**ويجب ألا يقل ارتفاع الخرسانة داخل الماسورة عند بدء سحبها عن 4متر أو ما يعادل الضغط الاستاتيكي للمياه الأرضية أيهما أكبر لمنع الماء والتربة من الدخول في الماسورة كما يجب زيادة الخرسانة أثناء السحب لتعويض تخانة الماسورة .إذا زاد طول الماسورة عن 15متر فيجب زيادة نسبة بمقدار 50كيلوجرام في أول نصف متر مكعب خرسانة لضمان عدم حدوث أي انفصال ولو جزئي .**

# ب ـ خوازيق ذات غلاف مفتوح

**وفي حالة الغلاف المفتوح يتم الصب من أعلى بواسطة مزراب “shoot” إذا كان الغلاف جافا . أي أن منسوب المياه الأرضية أكثر عمقا من كعب الخازوق ، وتكون الخرسانة ذات “slump” = 150 + 25 مم . وفي أحوال الصب الصعبة مثل وجود حديد كثيف أو أطوال خوازيق كبيرة أو خوازيق ذات ميول كبيرة فيجب استعمال خلطة خاصة تقل فيها كمية الزلط الكبير وتزيد بالتبعية كمية الزلط الرفيع والرمل والأسمنت وذات : “slump” = 175 + 25 مم .**

**وفي حالة صب الخرسانة داخل الماء أو معلق البنتونيت فيجب استعمال ماسورة قطرها حوالي 150 ملليمتر ذات قمع في أعلاها “tremie pipe" وتكون نهاية الماسورة دائما مغموسة في الخرسانة مسافة لاتقل عن 200 ملليمتر لضمان عدم غسل الخرسانة بالماء الموجود داخل الغلاف . ويجب سحب المياه أثناء إزاحتها بالخرسانة بواسطة طلمبة . ويفضل عدم هز الخرسانة حتى نتجنب حدوث سيولة “bleeding” . وعند سحب الغلاف تكون الخرسانة دائما أعلى كثيرا من أسفل الغلاف الذي يسحب بواسطة الشد المباشر أو الهز أو بواسطة “oscillator” .**

**ج ـ خوازيق محفورة بواسطة بريمة Continuous flight auger**

**يتم صب الخرسانة بضخها بطلمبة ذات ضغط كاف يمكن التحكم فيه . ولضمان تدفق الخرسانة يجب أن يكون “slump” = 175 + 25 مم ويفضل إضافة مواد لتأخير الشك الابتدائي “retarders” ومواد زيادة اللدونة “plastecizers” وقبل بدء الضخ ترتفع البريمة قليلا 200 ـ 300 ملليمتر للسماح بطرد سدادة ماسورة البريمة .**

**1/3/8/4 الاحتياطات الواجب مراعاتها أثناء التنفيذ**

**1/3/8/4/1 عموميات**

**معظم أنواع الخوازيق معرضة بعض الشيء لحدوث تلفيات بها أثناء التنفيذ على أنه باستعمال المعدات الحديثة وطرق التنفيذ المناسبة يمكن تلافي هذه التلفيات أو تقليلها ويجب أن نشير إلى أن التنفيذ الجيد لايعني عدم حدوث تلفيات للخازوق فحسب ولكن أيضا يؤكد سلامة جسم الخازوق وقدرته لتحمل الاجهادات الناتجة أثناء التنفيذ . وفي بعض الأحيان يتطلب الأمر عمل أبحاث تربة على درجة عالية الدقة والكفاءة لتفادي حدوث اتلافيات للخوازيق أثناء تنفيذها .**

**1/3/8/4/2 الخوازيق الخشبية**

**لتلافي حدوث اتلافيات بمقدمة الخازوق “tip” يجب عدم الدق في الأراضي التي توجد بها عوائق كثيرة أو التي تسبب مقاومة شديدة أثناء الدق . وعموما فإنه من الأفضل تزويد الخوازيق الخشبية بمقدمة حديدية لحماية مقدمة الخازوق خصوصا للخوازيق التي تعتمد أساسا على الارتكاز وتكون هذه المقدمة مسطحة وتغطي المقدمة بالكامل .**

**ويجب ملاحظة تتابع نزول الخازوق أثناء الدق . فعند انخفاض مقاومة الأرض فجأة أي سرعة نزول الخازوق يكون ذلك مؤشرا لاحتمال حدوث كسر في الخازوق ويمكن في هذه الحالة سحبه وفحصه أو دق خازوق بدلا منه . كذلك عند زيادة المقاومة فجأة يجب التوقف عن الدق حيث أن سدة الدق “overdriving” هي أهم الأسباب التي تؤدي إلى كسر الخوازيق الخشبية وعموما فإن مقاومة الأرض التي تعادل 25ملليمتر اختراق لكل 5دقات باستعمال شاكوش ذو طاقة 25كيلو نيوتن متر (0.25 كجم.سم) تعتبر الحد الذي عنده يتوقف الدق لخازوق مقطعة حوالي 300 × 300 ملليمتر .**

**1/3/8/4/3 الخوازيق الحديدية قطاع (H)**

**هذه الخوازيق تكون عادة قابلة للثني . ولذلك فإن الخوازيق الطويلة منها يكون من الأفضل سندها على مسافات بطول قائم الماكينة “mast” لمنع انبعاجها “buckling” أثناء الدق . ويجب التأكد من عدم وجود عوائق تحت سطح الأرض حيث يؤدي ذلك إلى تهشم مقدمة الخازوق . ويمكن تلاف ذلك بتزويد المقدمة بالتقويتات المناسبة ونظرا لصغر القطاع بالنسبة للطول فإن هذه الخوازيق لها قابلية للانحراف عن مكانها خصوصا عند مقابلتها لطبقات صخرية مائلة . ويمكن زيادة جساءة الخازوق أو عمل حفر مسبق لتقليل الانحراف .وفي الحالات التي يستدعي فيها رصد هذا الانحراف يكون ذلك بتزويد الخازوق بمواسير فحص تعمل بداخلها أجهزة الرصد “inclonometer” . ويجب التأكد قبل الدق من أن القطاع التصميمي يتحمل إجهادات الدق للوصول إلى الأعماق المطلوب أخذها في الاعتبار نوع الأرض التي سيخترقها .**

**1/3/8/4/4 خوازيق خرسانية سابقة التجهيز**

**المشاكل التي تصاحب دق هذا النوع من الخوازيق يمكن تلخيصها كالآتي :**

**1 ـ تهشم جزئي spalling**

**2 ـ تشققات cracking**

**3 ـ كسر breaking**

**ويحدث التهشم الجزئي إما عند نهاية الخازوق pile tip أو عند الرأس pile head أو عند زوايا جسمه ومن العوامل التي تؤدي إلى ذلك .**

**أ ـ شدة مقاومة الأرض للدق .**

**ب ـ ضعف وسادة الدق .**

**ج ـ عدم تمركز الشاكوش مع الخازوق أثناء الدق .**

**د ـ عدم الدق أثناء تصنيع الخازوق كأن يكون السطح الأفقي لرأس الخازوق غير متعامد مع المحود الرأسي، أو أن يكون حديد التسليح مكشوفا عند الرأس ، أو عدم وجود كانات كافية عند رأس الخازوق أو نهايته .**

**هـ عدم شطف الزوايا في حالة الخوازيق المربعة .**

**وتحدث التشققات على طول جسم الخازوق يسبب زيادة الاجهادات الناتجة عن الضغط أو الشد أو اللي نتيجة شدة مقاومة الأرض ، أو حدوث انحناء في جسم الخازوق . وعندما تزيد هذه الاجهادات بدرجة كبيرة يؤدي ذلك إلى كسر الخازوق .**

**ولمنع حدوث التهشم الجزئي في نهاية الخازوق يجب تفادي شدة الدق خصوصا عند وجود عوائق أو عند الدق حتى الطبقة الصخرية . كما أن العناية بوسادة الدق والتأكد مت تمركز الشاكوش مع الخازوق يمنع حدوث التهشم الجزئي عند رأس الخازوق . ويمكن تقليل احتمال حدوث التشققات خصوصا في حالة الخوازيق الطويلة ذات القطاع الصغير إذا زود قائم الماكينة “mast” بدلائل guides على مسافات لتفادي الانبعاج أثناء الدق . وتكون هذه الدلائل مهمة في حالة الخوازيق المائلة لتفادي الانحناء نتيجة وزن الخازوق.**

**وعندما يقابل الخازوق مقاومة ضعيفة أثناء الدق يجب تقليل الدق حتى لايؤدي ذلك إلى حدوث قوى شد tensile forces والتي بدورها تحدث تشققات ، ويستمر تقليل الطاقة حتى تزداد المقاومة أي رد الفعل . وتحدث قوى الشد أيضا إذا لم تقابل موجات الاجهادات المنعكسة من أسفل إلى أعلى الوزن والتركيبة المناسبة “pile cushion system" لوسادة الدق والتي يجب أن تعمل على عدم انعكاسها مرة أخرى إلى أسفـل كموجـة شد “tensile wave” ويمكن تقليـل قوى اللـي “torsion” إذا استعمل طربوش دق “helmet or driving cap” بحيث يمكن تقليلها بصورة فعالة إذا اعتنينا بتركيبة الوسادة مع الطربوش .وفي حالة عمل وصلات يجب التأكد من استقامة الوصلات مع الخازوق الأصلي لتفادي الانحناء والانبعاج عند الوصلات . حيث أن ذلك يمكن أن يؤدي إلى شرخ أو إلى كسر الخازوق . كما يجب أن تكون هذه الوصلات مصممة بحيث يمكنها نقل طاقة الدق وتحمل كل الاجهادات الناشئة عن الدق والمناولة والتخزين .. الخ .**

**وعند التنفيذ في المياه يجب حماية الخوازيق من الانحناءات الزائدة “excessive bending" نتيجة الامواج والتيارات المائية ووزن الخازوق والصدمات . ويكون ذلك بعمل شكالات مؤقتة “temporary bracing" إلى أن يتم ربط الخوازيق في المنشأ . وفي حالة الخوازيق المائلة “batter” المدقوقة في المياه يجب ربط رؤوس الخوازيق بشكالات مؤقتة قبل فكها من قائم الماكينة .**

**1/3/8/4/5 خوازيق الدق المصبوبة في مكانها**

**تنفذ هذه الخوازيق بدون استعمال ماسورة دائمة ولذلك يجب تفادي حدوث تحرك جانبي للتربة أو أي عوائق موجودة بها في اتجاه الخازوق الذي انتهى صبه ، أو تحرك التربة رأسيا بسبب زيادة تكثيفها أثناء الدق . أو تولد ضغوط في التربة غير القابلة نوعا ما للانضغاط وعليه فإن هذا النوع من الخوازيق معرض للمشاكل التالية : مثل النقص في القطاع الخرساني أو تداخل التربة مع الخرسانة أو الانفصال الكامل .**

**لذلك يجب الاحتياط عند تنفيذ هذه الخوازيق بأن توضع خطة مسبقة لتتابع الدق . وعموما فإنه في جميع الأحوال يكون الدق من الداخل إلى الخارج ويفضل إلا تقل المسافة بين الخازوق المدقوق الحديث الصب والخازوق الذي يليه عن حوالي 2.5متر . ويجب ملاحظة السطح العلوي للخرسانة في الخازوق الذي انتهى تنفيذه أثناء العمل في الخازوق الذي يليه فإذا ارتفعت الخرسانة أو انخفضت بصورة واضحة فيجب إيقاف الدق فوار ومعرفة السبب قبل البدء في التنفيذ مرة أخرى إما بتكملة الدق في نفس الخازوق أو تنفيذ خازوق بديل . ويجب الاحتياط لمنع حدوث ظاهرة “arching” في الخرسانة التي تملأ الماسورة ، وحيث أن هذا يمكن أن يؤدي إلى حدوث نقص في قطاع الخازوق أو انفصال كامل في جسمه . ولهذا يجب أن تكون الخرسانة ذات “slump” كاف (150 + 25مم) ، أو باستعمال هزاز داخلي أو خارجي أو بالدق الخفيف على الماسورة أثناء سحبها . كما يجب العناية بإبقاء الماسورة نظيفة من الداخل لمنع تراكم اللباني “water concrete” وذلك بغسيل الماسورة يوميا عند نهاية العمل .**

**وقبل سحب الماسورة يجب التأكد من أن ارتفاع الخرسانة داخلها لايقل عن 4.00 متر كما يدب الأخذ في الاعتبار إضافة خرسانة لتعويض تخانة الجزء المسحوب من الماسورة .**

**وعموما فإنه يفضل أن تكون الماسورة أطول من الخازوق 2.00متر مثلا بحيث تملأ بالخرسانة أعلى من سطح الأرض ثم تسحب بعد ذلك . وأثناء سحبها يجب التأكد من منسوب الخرسانة داخلها .**

**ويجب أن يكون حديد التسليح مستقيما وعلى مسافات متساوية ويتم ذلك باستخدام أطواق حديدية تثبيت الأسياخ عليها باللحام . ويجب ألا يقل الغطاء الخرساني عن 50ملليمتر ويراعى في حالة تعرض الخازوق لجهود انحناءات أو شد أن توضع تخانات حول الأسياخ أو الكانات لضمان تمركز الحديد مع القطاع الخرساني . ويجب أن تكون الماسورة المستعملة ذات تخانة مناسبة لجهود الدق المعرضة لها لاتقل عن 16 متر حتى لا يتسبب ذلك في حدوث انحناء في الماسورة وبالتالي في جسم الخازوق . كما يجب أن تكون نهاية الماسورة المرتكزة على الزنبة مستوية ليس بها أي تعرجات تسمح بدخول المياه . كما يجب أن تكون جدران الزنبة ملحومة جيدا في قاعها حتى لايحدث انفصال بينهم أثناء الدق كما يجب أن يكون القاع ذات تخانة لاتقل عن 14 ملليمتر .**

**1/3/8/4/6 خوازيق التثقيب**

**أ ـ خوازيق تستعمل فيها ماسورة دائمة أو مؤقتة**

**مشاكل التنفيذ لهذا النوع من الخوازيق تشمل :**

* **احتمال فوران التربة الرملية عند قاع الحفر .**
* **وجود تربة سائبة أو متهايلة عند قاع الخازوق .**
* **نقص في قطر الخازوق “necking” .**
* **تداخل التربة مع خرسانة الخازوق .**
* **وجود فجوات أو فصل كامل في جسم الخازوق .**

**ففي حالة وجود تربة غير متماسكة القوام مثل التربة الرملية السائبة “loose sand" أو العضوية “organic” أو الطميية أو الطينية خصوصا المتواجدة تحت منسوب المياه ـ يجب استعمال غلاف “steel casting” لمنع تهايل جدران الحفرة أثناء التنفيذ . كما يمكن الاستعاضة عن ذلك في بعض الحالات باستعمال معلق البنتونيت ولكن يجب العناية باختيار النوع عالي الجودة وبالنسب التي تفي بالغرض حسب كل حالة . وعموما يكون من الأفضل إجراء اختبار حقلي لاختيار أنسب الطرق .**

**وعند صب الخرسانة في حالة استعمال غلاف مؤقت يجب التأكد من بقاء سطح الخرسانة أعلى دائما من نهاية الغلاف أثناء سحبه . ويجب عدم استعمال خرسانة قليلة المياه “low slump” لما لها من أضرار سبق الإشارة إليها في الفقرة (ب) من بند (4/3/8/3/5) . ويجب التأكد من عدم صب الخرسانة مباشرة في الحفرة . ففي حالة الحفرة الجافة يمكن استعمال ماسورة قصيرة مزودة بقمع وتكون متمركزة مع قطر الحفرة . إما في حالة وجود معلق البنتونيت فتصب الخرسانة باستعمال قمع بماسورة طويلة مزودة بقمع قطرها 150ملليمتر “tremie pipe" وتكون الماسورة دائما مغموسة داخل الخرسانة مسافة لاتقل عن 200 ملليمتر ويجب تكملة الصب بهذه الطريقة حتى تملأ الخرسانة الحفرة بالكامل طاردة معاق البنتونيت أو معاق الأسمنت (الباني) أو أي مواد أخرى عالقة .**

**ب ـ خوازيق الحفر البريمي المستمر Continuous flight auger**

**عدم دقة التنفيذ لهذا النوع من الخوازيق يمكن أن تؤدي إلى وجود قطاع طولي غير منتظم ويأخذ ذلك عدة صور :**

**1 ـ وجود فجوات في القطاع الخرساني والتي يمكن أن تملأ بالتربة .**

**2 ـ نقص في مقطع الخازوق “necking” .**

**3 ـ حدوث فصل كامل في جسم الخازوق .**

**قبل التنفيذ يجب التأكد من عدم وجود عوائق تحت الأرض مثل الأساسات القديمة أو الحجارة الكبيرة أو التكوينات الصخرية غير المستمرة . يبدأ الحفر بدوارن البريمة في اتجاه عقرب الساعة . ويجب أن يؤقف الدوران عند الوصول إلى طبقة التأسيس لتفادي السحب الزائد للتربة لما له من تأثير ضار سواء على الخازوق المنفذ أو الخوازيق المجاورة . وقبل البدء في ضخ الخرسانة ترفع البريمة حوالي 300 ملليمتر للسماح بفتح السدادة واندفاع الخرسانة . ويستمر الضخ بدون سحب حتى يزيد الضغط أسفل البريمة . ويفضل أن تزل إلى موضعها الأول قبل السحب . وعند سحب البريمة أثناء ضخ الخرسانة أو المونة يجب أن يكون معدل الضخ أكبر من السحب لتفادي حدوث انفصال في جسم الخازوق أو نقص في مقطعه . ويجب ألا يتوقف الضخ أثناء السحب وفي حالة حدوث ذلك يتوقف السحب فورا وعند استئناف الضخ مرة أخرى يجب أن تنزل البريمة مسافة 200 ـ 300 ملليمتر قبل بدء السحب الذي يجب أن يكون بطريقة متصلة سلسة “smooth continuous” وفي اتجاه عقرب الساعة ولايسمح بالدوارن العكسي أثناء الضخ .**

**ويراعى قياس الضغط بواسطة أجهزة توضع أعلى البريمة يمكن قرائتها على مبين أمام عامل تشغيل الماكينة حتى يمكنه التحكم في معدل سحب البريمة . وتزود بعض الأجهزة بتوصيلات لتسجيل العمق أثناء الحفر أو السحب ، كما يمكن إخراج هذه النتائج مطبوعة بواسطة “printer” حتى يمكن الرجوع إليها عند الحاجة .**

**ويجب أن يكون ضغط الضخ أكبر من الضغوط الجانبية للتربة . على أنه يجب خفض الضغط إلى أقل درجة في حالة التربة الطينية الضعيفة جدا لتفادي فقد الخرسانة أو التأثير الضار على الخوازيق المجاورة التي لم تشك خرسانتها بعد . ولذلك يفضل ألا تقل المسافة بين خازوقين متتاليين أثناء التنفيذ عن 5مرات القطر .**

**ويجب أن تكون كمية الخرسانة المضخوخة أكبر من المكعب النظري للخازوق بحوالي 10 ـ 15% . على أنه إذا زادت الكمية كثيرا عن ذلك فيجب بحث هذا الأمر ومعرفة الأسباب قبل البدء في التنفيذ مرة أخرى . كما يجب ملاحظة الخازوق الذي انتهى تنفيذه ولم تشك خرسانته بعد مما يسبب فقد لخرسانة ذلك الخازوق ، ولذلك يوقف التنفيذ فورا لفترة 2/1 ـ 1 ساعة لإعطاء وقت للخرسانة في الخازوق السابق أن تتماسك مع ملاحظته جيدا أثناء التنفيذ . وإذا استمر الهبوط بعد ذلك فيجب تفريغ هذا الخازوق وإعادة تنفيذ مرة أخرى .**

**تقاس كمية الخرسانة المضخوخة بإحدى الطريقتين التاليتين :**

**1 ـ بمعايرة طلمبة الضخ (م3 / الضخة الواحدة) ومنه يحدد معدل سحب البريمة بعد الأخذ في الاعتبار معامل أمان كاف حسب نوع التربة .**

**2 ـ بواسطة أجهزة توضع أعلى البريمة وتقيس كمية الخرسانة بطريقة إلكترونية ويسجل ذلك على المبين الموضوع أمام عامل الماكينة وكما في قياس الضغط يمكن طبع نتائج كمية الخرسانة أثناء السحب .**

**وبعد إتمام عملية الضخ وسحب البريمة يبدأ في إنزال القفص الحديدي والذي يجب أن يكون مستقيما تماما أثناء إنزاله وذلك بتقويته بعمل أطواق قطر 16ملليمتر على مسافات 1 ـ 1.5متر ملحومة مع الحديد الرئيسي كما تلحم الكانات . ويفضل وضع تخانات “spacers” لضمان تمركز القفص مع جسم الخازوق ويجب ألا يقل الغطاء الخرسانة عن 100 ملليمتر .**

# ج ـ خوازيق ذات ركيزة متضخمة

**عند تنفيذ هذا النوع من الخوازيق يجب العناية عند تكوين الاتصال بين قاعدة ارتكاز الخازوق المتضخمة “bulb” وجسم الخازوق . فمثلا يجب التأكد من عدم خروج السدادة الخرسانية “concrete plug” أسفل الماسورة ، ولذلك يجب تثبيت علامة واضحة على الشداد الصلب الحامل للمندالة مع تثبيت الماسورة في مكانها ، وتلاحظ تلك العلامة بالنسبة للماسورة أثناء دقها . ولاتستخدم هذه الخوازيق في الأراضي المكونة من مواد عضوية أو تربة طينية ضعيفة جدا حيث أنها تعتمد في المقام الأول في نقلها للأحمال على التكوين السليم لقاعدة ارتكاز الخازوق وتكثيف التربة المحيطة . وتعتبر مرحلة تكوين قاعدة الارتكاز المتضخمة هي أدق مراحل التنفيذ ولذا تسجل بيانات تنفيذ هذه المرحلة بعناية لتفادي أي فصل أعلى قاعدة الارتكاز ، وللتأكد من أن كل الطاقة الناتجة عن الدق قد وصلت قاعدة الارتكاز وأن حجم الخرسانة يكافئ الحجم اللازم لقاعدة الارتكاز المتضخمة . وفي حالة تسليح الخازوق بقفص حديدي فإن المندالة تعمل داخل هذا القفص ولذا يجب العناية أثناء سقوط المندالة وسحبها حتى لاتحتك بالحديد مما قد يؤدي إلى انفصاله وثنيه ويكون لحام القفص الحديدي ضروريا في هذه الحالة . ويجب ملاحظة الأرض المحيطة بالخازوق الجاري تنفيذه فإذا تلاحظ حدوث ارتفاع لسطح الأرض “heave” فقد يكون ذلك مؤشرا لحدوث فصل في جسم الخازوق المجاور . وفي هذه الحالة لايستكمل الخازوق ويعمل بديل له . ويمكن التغلب على هذه المشكلة بالحفر المسبق “predrilling " .**

**د ـ خوازيق إزاحة بماسورة دائمة وباستعمال مندالة داخلية Mandrel driven cased piles**

**يجب التأكد من عدم وجود عوائق تحت سطح الأرض مثل الحجارة الكبيرة والأساسات القديمة .. الخ . أثناء التنفيذ ، حيث أنها تؤدي إلى الأضرار بالماسورة . كما أنه في بعض الأحيان تؤدي الضغوط المتولدة في التربة نتيجة الدق الشديد إلى الانبعاج وانحناء جدران الماسورة للداخل بعد خروج المندالة .ويمكن التغلب على ذلك بالحفر المسبق “predrilling “ . أو باستعمال ماسورة ذات تخانة أكبر أو باستعمال ماسورة معرجة “corrigated” . وعند التأكد من قدرة الماسورة على تحمل ضغوط التربة الجانبية فيمكن ترك الماسورة مفتوحة من أعلى ، ثم تصب الخرسانة في وقت لاحق ، ولزيادة الاحتياط يترك داخل الماسورة مندالة غير عاملة “dummy mandrel” أو تملأ الماسورة بالمياه لمعادلة تلك الضغوط ، وعموما فإنه قبل صب الخرسانة يجب فحص داخل الماسورة جيدا للتأكد من خلوها من أي انحناءات أو تمزق لجدرانها .**

**1/3/8/4/7 وصل الخوازيق Pile splicing**

**يفضل عادة تنفيذ الخوازيق بكامل طولها بدون عمل وصلات على أنه في بعض الأحوال لايمكن تفادي ذلك وأهم الاحتياطات التي يجب التأكيد عليها عند عمل وصلات هي :**

**1 ـ أن تكون الوصلة متمركزة مع الخازوق المدفون وعلى استقامته ولو أن هذا صعب تحقيقه خصوصا في الخوازيق ذات القطاع (H) . حيث أن الخازوق المدفون ممكن أن يأخذ مسارا غير المسار الابتدائي والذي يمكن معرفته من قياس رأسية برج الماكينة . وعموما فإنه في حالة حدوث تغيير كبير في مسار الخازوق المدفون ، فيفضل عمل الوصلة لتأخذ نفس المسار بدلا من تغييره لتلاف حدوث انحناءات حادة عند الوصلة .**

**2 ـ يجب أن تتحمل الوصلة جميع الجهود التصميمية ويشمل ذلك جهود الضغط والانحناء والشد والقص . ولذلك يجب أن تكون الوصلة في نفس قوة الخازوق الأصلي .**

**1/3/8/4/8 بعض المشاكل العامة التي تصاحب التنفيذ**

**1 ـ العوائق الأرضية Subsurface Obstructions**

**تأخذ العوائق تحت سطح الأرض أشكالا عديدة مثل الأساسات القديمة والأحجار الكبيرة “boulders” والعدسات الصخرية “rock lenses" . وعموما فإن وجود هذه العوائق يسبب مشاكل أثناء تنفيذ كل أنواع الخوازيق بدون استثناء . وبالرغم من أهمية أبحاث التربة قبل بدء التنفيذ إلا أنها في بعض الأحيان لايمكنها تحديدي نوع وحجم العائق ومدى انتشاره .**

**ففي حالة وجود هذه العوائق على أعماق قريبة من سطح الأرض (1 ـ2متر) فإنه يمكن التخلص منها بالحفر اليدوي أو الميكانيكي (pre-excavation) مع الأخذ في الاعتبار احتمال تواجد المياه . وإذا تواجدت العوائق على أعماق أكبر من ذلك (3 ـ 5متر) فإن يمكن التعامل معها إما بالحفر المسبق “predrilling” أو بتفتيتها “precussion” كما أنه قد يمكن اختراقها أثناء التنفيذ بالدق أو بالتثقيب إذا سمحت درجة تصلدها بذلك . وفي بعض الأحيان يمكن إزاحة العائق جانبيا أثناء التنفيذ، على أنه في هذه الحالة يجب الأخذ في الاعتبار احتمال إتلاف أجسام الخوازيق المنفذة بدون غلاف والتي لم تتصلد بعد بدرجة كافية . أما في حالة تنفيذ الخوازيق بغلاف خارجي فإن يمكن فحص الغلاف من الداخل لتقدير صلاحيته قبل صب الخرسانة .**

**وعند وجود هذه العوائق على أعماق كبيرة من 10متر فيمكن التخلص منها بالحفر المسبق باختيار نوع المعدة المناسب لنوع العائق . ففي حالة الأحجام الكبيرة يكون الحفر بالكباش أكثر مناسبة . كما يمكن في بعض الأحيان دق ماسورة مفتوحة في نهايتها لاحتواء العائق ثم تفرغ بعد ذلك . إذا تواجدت تكوينات صخرية فإن الحفر بالبريمة باستخدام حوافر كاربورندم “carburundum bits" يمكن أن يؤدي إلى نتائج أفضل . وفي بعض الحالات المستعصية تكون إزاحة العائق أو تفتيته بوساطة التفجير المحدود “controlled blasting” . وعند الوصول إلى هذه المرحلة من صعوبة التخلص من العائق قد يكون من الأفضل اقتصاديا تغيير أماكن الخوازيق . يجب التأكد هنا أن الخوازيق الخشبية أو الحديدية قطاع (H) أو الخرسانية السابقة الصب لاتصلح عادة في الأراضي التي بها عوائق بالرغم من تقوية نهايتها . ففي الخوازيق الخشبية والسابقة الصب يمكن أن يؤدي وجود العوائق إلى كسر الخوازيق نتيجة شدة الدق وبالنسبة للحديدية فإنه يؤدي إلى الانحناء واللي للقطاع .**

**2 ـ ارتفاع أرض الموقع Ground heave**

**تظهر هذه المشكلة عند تنفيذ خوازيق في تربة لاتنظغط بسهولة مثل التربة الطينية المتماسكة المشبعة بالمياه أو التربة الرملية الكثيفة وينتج عن هذه الظاهرة تولد ضغوط شديدة في التربة تؤدي إلى :**

**1 ـ تحرك الخوازيق إلى أعلى مما يكون له تأثير سلبي على حمل التشغيل خصوصا إذا كانت خوازيق ارتكاز . كما يمكن أن يؤدي ذلك إلى حدوث فصل أو اختناق للخوازيق بالأخص التي بدون غلاف أو تسليح مستمر .**

**2 ـ تحرك إلى أعلى في الطبقة الحاملة ويحدث ذلك لخوازيق الإزاحة الممتدة حتى الصخر غير السليم أو الرمل شديد لكثافة وهذا النوع من حركة التربة إلى أعلى لايسبب عادة أضرارا للخوازيق .**

**ويمكن التحقق من هذه الظاهرة برصد الخوازيق التي انتهى تنفيذها أثناء تنفيذ الخوازيق المجاور لها . ويمكن معالجة تلك الخوازيق بإعادة دقها إلى مكانها الأصلي ، وذلك في حالة خوازيق الارتكاز ، وإلى أعمق من ذلك في حالة خوازيق الاحتكاك . ويمكن منع أو تقليل حدوث هذه الظاهرة باتباع الطرق التالية :**

**1 ـ يجب أن يكون تتابع الدق من الداخل إلى الخارج كما يمكن أيضا زيادة المسافات بين الخوازيق .**

**2 ـ عمق حفر مسبق “preexcavation” “predrilling” للخازوق قبل تنفيذه . وفي هذه الحالة إما أن تترك الحفرة بدون ردم أو تردم بتربة قابلة للانضغاط . ويفضل أن ينتهي الدق أسفل منسوب الحفر إذا أمكن . وفي بعض حالات التربة شديدة التماسك يبدأ التنفيذ بالحفر على مسافات متساوية في الاتجاهين ثم تدق الخوازيق بعد خلخلة الأرض وتقليل كثافتها .**

**3 ـ دمك التربة Ground Compaction**

**أثناء توالي عملية الدق تنضغط معظم التربة الحبيبية وتزيد كثافتها كثيرا عن الكثافة الابتدائية . ويظهر ذلك عند تنفيذ كل خوازيق الإزاحة بما في ذلك الخوازيق المستعمل فيها مواسير مفتوحة في نهايتها وكذلك الخوازيق ذات القطاع الحديدي (H) . حيث تتكون سدادة سواء داخل الماسورة أو في نهاية القطاع الحديدي حول العصب . وبالرغم من أن زيادة كثافة التربة تعتبر تحسينا لخواصها وبالتالي تزيد من معامل أمان الخوازيق إلا أنه على الجانب الآخر يمكن أن يؤدي دمك التربة وزيادة تكثيفها إلى انحرافات في مسار الخوازيق أثناء تنفيذها . كذلك ينتج تفاوت كبير في أطوال الخوازيق مع احتمال عدم وصولها إلى الطبقة الحاملة . يومكن التغلب على هذه الظاهرة باتباع نفس التوصيات التي ذكر في المشكلة السابقة الخاصة بارتفاع أرض الموقع .**

**4 ـ انحراف الخازوق أثناء التنفيذ Pile misalignment**

**يقصد بذلك انحراف الخازوق عن المحور التصميمي ويكون ذلك إما بميل محور الخازوق بالكامل مع بقائه مستقيما أو بانحراف جزء منه عن الخط الواصل بين رأس ونهاية الخازوق حيث يأخذ مسارا في هذه الحالة على شكل قوس .**

**والأسباب التي تؤدي إلى هذه المشكلة كثيرة نذكر منها مايلي:**

**1 ـ وجود عيب فني في الماكينة مثل عدم استقامة قائم الماكينة “mast” أو تحركه أثناء التنفيذ .**

**2 ـ ميل في الماسورة أو وجود تعرجات بسطحها الخارجي مما يؤدي إلى صعوبة في ضبط الرأسية .**

**3 ـ وجود عوائق أرضية “subsurface obstructions" أو تربة صعبة .**

**4 ـ قابلية الخازوق أو الماسورة للانحناء بسبب صغر القطاع بالنسبة للطول أو قلة سمك جدار الماسورة . ولتفادي حدوث هذه الظاهرة يجب أن يكون سطح الأرض التي تقف عليه الماكينة صلبا ومستويا . وأن تكون الماكينة على درجة عالية من الجساءة والاستقامة . وأن يعتني باتصال كل من الماسورة والشاكوش مع برج الماكينة فلا يسمح لهما بالحركة الجانبية إلا في أضيق الحدود . كما يجب أن يكون الشاكوش متمركزا مع الماسورة أثناء الدق .**

**وفي حالة عمل وصلات يجب التأكد من أن الوصلة قادرة على مقاومة الانحناءات أثناء التنفيذ ، وأن تكون متمركزة وعلى نفس المحور مع الخازوق . وعموما فإن شدة الدق لوجود عوائق مثلا هي إحدى الأسباب الرئيسية لإنحراف الخازوق . ويمكن تفادي ذلك بالحفر المسبق . وعند تنفيذ خوازيق بالتثقيب في أرض جافة وبدون استعمال محلول البنتونيت يمكن التأكد من الرأسية قبل صب الخرسانة . كما أن قياس الرأسية بعد انتهاء الدق لجزء من الخازوق أو الماسورة لايمكن أن يعطي صورة مؤكدة على مقدار الانحراف .**

**وتؤخذ قياسات الرأسية على كل من البرج والماسورة مرتين على الأقل أثناء التنفيذ بواسطة ميزان لايقل طوله عن 400 ملليمتر .**

**وعموما فإن قدرة الخوازيق سابقة الصب أكثر تأثرا من الخوازيق المصبوبة في مكانها من تأثير ظاهرة ميل الخوازيق . وعند حدوث انحرافات في الخوازيق فإن نهاياتها تتقارب أو تتباعد . ويؤدي تقاربها إلى تزايد الاجهادات على طبقا الارتكاز . ولذلك فإنه في حالة الخوازيق الطويلة والمعرضة للانحراف مثل الحديدية على شكل (H) فيجب تقويتها لزيادة جسائتها وزيادة المسافات بينها .**

**ويجب تسليح الجزء العلوي من الخوازيق لمسافة مناسبة حيث ٍأن هذا الجزء يكون أكثر الأجزاء تعرضا لجهود الانحناء الناتجة عن الانحراف كما أنه أقل الأجزاء سندا بالتربة .**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **مواصفات بنود أعمال الأساسات العميقة** | **- 64 -** | **مؤسسة الاستشارات الهندسية** |