المحاضرة الثالثة: الحفريات الترابية، طرق إسناد جوانب الحفر، حفر السراديب

الاعمال الترابية

تعتبر الإعمال الترابية من الإعمال التي توجد في جميع مشاريع أنشاء الأبنية تقسم تلك الأعمال إلى نوعين هما :-

١- الحفريات الترابية (excavations).

٢- الاملائيات الترابية وتسمى احياناً الدفن (earth filling).

أن الهدف من الاملائيات الترابية هو لغرض جعل التربة بالمنسوب المبين في المخططات ذلك المنسوب الذي يعتبر لازما لتنفيذ أعمال أخرى كما في حالة الأسس، الأرضيات والمجاري وغيرها أو لغرض إعطاء شكل هندسي معين لإغراض تصميمية كالإعمال الترابية لما بين الأبنية أو للسداد وغيرها

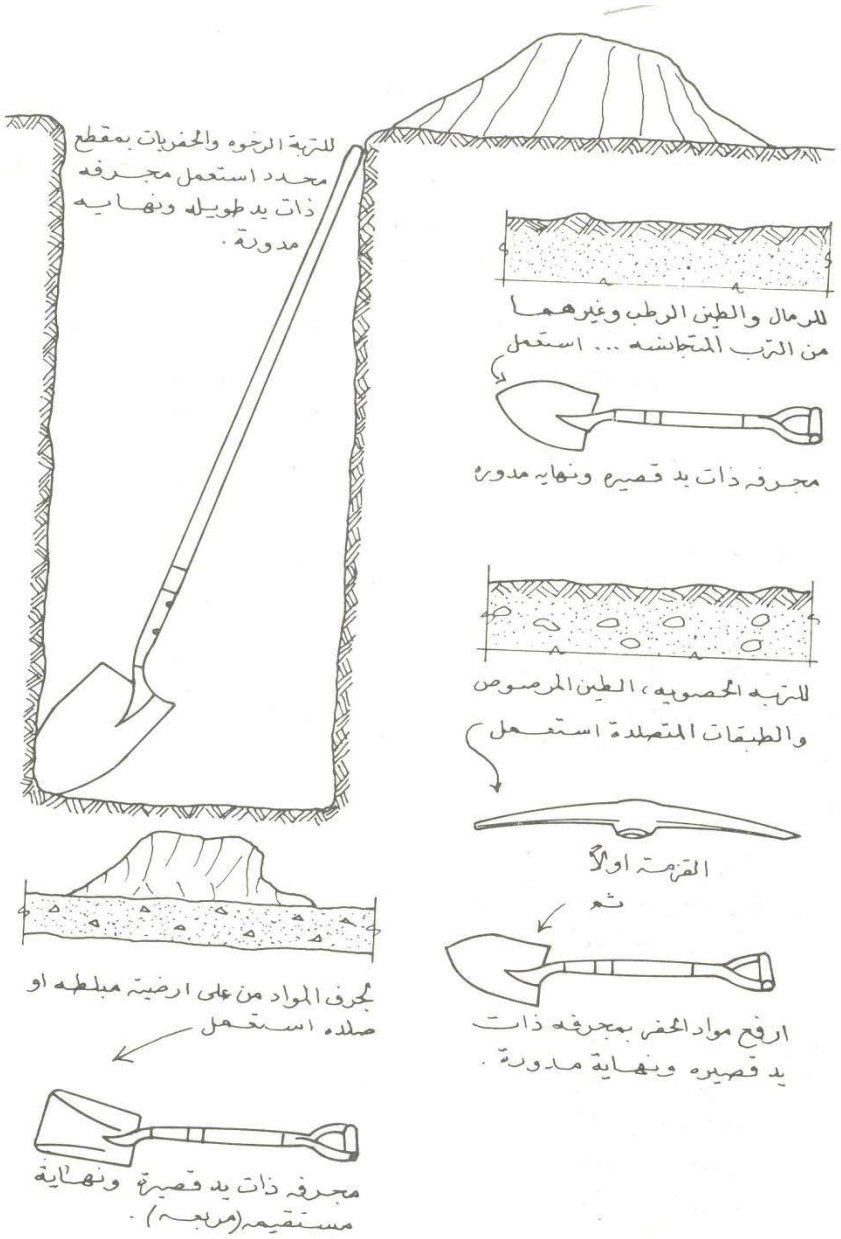
الحفريات الترابية:

تشمل إعمال حفريات الأسس بأنواعها بصورة رئيسية بما فيها السراديب وكذلك حفريات القنوات ومجاري الخدمات المختلفة وإعمال الحفريات اللازمة لمواقع العمل بين الأبنية والطرق والساحات الخ .

تنجز أعمال الحفريات أما بالحفر اليدوي آو بواسطة المعدات الميكانيكية أو بكليهما . إن العوامل المحددة لأسلوب الحفر الواجب إتباعه هي طبيعة التربة وشكل المقطع المطلوب ووجود المياه الجوفية والزمن اللازم لانجاز العمل وكذلك كلفة العمل لكل أسلوب ممكن إتباعه.

أ- الحفر اليدوي :- يكون الحفر اليدوي باستعمال معدات بسيطة شكل (١). يتبع أسلوب الحفر اليدوي في الإعمال الصغيرة مثل أسس الجدران المستمرة، أسس الأعمدة المنفردة ،قنوات المجاري التي تكون أطوالها قليلة والأسس المزدوجة التي تتميز بضحالتها وكذلك إكمال أسفل الحفريات التي تنفذ بواسطة المعدات الميكانيكية إلى المنسوب المطلوب.

أن الحفر اليدوي لا يستعمل في التربة ذات الصلادة العالية مثل التربة الصخرية. تعمل حافات الحفر شاقولية عادة وترمى الأتربة الناتجة عن الحفر إلى جانب الحفر وتكوم بصورة موازية إلى الحفر مع ترك مسافة عن حافة الحفر كافية لسير وسائط نقل الخرسانة والمواد الأخرى اللازمة لتنفيذ الأسس أو المجاري وتكون هذه المسافة ٧٠-١٠٠ سم عادة ويستوجب ترك أكثر من ذلك إذا كانت المواد تنقل بواسطة القلابة الآلية (dumper) .



شكل (١)

أن تساقط الأتربة داخل حفر الأسس يلحق إضرار بالخرسانة وبإعمال بناء الأسس عند تنفيذها . من الممكن احياناً تنفيذ الحفر بنفس عرض الأساس وفي هذه الحالة لا حاجة إلى استعمال القوالب في إعمال خرسانة الأسس . يعاد إملاء التربة الصالحة لإعمال الدفن بعد إكمال إعمال الأسس. ترفع الأتربة الزائدة عن الحاجة أو غير الصالحة لإعمال الدفن خارج ساحة العمل وتستعمل لذلك عادة العربات اليدوية أو القلابات الإلية وإذا كانت كميات الأتربة كبيرة ومسافة النقل بعيدة فإنها تنقل بواسطة السيارات القلابة المحملة بواسطة المجرفة الإلية . تكون أرضيات الحفر مستوية عادة ومنهاة لحد

المناسيب والإشكال المبينة في المخططات وفي حالة تجاوز الحفر المناسيب في المخططات فلا يجوز إعادة الدفن بالتراب بل تملا بالخرسانة الضعيفة (١:٤:٨) (سمنت – رمل – حصى) وذلك لكون التربة المعاد دفنها ذات خصائص هندسية مغايرة للتربة الأصلية وهي على العموم اضعف مما يؤدي إلى مشاكل إنشائية في أجزاء الأبنية المشيدة فوق تلك المحلات.

أن سلامة جوانب الحفر من الانهدام مهمة لحماية العاملين داخل الحفر ولسلامة الإعمال المنفذة . يعتمد ثبات جوانب الحفر على :-

١- طبيعة التربة وخواصها الهندسية .

٢- محتوى الرطوبة وحركة المياه الجوفية .

٣- عمق الحفر .

٤- الأحمال الجانبية المجاورة وطبيعتها (ساكنة ، متحركة او اهتزازية) .

تستعمل المساند الوقتية لتأمين جوانب الحفريات المعرضة للانهيار وتكون هذه المساند أما من الأخشاب أو الصفائح الحديدية أو الركائز الصفيحية. الإشكال (٢- ٤،٣،٢) تبين كيفية استعمال المساند الوقتية ويبين الجدول رقم (٢-١) الحاجة إلى استعمال المساند مع نوعياتها(في كتاب إنشاء المباني) . إن أعمال الحفريات العميقة جدا تستوجب تصميم المساند بصورة أكثر دقة ووفق متطلبات العمل الفعلية ويحتاج المصمم إلى خبرة في موضوعي مكانيك التربة والإنشاءات.

تحتاج القنوات الضحلة احياناً إلى إسناد فيمكن استعمال أزواج متقابلة من الألواح الخشبية بمقطع ١٧٥ x ٣٨ ملم بصورة عمودية وتسند بمسند عرضي من الخشب بمقطع ١٠٠ x ١٠٠ ملم وتكون المسافة بين مجموعة إسناد وأخرى حوالي ١،٨٠ متر (إذا كانت التربة متماسكة) . يمكن استعمال الصفائح الفولاذية المضلعة الخاصة والمساند العرضية الفولاذية ذات المقطع الدائري وبطول يمكن تنظيمه وفي حالة تساوي الكلفة فإنها تعتبر أفضل من المساند الخشبية لسرعة التركيب والرفع وقلة التلف الحاصل .

يستعمل الخشب الرخو بأنواعه في عمل المساند وأجزاؤها فتستعمل ألواح الصنوبر الأصفر أو الأحمر (yellow or red deal) .

تشمل أنظمة الإسناد الخشبية الأجزاء التالية :-

١- ***ألواح أعمدة (poling boards):*** وتكون بطول١ - ١،٥ متر تبعا لعمق الحفر وبمقطع يتراوح بين ١٧٥ x ٣٨ ملم و ٢٢٥ x ٥٠ ملم . توضع هذه الألواح عموديا وتتاخم التربة في جانبي الحفر .

٢- ***الإضلاع الرابطة (walings):*** وهي أجزاء تمتد طوليا (افقياً) باتجاه الحفر وتقوم بإسناد وربط ألواح الأعمدة . يتراوح مقطعها بين ١٧٥ x ٥٠ ملم و ٢٥٥ x ٧٥ ملم على الأغلب.

٣- ***المساند العرضية (struts):*** وهي من الخشب عادة وبمقطع ١٠٠ x ١٠٠ ملم أو ١٥٠ x ١٥٠ملم وتستخدم لإسناد الإضلاع الرابطة بين جهتي الحفر. تكون المسافة بين المساند العرضية بحدود ١،٨٠ متر كي توفر مجال عمل داخل الحفر.

٤- ***ألواح السند (sheeting)***: تتكون عادة من ألواح أفقية متاخمة الواحدة مع الأخرى بحيث تشكل حاجزا مستمرا يسند التربة وذلك في حالة كون التربة رخوة وعلى هذا فان الإسناد بهذه الطريقة يكون بإبعاد وشكل الحفر نفسه. من المقاطع المألوفة الاستعمال هي الخشب بمقطع ١٧٥ x ٥٠ ملم .

٥- ***المساند المغروسة (runners) :*** تكون من نوع ألواح أعمدة إلا أنها ترصف بصورة متصلة وتغرس في التربة وتكون ذات نهايات مستدقة (tapered) لتسهيل غرسها . قد تكسى هذه النهاية بصفيح معدني لزيادة مقاومتها . من الممكن عمل هذه المساند بإبعاد ٢٢٥ x ٥٠ ملم . تستعمل هذه المساند في سند التربة الرخوة عند تواجد المياه بكميات كبيرة إن التربة تكون غير ثابتة بدون سند جيد.

في حالة التربة الرخوة يكون الإسناد بإتباع إحدى طريقتين:

الأولى باستعمال ألواح أفقية مستمرة باتجاه الحفر وتسند بواسطة أزواج متقابلة من ألواح أعمدة وهذه تكون مثبتة بواسطة مساند عرضية وتكون المسافة بين مجموعة وأخرى من أزواج ألواح الأعمدة حوالي ١،٨٠ متر.

الثانية باستعمال ألواح أعمدة أو مساند مغروسة بارتفاع الحفر نفسه وتسند هذه بواسطة إضلاع رابطة ومساند عرضية وفي حالة زيادة عمق الحفر عن ١،٥٠ متر فيفضل إن يكون السند على مرحلتين أو أكثر

بحيث تكون مجموعة سند المرحلة أسفلى متراكبة داخل مجموعة المرحلة العليا ولمسافة لا تقل عن ١٥ سم وهذا يعني إن عرض الحفر في الأعلى هو اكبر من عرض الحفر في الأسفل . يمكن استعمال قطع عمودية صغيرة بين الإضلاع الرابطة فوق ألواح الأعمدة أو المساند المغروسة للتقوية . يجوز استعمال أنظمة أخرى من السند طالما أنها تؤمن ثبات جوانب الحفر وتمكن من انجاز الإعمال المطلوبة داخل الحفر وكذلك يمكن رفع المساند بعد انتفاع الحاجة إليها بسهولة . إن عامل الاقتصاد في الكلفة والزمن اللازم لإقامة المساند ورفعها من العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار .

إن ارتفاع كلفة الخشب في العراق وكثرة تلفه وصعوبة صيانته تجعل من الصفائح الفولاذية المضلعة الخاصة (هذه ليست الركائز الصفيحية الواردة في الفصل الرابع) مادة مفضلة احياناً وذلك لاستعمالها بدل ألواح الأعمدة أو المساند المغروسة.

ينفذ السند بالطرق الواردة سابقا في الحفريات والقنوات الضيقة ولا تستعمل في سند الحفريات الواسعة (العريضة) لكونها غير اقتصادية وغير عملية بل يستعمل في هذه الحالة أسلوب الحفر المفتوح (open cut) إي بعمل الحافات مائلة بزاوية تعتمد على طبيعة التربة وعمق الحفر وهذا النوع يحتاج إلى مساحة كبيرة ويشمل حفر وإعادة دفن كميات أكثر من الحفر الشاقولي الجوانب أو باستعمال السند بواسطة الركائز الصفيحية (الفصل الرابع) . إن اختيار إي نوع من النوعين يعتمد على إمكانية تنفيذهما وعلى كلفة كل منهما .

ب – الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية :- تستعمل المعدات الميكانيكية في الحفريات الكبيرة والواسعة وكذلك الحفريات التي تنقل تربتها إلى الخارج أو الحفريات التي يستوجب انجازها بسرعة حيث إن المعدات الميكانيكية تتميز بإنتاجية عالية وخاصة في الإعمال الكبيرة وبإمكانية تلك المعدات حفر ورفع الأتربة خارج الحفرة وحتى تحميلها على الناقلات مباشرة لبعض أنواعها أو أنها نفسها تقوم بعملية النقل في البعض الآخر .

إن المعدات الميكانيكية المتوفرة متعددة الإشكال والتسميات ولها خصائص معينة في القيام بالإعمال الترابية وهنالك أنواع يمكن تحويرها للقيام بأكثر من عمل واحد . من الأنواع الشائعة الاستعمال على سبيل المثال -:

١- ***المجرفة الآلية (power shovel):*** وهي من أنواع المعدات ذات الأبراج وتستعمل لحفر وتحميل التربة بكميات كبيرة وعندما يكون عمق الحفر كبيرا نسبيا أو عندما تكون التربة حصوية ومتصلدة (cemented gravel) أو طينية مرصوصة لا يمكن حفرها بسهولة بأنواع أخرى من المعدات وكذلك في حالات التربة التي تبقى جوانبها سليمة بدون انهيار . أن سرعة تحميل الأتربة بواسطة الماكنة أعلى من بقية المعدات ويمكن التحكم فيها بدقة اكبر لا تستعمل هذه الماكنة في حفر وتحميل التربة غير المتماسكة (non-cohesive) والتي ليس بإمكان جوانب حفرياتها الثبات بدون انهيار لأنها تحفر من الأسفل إلى اعلي الحفريات ويجب إن تكون التربة ثابتة إمام دلو الآلة .

٢- ***المجرفة الخلفية (back hoe):*** وهي آلة تشبه المجرفة الآلية إلا إن اتجاه الدلو فيها يكون عكسيا وتطلق عليها تسميات أخرى احياناً مثل المجرفة (hoe) أو مجرفة سحب (pull shovel). أكثر ما تستعمل في الحفريات الضيقة مثل الأسس الجدارية المستمرة طويلا وحفريات القنوات عمودية الجوانب والمجاري بصورة خاصة . لهذه الماكنة بعض الخصائص المشتركة بين الحفارة الاعتيادية (dragline) والمجرفة الآلية فهي تشبه الحفارة من حيث أنها تعمل بالحفر في مستويات أوطأ من مستوى تحركها وكالمجرفة الآلية حيث أنها ترغم التربة المحفورة على الانحباس داخل دلوها . وتتميز عن الحفارة بإمكانية التحكم الجيد في توجيه الدلو إلى محل الحفر وفي تحديد شكل مقطع الحفر . إن هذه الآلية لا تستطيع تحميل الناقلات بالأتربة بالسهولة التي تقوم بها المجرفة الآلية .

٣- ***الحفارة (dragline):*** وهي من المعدات ذات الأبراج أيضا وتستعمل في حفر وتحميل التربة الرخوة أو المغمورة بالمياه الجوفية . تعتمد هذه الماكنة في الحفر والتحميل على إسقاط الدلو فوق المنطقة المراد حفرها فينغرس إلى مسافة معينة تحت تأثير ثقله ثم يسحب بواسطة السلك الفولاذي (steel cable) (كبل) باتجاه الماكنة حيث يجرف كمية من التربة يتم تكديسها إلى جانب الحفر أو تحميلها على الناقلة مباشرة ولا علاقة لقوة المحرك بعملية الحفر . إن قابلية هذه الآلة لتحميل الناقلات جيدة ولكنها اقل كفاءة من المجرفة . تحتاج الحفارة في عملها إلى مجال واسع وخاصة عند الدوران وكذلك لا يمكن استعمالها في المحلات الضيقة داخل المدن. إن أكثر ما تستعمل هذه الماكنة في العراق لإغراض حفر المبازل وكري الأنهر والمبازل وتطهيرها وكذلك عمل السداد الجانبية لها . قد تستعمل في حفر السراديب للأبنية ذات المساحات الواسعة وغيرها من الحفريات المفتوحة في المنشآت كما في محطات الضخ وغيرها إذا كانت طبيعة التربة مناسبة وهنالك مجال

لحركة الآلة. لا تستعمل هذه الآلة في الحفريات التي تخترقها مسارات الخدمات العامة كمجاري المياه ومغذيات الكهرباء والهاتف وغيرها بصورة كثيفة لأنها تؤدي إلى إتلافها. تستعمل الحفارة عندما يكون منسوب الحفر أوطأ من مستوى سير الآلة. لا يفضل استعمال هذه الآلة لحفر القنوات الضيقة أو أسس الجدران. .