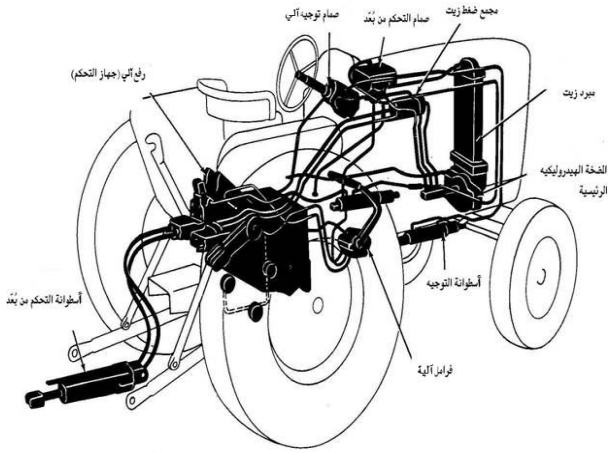
القسم: المكائن والآلات الزراعية
المرحلة: الرابعة
المحاضرة: 3

د. أحمد عبطان الجميلي ahmedabtan@tu.edu.iq

المادة: معدات ومنظومات هيدروليكية
الموضوع: استخدامات الهيدروليك
التاريخ: 2024-10-20

استخدامات علم الهيدروليك

- توظف القوى الهيدروليكية في آلاف الاستخدامات المختلفة سواء في المزرعة أو في المصنع.
- يمكن استخدام الهيدروليك في أعمال عديدة يؤديها محرك واحد.
- الجرار الزراعي (التراكتور)، شكل (١٧) يستخدم الهيدروليك في التوجيه والفرامل وأجهزة التحكم والتشغيل من بعد للآلات.
- تستخدم دائرة هيدروليكية واحدة لإمداد الطاقة لكل هذه الوظائف.
- فيما يلي سنناقش بعض الاستخدامات الرئيسة للهيدروليك.



شكل (١٧) جرار زراعي مع بعض الأنظمة الهيدروليكية

دوائر التوجيه الهيدروليكية:

- تستخدم في الآلات الحديثة ثلاثة أنواع من التوجيه:
  1. توجيه يدوي:
  2. توجيه قدرة:
     a. توجيه هيدروليكي بوصلة جر ميكانيكية
     b. توجيه هيدروستاتيك

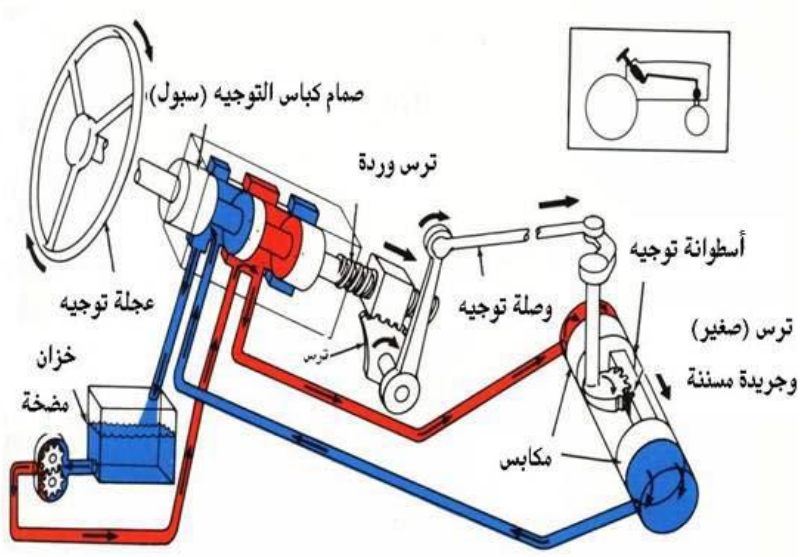
1. التوجيه اليدوي:

- تتصل عجلة التوجيه بالعجلات الدوارة مباشرة ويقوم السائق بكل أعمال التوجيه والقيادة وهنا نظام الهيدروليك غير مستخدم ولكن فقط جهد ميكانيكي.

2. توجيه القدرة:

- يتحقق توجيه القدرة الكامل حينما تكون القوة المطلوبة من السائق هي قوة توجيه عجلة القيادة فقط وذلك لفتح الصمامات. تستمد القدرة الهيدروليكية من مضخة تعطي قوة التوجيه على حسب إمكانية الدائرة.
- تقسم هذه الدوائر إلى مجموعتين:

3. توجيه هيدروليكي بوصلة جر ميكانيكية:



شكل (١٨) توجيه هيدروليكي (خلال الدوران جهة اليمين)

- شكل (١٨) يوضح توجيه هيدروليكي بوصلة جر ميكانيكية ونبينها هنا بدائرة هيدروليكية ذات مركز مفتوح، وعلى أي حال فإنها مهيأة بالتساوي بالدائرة ذات المركز المغلق.
- عند الدوران في اتجاه اليمين يدير السائق عجلة التوجيه في اتجاه اليمين كما هو مبين.
- بسبب وجود مقاومة لدوران عجلة التوجيه فإن العمود يرفع لأعلى في اتجاه الخروج من صامولة الترس الدودي وهذا يحرك (يزيح) صمام المكبس (spool) وعمود التوجيه لأعلى وبالتالي يوجه الزيت لأسطوانة في العجلات الأمامية.

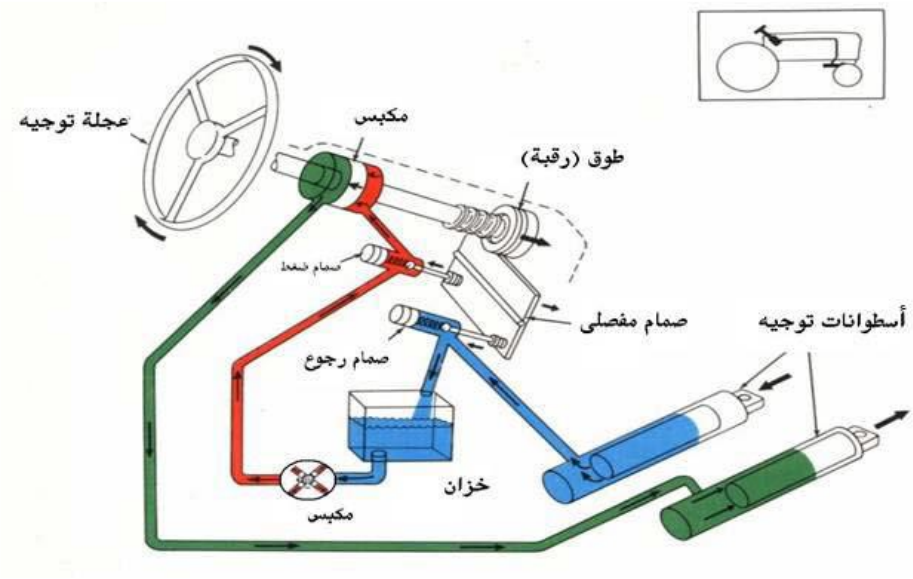
3

- هذه الأسطوانة تدير جهازاً عبارة عن جريدة مسننة وترس صغير الذي يدير العجلات الأمامية ويعود الزيت من الجهة الأخرى لأسطوانة التوجيه خلال صمام المكبس spool إلى الخزان كما هو مبين في الشكل (١٨).
- وطالما ظلت عجلة التوجيه تدور فسوف يستمر الزيت في تحريك العجلات. وبمجرد توقف عجلة التوجيه عن الحركة فإن الضغط الهيدروليكي سوف يحرك الإطارات قليلا إلى جهة اليمين محركا وصلة توجيه للإمام وساحبا الصمام للخلف لوضع التعادل.

4. التوجيه الهيدروستاتيكي:

- تماثل أسس تشغيل التوجيه الهيدروستاتيكى ما سبق شرحه فيما عدا وجود وصلة جر هيدروليكية بدلا من الميكانيكية على ذلك ليس للتوجيه الهيدروستاتيكي وصلة ميكانيكية بين صمام التوجيه وأسطوانات التوجيه.
- شكل (١٩) يبين دائرة توجيه هيدروستاتيكية تستخدم مع دائرة هيدروليكية ذات مركز مغلق للدوران جهة اليمين.
- عندما يدير السائق عجلة التوجيه ناحية اليمين فإن عمود التوجيه الذي يكون متصلاً بمسنن خلال مكبس صمام التوجيه يحاول أن يسحب هذا المكبس لأعلى ولأن الزيت يكون محجوزاً في الدائرة في هذا الوقت فإن العمود بدلاً من ذلك يحرك الطوق (الجلبة) لأسفل ويدير ذراع الارتكاز ويفتح صمام الضغط والرجوع.
- عندما تفتح هذه الصمامات يدخل الزيت المضغوط إلى أسطوانة صمام التوجيه ويدفع الكباس الأعلى وهذا يدفع الزيت خارج أسطوانة الصمام ثم إلى الجانب الأيمن من أسطوانة التوجيه ويدير العجلات الأمامية إلى اليمين.
- أثناء دوران العجلات الأمامية يندفع الزيت خارجا من الجانب الأيسر من أسطوانة التوجيه ويرجع خلال صمام الرجوع المفتوح إلى الخزان أو المضخة.

- عند توقف السائق عن إدارة عجلة التوجيه بواسطة أسطوانة صمام التوجيه يتحرك عمود التوجيه إلى أعلى ساحبا الطوق (الجلبة) لأعلى ويجعل ذراع الارتكاز مركزياً وهكذا تغلق الصمامات.
- وللدوران جهة اليسار تجرى عكس العمليات السابقة.



شكل (١٩) توجيه هيدروستاتيكي (الدوران جهة اليمين)

5

حماية نظام التوجيه الهيدروليكي من الانهيار :

- إذا فقد زيت نظام التوجيه الهيدروليكي ذو وصلة الجر الميكانيكية القدرة على أداء مهامه الوظيفية حينئذ تتولى الوصلة الصلبة (المصمتة) الأمر ويستمر السائق قادرا على توجيه الماكينة ميكانيكيا.
- نفس هذه الحماية موجودة أيضا في نظام التوجيه الهيدروستاتيكي.
- يتم ذلك بحجز الزيت في صمام التوجيه واستخدام مكبس صمام التوجيه كموتور
- عند الدوران جهة اليمين يسحب مكبس صمام التوجيه لأعلى دافعاً الزيت إلى أسطوانة التوجيه اليمنى.
- عند الدوران جهة اليسار يرفع مكبس صمام التوجيه الأسفل دافعاً الزيت إلى المكبس الأيسر.

الهيدروليك ونظم فرامل القدرة:

تستخدم في إدارة وإيقاف الآلات الزراعية والماكينات الصناعية ثلاث طرق رئيسة :

1. **فرامل يدوية**
2. **فرامل هيدروليكية**
3. **فرامل القدرة**

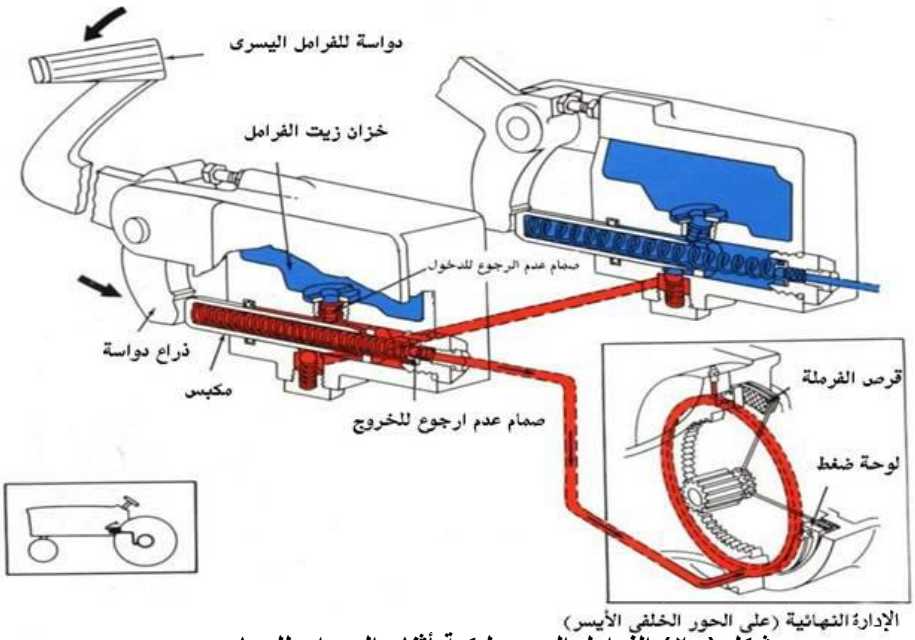
6

- **الفرملة اليدوية:** عندما يقوم السائق باستخدام الفرملة فإن وصلة ميكانيكية تجعل أقراص الفرملة الجافة، التي تأخذ شكل أقراص أو على شكل حدوة الحصان، فتضغط بدورها على العجلات الدوارة وتبطئها عن طريق الاحتكاك.
- **الفرامل الهيدروليكية:** عندما يقوم السائق باستخدام الفرملة فإنه يدفع عموداً من الزيت المحجوز الذي يضغط بدوره على أقراص الفرامل أو الحدوة فتبطئ العجلات الدوارة.
- **فرامل القدرة:** عندما تستخدم فرامل القدرة فإن قوة زيت تتولى الأمر وتقوم بإيقاف العجلات. يستخدم في بعض الماكينات نوعان من الفرامل وعلى سبيل المثال فإن فرامل القدرة المستخدمة للإيقاف تكون معززة (مساندة) بفرامل يدوية للإيقاف اللحظي. كلا النوعين من الفرامل يقوم بنفس آلية تشغيل الفرامل.
- توضع الفرامل في معظم التراكتورات في العجل الخلفي للدوران يضغط السائق لأسفل على دواسة العجلة اليمني أو اليسرى حسب اتجاه الدوران للتوقف تماما فإنه يضغط على الدواستين في نفس الوقت في المعدات ذات الدفع الرباعي من المعتاد استخدام نظام آلي واحد فقط للتحكم في عملية النقل ككل.

تشغيل الفرامل الهيدروليكية وفرامل القدرة

7

الفرامل الهيدروليكية:
الشكل (٢٠) يبين الفرامل الهيدروليكية خلال دوران التراكتور جهة اليسار للدوران الحاد جهة اليسار يضغط السائق على دواسة الفرامل اليسرى وهذا سوف يدير ذراع الدواسة ضد مكبس الفرامل ويحركه للخلف. يقوم المكبس بغلق صمام أمان الدخول من الخزان حاجزا الزيت داخل الأسطوانة. كلما تحرك المكبس أكثر فإنه يدفع الزيت المحجوز إلى خارج الأسطوانة مسببا فتح صمام أمان الخروج.



شكل (٢٠) الفرامل الهيدروليكية أثناء الدوران لليسار

8

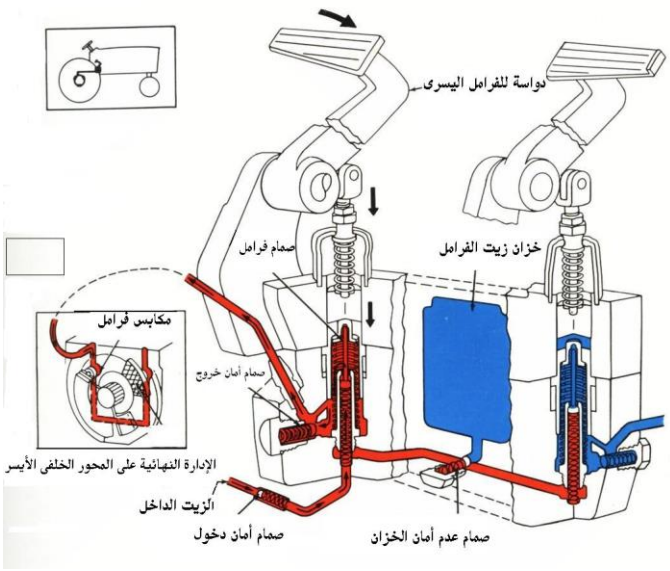
- يندفع الزيت خلال ماسورة إلى محور الإدارة النهائية (محور العجلات الخلفية حيث يشكل قوة ضد لوح ضغط فرامل الجهة ليسري وهذا بدوره يضغط على دسك الفرامل الدوار ضد لوح جانبي ثابت مسببا فرملة محور العجل الخلفي الأيسر.
- وعندما تتحرر دواسة الفرامل ستخف القوة ضد دسك الفرامل. يرجع الزيت من وحدة محور العجلات دافعا المكبس إلى الأمام ثانية مما يسبب تفريغاً في الأسطوانة (ضغط سلبي) ويسمح الصمام عدم رجوع الخزان بالفتح ثانية. يدخل الزيت إلى الأسطوانة مرة أخرى ليكون جاهزا للفرملة القادمة.
- عندما يتم ضغط كل من دواستي الفرامل اليمنى واليسرى معا، يرسل الزيت من صمامي الفرامل إلى كل من نصفي عمود الإدارة النهائية لضمان تساوي ضغط الزيت في كلا الجانبين فإن الصمامات تحت كل مكبس فرامل تفتح موصلة أسطوانتي الفرامل معاً. إذا توقف التراكتور أو حدث عطل في إمداد الزيت حينئذ تستخدم الفرامل الزيت الموجود في خزانات الفرامل. من المعتاد أن يتم إرسال الزيت إلى خزانات الفرامل طبقا لما تحتاج من زيت الدائرة الهيدروليكية للتراكتور.

فرامل القدرة

- فرامل القدرة تعني أن القوة الهيدروليكية تتحكم تماما في فرامل المعدة. بمجرد أن يقوم السائق بالضغط على دواسة الفرامل لتشغيل الصمامات.
- شكل (٢١) يوضح فرامل كاملة القدرة في تراكتور حديث على عجلات كاوتش بدائرة هيدروليكية ذات مركز مقفول.

9

- الشكل يوضح دوران التراكتور جهة اليسار للدوران الحاد جهة اليسار يقوم السائق بضغط دواسة الفرامل اليسرى مما يؤدي إلى ضغط وصلة الذراع على صمام الفرملة لأسفل فتفتحه ويندفع عندئذ الزيت الداخل تحت ضغط خلال الصمام المفتوح ويفتح بذلك صمام أمان الخروج، ويسري الزيت للإدارة النهائية على محور العجلات الخلفي الأيسر (انظر الصورة الملحقة بالشكل ٢١) .
- حينئذ يقوم الزيت بالضغط على مكابس الفرامل وألواح الضغط ليضغط على دسك الفرامل الدوار ضد طبق ثابت وهكذا يتوقف محور العجلات الأيسر والعجلة. عندما تتحرر دواسة الفرامل يغلق صمام الفرامل ثانية بواسطة سوستة ويغلق على الزيت الداخل وهذا يصرف الضغط على قرص الفرامل على محور العجلات وتتوقف الفرملة بينما بعض الزيت للخلف إلى منطقة صمام الفرامل ويفرغ هذا الزيت في خزان الفرامل بعد الذهاب إلى ما وراء الصمام وخلال كباس (سبول) الصمام.



شكل (٢١) الفرامل الآلية خلال الدوران لليسار

10

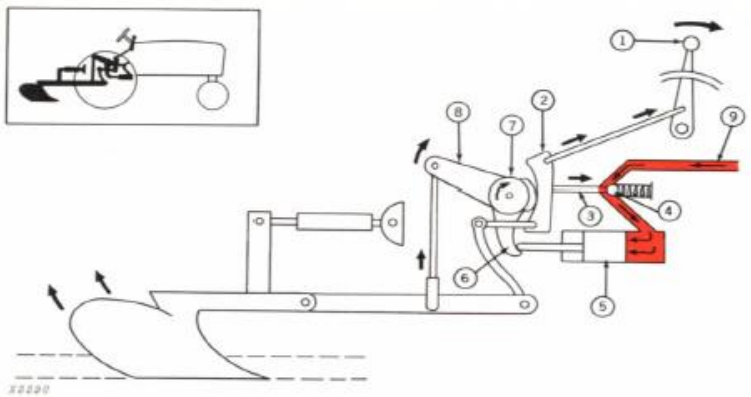
- عندما يتم الضغط على كل من دواستي الفرامل معا فإن الزيت سوف يرسل بواسطة كل من صمامي الفرامل إلى كل من نصفي عمود الإدارة النهائية لضمان فرملة متساوية فإن صمامات التعادل (غير مبينة سوف تفتح موصلة كل من صمامي الفرامل ببعضهما.

الحماية ضد انهيار فرامل القدرة:

- لو توقف التراكتور أو انهار نظام إمداد الزيت فيمكن استخدام الزيت الموجود في خزانات الفرامل. في البداية تكون فرامل " قدرة " ثم تصبح فرامل " هيدروليكي " باستخدام الزيت المحجوز لفرملة التراكتور.
- في حالة انهيار فرامل الماكينات الكبيرة يستخدم مجمعاً للزيت المضغوط (مركم) للتعزيز والتقوية.
- يحتفظ مجمع الزيت (مركم) بشحنات كافية من الزيت المضغوط كاحتياطي الفرامل عديدة وعندما تستنفذ قدرة الخزان يمكن إجراء الفرامل باستخدام الزيت المحجوز بالدائرة.

الإحساس بالحمل الهيدروليكي للأجهزة الملحقة خلف التراكتور:

- خلف التراكتور يتم تركيب معدات زراعية مثل المحراث لشق التربة أو الأصابع لتكسير الصخور. يتم التحكم في هذه المعدات هيدروليكيا باستخدام وسيلتين :
  1. **ذراع التحكم**.
  2. **الإحساس الأوتوماتيكي بالحمل.**
- من الواضح أن المحراث الموضح بشكل (٢٢) يتعرض لعملية سحب شديدة ومطلوب رفعه أيضا. فيما يلي سوف نشرح ماذا يحدث عندما يرفع هذا المحراث أولا عند استخدام ذراع التحكم ثم بواسطة جهاز الإحساس بالحمل الأوتوماتيكي.



شكل (٢٢) رفع المحراث باستخدام حساس الحمل الآلي

1. أخدود المحراث	2. وصلة جر (سحب)	3. عمود الإحساس بالحمل
4. أسطوانة	5. ذراع العمود	6. العمود الهزاز
7. تابع الكامة (الحدبة)	8. ذراع تشغيل	9. كرة (بلية) الصمام
10. ذراع الرفع	11. زيت من المضخة	12. ذراع التحكم في الحمل

- رفع المحراث باستخدام ذراع التحكم في شكل (٢٢) يضرب المحراث أرضاً وعرة ثم يريد السائق رفع كتلة المحراث من الأرض ببساطة.
- لذلك يقوم بدفع ذراع التحكم رقم 1 للإمام وهذا يحرك تابع الكامة (الحدبة) المفصلي للإمام ثم يضغطها أمام الذراع ٢ التي تفتح صمام ٤ ويسمح الآن للزيت المضغوط بالدخول للأسطوانة دافعا المكبس 5 للخلف ويندفع المكبس ٥ ضد ذراع العمود ٦ مسببا دوران العمود الهزاز (المتأرجح) ويرفع الذراع 8 لأعلى وتكون ذراع الرفع متصلة بسلاح الحفار وهكذا يرتفع المحراث قليلا ليمر خلال الأرض الوعرة.

12

- يتوقف المحراث عن الارتفاع عندما يغلق الصمام ٤ مرة ثانية حاجزا الزيت داخل الأسطوانة.
- يحدث هذا عندما يعمل تابع الكامة ٢ على كامة منحدرة للذراع الهزاز ٧ ويكون راجعا للخلف ويحرر العمود ٢ ويغلق الصمام عند ذلك.

- **رفع المحراث باستخدام الجهاز الأوتوماتيكي بالحمل يرفع المحراث**

- في شكل (٢٢) يضرب سلاح المحراث 1 أرضاً وعرة ويسحب عمود التحكم في الحمل ٢ في اتجاه الخلف بوصلات جر .. نتيجة لذلك فإن ذراع التحكم في الحمل ١٢ يكون مرتكزا ضد تابع
- الكامة ٤ ويدفع تابع الكامة الذراع ٥ الذي يفتح الصمام ٦ ويسمح للزيت المضغوط بالدخول في الأسطوانة 7 ويندفع كباس الأسطوانة ضد الذراع 8 ويسبب دوران العمود المتأرجح 9 ويرفع الذراع لأعلى. يتصل ذراع الرفع بالمحراث وهكذا يرفع المحراث قليلا ليساعد على المرور خلال الأرض الوعرة.

- بمساعدة الإحساس الأوتوماتيكي بالحمل سوف يخفض المحراث من نفسه مرة ثانية عندما تمر أو تنتهي الأرض الوعرة. ويحدث هذا عندما يكون الإجهاد على عمود التحكم في الحمل قد أزيل جزئيا وينثني للأمام وينسحب للخلف في الوصلة ليشغل صمامات أخرى غير مبينة) التي تحرر بعض الزيت من الأسطوانة وهذا يجعل أذرع الرفع ١٠ تستقر مخفضة وضع المحراث مرة أخرى.

13

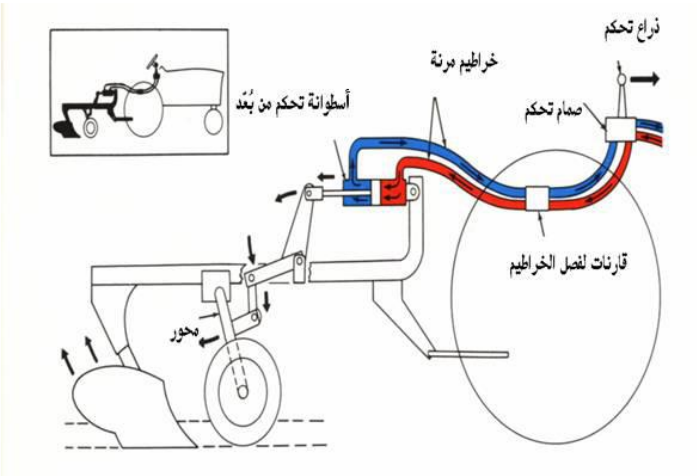
- يضبط العمق المنتظم للمحراث من ذراع التحكم ويبقي المحراث عند هذا العمق إذا لم تعط إشارة من جهاز الإحساس الأوتوماتيكي بالحمل. فيما سبق تم وصف جهاز الإحساس بالحمل الكامل أو التحكم في الحمل. هناك اختياران متاحان عادة إذا أراد السائق أن يغلق الإشارات من وصلة الإحساس بالحمل وذلك بمنع تابع الكامة ٤ من الحركة وجعله عند وضعه الأدنى واستخدام ذراع (ليس مبيناً) ويسمى هذا تحكم عمق. وبما أن المحراث الآن يبقى على عمق مضبوط مسبقا بذراع التحكم. الاختيار الآخر يسمح للسائق أن يثبت جزئيا تابع الكامة باستخدام ذراع ويسمى هذا تحكم حمل وعمق وذلك لأن إشارات الحمل تكون الآن معدلة بواسطة وضع العمق.
- بعض الروافع (الأوناش) مصممة بالتشغيل الثنائي وتستخدم عادة أسطوانتين هيدروليكيتين، أسطوانة وصمام للتحكم في الأجهزة المركبة بالخلف والأسطوانة الأخرى لتشغيل العدد المركبة بالمقدمة أو ما يتصل بها وعلى أي حال فإن الأسطوانتين يمكن أن تعملا على التوازي بفتح الصمامات التي توصلهما بنفس مصدر الزيت المضغوط.
- ويستخدم كذلك ذراعي تحكم لكل وظيفة لكن عادة وظيفة واحدة الوظيفة الخلفية لها جهاز إحساس أوتوماتيكي بالحمل.

التحكم عن بعد في المعدات

- يمكن أن تقوم آلات الحرث بتشغيل معدات ليست مركبة عليها ولكن مسحوبة أو مدفوعة للتحكم في هذه المعدات هيدروليكيا ولذلك فإنه يكون مطلوبا مشغل عن بعد مثل أسطوانة أو موتور منفصلا عن آلة الحرث ولكن متصلا بخراطيم مرنة قابلة للانثناء) .
- دعنا نأخذ حالة المحراث مرة ثانية وهذه المرة يكون هذا الشيء مسحوبا خلف الجرار.

14

- شكل (٢٤) يعمل المحراث بطريقة شديدة ويريد، المشغل أن يرفعه ويحدث الآتي :-
- يحرك المشغل يد التحكم للأمام كما هو مبين مما يؤدي إلى تشغيل صمام التحكم الذي يرسل الزيت المضغوط إلى أمام الأسطوانة البعيدة.
- وبينما يدفع هذا الزيت الكباس للخلف فإن ذراع الأسطوانة يمتد ويدفع الزيت من الجهة الأخرى للكباس للرجوع خلال صمام الخزان وبينما تمتد ذراع الأسطوانة فإنه يدير وصلة في اتجاه محور المحراث مسببا دوران المحور المنحني للخلف وهكذا يرفع المحراث.
- الأسطوانة البعيدة يكون لها مئات من الاستخدامات في الآلات الحديثة (انظر فصل ٤ للتفاصيل عن كل أنواع الأسطوانات الهيدروليكية (يكون الموتور الهيدروليكي عبارة عن استخدام آخر للأسطوانات عن بعد (انظر الوحدة الخامسة ويمكن تركيب موتور رافعة حبيبات متنقلة فعلا ويحول الموتور قدرة المائع إلى حركة دورانية وبالتالي يدير ميكانيزم (آلية) الرفع.



شكل (٢٤) رفع المحراث باستخدام التحكم من بعد الهيدروليكي

15