المرحلة الاولى – الفصل الثاني

ورش هندسة مدنية

تنفيذ الأعمال الترابية بالمعدات الميكانيكية

م. د. محمد لطيف حسين

الأعمال الترابية (Earthworks)

تعتبر من اهم الاجراءات في هندسة البناء والانشاءات من اجل زيادة المعلومات للمهندسين الراغبين بتعلم كل شيء عن المراحل الخاصة بالبناء والتي يجب ان يعلمها كل مهندس.

تعتبر الأعمال الترابية من الأعمال التي توجد في جميع مشاريع انشاء الأبنية .

تقسم م تلك الأعمال الى نوعين هما:

١. الحفريات الترابية (excavations)
٢. الأملائيات التربية وتسمى احيانا الدفن (earth filing).

أن الهدف من الأعمال 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 اعطاء شكل هندسي معين لاغراض تصميمية كالاعمال الترابية لما بين الأبنية أو للسداد وغيرها.

الحفريات الترابية :

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

تنجز أعمال الحفريات أما ١- بالحفر اليدوي أو٢- بواسطة المعدات الميكانيكية أو٣- كليهما .

أن العوامل المحددة لأسلوب الحفر الواجب اتباعه هي ١- طبيعة التربة و٢- شكل المقطع المطلوب و٣- وجود المياه الجوفية و٤- الزمن اللازم لإنجاز العمل و٥- كلفة العمل لكل أسلوب ممكن أتباعه.

. 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 أن المعدات الميكانيكية تتميز بإنتاجية عالية وخاصة في الأعمال الكبيرة وبإمكانية تلك المعدات حفر ورفع الأتربة خارج الحفرة وحتى تحميلها على الناقلات مباشرة لبعض انواعها او انها نفسها تقوم بعملية النقل في البعض الاخر.

أن المعدات الميكانيكية المتوفرة متعددة الأشكال والتسميات ولها خصائص معينة في القيام بالأعمال الترابية وهنالك انواع يمكن تحويرها للقيام بأكثر من عمل واحد. ومن الأنواع الشائعة الاستعمال على سبيل المثال : –

المجرفة الالية (Power Shovel)

تستعمل لحفر وتحميل التربة بكميات كبيرة وعندما يكون عمق الحفر كبيرا نسبيا أو عندما تكون التربة حصوية ومتصلدة (cemented gravel) او طينية مرصوصة لا يمكن حفرها بسهولة بأنواع اخرى من المعدات وكذلك في حالات التربة التي تبقى جوانبها سليمة بدون انهيار . ان سرعة تحميل الأتربة بواسطة الماكنة اعلى من بقية المعدات ويمكن التحكم فيها بدقة اكبر.

لا تستعمل هذه الماكنة في حفر وتحميل التربة غير المتماسكة (non cohesive) و التي ليس بإمكان جوانب حفرياتها الثبات بدون انهيار لأنها تحفر من الأسفل إلى أعلى الحفريات ويجب ان تكون التربة نابتة امام دلو الآلة.

المجرفة الخلفية (Back Hoe)

وهي آلة تشبه المجرفة الآلية الا أن اتجاه الدلو فيها يكون عكسيا وتطلق عليها تسميات أخرى احيانا مثل مجرفة سحب (pull shovel) . غالبا ما تستعمل في الحفريات الضيقة مثل الأسس الجدارية المستمرة طويلا وحفريات القنوات عمودية الجوانب والمجاري بصورة خاصة. ان لهذه الماكنة بعض الخصائص المشتركة بين الحفارة الاعتيادية (dragline) والمجرفة الالية، فهي تشبه الحفارة من حيث انها تعمل بالحفر في مستويات أوطأ من مستوى تحركها، وكالمجرفة الالية حيث انها ترغم التربة المحفورة على الانحباس داخل دلوها ، وتتميز عن الحفارة بإمكانية التحكم الجيد في توجيه الدلو الى محل الحفر وفي تحديد شكل مقطع الحفر . أن هذه الالة لا تستطيع تحميل الناقلات بالأتربة بالسهولة التي تقوم بها المجرفة الالية.

الحفارة (Dragline)

وهي من المعدات ذات الابراج ايضا وتستعمل في حفر وتحميل التربة الرخوة أو المغمورة بالمياه الجوفية. تعتمد هذه الماكنة في الحفر والتحميل على اسقاط 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 . أن قابلية هذه الآلة لتحميل الناقلات جيدة ولكنها أقل كفاءة من المجرفة وتحتاج الحفارة في عملها إلى مجال واسع وخاصة عند الدوران وكذلك لا يمكن استعمالها في المحلات الضيقة داخل المدن. أن أكثر ما تستعمل هذه الماكنة في العراق لأغراض حفر المبازل وكري الانهر 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 اذا كانت طبيعة التربة مناسبة وهنالك مجال لحركة الالة. لا تستعمل هذه الالة في الحفريات التي تخترقها مسارات الخدمات العامة كمجاري المياه ومغذيات الكهرباء والهاتف وغيرها بصورة كثيفة لانها تؤدي إلى اتلافها . تستعمل الحفارة عندما يكون منسوب الحفر أوطأ من مستوى سير الالة، ولا يفضل استعمال هذه الآلة لحفر القنوات الضيقة أو اسس الجدران .

الدلو المحاري (Clamshell)

وهو من المعدات ذات الابراج ويستعمل غالبا في رفع التربة من داخل الحفريات بصورة عمودية عندما تكون جدران الحفريات مسندة والتربة رخوة ورطبة أي انها مفضلة الاستعمال في الحفريات في المناطق المحددة وعندما ترفع التربة عموديا . تستعمل هذه الالة كآلة مساعدة لحفارات اخرى اكثر انتاجية وذلك لرفع المخلفات التي تتركها تلك الحفارات حيث أن انتاجية الدلو المحاري منخفضة نوعا ما.

ان هذه الالة مفضلة على الحفارة للاستعمال في حفر المناطق التي تحتوي على خدمات تحت الأرض بصورة مكثفة مثل الحفريات في شوارع المدن حيث لا يهم كثيرا مقدار الانتاجية في هذه الحالة وكذلك في حفريات القنوات والأسس والسراديب والدعامات اذا كانت ظروف التربة ملائمة وفي تحميل التربة والركام .

يتكون جهاز الحفر في الالة من الدلو الذي يتدلى من برج الرافعة ويتألف الدلو من نصفين يكونان في وضع الفتح عند اسقاط الدلو على التربة المراد حفرها أو نقلها ثم يغلق الدلو بواسطة السلك الفولاذي (كبل) حاصرا كمية ن المواد بداخله ثم يرفع الدلو الى خارج الحفر حيث يتم تفريغه أو تحميله على ناقلة . تعمل الالة عادة بمنسوب اعلى من منطقة الحفر ويمكن استعمالها بخلاف ذلك ايضا وخاصة عند استعمالها لتحميل المواد على الناقلات القلابة.

مجرفة جرار (Tractor shovel)

وهي من المعدات الشائعة في البلاد وتستعمل لأعمال الحفريات الصغيرة ولتحميل التربة والركام . للالة محرك جرار مركب على اطارات أو مجنزر ومركب في واجهته الأمامية وعاء الحفر والتحميل (الدلو) الذي يعمل بواسطة مكابس هيدروليكية وعتلات .

أن قدرة المحرك هي عامل مهم في تحديد حمولة الوعاء وحجمه الاقصى، وكذلك فان لنوعية التربة تأثير في كفاءة اداء الالة . قد تزود مقدمة الدلو باسنان فولاذية عند حفر التربة القوية ولا داعي لتلك الأسنان في حفر أو نقل المواد الرخوة حيث انها تقلل من كفاءة الالة.

عند الحفر تغرز مقدمة الدلو بقوة دفع المحرك في التربة الى الحد المناسب ثم يدار نحو الأعلى قاطعا كمية من التربة التي سوف تدخل الدلو ثم يرفع الدلو نحو الأعلى ويتجه بعدها الجرار الى محل التحويل أو التفريغ للتخلص من التربة حيث يدار الدلو نحو الاسفل فيفرغ حمولته .

أن الحفر بهذه الالة مشابه على العموم لأسلوب الحفر بالمجرفة الآلية الا ان المجرفة الجرار تستعمل عادة لأعمال اصغر واقل عمقا، أي انها لا تستعمل لأعمال عميقة جدا وخاصة عند وجود مياه جوفية، حيث لا تستطيع الالة أن تعمل او انها تعمل بكفاءة قليلة .

ان الالة تعمل على حفر الجوانب المواجهة لها والتي هي اعلى من الأرض التي تعمل عليها وكذلك بإمكانها الحفر بمنسوب أوطأ قليلا من الأرض التي تعمل عليها . بامكان الالة وخاصة المجنزرة منها التنقل والعمل فوق ارض منحدرة ولعل هذا من أسباب انتشار استعمالها حيث

يمكنها ذلك من الدخول في مواقع الاعمال المنحدرة والضيقة كما وان المجال الذي تحتاجه الالة للعمل هو قليل قياسا إلى معدات الحفر الأخرى .

ن المعدات التي ذكرت تستعمل في الحفريات المحدودة وفي حفريات الأبنية والقنوات وغيرها. وهنالك معدات اخرى للأعمال الترابية تستعمل في اعمال تسوية المواقع الكبيرة وفي اعمال الطرق والمطارات ومنها : الة التسوية Grader ، والبلدوزر (Bulldozer) ، والقاشطة (Scraper)

آلة التسوية (المدرجة)Grader

الة تستعمل في فرش التراب او الحجر المكسر وكذلك في تسوية السطوح وتشكيلها وفق مناسيب معينة ويكون ذلك بواسطة نصل متحرك افقيا و عموديا بين محوري عجلات الالة. بإمكان الالة قشط التربة الرخوة لأعماق بسيطة، ولا تستعمل هذه الالة في الحفر أو في دفع التربة لمسافات طويلة بل تستعمل في انهاء السطوح كما ورد سابقا.

البلدوزر (Bulldozer)

الة كثيرة الاستعمال في الأعمال الترابية الكبيرة المختلفة فهي بالإضافة لأعمال الحفر تقوم بمهام جرار دفع الالة القاشطة، وكذلك كآلية تسوية في الأعمال الترابية كما وتقوم بدفع ونشر وتوزيع التربة من محلات قطعها إلى محلات اخرى. وبخلاف ذلك فإنها تستعمل عند تهديم الأبنية القديمة

وتكديس انقاضها وكذلك عند عمل سداد الأنهار والمبازل وغيرها حيث يستفاد منها كآلية دفع الأتربة ثم كآلية ضغط وتسوية التربة.

أن البلدوزر هي جرار بمحرك وضخامة معينة (هنالك أنواع متعددة حسب حجم المحرك) مركب في مقدمتها نصل فولاذي (steel blade) بعرض معين ومقوس في الاتجاه العمودي . يكون اتصال النصل بواسطة أذرع فولاذية إلى مفصل أو محور قرب المركز الأفقي لجسم الجرار ،يمكن رفع خفض او امالة النصل بمستوى عمودي بواسطة مكابس هيدروليكية.

ان تركيب البلدوزر هذا وبوجود بعض الملحقات الأخرى يمكن من استعمال البلدوزر ايضا في اعمال قشط وازالة التربة وتمهيد المواقع الكبيرة للأعمال كالطرق والمطارات وغيرها وكذلك في قلع الأشجار وفتح الطرق الوقتية للأعمال وخاصة في المناطق غير المستوية أو الوعرة. لا يفضل استعمال هذه الالة في الحالات التي يستوجب فيها دفع التربة لاكثر من حوالي ١٠٠ متر . ولا يمكن استعمال هذه الالة في تحميل الناقلات.

من الملحقات التي قد تحتويها البلدوزر هي الأسنان الخلفية الحركة التي تستعمل في نبش التربة القوية تمهيدا لحفرها وكذلك في تشريط الصخور (ripping) .

القاشطة (Scraper)

آلية تستعمل في قشط ونقل وتوزيع انواع التربة عدا الصخرية منها ،تستعمل في الأعمال الواسعة كالطرق والمطارات وغيرها. تتكون من وعاء بشكل طاس كبير (bowl) محمول على هيكل فولاذي مستند على اطارين مطاطيين ويكون هذا الوعاء قابل للحركة العمودية ومفتوح من الاسفل . تسلح حافة الفوهة السفلى الملامسة للتربة بسطح معدني حاد قاطع للتربة ويمكن سد الفتحة بغطاء متحرك apron .

تدار الآلية بواسطة محرك جرار بإطارين مطاطيين يكون جزءأ دائميا من الآلية أو يكون منفصلا عنها (وفي هذه الحالة يرتكز الوعاء على اربعة اطارات وكذلك الجرار وقد يكون الوعاء بإطارين فقط).

تعتبر القاشطة من المعدات الكبيرة الضرورية في الأعمال الترابية للطرق والمطارات حيث انها تقوم بالإضافة الى حفر ونشر التربة بالرص الاولي فوق طبقات من التربة تم نشرها سابقا .

ان مكائن الحفر تكون عادة اما محمولة على اطارات أو مجنزرة أو كليهما أي أن بعض المكائن يمكن أن تصنع بإطارات أو مجنزرة مثل المجرفات بأنواعها. تتميز المكائن المحمولة على الاطارات بانها سريعة وسهلة الحركة، بينما تتميز المجنزرة بانها اكثر ثباتا وكفاءة في ظروف التربة السيئة .

يتم اختيار المكائن حسب: ١- طبيعة الموقع و٢- ظروف العمل و٣- نوعية التربة و٤- توفر المعدات، و٥- كلفة الحفر الناتج و٦- الزمن اللازم لإنجاز العمل .

تعتبر كلفة نقل المكائن إلى ساحة العمل واعادتها بعد الانتهاء من العمل عاملا مهما، فكلفة المتر المكعب من الحفريات الصغيرة عالية بينما تقل تلك الكلفة بالنسبة للحفريات الكبيرة.

تنقل المكائن ذات الإطارات سياقة إلى مواقع العمل القريبة وتنقل محمولة على ناقلات خاصة للاماكن البعيدة بينها تنقل المكائن المجنزرة بواسطة الناقلات دائما حيث لا يسمح لها عادة بالسير فوق الطرق المبلطة.

ان اختيار المعدات وتنظيم عملها بكفاءة في ساحة العمل من الأمور المهمة والتي تحتاج إلى دراسة وخبرة خاصة .

عند استخدام المعدات في حفريات الأسس يجب ايقاف الحفر بالمعدات في منسوب أعلى بحوالي ٣٥ سم من المنسوب المطلوب لقعر الحفر وتكملة الحفر بالأيدي العاملة حيث أن الحفر بواسطة المعدات يؤدي إلى تشويه التربة الملامسة للألية أو دلوها مما يغير من خواصها الهندسية ويجعلها قابلة للانكباس اكثر من التربة الأصلية.