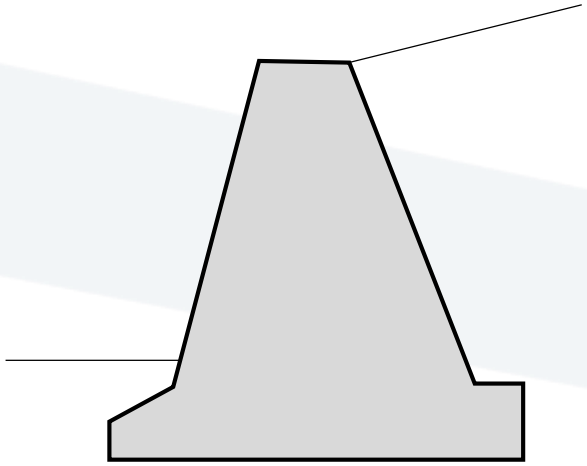
الفصل الثالث : الجدران الاستنادية

3. 1 تعريف الجدار الاستنادي

الجدار الاستنادي هو منشأة هندسية تستخدم لتأمين الدعم الجانبي للتربة أو لمادة أخرى عندما لا تسمح الظروف للمادة بأن تأخذ ميلها الطبيعي.



3. 2 أنواع الجدران الاستنادية

1-الجدران الثقلية

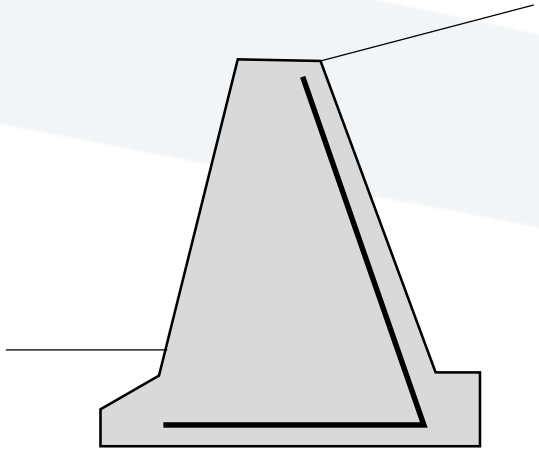
أنواع الجدران الثقلية

أ-كتلية:

منفذة من الحجارة أو البيتون الصافي (دون تسليح)

تكون أحياناً على شكل أقفاص من الشبك المعدني التي تملأ بالحجارة

بأقطار cm(10-20) وتدعى **بالكابيونات (Gabion wall)**



ب- نصف كتلية

تستخدم فيها نسبة قليلة من حديد التسليح

مساوئ الجدران الثقلية

1-ارتفاعاتها محدودة وينصح بعدم استخدامها للارتفاعات التي تزيد عن 4.5m

2-تحتاج لحفريات كبيرة بسبب كبر أبعادها

3-لا ينصح باستخدامها في أماكن الترب ذات المشاكل ولا في المواقع ذات منسوب المياه المرتفع

2- الجدران المسلحة

ويرمز لها أيضاً بـ (جدران MSE) وهي جدران مبنية من مواد مختلفة كالبيتون المسلح أو الفولاذ أو الخشب أو من المواد الجيوصنعية كالجيوتكستيل أو الجيوغريد.

ميزات الجدران المسلحة

1-إمكانية استخدامها لمختلف الارتفاعات الصغيرة والكبيرة

2-المقاومة الكبيرة للضغوط المختلفة

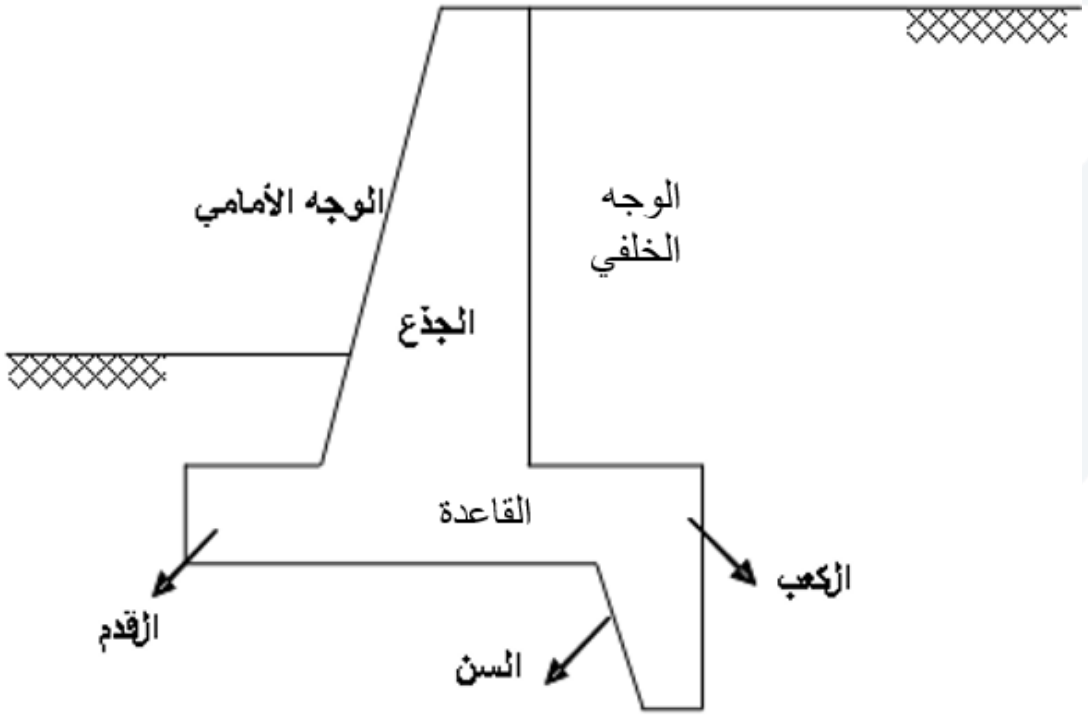
3-المقاطع الصغيرة وعدم الحاجة للحفريات الكبيرة

مساوئ الجدران المسلحة

1-الكلفة الكبيرة مقارنة بالجدران الثقلية

2-تحتاج لتقنيات تصميم وتنفيذ أكثر تعقيداً من الجدران الثقلية

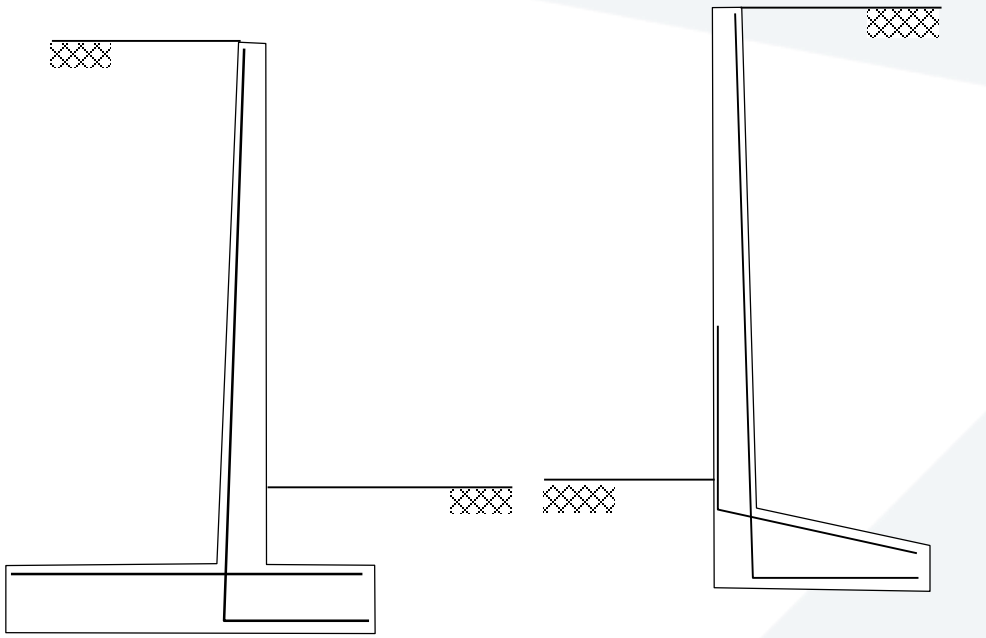
3-تحتاج لكوادر متخصصة من المهندسين والفنيين



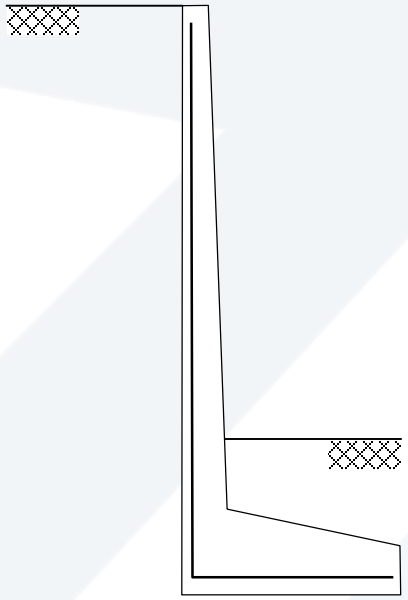
أ- الجدران الظفرية

تأخذ الجدران الظفرية شكل ⊥ أو L أو ⌊ (الشكل)، و تكون رقيقة نسبياً و تعمل كظفر موثوق من الأسفل و حر من الأعلى, تعمل التربة المردومة فوق كعب الجدار على زيادة الاستقرار ولذلك يكون عادة عرض الكعب أكبر من عرض القدم. في بعض الحالات وبسبب حدود الملكية التي لا تسمح بامتداد قاعدة الجدار من الجهة الأمامية فيمكن استخدام جدار ظفري على شكل L بدون قدم، كما أنه في الحالات التي لا يمكن فيها حفر التربة خلف الجدار (من جهة الكعب) فيمكن استخدام جدار على شكل L بقدم فقط وبدون كعب.

ويعتبر استخدام الجدران الظفرية اقتصادياً حتى ارتفاع .8m



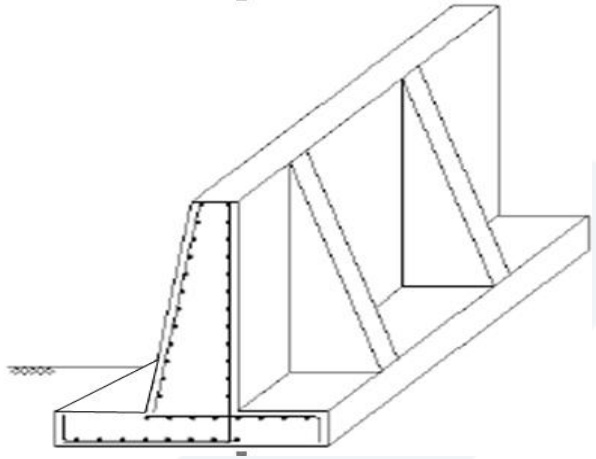
جدار ظفري بدون قدم

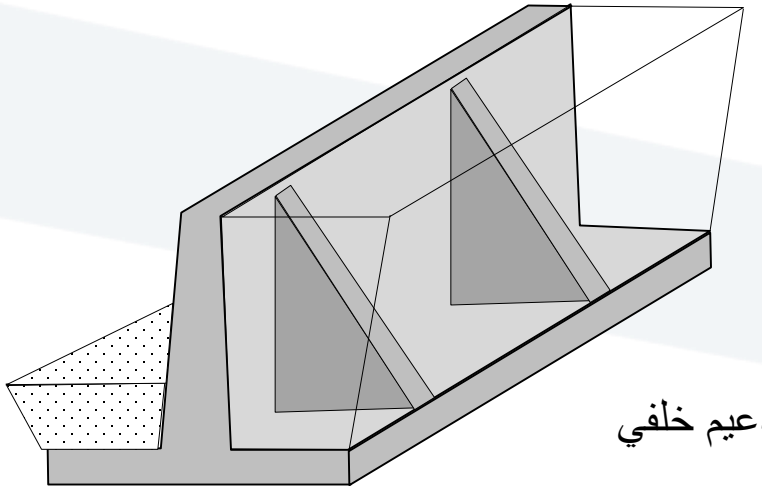


جدار ظفري بدون كعب

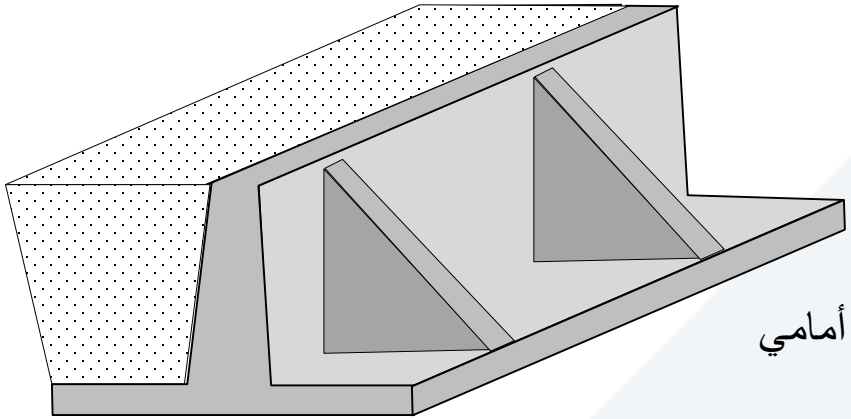
ب-الجدران ذات التدعيم العكسي (Counterfort Walls):

تختلف عن الجدران الظفرية بوجود الدعائم خلف الجدار (الشكل) و هي عبارة عن بلاطات بيتونية شاقولية نحيفة تربط بلاطة القاعدة بالجذع و تعمل على تخفيض القوى القاصة و عزوم الانعطاف المؤثرة على الجدار. يستخدم هذا النوع من الجدران في حالة الارتفاعات الكبيرة أو عند وجود ضغوط كبيرة خلف الجدار, و تخضع الدعائم لقوى شادة. كما يمكن استخدام الدعائم في جهة قدم الجدار وتدعى عندها بالجدران ذات التدعيم الأمامي (Buttress wall) , وتخضع الدعائم في هذه الحالة لقوى ضاغطة.



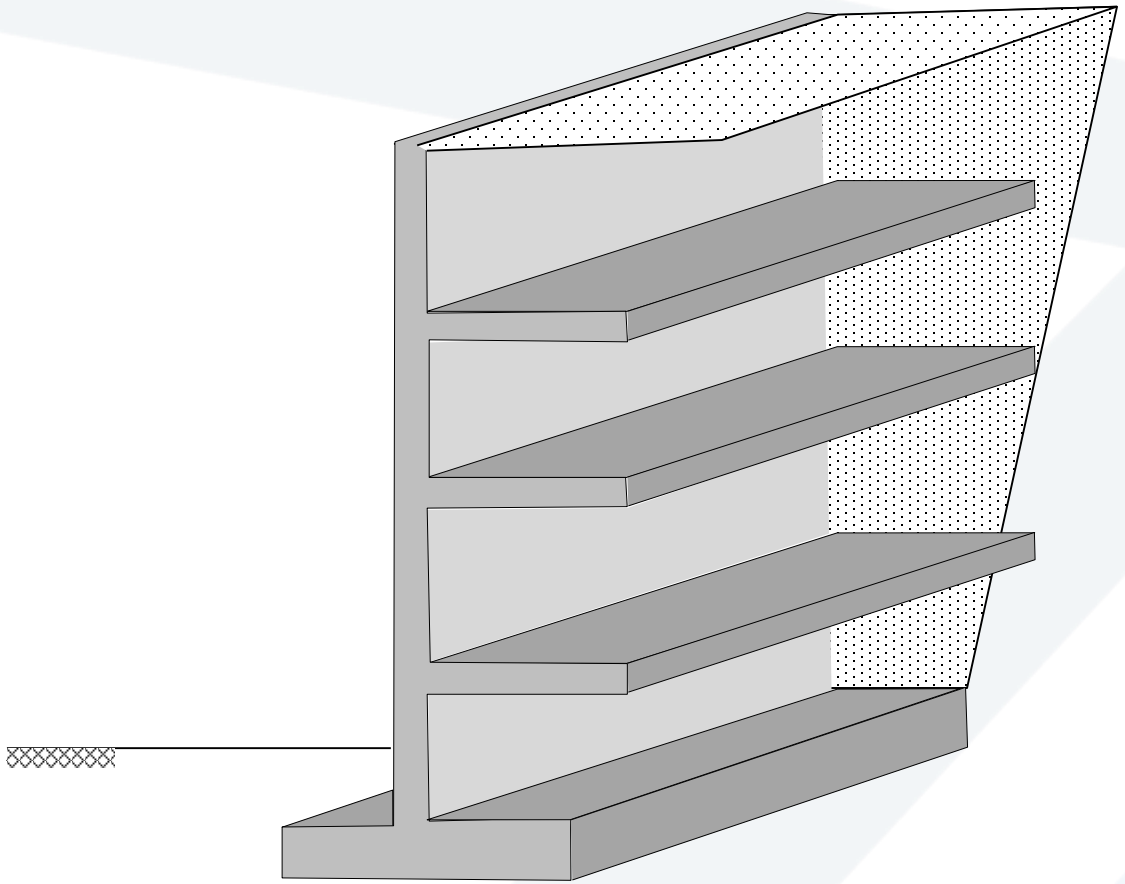


تدعيم خلفي



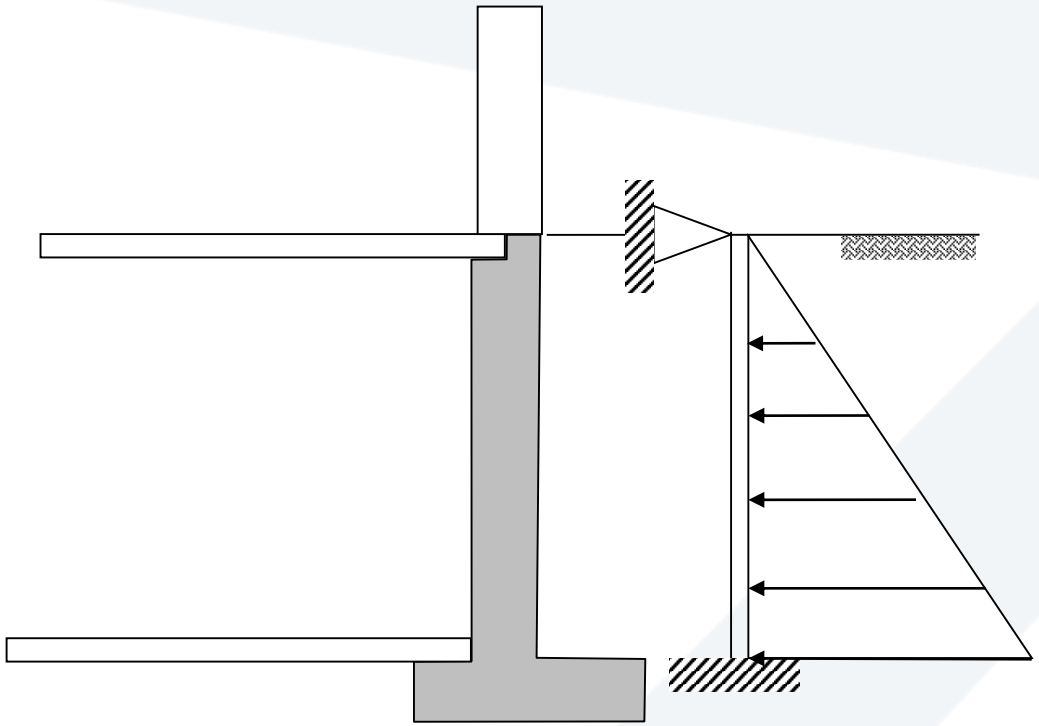
تدعيم أمامي

ج- الجدران ذات الأظفار الموازنة:



و هي جدران ظفرية مزودة بأظفار بارزة من الجدار من جهة الردم (جهة كعب الجدار) (الشكل) و بالتالي فإن وزن التربة فوقها يساعد على تأمين توازن الجدار و تخفيض عزوم الانعطاف و قوى القص على جذع الجدار (تعمل على كسر مخطط دفع التربة و تحويله إلى مثلثات و أشباه منحرف). يستخدم هذا النوع في حالة الجدران ذات الارتفاعات الكبيرة و الضغوط الكبيرة للتربة و يمكن أن يكون هناك ظفر واحد أو أكثر حسب ارتفاع الجدار و مقدار الضغوط المؤثرة عليه، ويعتبر عدد الأظفار المثالي (2-3) ظفر.

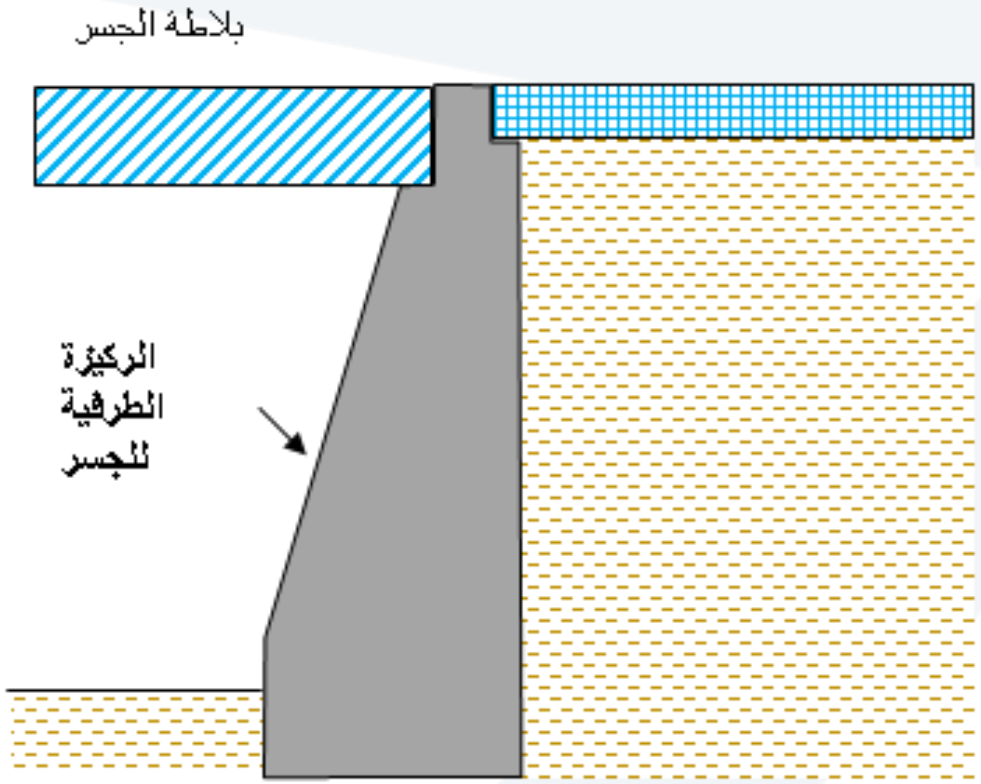
د- جدران الأقبية (Basement walls)



وهي جدران قليلة السماكة تستخدم على محيط الأقبية من أجل حمايتها من التربة والماء. تعمل بلاطات الأقبية كمساند لهذه الجدران وتمنع حركتها الأفقية وتخفض من عزوم الانعطاف المتولدة فيها، ولذلك تعتبر جدران الأقبية موثوقة من الأسفل (عند مستوي القاعدة) و مسنودة في مستويات أسقف الأقبية (الشكل 3. 6).

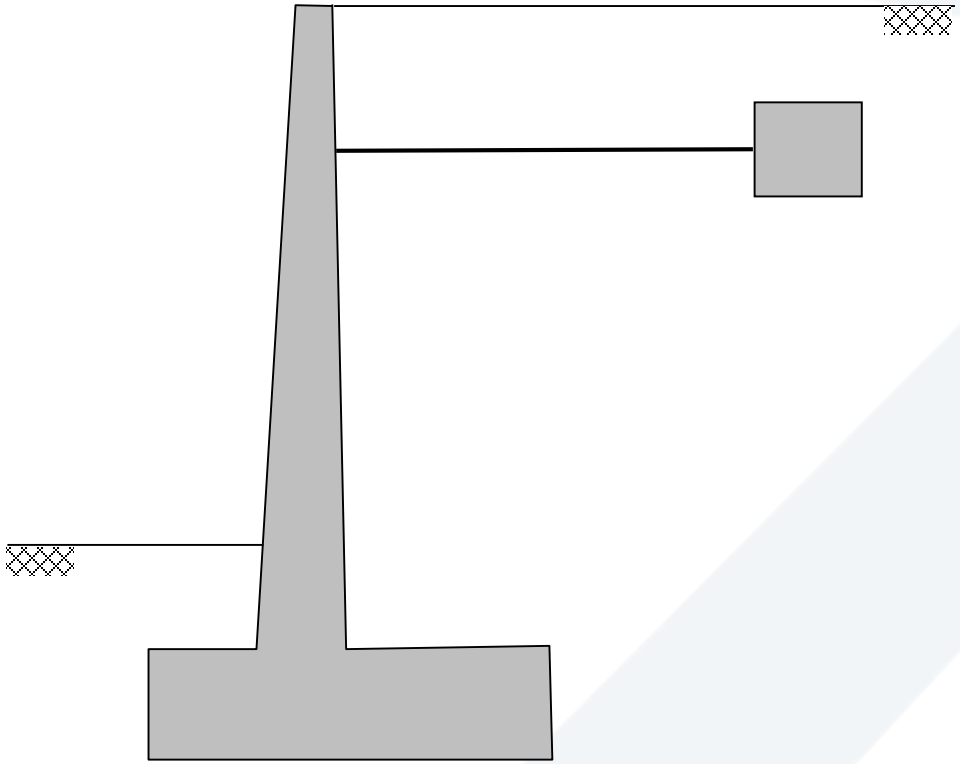
هـ- الركائز الجانبية للجسور والمردوم خلفها

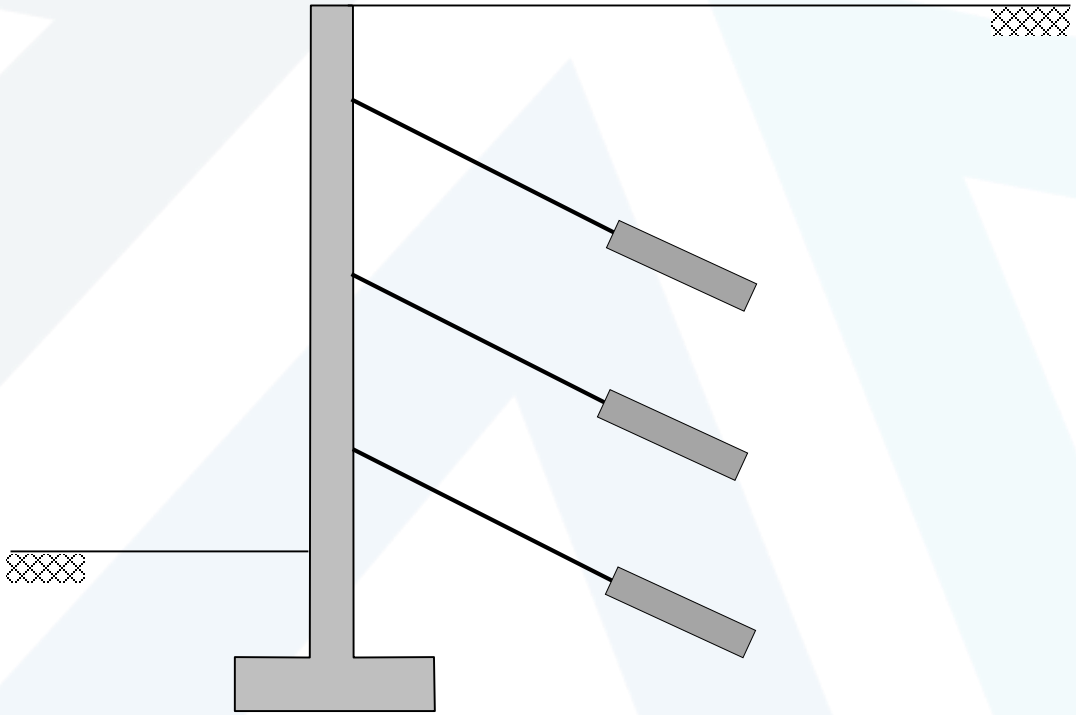
تعرف الركائز الجانبية للجسور بأنها عناصر انشائية متينة وظيفتها تأمين نقل حمولات الجسر إلى التربة بالإضافة إلى تأمين حجز التربة المتواجدة (أو المردومة) خلفها. وبالتالي فإن الركيزة الجانبية للجسر تعمل كجدار استنادي محمل بحمولات شاقولية (ناتجة عن حمولات الجسر) وحمولات أفقية ناتجة عن دفع التربة المردومة خلفها بالإضافة إلى القوى الأخرى كقوى الزلازل أو قوى الرياح .



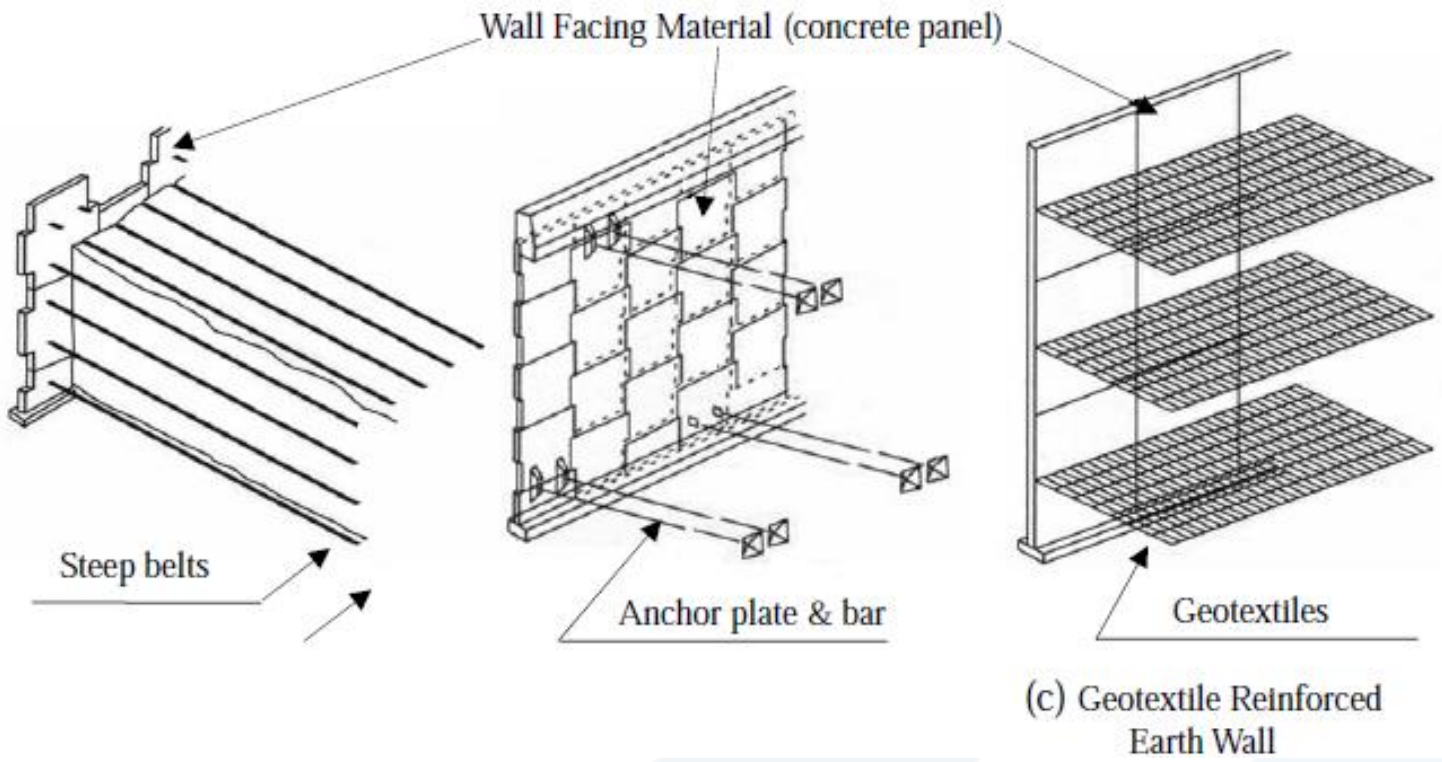
و- الجدران الاستنادية المثبتة بشدادات (Braced walls)

يمكن تثبيت أي نوع من أنواع الجدران الآنفة الذكر بشدادات مثبتة في قمة الجدار وذلك من أجل الحد من حركتها ولتخفيض عزوم الانعطاف المتشكلة أسفل الجذع وفي القاعدة .

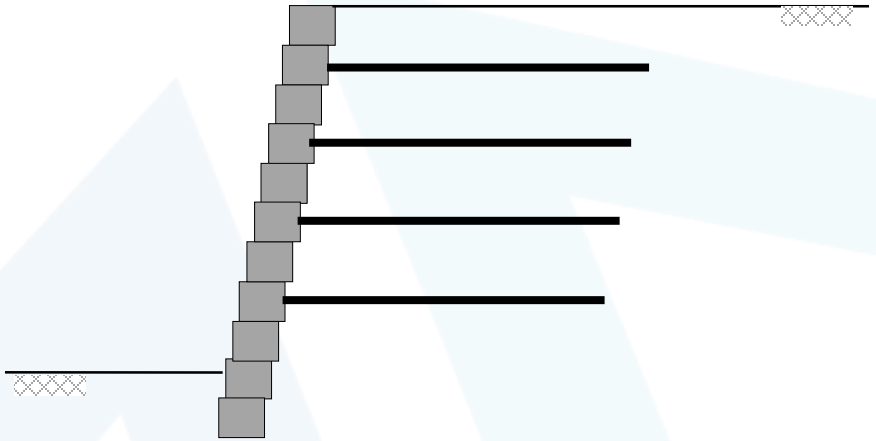




ز-الجدران المثبتة بالمواد الجيوصنعية



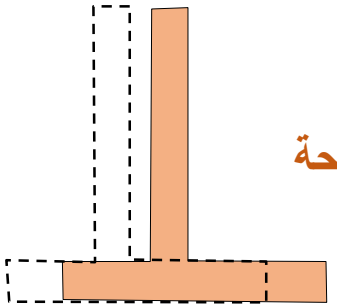
(c) Geotextile Reinforced Earth Wall



3. 3 أنماط انهيار الجدران الاستنادية

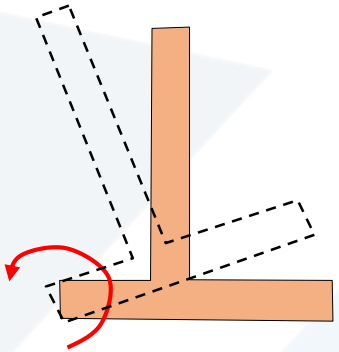
1- الجدران الثقلية والجدران البيتونية المسلحة

أ-الانهيار بالانزلاق :



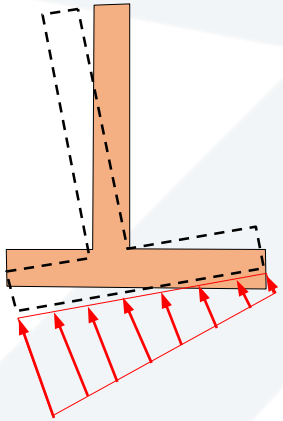
-أ-

ب-الانهيار بالانقلاب



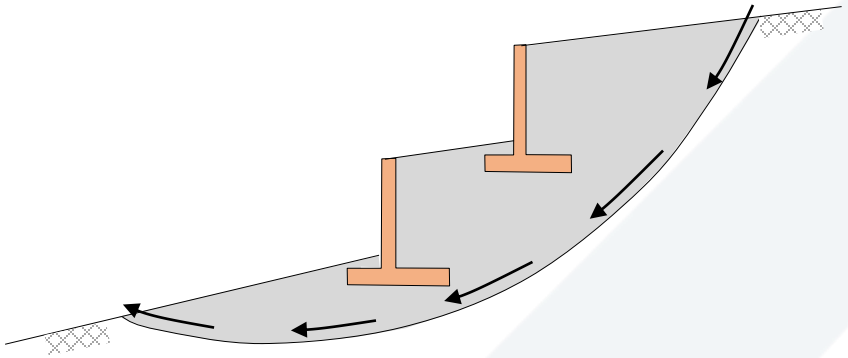
-ب-

ج-الانهيار نتيجة لضعف تربة التأسيس للجدار



-ج-

د- الانهيار لأسباب انشائية نتيجة لعدم كفاية الأبعاد أو التسليح .

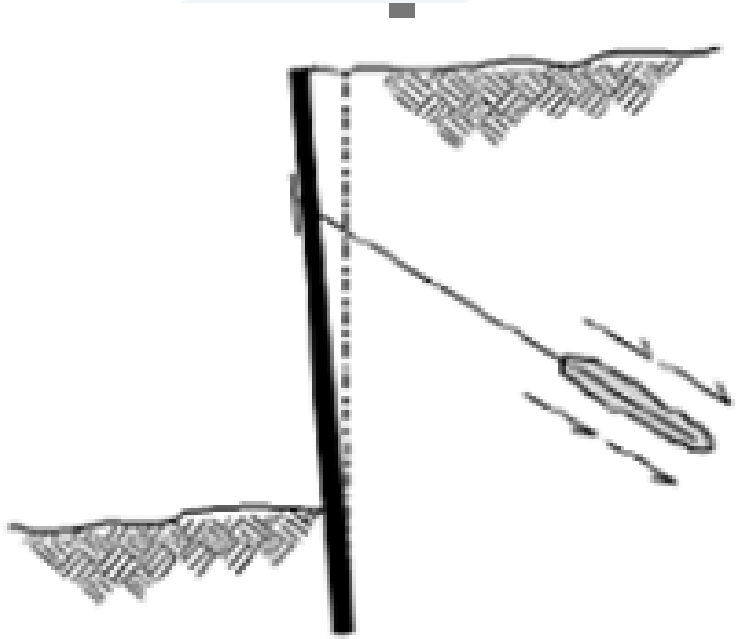


هـ-الانهيار نتيجة لعدم استقرار المنحدر الذي يشاد عليه الجدار

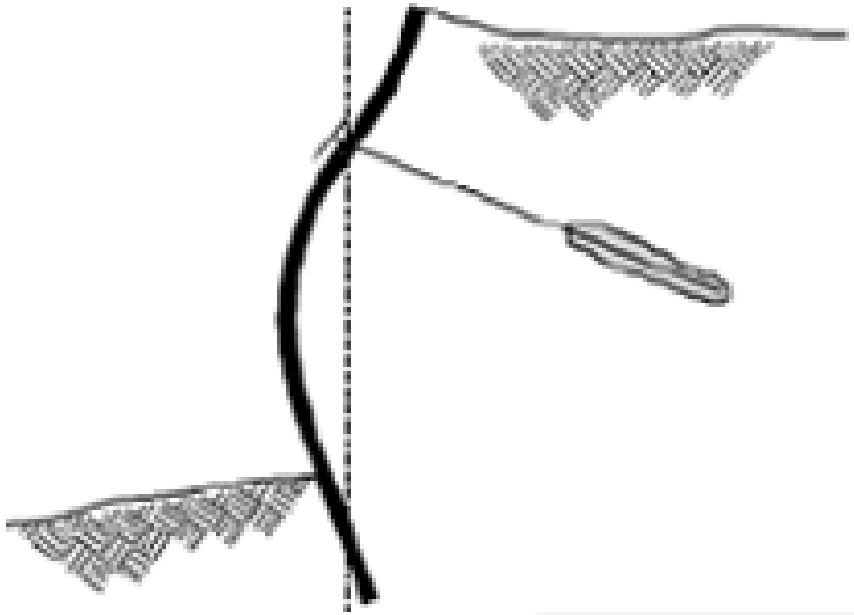
2-الجدران المثبتة

أ- انقطاع الشداد نتيجة لعدم كفاية مقاومته لقوة الشد المحورية المتولدة فيه

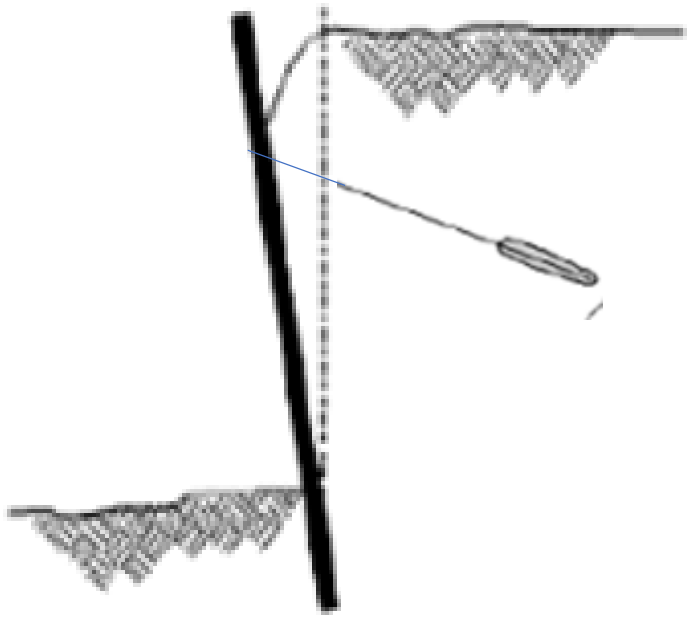
ب- انزلاق كتلة الاسمنت (الغراوت) ضمن التربة بسبب عدم كفاية قوة الاحتكاك مع التربة



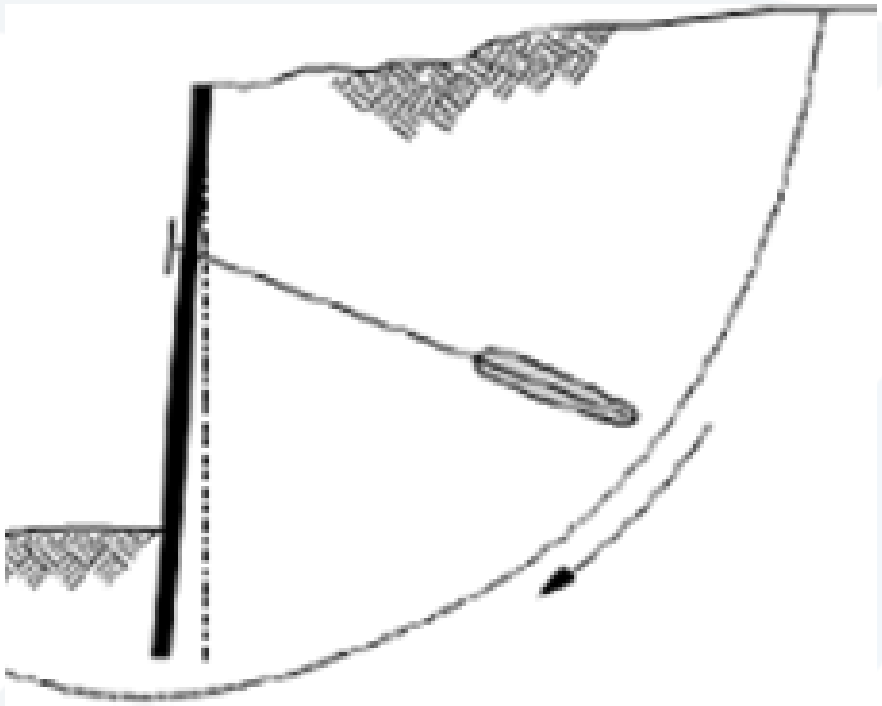
ج-انحناء الجدار بسبب الانعطاف



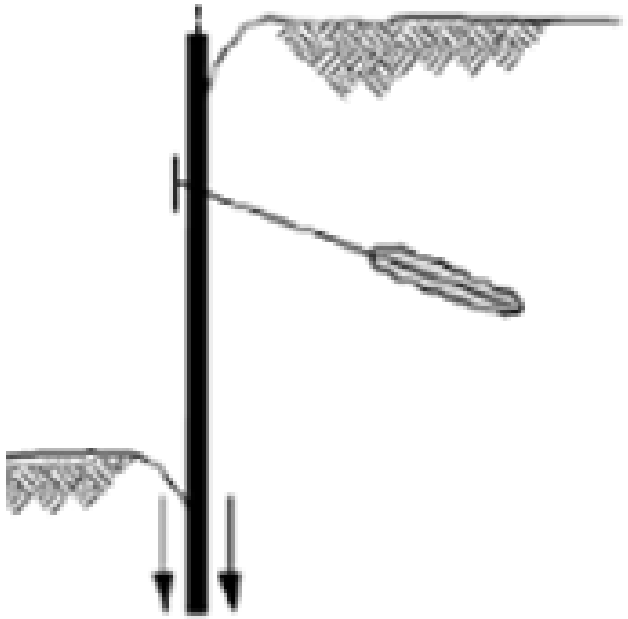
د-دوران الجدار بسبب
عدم كفاية طول الشداد



هـ انزلاق كتلة التربة



و-ضعف تربة التأسيس



3. 4 أسباب انهيار الجدران الاستنادية

يعتبر التصميم الخاطئ أهم أسباب انهيار الجدران الاستنادية وهناك العديد من الأسباب التي قد تجعل التصميم خاطئاً، أهم هذه الأسباب :

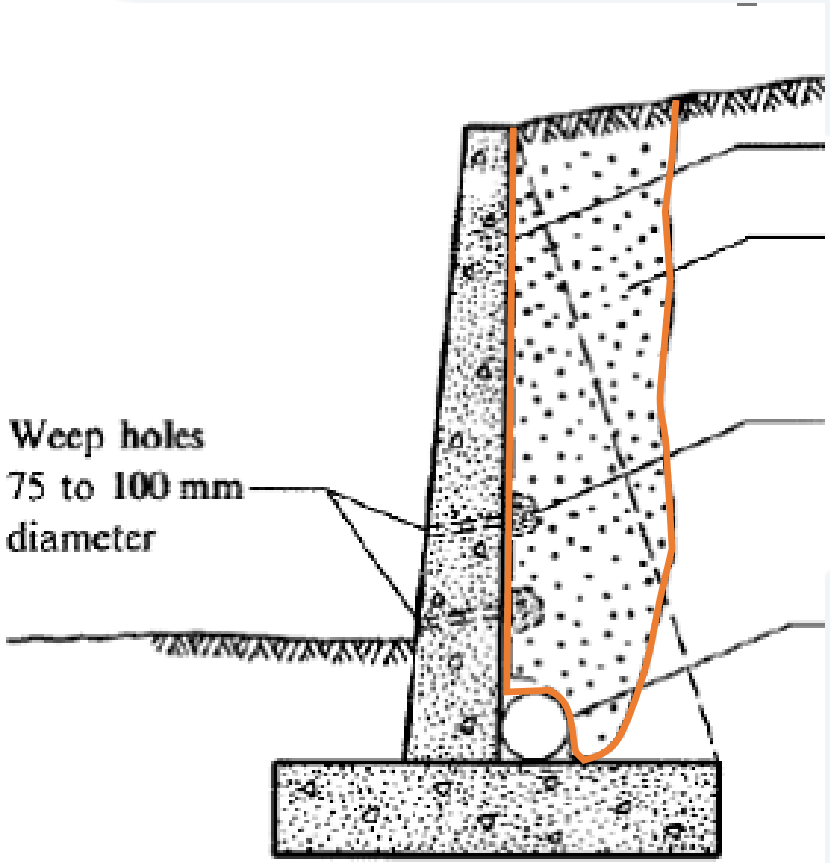
1. الخطأ في تقدير حمولات الجدار كتصميم الجدار على القوى الستاتيكية فقط وعدم أخذ الحمولات الزلزالية بعين الاعتبار أو تقديرها بطرق تقريبية لا تناسب حالة الجدار المصمم أو الموقع المتواجد فيه الجدار، أو عدم أخذ الحمولات السطحية بعين الاعتبار.
2. إهمال الدفع الجانبي الناتج عن المياه (الهيدروستاتيكي أو الهيدروديناميكي أو الاثنان معاً) في المواقع ذات منسوب المياه المرتفع وخاصة عندما تكون التربة المردومة خلف الجدار ضعيفة النفاذية أو عندما لا تتمكن شبكة تصريف المياه خلف الجدار من تشتيت ضغط الماء المتولد خلف الجدار.
3. التقدير الخاطئ للضغط السلبي المتشكل أمام الجدار إما بسبب استخدام قيم كبيرة لعامل الدفع السلبي أو نتيجة لاعتبار قوى سلبية مقاومة لتربة معرضة للإزالة.
4. التقدير الخاطئ لمقاومة القص لتربة التأسيس وعدم الأخذ بعين الاعتبار انخفاض مقاومة القص لهذه التربة نتيجة للأمطار أو لأي سبب آخر.

5 .3 استقرارالجدران الاستنادية

شرط الاستقرار	الحالة الستاتيكية	الحالة الديناميكية
الانزلاق	Fs=1.5	Fs=1.2
الانقلاب	Fs=2	Fs=1.5
القص السطحي	Fs=3 and |e|≤B/6	Fs=3and |e|≤B/3
القص العميق	Fs=1.5	Fs=1.2

3. 6 تصريف المياه خلف للجدران الاستنادية

1. تنفيذ ثقوب ترشيح ضمن الجدار (دماعات) بقطر (75-100)mm وبتباعد 1.5m شاقولياً وأفقياً.
2. استخدام قسطل تصريف طولاني قطر 200mm في زاوية التقاء كعب الجدار مع جذعه.



حل بديل باستخدام الجيوتكتيل مع التصريف

ردميات نفوذة

ثقوب رشح عرضانية قطر (75-100)mm مع حصويات

قسطل تصريف طولاني مثقب قطر مع حصويات