الاعمال الترابية
(Earthworks)

تعتبر الاعمال الترابية من الاعمال التي توجد في جميع مشاريع انشاء الابنية . تقسم تلك الاعمال الى نوعين هما

١ ـ الحفريات الترابية . (excavations)

٢ ـ الاملائيات الترابية وتسمى احيانا الدفن . (earth filling)

ان الهدف من الاعمال الترابية هو لغرض جعل التربة بالمنسوب المبين في المخططات ذلك المنسوب الذي يعتبر لازما لتنفيذ اعمال اخرى كما في حالة الاسس . الارضيات والمجاري وغيرها أو لغرض اعطاء شكل هندسي معين لاغراض تصميمية كالاعمال الترابية لما بين الابنية أو للسداد وغيرها .

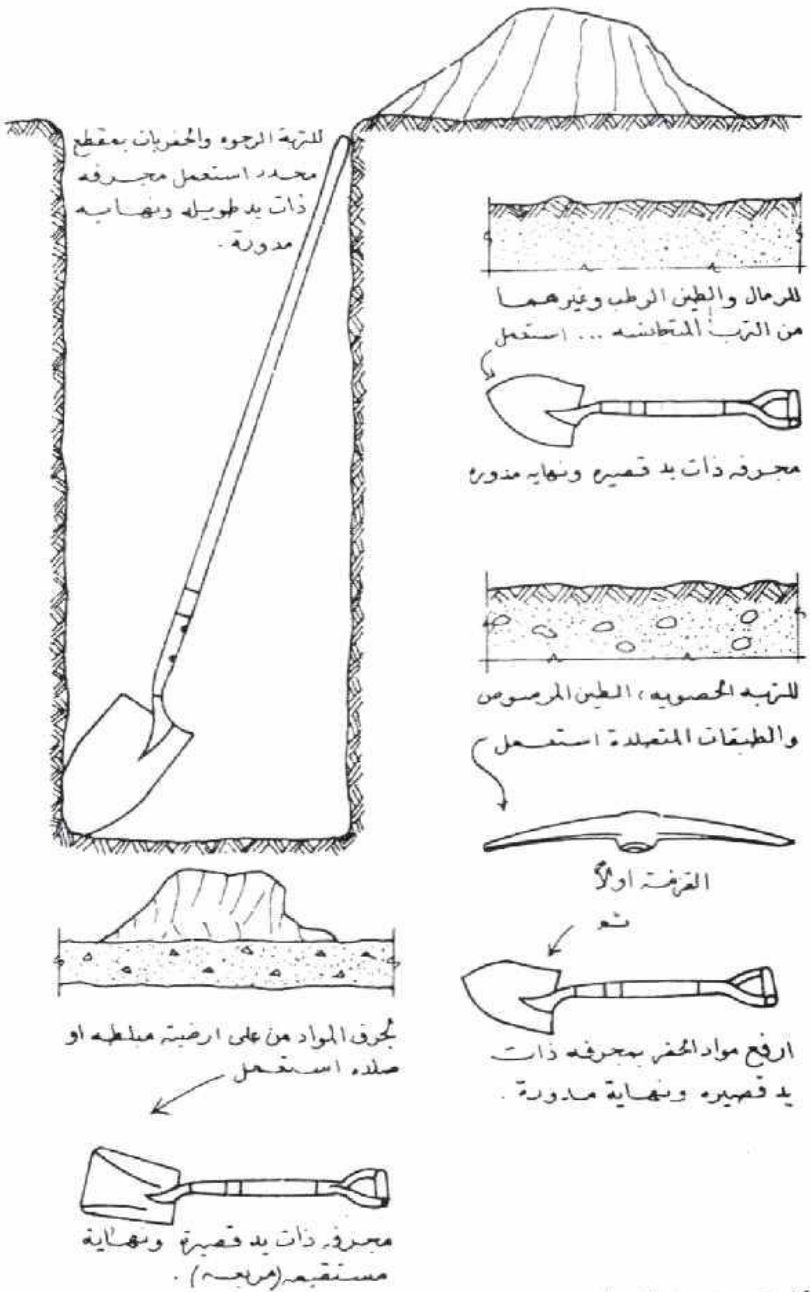
الحفريات الترابية :

تشمل اعمال حفريات الاسس بانواعها بصورة رئيسة بما فيها السراديب وكذلك حفريات القنوات ومجاري الخدمات المختلفة واعمال الحفريات اللازمة لمواقع العمل بين الابنية والطرق والساحات . . . الخ .

تنجز اعمال الحفريات اما بالحفر اليدوي أو بواسطة المعدات الميكانيكية أو بكليهما . ان العوامل المحددة لاسلوب الحفر الواجب اتباعه هي طبيعة التربة وشكل المقطع المطلوب ووجود المياه الجوفية والزمن اللازم لانجاز العمل وكذلك كلفة العمل لكل اسلوب ممكن اتباعه .

أ ـ الحفر اليدوي: ـ يكون الحفر اليدوي باستعمال معدات بسيطة شكل (٢ ـ ١) . يتبع اسلوب الحفر اليدوي في الاعمال الصغيرة مثل اسس الجدران المستمرة . اسس الاعمدة المنفردة . قنوات المجاري التي تكون اطوالها قليلة والاسس المزدوجة التي تتميز بضحالتها وكذلك اكمال اسفل الحفريات التي تنفذ بواسطة المعدات الميكانيكية الى المنسوب المطلوب .

ان الحفر اليدوي لايستعمل في التربة ذات الصلادة العالية مثل التربة الصخرية . تعمل حافات الحفر شاقولية عادة وترمى الاتربة الناتجة عن الحفر الى جانب الحفر وتكوم بصورة موازية الى الحفر مع ترك مسافة عن حافة الحفر كافية لسير وسائط نقل الخرسانة والمواد الاخرى اللازمة لتنفيذ الاسس أو المجاري وتكون هذه المسافة ٧٠ ـ ١٠٠ سم عادة ويستوجب ترك اكثر من ذلك اذا كانت المواد تنقل



شكل (٢ ـ ٢) معدات الحفر اليدوي ومجالات استعمالها

بواسطة القلابة الالية(dumper). ان تساقط الاتربة داخل حفر الاسس يلحق اضرار بالخرسانة وباعمال بناء الاسس عند تنفيذها . من الممكن احيانا تنفيذ الحفر بنفس عرض الاساس وفي الحالة هذه لا حاجة الى استعمال القوالب في اعمال خرسانة الاسس . يعاد املاء التربة الصالحة لاعمال الدفن بعد اكمال اعمال الاسس (صفحة ٣٣) . ترفع الاتربة الزائدة عن الحاجة أو غير الصالحة لاعمال الدفن خارج ساحة العمل وتستعمل لذلك عادة العربات اليدوية أو القلابات الالية واذا كانت كميات الاتربة كبيرة ومسافة النقل بعيدة فانها تنقل بواسطة السيارات القلابة (شكل ٢ ـ ١٠) المحملة بواسطة المجرفة الالية . تكون ارضيات الحفر مستوية عادة و منهاة لحد المناسيب والاشكال المبينة في المخططات وفي حالة تجاوز الحفر المناسيب المحددة في المخططات فلا يجوز اعادة الدفن بالتراب بل تملاء بالخرسانة الضعيفة (١، ٤ ، ٨) (سمنت ـ رمل ـ حصى) وذلك لكون التربة المعاد دفنها ذات خصائص هندسية مغايرة للتربة الاصلية وهي على العموم اضعف واكثر انكباسا مما يؤدي الى مشاكل انشائية في اجزاء الابنية المشيدة فوق تلك المحلات .

ان سلامة جوانب الحفر من الانهدام مهمة لحماية العاملين داخل الحفر ولسلامة الاعمال المنفذة . يعتمد ثبات جوانب الحفر على : ـ

١ ـ طبيعة التربة وخواصها الهندسية .

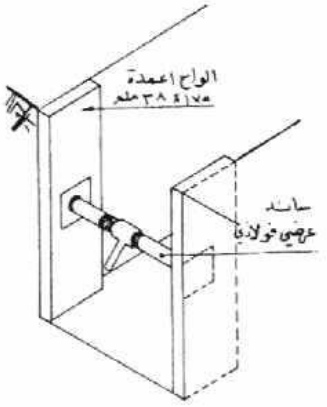
٢ ـ محتوي الرطوبة وحركة المياه الجوفية .

٣ ـ عمق الحفر .

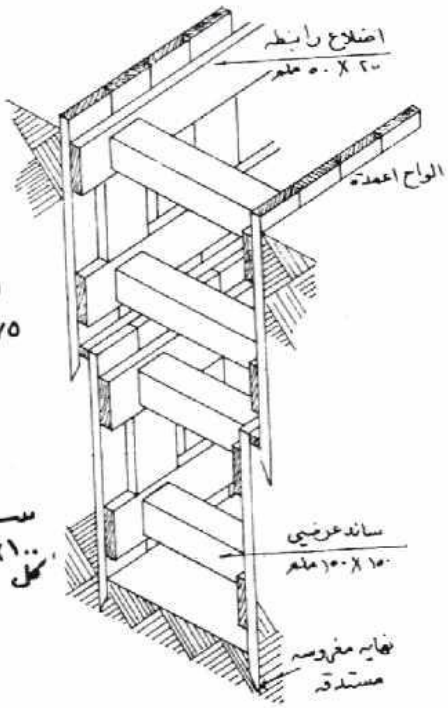
٤ ـ الاحمال الجانبية المجاورة وطبيعتها (ساكنة . متحركة او اهتزازية) .

تستعمل المساند الوقتية لتأمين جوانب الحفريات المعرضة للانهيار وتكون هذه المساند اما من الاخشاب أو الصفائح الحديدية أو الركائز الصفيحية . الاشكال (٢ ـ ٢ ، ٣ ، ٤) تبين كيفية استعمال المساند الوقتية ويبين الجدول رقم (٢ ـ ١) الحاجة الى استعمال المساند مع نوعياتها . ان اعمال الحفريات العميقة جدا تستوجب تصميم المساند بصورة اكثر دقة ووفق متطلبات العمل الفعلية ويحتاج المصمم الى خبرة في موضوعي ميكانيك التربة والانشاءات .

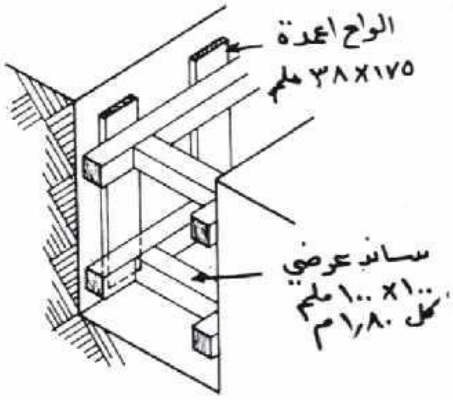
تحتاج القنوات الضحلة احيانا الى اسناد فيمكن استعمال ازواج متقابلة من الالواح الخشبية بمقطع ١٧٥ × ٣٨ ملم بصورة عمودية وتسند بمسند عرضي من الخشب بمقطع ١٠٠ × ١٠٠ ملم وتكون المسافة بين مجموعة اسناد واخرى حوالي ١,٨٠ متر (اذا كانت التربة متماسكة) . يمكن استعمال الصفائح الفولاذية المضلعة الخاصة والمساند العرضية الفولاذية ذات المقطع الدائري وبطول يمكن تنظيمه وفي



شكل (٢ ـ ٢) سند القنوات الضحلة في تربة قوية



شكل (٢ ـ ٤) سند القنوات في تربة رخة



شكل (٢ ـ ٣) سند القنوات في تربة معتدلة القوة

حالة تساوي الكلفة فانها تعتبر افضل من المساند الخشبية لسرعة التركيب والرفع وقلة التلف الحاصل .

يستعمل الخشب الرخو بانواعه في عمل المساند واجزاؤها فتستعمل الواح الصنوبر الاصفر أو الاحمر (yellow or red deal) . تشمل انظمة السند الخشبية الاجزاء التالية : ـ

الواح اعمدة (poling boards) : ـ وتكون بطول ـ ١. ـ ١.٥ متر تبعا لعمق الحفر وبمقطع يتراوح بين ١٧٥ × ٣٨ ملم و ٢٢٥ × ٥٠ ملم . توضع هذه الالواح عموديا وتتاخم التربة في جانبي الحفر

الاضلاع الرابطة (walings) : وهي اجزاء تمتد طوليا (افقيا) باتجاه الحفر وتقوم باسناد وربط الواح الاعمدة . يتراوح مقطعها بين ١٧٥ × ٥٠ ملم و ٢٥٥ × ٧٥ ملم على الاغلب .

المساند العرضية (struts) : وهي من الخشب عادة وبمقطع ١٠٠ × ١٠٠ ملم أو ١٥٠ × ١٥٠ ملم وتستخدم لسند الاضلاع الرابطة بين جهتي الحفر . تكون المسافة بين المساند العرضية بحدود ١.٨٠ متر كي توفر مجال عمل داخل الحفر .

الواح السند (sheeting) : تتكون عادة من الواح افقية متاخمة الواحدة مع الاخرى بحيث تشكل حاجزا مستمرا يسند التربة وذلك في حالة كون التربة رخوة وعلى هذا فان الاسناد بهذه الطريقة يكون بابعاد وشكل الحفر نفسه . من المقاطع المألوفة الاستعمال هي الاخشاب بمقطع ١٧٥ × ٥٠ ملم .

المساند المغروسة (runners) : تكون من نوع الواح اعمدة الا انها ترصف بصورة متصلة وتغرس في التربة وتكون ذات نهاية مستدقة (tapered) لتسهيل غرسها. قد تكسى هذه النهاية بصفيح معدني لزيادة مقاومتها . من الممكن عمل هذه المساند بأبعاد ٢٢٥ × ٥٠ ملم . تستعمل هذه المساند في سند التربة الرخوة عند تواجد المياه بكميات كبيرة حيث ان التربة تكون غير ثابتة بدون سند جيد .

يمكن استعمال نظام الاسناد المفتوح في التربة المعتدلة التماسك وذلك باستعمال الواح اعمدة وبمسافة ٦٠٠ ملم الواحدة عن الاخرى (مثلا) . وتربط بواسطة اضلاع رابطة ومساند عرضية وفي حالة الحفر الضحل يمكن زيادة المسافة بين الواح الاعمدة لحد ١.٨٠ متر كما ورد سابقا ولا حاجة في هذه الحالة الى اضلاع رابطة وتستعمل المساند العرضية فقط . شكل (٢ ـ ٣) .

جدول رقم (٢ ـ ١) متطلبات سند الحفريات لمختلف انواع التربة * *

نوع التربـــة	عمق الحفر لحد ١.٥ م (ضحل)	١.٥ ـ ٤.٥ م (متوسط)	اكثر من ٤.٥ م (عميق)
عضوية متفحمة ضعيفة (soft peat)	جـ	جـ	جـ
عضوية متفحمة متماسكة (firm peat)	أ	جـ	جـ
طينية ضعيفة (soft clay) أو غرينية (silt)	جـ	جـ	جـ
طينية متماسكة وقوية	أ *	أ *	جـ
حصوية هشة أو رملية .	جـ	جـ	جـ
حصوية مرصوصة أو رملية مرصوصة مع أو بدون رابط طيني .	أ	ب	جـ
حصوية او رملية تحت مستوى المياه الجوفية .	جـ	جـ	جـ
صخرية متشققة	أ *	أ *	ب
صخرية سليمة .	أ	أ	أ

أ ـ لا تحتاج الى اسناد .

ب ـ اسناد مفتوح (جزئي) . شكل (٢ ـ ٣) مثلاً .

جـ ـ اسناد كامل مستمر تكون الواح أعمدة المتجاورة أو الواح السند متماسة . شكل (٢ ـ ٤) مثلاً أو تستعمل ركائز صفيحية (الفصل الرابع) في المناطق المتوسطة العمق والعميقة .

* ـ قد تحتاج الى اسناد مفتوح أو كامل اذا كانت ظروف الموقع غير ملائمة .

** المصدر ، مدونة الممارسة البريطانية رقم ٢٠٠٣ (الاعمال الترابية) .

في حالة التربة الرخوة يكون الاسناد باتباع احدى طريقتين الاولى باستعمال الواح افقية مستمرة باتجاه الحفر وتسند بواسطة ازواج متقابلة من الواح اعمدة وهذه تكون مثبتة بواسطة مساند عرضية وتكون المسافة بين مجموعة واخرى من ازواج الواح الاعمدة حوالي ١,٨٠ متر والثانية باستعمال الواح اعمدة او مساند مغروسة بارتفاع الحفر نفسه وتسند هذه بواسطة اضلاع رابطة ومساند عرضية وفي حالة زيادة عمق الحفر عن ١,٥٠ متر فيفضل أن يكون السند على مرحلتين (شكل ٢ ـ ٤) او اكثر بحيث تكون مجموعة سند المرحلة السفلى متراكبة داخل مجموعة المرحلة العليا ولمسافة لا تقل عن ١٥ سم وهذا يعني ان عرض الحفر في الاعلى هو اكبر من عرض الحفر في الاسفل . يمكن استعمال قطع عمودية صغيرة بين الاضلاع الرابطة فوق الواح الاعمدة أو المساند المغروسة للتقوية . يجوز استعمال انظمة اخرى من السند طالما انها تؤمن ثبات جوانب الحفر وتمكن من انجاز الاعمال المطلوبة داخل الحفر وكذلك يمكن رفع المساند بعد انتفاء الحاجة اليها بسهولة . ان عامل الاقتصاد في الكلفة والزمن اللازم لاقامة المساند ورفعها من العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار .

ان 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 احيانا وذلك لاستعمالها بدل الواح الاعمدة أو المساندة المغروسة .

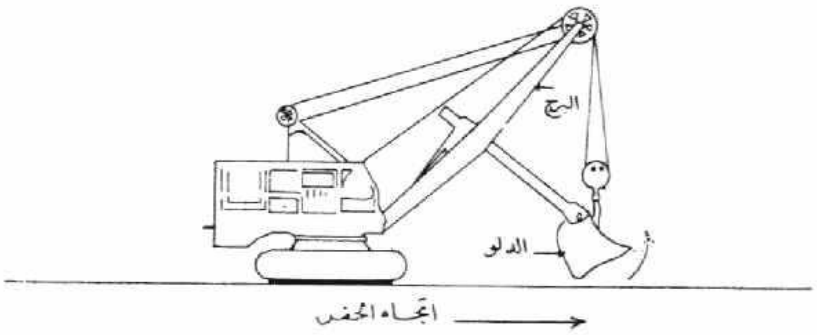
ينفذ السند بالطرق الواردة سابقا في الحفريات والقنوات الضيقة ولا تستعمل في سند الحفريات الواسعة (العريضة) لكونها غير اقتصادية وغير عملية بل يستعمل في هذه الحالة اسلوب الحفر المفتوح (open cut) أي بعمل الحافات مائلة بزاوية تعتمد على طبيعة التربة وعمق الحفر وهذا النوع يحتاج الى مساحة كبيرة ويشمل حفر واعادة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

ب ـ **الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية** : ـ تستعمل المعدات الميكانيكية في الحفريات الكبيرة والواسعة وكذلك الحفريات التي تنقل تربتها الى الخارج أو الحفريات التي يستوجب انجازها بسرعة حيث ان المعدات الميكانيكية تتميز بانتاجية عالية وخاصة في الاعمال الكبيرة وبامكانية تلك المعدات حفر ورفع الاتربة

خارج الحفرة وحتى تحميلها على الناقلات مباشرة لبعض انواعها او انها نفسها تقوم بعملية النقل في البعض الاخر .

ان المعدات الميكانيكية المتوفرة متعددة الاشكال والتسميات ولها خصائص معينة في القيام بالاعمال الترابية وهنالك انواع يمكن تحويرها للقيام باكثر من عمل واحد . من الانواع الشائعة الاستعمال على سبيل المثال : ـ

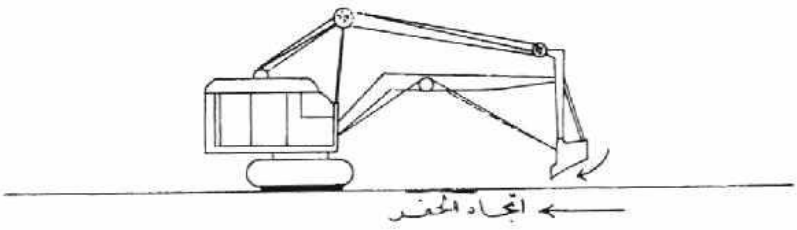
المجرفة الالية (power shovel) : (شكل ٢ ـ ٥) وهي من انواع المعدات ذات الابراج وتستعمل لحفر وتحميل التربة بكميات كبيرة وعندما يكون عمق الحفر كبيرا نسبيا أو عندما تكون التربة حصوية ومتصلدة (cemented gravel) او طينية مرصوصة لا يمكن حفرها بسهولة بانواع اخرى من المعدات وكذلك في حالات التربة التي تبقى جوانبها سليمة بدون انهيار . ان سرعة تحميل الاتربة بواسطة الماكنة اعلى من بقية المعدات ويمكن التحكم فيها بدقة اكبر.لا تستعمل هذه الماكنة في حفر وتحميل التربة غير المتماسكة (non - cohesive) والتي ليس بامكان جوانب حفرياتها الثبات بدون انهيار لانها تحفر من الاسفل الى اعلى الحفريات ويجب ان تكون التربة ثابتة امام دلو الآلة .



شكل (٢ ـ ٥) المجرفة الالية

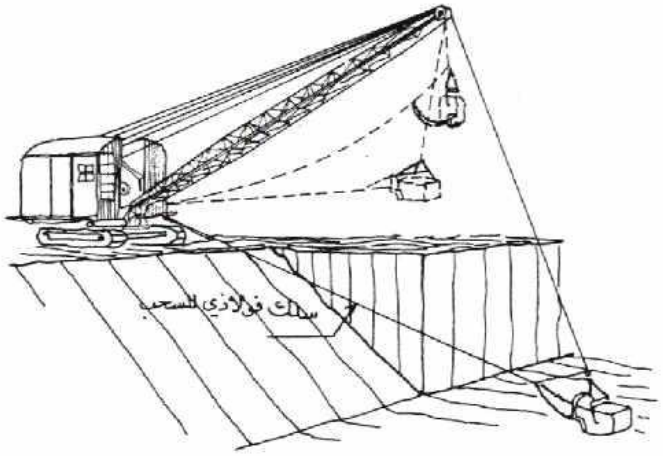
المجرفة الخلفية (back hoe) : شكل (٢ ـ ٦) وهي آلة تشبه المجرفة الالية الا ان اتجاه الدلو فيها يكون عكسيا وتطلق عليها تسميات اخرى احيانا مثل المجرفة (hoe) أو مجرفة سحب (pull shovel) .اكثر ما تستعمل في الحفريات الضيقة مثل الاسس الجدارية المستمرة طويلا وحفريات القنوات عمودية الجوانب والمجاري بصورة خاصة . لهذه الماكنة بعض الخصائص المشتركة بين الحفارة الاعتيادية (dragline) والمجرفة الالية فهي تشبه الحفارة من حيث انها تعمل بالحفر في

مستويات اوطأ من مستوى تحركها وكالمجرفة الالية حيث انها ترغم التربة المحفورة على الانحباس داخل دلوها . وتتميز عن الحفارة بامكانية التحكم الجيد في توجيه الدلو الى محل الحفر وفي تحديد شكل مقطع الحفر . ان هذه الالة لا تستطيع تحميل الناقلات بالاتربة بالسهولة التي تقوم بها المجرفة الالية .



شكل (٢ ـ ٦) المجرفة الخلفية

الحفارة (dragline) : شكل (٢ ـ ٧) 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 الى مسافة معينة تحت تأثير ثقله ثم يسحب بواسطة السلك الفولاذي (steel cable) (كبل) باتجاه الماكنة حيث يجرف كمية من التربة يتم

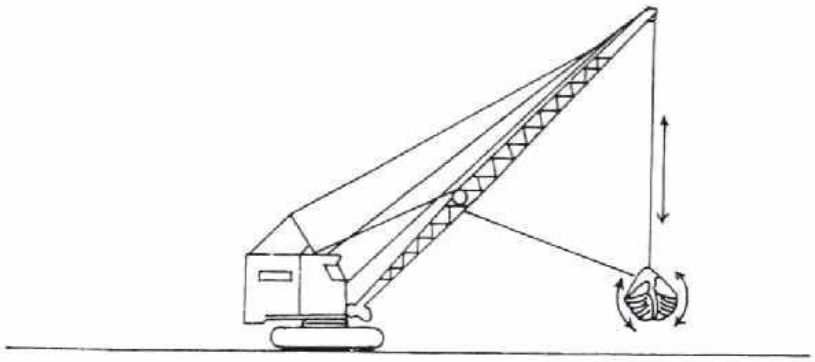


شكل (٢ ـ ٧) الحفارة

تكديسها الى جانب الحفر أو تحميلها على الناقلة مباشرة ولا علاقة لقوة المحرك بعملية الحفر . ان قابلية هذه الالة لتحميل الناقلات جيدة ولكنها اقل كفاءة من المجرفة . تحتاج الحفارة في عملها الى مجال واسع وخاصة عند الدوران وكذلك لا يمكن استعمالها في المحلات الضيقة داخل المدن . ان اكثر ما تستعمل هذه الماكنة في العراق لاغراض حفر المبازل وكري الانهر والمبازل وتطهيرها وكذلك عمل السداد الجانبية لها . قد تستعمل في حفر السراديب للابنية 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 الى اتلافها .

تستعمل الحفارة عندما يكون منسوب الحفر اوطأ من مستوى سير الالة . لا يفضل استعمال هذه الالة لحفر القنوات الضيقة أو اسس الجدران .

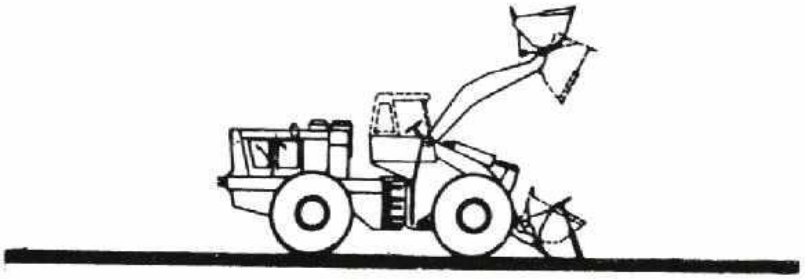
الدلو المحاري (clamshell) : شكل (٢ ـ ٨) وهو من المعدات ذات الابراج ويستعمل غالبا في رفع التربة من داخل الحفريات بصورة عمودية عندما تكون جدران الحفريات مسنده والتربة رخوة ورطبة أي انها مفضلة الاستعمال في الحفريات في المناطق المحددة وعندما ترفع التربة عموديا . اكثر ما تستعمل هذه الآلة كآلة مساعدة لحفارات اخرى اكثر انتاجية وذلك لرفع المخلفات التي تتركها تلك الحفارات حيث ان انتاجية الدلو المحاري منخفضة نوعاً ما . ان هذه الالة مفضلة على الحفارة للاستعمال في حفر المناطق التي تحتوي على خدمات تحت



شكل (٢ ـ ٨) الدلو المحاري

الارض بصورة مكثفة مثل الحفريات في شوارع المدن حيث لا يهم كثيرا مقدار الانتاجية في هذه الحالة وكذلك في حفريات القنوات والاسس 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 من 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 (شكل ٢ ـ ١٠) .

مجرفة الجرار (tractor shovel) : شكل (٢ ـ ٩) وهي من المعدات الشائعة في البلاد وتستعمل لاعمال الحفريات الصغيرة ولتحميل التربة والركام . الالة هي محرك جرار مركب على اطارات او مجنزر ومركب في واجهته الامامية وعاء الحفر والتحميل (الدلو) الذي يعمل بواسطة مكابس هيدروليكية وعتلات . ان قدرة المحرك هي عامل مهم في تحديد حمولة الوعاء وحجمه الاقصى وكذلك فان لنوعية التربة تأثير في كفأة اداء الالة . قد تزود مقدمة الدلو باسنان فولاذية عند حفر

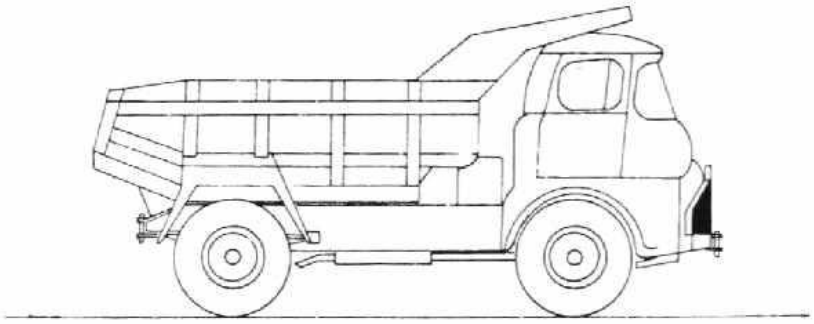


شكل (٢ ـ ٩) مجرفة جرار

التربة القوية ولا داعي لتلك الاسنان 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 الاعلى قاطعا كمية من التربة التي سوف تدخل الدلو ثم يرفع الدلو نحو الاعلى ويتجه بعدها الجرار الى محل التحميل أو التفريغ للتخلص من التربة حيث يدار الدلو نحو الاسفل فيفرغ حمولته . ان الحفر بهذه الالة مشابه على

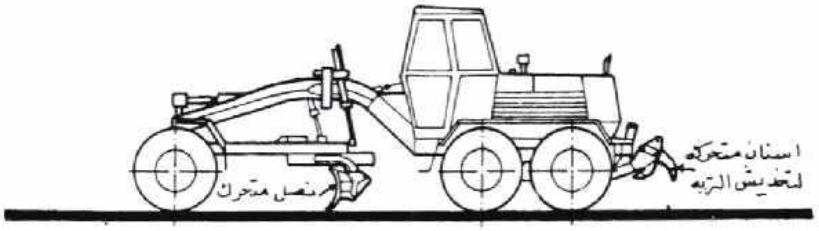
العموم لاسلوب الحفر بالمجرفة الالية الا ان المجرفة الجرار تستعمل عادة لاعمال اصغر واقل عمقا أي انها لا تستعمل لاعمال عميقة جدا وخاصة عند وجود مياه جوفية، حيث لا تستطيع الالة ان تعمل او انها تعمل بكفاءة قليلة . ان الالة تعمل على حفر الجوانب المواجهة لها والتي هي اعلى من الارض التي تعمل عليها وكذلك فبامكانها الحفر بمنسوب اوطأ قليلا من الارض التي تعمل عليها . بامكان الالة وخاصة المجنزرة منها التنقل والعمل فوق ارض منحدرة ولعل هذا من اسباب انتشار استعمالها حيث يمكنها ذلك من الدخول في مواقع الاعمال المنحدرة والضيقة كما وان المجال الذي تحتاجه الالة للعمل هو قليل قياسا الى معدات الحفر الاخرى .

ان المعدات التي ذكرت تستعمل في الحفريات المحدودة وفي حفريات الابنية والقنوات وغيرها وهنالك معدات اخرى للاعمال الترابية تستعمل في اعمال تسوية المواقع الكبيرة وفي اعمال الطرق والمطارات ومنها : الة التسوية (motor grader) ، والبلدوزر (bulldozer) ، والقاشطة (scraper) .



شكل (٢ ـ ١٠) ناقلة قلابة

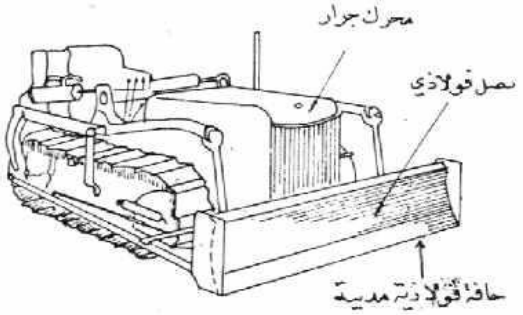
آلة التسوية (المدرجة) : شكل (٢ ـ ١١) الة تستعمل في فرش التراب او الحجر المكسر وكذلك في تسوية السطوح وتشكيلها وفق مناسيب معينة ويكون ذلك بواسطة نصل متحرك افقيا وعموديا بين محوري عجلات الالة . بامكان الالة قشط



شكل (٢ ـ ١١) الة التسوية

التربة الرخوة لاعماق بسيطة . لا تستعمل هذه الالة في الحفر او في دفع التربة لمسافات طويلة بل تستعمل في انهاء السطوح كما ورد سابقا .

البلدوزر (شكل ٢ ـ ١٢) : الة كثيرة الاستعمال في الاعمال الترابية الكبيرة المختلفة فهي بالاضافة لاعمال الحفر تقوم بمهام جرار دفع الالة القاشطة وكذلك كالية تسوية في الاعمال الترابية كما وتقوم بدفع ونشر وتوزيع التربة من محلات قطعها الى محلات اخرى وبخلاف ذلك فانها تستعمل عند تهديم الابنية القديمة وتكديس انقاضها وكذلك عند عمل سداد الانهار والمبازل وغيرها حيث يستفاد منها كآلية دفع الاتربة ثم كآلية ضغط وتسوية التربة . ان البلدوزر هي جرار بمحرك وضخامة معينة (هنالك انواع متعددة حسب حجم المحرك) مركب في مقدمتها نصل فولاذي (steel blade) بعرض معين ومقوس في الاتجاه العمودي . يكون اتصال النصل بواسطة اذرع فولاذية الى مفصل أو محور قرب المركز الافقي لجسم الجرار . يمكن رفع خفض أو امالة النصل بمستوى عمودي بواسطة حبال فولاذية (كبل) أو مكابس هيدروليكية

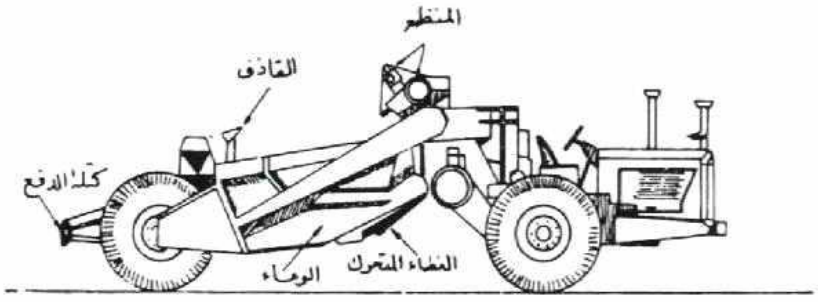


شكل (٢ ـ ١٢) البلدوزر

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

هنالك نوع مشابهه لهذه الالية ويسمى (انكل دوزر) (angle dozer) وهي بلدوزر ذات نصل يمكن تدويره بمستوى افقي بالنسبة لمسار الالية حيث يدار النصل بمكابس هيدروليكية . تتميز هذه الالية بقابلية نشر التربة الى احد جهتي النصل اثناء حركتها . تستعمل في بعض اعمال الطرق أو في تهذيب محرمات (berm) السداد الترابية . ان انتشار هذه الالة محدود . من الملحقات التي قد تحتويها البلدوزر هي الاسنان الخلفية المحركة التي تستعمل في نبش التربة القوية تمهيدا لحفرها وكذلك في تشريط الصخور (ripping) .

القاشطة(شكل٢ ـ ١٣) : ـ آلية تستعمل في قشط ونقل وتوزيع انواع التربة عدا الصخرية منها . تستعمل في الاعمال 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 باطارين مطاطيين يكون جزءاً دائميا من الآلية أو يكون منفصلا عنها (وفي هذه الحالة يرتكز الوعاء على اربعة اطارات وكذلك الجرار وقد يكون الوعاء باطارين فقط)



شكل (٢ ـ ١٣) القاشطة

لتحميل الآلية يتم تدوير الوعاء نحو الاسفل بحيث تغرز حافة الوعاء القاطعة بمقدار حوالي ١٥ سم في التربة وعند سير الآلية تُغرف التربة داخل الوعاء وتتكدس فيه الى أن يمتلىء حينذاك يتم رفع الوعاء وغلق الفوهة بواسطة الغطاء المعدني الخاص وتنقل التربة الى المحل المراد فرشها فيه حيث يرفع الوعاء ويفتح الغطاء مما يؤدي الى تفريغ وفرش التربة يساعدها في ذلك قاذف خاص مركب داخل الوعاء الى أن يتم افراغ الوعاء .

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

بالاضافة الى معدات الحفر المحدود والحفر الواسع الوارد ذكرها هنالك معدات كثيرة اخرى تستعمل في اعمال الحفريات مثل معدات حفر القنوات (trenchers) بانواعها ذات الدلو الواحد أو ذات الدلاء المتعددة المسلسلة أو ذات العجلات وغيرها وكذلك معدات اخرى تعتبر تحويرات على المعدات الاساسية الوارد ذكرها . يمكن الرجوع الى تفاصيل تلك المعدات في الكتب والمراجع المتخصصة بمعدات واليات الحفر والاعمال الترابية .

ان مكائن الحفر تكون عادة اما محمولة على اطارات أو مجنزرة أو كليهما أي ان بعض المكائن يمكن ان تصنع باطارات أو مجنزرة مثل المجرفات بانواعها . تتميز المكائن المحمولة على الاطارات بانها سريعة الحركة وسهلتها بينما تتميز المجنزرة بانها اكثر ثباتا وكفاءة في ظروف التربة السيئة . يتم اختيار المكائن حسب طبيعة الموقع وظروف العمل ونوعية التربة وتوفر المعدات وكلفة الحفر الناتج والزمن اللازم لانجاز العمل .

تعتبر كلفة نقل المكائن الى ساحة العمل واعادتها بعد الانتهاء من العمل عاملا مهما في كلفة المتر المكعب من الحفريات الصغيرة بينما تقل تلك الكلفة بالنسبة للحفريات الكبيرة . تنقل المكائن ذات الاطارات سياقة الى مواقع العمل القريبة وتنقل محمولة على ناقلات خاصة للاماكن البعيدة بينما تنقل المكائن المجنزرة بواسطة الناقلات دائماً حيث لا يسمح لها عادة بالسير فوق الطرق المبلطة . ان اختيار المعدات وتنظيم عملها بكفاءة في ساحة العمل من الامور المهمة والتي تحتاج الى دراسة وخبرة خاصة .

عند استخدام المعدات في حفريات الاسس يجب ايقاف الحفر بالمعدات في منسوب اعلى بحوالي ٢٥ سم من المنسوب المطلوب لقعر الحفر وتكملة الحفر بالايدي العاملة حيث ان الحفر بواسطة المعدات يؤدي الى تشويه التربة الملامسة للالية أو دلوها مما يغير من خواصها الهندسية ويجعلها قابلة للانكباس اكثر من التربة الاصلية .

حفريات الصخور : ـ

قد تكون الاسس في منطقة صخرية وهذا يستوجب الحفر باساليب خاصة حيث لا يمكن استعمال معدات الحفر الوارد ذكرها ويكون الحفر اليدوي (ان كان ممكننا) بطيئا ومكلفا حيث تستعمل فيه معدات بدائية مثل المطرقة والازميل (chisel) والاسفين (wedge). يحفر في الصخر بعدة طرق تعتمد اساسا على التثقيب بالمطارق الهوائية (Jackhammers) وما شابهها ثم التفجير بالمفرقعات . قد تستعمل الاسنان الملحقة بالبلدوزر لتشريط الارض وذلك تمهيدا لقلع الصخور من مواقع الاعمال بالمعدات وهذا نادر في اعمال حفر الاسس لكونها من الحفريات المحدودة وشائعا في الاعمال الترابية الواسعة كالطرق وغيرها .

تصريف المياه الجوفية وتجفيف ساحة العمل والحفريات : ـ

لتنفيذ اعمال الحفر والاسس يجب تصريف المياه الجوفية ان وجدت من داخل الحفر ومن الطرق المتبعة هي : ـ

ا ـ التصريف المباشر .

ب ـ التصريف بالضخ .

جـ ـ التصريف باستعمال نظام نقاط البئر . (wellpoint system)

د ـ طرق اخرى .

أ ـ **التصريف المباشر** : وهي من ارخص الطرق وتعتمد على حفر سواقي في اسفل الحفر ومن الجوانب يتم تصريف المياه المجتمعة بواسطة انحدارات السواقي خارج منطقة الحفر . ان هذا النوع من التصريف يكون ممكنا في احوال قليلة جدا حيث ان قعر الحفر غالبا ما يكون اوطأ من بقية الموقع حيث لا يمكن تصريف المياه انسيابيا .

ب ـ **التصريف بالضخ** : ـ وهو مشابه الى النوع (آ) الا ان السواقي نفسها تتجمع في نقطة واحدة او اكثر في اوطأ منسوب وتعمل حفرة بابعاد مناسبة يضخ منها الماء الى الخارج . يحذر من ضخ المواد الناعمة من التربة لانها تسبب زيادة في الكباس التربة عند تحميلها ولهذا تملا السواقي بمرشح من الحصى المدرج لمنع ضخ المواد الناعمة . قد تكون مساحة الحفر واسعة بحيث ان السواقي الجانبية لا تكفي لتصريف المياه فيمكن عمل سواقي وسطية عرضية تتصل بالسواقي الجانبية وتصب مياهها فيها وفي هذه الحالة تملأ السواقي بالحصى المدرج المرصوص ويغطى سطحها في مستوى ارضية الحفر ببلاطات خرسانية وتبقى هذه السواقي تحت الاسس . تتبع هذه الطريقة بصورة خاصة تحت ارضيات سراديب الابنية عندما

يكون ضغط المياه الجوفية وكمية المياه المتجمعة معتدلين حيث ان هذه الطريقة لا تضمن جفاف ارضية الحفر اذا كان واسعا بل تكون فعالة في سحب المياه السطحية فقط .

جـ ـ التصريف باستعمال نظام نقاط البئر : (شكل ٢ ـ ١٤) يتكون نظام التصريف من مجموعة انابيب معدنية حول ساحة العمل بقطر ٤٠ ملم تقريبا وبطول ٤,٥ متر تقريبا مثبت في نهايتها السفلى جزء ملحق مخَرم من الجوانب ومزود بنهاية مدببة ذات صمام خاص في نهايته لغرض توجيه المياه ويكون الجزء المخرم محاط بمشبك ناعم وغلاف معدني لمنع سحب المواد الناعمة من التربة ولمنع غلق ثقوب المص في الانبوب . تغرز هذه الانابيب بصورة عمودية في التربة الى العمق المطلوب ويكون ذلك بطريقة نفث الماء من الخارج الى داخل التربة خلال الانبوب ويساعد في ذلك الصمام الموجود في نهاية الانبوب حيث يؤدي الى دفع الماء خارج جدران الانبوب مما يسبب دفع التربة المجاورة الى الجوانب والاعلى مسهلا اختراق الانبوب . تربط الانابيب بعد غرزها بمجمع افقي (انبوب معدني) وهذا يُربط بدوره بمضخة ماصة تعمل على سحب المياه داخل المنظومة ثم يتم تصريفها الى خارج ساحة العمل .

يتميز هذا النظام بـ : ـ

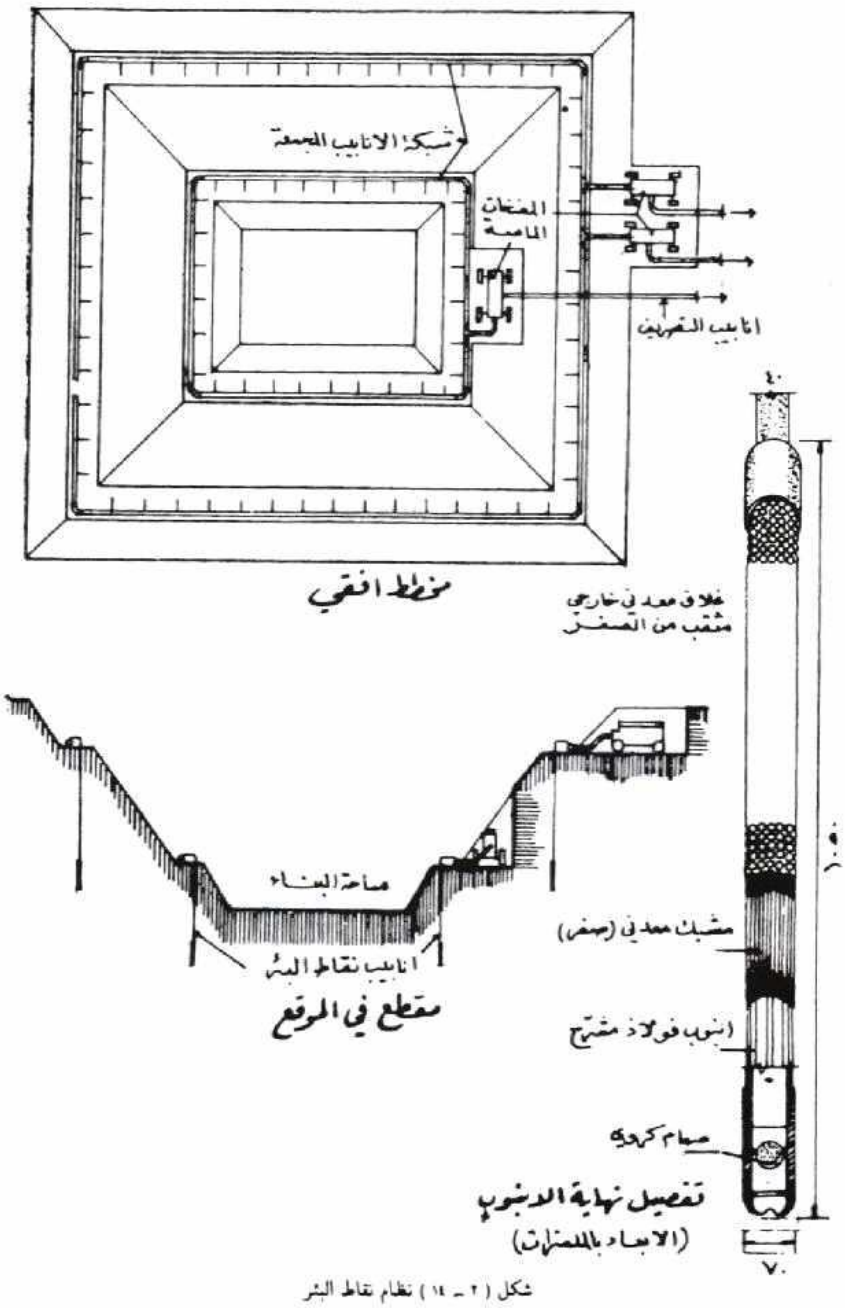
آ ـ امكانية استخدام اكثر من حلقة واحدة من انابيب السحب حول موقع الحفر للسيطرة على كمية المياه المسحوبة وتكون كل حلقة بمنسوب يختلف عن الاخرى عادة .

ب ـ امكانية تحديد المسافة بين انبوب واخر وتحديد عمق الغرز تبعا لكمية المياه المطلوب ضخها .

جـ ـ امكانية خفض مستوى المياه الجوفية الى ما تحت مستوى ارضية الحفر في ساحة العمل في الحفريات الواسعة .

د ـ كون كلفة النظام بصورة عامة مرتفعة وتشمل كلفة تحريات التربة الضرورية لتصميم النظام قبل بدء العمل .

ان نفاذية التربة والفرق بين مستوى المياه الجوفية واسفل الحفر عامل مهم في تحديد كمية التصريف الممكنة . لا يفضل استعمال هذا النظام في الاراضي الصخرية أو اذا كانت من الجلمود (boulder)؛ بينما تعتبر التربة الرملية مثالية له .



شكل (٢ ـ ١٤) نظام نقاط البئر

د ـ طرق اخرى: ـ هنالك عدد من الطرق الاخرى التي يمكن اتباعها الا انها على العموم اكثر كلفة واقل استعمالا ومنها اتباع نظام المبازل الاعتيادية (المصارف) (drains). حول ساحة العمل أو طريقة التناضح الكهربي (electro - osmosis) حيث يتم استخلاص المياه من التربة ذات النفاذية القليلة عن طريق غرز انابيب فولاذية تعمل كاقطاب سالبة (cathode). وانابيب اخرى اصغر منها قطرا تعمل كاقطاب موجبة (anode) وعند توجيه فرق جهد مقداره ٤٠ ـ ١٨٠ فولت فان المياه الجوفية تسري باتجاه القطب السالب حيث يتم سحبها . من الطرق الاخرى المحدودة الاستعمال هي تجميد التربة . استعمال الهواء المضغوط . تثبيت التربة وحقن التربة .... الخ . ان بحث هذه الطرق لا يقع ضمن اختصاص هذا الكتاب .

الاملائيات الترابية ورص التربة : ـ

تحتاج جميع الابنية الى اعمال املائيات ترابية وذلك لاعادة ردم جوانب الاسس بعد تنفيذها أو اعادة ردم قنوات المجاري والخدمات أو في اعمال الارضيات لغرض رفع مسوب الارضية الى مستوى معين وفي هذه الحالة يستوجب قشط التربة السطحية (topsoil) بسمك حوالي ١٥ سم اولاً لازالة اثار النباتات والمواد العضوية وللوصول الى طبقة من التربة ذات تحمل جيد حيث ان التربة العلوية تكون مشوهة عادة (disturbed) . تكون التربة المستعملة في اعمال الاملائيات الترابية خالية من المواد العضوية تقريبا وجذور النباتات والانقاض وذات خواص هندسية مناسبة وتعتبر التربة الطينية الممزوجة مع نسبة قليلة من الرمل وكذلك مزيج الرمل والحصى الطبيعي من الترب الصالحة لهذا الغرض . ان ارخص تربة يمكن استخدامها هي التربة الناتجة من حفريات نفس الموقع اذا كانت صالحة للاستعمال ولهذا يفضل ان تقشط التربة بسمك حوالي ١٥ سم عند حفر الاسس وغيرها وترمى الاتربة الناتجة خارج ساحة العمل ثم تحفر الاسس وتكدس تربتها لاعادة استعمالها من دون ان تتلوث بتربة غير صالحة .

ان الهدف من رص التربة(compaction)هو لاكسابها قوة معينة وجعلها قابلة لمقاومة الاحمال المسلطة عليها بمقدار مقبول من الانكباس (compressibility) وذلك يستوجب ان تكون التربة بنوعية صالحة وبرطوبة معينة تقارب ما يسمى بالرطوبة المثلى (optimum moisture content) ومرصوصة لحد الحصول على الكثافة المطلوبة والتي تقاس بالكثافة الجافة (dry density) تعين حدود الرطوبة المثلى والكثافة العظمى الجافة بفحص خاص في مختبر فحص التربة على ذلك النوع

من التربة المرغوب استعماله ويستوجب الحصول في الموقع على ٩٠ ـ ١٠٠ بالمائة من الكثافة العظمى الجافة حسب نوع المنشأ واهميته .

تتم عملية الردم عادة بفرش طبقات من التربة ذات محتوى الرطوبة المحدد بسمك لا يتجاوز ٣٥ سم (بعد الرص) وتضيق التربة اما بواسطة مدقات يدوية وهي عبارة عن اثقال حديدية ذات قاعدة مسطحة متصلة بيد طويلة قد تكون خشبية أو معدنية او بواسطة معدات الية صغيرة وتسمى المدقاتالالية(compactors or rammers) وهي اجهزة ذات محرك خاص أو تعمل بالهواء المضغوط. المجهز ذاتيا أو من الة اخرى وتكون ذات قاعدة منبسطة وعند تشغيل الالة تتولد فيها حركة ذات ضربات متتابعة بحيث تسلط تلك الضربات على شكل احمال ديناميكية (حركية) على التربة مسببة رصها .

من الممكن رص التربة وحدلها بواسطة الحادلات الكبيرة الا ان هذه لا تستعمل في الابنية عادة لصعوبة عملها داخل الابنية والمنشآت بل تستخدم في الاعمال الواسعة كالساحات والمطارات والطرق وغيرها وتكون تلك الحادلات بانواع وطاقات مختلفة ومنها الحادلة ذات العجلات الفولاذية المستوية (steel wheel roller) وحادلات اضلاف الغنم (sheeps foot rollers)- والحادلات ذات الاطارات المطاطية (rubber tired rollers)- وغيرها . ان جميع هذه الانواع ممكن ان تكون رجاجة ايضا (vibratory) ولكل من تلك المعدات خواصها . عندما تكون الرطوبة في موقع معين عالية ويحتمل ان تؤثر في الارضيات فتكون مادة الدفن المستعملة عادة من الركام الحبيبي الخشن كالحصى أو الحجر المكسر أو الرمل الخشن بحيث لا تنتقل الرطوبة بالخاصية الشعرية الى اعلى طبقة الدفن .