محاضرات تكنولوجيا الإنشاء (1)

إعداد الدكتور المهندس شكري بابا

الفصل الرابع

تقنيات تنفيذ الأعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية

(جميع المعلومات الواردة باللون الأزرق هي للاطلاع فقط)

4.1 تقنيات معالجة التربة بالطرائق الميكانيكة

تعتمد معالجة التربة بالطرائق الميكانيكية على قيام مختلف أشكال الآليات المختصة بتنفيذ الأعمال الترابية بالتأثير على التربة من خلال تطبيق قوى قص عليها، تكون نتيجتها فصل كمية صغيرة من التربة عن الكتلة الأساسية المطلوب حفرها. إذا كانت وظيفة الآلية قص التربة فقط، عندئذ هذه الآلية تسمى آلية حفر فقط، حيث تقوم بعد ذلك بتحميل التربة إلى آليات النقل أو أن تقوم بتفريغها بجانب الحفرية من أجل استخدامها في إعادة ردم الحفرية بعد الانتهاء من تنفيذ الأعمال المطلوبة داخل الحفرية (شبكات خدمة، أساسات ... إلخ). أما إذا كانت وظيفة الآلية قص التربة ونقلها، فتسمى آلية حفر ونقل.

تنتمي إلى آليات الحفر، المجارف الآلية بمختلف أشكالها وهي:

المجارف الآلية المزودة بوعاء حفر واحد، مثل:

- المجرفة الأمامية
- المجرفة العكسية
- المجرفة ذات الدلو المسحوب (دراغ لاين)
- التركس

و**المجارف المتعددة أوعية الحفر**، مثل:

- المجارف الناعورية
- المجارف السلسلية (أتاييف)

وتنتمي إلى آليات الحفر والنقل، آليات الجرف السطحي بمختلف أشكالها وهي:

- البلدوزرات
- الكاشطات (السكريبرات)

كما يوجد أيضاً آليات خاصة بأعمال التسوية السطحية وهي الغريدرات بمختلف أشكالها.

4.2.1. المجارف الآلية المزودة بوعاء حفر واحد

تتراوح عادة سعة سطل المجارف الآلية المستخدمة في أعمال الحفر بين 0,15 م3 و 2 م3 ونادراً ما تستخدم مجارف سعة سطلها تصل حتى 4 م3.

آ- المجارف الأمامية ..... FACE SHOVEL :

تتوضع **المجرفة الأمامية** في قاعدة جبهة العمل وتقوم بحفر تربة الجدران الشاقولية التي تقع فوق المنسوب الذي تقف عليه، وفي حالات قليلة قد تقوم المجرفة الأمامية بحفر التربة تحت منسوب وقوفها بعمق يتراوح بين 30 حتى 200 سم وئلك حسب إمكانيات المجرفة. أنظر الشكل **(4-1)**

الشكل (4-1): المجرفة الأمامية

تعمل هذه المجرفة من نقاط وقوف ثابتة، حيث تبدأ بحفر التربة الأقرب منها أولاً وتنتهي بحفر التربة الأبعد عنها. المجرفة الأمامية مزودة بسطل حفر مفتوح إلى الأعلى ومجهز بشفرة في مقدمته من أجل قص وتحميل التربة ومن ثم تفريغها من خلال إعطاء الوضعية الأمامية السفلية للسطل، هذا السطل مثبت إلى ذراع المجرفة بشكل مفصلي ويتحرك بواسطة آلية تحريك ميكانيكية أو هيدروليكية.

في التربة القاسية يجب تزويد مقدمة السطل بأسنان، وذلك من أجل خلخلة التربة وتحميلها إلى السطل. أما في حال معالجة التربة القليلة القساوة، عندئذ يمكن تجهيز المجرفة بسطل ذات حجم كبير نسبياً ومزوّد بشفرة عوضاً عن الأسنان. بشكل عام، فإن اختيار شكل وحجم السطل المناسب يعتمد على:

- حجم الأعمال المطلوب تنفيذها.
- عمق الحفرية.
- خواص التربة.

تقوم المجارف الأمامية بشكل فعال بحفر التربة الجافة وذات الرطوبة العادية وتحميلها إلى آليات النقل أو تفريغها بجانب الحفرية. تتمتع المجرفة الأمامية بأعلى إنتاجية بين بقية أشكال المجارف حيث أنها قادرة على تحميل بحدود 80 سطل في الساعة تقريباً.

في ظروف التربة عالية الرطوبة أو وجود مياه جوفية ذات منسوب مرتفع، يجب أولاً تصريف المياه عن الموقع أو تخفيض منسوب المياه الجوفية، وفي حال عدم الحاجة إلى ذلك، عندئذ يمكن تنفيذ العمل بواسطة المجرفة العكسية.

ب- المجرفة العكسية ..... BACKACTOR:

تتموضع **المجرفة العكسية** في الجهة المرتفعة من جبهة العمل وتقوم بحفر التربة التي تقع تحت المنسوب الذي تقف عليه، مما يسمح باستخدام هذه المجارف في معالجة التربة ذات الرطوبة العالية دون الحاجة إلى اتخاذ أي إجراءات إضافية. أنظر الشكل **(4-2)**:

الشكل (4-2): المجرفة الخلفية

تعمل هذه المجرفة من نقاط وقوف ثابتة أيضاً، إلا أنها على عكس الجرفة الأمامية، فهي تبدأ بحفر التربة الأبعد عن نقطة وقوفها أولاً وتنتهي بحفر التربة الأقرب إليها. المجرفة العكسية مجهزة بسطل حفر مفتوح إلى الخلف والأسفل. مواصفات السطل في هذه المجرفة شبيهة تماماً بمواصفات سطل المجرفة الأمامية.

ج – المجرفة ذات الدلو المسحوب (دراغ لاين):

يكون فيها السطل معلق بواسطة كابلات إلى ذراع رافعة سهمية. مبدأ عمل المجرفة ذات الدلو المسحوب مشابه لمبدأ عمل المجرفة العكسية. طريقة عمل هذه المجرفة هي رمي السطل إلى منطقة الحفر بعيداً قليلاً عن المحور الشاقولي للخطاف ومن ثم سحبه على سطح التربة مما يؤدي إلى ملء السطل. بعد ذلك يتم رفعه إلى سارية الرافعة ونقله إلى مكان التفريغ عن طريق تدوير هيكل الرافعة. يتم التفريغ بتحرير كابل الرافعة مما يؤدي إلى دوران فتحة السطل إلى الأسفل. بواسطة هذه المجرفة يمكن معالجة التربة المفككة عالية الرطوبة والمغمورة بالمياه أيضاً. أنظر الشكل (4–3).

الشكل (4–3): المجرفة ذات الدلو المسحوب (دراغ لاين)

د – التركس TRACTOR SHOVEL

يطلق على هذه الآلية أحيانا أسم مجرفة تحميل (تركس)، وهي أساساً عبارة عن آلية تكون فيها وحدة الطاقة والقيادة على شكل جرار بعجلات مطاطية أو مجنزر، مركّب في مقدمته سطل يتم التحكم به هيدروليكياً، أنظر الشكل (4–4). الوظيفة الأساسية للتركس هي حفر وتحميل التربة ونواتج الهدم إلى السطل، ومن ثم رفعه والمناورة لتصبح في وضع يمكنها من تفريغ حمولتها إلى الشاحنة المرافقة أو في مكان قريب بجانب الحفرية. وتعتبر هذه الآلية الأكثر مرونة واستخداماً بين الآليات المستخدمة في مشاريع التشييد، كما يمكن

استخدامها في بعض الحالات عوضاً عن البلدوزر. يتم حساب إنتاجية التركس بشكل يشبه تماماً حساب إنتاجية البلدوزر، أنظر لاحقاً.

الشكل(4-4): تركس

4.2.2. المجارف متعددة أوعية الحفر

4.2.3. آليات الحفر والنقل

البلدوزرات ..... BULLDOZERS AND ANGLEDOZERS

تعتبر البلدوزرات بالدرجة الأولى جرارات طاقتها عالية جداً high-powered tractor مجنزة أو على دواليب مطاطية ومجهزة في المقدمة بترس مزود بشفرة أو أسنان من أجل تسهيل عملية الحفر mould board or blade . يقوم البلدوزر بحفر الطبقات السطحية من التربة بعمق من 15 حتى 40 سم (حسب مواصفات الآلية والتربة) ونقلها إلى مكان الردم عن طريق دفعها بواسطة الترس. كما يعتبر البلدوزر آلية مناسبة لأعمال التسوية وتنفيذ الحفريات وردم الخنادق والكثير من الأعمال المشابهة. أنظر الشكل (4-5)

معالجة التربة بواسطة البلدوزر تتم من خلال ثلاث عمليات رئيسية وهي :

- حفر ..... taking up
- نقل .... transporting
- ردم ..... placing soil

الشكل (4-5)

تصنف البلدوزرات وفق معايير مختلفة، منها:

آ - تصنيف البلدوزرات حسب نوع الجرار:

1- جرارات مجنزرة crawler tracks ومن مميزاتها أنها تملك القدرة على:

- السير في التربة الطرية
- العمل على الأراضي الصخرية
- السير على الطرقات غير الممهدة

إلا أنها تحتاج لآلية خاصة لنقلها من ورشة إلى أخرى، أنظر الشكل (4-6)

الشكل (4-6):

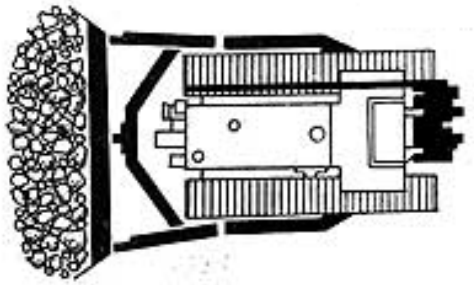
2- جرارات على دواليب مطاطية wheeled base ومن مميزاتها :

- الانتقال بسرعة كبيرة
- عدم الحاجة لآلية خاصة لنقلها من ورشة إلى أخرى، إلا في حال كانت المسافة كبيرة نسبياً بين المشاريع، عندئذ يكون من المجدي نقل هذا الشكل من الجرارات على آليات نقل خاصة.

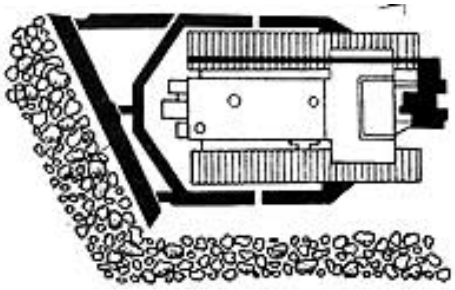
معظم البلدوزرات تكون محمولة على جنازير، أما الصغيرة منها قد تكون على عجلات مطاطية.

ب - تصنيف حسب وضعية الترس:

1. ترس جبهي: هو الترس الذي يأخذ الوضعية العمودية مع محور حركة الجرار، أي يقوم بدفع التربة إلى الأمام فقط. أنظر الشكل (4-7)
2. ترس مائل: هو الترس الذي يستطيع أن يأخذ بالإضافة إلى الوضعية الجبهية وضعية مائلة بالنسبة لمحور حركة الجرار، في هذه الحالة يقوم بجرف التربة جانباً، كما يستطيع أن يأخذ وضعية مائلة بالنسبة لمستوي سطح الأرض الذي يسير عليه، وذلك من أجل الحصول على ميول معينة لسطح الأرض. أنظر الشكل (4-8)



الشكل (4-7): بلدوزر مزود بترس جبهي



الشكل (4-8): بلدوزر مزود بترس مائل

يمكن للبلدوزرات أن تكون كبيرة جداً ومتوفرة بتروس يتراوح عرضها في الغالب بين 120 و 400 سم وارتفاعها بين 60 إلى 120 سم مع قدرتها على حفر طبقة من التربة قد يصل عمقها إلى 40 سم. وقد تكون ذات أبعاد وإمكانيات أكبر من ذلك أنظر الشكل(4–9). تكون آلية تحريك الترس في أغلب البلدوزرات هيدروليكية وفي القليل منها ميكانيكية.

الشكل (4–9)

العمل بواسطة البلدوزر يسمح بنقل التربة لمسافة لا تتجاوز 100م كحد أقصى، وذلك لأن عمل البلدوزر على مسافات أكبر من ذلك يصبح غير فعّال بسبب الفقدان الكبير للتربة على جوانب الترس خلال عملية النقل. إلا أن المجال المجدي لعمل البلدوزر يتراوح بين 10– 50 م إذا كان البلدوزر يعمل على سطح أفقي، وحتى 100 م إذا كان البلدوزر يعمل على سطح مائل هبوطاً.

- **إدارة تشغيل البلدوزرات:**

إدارة تشغيل البلدوزرات يجب أن تضمن استخدام هذه الآليات ضمن مجال عملها المجدي والذي يؤدي إلى الحصول على أعلى إنتاجية ممكنة خلال واحدة الزمن. يتم تحقيق ذلك من خلال أخذ أبعاد رقعة العمل وعمق منطقتي الحفر والردم وطبيعة التربة بعين الاعتبار، وذلك حسب طبيعة العمل المطلوب تنفيذه، مثل:

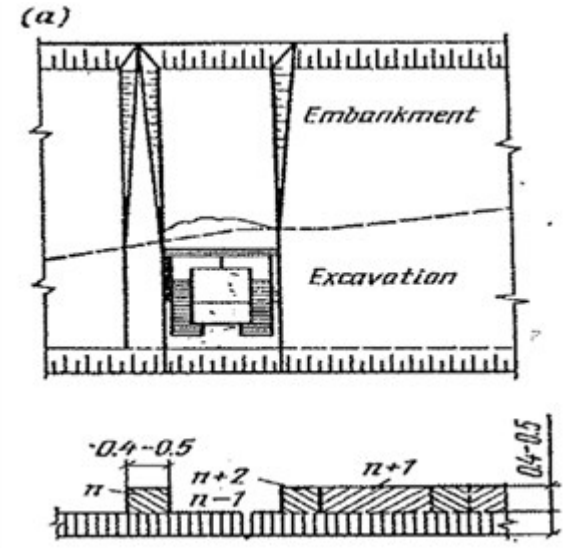
أ- **تسوية الموقع بواسطة البلدوزر**

حيث يقوم البلدوزر بتسوية السطوح من خلال طريقة الحفر الصندوقي أو طريقة الحفر السطحي. اختيار إحدى هاتين الطريقتين يعتمد على شكل تضاريس موقع العمل وعمق منطقة الحفر.

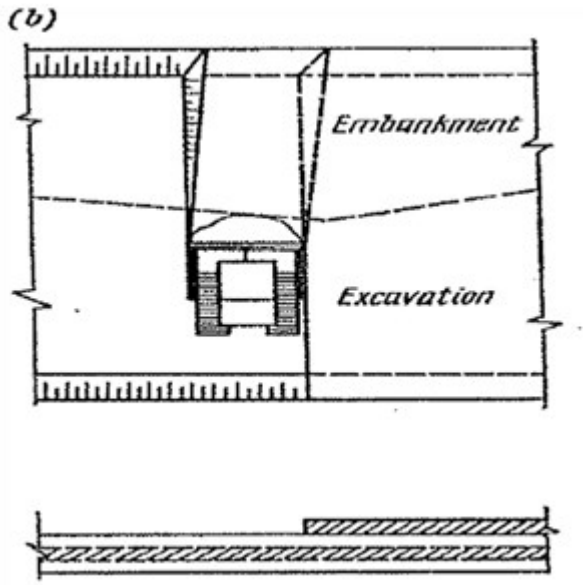
في **طريقة الحفر الصندوقي** يتم تقسيم الحفرية إلى مسارات على شكل خنادق عمقها يصل حتى 0.7 م، أنظر الشكل (4–10). تكون هذه الخنادق مفصولة عن بعضها بواسطة جدران ترابية جانبية يصل عرضها حتى 0.5 م. تتشكل هذه الجدران بنتيجة قيام البلدوزر بحفر التربة لعدد من المرات المتتالية على نفس

المسار. تساعد هذه الجدران بالحد من فقدان التربة أثناء الحركة على جانبي الترس مما يزيد من فعالية عمل البلدوزر. يتم اعتماد هذه الطريقة من أجل السطوح والتضاريس السهلة والأعماق الكبيرة نسبياً في منطقة الحفر.

في **طريقة الحفر السطحي** يتم تنفيذ الحفريات على طبقات سطحية (حيث يتم تحديد سماكة الطبقة بواسطة ترس البلدوزر) متعاقبة على كامل عرض الحفرية، أنظر الشكل (4-11). يتم اعتماد هذه الطريقة من أجل السطوح المعقدة والأعماق القليلة نسبياً في منطقة الحفر، أما بالنسبة للسطوح المعقدة والأعماق الكبيرة نسبياً فيفضل أن تبدأ أعمال التسوية وفق هذه الطريقة لحين تبسيط شكل تضاريس الموقع فقط على أن يتم الانتقال بعد ذلك إلى طريقة الحفر الصندوقي حيث يكون فقدان التربة أثناء عمل البلدوزر أقل منه في طريقة الحفر السطحي.



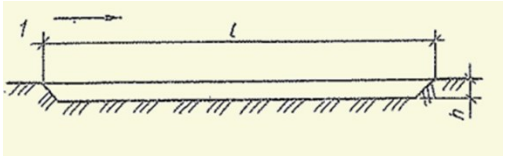
الشكل: (4-10)

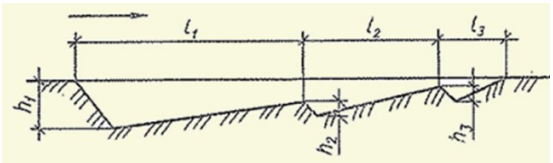


الشكل: (4-11)

ب-كشط التربة

هي عملية حفر طبقة من التربة وتجميعها أمام البلدوزر ومن ثم نقلها إلى مكان الردم، وتعتمد على مواصفات التربة، حيث تتم عملية كشط التربة الطرية وفق طبقة منتظمة تصل سماكتها بشكل وسطي حتى 25 سم، أما إذا كانت التربة قاسية فإن عملية الكشط تتم بالتدريج. أنظر الشكل (4-12)

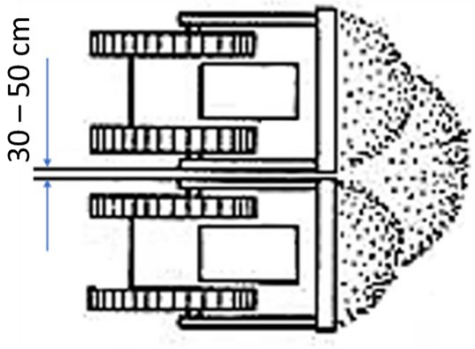




الشكل:(4–12)

ت–تنظيم العمل الجماعي للبلدوزرات:

في حال تنفيذ أعمال التسوية على السطوح الكبيرة في ظروف التربة غير القاسية، عندئذ يمكن **تنظيم عمل جماعي للبلدوزرات** بحيث يعمل أكثر من بلدوزر جنباً إلى جنب مما يؤدي إلى رفع الإنتاجية بشكل كبير بسبب التقليل من فقدان الأتربة. أنظر الشكل (4–13)

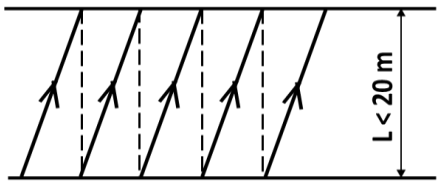


الشكل: (4–13)

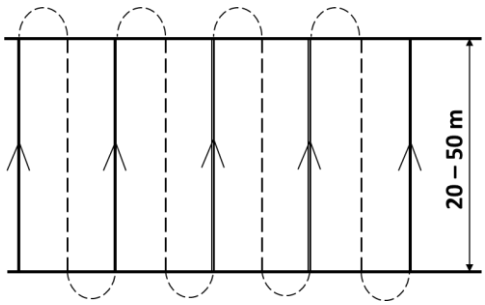
التربة المنقولة يتم وضعها ورصها في منطقة الردم على شكل طبقات، سماكة الطبقة الواحدة يتعلق بإمكانية آليات الرص.

ث– مسارات البلدوزر:

يمكن أن يتم تشغيل البلدوزرات وفق مسارين مختلفين، فإذا كانت المسافة الوسطية لجرف التربة من 5 – 20 م فيُفضل في هذه الحالة أن يعود البلدوزر إلى نقطة البدء بحركة تراجعية إلى الخلف وفق المسار A المبين على الشكل(4–14) أي دون القيام بعملية الدوران وذلك بهدف التقليل من الزمن اللازم لهذه العملية . أما إذا كانت المسافة أكبر من ذلك فيفضل أن يقوم البلدوزر بالدوران وفق المسار B المبين على الشكل ().



المسار A



المسار B

الشكل (4–14): مسارات البلدوزر

علماً أن المسار الملائم للبلدوزر له علاقة ليس فقط بمسافة نقل التربة، وإنما بأبعاد الآلية أيضاً، لذلك يفضل اختيار أحد هذين المسارين بشكل تجريبي، وذلك من خلال قياس زمن دورة عمل البلدوزر بالكامل وفق كل مسار على حدا بدءاً من كشط التربة ومن ثم نقلها إلى مكان الردم والعودة إلى مكان الحفر.

4-3-2. الكاشطات ..... SCRAPERS

يتألف هذا النوع من الآليات من وحدة طاقة وقيادة power unit ذات قدرة كبيرة جداً وهي القاطرة في هذه الآلية، وصندوق مقطور scraper bowl لكشط وحمل التربة مجهز بشفرة في قاعدته، أنظر الشكل (4-15) . تستخدم الكاشطة لحفر الطبقات السطحية من التربة وتحميلها إلى الصندوق ونقلها إلى منطقة الردم وفرشها على طبقات تصل سماكتها حتى 40 سم، وذلك أثناء حركة الآلية وتسويتها أيضاً من خلال عملية الرص المبدئية التي تطبق بنتيجة مرور الدواليب الخلفية على التربة أثناء عملية التفريغ.

الشكل: (4-15)

تعتبر الكاشطات مناسبة جداً لتنفيذ السطوح الواسعة (مثل المطارات والساحات والطرق السريعة) وذلك بشكل مستو ودقيق نسبياً، وهي تتوفر بثلاثة أشكال:

1. كاشطات مقطورة بواسطة آليات مجنزرة .. Crawler-drawn scraper

2. كاشطات ثنائية المحاور ..... Two-axle scraper

3. كاشطات ثلاثية المحاور ..... Three-axle scraper

يتراوح مجال عمل الكاشطات بين 100 – 2000 م، وفي بعض الحالات قد تصل مسافة النقل حتى 4000 م. من حيث المبدأ لا يوجد ما يمنع من نقل التربة إلى مسافات أبعد من ذلك، ولكن بما أن الكاشطة آلية حفر ونقل، فهذا يقضي بعدم تعطيل ميزة الحفر التي تتمتع بها الكاشطة لفترات طويلة بسبب تشغيلها كآلية نقل، لذلك في حال كانت مسافات نقل التربة طويلة نسبياً، عندئذ يفضل تنفيذ العمل بواسطة تقنيات أكثر جدوى، على سبيل المثال مجارف آلية أو تركسات مع شاحنات نقل قلاب.

التصميم والوظيفة الأساسية لصندوق الكاشطة هي نفسها في الأشكال الثلاثة للكاشطات، وهو يتألف من وعاء على شكل صندوق قاعدته مجهزة بشفرة قطع cutting edge قادرة بعد خفض الصندوق وغرس الشفرة في التربة على قص وتحميل الطبقة السطحية منها بعمق قد يصل حتى 30 سم حيث أنه مع جر الصندوق إلى الأمام، تندفع التربة المحفورة بالقوة إلى داخل الصندوق وعندما يمتلئ يتم رفع الشفرة من أجل إغلاق قاعدة الصندوق. يمكن تفريغ التربة من خلال خفض الجزء الأمامي من الصندوق ودفع التربة خارجاً بواسطة ترس موجود في مؤخرة الصندوق أو أن يتم رفع الجزء الخلفي من الصندوق وتفريغ التربة تحت تأثير الجاذبية الأرضية واهتزازات الصندوق الناجمة عن سير الآلية إلى الأمام.

في حال كون التربة غضارية متماسكة جداً فإن عمل الكاشطات يصبح تقريباً غير مجد، في هذه الحالة يمكن تزويد شفرة الوعاء بأسنان من أجل خلخلة التربة ورفع الإنتاجية، بينما في التربة الغضارية غير المتماسكة يكون للأسنان نتائج سلبية على الإنتاجية.

قدرة المحرك خلال مرحلة الكشط تتوزع حسب النسب التقريبية التالية:

20% من إجل التغلب على مقاومات الحركة.

30% من أجل التغلب على مقاومات الكشط.

50% لدفع التربة داخل الوعاء.

كما يمكن في بعض الأحيان الاستغناء عن البلدوزرات والاستعانة بكاشطات مزوَّدة بسير ناقل داخل الصندوق يساعد في نقل التربة إلى مؤخرة الصندوق وبالتالي تخفيف المقاومات الناجمة عن دفع التربة إلى الخلف.

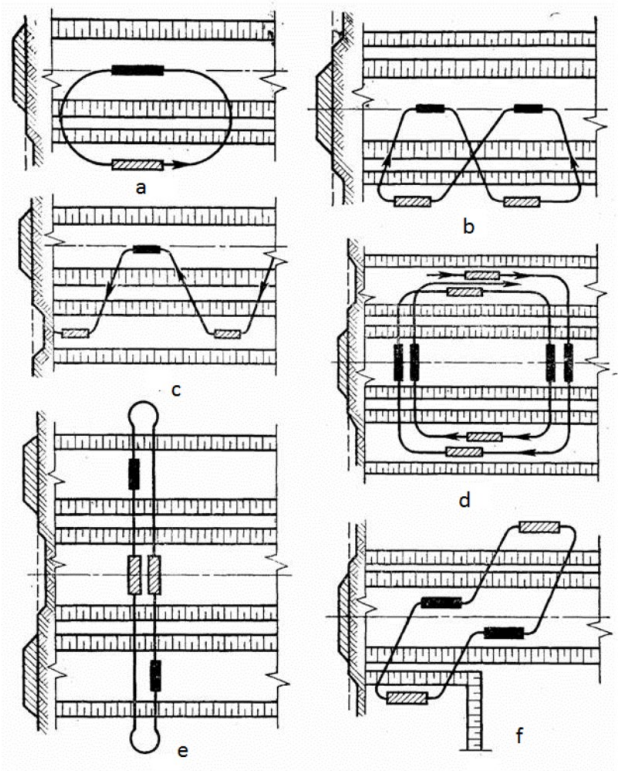
تعبئة الوعاء يجب أن تتم على مسار مستقيم أو على مسار لا يقل نصف قطر دورانه عن 50 م، وهذا له علاقة بأبعاد الكاشطة.

من أجل الوصول إلى أكبر إنتاجية وفعالية لعمل الكاشطات وبأقل كلفة ممكنة يجب أخذ الإجراءات التالية بعين الاعتبار:

- أثناء العمل في ظروف التربة القاسية، يجب ترطيب سطح التربة أولاً وخلخلته بواسطة الريبر أو أن تتم مساعدة الكاشطة في قص التربة عن طريق دفعها بواسطة آلية دفع ثقيلة pushing vehicle مثل البلدوزر.
- حيثما كان ممكناً يجب أن تتم عملية القطع من خلال عمل الآلية هبوطاً وذلك للاستفادة أكثر ما يمكن من ميزة وزن الآلية.
- جميع الطرقات يجب أن تكون ممهدة وذلك لكي تعمل الآليات بأقصى سرعة ممكنة.
- يجب التأكد من الحفاظ على ضغط الدواليب الموصى به وذلك لكي لا تتعرض الآلية أثناء الحركة إلى مقاومات إضافية.

ليس بالضرورة أن يقلل تحميل الكاشطة لأقصى حد ممكن من كلفة نقل التربة، بل على العكس، فقد بيَّنت التجارب أن ذلك قد يقلل من إنتاجية الكاشطة ويزيد كلفة نقلها وخاصة أن تحميل الكاشطة يتطلب تشغيل المحرك بأعلى قدرة ممكنة.

تنظيم عمل الكاشطات يتم وفق مسارات حركة محدّدة، اختيار أحد هذه المسارات يتعلق بأبعاد رقعة العمل وتوضع مناطق الردم بالنسبة لمناطق الحفر وايضاً بالفرق في المنسوب بين منطقتي الحفر والردم.



من الشكل (4-16) المبين أدناه نلاحظ أنه يوجد أشكال كثيرة لمسارات الكاشطة، ومنها **المسار على شكل قطع ناقص** أنظر الشكل (a،) وهو يُعتمد من أجل تنفيذ الردميات القليلة الارتفاع (أقل من 2 م) ومن أجل جبهة عمل يتراوح طولها بين 50- 150 م. من سلبيّات هذا المسار قيام الكاشطة بالدوران 180^0 مرتين في كل دورة، مما يقلل من إنتاجيتها. كما أن عمل الكاشطة وفق هذا المسار يتم دائماً باتجاه واحد، أي مع عقارب

الساعة أو بعكسها مما يؤدي إلى اهتراء غير متوازن لدواليب الكاشطة، لذلك يجب تغيير اتجاه حركة الكاشطة وفق هذا المسار بشكل دوري.

الشكل (4-16): مسارات عمل الكاشطات

عندما يتراوح طول جبهة العمل بين 150- 300 م عندئذ يمكن الانتقال إلى **المسار على شكل لا نهاية** (∞) أنظر الشكل (b،) ويتميّز عن المسار على شكل قطع ناقص بأنه يحتاج إلى دوران واحد في كل عملية كشط و ردم. أما إذا كان طول جبهة العمل أكبر من 300 م عندئذ يمكن اعتماد **المسار المتناوب** أنظر الشكل (c،) ومن مميزاته أنه يقلل زوايا دوران الآلية إلى الحد الأدنى.

كافة المسارات المذكورة أعلاه تكون مناسبة من أجل المشاريع الطولية والتي تكون فيها مناطق الحفر موازية لمناطق الردم وتحدّها من جهة واحدة أو من الجهتين.

في حال تنفيذ المشاريع التي تكون فيها مناطق الحفر متوضعة من الجهتين بالنسبة لمنطقة الردم وموازية لها، عندئذ يمكن اعتماد **المسار الحلزوني** أنظر الشكل (d) حيث يتم كشط التربة من جانبي الردمية باتجاه موازٍ لمحور الردمية ويتم الردم على مسار متعامد مع محور الردمية بشرط أن يسمح عرض الردمية بذلك. كما يمكن للردميات أن تكون موازية لمنطقة الحفر من الجهتين، عندئذ يجب أن نتعامل مع ذلك بشكل معاكس لما تم شرحه أعلاه.

كما يمكن اعتماد مسارات أخرى مبيّنة على الشكل () وذلك بما يتناسب مع أبعاد رقعة العمل.

4-4. آليات التسوية السطحية وهي الغريدرات بمختلف أشكالها. GRADERS

تعتبر الغريدرات آليات شبيهة بالبلدوزرات من حيث تجهيزها بترس إما في مقدمة الآلية أو في وسطها، حيث يكون معلقاً على هيكل الآلية في الوسط بين الدواليب الأمامية والخلفية، أنظر الشكل (). تستخدم الغريدرات من أجل التسوية الدقيقة والنهائية للسطوح الترابية الكبيرة التي تم كشطها أو ردمها وفق المناسيب المطلوبة.

هذه الآليات يمكن استخدامها فقط من أجل أعمال التسوية وذلك لأن قدرتها ضعيفة نسبياً، وهي بشكل عام لن تكون فعّالة في حال استخدامها في أعمال الحفر .

4-4-1. مجالات استخدام الغريدر:

- تمهيد السطوح وتسويتها وإعطاء المقطع الشكل المطلوب.
- مزج الأتربة ومواد البناء.

- صيانة الطرقات المؤقتة في موقع العمل.
- تنفيذ الميول الجانبية.

4-4-2. طريقة عمل الغريدر:

يعتمد عمل الغريدر على إعطاء الترس الوضعية الفراغية المناسبة من أجل تنفيذ المقطع المطلوب للسطح وفق المناسيب التصميمية، حيث يقوم الغريدر خلال سيره بجرف الطبقات السطحية للتربة بواسطة الترس وتوزيعها بشكل مستوٍ على كامل السطح.

بيّن الشكل () الأوضاع المختلفة التي يمكن أن يأخذها ترس الغريدر وهي تدل على المرونة الكبيرة التي يتمتع بها ترس هذه الية.

4-5. إنتاجية آليات الأعمال الترابية

4-5-1. إنتاجية المجارف الآلية

تتأثر إنتاجية المجارف الآلية بالعوامل التالية:

- نوع التربة
- زاوية دوران المجرفة الآلية من أجل التفريغ
- نوع آلية الحفر، وبنية سطل الآلية (أسنان أو شفرة لقص التربة)
- أبعاد الحفرية وشكلها

تحسب الإنتاجية الفعلية للمجارف الآلية من العلاقة:

$$Q=V.\ n.\ \eta 1.\ \eta 2 \quad \dots\ m^3/h$$

حيث:

Q- الإنتاجية العملية في الساعة (م3/سا)

V- حجم وعاء الحفر م3

$\eta 1$- عامل يتعلق بتغير حجم الأتربة بنتيجة الخلخلة.

$\eta 2$- عامل يتعلق بملء الوعاء.

n – عدد الأدوار بالساعة.

$$n = 3600/\psi.\sum ti = 3600/T$$

ψ– عامل يأخذ بعين الاعتبار تداخل الأزمنة، ويتعلق بمهارة السائق.

T– دور الحفر (بالثانية)

∑ti – مجموع الأزمنة الجزئية التي يتألف منها دور الحفر، ويساوي:

$$\sum ti = t_1+2.t_2+t_3$$

حيث:

t_1– زمن الحفر وتعبئة السطل، ثانية.

t_2 .2– زمن الدوران ذهاباً وإياباَ، ثانية.

t_3– زمن تفريغ السطل، ثانية.

وقد دلّت مراقبة عمل المجارف أنه من أجل ظروف عمل عادية فإن الأزمنة الجزئية تساوي نسبة من الدور T وهي:

$$t_1 = 0.3T \qquad 2.t_2 = 0.6T \qquad t_3 = 0.1T$$

في حال كانت ظروف العمل أو نوع التربة لا تسمحان بملء الوعاء خلال عملية جرف واحدة، فيمكن أن تقوم الآلية بإعادة الجرف مرة أخرى من أجل ملء الوعاء، فيصبح الدور في هذه الحالة :

$$T' = 2.t_1+2.t_2+t_3 = 1.3T$$

نلاحظ أن دور المجرفة بعد إعادة عملية الجرف تزيد مدته 30% وهذا طبيعي. لكي تكون عملية إعادة الجرف مجدية اقتصادياً فإن عامل ملء الوعاء يجب أن يزداد بنسبة ازدياد الدور نفسه، أي يجب أن تتحقق العلاقة التالية:

$$\frac{\eta'2}{\eta 2} > \frac{T'}{T} \quad ; \quad \eta'2 > \frac{T'}{T}.\eta 2$$

حيث:

$T^{\backslash}$ – الدور مع إعادة الجرف.

T – الدور دون إعادة الجرف.

$\eta/2$ – عامل تعبئة الوعاء مع إعادة الجرف.

$\eta 2$ – عامل تعبئة الوعاء دون إعادة الجرف.

وإذا لم تتحقق العلاقة، عندئذ يكون من غير المجدي إعادة عملية الجرف.
تحسب الإنتاجية الفعلية للمجارف الآلية من العلاقة:

$$Q=V.\ n.\ \eta 1.\ \eta 2 \quad \dots\ m^3/h$$

حيث:

Q– الإنتاجية العملية في الساعة (م3/سا)

V– حجم وعاء الحفر م3

$\eta 1$– عامل يتعلق بتغير حجم الأتربة بنتيجة الخلخلة.

$\eta 2$– عامل يتعلق بملء الوعاء.

n – عدد الأدوار بالساعة.

$$n = 3600/\psi.\sum ti = 3600/T$$

ψ– عامل يأخذ بعين الاعتبار تداخل الأزمنة، ويتعلق بمهارة السائق.

T– دور الحفر (بالثانية)

$\sum ti$ – مجموع الأزمنة الجزئية التي يتألف منها دور الحفر، ويساوي:

$$\sum ti = t_1+2.t_2+t_3$$

حيث:

t_1– زمن الحفر وتعبئة السطل، ثانية.

$2.\ t_2$– زمن الدوران ذهاباً وإياباً، ثانية.

t_3– زمن تفريغ السطل، ثانية.

وقد دلّت مراقبة عمل المجارف أنه من أجل ظروف عمل عادية فإن الأزمنة الجزئية تساوي نسبة من الدور T وهي:

$$t_1 = 0.3T \qquad 2.t_2 = 0.6T \qquad t_3 = 0.1T$$

في حال كانت ظروف العمل أو نوع التربة لا تسمحان بملء الوعاء خلال عملية جرف واحدة، فيمكن أن تقوم الآلية بإعادة الجرف مرة أخرى من أجل ملء الوعاء، فيصبح الدور في هذه الحالة :

$$T' = 2.t_1 + 2.t_2 + t_3 = 1.3T$$

نلاحظ أن دور المجرفة بعد إعادة عملية الجرف تزيد مدته 30% وهذا طبيعي. لكي تكون عملية إعادة الجرف مجدية اقتصادياً فإن عامل ملء الوعاء يجب أن يزداد بنسبة ازدياد الدور نفسه، أي يجب أن تتحقق العلاقة التالية:

$$\frac{\eta'2}{\eta 2} > \frac{T'}{T} \qquad ; \qquad \eta'2 > \frac{T'}{T}.\eta 2$$

حيث:

T' – الدور مع إعادة الجرف.

T – الدور دون إعادة الجرف.

$\eta'2$ – عامل تعبئة الوعاء مع إعادة الجرف.

$\eta 2$ – عامل تعبئة الوعاء دون إعادة الجرف.

وإذا لم تتحقق العلاقة، عندئذ يكون من غير المجدي إعادة عملية الجرف.

4-5-2. إنتاجية البلدوزرات

البلدوزر آلية ذات عمل دوري، وبالتالي من أجل حساب الإنتاجية يكون من الضروري معرفة دور الآلية، الذي يتعلق بنوع الآلية وبظروف العمل .

تقدر إنتاجية البلدوزر بكمية التربة التي يستطيع معالجتها خلال واحدة الزمن وتعطى بالعلاقة:

$$Q = (3600/T) .V. \eta1. \eta2. \eta3 \qquad m3/h$$

حيث:

Q– الإنتاجية العملية في الساعة (م3/سا)

V– سعة وعاء الحفر م3

η1 – عامل يتعلق بتغير حجم التربة بنتيجة الخلخلة.

η2 –عامل يتعلق بملء الترس.

η3 –عامل استغلال الزمن.

T– دور الآلية ويتألف من زمن ثابت وزمن متغير.

$$T = t_{const} + t_{var}$$

$$t_{const} = t_1 + t_2 + t_3$$

t_{const} – وهو مجموع الأزمنة اللازمة لتغيير وضعية علبة السرعة وتغيير اتجاه الحركة ورفع أو تنزيل الترس ويقدر مجموع هذه الأزمنة ب 25 ثانية.

t_{var} – الزمن المتغيّر، وهو مجموع الأزمنة الجزئية اللازمة من أجل كشط التربة ونقلها إلى المكان المحدد والعودة إلى مكان الحفر، وتساوي:

$$t_{var} = L_1/v_1 + L_2/v_2 + (L_1 + L_2)/v_3$$

L_1 – المسافة اللازمة لكشط التربة.

L_2 – المسافة اللازمة لنقل التربة إلى مكان الردم.

v_1- v_2 - v_3 - على التوالي، سرعة الكشط والنقل والعودة .

حجم كمية التربة المتجمعة أمام الترس تحسب من العلاقة:

$$V = (L.H^2.\mu)/2.tg\phi \qquad m3$$

L – طول الترس.

H– ارتفاع الترس .

ϕ– زاوية الميل الطبيعي للتربة

μ – عامل فقدان التربة خلال الجرف وهو يساوي:

1.00	من أجل مسافة جرف	L= 20 m
0.45	من أجل مسافة جرف	L= 50 m
0.20	من أجل مسافة جرف	L= 100 m

4-5-3. إنتاجية الكاشطات

$$Q = (60/T) .V. \eta_1 . \eta_2 . \eta_3 \quad m^3/h$$

Q– الإنتاجية العملية في الساعة (م3/سا)

V– سعة وعاء الحفر م3

η_1– عامل يتعلق بتغير حجم الأتربة بنتيجة الخلخلة.

η_2– عامل يتعلق بملء الترس.

η_3– عامل استغلال الزمن

T – دور عمل الآلية ويساوي: $T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$

حيث الأزمنة الجزئية هي على التوالي، زمن خلخلة التربة وتعبئة الوعاء وزمن نقل التربة وزمن تفريغ التربة وزمن العودة والمناورة.