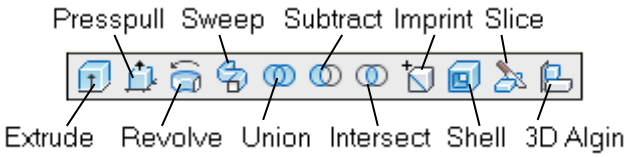


تبين الأشكال أدناه مراحل عمل في أوتوكاد للانتقال من مربع طول ضلعه ٤٠ مم مرسوم بخط (Polyline) إلى المجسم النهائي المتناظر الموضح على أقصى الجانب الأيمن ، وذلك باستخدام أربع عمليات في أوتوكاد من أوامر الرسم والتعديل الفراغي والمطلوب :

- سجل أسفل كل مرحلة عملية أوتوكاد المستخدمة وشروط تطبيقها .
- ارسم وبشكل دقيق مفرد الأوجه المظللة فقط مع كتابة الأبعاد كاملة على المفرد .



دورة ٢٠١٢- ٢٠١٣ الدورة الإضافية الثالثة



تبين الأشكال أدناه مراحل عمل في أوتوكاد للانتقال من مضلع سداسي منتظم طول ضلعه ٣٠ مم مرسوم بخط (Polyline) إلى المجسم النهائي المتناظر الموضح على الجانب الأيمن ، وذلك باستخدام ثلاث عمليات في أوتوكاد من أوامر الرسم والتعديل الفراغي والمطلوب :

- سجل أسفل كل مرحلة عملية أوتوكاد المستخدمة وشروط تطبيقها .
- ارسم وبشكل دقيق مفرد الوجهين العلوي والجانبي المظللين مع كتابة الأبعاد كاملة على المفرد .