جمهورية العراق

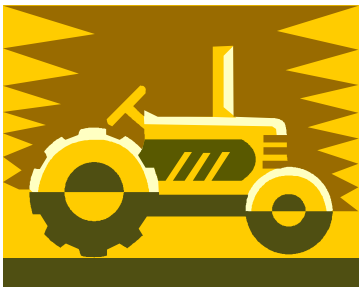
وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

العلوم الصناعية

المكننة الزراعية

الأول



جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

العلوم الصناعية

الصناعي/المكننة الزراعية

الأول

تأليف

د . سعد عباس خضر

حيـدر موسـى الشكري

د . نصير سلمان كاظم

وليد أحمد مجيد الجراح

عبد الحميد علي عبد الرحمن

الطبعة الثانية

1443 هـ - 2021 م

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

توافقا مع النهضة الصناعية التي تشهدها كافة البلدان وبضمنها بلدنا العزيز وبهدف إعداد القوى العاملة الفنية المدربة مهنيا وعلميا، لتساهم في تطوير ورفد سوق العمل الذي يصب بدوره بإعادة البنية التحتية للعراق، وبتوجيه من المديرية العامة للتعليم المهني وتنفيذاً للنهج الذي وضعته لتحديث مناهج التعليم المهني بما يواكب التطور الحاصل في علوم المكننة والآلات الزراعية، قمنا بعون من الله تعالى بإعداد هذا الكتاب الذي تضمن الأساسيات العلمية والعملية التي يحتاجها الطالب في هذا التخصص المهم في الفرع الصناعي، وقد إشمل الكتاب خمسة فصول، الفصل الأول تضمن مبادئ العمليات الميكانيكية التي تعد مبادئ أساسية في التعامل مع العلوم الميكانيكية، الفصل الثاني تناول الوسائل المستعملة في نقل الحركة الميكانيكية مع التطرق للقوانين العامة في هذا المجال مع الأمثلة الحسابية على تلك القوانين، في حين أصبح الفصل الثالث المدخل للمكننة والآلات والمعدات المستعملة في مجال الزراعة الحديثة، الملحقة بالساحبة الزراعية أو التي تدار ذاتيا، واختص الفصل الرابع بماكينة مهمة جدا وهي الساحبة الزراعية، أما الفصل الخامس فقد عرض أجهزة نقل الحركة في الساحبة الزراعية وطريقة عملها.

ولغرض الوصول لأفضل النتائج نترك لزملائنا المدرسين من ذوي الاختصاص رفدنا بملاحظاتهم وتصويباتهم خدمة للمسيرة التعليمية، آملين أن نكون قد وفقنا في تقديم ما يخدم ويعزز التوجه لدى أبنائنا الطلبة وإكسابهم المهارات الضرورية في مسيرتهم العلمية والمهنية.

ومن الله التوفيق.

المؤلفون 1443 هـ / 2021 م

المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	مقدمة	3
	المحتويات	4
الفصل الأول	القياس ومبادئ العمليات الصناعية	5
1-1	تمهيد	6
2-1	وحدات القياس	6
3-1	طرائق القياس	11
4-1	قدمة القياس ذات الورنية	14
5-1	الميكروميتر	17
6-1	ادوات قياس الزوايا	19
7-1	أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة	20
8-1	الطاقة والقوة	23
9-1	العمليات الصناعية في محطات العمل	28
10-1	اسئلة الفصل الاول	41
الفصل الثاني	نقل القدرة والحركة	43
1-2	تمهيد	44
2-2	وسائل نقل الحركة الدورانية	44
	نسبة نقل الحركة	66
3-2	اسئلة الفصل الثاني	73
الفصل الثالث	مدخل الى الماكينات والآلات الزراعية	75
1-3	تمهيد	76
2-3	موجز تاريخي عن تطور استعمال الماكينات والآلات الزراعية	76
3-3	تصنيف الماكينات والآلات الزراعية بحسب نوع العمليات الزراعية	83
4-3	ماكينات الانتاج الحيواني	109
5-3	اسئلة الفصل الثالث	114
الفصل الرابع	الساحبات الزراعية	115
1-4	تمهيد	116
2-4	انواع الساحبات الزراعية	116
3-4	مكونات الساحبات الزراعية	120
4-4	المحرك	124
4-4	اسئلة الفصل الرابع	155
الفصل الخامس	اجهزة نقل القدرة والحركة في الساحبة الزراعية	157
1-5	تمهيد	158
2-5	القابض (الفاصل)	158
3-5	صندوق السرعات	167
4-5	الجهاز التفاضلي (الفرقي)	171
5-5	جهاز النقل النهائي	175
6-5	العجلات والاطارات	176
7-5	الموقفات (المكابح)	185
8-5	اسئلة الفصل الخامس	192

الفصل الأول

مبادئ العمليات الميكانيكية

Principles of the Mechanical Operations

 # أهداف الفصل الأول

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :-

١. يقدر أهمية القياسات في الحياة العملية.
٢. يعرف وحدات القياس .
٣. يعرف أدوات القياس الأساسية ومبدأ العمل فيها.
٤. يميز بين الكميات في النظام الدولي للقياس والكميات المركبة.
٥. يعرف القوة والطاقة.
٦. يحسب الشغل والقدرة الحصانية.
٧. يعرف العمليات الصناعية في محطات العمل.

١-١ تمهيد

لغرض انجاز أي من العمليات الصناعية أو الميكانيكية في ورش العمل لابد من معرفة الأسس النظرية التي تعتمد عليها كل عملية فضلا عن المبادئ الأساسية في فهم الطاقة والقدرة، إذ لا يمكن معرفة كفاءة أي ماكينة تنجز عملا ما إلاّ عن طريق مقدار قدرتها والكيفية التي تقاس بها تلك القدرة، وبالتالي معرفة القوانين التي تحكم أداءها مثل الشغل والطاقة، فضلا عن المعيار الذي اعتمد في قياس تلك الكميات، مما يستوجب حتماً معرفة وحدات القياس ومبدأ العمل بها وفق أنظمة متبعة عالمياً وكذلك طرائق القياس لكل أداة قياس وكما سيتبين لنا ضمن محتويات هذا الفصل.

١-٢ وحدات القياس

إن القياس في العلوم الفيزيائية، وفي علم ضمان الجودة والهندسة بأنه عملية مقارنة الكميات الفيزيائية التي توصف الأشياء أو الظواهر مع تلك التي اختيرت كوحدة للقياس، وقد استعمل الإنسان القياسات قديما كوسيلة عملية للتعرف على الظواهر الطبيعية المحيطة به في حياته اليومية، إذ اخترع أجهزة قياس الأطوال والمكاييل في الحضارات الإنسانية الأولى لتنظيم أسلوب حياته الاجتماعية والاقتصادية، فقد سمحت دقة قياسات الأبعاد في البناء فضلاً عن استعمال المكاييل الدقيقة في المعاملات التجارية بين مختلف الأمم.

إن التطور الصناعي والتكنولوجي الحالي يعتمد على الاستعمال الصحيح لمبادئ القياسات وديمومته مرتبطة بدقة عملية القياس وخلوها من الأخطاء، فنلاحظ أنواعاً كثيرة من القياسات أصبحت تنظم حياتنا ومرتبطة بأجهزة قياس مختلفة، كالساعة التي تنظم الوقت، أجهزة القياس في وسائل النقل، مقاييس درجة الحرارة وسرعة الرياح واتجاهها، الموازيين و المكاييل في المعاملات التجارية كافة، وغيرها.

١-٢-١ علم القياس Metrology

عرف علم القياس وفقاً للقاموس الدولي للقياسات ١٩٩٣ م بأنه؛ علم إجراء عملية القياس مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة عليها، ولعلم القياسات ثلاثة عناصر أساسية هي :-

١. عملية القياس Operation of Measurement .
٢. نظام وحدات القياس الدولي International System of Units - SI .
٣. مرجعية عملية القياس Traceability .

١-٢-٢ المصطلحات الأساسية في القياس

١- القياس Measurement : عملية تحديد عدد مرات احتواء كمية فيزيائية غير معروفة على كمية أخرى معروفة من النوع نفسه باستعمال أداة قياس معينة، أو تحديد كمية فيزيائية كالطول أو الزمن أو الكتلة أو درجة الحرارة أو الزاوية أو شدة التيار...الخ، باستعمال جهاز معين لغرض المقارنة بين البعد المقاس مع وحدة قياس معلومة تظهر في جهاز القياس.

٢- أجهزة القياس Measurement Instruments : الأدوات والمعدات التي تستعمل في عملية القياس المباشرة أو غير المباشرة للحصول على الكمية المقاسة بوحدات القياس المتعارف عليها ضمن أنظمة الوحدات العالمية، وتكتب نتيجة القياس على شكل رقم يتبعه الوحدة.

٣- المعايرة Calibration : التحقق من وقوع مقدار كمي لصفة فيزيائية ما ضمن حدين مفترضين وعدم تجاوزه لأحدهما بالزيادة أو بالنقصان، وأن يكون ضمن الخطأ المسموح به.

٤- أجهزة المعايرة Calibrating Instruments : أدوات ومعدات قياس عالية الدقة، مضبوطة على وفق نظم القياس لكي تختبر عليها أجهزة القياس للوقوف على مدى صلاحيتها ودقتها ثم القيام بضبطها.

تحتوي نتيجة عملية القياس على ثلاثة معلومات أساسية، هي :

أ) القيمة العددية التي عن طريقها يحدد وصف للبعد أو الخاصية المقاسة.
ب) وحدة قياس مناسبة متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولي.
ج) نسبة خطأ معينة، إذ أن كل عملية قياس إلاّ وفيها نسبة أخطاء معينة تعود لأسباب متعلقة بالجهاز أو مستعمل الجهاز وطريقة وظروف استعماله.

١-٢-٣ نظم وحدات القياس System of Units

لقد استعمل الإنسان منذ فجر التاريخ القياسات لتحديد و معرفة العوامل الفيزيائية المتواجدة في محيطه. ولتحديد ذلك كان توجهه إلى استعمال وحدات قياس طبيعية مستقاة من محيطه المعهود، فقد استعمل الذراع والقدم لتحديد الأبعاد والأطوال كما استعمل وحدة الزمن المتمثلة في الليلة واليوم لتحديد المسافات البعيدة. كانت هذه المعايير ووحدات القياس كافية في العصور الأولى من التاريخ البشري رغم تنوعها و اختلافها من مكان إلى آخر. ومع التقدم الصناعي الذي واكب الثورة الصناعية مع مطلع القرن الثامن عشر الميلادي أصبحت هذه المعايير ووحدات القياس لا تفي بالغرض، وقد دفعت ظروف الحرب العالمية الثانية إلى تطور صناعي مذهل كان أساسه تبادلية المنتجات الصناعية

مما أبرز الحاجة الماسة إلى توحيد نظم القياس على المستوى الدولي، فقد كان يتبع في نظم القياس نظامان رئيسان لوحدات القياس، هما النظام المتري (متر، كيلوغرام، ثانية) الذي كان يستعمل في فرنسا وبعض الدول، والنظام البريطاني (قدم، باوند، ثانية)، (Customary System USCS) المعتمد على الوحدات الانكليزية الذي يستعمل في دول الكومنولث والولايات المتحدة وغيرها. ولتحقيق تفاهم دولي أفضل في المجالات الصناعية اتفق على استعمال النظام الدولي ليوحد وحدات القياس على مستوى العالم، وقد سُّمي بنظام الوحدات العالمي (SI - International System of Units) وهو نظام وحدات القياس الأوسع انتشارا في العالم، إذ يستعمل في كل بلدان العالم باستثناء الولايات المتحدة الأمريكية.

يتكون النظام من سبع وحدات أساسية، ووحدتان إضافيتان (لقياس الزوايا)، الجدول (١-١)، لكل وحدة من الوحدات الأساسية معيار دولي معروف بدقة متناهية يستعمل لمقارنة المعايير الوطنية الموجودة في دول العالم، وفي العراق يعنى الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية بنظم القياسات كافة، والوحدات الأساسية هي :-

١) المتر : لقياس الطول ويرمز له بالحرف (m) "ويحدد المتر الطولي بالطول الموجي لإشعاع ذرة الكريبتون".
٢) الكيلوغرام : لقياس الكتلة ويرمز له بالحرف (kg).
٣) الثانية : لقياس الزمن ويرمز لها بالحرف (s) وتحدد بمدة إشعاع ذرة السيزيوم.
٤) الأمبير : لقياس شدة التيار الكهربائي ويرمز له بالحرف (A).
٥) الكلفن : لقياس درجة الحرارة ويرمز له بالحرف (K).
٦) المول : لقياس كمية المادة ويستعمل عادة في الكيمياء، ويرمز له اختصارا (mol) إذ يمثل عدد أفوجادرو (تقريبا ٦.٠٢٢١٤١٥×١٠^{٢٣}) من الجزيئات الأساسية، سواء كان الحديث يدور عن ذرات أو جزيئات لمركب ما.
٧) الشمعة : لقياس شدة الضوء ويرمز لها بالاختصار (Cd) وهي مقدار الإشعاع الناتج من ذرة البلاتين Pt المتجمدة.

١-٢-٤ الوحدات المشتقة Derived Units

يمكن استنباط وحدات عملية أخرى من الوحدات الأساسية، تسمى بالوحدات المشتقة، الجدول (١-٢)، تشتق هذه الوحدات عن طريق القوانين الفيزيائية التي تحكم الكمية المقاسة.

الجدول ١-١ : الوحدات الأساسية لنظام الوحدات العالمي.

الرمز		الوحدة	الكمية المقاسة Measured Quantity
m	م	Meter المتر	Length الطول أو البعد
kg	كلغم	Kilogram الكيلوغرام	Mass الكتلة
s	ثا	Second الثانية	Time الزمن
K	كلفن	Kelvin الكلفن	Temperature درجة الحرارة
A	مب	Ampere الأمبير	Electrical Current التيار الكهربائي
mol	مول	Mole ألمول	Quantity of matter كمية المادة
Cd	شمعة	Candela الشمعة	Luminosity شدة الاستضاءة
rd		Radian الراديان	Plane angle الزاوية المسطحة
sr		Steradian الستراديان	Solid Angle الزاوية المجسمة

الجدول ١-٢ : الوحدات المشتقة.

الرمز	الوحدة المشتقة من القانون الفيزيائي	الكمية المقاسة
m^2	الطول x الطول	Area المساحة
m^3	الطول x الطول x الطول	Volume الحجم
m/s	الطول / الزمن	Speed السرعة الخطية
$1/s$(Hz)	١/ الزمن (هرتز)	Frequency الذبذبة
kg/m^3	الكتلة / الحجم	Density الكثافة
m/s^2	السرعة / الزمن	Acceleration التسارع
$Kg.m/s^2$(N)	الكتلة x التسارع (نيوتن)	Force القوة
N.m(J)	قوة xمسافة (جول)	Energy الطاقة
J/s(W)	الطاقة/الزمن(واط)	Power القدرة
N/m^2(Pa)	قوة/مساحة (باسكال)	Stress الإجهاد
m^3/s	الحجم / الزمن	Flow Rate التدفق

١-٢-٥ مضاعفات وأجزاء الوحدات الأساسية

تستعمل عند كتابة مضاعفات الوحدات قوى العشرة لتحديدها، إذ يمكن استبدال كل رقم من مضاعفات العشرة بالرمز المكافئ له، كما في المثال الآتي:-

$$1\ cm = 1/100\ m = 10^{-2}\ m$$

$$1\ mm = 1/1000\ m = 10^{-3}\ m$$

ويبين الجدول (١-٣) قيم المعاملات وأسمائها والرموز الدالة عليها.

الجدول ٢-٣ : معاملات الضرب للوحدات الأساسية.

اسـم المعامل	الرمز	معامل الضرب	اسـم المعامل	الرمز	معامل الضرب
ديكا daka	*da*	١٠	deci ديسي	*d*	10^{-1}
هكتو hekto	*h*	10^{2}	centi سنتي	*c*	10^{-2}
كيلو kilo	*k*	10^{3}	milli ميلي	*m*	10^{-3}
ميجا mega	*M*	10^{6}	micro ميكرو	*μ*	10^{-6}
جيجا giga	G	10^{9}	nano نانو	*n*	10^{-9}
تيرا tera	*T*	10^{12}	Pico بيكو	*p*	10^{-12}
بيتا peta	P	10^{15}	femmto فيمتو	*f*	10^{-15}
اكسا exa	E	10^{18}	atto أتو	*a*	10^{-18}
زيتا zeta	Z	10^{21}	zepto زبتو	*z*	10^{-21}
يوفتا yofta	Y	10^{24}	yocto يوكتو	*y*	10^{-24}

كما يوجد في قياس الزوايا النظام الستيني الذي يتخذ الدرجة (°) كوحدة قياس وهي تساوي جزء من ٣٦٠ جزءاً من محيط الدائرة فضلاً عن أن الدرجة تتقسم إلى ٦٠ دقيقة (') وتنقسم كل دقيقة إلى ٦٠ ثانية ("). والعلاقة بين النظام الستيني والنظام الدائري (الذي يستعمل الرديان كوحدة قياس للزوايا) كالآتي :-

$$1\ ^\circ = \frac{2\pi}{360}\text{rad} = 0.01745329\ \text{rad}$$

١-٢-٦ نظام الوحدات الانكليزي The British System

بالموازاة مع نظام الوحدات العالمي، يوجد النظام الإنجليزي الذي ما زال مستعملاً بصورة أقل شمولية في القياسات،إذ تقاس الكميات الثلاث الأساسية في هذا النظام : الطول بالقدم، الكتلة بالباوند، والزمن بالثانية (Foot, Pound, Second)، كما يعتمد الفهرنهايت لقياس درجة الحرارة، ويتضمن وحدات قياس الطول الآتية: الميل، الياردة، القدم، والبوصة، وهي معرفة في الجدول (٢-٤).

الجدول ٢-٤ : وحدات قياس الأطوال في النظام الانكليزي وتحويلاتها إلى النظام العالمي.

الوحدة	الرمز و القيمة	تحويل للنظام الدولي SI
الميل miles	١ mile = ١٧٦٠ yard	١ mile = ١.٦٠٩ km
الياردة yard	١ yard = ٣ ft	١ yd = ٩١.٤٤ cm
القدم foot	١ ft = ١٢ in	١ ft = ٣٠.٤٨ cm
البوصة inch	In	١ in = ٢٥.٤٠ mm

ملاحظة : تبلغ مسافة السنة الضوئية 9.468×10^{15} m .

١-٣ طرائق القياس

تنجز عملية القياس بالطريقة المباشرة Direct Measurement، إذ تتم بمقارنة البعد المطلوب قياسه مباشرة مع جهاز القياس، أما الطريقة غير المباشرة Indirect Measurement، فتتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفراجيل لاستشعار البعد المراد قياسه ثم مقارنته مع جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية.

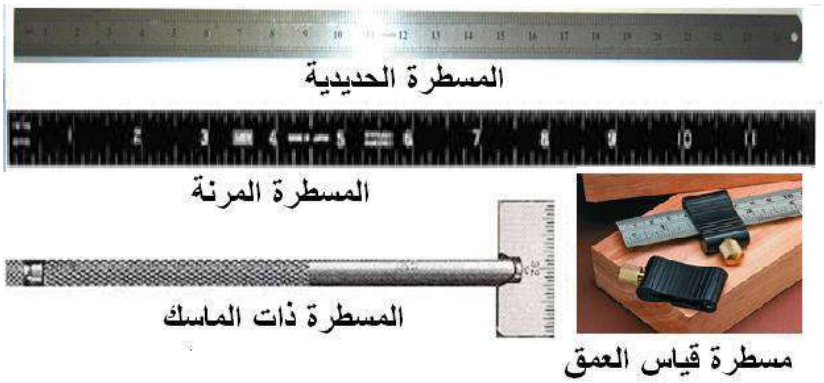
ويمكن تصنيف أدوات القياس بحسب طرائق استعمالها، كما يأتي:-

- أدوات القياس المباشر (مساطر القياس).
- الأدوات الناقلة للقياس (الفراجيل).
- أدوات وأجهزة قابلة للتبديل (قدمة القياس والميكروميتر).
- أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة - أدوات القيمة الثابتة - (المحددات والقوالب).

١-٣-١ أدوات القياس المباشر

أدوات لقياس الإبعاد الخطية، تتميز بسهولة استعمالها وتتصف بمستوى دقة منخفض يبلغ نحو نصف مليمتر، مثل المساطر الفولاذية وأشرطة القياس.

١) المساطر المدرجة Rules : أدوات قياس بسيطة لقياس الأطوال تقرأ القيمة المطلوب قياسها مباشرة من على التدريج الموجود عليها وتصنع من الفولاذ الصلد غير القابل للصدأ، وتبقى المسطرة الأداة البسيطة الأكثر استعمالاً في ورش التشغيل ومختبرات التدريب وفي متناول أيدي الفنيين رغم وجود الأجهزة الالكترونية ذات التقنية العالية في القياس، إذ تتوافر المساطر الفولاذية المرنة بأطوال مختلفة ويكون محفوراً عليها تدريج إما بالنظام المتري (بدقة ١ mm أو بدقة ٠.٥ mm) او بنظام البوصة (بدقة ١/٨ in أو بدقة ١/١٦ in)، الشكل (١-١).



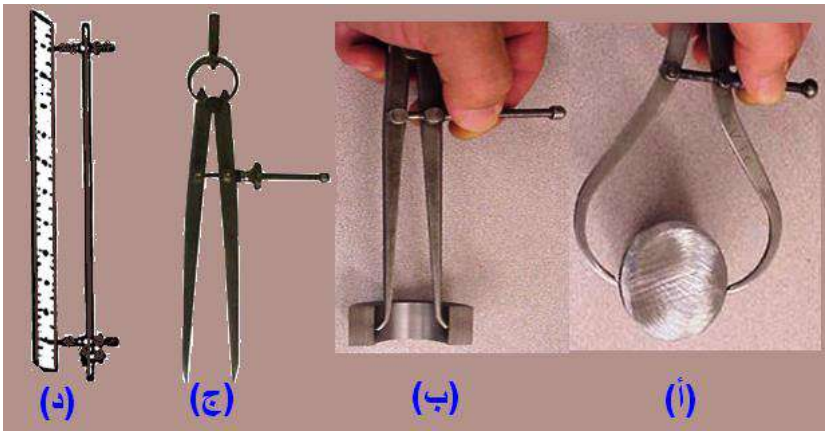
الشكل ١-١ : مساطر القياس.

٢) أشرطة القياس Measuring Tapes : تستعمل لقياس المسافات الكبيرة، الشكل (١-٢)، مثل المساطر المفصلية وأشرطة القياس النسيجية والمعدنية، التي تتيح لقياس أبعاد طويلة ويمكن طيها في حيز صغير.

الشكل ١-٢ : أشرطة القياس.

١-٣-٢ أدوات القياس الناقلة

أدوات مساعدة لإجراء عملية القياس للأبعاد بالطريقة غير المباشرة إذ تسمح بنقل قيمة البعد المقاس من المشغولة إلى جهاز القياس، (تجهز بعضها بمسمار ذو نابض للضبط)، تستعمل هذه الوسائل في الحالات التي يتعذر فيها وصول جهاز القياس إلى البعد المقاس، الشكل (١-٣)، وتكون على أنواع أهمها فرجال القياس الخارجي، فرجال القياس الداخلي، فرجال التقسيم (المقسم)، والفرجال ذو العمود.



الشكل ١-٣ : أدوات القياس الناقلة.

١-٣-٣ أداوت وأجهزة الفحص القابلة للتبديل

تعد هذه الأدوات الأكثر انتشاراً في الورش الميكانيكية لما تمتاز به من دقة عالية في القياس وسهولة في الاستعمال، وقد ظهرت منها حديثاً أجهزة أكثر تطوراً بإضافة مبينات رقمية أو ساعات ذات مؤشر، وأبرز أنواعها قدمة القياس ذات الورنية، وميكروميتر القياس على اختلاف أنواعهما، التي سيأتي ذكرها مفصلا.

١-٣-٤ أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة (الضبعات والمحددات)

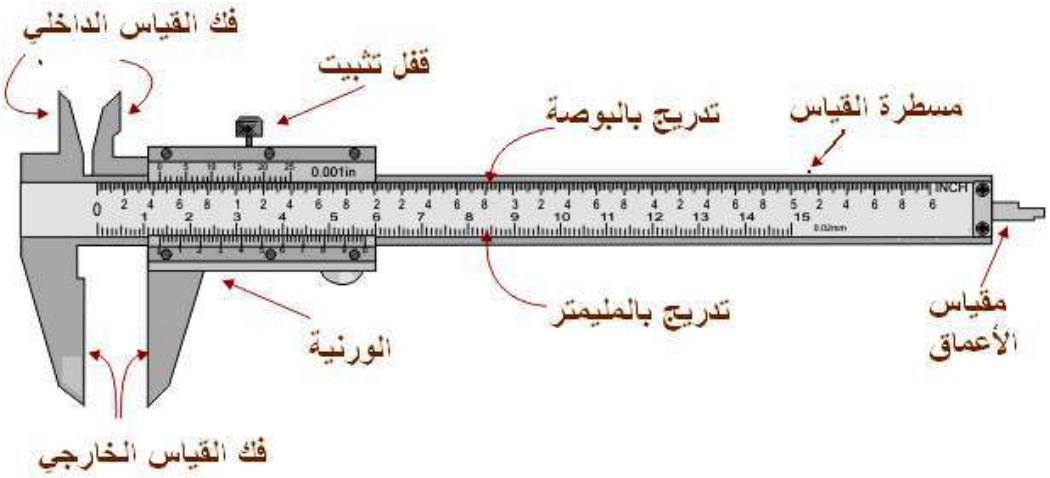
تتصف هذه الأدوات بأنها ذات قيم ثابتة، تستعمل لتحديد مدى التطابق بين مقدار البعد المشغل او الشكل المطلوب إنتاجه ومقدار القيمة القياسية، وبالتالي قبول أو رفض المشغولة بطريقة فحص دقيقة وسريعة، من تلك العُدد الضبعات وقوالب القياس والمساطر الشعرية فضلاً عن المعايير الحدية الثابتة والقابلة للتغيير والضبط، التي سترد لاحقا.

١-٤ قدمة القياس ذات الورنية Vernier Calliper

تعد القدمة ذات الورنية من بين أكثر الأدوات المستعملة في القياس في المجال المهني وورش التشغيل والإنتاج، لصغر حجمها وتعدد أشكالها وإمكانيات القياس المتعددة التي توفرها في قياس الأبعاد الخارجية والداخلية وفي قياس الأعماق، فضلاً عن الدقة العالية التي يمتلكها البعض منها.

توجد أشكال للقدمة ذات الورنية لكنها تشترك بعدد من الصفات منها؛ مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ وحجمها مناسب وسهل للاستعمال اليدوي مع إمكانية تثبيتها على القياس المطلوب وغالبا ما تجمع بين القياسين المتري والانكليزي وأجزائهما، ويمكن تصنيعها بأحجام مختلفة.

١) قدمة القياس المنزلقة ذات الورنية : وهي القدمة الاعتيادية (الشاملة) شائعة الاستعمال، الشكل (١-٤)، تستعمل في قياس الأقطار الخارجية والداخلية، إذ يوضع الفك الثابت على المشغولة، بينما تستعمل اليد الأخرى في تدوير صامولة الضبط للحصول على المقاس الصحيح .



الشكل ١-٤ : أجزاء قدمة ذات الورنية لقياس البعد الخارجي والداخلي.

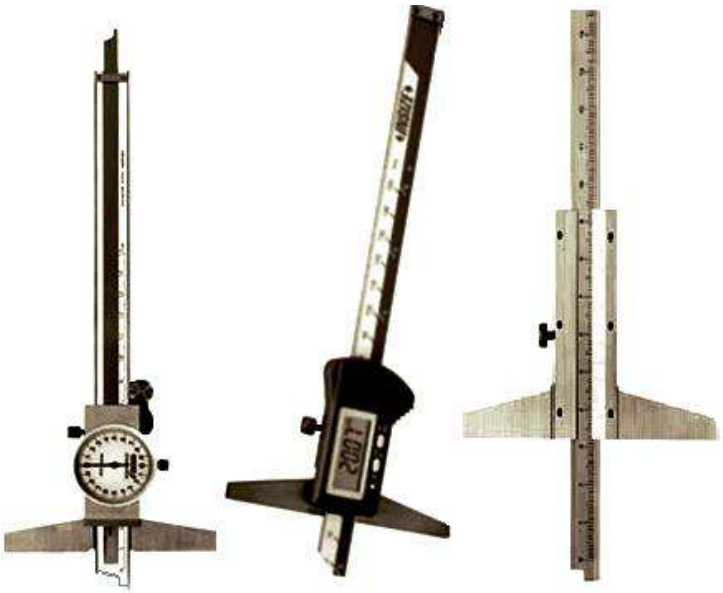
٢) القدمة الرقمية Digital Caliper : تستعمل القدمة الإلكترونية بالطريقة المذكورة نفسها للقدمة ذات الورنية، إلاّ أن قراءة نتيجة القياس تكون مباشرة من على الشاشة الإلكترونية، الشكل (١-٥).

الشكل ١-٥ : القدمة الرقمية.

٣) القدمة ذات الساعة Dial gauge Caliper : مشابهة لقدمة القياس ذات الورنية باختلاف الساعة البيانية، الشكل (٢-٦)، كما في ساعة الوقت تتكون من مؤشرين، يشير الصغير إلى قراءة السنتمترات، (التقسيم الدائري مقسم على عشرة أجزاء متساوية قيمة كل منها ١cm)، كما يشير المؤشر الكبير إلى قراءة المليمترات، (التقسيم الدائري مقسم على عشرة أجزاء متساوية قيمة كل منها ١mm)، كما يوجد تقسيم نقطي لتنصيف المليمتر، لتكون دقة القراءة (٠.٠٥mm).

الشكل ١-٦ : قدمة القياس ذات ساعة البيان.

٤) قدمة قياس الأعماق Depths Caliper : تشبه هذه القدمة مسطرة قياس العمق وكذلك ميكروميتر قياس العمق وتستعمل في قياس أعماق الفتحات والثقوب، وتتكون من ذراع مدرج بطول ٢٠٠mm-٢٥٠mm، ينزلق عليها الجزء المتحرك ذي القنطرة، وفي الشكل (١-٧) ثلاثة أنواع هي القدمة ذات الورنية، القدمة الرقمية، والقدمة ذات ساعة البيان، وتجرى عملية القياس بتثبت القنطرة على سطح المشغولة ويحرك عمود مسطرة القياس حتى يرتكز على القاع ثم يربط مسمار التثبيت وتقرأ القيمة بطريقة قراءة القدمة العادية نفسها.



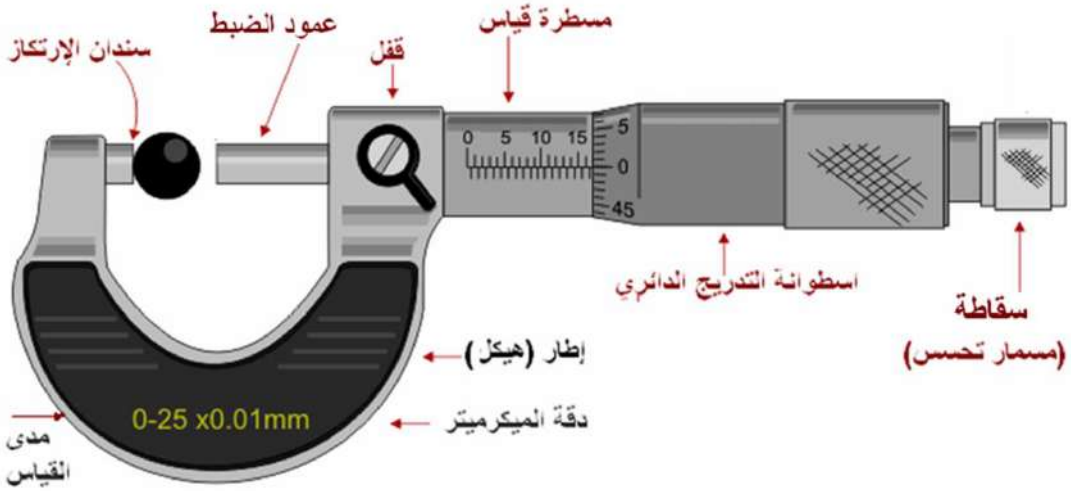
الشكل ١-٧ : أنواع قدمة قياس الأعماق.

٥) قدمة قياس الارتفاع Height Caliper : تستعمل هذه القدمة لقياس ارتفاع المشغولات وفي إنجاز تخطيط العلامات عليها (عملية الشنكرة) وتقرأ القيمة على الورنية، أو بساعة بيان، أو بشاشة رقمية، الشكل (١-٨).

الشكل ١-٨ : قدمة قياس الارتفاع.

١-٥ الميكروميتر Micrometer

تختلف طرائق تصنيع المشغولات باختلاف الدقة المطلوبة التي تحددها أهمية الجزء المنتج، وتبعا لذلك صممت أدوات القياس لتكون حساسة لدقة محددة، إن أقصى دقة لقدمة القياس ذات الفرنية لا تصل لحد المايكرون (mm ١٠$^{-٣}$ أو m ١٠$^{-٦}$) وللحاجة لإنتاج قطع وأجزاء ميكانيكية يتطلب تجميعها وأداؤها دقة عالية أثناء التشغيل والإنتاج، صار ضرورياً استعمال أدوات وأجهزة قياس أكثر دقة، إذ يعد الميكروميتر من معدات القياس البسيطة الاستعمال والتي تستعمل في ورش التشغيل والمختبرات على نطاق واسع لصغر حجمه ودقته العالية التي تصل إلى (mm ٠.٠٠١)، وتتوافر الكثير من الأنواع المناسبة للقياسات الخارجية والداخلية وفي قياس الأعماق واللوالب (القلاووظ)،

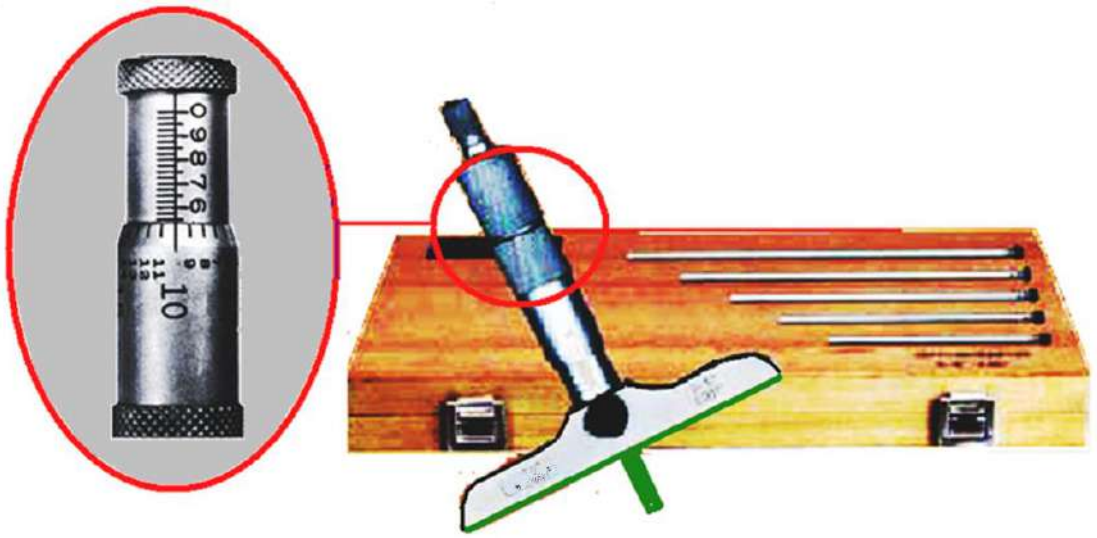


الشكل ١-٩ : أجزاء الميكروميتر الرئيسة.

تنتج الميكروميترات بأشكال وأحجام مختلفة، كل منها مصمم لوظيفة، وذو مميزات تناسب الحاجة لعملية القياس فمثلما يوجد ميكرومتر القياس الداخلي Inside Micrometer يوجد تصميم لميكرومتر لقياس الأبعاد الداخلية، ويستعمل لقياس الأقطار الداخلية، الثقوب والتجاويف، إذ يزود بأعمدة تطويل يمكن استعمالها لزيادة مجال القياس، أو فكوك (ثابت ومتحرك)، أو ثلاثة فكوك لقياس الأقطار الداخلية، الشكل (١-١٠)، وتتم قراءة القياس على الميكروميتر الداخلي بالطريقة نفسها لميكرومتر القياس الخارجي وتضاف إلى النتيجة قيمة الطول الصفري للميكروميتر (طول العمود المضاف).

الشكل ١-١٠ : ميكروميتر القياس الداخلي.

أما ميكروميتر قياس الأعماق Depth Micrometer فيستعمل لقياس أعماق الثقوب والمجاري، يتكون هذا النوع من جزء ثابت و جزء متحرك كما في ميكروميتر القياس الخارجي، يكون شكل الجزء الثابت مصمماً لإسناد الجهاز على سطح المشغولة المراد قياسها، الشكل (١-١١)، ولزيادة مدى القياس يزود بأعمدة قياسية من الصلب يتم توصيلها بالجزء المتحرك ذات أبعاد قياسية، مع ملاحظة أن التدريج الموجود على عمود القياس (مسطرة القياس) يكون وضعه معاكساً لوضعه في ميكروميتر القياس الخارجي، إذ يبدأ الصفر الموجود في الأعلى وينتهي بالقيمة العظمى في الأسفل؛ نتيجة طبيعة قياس الأعماق فكلما زاد العمق تطلب ذلك امتداد العمود المتحرك، وذلك ينطبق أيضاً على تدريجات عجلة القياس الدائري.

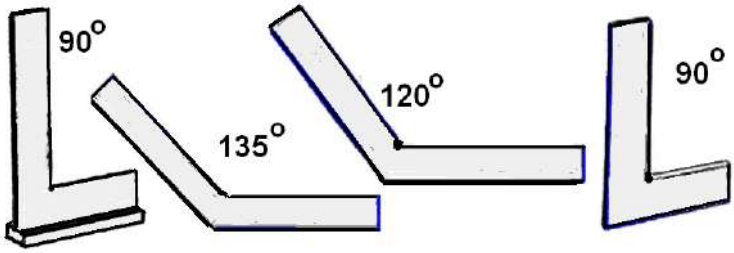


الشكل ١-١١ : ميكروميتر قياس الأعماق.

١-٦ أدوات قياس الزوايا Angles Measuring Equipments

يعد قياس الزوايا من الإجراءات الضرورية في مجال التشغيل لوجود السطوح المتعامدة والمائلة بزاوية في المشغولات وعدد القطع على حد سواء، مما يستوجب التأكد من القيم القياسية والمطلوبة بدقة تناسب نوع المشغولة أو عدة القطع، وتتطلب عمليات التشغيل تخطيط وقياس الزوايا المختلفة (الحادة – القائمة – المنفرجة) باستعمال زوايا ثابتة، وهي أدوات قياس ذات قيم ثابتة، يتم التحقق من قيم الزوايا بانطباقها تماما على الأسطح المشغولة، أو باستعمال زوايا متحركة وهي أدوات قياس قابلة للضبط مزودة بمعايير مدرجة لتحديد قيم الزوايا المطلوب تخطيطها أو فحصها، ذات درجات دقة مختلفة تعطي قياسات الزوايا بالدرجات وأجزائها بحسب النظام الستيني فضلاً عن أجهزة قياس تعتمد على العلاقات المثلثية في حساب الزوايا، من تلك الأدوات ما يأتي:-

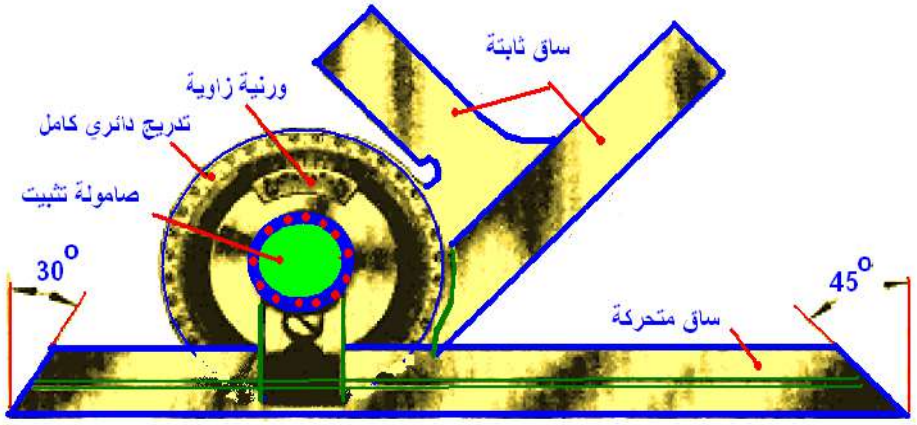
١) الزوايا الثابتة Flat Angles : تصنع الزوايا الثابتة بشكل ألواح مستطيلة من الصلب متوسط الصلادة (لا يصدأ) تقسى وتجلخ. إن الجزء العلوي الذي يدعى بالوجه يكون مقطعه مستطيل وذو سمك رقيق أو مشطوف ليساعد على وضوح الرؤية أثناء استعمالها لاختبار استواء المشغولات، وتنحصر الزوايا الثابتة بين جانبي اللوحين، ويصنع بعدة انواع بحسب الزوايا، الشكل (١-١٢)، كالزاوية القائمة ٩٠°، الزاوية المنفرجة ١٢٠° والزاوية المنفرجة ١٣٥° لاستعمالها أثناء مراجعة المشغولات المثمنة.



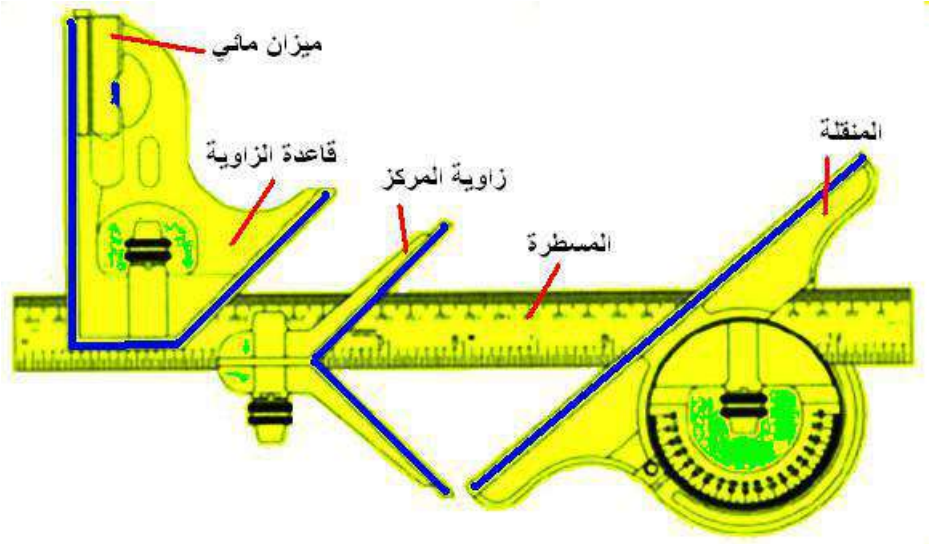
الشكل ١-١٢ : الزوايا الثابتة.

وتوجد أيضا الزوايا الثابتة الحادة الزاوية (٣٠°،٤٥° ، ٦٠°) وهي أقل انتشاراً، كما توجد الزاوية القائمة ذات القاعدة التي تماثل الزاوية القائمة السابق ذكرها بإضافة قاعدة على شكل جناحين لارتكازها على زهرة الاستواء بشكل رأسي، عند استعمالها لرسم الخطوط العمودية أو لتخطيط (شنكرة) المشغولات أو لاختبار ومراجعة تعامدها.

٢) **الزوايا المتحركة Moving Angles : تتكون تلك المقاييس من جزأين أو أكثر، المسطرة الثابتة التي تحمل المنقلة والمسطرة المتحركة التي تنزلق على مجاري انزلاق، وتتوافر بأشكال متنوعة منها الزاوية المتحركة البسيطة، المنقلة البسيطة، المنقلة البسيطة ذات الورنية، والمنقلة ذات الورنية الشاملة، الشكل (١-١٣)، فضلا عن المنقلة الجامعة، الشكل (١-١٤).**



الشكل ١-١٣ : المنقلة ذات الورنية.



الشكل ١-١٤ : المنقلة الجامعة.

١-٧ أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة

تستعمل أنواع كثيرة من أدوات الفحص ذات القيم الثابتة لاختبار القياسات وكذلك الأشكال عن طريق مقارنتها مع أبعاد دقيقة لتلك الأدوات، وهي لا تعطي قيماً عددية وإنما تستعمل للتأكد من

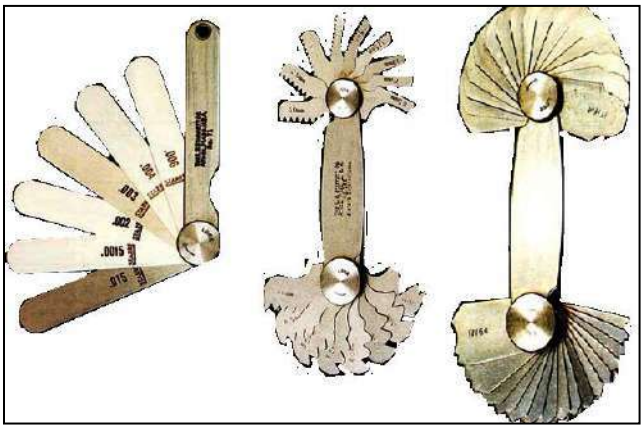
التطابق مع البعد المشغل أو شكل المشغولة المطلوب وبالتالي قبول أو رفض المنتج بطريقة فحص دقيقة وسريعة، إذ تصنع تلك الأدوات من صلب العدة ألسبائكي المصلّد والمجلخ بنعومة فائقة. وتشمل ضبعات الأقواس، ضبعات الأسنان، قوالب القياس، المساطر الشعرية لفحص استواء الأسطح، المعايير الحدية الثابتة والقابلة للضبط التي يمكن بواسطتها فحص الأقطار الداخلية والخارجية والسلبات، فضلاً عن محددات القياس Gauges المستعملة بشكل واسع في ورش التشغيل وفي المجال الصناعي، كمحددات القياس الحدية إذ تسمح هذه المحددات بالتأكد بطريقة سريعة وسهلة فيما إذا كان بعد القطعة المطلوب قياسها في نطاق حدي التجاوز المطلوب (أو التفاوت المسموح به)، ومن أهم هذه المحددات هي محددات القياس السدادية التي تستعمل لاختبار سماحات وتفاوتات الثقوب (تنتج الثقوب وفقاً لأبعاد قياسية عالمية متفق على أقطارها بما يتوافق مع الأقطار الخارجية للأعمدة التي تدور فيها) إذ تحتوي على طرفين الأول القياسي (السماحي ويرمز له بالكلمة Go) والثاني المتجاوز على القياس (الغير سماحي ويرمز له بالكلمة Not Go) مؤشر باللون الأحمر ويكون أكبر من الطرف الأول (في حالة إمكانية نفاذه في الثقب المطلوب قياسه يدل على تجاوز القطر الداخلي وعدم صلاحيته) ومحددات القياس الفكية التي تستعمل لاختبار سماحات وتفاوتات الأعمدة (تنتج الأعمدة وفقاً لأبعاد قياسية عالمية متفق على أقطارها بما يتوافق مع الأقطار الداخلية للثقوب التي تدور داخلها) إذ تحتوي على طرفين الأول القياسي (السماحي Go) والثاني المتجاوز على القياس (الغير سماحي Not Go) مؤشر باللون الأحمر يكون أصغر من الطرف الأول (في حالة إمكانية احتوائه للعمود المطلوب قياسه يدل على تجاوز القطر الخارجي وعدم صلاحيته)، الشكل (١-١٥).

الشكل ١-١٥ : محددات القياس السدادية والفكية.

وتستعمل محددات قياس اللوالب السدادية (للقلاووظ الداخلي) Thread Gauge فتكون مشابهة لمحددات القياس السدادية العادية إلاّ أنها لفحص واختبار أسنان اللوالب الداخلية الدقيقة، أما محددات قياس اللوالب الحلقية Ring Gauges فتستعمل لفحص ومطابقة أسنان اللوالب الخارجية الدقيقة ولها أشكال متنوعة كحلقات (صواميل) أو محدد قياس اللوالب الفكي الذي يكون على شكل حرف U إذ يحتوي على أربع بكرات ملولبة مركبة على محاور متوازية تدور أثناء فحص اللولب تمثل البكرتان الأماميتان الطرف السماحي Go والبكرتان الخلفيتان الطرف غير السماحي Not Go، الشكل (١-١٦).

الشكل ١-١٦ : محددات قياس أسنان اللوالب (الداخلية والخارجية).

أما محددات القياس البسيطة فتستعمل للفحص السريع والدقيق لأشكال وأبعاد القطع، كمحددات فحص الاستدارة والانحناءات البارزة والداخلية، محددات قياس خطوة أسنان اللوالب الداخلية والخارجية، إذ يتم الفحص بالنظر عند عدم ظهور فاصل ضوئي بين محدد القياس والمشغولة، ومحددات قياس السمك المتكونة من شرائح فولاذية متعددة السماكات تستعمل لتعيين الخلوص في المجاري الإنزلاقية والصمامات وكراسي التحميل، الشكل (١-١٧).



الشكل ١-١٧: محددات القياس البسيطة.

١-٨ الطاقة والقوة Energy and Force

الطاقة هي أحدى المقومات الرئيسة للمجتمعات المتحضرة وتحتاج إليها كافة قطاعات المجتمع فضلا عن الحاجة الماسة إليها في تسيير الحياة اليومية، إذ يتم استعمالها في تشغيل المصانع وتحريك وسائل النقل المختلفة وتشغيل الأدوات المنزلية وغير ذلك من الأغراض، وكل حركة يقوم بها الإنسان تحتاج إلى استهلاك نوع من أنواع الطاقة.

تعرف الطاقة بأنها : قابلية إنجاز تأثير ملموس (شغل). وتوجد على أنواع كثيرة منها طاقة الريح، وطاقة جريان الماء ومساقطها، ويمكن أن تكون الطاقة مخزونة في مادة كالوقود التقليدي (النفط ، الفحم، الغاز)، والطاقة كمية محدودة مجموعها في الكون ثابت، ولا تفنى ولا تستحدث، ولكنها تتحول من شكل إلى آخر، مثل تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية أو ميكانيكية أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى حرارة. وإذا كانت كمية الطاقة الناتجة من عملية ما (الطاقة الكهربائية مثلاً) هي أقل من كمية الطاقة المستعملة (كالوقود مثلاً) فهذا يعني أن بعض الطاقة قد تم فقده إذ تحول إلى شكل آخر (كالحرارة المهدورة)، وهذا هو المبدأ الذي ينص على أن الطاقة دائماً محفوظة (لا تفنى ولا تستحدث) وهو ما يدعى بالقانون الأول لديناميكا الحرارة (First law of thermodynamic) ويتم استهلاك الطاقة بتحويلها من شكل إلى آخر، فعندما يستهلك الوقود الموجود في الطبيعة بحرقه في ماكينات الاحتراق الداخلي، إذ يتم تحويل طاقته الكيميائية إلى حرارة ثم إلى طاقة حركية لتحريك المركبات أو الآلات، وتكون الطاقة بأشكال مختلفة يمكن حصرها بأربعة مستويات رئيسة هي:

١) الطاقة الحركية (Kinetic Energy) : الطاقة الحرارية (الحرارة) فهي اسم أعطي للطاقة الحركية التي تنتج عن حركة الجزيئات العشوائية السريعة، وكلما كانت الحرارة أكبر كانت السرعة أعلى.

٢) الطاقة الكامنة (Gravitational Energy Or Potential Energy) : وهي الطاقة المبذولة اللازمة لرفع جسم، وذلك لكون الجاذبية الأرضية تعاكس هذا الفعل. فعند رفع أي جسم لارتفاع معين، أو مستوى أعلى، فإنه سيتم خزن طاقة في ذلك الجسم، وفي هذه الحالة يمكن تسميتها بطاقة الجاذبية الكامنة (وتسمى دائماً الطاقة الكامنة أو طاقة الوضع). إن قوة الجاذبية لسحب أي جسم نحو الأرض تسمى وزن الجسم.

٣) الطاقة الكهربائية (Electrical Energy) : وهي قوة واضحة جداً، وهي أكبر من الجاذبية تأثيراً بحوالي مئات المرات. فالقوى الكهربائية هي التي تربط الذرات والجزيئات للمواد ولكن لا يمكن إدراكها بالعين المجردة، فكل ذرة تتكون من أجزاء مشحونة كهربائياً، فالإلكترونات تدور

حول مركز النواة، وعندما تجتمع الذرات لتكوين جزيئات أو مواد صلبة فان توزيع الإلكترونات يتغير. وفي معظم الأحيان يكون التغير كبيراً جداً ولهذا فإن الطاقة الكيميائية المنظورة على مستوى الذرات هي شكل من أشكال الطاقة الكهربائية. فعندما يتم حرق الوقود فإن الطاقة الكيميائية التي تحتويها ستتحول إلى طاقة حرارية، ومن البديهي أن الطاقة الكهربائية التي تتحرر نتيجة تبدل مواضع إلكترونات الذرة تتحول إلى طاقة حركية في جزيئات المنتج المحترق، والشكل المألوف من أشكال الطاقة الكهربائية هو القوه الكهربائية التي نستعملها في حياتنا اليومية. فالتيار الكهربائي هو عبارة عن تيار منتظم من الإلكترونات في المادة، وفي معظم الأحيان تكون هذه المادة معدناً، والمعادن هي مواد يتم فيها تحرر إلكترون واحد أو اثنين من ذراتها. وبوجود هذه الإلكترونات المتحررة يمكن لهذه المعادن حمل التيار الكهربائي. ولضمان مرور تيار كهربائي بصورة دائمة فإنه ينبغي توفر طاقة مستمرة لأن الإلكترونات ستفقد طاقة عند اصطدامها، والبطارية تستعمل الطاقة الكيميائية المخزونة لتوفير الطاقة إلى الدوائر الكهربائية في الأجهزة. وهناك شكل آخر من أشكال الطاقة الكهربائية يكون بشكل إشعاع الكترومغناطيسي (كهرومغناطيسي) أو ما يدعى بالطاقة الكهرومغناطيسية.

٤) الطاقة النووية (Nuclear Energy) : هذا النوع من الطاقة هو ما يتعلق بمركز النواة الذي يدعى بالطاقة الذرية أو النووية وتستعمل الآن لأغراض سلمية مثل توليد الطاقة الكهربائية، وتعمل محطات الطاقة الكهربائية التي تستعمل الوقود النووي الطريقة نفسها التي تعمل بها محطات الوقود التقليدي مع فرق يتمثل في أنّ أفران حرق الوقود يتم استبدالها بمفاعل نووي لتوليد الحرارة.

١-٨-١ الشغل والقدرة الحصانية

مفهوم الشغل: نستعمل في حياتنا اليومية كلمة "شغل" لتعْني أي نشاط يحتاج لمجهود عضلي أو عقلي، ولكن مفهوم الشغل في الفيزياء له مدلول محدد للغاية، فنقول إننا نبذل شغلاً عندما نؤثر بقوة في جسم فنحركه مسافة ما باتجاهها أو باتجاه إحدى مركباتها. أما إذا لم يتحرك الجسم (حتى لو كانت القوة التي تؤثر به كبيرة كما هو الحال عندما نحاول تحريك جدار مثلاً) أو إذا تحرك باتجاه متعامد لخط عمل القوة المؤثرة فإننا لا نكون قد بذلنا شغلاً نهائياً.

أما الشغل الذي تبذله قوة ثابتة فيمكن، من الناحية التقنية، تعريفه بأنه تحريك جسم بقوه معينة مسافة معينة في اتجاه موازٍ لاتجاه القوة وعليه فإن :

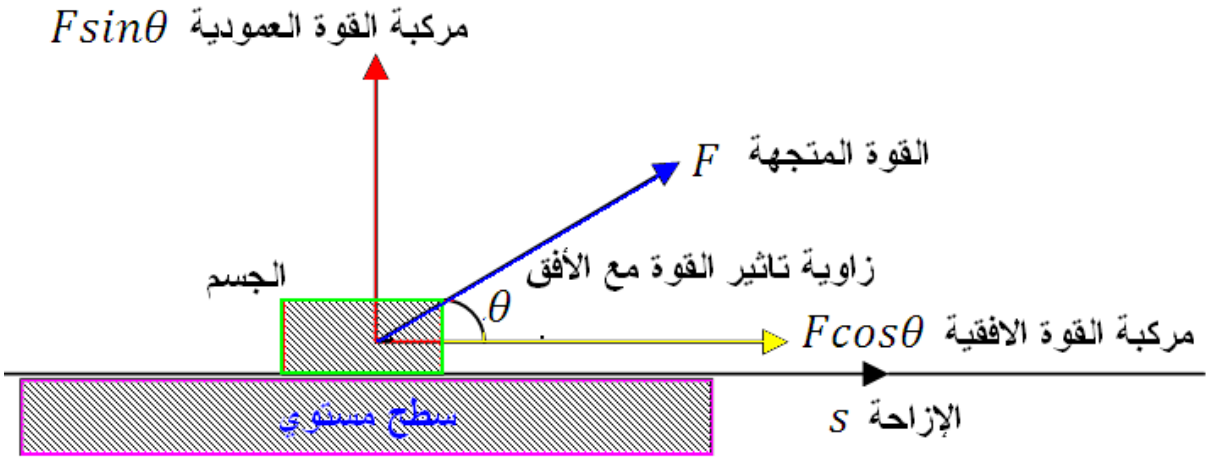
الشغل (Work) = القوة (Force) × المسافة (Displacement)

وحدات القوه هنا هي النيوتن (N)، ووحدات المسافة المتر (m)، وعليه ستكون وحدات الشغل هي (N.m) أو الجول (Joule) إذ أن النيوتن يُعرف بأنه القوة التي تقوم بتسريع (١ kg) بمعدل (١m) في الثانية لكل ثانية (ms^{-2}).

نفرض أن قوة ثابتة (*F*) أثرت في جسم فأزاحته مسافة صغيرة ΔS (الفرق بين الموقع الأول والموقع الثاني) فإن مقدار التغيير في الشغل (ΔW) الذي تبذله هذه القوة تعطى بالعلاقة:

$$\Delta W = F.\ \Delta S$$

فإذا فرضنا أن الزاوية بين القوة (*F*) والإزاحة (*S*) هي (θ°)، الشكل (١-١٨)، فإن مقدار مركبة القوة باتجاه الإزاحة هي $F\cos\theta$ أما مقدار المركبة العمودية فهو $F\sin\theta$ ولكن المركبة العمودية هذه لا تبذل شغلاً لأنها عمودية على الإزاحة.



الشكل ١-١٨ : تأثير قوة على جسم تقوم بتحريكه ازاحة.

لذا فالشغل الذي تبذله القوة (*F*) في تحريك الجسم إزاحة (*S*) يعطى بالعلاقة : -

$$W = F.S\cos\theta$$

مثال (١) : رفع جسم كتلته ٥ kg مسافة ٢ m في زمن قدره ٣ sec ، إحسب الشغل المبذول.

الحل:

$$F = m.g$$

$$= (٥\ kg) \times (٩.٨\ m/s^{2}) \quad = ٤٩\ N$$

$W = F.S$

$= (٤٩\ N) \times (٢\ m) = ٩٨\ J$

مثال (٢): تسحب قوة أفقية مقدارها ٢٥ N صندوقاً على طاولة، ما مقدار الشغل المبذول إذا سحب الصندوق لمسافة مقدارها ٨٠ cm ؟

الحل:

$W = F.S$

$= (٢٥\ N)\ (٠.٨٠\ m) = ٢٠\ J$

مثال (٣) : تسحب كتلة عبر أرضية بحبل يصنع مع الاتجاه الأفقي زاوية مقدارها ٦٠ درجة، إذا كانت قوة الشد في الحبل هي ١٠٠ N والمسافة التي تحركها الكتلة هي ١٥ m ما مقدار الشغل المبذول؟ إذا كان ($\cos ٦٠ = ٠.٥$).

الحـل:

$F \cos \theta = (١٠٠) \cos ٦٠ = ٥٠\ N$

$W = F.S$

$= (٥٠N) \times (١٥m) = ٧٥٠\ J$

١-٨-٢ القدره الحصانية Horse Power

مصطلح يقاس به معدل أداء محركات الاحتراق الداخلي بكافة أنواعها والمحركات الكهربائية، وتصنف القدرة الحصانية إلى أصناف وكما يأتي : -

١. القدرة الحصانية البيانيه Indicated Horse Power (I.H.P)
٢. القدرة الحصانية للاحتكاك Friction Horse Power (F.H.P)
٣. القدرة الحصانية المكبحية Brake Horse Power (B.H.P)
٤. القدرة الحصانية للسحب Drawbar Horse Power (D.H.P)
٥. القدرة الحصانية لعمود الإدارة الخلفي Power Take Off Horse Power (P.T.O.H.P)
٦. القدرة الحصانية المقدرة Rated Horse Power (R.H.P)

القدرة الحصانية البيانية : تقاس هذه القدرة في غرفه الاحتراق للاسطوانة عن طريق اجهزه خاصة، يقوم هذا الجهاز بقياس الضغط الفعلي الناتج من الغاز في غرفة الاحتراق، ان هذه القياسات تفيد عند التصميم لحساب الطاقة التي تولدت داخل الاسطوانة.

القدرة الحصانية للاحتكاك : تشمل الاحتكاك بين أجزاء المحرك مثل احتكاك المكبس وجدران الاسطوانة والقدرة اللازمة للانضغاط، ويعد الاحتكاك عامل فقدان للطاقة لأنه ينتج حرارة غير مرغوبة، بما ان الطاقة الميكانيكيه مستمرة في اداء عملها فأن جزءا من هذه الطاقة تتحول إلى حرارة فنخسرها عن طريق التبريد، الفرق بين القدرة الحصانية البيانية والقدرة الحصانية المستعملة فعلا هي عامل مهم لتقدير كفاءة المحرك.

القدرة الحصانية المكبحية : هي القدرة الحصانية للاحتكاك مطروحة من القدرة الحصانية النظرية ولتبسيط هذا الموضوع فأن القدرة الحصانية للاحتكاك هي مجموع الفواقد في المحرك مثل الاحتكاك وغيرها، فإذا كان مجموع الفواقد في المحرك هي (٧.٥ kw) والقدرة الحصانية البيانية تساوي (٣٧kw) فالنتيجة هي : (٢٩.٥ kw = ٧.٥-٣٧) وهي القدرة الحصانية الموقفة. تقاس القدرة الحصانية المكبحية بجهاز بروني بريك (Prony Brake) أو الداينموميتر (Dynamometer) وتقوم هذه الأجهزة بتسليط ثقل على المحرك ثم نقوم بقياس عدد الدورات للمحرك عن طريق التكوميتر (Tachometer) بعدها يتم حساب القدرة الحصانية بحسب المعادلات الحسابية.

القدرة الحصانية للسحب : تقاس قدره السحب عندما يكون المحرك محمل والمركبة تتحرك إذ نقوم بربط جزء له وزن خلف المركبة ونحركها وذلك لمعرفه القدرة المطلوبة للسحب والسرعة التي تتحرك بها المركبة.

القدرة الحصانية لعمود الإدارة الخلفي : هي عبارة عن دالة العزل والسرعة وتقاس قدرة عمود الإدارة عن طريق جهاز وترس تخفيض السرعة بين المحرك وعمود الإدارة الخلفي وهذا التخفيض يزيد من قيمة العزم في العمود وبالتالي يقلل من سرعة دوران العمود وتبقى السرعة ثابتة بمعدل ١٠٠٠ دورة بالدقيقة وبهذا يمكن قراءة القدرة الحصانية مباشرة من مؤشر قياس العزم والمحسوب بالقدرة الحصانية (عمود الإدارة الخلفي موجود في الساحبات الزراعية وقسم من انواع السيارات)

القدرة الحصانية المقدرة : هي القيمة المستعملة في المصانع التي تنتج المحركات لتبين القدرة الحصانية التي ينتجها المحرك تحت ظروف العمل الاعتيادية وان المعدل يأخذ بالحسبان أعلى ضغط للقوة في المحرك وكذلك سرعة وقوة الالتواء فإذا تجاوز المحرك هذه القيمة يمكن أن يحصل له تلف.

إن القدرة الحصانية المقدرة تعتمد بشكل جزئي على مجموع السنتيمترات المكعبة التي يزيحها المكبس بالمحرك وعند هذه النقطة يقرر أصحاب المصانع أعلى جهد ضغطي وعدد دورات عمود المرفق في الدقيقة الواحدة بالمحرك والتي يمكن احتمالها بدون حصول تلف داخلي.

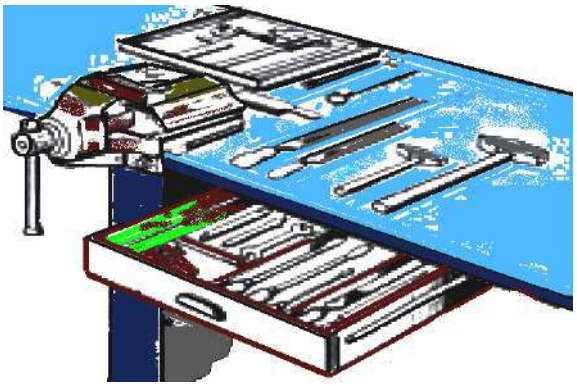
١-٩ العمليات الصناعية في محطات العمل

قبل البدء بالعمل داخل ورش الميكانيك يجب التأكد من توافر شروط السلامة والصحة المهنية لتجنب وقوع أي احتمال تعرض للمخاطر نتيجة حركة أجزاء الماكينات والأجسام المتطايرة والأعطال الميكانيكية فضلاً عن الصدمات الكهربائية.

إن تخطيط مكان العمل أو تصميمه بطريقة غير مناسبة قد يؤدي إلى إصابة العاملين بصورة متكررة، لذلك يجب التخطيط لتحقيق أنظمة السلامة في ورشة العمل، وعدم استعمال آلات وعدد غير مناسبة للعمل مثل استعمال المبرد كرافعة أو مفتاح الصواميل كمطرقة أو استعمال مطرقة بمقبض غير ثابت، لذلك، فعلى القائم بالعمل انتقاء الأدوات المناسبة وتحضيرها قبل المباشرة بالعمل، ومنها منضدة العمل، الملازم، مساعدات الربط، فضلاً عن أدوات وعدد القطع المناسبة لكل عملية تشغيل ولا يوجد تصميم موحد متقن لطاولة العمل، إنما يجب ان تتوافر فيها شروط منها :-

١. الهيكل الذي يصنع من الفولاذ، وأنسب المقاطع هو مقطع الزاوية.
٢. سطح المنضدة (سطح العمل) ويصنع من الخشب الثقيل لامتصاص الصوت الناتج عن العمل، ويغطى سطح الطاولة بالصفيح للمحافظة على السطح الخشبي.
٣. تكون مستوية وبارتفاع يناسب متوسط طول المتدربين إذ يبلغ ارتفاعها بين (٨٠ -٨٥ cm).
٤. تحتوي على عدة أدراج (أو رفوف) لوضع العدد وأدوات القياس فيها بترتيب يسهل تناولها باليد.
٥. يوجد على سطحها حمالة للمبارد ولأدوات العمل.
٦. توافر الإضاءة الطبيعية أو الاصطناعية المناسبة للعمل.

وتثبت على منتصف الهيكل الحديدي (أو على إحدى زواياه) ملزمة يناسب حجمها طبيعة المشغولات المنتجة في الورشة، الشكل (١-١٩)، وقد تزود المنضدة بحواجز واقية أو لوحة لتعليق العدد.



الشكل ١-١٩ : منضدة العمل.

تعد المِلزمة (المنكنة) المنضدية من أكثر وسائل الربط المستعملة في عمليات التشغيل اليدوي للمشغولات ومنع حركتها في أثناء العمل، وتتكون من فكين احدهما ثابت والآخر متحرك، وتعتمد طريقة التثبيت ووسيلتها على طبيعة العمل المطلوب ونوع قطعة العمل (المشغولة) وحجمها، الشكل (١-٢٠).

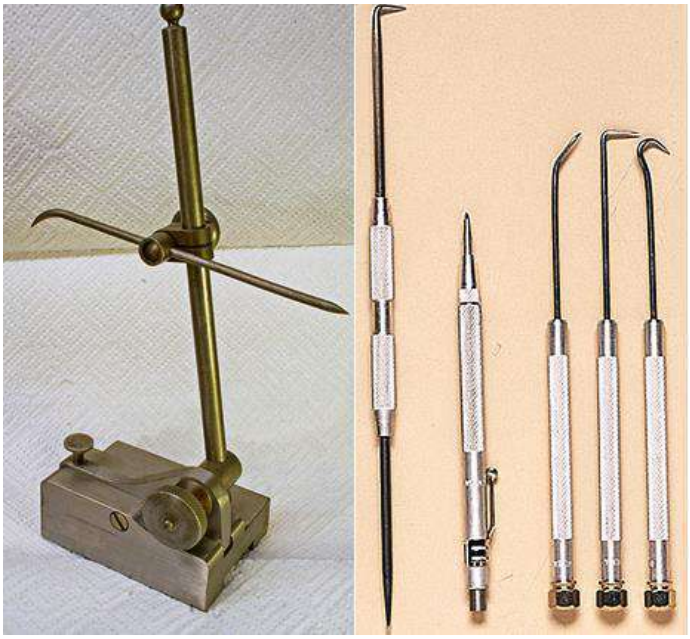
الشكل ١-٢٠ : بعض أنواع الملازم المستعملة في محطات العمل.

١-٩-١ التخطيط (الشنكرة) Scribing

لا تختلف عملية رسم خطوط التشغيل على الأسطح المستوية المعدنية عن عملية الرسم العادية على الورق، إلاّ من حيث استعمال أداة الخدش (الشنكار Scriber) بدلاً من القلم، فالتخطيط أو الشنكرة هي عملية نقل خطوط وأبعاد ومراكز الثقوب الموجودة على الرسم إلى المشغولة المطلوب

تنفيذها، تلك الخطوط التي تحدد أجزاء المعدن المطلوب إزالته، وتعد من أهم وأدق العمليات التي يقوم بتنفيذها الفني التي تتطلب عناية وإتقان، إذ تتوقف صلاحية المشغولات المصنعة على دقة عمليات التخطيط أو الشنكرة، إذ أن التخطيط المدروس يقلل من الضائعات في الخامات فضلاً عن تقليل الوقت والجهد اللازمين للتصنيع، تستعمل أدوات التخطيط بجانب أدوات النقل والقياس في عملية التخطيط وكما يأتي :-

١. الصبغ الملون أو مسحوق الطباشير : يستفاد منه لتوضيح وإظهار الخطوط على السطوح المعدنية.
٢. الخطاط (الشنكار) : يصنع من الصلب الكربوني (صلب العدة) برأس مخروطي مدبب، الشكل (١-٢١)، ويقوم بخدش أسطح قطعة العمل بحسب التخطيط التنفيذي المرسوم، إذ ترسم الخطوط من أعلى إلى أسفل مع إمالة الطرف المدبب بحدود ١٥° عن الحافة العمودية للمسطرة، ويمكن استعماله في التخطيط بارتفاعات محددة إذ يكون مثبتاً على محمل.



الشكل ١-٢١ : أنواع مختلفة من الشنكار.

٣. البنط (السنبك) Punch Tool : تصنع من صلب العدة ويصلد طرفها المدبب، تستعمل لتحديد مراكز الثقوب تمهيداً لعملية الثقب (طرفها مدبب بزاوية أكثر من ٦٠°)، أو لتنقيط الخطوط المرسومة قبل عملية التنفيذ (زاوية الرأس أقل من ٦٠°)، باستعمال المطرقة، الشكل (١-٢٢).

الشكل ١-٢٢: أنواع مختلفة من البنط.

٤. **فرجال تقسيم وفرجال عدل : تصنع من صلب العدة وتستعمل لتخطيط الدوائر والأقواس، فضلاً عن نقل القياسات المحددة، الشكل (١-٢٣).**

الشكل ١-٢٣: طاقم فراجيل التخطيط مزودة بميزان مائي.

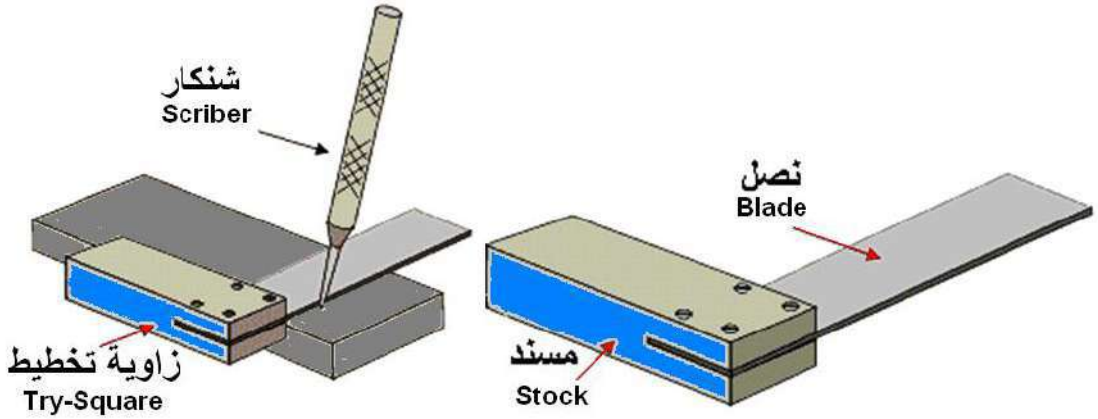
٥. **شوكة التأشير Height Measuring and Scribing Instrument : أداة مثالية للتخطيط والتَأشير على قطع العمل Work pieces، تستعمل لتخطيط الخطوط المتوازية الأفقية والعمودية، فضلاً عن قياس الارتفاعات، الشكل (١-٢٤).**

الشكل ١-٢٤: شوكة التأشير.

٦. أسطح الإسناد (وزهرة الاستواء) : من الوسائل المساعدة في عمليات التخطيط للمشغولات الاسطوانية وتكون مصنوعة من الصلب ألسبائكي وبأشكال مختلفة لتناسب مختلف قطع العمل، الشكل (١-٢٥).

الشكل ١-٢٥: بعض من أنواع أسطح الإسناد.

٧. زاوية قائمة : تتكون من مسند عريض ونصل أملس تصنع من صلب العدة وتستعمل لرسم الخطوط المستقيمة والعمودية على أحد جوانب المشغولة، الشكل (١-٢٦).



الشكل ١-٢٦: التخطيط باستعمال الزاوية القائمة.

١-٩-٢ النشر Sawing

عملية تشغيل بالقطع يتم فيها فصل أو إزالة أجزاء من المعدن من الحيز الضيق الذي يجري فيه المنشار الذي يحتوي على حدود قاطعة متتالية تسمى بأسنان نصل (أو سلاح) المنشار، يستعمل النشر لقطع الأعمدة والأنابيب والألواح المعدنية وتشكيل شقوق ومجارٍ فيها، وتعتمد عملية النشر اليدوي على القوة العضلية للعامل مع مراعاة قيادة المنشار في مستوٍ ثابت والضغط على السلاح أثناء الحركة الأمامية له، إذ تقوم أسنان المنشار بإزالة المعدن على هيئة رايش، ويزال الضغط في مشوار الرجوع بدون رفع المنشار، وتصدر حركة المنشار من الذراعين وتساعدها حركة مناسبة من الجسم وهذا

يتطلب وضعاً وبعداً مناسبين للجسم من المشغولة، ويمكن انجاز عملية النشر آلياً باستعمال المنشار الكهربائي.

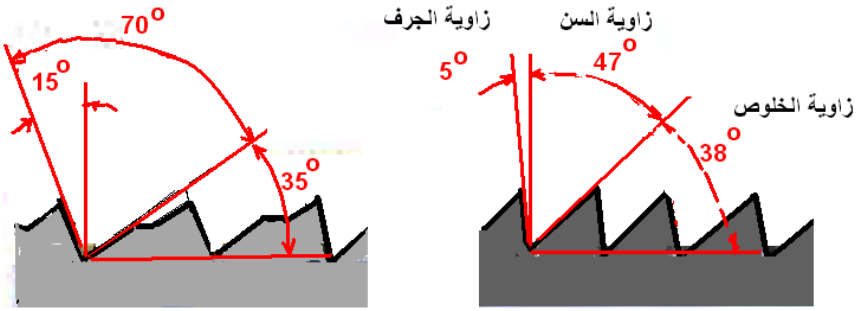
المنشار Hacksaw : يتكون من جزأين رئيسين، (الشكل ١-٢٧)، هما :-

١. الإطار Frame : الجزء الذي يحمل السلاح، يحتوي على مقبض ليمسك به في اليد اليمنى، وصامولة ضبط تسمح بتوجيه السلاح في مستوى يختلف عن مستوى الإطار مما يساعد على أداء عمليات نشر مائلة أو طويلة المسافة بسهولة، كما يوجد إطار مصمم للسماح بتغير طوله.
٢. النصل (السلاح) Saw Blade : عدة القطع الحقيقية على شكل شريط من الصلب، تحتوي إحدى حافتيه (أو كلاهما) على عدد كبير من الأسنان التي تقوم بقطع المعدن، يصنع النصل من الصلب عالي الكربون High Carbon Steel (HCS) مخلوطاً بصلب السرعات العالية High Speed Steel (HSS)، إذ يقّطع صفيح منه بشكل شريط ثم يصار إلى قطع الأسنان عن طريق ماكينة تجليخ خاصة وبعد ذلك تفلج أسنان المنشار، وعادة يتم تقسيته بالمعاملات الحرارية لاكتساب الخواص الميكانيكية الضرورية لعملية القطع وخاصة الصلادة، ثقبت كل من نهايته لتثبيته في الإطار، مقطع السلاح يكون دائما مستطيلاً ومع ذلك يصنع السلاح على شكل شبه منحرف قليل الانحراف حتى لا ينحشر أثناء العمل، وكلما كان السلاح مقسى بالكامل ينبغي الحذر عند استعماله لأنه يكون عرضة للكسر، وغالباً ما يتم تقسية الأسنان فقط بعرض بعض ملليمترات لتصبح أسلحة المنشار مرنة أو نصف مرنة، لذلك تتحمل الاستعمال أكثر من سابقتها لإن مرونة الجزء غير المقسى تسمح بتغير شكلها في اتجاهي الطول والعرض أثناء القطع.

الشكل ١-٢٧: أجزاء المنشار اليدوي.

أسنان المنشار:- يعد اختيار النصل على أساس عدد الأسنان المناسبة لعملية النشر من الضروريات الأساسية، ويرتبط هذا الاختيار بخطوة السن "وهي المسافة ما بين سنين متتاليين" لكونها تختلف من سلاح لآخر، إذ يتوقف اختيار الخطوة على طبيعة العملية المطلوب تنفيذها، فضلاً عن نوع المعدن المشغول، فكلما كان المعدن المطلوب تشغيله صلد أو بسمك صغير كانت الأسنان أدق، والعكس صحيح. وينتج النصل بأسنان منفردة على جهة واحدة أو مزدوج التسنين أو بتسنين

متصاعد تبدأ بسن قطع ناعم ثم متوسط ثم خشن، ويوضح الشكل (١-٢٨) قيم زوايا ميل لبعض انواع أنصال المنشار.



الشكل ١-٢٨ : زوايا أسنان نصل المنشار.

يوصف نصل المنشار بخطوة أسنانه "عدد الأسنان في البوصة أو في السنتيمتر الطولي" وتستعمل في عمليات النشر أدوات وآلات نشر مختلفة وكل نوع له استعمالاته الخاصة، الشكل (١-٢٩)، ومن تلك الأنواع ما يأتي :-

١) منشار القوس : يستعمل لعمليات النشر الاعتيادية والعامة، يكون سلاح (نصل) المنشار مثبتاً ومشدوداً جيدا بين نقطتين على طرفي إطار المنشار.
٢) منشار الغرز : يستعمل لنشر المقاطع الداخلية البسيطة في المعادن اللينة والخشب.
٣) المنشار الورقي : يستعمل لنشر الخطوط الداخلية المستقيمة في المعادن اللينة.
٤) المنشار الترددي : ويعمل بنفس مبدأ النشر اليدوي إلا أن المنشار يتحرك عن طريق المحرك الكهربائي.
٥) المنشار القرصي : ويكون نصل المنشار على شكل قرص، يستعمل لنشر المقاطع المختلفة إذ تدفع قطعة العمل نحو قرص النشر.
٦) المنشار الشريطي : يستعمل للنشر الداخلي أو الخارجي بحسب نصل المنشار المستعمل ويكون نصل المنشار على شكل شريط أو سلك مسنن ويمكن بواسطته نشر خطوط مستقيمة أو أقواس.

الشكل ١-٢٩ : بعض أنواع عدد وآلات النشر اليدوي والكهربائي.

١-٩-٣ البرادة Filings

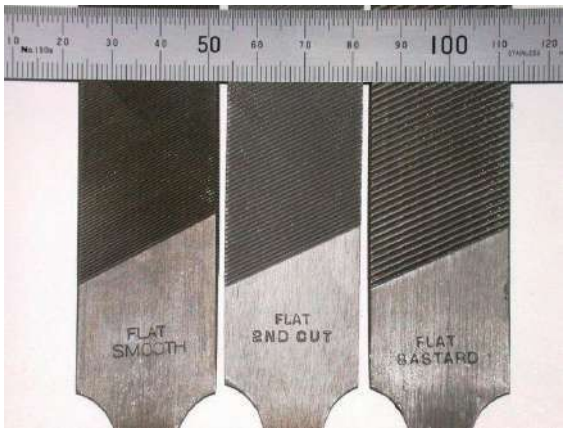
عملية تسوية سطح المشغولة وتنعيمها أو تشكيلها بحسب مواصفات محدده، عن طريق إزالة (قَطع) طبقة من المعدن على شكل شظايا صغيرة باستعمال حدود قاطعة (أسنان) بشكل الأزميل متراصة جانب بعضها بعضا على سطح أداة البرادة (المبرد)، إذ يعمل عدد كبير من أسنان المبرد في الوقت نفسه، وتتم العملية بالمبارد اليدوية أو المبارد الآلية، لذا تعد من العمليات البطيئة، مما يساعد على السيطرة والتحكم في دقة الأبعاد المطلوبة، وتستعمل بشكل واسع في إعداد القطع المعدنية لعملية اللحام وتنظيف المسبوكات المعدنية وإزالة طبقات رقيقة من أسطح القطع المعدنية بسمك يتراوح بين (٠.١mm - ٠.٠١mm).

المبرد (Rasp) ، File :- **عدة معدنية مصنوع من الصلب عالي الكربون، وهو ذو شكل وطول محددان يحتوي على سلسلة من الأسنان الصغيرة تقوم بقطع أو إزالة طبقات رقيقة من سطح القطعة المعدنية قيد البرادة فيتكون نتيجة هذه العملية رايش ناعم نسبيا، يتكون المبرد اليدوي من أجزاء، الشكل (١-٣٠)، هي؛ المقدمة، الجانب، الكتف، الذيل، المقبض، الحلقة، وحدود القطع (الأسنان).**

الشكل ١-٣٠ : أجزاء المبرد.

تصنف المبارد إلى أنواع كثيرة بحسب؛ نعومة المبرد، شكل المقطع، وشكل الأسنان، ويقصد بنعومة المبرد عدد أسنان المبرد في وحدة الطول (السنتمتر الواحد) وتقسم المبارد بحسب نعومتها كما يأتي، الشكل (١-٣١) :-

١) المبرد الخشن : يتراوح عدد الأسنان فيه بين ٥ - ١٣ سناً في السنتمتر الواحد ويرمز له عادة بالرقم ١.
٢) المبرد متوسط النعومة : يتراوح عدد الأسنان فيه بين ١٣ - ٢٥ سناً في السنتمتر الواحد ويرمز له بالرقم ٢.
٣) المبرد الناعم : يتراوح عدد الأسنان فيه بين ٢٥ - ٨٠ سناً في السنتمتر الواحد ويستعمل لإنتاج السطوح شديدة النعومة، ويرمز إلى هذه المبارد بالأرقام ٣، ٤، ٥، و٦.

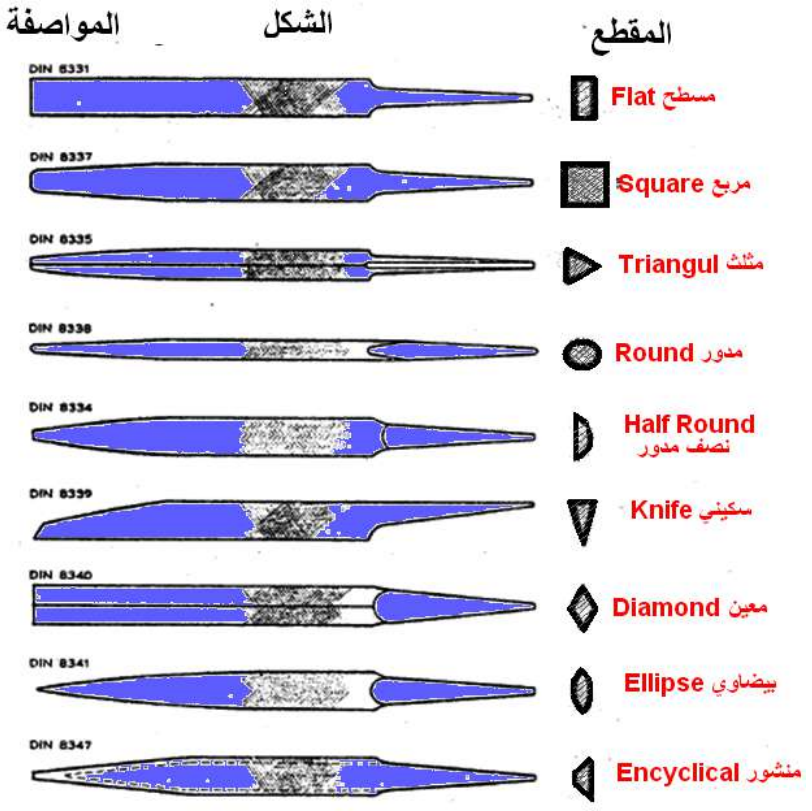


الشكل ١-٣١ : أنواع المبارد بحسب النعومة.

تصنف المبارد بحسب شكل مقطعها إلى أنواع كثيرة، الشكل (١-٣٢)، أهمها :-

١. المبرد المسطح : مقطعه مستطيل الشكل، يستعمل عادة لبرادة السطوح المستوية الخارجية والداخلية.
٢. المبرد المربع : مقطعه مربع الشكل، يكثر استعماله لبرادة الثقوب والقنوات المربعة والمستطيلة الشكل.
٣. المبرد المثلث : مقطعه مثلث الشكل، يستعمل لبرادة الزوايا الداخلية والثقوب المثلثة الشكل أو ذات الزوايا الحادة.
٤. المبرد المدور : مقطعه دائري الشكل، يستعمل لبرادة الثقوب الدائرية والسطوح المستديرة والنوع الآخر منه هو المبرد نصف الدائري الذي يستعمل لبرادة السطوح الداخلية المقعرة.
٥. مبارد القطع : ذات مقاطع مثلثة الشكل وأركانها ذات حافة حادة، تستعمل لقطع المجاري والقنوات ولبرادة أسنان بعض الأنواع الخاصة من التروس.

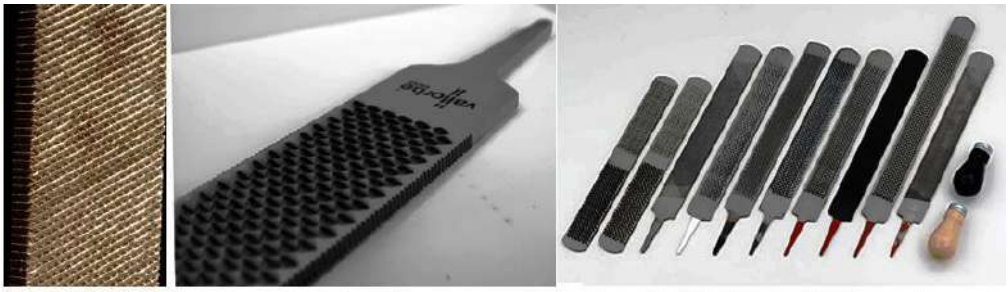
توجد أنواع أخرى من المقاطع مثل؛ المبرد نصف المدور، المبرد السكيني، المبرد المعيني، المبرد البيضاوي، المبرد الموشوري، ومبرد الألمنيوم الذي يستعمل لقطع الألمنيوم فقط.



الشكل ١-٣٢ : بعض أشكال مقاطع المبارد.

أسنان القطع : تصنف المبارد بحسب طبيعة قطع الأسنان الموجودة فيها، الشكل (١-٣٣)، إلى ما يأتي :-

١. **المبرد ذو القطع المفرد : تكون فيه أسنان القطع منتظمة على خطوط عرضية متوازية على المبرد وتميل بزاوية مقدارها (٦٥^{o} – ٨٥^{o}) ويستعمل عادة لبرادة المعادن اللينة مثل الألمنيوم والنحاس والبرونز، كما يستعمل أحياناً لشحذ أسنان المناشير وما شابه.**
٢. **المبرد ذو القطع المزدوج : يحتوي على سلسلتين من الأسنان العرضية المتوازية على المبرد، السلسلة الأولى تميل بزاوية مقدارها (٤٠^{o} – ٤٥^{o})، والسلسلة الثانية تكون أخشن ومنتظمة بزاوية معاكسة للأولى، وتستعمل لبرادة المعادن أو المواد ذات الصلادة العالية نسبيا مثل الحديد الزهر والصلب العالي الكربون.**
٣. **المبرد ذو القطع المقوس : يحتوي على سلسلة متوازية من الأسنان المقوسة المنتظمة على عرض المبرد، ويستعمل عادة لبرادة المواد العالية الصلادة.**

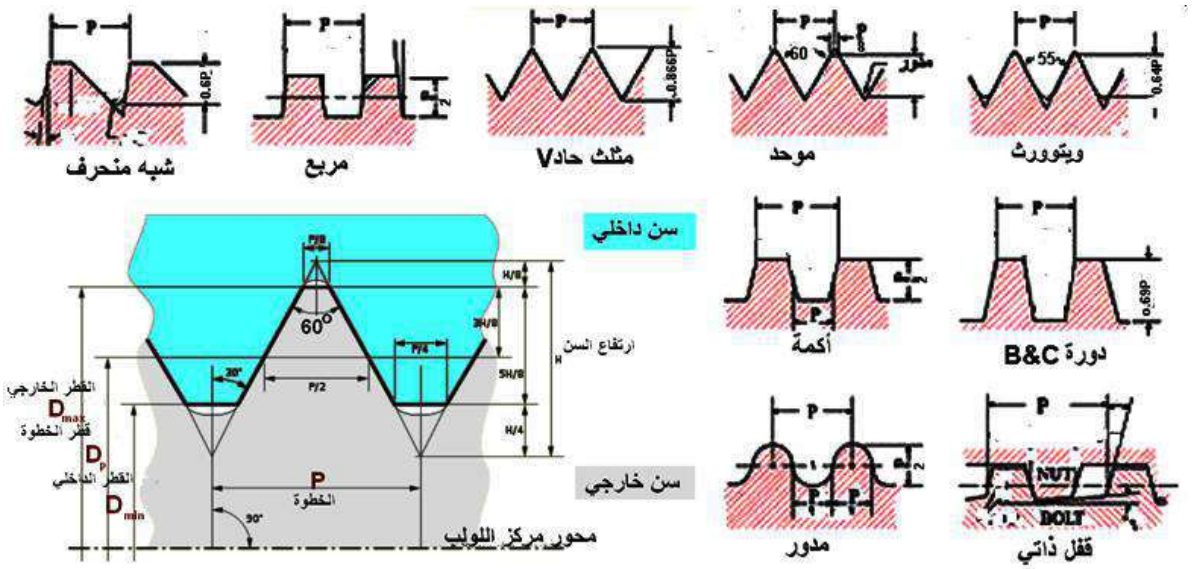


الشكل ١-٣٣ : بعض أشكال أسنان المبارد.

١-٩-٤ اللولبة (القلوظة) Threading

هي عملية قطع مجرى حلزوني (سن) على السطح الخارجي لجسم اسطواني كالأعمدة المدورة لانجاز اللوالب (البراغي)، أو قطع أسنان على السطح الداخلي لثقب اسطواني لانجاز الصواميل، عن طريق مجوعة من العدد اليدوية تقوم بتشغيل قطع العمل الاسطوانية، وتقسم اللوالب بحسب استعمالها على نوعين رئيسين هما لوالب التثقيب ولوالب الحركة، تستعمل لوالب النوع الأول لربط ومسك المشغولات مع بعضها، بينما تستعمل لوالب الحركة لتحويل الحركة الدائرية للعمود (البرغي) Bolt إلى حركة خطية للصامولة Net.

توجد الكثير من التصميمات للوالب التثقيب منها المصنعة بموجب النظام المتري ISO (زاوية السن ٦٠°) ولوالب ويتوورث (للأنابيب) (زاوية السن ٥٥°)، الشكل (١-٣٤)، أما لوالب الحركة فتوجد أنواع كثيرة لشكل أسنانها، منها لولب شبه المنحرف، المدور، المربع، والمثلث الذي يمكن انجازه باللولبة اليدوية، والسن المثلث هو شائع الاستعمال إذ يستعمل لأغراض الربط، وتعرف قياسات اللوالب بمصطلحات متفق عليها مثل الخطوة P التي تعبر عن المسافة بين نقطتين متناظرتين على سنين متتاليين، أما عمق السن فهو المسافة بين قاع السن ورأسه، لذلك يمكن قياس ثلاثة أقطار هي القطر الخارجي D_{max} والقطر الداخلي D_{min} وقطر الخطوة D_p، ويعبر في النظام المتري عن قياس السن بالحرف M يليه رقم يمثل القطر الخارجي مضروب في رقم يمثل الخطوة بالمليمتر.



الشكل ١-٣٤ : أسنان اللوالب وأنواعها.

تستعمل لقمة اللوالب Screw Die لعمل اللوالب الخارجية على السطح الخارجي للأعمدة المدورة أو الأنابيب، بينما يستعمل ذكر اللولبة Tap Die لعمل اللوالب الداخلية في الثقوب.

قطع اللوالب الخارجية : تقطع اللوالب على الأعمدة يدوياً باستعمال لقم اللولبة، الشكل (١-٣٥)، حتى قطر M١٦، ويجب أن يكون قطر العمود أصغر من قطر اللولب المطلوب D_{max} بحدود P ١/٥ (خُمس خطوة اللولب) وذلك لكون عملية القطع تولد ضغطاً على جزيئات المعدن باتجاه قمة السن لينتج عنها قطر أكبر للّولب وبالتالي الحصول على القطر القياسي المطلوب، فإذا كان اللولب المطلوب ذا قياس M١٢x١.٧٥ فأن قطر العمود (قطعة العمل) يجب أن يكون:-

١٢ – ١.٧٥ / ٥ = ١١.٦٥mm

الشكل ١-٣٥ : عدة قطع اللوالب الخارجية.

قطع اللوالب الداخلية : تقطع اللوالب على أسطح الثقوب الداخلية يدوياً باستعمال ذكر اللولبة، الشكل (١-٣٦)، ويجب أن يكون قطر الثقب أكبر من القطر الداخلي للسن المطلوب D_{min} بحدود طول الخطوة P، وذلك لكون عملية القطع تولد ضغطاً على جزيئات المعدن من ذكر اللولب باتجاه قمة السن من الصعب إزالتها وينشأ عنها حشر لعدة القطع، فالقطر الكبير سوف يصحح قياسه وينتج القياس المطلوب.

الشكل ١-٣٦ : عدة قطع اللوالب الداخلية.

تتوافر عدة اللولبة بشكل طاقم ولمدى محدد للقياس، الشكل (١-٣٧)، ويتكون فيها كل قياس من ثلاث قطع متدرجة في القياس (أولي، متوسط، انجازي)، إذ تعرف بعلامات على شكل حلقات مثبتة على ساق ذكر اللولبة، وذلك لتسهيل عملية القطع ولعدد من المراحل.

الشكل ١-٣٧ : طاقم عدة قطع اللوالب.

١-١٠ أسئلة الفصل

١- عرف علم القياس، وما عناصره الثلاثة؟

٢- وضح مفهوم كل من القياس، أجهزة القياس، المعايرة، واجهزة المعايرة. وكيف ستظهر نتيجة عملية القياس وطريقة تدوينها.

٣- بحسب النظام الدولي الموحد للقياس، توجد سبع وحدات أساسية، عددها مع توضيح رمز كل منها.

٤- عدد أسماء ورموز عشرة من معاملات الضرب وقيمها.

٥- ما أدوات القياس المباشر وأدوات القياس الناقلة.

٦- توجد أشكال للقدمة ذات الورنية لكنها تشترك بعدد من الصفات، عدد تلك الأنواع وبين الصفات المشتركة لها.

٧- يستعمل الميكروميتر في الورش الصناعية، بين السبب مع توضيح للأنواع الموجودة والغرض من استعمال كل منها.

٨- تتطلب عمليات التشغيل تخطيط وقياس الزوايا المختلفة باستعمال عُدَد لقياس الزوايا، بين تلك العدد وطريقة عملها في القياس.

٩- ما أدوات الفحص والمعايرة ؟ وضحها باختصار.

١٠- عرف مفهوم الطاقة وبين أنواعها الأربعة.

١١- القدرة الحصانية مصطلح يقاس به معدل أداء محركات الاحتراق الداخلي والمحركات الكهربائية، اذكر أصنافها الستة مع بيان مفهوم اثنين منها.

١٢- مالذي يتسبب من عدم التخطيط لمكان العمل؟ وما الشروط الواجب توافرها في منضدة العمل؟

١٣- أن التخطيط المدروس يقلل من الضائعات في الخامات فضلاً عن تقليل الوقت والجهد اللازمين للتصنيع، عدد خمسا من أدوات التخطيط (الشنكرة) وكيف تتم في الورشة ؟

١٤- عرف عملية النشر، وما أجزاء المنشار وأنواع المناشير المستعملة في الورش الصناعية؟

١٥- عرف عملية البرادة، وعلى أي أسس تصنف المبارد ؟ وضح تلك الأصناف.

١٦- عرف عملية اللولبة، وبين كيفية انجازها يدويا عند قطع اللوالب الخارجية واللوالب الداخلية.

ملاحظة : تكون الأسئلة الحسابية كما وردت في الأمثلة المذكورة نفسها في الفصل.

الفصل الثاني

نقل القدرة والحركة

Power Transmission and Motion

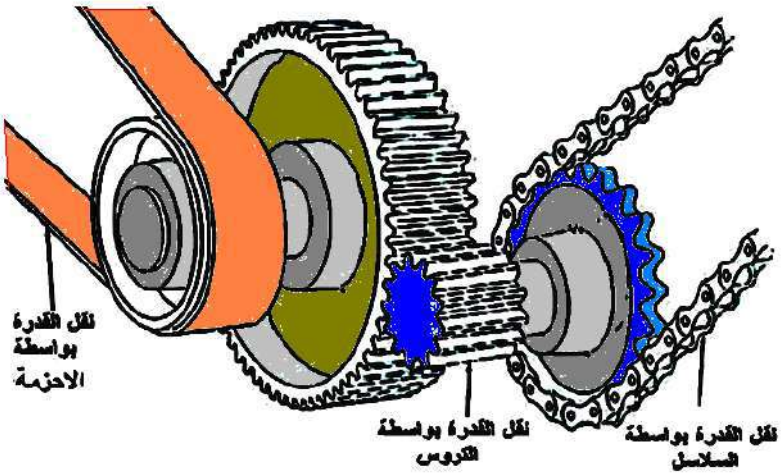
أهداف الفصل الثاني

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :-

1. يعرف وسائل نقل الحركة الميكانيكية.
2. يشرح نقل الحركة عن طريق الأعمدة.
3. يوضح طريقة نقل الحركة عن طريق الاحتكاك.
4. يوضح طريقة نقل الحركة عن طريق البكرات والأحزمة والسلاسل والجنازير.
5. يوضح نقل الحركة عن طريق التروس.
6. يعرف نسبة نقل الحركة.

1-2 تمهيد

يعتمد عمل المعدات والآلات الزراعية على قدرة كل منها، وأثناء عمل الآلة فإن هناك حاجة لانتقال الحركة بداخلها من مكان إلى آخر ويتم ذلك بما يعرف بأجهزة أو وسائل نقل الحركة، إذ يتم استعمال آليات نقل الحركة الميكانيكية على نطاق واسع، ويشير أساسا إلى نقل الطاقة ونقل الحركة. وتنقسم إلى فئتين الأولى عن طريق الاحتكاك بين ناقل الطاقة الميكانيكية والمحرك بما في ذلك السيور أو الاحتكاك بين عجلتين أو عبر الأقراص الاحتكاكية، وتتميز بحدوث انزلاق يسبب خسارة في الطاقة، والثانية عن طريق الاشتباك بين جزأين بشكل مباشر أحدهما يكون مصدر تجهيز الطاقة والحركة وآخر متصل بالأجزاء المطلوب تحريكها، وربما باستعمال وسائط مختلفة لنقل الحركة الميكانيكية كالتروس والسلاسل وغيرها والتي لا يحدث فيها أي خسارة بالقدرة، وهناك وسائل أخرى تعتمد على الوسائط مثل السوائل كالزيوت، الشكل (2-1).



الشكل 2-1 : وسائل مختلفة في نقل القدرة والحركة.

2-2 وسائل نقل الحركة الدورانية

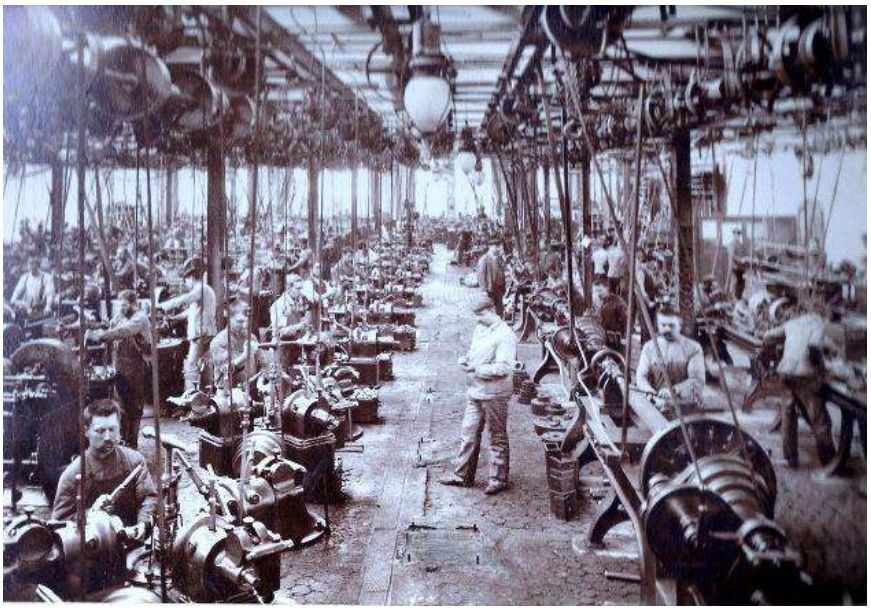
تعرف أجهزة نقل الحركة بأنها أجهزة أو وسائل ميكانيكية تستعمل داخل الآلات الزراعية من أجل نقل الحركة من مكان إلى مكان آخر بداخل الآلة أو لتغيير اتجاه الحركة أو تغيير سرعة الأجزاء المتحركة، وتستعمل أنواع مختلفة من الأجهزة في عملية نقل الحركة بداخل الماكينات والآلات الزراعية ومن هذه الأجهزة الشائعة كل من :-

1. الأعمدة أو المحاور Shafts and Axles
2. الأقراص الاحتكاكية Frictional Discs

3. البكرات والأحزمة Pulleys and Belts
4. التروس Gears
5. السلاسل والجنازير Chins

1-2-2 نقل الحركة عن طريق الأعمدة

تحمل الأعمدة والمحاور أجزاء من الماكينات المختلفة إذ يثبت عليها التروس، بكرات السيور (الأحزمة)، الأقراص الاحتكاكية، وغيرها، التي تدور معها (أو عليها) لتنقل القوى من جزء إلى آخر، وللأعمدة والمحاور استعمالات وتطبيقات كثيرة، ويبين الشكل (2-2) أحد المصانع (القديمة) المعتمدة على الأعمدة في تشغيل آلاتها.

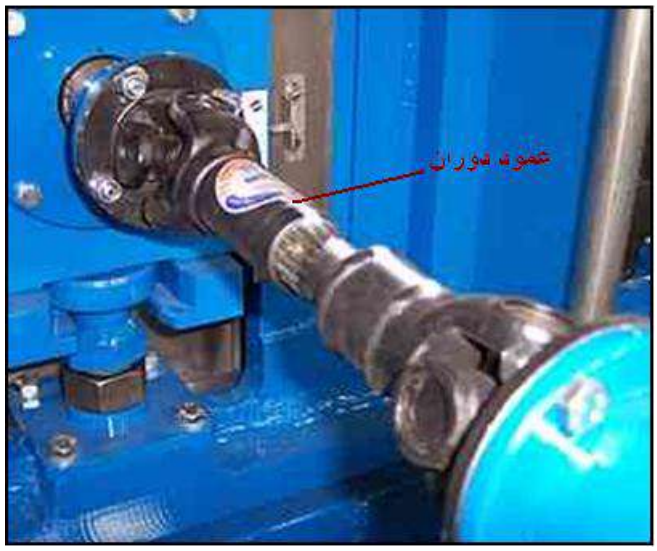


الشكل 2-2 : أعمدة الدوران في مصنع قديم.

تصنع أعمدة ومحاور ماكينات الإنتاج والآلات ذات القدرات الكبيرة من مواد تتميز بمواصفات معينة مثل المتانة ومقاومة الكِلال على أن تجرى عليها المعاملات الحرارية لزيادة مقاومة التآكل الناتج عن الاحتكاك، وتحمل هذه المواد للإجهاد، لذلك يستعمل الصلب الكربوني (الفولاذ) في صنع الأعمدة والمحاور، إذ يتميز بقابليته الجيدة للتشغيل فضلاً عن إجراء المعاملات الحرارية اللازمة له لإعطائه خواص ميكانيكية وصلادة عالية، كما يستعمل الصلب السبائكي في صنع الأعمدة والمحاور ذات التحميل العالي الذي يجري معاملته بمختلف أنواع المعاملات الحرارية، كما تصنع المحاور القلابة (الأعمدة المرفقية) من صلب المطروقات أو المسبوكات وكذلك من حديد الزهر عالي المتانة، وتتميز هذه المواد بالمتانة الكافية والمقدرة العالية على إخماد الاهتزازات.

تستعمل أعمدة الإدارة في كثير من التطبيقات وأهمها نقل القدرة على شكل عزم دوراني، وتتنوع أشكال وأحجام (أقطار وأطوال) تلك الأعمدة بحسب التطبيق المطلوب فإما أن تكون تلك الأعمدة محاور للحركة تثبت عليها الأجزاء الدوارة أو تقوم بنقل القدرة بين مجموعة الأجزاء الميكانيكية كأن تكون من صندوق التروس إلى الوحدات المتحركة الأخرى التي تتطلب مقداراً معيناً من قدرة المحرك وعلى مسافة معينة من هذا المحرك.

وأحياناً ما يكون عمود الإدارة طويلا ويحتاج لوجود دعامات من أجل تثبيته بإحكام كي لا تتولد اهتزازات ناتجة عن سوء تمركزه ثم تؤدي إلى فشل أو تحطيم أجزاء الماكينة أو الآلة، تتكون المساند (Supports) من كراسي تحميل (Bearings) أو محامل تدحرجية تصمم بحسب الحالة الميكانيكية، في أحيان أخرى يتكون العمود من قطعتين أو أكثر في حالة كونه طويل نسبياً أو عدم وقوع الحمل على استقامة مع مصدر الحركة وكما هو مبين في الشكل (2-3).



الشكل 2-3 : عمود دوران بنهايات مفصلية.

تصنف الأعمدة بحسب الشكل والتصميم لتناسب نقل القدرة (الحركة) لجميع المتطلبات وكما يأتي :-

1. الأعمدة اسطوانية : تعد من أبسط أنواع الأعمدة وإنتاجها من الأمور النادرة إذ يزيد من صعوبة تثبيت الأجزاء المركبة عليها، كما تجعل عمليات الفتح (التفكيك) والتركيب أكثر تعقيداً لعدم احتوائها على زوايا وتخصرات تثبيت أو أخاديد كما موجود في باقي الأنواع .
2. محاور بتدريجات مخروطية : تستعمل كمحاور دوران للمخارط، كما تستعمل كمحور لبعض آلات التشغيل، تمتاز هذه المحاور بسهولة تثبيت الأجزاء المركبة عليها.

3. محاور بأقطار متدرجة : تستعمل الأعمدة ذات الأقطار المتدرجة كأعمدة دوران في صناديق التروس إذ تثبت الركائز والتروس المختلفة على الأقطار المتدرجة.
4. المحاور القلابة والأعمدة المرفقية : هي محاور تحمل مجموعة أقطار غير مركزية أي بمحاور مختلفة تقع حول المحور الأساس، وتستعمل في جميع محركات الاحتراق الداخلي والمكابس الترددية لتحويل الحركة المستقيمة الترددية إلى حركة دورانية أو بالعكس.
5. عمود الحدبات : عمود اسطواني يحتوي على مجموعة حدبات (كامات) بيضاوية الشكل بعدة مواضع باتجاهات مختلفة، وتصنع من الصلب العالي الجودة بدقة فائقة، وقد صممت لاستعمالها في تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة ترددية، إذ تستعمل في جميع آلات الاحتراق الداخلي للتحكم في حركة فتح وغلق الصمامات.
6. المحاور ذات الاخاديد : وتدعى أيضا بالأعمدة المسننة وهي عبارة عن محور اسطواني محفور على سطحه الخارجي عدد من الأخاديد الطولية تعمل بمثابة مجاري أو خوابير لنقل عزم الدوران بعد تعشيقها مع جزء أخر مقابل لها، ذو أخاديد من الداخل بالشكل نفسه.

تستعمل المحامل في حمل وإسناد الأعمدة ومحاور الدوران، وتختلف تصاميمها وفقاً لأغراض استعمال كل منها وظروف تشغيلها كسرعة الدوران ونوع الأحمال، وتقسم على وفق قوى الاحتكاك الناشئة عن حركة الدوران إلى مجموعتين أساسيتين هما : (المحامل البسيطة) وهي التي تعرف بالمحامل الانزلاقية، والمحامل التدحرجية (المحامل المقاومة للاحتكاك).

أ) المحامل الانزلاقية : تستعمل مع الأعمدة والمحاور ذات السرعات العالية أو المنخفضة، إذ تعمل بضغط الزيت لحمل الأعمدة أثناء دورانها وتتميز بتحملها للأحمال الكبيرة، وينشأ عن الدوران ارتفاعاً في درجات الحرارة نتيجة قوى الاحتكاك على الرغم من نعومة الأسطح المنزلقة، ويتم استعمال وسائل تزيت مناسبة لتكون غشاء زيتي مستمر بين العمود والمحمل وذلك يتطلب وجود خلوص (فراغ) في المحمل يحدد مقداره بحسب متطلبات التشغيل، وتكون جلبة المحمل Sleeve بشكل قطعة معدنية أسطوانية توضع بين المحمل وعمود الدوران وتصمم بأشكال مختلفة، كالجلبة الاسطوانية المسبوكة، الجلبة القابلة للاستبدال، القابلة للضبط (المشقوقة)، والجلبة ذات الجزأين، ويتم التزييت عن طريق مجارى تلائم ذلك، وتصنع جلب المحامل الانزلاقية من سبائك النحاس والقصدير أو المواد الملبدة أو اللدائن، أو من مواد ذاتية التزييت، الشكل (2-4).

الشكل 2-4 : محمل انزلاقي .

ب) المحامل التدحرجية Rolling Bearing : وتكون مقاومة للاحتكاك، إذ تستعمل لحمل وسند مرتكزات الأعمدة والمحاور وتوجيهها، وتتكون المحامل التدحرجية من حلقتين بينهما العناصر التدحرجية لتنزلق داخل مسارات أو أخاديد الحلقتين الداخلية والخارجية، ويكون تلامس عنصر التدحرج في نقطة واحدة، ويصبح الاحتكاك صغيراً جداً بالمقارنة بالمحامل الانزلاقية، وترتب العناصر التدحرجية في صف واحد أو صفين متجاورين وتحجز الحافظة بين الحلقتين الداخلية والخارجية، وتوفر الحافظة (القفص) التباعد المتساوي بين العناصر التدحرجية (الكريات أو الاسطوانات). كما وتعمل التجاويف (الأخاديد) الموجودة بالحلقتين الداخلية والخارجية كدليل لتوجيه العناصر التدحرجية مما يؤدي إلى انتظام حركة الدوران بالمحمل.

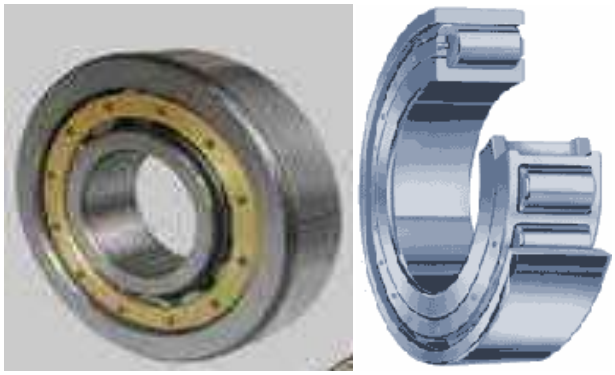
تصنع العناصر التدحرجية والحلقات الداخلية والخارجية من الصلب الكرومي أو من الصلب الكرومي النيكلي، وتصلد بالمعاملات الحرارية ثم تصقل بعناية لاسيما أسطح العناصر التدحرجية ومسارات الحلقات الداخلية والخارجية، وتصنع الحافظة (القفص) من ألواح الصلب أو ألواح البرونز أو ألواح النحاس أو من سبائك الألمنيوم أو من اللدائن (البلاستك).

تصمم العناصر التدحرجية بأنواع وأشكال وقياسات مختلفة، إذ تصنف المحامل التدحرجية بحسب شكل العنصر التدحرجي، ويشمل التصنيف كذلك طبيعة وظيفتها، وكما يأتي :-

1. **كراسي تحميل ذات مدحرجات مخروطية : تتكون من حلقتين (حلقة داخلية وحلقة خارجية) بينهما مدحرجات مخروطية مثبتة في شبكة، الشكل (2-5)، وهذا التصميم ذو قدرة عالية لتحمل القوى القطرية والمحورية، لذا، تستعمل عموماً كأزواج متعاكسة بالاتجاه.**

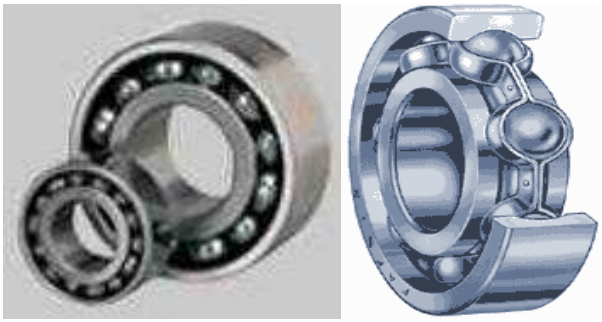
الشكل 2-5 : كرسي تحميل بمدحرجات مخروطية.

2. كراسي تحميل ذات مدحرجات اسطوانية (Roller Bearings) : لها قدرة عالية لتحمل القوى القطرية (الشعاعية) مع الاحتكاك المنخفض، وتستعمل في السرعات العالية، الشكل (2-6).



الشكل 2-6 : كراسي تحميل بمدحرجات اسطوانية.

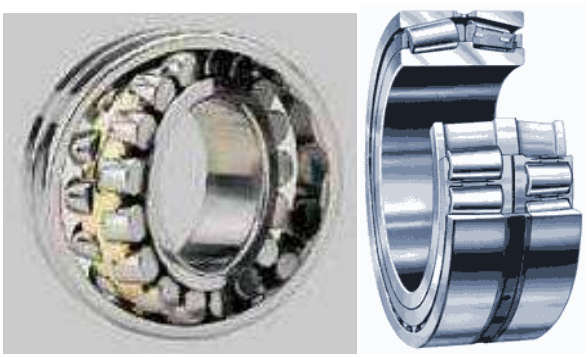
3. كراسي التحميل ذات مدحرجات كرويّة مركزية (Ball Bearings) : لها قدرة عالية لتحمل القوى القطرية والمحورية، الشكل (2-7)، ويكون هذا النوع مناسباً للكثير من الماكينات.



الشكل 2-7 : كرسي تحميل بمدحرجات كروية.

4. كراسي التحميل ذات مدحرجات كرويّة لا مركزية : هذا النوع مجهز بصفين من المدحرجات الكروية المتماثلة ويمكن للحلقة الداخلية الميل بزاوية عن محور الدوران ولها قدرة عالية لتحمل

الصدمات والانحناء المحتملة في أثناء دوران العمود والناتجة من الاهتزازات، وتتحمل القوى القطرية والمحورية، الشكل (2-8).



الشكل 2-8 : كراسي التحميل بمدحرجات كرويّة لا مركزية.

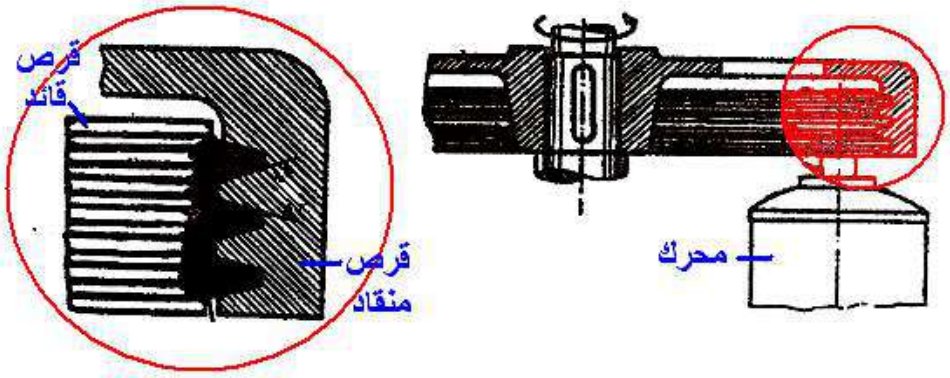
2-2-2 نقل الحركة عن طريق الاحتكاك

الأقراص الاحتكاكية Friction Discs : عناصر يستفاد منها في نقل عزم الدوران للقوى المختلفة بين الأعمدة المتوازية والمتعامدة والمتقاطعة التي تقع على تباعد مركزي صغير، تتميز بمتانتها وعدم تأثرها بالأحمال الصدمية، وتصنع من حديد الصلب أو حديد الزهر بأشكال أسطوانية، عجلات ذات حزوز (مجارِ) إسفينيه، مخروطية، أو كروية، إذ تغطى هذه الأقراص بطبقة احتكاكية من اللدائن أو المطاط أو الجلد، وتنتقل الحركة عن طريق مجموعات من الأقراص الاحتكاكية المختلفة عن طريق التلامس وقوى الاحتكاك الناشئة عن ضغط القرص المقاد على القرص القائد، للحصول على سرعات دوران ثابتة أو متغيرة أو منعكسة وذلك لاستعمالها في نقل القوى الكبيرة للمكابس والمطارق، وفيما يأتي أصناف الأقراص الاحتكاكية بحسب الشكل :-

1. الأقراص الاحتكاكية الاسطوانية : تصمم مجموعات نقل الحركة لنقل الحركة بين الأعمدة المتوازية وكذلك بين الأعمدة المتعامدة، إذ يتكون النوع الأول من قرصين أحدهما قائد مثبت على عمود الإدارة والآخر مقاد مثبت على محور الدوران، في حين يتكون النوع الثاني من قرص احتكاكي اسطواني كبير (قائد) مثبت على عمود الإدارة وقرص احتكاكي اسطواني صغير (مقاد) مثبت على عمود الدوران وقابل للحركة العرضية، الشكل (2-9).

الشكل 2-9 : مجموعة نقل الحركة بالأقراص الاحتكاكية الأسطوانية المتوازية والمتعامدة.

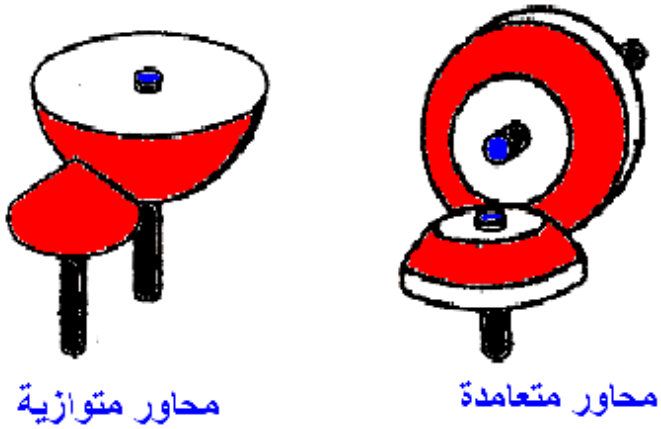
2. **الأقراص الاحتكاكية ذات المجاري الإسفينية : تتكون من قرص قائد صغير مثبت على محور محرك كهربائي وقرص مقاد كبير مثبت على عمود الدوران، توجد مجاري إسفينيه على شكل حرف V على القطر الداخلي للقرص المقاد والقطر الخارجي للقرص القائد، كما توجد طبقة احتكاكية على البروز الخارجي للحزوز والمجاري الإسفينية بالقرص القائد، الشكل (2-10).**



الشكل 2-10 : مجموعة نقل الحركة بأقراص احتكاكية ذات مجاري إسفينية.

3. **الأقراص الكروية والمخروطية : تتكون مجموعة نقل الحركة بالأقراص الكروية من قرصين أحدهما قائد والآخر مقاد، مثبتين على أعمدة متوازية، القرص الاحتكاكي القائد مثبت على عمود الإدارة بحيث يكون الجزء الكروي من الأسفل، والقرص الاحتكاكي المقاد مثبت على عمود الدوران بوضع معاكس، ويكون عمود الدوران الذي يحمل القرص الاحتكاكي المقاد قابل للحركة الرأسية، في حين تتكون مجموعة نقل الحركة بالأقراص الاحتكاكية المخروطية المتعامدة من قرصين مخروطيين احدهما قائد والآخر مقاد، مثبتين على أعمدة متعامدة، القرص الاحتكاكي**

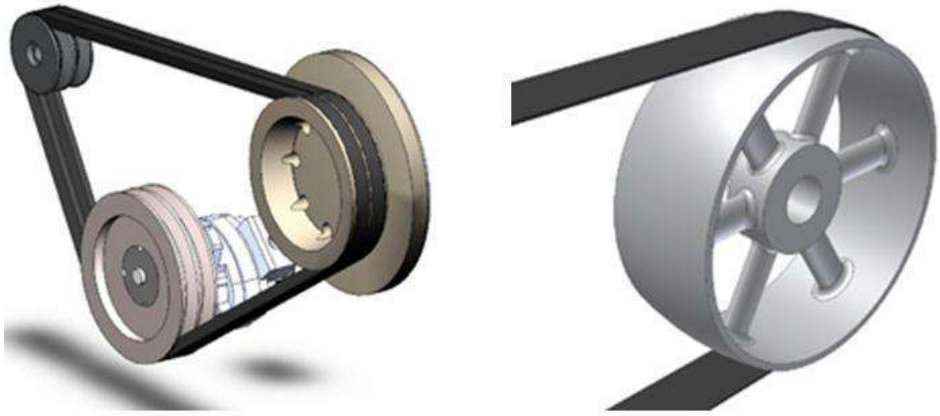
المخروطي القائد مثبت على عمود الإدارة والقرص الاحتكاكي المخروطي المقاد مثبت على عمود الدوران، الشكل (2-11).



الشكل 2-11 : مجموعة نقل الحركة بالأقراص الاحتكاكية الكروية والمخروطية.

2-2-3 نقل الحركة عن طريق البكرات والأحزمة

تنقل الحركة في هذا النوع من الأجهزة بتركيب حزام (سير) ذو مقطع على شكل حرف (V) يمر على بكرتين، الشكل (2-12)، إحدى هاتين البكرتين تدعى بالبكرة القائدة، والبكرة الأخرى تدعى بالبكرة المقادة (التابعة)، وعند العمل فإن البكرة القائدة تتحرك وتدوّر معها السير الذي بدوره يعمل على تحريك البكرة المقادة، وبهذه الطريقة تنقل الحركة من العمود الذي يحرك البكرة القائدة إلى العمود الذي يحرك البكرة المقادة.



الشكل 2-12 : التفاف الحزام الناقل حول البكرات.

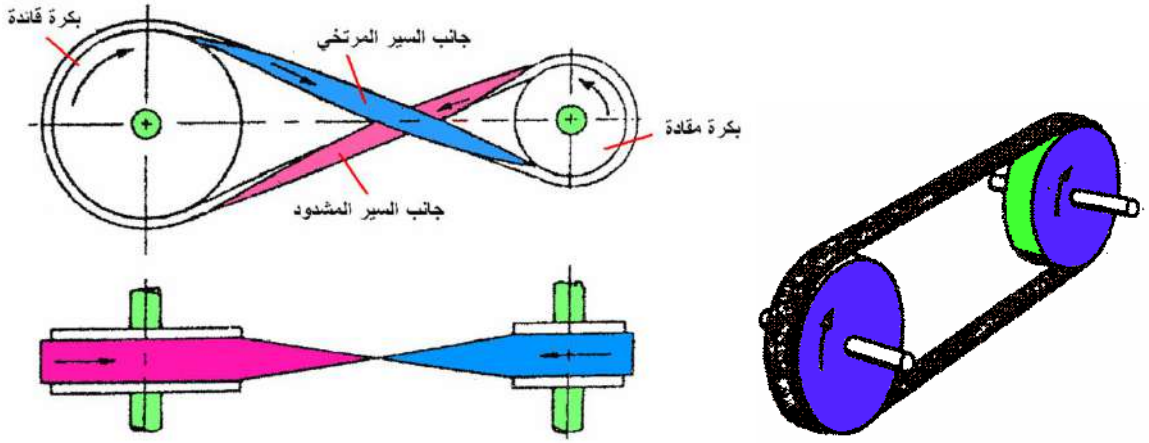
تتميز طريقة نقل الحركة عن طريق البكرات والسيور بالمميزات الآتية :-

1. لا تحتاج إلى تزييت أو تشحيم كباقي أجهزة نقل الحركة الأخرى.

2. تعمل السيور على امتصاص الصدمات مما يقلل من الضوضاء وانخفاض الصوت أثناء تحرك الآلة الزراعية.

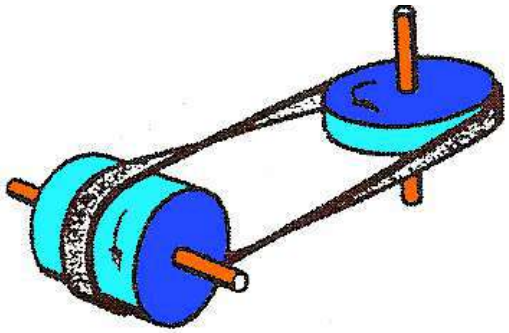
ويكون الحزام على شكل حلقة مغلقة مصنوع من مادة مرنة تستعمل لربط اثنين أو أكثر من محاور الدوران (التي لا يشترط أن تكون على استقامة) بطريقة ميكانيكية سلسة وبدون ضوضاء، لنقل الحركة الدورانية والقدرة بين محاور الدوران عن طريق البكرات (Pulleys) المثبتة على تلك المحور وتدور معها، ويتم النقل بكفاءة من مصدر الحركة، وبعدد دورات (سرعات) مختلف يعتمد على قطر تلك البكرات ومعامل الاحتكاك بين الحزام وسطح البكرة. ويعتمد مقدار القدرة المنقولة على سرعة الحزام، مقدار الشد في الحزام على البكرة، قوس التماس بين الحزام والبكرة الصغيرة، والظروف التي يستعمل بها الحزام.

وتقسم وسائل نقل الحركة بالسيور على نوعين هما : النقل بالسير المفتوح والنقل بالسير المتقاطع، في الحالة الأولى يكون عمودا الإدارة متوازيين فيما بينهما، وتدور البكرتان باتجاه واحد، أماّ عند نقل الحركة بالسيور المتقاطعة، يكون عمودا الإدارة بوضع متوازٍ أيضا، ولكن تدور البكرة القائدة عكس اتجاه دوران البكرة المقادة، الشكل (2-13).



الشكل 2-13 : السير المفتوح والسير المتقاطع.

أماّ في حالة نقل الحركة بالسيور نصف المتقاطعة، فيتم عندما تقع محاور أعمدة الإدارة في مستويات مختلفة ويميل الواحد فيها على الآخر بزاوية ما، الشكل (2-14).

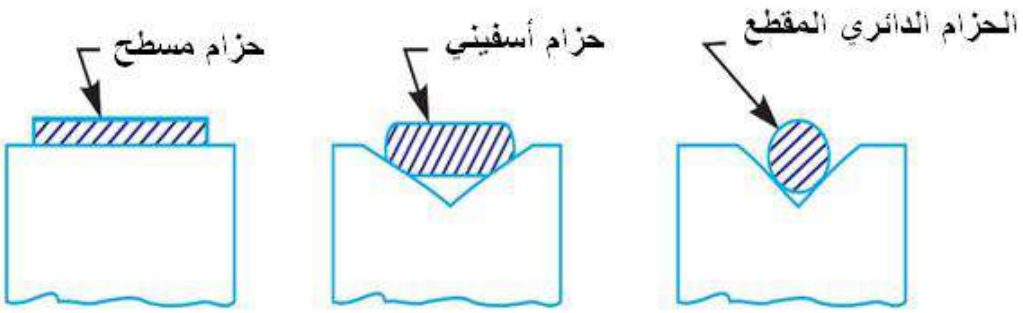


الشكل 2-14 : نقل الحركة بالسيور نصف المتقاطعة.

2-2-3-1 أنواع الأحزمة ومواصفاتها

تستعمل البكرات المتعددة الأشكال والأحزمة المختلفة التي تناسبها على وفق المسافات بين محاور البكرات، وقوى الشد وعزوم اللَّيِّ المنقولة ، إذ يمكن تقسيم الأحزمة بحسب الشكل الهندسي لمقاطعها على أربعة أنواع ، الشكل (2-15)، هي :-

1) **الحزام المسطح : يكون مقطعه بشكل مستطيل، وينتج من مواد مختلفة لتتناسب والقدرات المختلفة لنقل الحركة الدورانية، وتصنع الأحزمة المسطحة عادة من الجلد، المطاط، أو من الأقمشة القطنية والصوفية، وتتميز هذه الأحزمة بنقل الحركة الهادئة بدون ارتجاجات فضلا عن نقل الحركة الدورانية لمسافات طويلة،**
2) **الحزام المستدير : يكون مقطعه دائرياً، وهو قليل الاستعمال لكثرة انزلاقه، ويستعمل في نقل العزوم المنخفضة كما هو الحال بمكنات الخياطة.**
3) **الحزام الإسفيني المقطع : يكون مقطعه على شكل شبه منحرف ويحتاج إلى بكرات متخندقة بشكل إسفيني، وهو شائع الاستعمال في المصانع والماكينات لقلة حدوث الانزلاق فيه، ويسمى أيضا بالحزام حرف (V)، ويستمد الحزام متانته من مواد تكون بعدة طبقات من النسيج المتين المحاط بالمطاط، فضلاً عن غلاف شبه مطاطي، إن شكل المقطع يزيد من معامل الاحتكاك لكبر مساحة التماس بين الحزام والبكرة.**



الشكل 2-15 : أنواع الأحزمة الناقلة بحسب مقطعها.

كما توجد أحزمة إسفينية مسننة والموضح عدة أشكال لمقطعها في الشكل (2-16)، وذلك لإكسابها مرونة كبيرة، وخاصة في حالة نقل حركة بين بكرتين بينهما مسافة صغيرة والتشغيل بسرعة عالية .

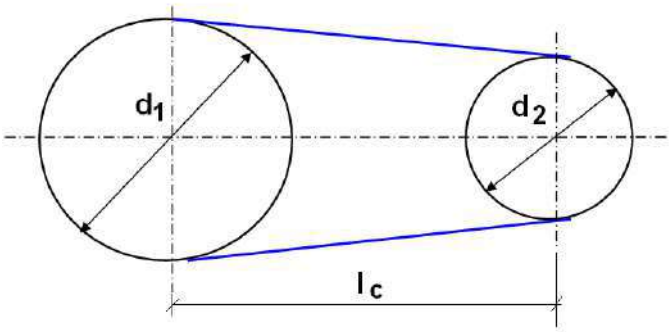
الشكل 2-16 : بعض أنواع الحزام الإسفيني.

4) الأحزمة المسننة : وتدعى أيضاً بأحزمة التوقيت Timing Belts، وتكون مواصفاتها بنفس مواصفات السلسلة المعدنية عند نقل الحركة، وتصنع عادة من المطاط عالي الجودة أو خليط المطاط مع اللدائن ويدعم من الداخل بأسلاك من الصلب المرن بمقاطع صغيرة جداً لزيادة قوة الشد إذ تجمع الأحزمة المسننة بين مرونة الحركة وعدم قابلية التمدد، وتنقل الحركة بين بكرات مسننة، إذ تجمع الأحزمة المسننة بين مميزات نقل الحركة بالأحزمة ومميزات نقل الحركة بالتروس، الشكل (2-17).

الشكل 2-17 : الأحزمة المسننة

2-3-2-2 مواصفات وحسابات الأحزمة

أ) طول الحزام : يمكن حساب طول الحزام بالمعادلة الآتية، حسب الاختصارات المبينة بالشكل (2-18).



الشكل 2-18 : مخطط لحزام ناقل وبكرتين لحساب طول الحزام.

$$L_b = 1.5708\,(d_1 + d_2) + 2\,l_c$$

إذ أن :

L_b : طول الحزام الكلي، بوحدات الملميتر (mm)

d_1 : قطر البكرة الاولى (قد تكون القائدة أو المقادة) (mm)

d_2 : قطر البكرة الثانية (mm)

l_c : المسافة بين مركزي البكرتين (mm)

1.5708 : ثابت

ب) السرعة الخطية : لحساب سرعة الحزام الخطية، نستعمل المعادلة الآتية :-

$$V = \frac{\pi\, d\, n}{2400}$$

إذ إن :-

V **: السرعة الخطية للحزام، بوحدات المتر لكل ثانية (m/s)**

d **: قطر البكرة (mm)**

n **: سرعة المحرك، بوحدات عدد الدورات بالدقيقة (rpm)**

2400 **: ثابت**

ج) نسبة التحويل (التخفيض) أو نسبة السرعة : عادة ما يدور المحرك الكهربائي (مصدر الحركة في الآلة) بعدد دورات كبير، ولغرض تخفيض عدد الدورات للسرعة المطلوبة يوضع بين المحرك والآلة منظومة من البكرات والسيور، وتدعى نسبة نقل الحركة بينهما بنسبة التحويل، كما يمكن انتقال الحركة بين الأعمدة المختلفة بالتساوي أو بالزيادة، فإذا تساوى قطري البكرتين القائدة والمقادة فان السرعة المنقولة بينهما تكون متساوية أي بنسبة تحويل 1:1، علماً بأنه قد يحدث انخفاض طفيف في سرعة البكرة المقادة بسبب انزلاق الحزام.

ويعبر عن نسبة السرعة Velocity ratio بالعلاقة الآتية : -

$$V_r = \frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

إذ أن : -

V_r **: نسبة السرعة أو نسبة التحويل**

N_1 **: عدد دورات البكرة القائدة في الدقيقة (r.p.m)**

N_2 **: عدد دورا ت البكرة المقادة في الدقيقة (r.p.m)**

d_1 **: قطر البكرة القائدة (mm)**

d_2 **: قطر البكرة المقادة (mm)**

د) القدرة : لحساب القدرة المنقولة (كيلو واط) من المحرك عبر الحزام الناقل نستعمل المعادلة الآتية : -

$$P = T \times n \times \frac{2\pi}{60} \times \frac{1}{1000}$$

إذ إن : -

P **: القدرة المنقولة بالكيلو واط (kw)**

T **: عزم المحرك بوحدات نيوتن. متر (N.m)**

π **: النسبة الثابتة ومقدارها 3.14**

n **: سرعة المحرك، بوحدات عدد الدورات بالدقيقة (rpm)**

أمثلة حسابية

المثال (2-1) :

بكرة مقادة قطرها 250 mm وقطر البكرة القائدة 125 mm، أوجد نسبة التحويل أو نسبة التخفيض .

الحل:

$$V_r = d_1 / d_2 = 125/250 = 1/2$$

نسبة نقل الحركة هي تخفيض للسرعة بنسبة 1: 2 .

المثال (2-2):

سرعة دوران بكرة قائدة 750 rpm وسرعة دوران البكرة المقادة 250 rpm، أوجد نسبة السرعة أو نسبة التخفيض .

الحل :

$$V_r = N_2 / N_1 = 250/750 = 1/3$$

نسبة نقصان السرعة الدورانية (تخفيض) بين البكرة القائدة والبكرة المقادة هي : 3:1

المثال (2-3):

بكرة قائدة قطرها 250mm وسرعتها 210 rpm وقطر البكرة المقادة 140mm، ما عدد دورات البكرة المقادة في الدقيقة ؟

الحل:

$$N_1 \times d_1 = N_2 \times d_2$$

$$N_2 = N_1 \times d_1 / d_2$$

$$= 210 \times 250 / 140 = 375 \text{ rpm}$$

المثال (2-4):

بكرة مقادة قطرها 140mm وسرعتها 375 rpm وسرعة البكرة القائدة 210 rpm والمسافة بين البكرتين 260 mm، ما قطر البكرة القائدة؟ وما طول الحزام ؟

الحل:

$N_1 \times d_1 = N_2 \times d_2$

$d_1 = N_2 \times d_2 / N_1$

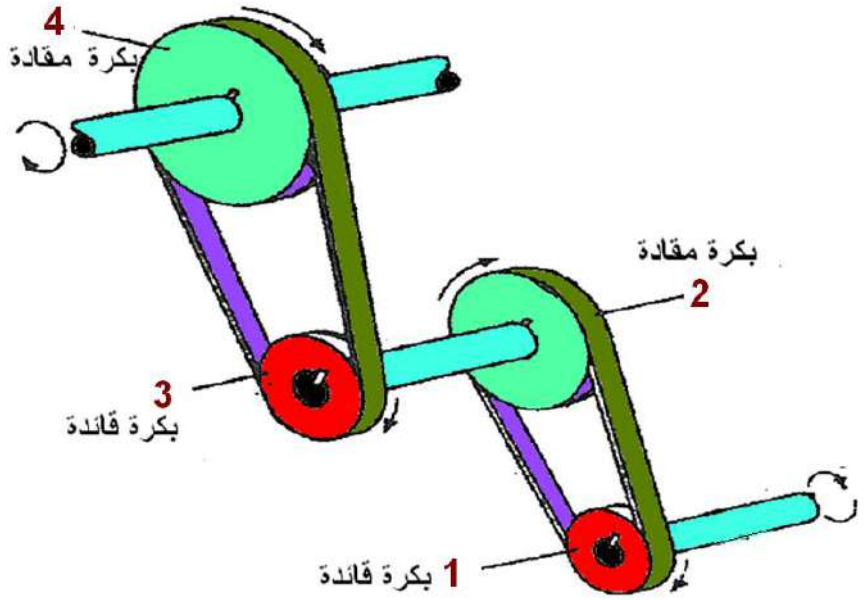
$= 375 \times 140 / 210 = 250mm$

$$L_b = 1.5708\,(d_1 + d_2) + 2\,l_c$$

$L_{(\text{الحزام})} = 1.5708\,(250 + 140) + (2\times260) = 1132.6\ mm$

حسابات نقل الحركة المركبة بالأحزمة

تستعمل وسائل نقل الحركة المركبة بالأحزمة، الشكل (2-19) في إدارة معظم الآلات، إذ نفترض أرقاما فردية للبكرات القائدة، وللبكرات المقادة أرقاماً زوجية.



الشكل 2 -19 : وسائل نقل الحركة المركبة بالأحزمة.

ويعبر عن نسبة السرعة الكلية لنقل الحركة المركبة بالأحزمة بالمعادلات الآتية : -

$$V_r = \frac{N_1 \times N_3}{N_2 \times N_4} = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

وبما أن البكرتين الثانية والثالثة تقعان على المحور نفسه فلهما عدد الدورات نفسه $N_3 = N_2$ فتكون نسبة السرعات : -

$$V_r = \frac{N_1}{N_4} = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

إذ أن : -

V_r نسبة السرعة Velocity Ratio

N_1 عدد دورات البكرة القائدة الأولى في الدقيقة rpm

N_2 عدد دورات البكرة المقادة الأولى في الدقيقة rpm

N_3 عدد دورات البكرة القائدة الثانية في الدقيقة rpm

N_4 عدد دورات البكرة المقادة الثانية في الدقيقة rpm

d_1 قطر البكرة القائدة الأولى بالملليمترات (mm) ويرمز لها بالرقم 1

d_2 قطر البكرة المقادة الأولى بالملليمترات (mm) ويرمز لها بالرقم 2

d_3 قطر البكرة القائدة الثانية بالملليمترات (mm) ويرمز لها بالرقم 3

d_4 قطر البكرة المقادة الثانية بالملليمترات (mm) ويرمز لها بالرقم 4

المثال (2-5) :

اذا كانت سرعة البكرة القائدة الأولى في مجموعة نقل مركبة بالأحزمة 250 rpm (N_1) وأقطار البكرات d_4 80mm، d_3 200mm ، d_2 150mm ، d_1 300mm . أوجد الآتي :-

أ) نسبة التحويل في السرعات (نسبة نقل الحركة المركبة بالأحزمة).

ب) سرعة دوران البكرة المقادة الأخيرة في الدقيقة.

الحل:

a) $V_r = d_2 \times d_4 / d_1 \times d_3$

$= 150 \times 80 / 300 \times 200 = 1/5$

النسبة الكلية للسرعة أو نسبة الزيادة في سرعة نقل الحركة المركبة بالأحزمة هي : 5:1

b) $V_r = N_1 / N_4$

$1/5 = 250 / N_4$

$N_4 = 5 \times 250 = 1250$ rpm

المثال (2-6) :

وجد بمجموعة نقل مركبة بالأحزمة بان سرعة البكرة القائدة الأولى 300 rpm (N_1) وسرعة البكرة المقادة الأخيرة 1000 rpm (N_4) وأقطار البكرات 180mm (d_3)، 120mm (d_2)، 90mm (d_4) ، أوجد الآتي :

أ) نسبة تحويل السرعة (نسبة نقل الحركة المركبة بالأحزمة).

ب) قطر البكرة القائدة الأولى بوحدات المليمتر.

الحل:

a) $V_r = N_1 / N_4 = 300 / 1000 = 3 / 10$

النسبة الكلية للسرعة أو نسبة الزيادة في سرعة نقل الحركة المركبة بالأحزمة هي : 10:3

b) $V_r = d_2 \times d_4 / d_1 \times d_3$

$3/10 = 120 \times 90 / d_1 \times 180$

$d_1 = 10 \times 120 \times 90 / 3 \times 180 = 200$ mm

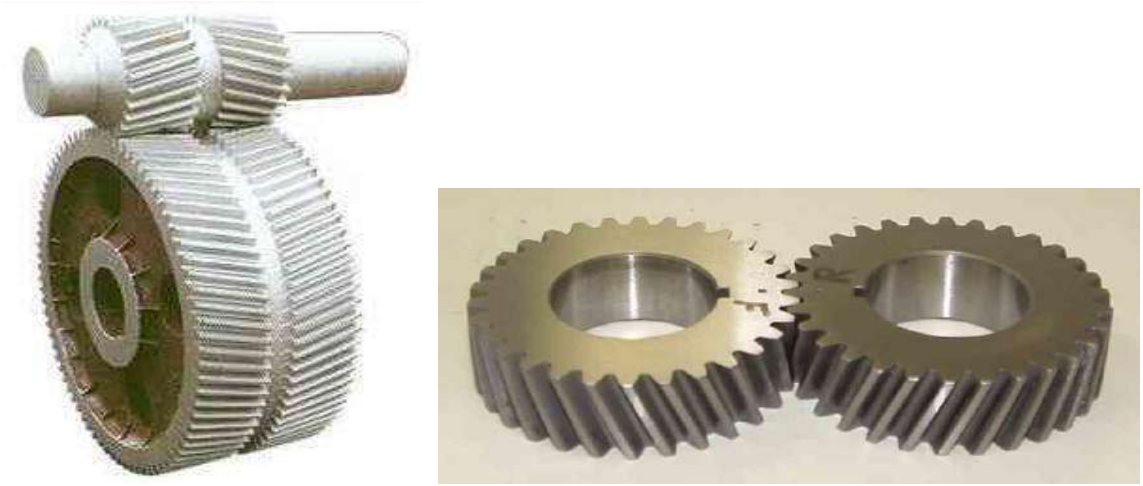
4-2-2 نقل الحركة عن طريق التروس

التـِرْسْ أو المسنن أو الترس المسنن جزء ميكانيكي يوجد داخل آليات نقل الحركة ووظيفته نقل حركة الحركة الدورانية للترس (المركب على محور) إلى ترس أو جزء ميكانيكي آخر. ويختلف الترس عن البكرة في أن الترس عبارة عن عجلة دائرية بها بروزات (أسنان) التي تعشق مع أسنان الترس الآخر الذي يسمح للقوة بالانتقال التام بدون حدوث انزلاق. وبحسب تصميم التروس وترتيبها يمكن للتروس نقل القوى بسرعات وعزوم مختلفة أو في اتجاهات مختلفة من مصدر الحركة الأساسي. والتروس مفيدة جداً في الماكينات البسيطة، وفي معظم الحالات فإن الترس يعشق مع ترس آخر ولكن الترس يمكن أن يعشق مع أي جزء ميكانيكي له نفس شكل الأسنان، ومن أهم مميزات التروس أنها تصنع بأحجام (أقطار) غير متساوية يمكن تجميعها معاً داخل أي ماكينة، إذ تتدرج أحجامها من تروس دقيقة كالتي تحرك عقارب الساعة إلى تروس كبيرة كالتي تحرك مروحة دفع السفن الكبيرة. ومجموعة التروس لها نسبة تخفيض عالية للسرعات، وتصمم أسنان التروس بتقوّسات خاصة للتقليل من الاحتكاك والاهتزاز والضجيج وعملية تعشيق ترسين يجب أن يكونا بنفس الموديول Module (وحدة قياس أسنان التروس)، والأنواع الشائعة للتروس هي :-

1. التروس المستقيمة (العدلة) Spur Gear : تنقل الحركة بين أعمدة متوازية تقع في المستوي نفسه وتكون الأسنان موازية لمحاور الأعمدة، الشكل (2-20)، إذ لا تحدث فيها قوى دفع خارجية، وهي أرخص أنواع التروس من حيث التصنيع وتستعمل في نسب التخفيض الكبيرة وتصنع من المواد المعدنية (نحاس، حديد صلب أو فولاذ) أو من اللدائن بحسب الحاجة لتجنب الحرارة والضوضاء. وتستعمل بشكل عام في الماكينات البسيطة ولا تستعمل بشكل واسع بسبب الضوضاء الناتجة لاسيما في السرعات العالية.

الشكل 2-20 : التروس المستقيمة .

2. التروس الحلزونية (ذات الأسنان المائلة) Helical Gears : تكون أسنانها مائلة بزاوية عن محور الدوران وتستعمل للتطبيقات التي تتطلّب هدوءً ونعومة عند الدوران في السرعات العالية. ويمكن أن يتكون الترس من صفين من الأسنان لمنع تأثير القوى المحورية الموازية لمحور الدوران. ولكلا الترسين المعشقين نفس قيمة الزاوية ولكن باتجاهين متعاكسين، وتدوران بنعومة أكثر وسعة نقل عزوم أكبر من التروس مستقيمة الأسنان، لكنها تسلط قوة محورية تؤثر في كراسي تحميل أعمدة الدوران لذلك يتم تصنيع التروس المائلة المزدوجة Double Helical، الشكل (2-21)، إذ تُلغى القوى المحورية المسلطة على محاور الدوران .



الشكل 2-21 : التروس ذات الأسنان المائلة (الحلزونية) المفردة والمزدوجة.

3. التروس المخروطية Bevel Gear : هذه التروس لها أسنان قطعت على جسم مخروطي بدلا من اسطوانة مستقيمة وتستعمل استعمالاً ثنائياً لنقل الحركة والعزم بين المحاور

المتعامدة، ويمكن أن تصمم للعمل في مختلف الزوايا Angular Bevel بحسب اتجاهات المحاور، الشكل (2-22)، وتكون مناسبة لنسب تحويل مختلفة.

الشكل 2-22 : ترس مخروطي.

تصنع الأسنان بزوايا مستقيمة (غير مائلة) Straight Bevel وتكون مقاومتها قليلة للصدمات، لذلك تصنع الأسنان بصورة مائلة أو حلزونية Spiral Bevel، الشكل (2-23)، لتحل تلك المشكلة إذ يبقى التماس على طول السن بينما يدخل السن الذي يليه قبل انفصاله عن أسنان الترس الآخر، ولهذه التروس تطبيقات كثيرة في الماكينات متوسطة الحجم كالمثقب، والثقيلة مثل السيارات والقاطرات.

الشكل 2-23 : التروس المخروطية الحلزونية.

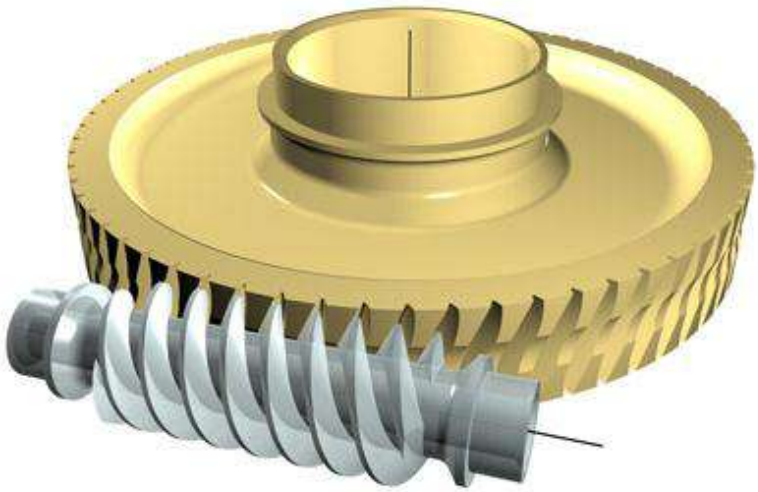
ومن التطبيقات الأخرى هي التروس التاجية Crown Wheel and Pinion، الشكل (2-24)، وتكون بشكل عجلة مسننة معشقة بزاوية قائمة مع ترس صغير ذو أسنان مشغلة لتتوافق مع الترس التاجي وبدقة متناهية لمنع الضوضاء والاهتزاز والحرارة أثناء الدوران وذو مقاومة عالية للكلل.

الشكل 2-24 : التروس التاجية.

4. **الجريدة المسننة :** ترس عبارة عن عتلة مستقيمة مسنّنة تعشق مع ترس تستعمل لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية أو بالعكس، كما مبين في الشكل (2-25)، وتصنع من مواد مختلفة مثل الحديد المقاوم للصدأ النحاس، والبلاستك. لها تطبيقات في مقود السيارات وماسحات الزجاج وماكينات الخراطة.

الشكل 2-25 : الترس والجريدة المسننة

5. **الدودة والترس الدودي Worm Gear :** يدعى الترس الذي يحتوي على سن ويشبه شكل البريمة بالدودة ويعشق مع الترس الدودي (الحلزوني) بشكل يسمح لتداخلهما. ينقلان العزم والحركة الدورانية بزاوية قائمة لمحاور ليست بمستوى واحد وتكون الدودة على مصدر الحركة دائماً ولا يمكن العكس، الشكل (2-26)، هذه الآلية خالية من الضوضاء وذات نسبة تخفيض كبيرة ولها تطبيقات كثيرة.



الشكل 2-26 : الدودة والترس الدودي.

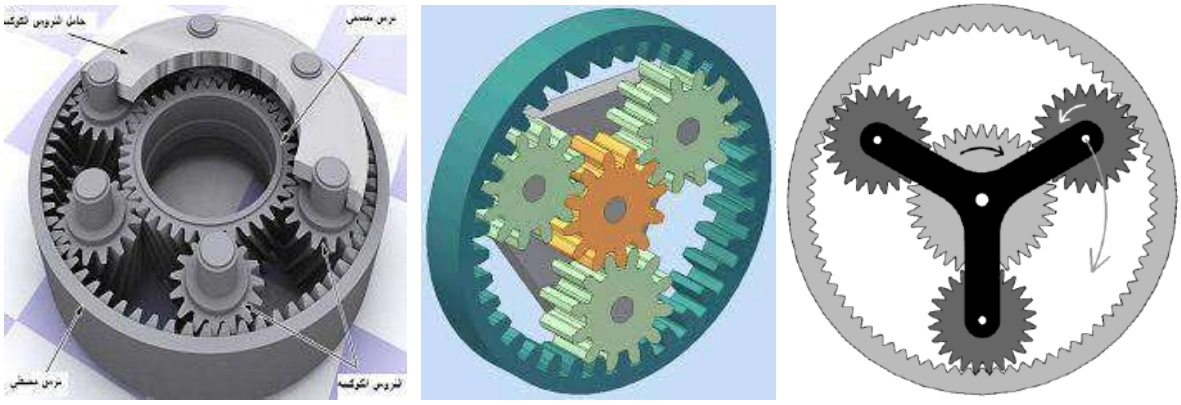
6. مجموعة التروس الكوكبية Planetary Gears : تستعمل لنقل القدرة وبنسب تخفيض مختلفة وتتكون من ثلاثة أنواع من التروس، الشكل (2-27)، وهي : -

1) الترس الشمسي : ويكون في منتصف المجموعة والتروس الأخرى تدور حوله .

2) التروس الكوكبية : تتكون من ثلاثة أو أربعة تروس وتكون مركبة على حامل لها وتدور حول الترس الشمسي بطريقة مشابهة لدوران الكواكب حول الشمس في مجموعتنا الشمسية ولذلك اتخذت هذا الاسم، وتكون التروس الكوكبية في اتصال دائم بين الترس الشمسي والترس الحلقي .

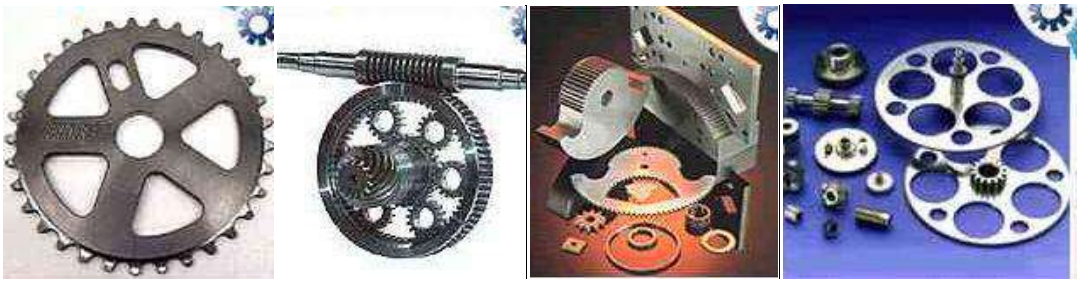
3) الترس الحلقي : تكون أسنانه من الداخل ومتصلة بالتروس الكوكبية .

ومجموعة التروس الكوكبية تكون دائما متصلة فعندما يتم تدوير أو تثبيت أحد التروس فان التروس الأخرى تتأثر بذلك.



الشكل 2-27 : مجموعة التروس الكوكبية.

وهنالك أنواع أخرى للتروس، الشكل (2-28)، مثل التروس غير المطوية Non-Involute Gears وتروس الدرجة الرفيعة Fine Pitch وهي من التروس ذات التطبيقات الخاصة والعجلة المسننة Sprockets التي تستعمل مع السلاسل، وتروس السايكلود Cycloidal المستعملة في الساعات.

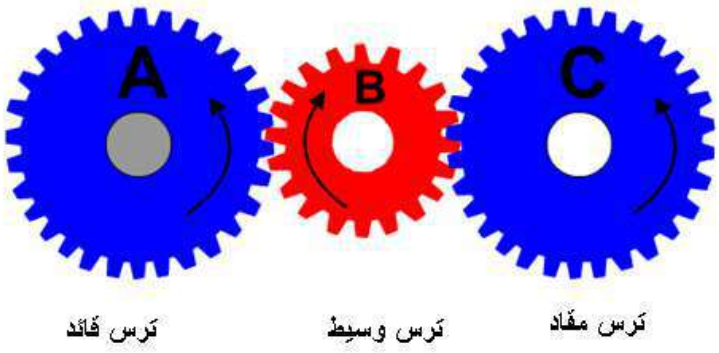


تروس الدرجة الرفيعة تروس السايكلود التروس غير المطوية العجلة المسننة

الشكل 2-28 : أنواع أخرى للتروس.

نسبة نقل الحركة

يعتمد استعمال أجهزة نقل الحركة في تغيير سرعة الاجزاء المتحركة داخل الماكينات والآلات الزراعية على أقطار البكرات والعجلات المسننة، فعندما يكون قطر العجلة المسننة القائدة (الترس القائد) أصغر من الأخرى فأن ذلك يؤدي إلى خفض سرعة العجلة المقادة (الترس المقاد)، بينما إذا كان قطر العجلة القائدة أكبر من المقادة فإن ذلك سيعمل على زيادة سرعة العجلة المقادة، ويكون بينهما أحياناً ترس، الغرض منه توحيد اتجاه الدوران، ويسمى بالترس الوسيط أو العاطل، الشكل (2-29).



الشكل 2-29 : التروس المعشقة.

والعلاقة الرياضية الآتية تبين طريقة احتساب عدد دورات التروس في أثناء نقل الحركة بالاعتماد على عدد الأسنان:-

$$V_r = \frac{N_2}{N_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_1 \times N_1 = T_2 \times N_2$$

إذ أن :

V_r نسبة نقل الحركة.

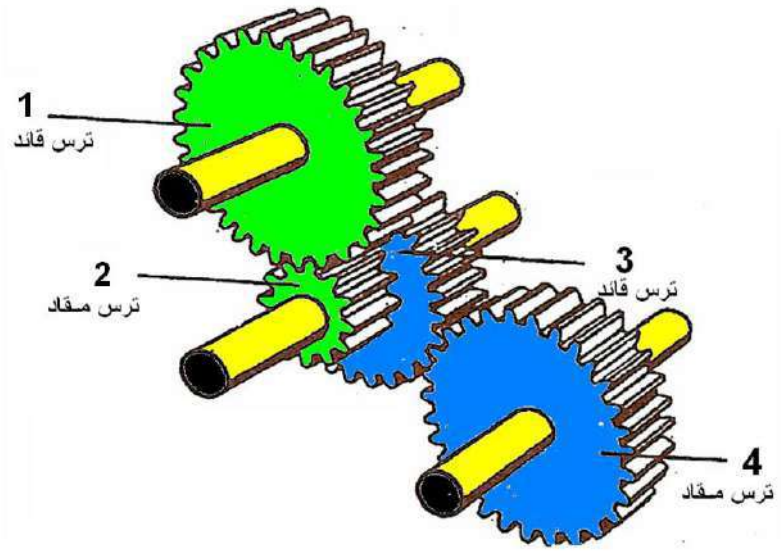
T_1 عدد أسنان الترس القائد

T_2 عدد أسنان الترس المقاد

N_1 عدد دورات الترس القائد في الدقيقة rpm

N_2 عدد دورات الترس المقاد في الدقيقة rpm

أما في المجموعات المركبة من التروس، الشكل (2-30)، والمستعملة في أكثر أنواع آلات التشغيل والإنتاج فنفترض أن تحمل التروس القائدة أرقاما فردية، كما تحمل التروس المقادة أرقاما زوجية.



الشكل 2-30 : التروس المركبة.

تتشابه العلاقة عند نقل الحركة بالتروس المركبة مع حالة نقل الحركة المركبة في البكرات، كما تتشابه معادلات كل منهما، ويمكن الوصول إلى ذلك باستبدال أقطار البكرات بعدد أسنان التروس، ويمكن إيجاد النسبة الكلية لنقل الحركة بمجموعة تروس مركبة عن طريق العلاقة الآتية :-

$$V_r = \frac{T_2 \times T_4}{T_1 \times T_3} = \frac{N_1 \times N_3}{N_2 \times N_4}$$

$$V_r = \frac{N_1}{N_4} = \frac{T_2 \times T_4}{T_1 \times T_3}$$

إذ أن:

V_r النسبة الكلية لنقل الحركة أو نسبة السرعة

T_1 عدد أسنان الترس القائد الأول.

T_2 عدد أسنان الترس المقاد الأول

T_3 عدد أسنان الترس القائد الثاني

T_4 عدد أسنان الترس المقاد الثاني

N_1 عدد دورات الترس القائد الأول في الدقيقة rpm

N_2 عدد دورات الترس المقاد الأول في الدقيقة rpm

N_3 عدد دورات الترس القائد الثاني في الدقيقة rpm

N_4 عدد دورات الترس المقاد الثاني في الدقيقة rpm

المثال (2-7) :

صندوق تروس ذو أربع سرعات ، عدد أسنان تروسه كما يلي 25 ،40، 20، 40، 25، 35، 30 و 35 سن وعلى التوالي، ما نسبة التخفيض لهذا الصندوق ؟

الحل :-

$$V_r^{st} = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{T_4}{T_3} = \frac{40}{25} \times \frac{40}{20} = \frac{3.2}{1}$$

$$V_r^{nd} = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{T_6}{T_5} = \frac{40}{25} \times \frac{35}{25} = \frac{2.24}{1}$$

$$V_r^{rd} = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{T_8}{T_7} = \frac{40}{25} \times \frac{35}{30} = \frac{1.87}{1}$$

$$V_r^{th} = 1:1$$

المثال (2-8) :

إذا كان عدد أسنان ترس قائد 120 سن وسرعة دورانه 240 r.p.m وعدد أسنان الترس المقاد 40 سن. أوجد سرعة دوران الترس المقاد في الدقيقة.

الحل :

$$T_1 \times N_1 = T_2 \times N_2$$

$$120 \times 240 = 40 \times N_2$$

$$N_2 = 120 \times 240 / 40 = 720 \text{ rpm}$$

المثال (2-9) :

إذا كان عدد أسنان ترس قائد 100 سن وعدد أسنان الترس المقاد 50 سن وسرعته 600 rpm، أوجد الآتي :

أ) سرعة دوران الترس القائد في الدقيقة.

ب) نسبة السرعة أو نسبة التخفيض.

الحل :

a) $T_1 \times N_1 = T_2 \times N_2$

$$100 \times N_1 = 50 \times 600$$

$$\therefore \quad N_1 = 50 \times 600 / 100 = 300 \text{ r.p.m}$$

b) $V_r = T_2 / T_1$

$$= 50 / 100 = 1/2$$

المثال (2-10) :

إذا كان عدد أسنان ترس قائد 100 سن وسرعة دوران الترس المقاد 600 rpm ونسبة نقل الحركة (نسبة السرعة بينهما) هي 2:1، أوجد الآتي :

أ) سرعة دوران الترس القائد في الدقيقة.

ب) عدد أسنان الترس المقاد .

الحل :

a) $V_r = N_1 / N_2$

$$1/2 = N_1 / 600$$

$N_1 = 600 \times 1 / 2 = 300$ r.p.m

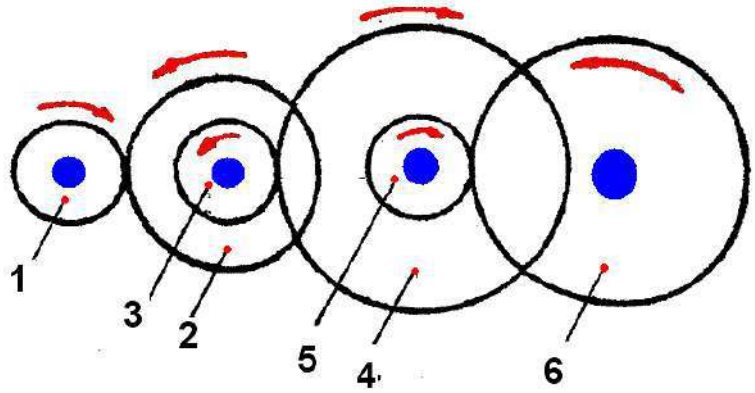
b) $T_1 \times N_1 = T_2 \times N_2$

$100 \times 300 = 600 \times T_2$

$T_2 = 100 \times 300 / 600 = 50$ teeth (سن)

المثال (2-11) :

مجموعة تروس مركبة مكونة من 6 تروس، الشكل (2-31)، إذا كانت عدد أسنان التروس القائدة 1, 3, 5 هي 20, 25, 26 سن على التوالي. وعدد أسنان التروس المقادة 2, 4, 6 هي 50, 65, 75 سن على التوالي وسرعة دوران الترس القائد الأول 975 rpm، أوجد سرعة دوران الترس المقاد الأخير في الدقيقة .



الشكل 2-31 : مجموعة تروس المثال (2-11).

الحل :

$$\frac{\text{حاصل ضرب عدد اسنان التروس المقادة}}{\text{حاصل ضرب عدد أسنان التروس القائدة}} = \frac{\text{سرعة الترس الاول}}{\text{سرعة الترس الأخير}}$$

$N_1 / N_6 = T_2 \times T_4 \times T_6 / T_1 \times T_3 \times T_5$

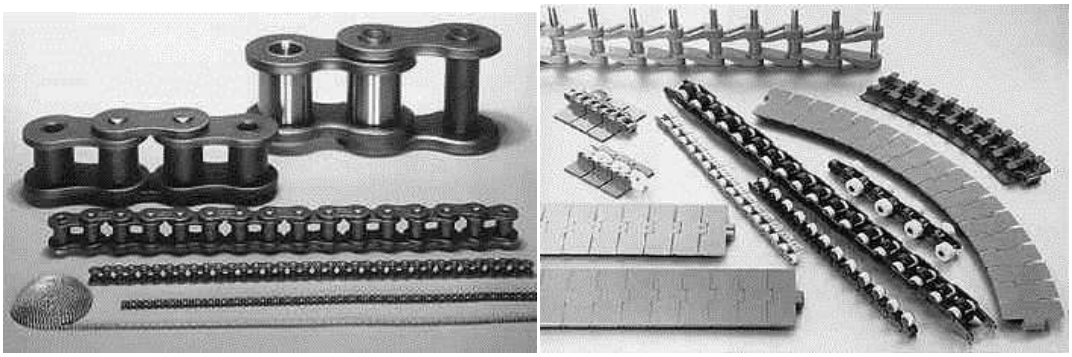
$975 / N_6 = 50 \times 75 \times 65 / 26 \times 25 \times 20$

$N_6 = 975 \times 26 \times 25 \times 20 / 50 \times 75 \times 65 = 52$ rpm

5-2-2 نقل الحركة عن طريق العجلات المسننة والسلاسل Chain Drives أو الجنازير

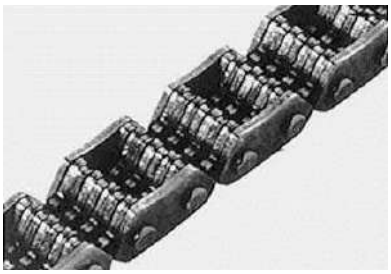
هذا النوع من أجهزة نقل الحركة يكون مشابها لطريقة استعمال البكرات والسيور، إذ يتم تركيب سلسلة (جنزير) ذي حلقات من الحديد على عجلتين مسننتين إحداهما قائدة والأخرى مقادة، وعند العمل فأن العجلة القائدة تدور وتقوم اسنانها بسحب السلسلة التي بدورها تحرك العجلة المقادة، ولابد من إجراء عملية التشحيم بشكل دائم للسلاسل والعجلات المسننة لسهولة حركتها، وعليه فإنها تستعمل لنقل الحركة الدورانية المنتظمة بين محورين متوازيين (المسافة بين مركزيهما واسعة نسبياً) كبديل عن مجموعة التروس، وتتميز العجلات المسننة والسلاسل بإمكانية تشغيلها على سرعات عالية، فضلا عن عدم حدوث انزلاق بين العجلات والسلسلة أثناء نقل الحركة، وهناك مميزات ليست في الأحزمة ومنها أنَّ الإدارة بالأحزمة لا تصلح في بعض الحالات بسبب الرطوبة والحرارة وبخار الزيت والانزلاق .

للسلاسل تطبيقات واسعة ابتداء من استعمالها للرفع إلى استعمالها في نقل القدرة والحركة الدورانية في الماكينات والسيارات من التروس إلى محاور الدوران والأجزاء المتحركة الأخرى إذ تتعدد أحجام وأطوال السلاسل، الشكل (2-32)، وتبعاً لتطبيقاتها ويمكن إنتاجها بأحجام كبيرة لتناسب على سبيل المثال تحريك الجسور المتحركة.



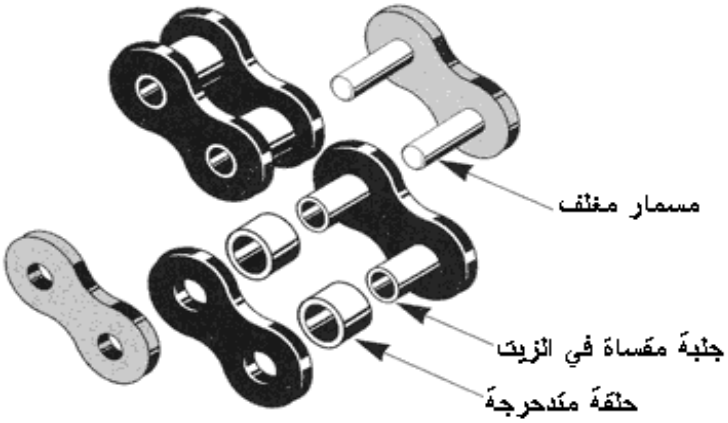
الشكل 2-32 : أنواع مختلفة للسلاسل.

ويمكن أن تصمم السلاسل بطريقة بحيث لا تصدر عنها ضوضاء أثناء العمل، وتدعى بالسلاسل الصامتة، الشكل (2-33).



الشكل 2-33 : السلاسل الصامتة.

تصنع السلاسل بموجب مواصفات عالمية تحدد أحجامها وتتكون السلسلة من مجموعة حلقات، الشكل (2-34)، تربطها مسامير تكون محاور لدوران الحلقات المتدحرجة أو الاسطوانة (الخرزة) .



الشكل 2-34 : أجزاء حلقات السلسلة.

تنتج العجلة المسننة Sprockets بحيث تلائم السلسلة الخاصة بها وتتنوع أشكالها والمواد المصنعة لها كالفولاذ أو سبائك الحديد الصلب أو الستيل 304 وأحيانا تصنع من البلاستك المقسى، وقد تبدو العجلة المسننة كالترس لكنها تتميز عنه بالشكل فضلاً عن أنَّ أسنانها تتلامس (في أثناء الحمل) مع الكثير من حلقات السلسلة في حين أنَّ التروس تتعشق بسن واحد أو اثنين، وتختلف أشكال وأحجام العجلات المسننّة لتناسب أنواع السلاسل، الشكل (2-35).

الشكل 2-35 : نماذج من العجلات المسننة.

3-2 أسئلة الفصل

1. عدد الوسائل المستعملة في نقل الحركة والقدرة.
2. تحمل الأعمدة والمحاور أجزاء من الماكينات المختلفة، اذكر المعادن التي تصنع منها الأعمدة، مع بيان استعمالاتها في الماكينات والآلات.
3. صنف الأعمدة بحسب الشكل والتصميم لتناسب نقل القدرة (الحركة) لجميع المتطلبات، مع توصيف كل نوع.
4. بين تركيب واستعمال المحامل الانزلاقية مع تصنيف المحامل التدحرجية بحسب شكل العنصر التدحرجي.
5. عرف الأقراص الاحتكاكية، ووضح طريقة عمل نوعين منها.
6. ما مميزات طريقة نقل الحركة عن طريق البكرات والسيور ؟ وما الأنواع المستعملة في طريقة ربط السير على البكرات ؟ مع توضيح اتجاه حركة البكرات لكل منها .
7. ما الانواع الاربعة عند تقسيم الأحزمة بحسب الشكل الهندسي لمقاطعها ؟
8. ما وظيفة الترس المسنن ؟ وما الأنواع الشائعة للتروس ؟ (عددها فقط).
9. وضح فائدة استعمال مجموعة التروس الكوكبية، مع بيان لتركيب المجموعة.
10. لماذا يتم اللجوء لنقل الحركة عن طريق السلاسل والجنازير ؟ وضح ذلك مع بيان تركيب حلقة السلسلة.

ملاحظة : تكون الأسئلة الحسابية كما وردت في الأمثلة المذكورة نفسها في الفصل.

الفصل الثالث

مدخل إلى الماكينات والآلات الزراعية

Introduction to Agricultural Mechanization

 # أهداف الفصل الثالث

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن:-

1. **يتتبع تطور استعمال الماكينات والآلات الزراعية.**
2. **يصنّف الماكينات والآلات الزراعية بحسب نوع وطبيعة العمليات الزراعية.**
3. **يعرف آلات تحضير وتهيئة التربة (الأولية).**
4. **يعرف آلات تنعيم مرقد التربة (الثانوية).**
5. **يعرف الآلات الخاصة.**
6. **يعرف آلات بذار الزرع.**
7. **يعرف آلات الزراعة الخاصة.**
8. **يعرف آلات خدمة المحصول النامي .**
9. **يعرف آلات الحصاد والدراس.**
10. **يعرف آلات تجهيز المحاصيل.**
11. **يعرف وسائل النقل داخل وخارج المزرعة.**
12. **يعرف ماكينات وآلات الإنتاج الحيواني.**

1-3 تمهيد

قبل ظهور الآلات الزراعية الحديثة، كانت الزراعة بدائية ومحدودة، إذ كان الفلاح يعتمد على قواه العضلية في أعمال الحراثة، والبذار، والحصاد وجني الثمار بالاعتماد على قوّته العضلية، وبما لديه من الحيوانات التي يملكها أو التي يستأجرها، مع استعماله لعدد زراعية بسيطة، وقد كانت أنواع وكميات المحصول محدودة، وكذلك كانت وسائل الري بسيطة وبدائية مثل الناعور، لا تكفي لري مساحات واسعة للزراعة، أو بالاعتماد على مقدار الأمطار، وقد تكون قليلة أو كبيرة، وعليها تتحدّدْ كميات المحصول الزراعي في الموسم، لذا سعى الإنسان إلى تطوير الزراعة وكل ما يتعلق بها، وخاصة بعد التطور الصناعي ووسائل النقل في نهاية الألفية الثانية لغرض تحسين وزيادة المنتجات الزراعية لتتلاءم وزيادة عدد نفوس السكان.

ففي مجال تهيئة التربة للزراعة تم إدخال محاريث مختلفة مصنعة من ألمعادن ولكل نوع استعمال معين مثل الحفر، والتقليب، والتنعيم، وبدلاً من جر المحراث عن طريق الحيوان، تم إدخال ساحبات Tractor ذات قدرات ميكانيكية تتناسب ونوع ومقدار ومساحة المزرعة، مما زاد من قدرة الفلاح على زراعة مساحات واسعة بوقت قياسي.

2-3 موجز تأريخي لتطور استعمال الماكينات والآلات في الزراعة

لمعرفة التطور الذي دخل على ماكينات وآلات الزراعة والإنتاج الحيواني، فلا بدّ من المرور أولاً على المستعمل منها قديماً، فنلاحظ أن مكوناتها بسيطة وبدائية وتستعمل يدوياً، وكذلك يعتمد الإنسان على الحيوانات كوسائل نقل للمنتجات فلا يستطيع نقلها الى مسافات طويلة نظراً للقدرة المحدودة للحيوانات، وعدم توافر وسائل الخزن الجيد للمنتجات، ممّا يجعل الانسان يزرع مساحات قليلة ومحدودة من الأرض يكفي فقط لسد الحاجة المحلية، ومن هذه الآلات هي:

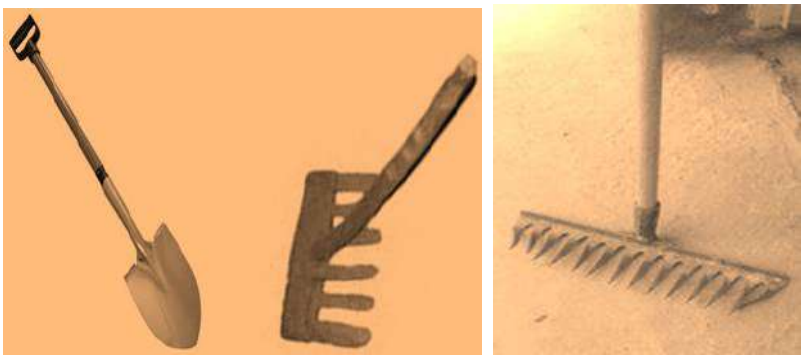
1. المحراث القديم (الفدان): لازال بعض الفلاحين يستعملون المحراث القديم في بعض المناطق الزراعية ويتكون المحراث القديم من مجموعة أجزاء يتم تركيبها مع بعضها لتجهيزه قبل عملية الحرث وهي:

- الدَّرجة : يكون شكلها نصف دائري مملوءة بليف النخيل، تثبت على ظهور الحيوانات كي يربط عليها النِير.
- النير : عمود خشبي يربط ما بين الحيوانين.
- الوَصلة : عامود من الخشب يوصل بين النير والفدان.
- الفدان : مصنوع من الخشب على شكل (*L*) تثبت في أسفله قطعة حديدية مثلثة الشكل ذات حافة حادة تُسمّى السكّه.

- **السكّة** : قطعه حديدية على شكل مثلث حاد الراس يربط بالفدان كي تغرس هذه القطعة المعدنية بالتربة عند قيام الحيوانات بسحب الفدان وتدور الدائرة على كل مساحة الأرض المحددة فتتم حراثتها.
- **الجحش** : عمود خشبي يربط بين أسفل الفدان وأعلاه كي يحافظ على قوة الفدان ومتانته، ويكون بشكل عتلة خشبية بمثابة المقود الذي يمسكه الشخص الذي يقوم بالحراثة وبها تتم موازنة الفدان، ويسحب الفدان **الخشبي** حيوان واحد أو اثنين، في حين يقود عملية الحراثة شخص واحد أو شخصين، الشكل (3-1).

الشكل 3-1: المحراث القديم.

2. آلات تسوية التربة : تستعمل العدد اليدوية لتنعيم وتسوية الأرض بعد الحراثة، وذلك بضرب الأرض المحروثة بظهر المجرفة لتكسير الأحجار الخشنة لتنعيمها وتسويتها قبل زراعتها، وهناك مشط الأرض يتكون من قطعة حديدية أو من الخشب مستطيلة ذات أسنان، يستعمل لسحب الأحجار الخشنة الناتجة عن الحراثة لجمعها وتكسيرها، الشكل (3-2).



الشكل 3-2 : آلات يدوية لتسوية التربة.

3. فأس الزراعة : استعملت الفأس لحفر وتقليب التربة وعمل الجور، وتتكون من عمود من الخشب يناسب طول الفلاح مركب على طرفه قطعة من الحديد تحتوي على حد قاطع طولي أو

عرضي تبعاً لنوع العمل في الزراعة، الشكل (3-3)، إذ يقوم الفلاح بمسك طرف عمودها الخشبي ويهوي بها على الأرض بقوته الجسمانية لغرض شق الأرض، أو استعمالها في تسوية الأرض المحروثة.

الشكل 3-3 الفأس الزراعي.

4. المجرفة (المسحاة): تتكون المجرفة من عمود خشبي طوله يتراوح من 1m الى 1.5m، تركب عليه أداة حفر مستعرضة، حدّها القاطع إلى الأسفل، وتحتوي على كتفين لغرض ضغطها برجل الفلاح وتغلغلها في الأرض، ثم إمالة عمودها الخشبي من الأعلى فتنفصل التربة عن بعضها، وبتكرار العملية تتم حراثة الأرض وتقليبها، وتستعمل لأغراض أخرى، كتسوية سطح التربة، وتنظيم جريان مياه السقي في السواقي، عن طريق استعمالها في فتح أو غلق نهايات السواقي في الحقل الزراعي، الشكل (3-4).

الشكل 3-4 : مجرفة الفلاح (المسحاة).

5. البذار : تتم هاتين العمليتين يدوياً، ففي عملية بذار الحبوب كالقمح والشعير، يصْطَفّ مجموعة من الفلاحين والفلاحات لتشكيل صفّاً مستقيما بعد حمل عُلبة أو كيس يحتوي على الحبوب ثم يقوموا بالسير سويّةً لنثر الحبوب على جميع المساحة المراد زراعتها، وتنظيم البذر يعتمد على مهارة حركة ذراع الفلاح في نشر الحبوب، أما عملية الغرس فتتم بشكل

مفرد أو جماعي، وتستعمل هذه الطريقة عادة عند زارعة نوع البقوليات أو نوى الأشجار، كما مبين في الشكل (3- 5).

الشكل 3- 5 : عملية البذار اليدوية.

6. المنجل (أداة الحصاد) : قديماً في الحصاد تستعمل أداة بدائية تسمى بـ (المنجل)، وهي آلة صغيرة مصنوعة من الفولاذ أو الحديد المطروق، حافتها الداخلية حادة لغرض قطع النباتات وهناك قسم منها كبيرة الحجم تستعمل لحش الحنطة والشعير والعدس يمكن العمل بها من الوقوف أو الجلوس، ويتكون المنجل من الأجزاء آلاتية:

القبضة : تصنع من الخشب بشكل يلاءم قبضة الكف، والساق: وتكون من الحديد يتم إدخاله في القبضة، والسيف: يكون مقوّساً حافته الخارجية سميكة والحافة الداخلية حادة، وهناك نوع صغير يستعمل من قبل النساء لغرض جمع رزم الحاصل وجعلها على شكل أكوام، الشكل (3-6).

الشكل 3-6 : أداة الحصاد القديمة.

7. الدراس: بعد جمع سنابل القمح أو الشعير من قبل الفلاحين لتكوين البيدر ليتم دراسها، وتتم العملية بفرش أطراف البيدر من أحد الفلاحين ثم السير عليه عن طريق كابينة من الخشب سطحها الأسفل على شكل قوس ليسْهل جرّها، يجلس عليها فلاح آخر ويجرّها حيوان يسير حول البيدر، والفلاح الأول يقوم بتنظيف الدراس من مخلفات الحيوان ثم عزله وفرش طبقة أخرى لدراسها، الشكل (3-7).

الشكل 3-7 : عملية الدراس اليدوية.

8. **التذرية : بعد دراس البيدر يقوم الفلاح بتذرية الدريس بوساطة الذرّاية، وتتكون من عمود من الخشب طوله بحدود 1.5m يركّب في طرفه مشط من الخشب أو المعدن الخفيف، يقوم الفلاح برمي الدريس في الهواء فتسقط الحبوب بسبب ثقل وزنها وتطير القشور في الهواء بسبب وزنها الخفيف مبتعدة عن الحبوب الساقطة، الشكل (3-8)، وكذلك تستعمل في تقديم العلف للحيوانات وتعبئة مخلفات الدراس في أكياس لنقلها.**

الشكل 3-8 : عملية الذراية اليدوية.

9. **الغربال : يتكون الغربال من أطار أسطواني من الخشب بقطر مناسب ليستطيع الفلاح مسكه، يركب عليه مشبك معدني، الشكل (3-9)، فتحاته تسمح بمرور حبّات المحصول من القمح أو الشعير وما يبقى من التبن والأدغال فيجمع لإطعام الماشية.**

الشكل 3-9 : الغربال.

10. **جني المحاصيل : تُجنى النباتات الجذرية والدرنية مثل الجزر والبطاطا والبصل والطماطم ... الخ باليد وكذلك ثمار الأشجار النفظية والتمر وتجمع في أكياس أو علب لحفظها أو تسويقها، الشكل (3-10)، ويقوم بذلك حشد من الفلاحين في أوقات الجني لأن ذلك يتطلب كثير من الأيدي العاملة للتمكن من جني المحاصيل كلها وعدم تلفها.**

الشكل 3-10 : عملية الجني اليدوي.

11. **حلب الأبقار اليدوي : قديماً كان عملية حلب البقرة تتم يدوياً، إذ تحيط قبضة اليد بالضرع بشكل كامل، بقية الأصابع تضغط بشكل تناوبي من فوق إلى تحت، الشكل (3-11)، الفرق بالضغط يجبر الحليب على الخروج، وفي هذه الحالة يكون الحليب عرضة للجراثيم والشوائب إلاّ إذا كان الاعتناء بالنظافة بشكل جيد.**

الشكل 3-11 : حلب الأبقار يدويا.

12. رَيْ المزروعات : يُعتمد في رَي الزراعة قديماً وما زال في بعض المناطق الزراعية على الأمطار، وغزارتها تحدد كمية الناتج من محصول الزراعة، وفي هذه الطريقة غالبا ما يحرث الفلاح مساحات واسعة من الأرض، ويبذر حبوب القمح والشعير فيها، ثم ينتظر هطول الأمطار لتسقى ما بذره، وهناك طريقة أخرى وهي السقي بـ (السيح) أي السماح لانسياب مياه النهر إلى المزرعة، وهنا يتم اختيار زراعة الأرض المنخفضة لينساب الماء إليها بسهولة، أو طريقة الري عن طريق النواعير، وبها تُرفع المياه من النهر لِريْ المزروعات، إذ تُشيّد مسندين من الحجر على ضفة النهر لِحمل الناعور، ويتكون الناعور من دائرتين من خشب سيقان الأشجار يستندان على محور من الخشب الصلد، يُسْند طرفي المحور إلى المسندين على ارتفاع يسمح بغمر جزء من الناعور في النهر، تركّب عدد من المغارف (القِرَبْ) على مسافات متساوية على الدائرتين الخشبيتين، يدور الناعور بفعل قوة دفع المياه له، فتملئ المغارف بالماء وترفعه لتصبه في مجرى يُشيد بجانب الناعور، ثم ينساب الماء من المجرى إلى المَزارع، فيقوم الفلاح بالسيطرة على جريان المياه في سواقي المزرعة باستعمال المجرفة، الشكل (3-12).

الشكل 3-12 : رفع مياه السقي عن طريق الناعور.

وفي القرون المتأخرة طُوّرت مختلف الصناعات، فشملت بذلك العمليات الزراعية، فتم تحسين الآلات والماكينات الزراعية لزيادة كفاءتها لتناسب حاجة الصناعات الحديثة إلى المنتجات الزراعية، واستمّر التطور فتنوعت الآلات الزراعية وأُدخلت المكننة على الزراعة لتشمل كل ما تحتاجه الزراعة من تحضير التربة للزراعة من؛ حرث، تقليب، تنعيم، عمل الجور، شق السواقي، الزراعة، تنظيف المزرعة، التسميد، الرَي، الحصاد، عمل بآلات العلف، وجني الثمار، وكذلك شملت المكننة الإنتاج الحيوانى، فأُدخلت في حلب الماشية مثل حلب الأبقار بطريقة ميكانيكية سهلة ونظيفة، وكذلك جز صوف الخراف ووبر الإبل وقص شعر الماعز في وقت قياسي بآلات كهربائية.

3-3 تصنيف الماكينات والآلات الزراعية بحسب نوع وطبيعة العمليات الزراعية

تتنوع الآلات المستعملة للزراعة في الأراضي الزراعية، بحسب نوع المزروعات والأرض المطلوب زراعتها والمنتج، من لحظة الشروع بتهيئة الأرض للزراعة، وحتى ما بعد الحصاد، ويمكن استعراض أهم الآلات والماكينات الزراعية وأكثرها شيوعاً في قطاع الزراعة والإنتاج الحيواني وهي كما يأتي :-

3-3-1 آلات تهيئة التربة للزراعة (الحراثة الأولية)

جميع المعدات التي تساعد في جعل التربة ممهدة وصالحة لنمو النباتات بصورة جيدة، ولكلّ آلة منها عمل معين تنجزه مكمل لعمل آلة أخرى سبقتها في عمل معين لتجهيز التربة للزراعة.

المحاريث Plows : تصنع المحاريث بأنواع وأشكال مختلفة، جميعها تستعمل لتجهيز التربة للزراعة، فبعضها يستعمل في تكسير وتفتيت الطبقة السطحية للتربة والبعض الآخر يقوم بقلب شريحة التربة، ومن هنا يمكن القول أن المحاريث أساسية في تجهيز التربة للزراعة، ويعتمد سحب المحاريث لحراثة الأرض على قدرة سحب الساحبة الزراعي المستعمل، لذلك تستعمل الساحبات الزراعية ذات القدرة العالية في حرث الأراضي الصلبة، وفي حراثة هذا

النوع من الأراضي، تغمر بالماء أولاً وتترك يوم أو يومين وبذلك تحتاج إلى قدرة أقل لحراثتها، ويُحمل المحراث على عجلتين متماثلتين وبوضع رأسي مع الأرض وموازٍ لخط سير المحراث، وتسير العجلات على الأرض، وتتصل العجلات بإطار المحراث عن طريق عمود مرفق، ليمكن رفع أو خفض أسلحة المحراث عن طريق هذا العمود عند السير.

تتنوع أشكال المحاريث بحسب طبيعة عملها وكما يأتي :-

1. **المحاريث الحفّارة :** تستعمل المحاريث الحفارة لتكسير الطبقات التحتية من التربة دون تصعيدها، وبعمق يزيد على عمق الحراثة بالمحاريث الأخرى، لذلك فهي تفكك التربة تحت السطحية، وتعمل على تهويتها، وتقطيع وسحب جذور الأدغال العميقة، وتكسير طبقات الأرض الصمّاء، لذلك فأن جرّه يحتاج إلى جرارات ذوات قدرة عالية، ويصنع هيكله من الفولاذ ذو مقطع مربع ليقاوم الأحمال الكبيرة الناتجة عن مقاومة الأرض، وبشكل يسمح بتغيير مواقع الأسلحة بالقوائم فيه، الشكل (3-13).

الشكل 3-13 : المحراث الحفار.

2. **المحراث المطرحي القلاب :** آلة حراثة أولية تقوم بقطع وقلب جزئي أو كلي لطبقة من التربة لدفن بقايا المواد السطحية وسحق التربة، يسمى الجزء من المحراث الذي يقطع التربة بالبدن أو القاعدة، يحتوي على صفيحة (مطرحة) هي الجزء المنحني أعلى البدن التي تقوم باستقبال شريحة التربة وقلبها، تُجهّز المحاريث المطرحية القلابة ببدن واحد أو أكثر بعروض قطع مختلفة، عادة تكون الأبدان جهة اليمين، وبالتالي فهي تقلب كل الشرائح إلى اليمين، وهناك محاريث مطرحية قلابة ذات اتجاهين بأبدان ذات جهة إلى اليمين وأخرى إلى جهة اليسار، وتستعمل بالتناوب لقلب كل الشرائح في نفس الاتجاه أثناء تشغيل المحراث ذهابًا وإيابًا في الحقل لتقليل انحدار الأرض المحروثة، الشكل (3-14).

الشكل 3-14 : المحراث المطرحي القلاب.

3. **المحراث القرصي :** آلة حراثة أولية مركب عليها أقراص فردية مقعرة تقوم بقطع التربة وقلبها جزئيًا أو كليًا لدفن بقايا النباتات وتفتيت التربة، الأقراص مركبة على الإطار بوضع مائل بالنسبة للإطار نفسه وكذلك بالنسبة لاتجاه السير وذلك لتسهيل اختراق التربة وتحريكها، الشكل (3-15) يزداد الاختراق بإضافة أثقال موازنة تجهز المحاريث القرصية بسلاح واحد أو أكثر يعتمد اختيار قطرها على العمق المطلوب. يكون اتجاه المحاريث القرصية عادة لليمين، ولكن المحاريث ذات الاتجاهين تجهز بأسلحة جهة اليمين وأخرى جهة اليسار.

الشكل 3-15 : المحراث القرصي القلاب.

4. **المحراث الدوراني :** آلة حراثة أولية أو ثانوية تستعمل في الحراثة المنشورة أو الشريطية، تستعمل أيضًا لخلط المواد الكيماوية قبل البذار وتستعمل كذلك كعزّاقة بين الصفوف، تتكون من عمود مقاد عمودي على اتجاه السير، مزودة بأسلحة منحنية تقطع أثناء دورانها خلال التربة، وتقطع بقايا النباتات وتخلط جميع المواد مع التربة، الشكل (3-16).

الشكل 3-16 : المحراث الدوراني.

5. **محراث تحت التربة :** آلة حراثة أولية للحراثة المتقطعة على أعماق تكفي لتفتيت الطبقات تحت السطحية المضغوطة، إذ تزود محاريث تحت التربة بقصبات مركبة على مسافات بينية كبيرة سواء فيما بينها على نفس الصف أو عندما تكون مركبة على إطار، تتم الحراثة تحت التربة عادة بأن يكون مسار الأسلحة مطابق للمسافة بين الصفوف للمحاصيل الصفية المزمع زراعتها، الإطار القوي وكذلك القصبات ضرورية للحرث العميق، الشكل (3-17).

الشكل 3-17 : المحراث تحت التربة.

6. **آلات تنعيم التربة :** تهيئ التربة لعملية البذار عن طريق عدد من الآلات مثل الأمشاط القرصية، الأمشاط ذات الأصابع، ، آلات تنعيم التربة الدائرية، المهاريس والحادلات، والمبين بعض منها في الشكل (3-18)، وتستعمل هذه الآلات بعد المحاريث مباشرة لتنعيم وتهيئة مرقد مناسب للبذرة، تعمل آلات تنعيم التربة على تهيئة مرقد البذرة وذلك بتفتيت كتل التربة وتنعيمها، وتساعد على توزيع الرطوبة في التربة بشكل متماثل، وتساعد على إزالة الحشائش والأعشاب الضارة.

الشكل 3-18 : آلات تنعيم التربة.

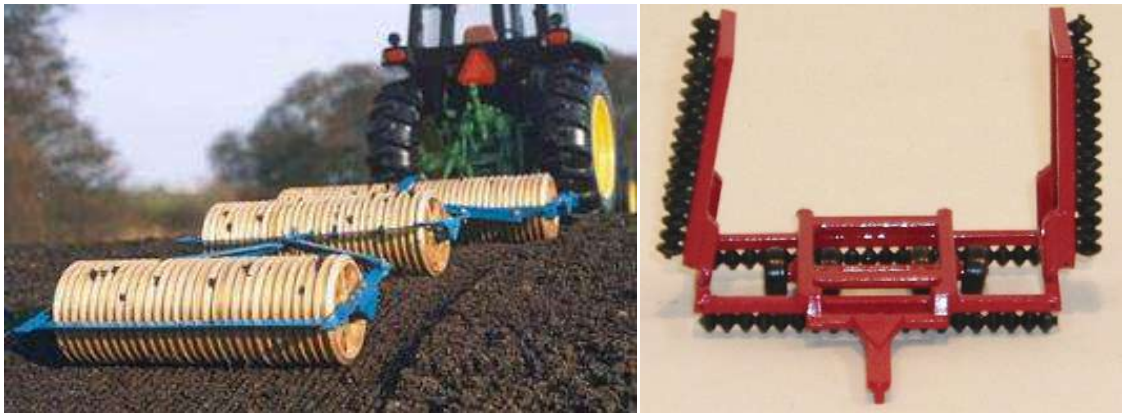
3-3-2 آلات تنعيم مرقد البذرة (الحراثة الثانوية)

وهي آلات تستعمل للحراثة الثانوية، وللتنعيم النهائي للتربة وتهيئة مرقد البذرة، تُسحب على الأرض المحروثة سابقا في الحراثة الأولية،غرضها الأساس تنعيم وتثبيت وتعديل سطح التربة استعدادا لعملية البذار ونجاحها على الأرض المسطحة، وهي كما يأتي:-

1. الأمشاط القرصية : آلات حراثة أولية أو ثانوية تتكون من مجموعتين أو أربع مجموعات من الأقراص المقعرة، الشكل (3-19)، يتحكم ضبط زاوية المجموعة في شدّة القطع، شبك المشط القرصي يكون إما خلفي أو مجرور، الأمشاط القرصية فردية أو الزوجية، تسحب بوساطة الساحبة الزراعية، والغرض من استعمالها هو لتنعيم التربة المحروثة بالمحراث المطرحي والقرصي أو الحفار.وتوجد أنواع من الأمشاط منها المسننة والدائرية أو الدورانية.

الشكل 3-19 : الأمشاط القرصية.

2. **المهارس : آلات حراثة ثانوية تستعمل لتكسير كتل التربة السطحية وكبسها. تتكون المهارس من صف أو أكثر من مجموعتين من البكرات المركبة على خط لضمان هرس سطح التربة لتقليل الفراغات البينية لأجزائها ووصول الماء اليها، ومقاطع البكرة قد تكون عجلات جر، الشكل (3-20)، وعادة تكون ثقيلة الوزن لهذا يتم قَطرها بوساطة الساحبة الزراعية.**



الشكل 3-20 : المهارس.

3. **آلات تسوية التربة : بعد الانتهاء من عملية حرث الأرض وتمشيطها قد تكون الأرض غير مستوية تماما، بل أنه لابد من وجود بعض الارتفاعات والانخفاضات في الحقل مما يتطلب القيام بعملية تسوية الأرض قبل إجراء عملية الزراعة بآلات تسوية التربة، الشكل (3-21)، لتحقيق أقصى فائدة من عملية الزراعة والحصول على منتجات زراعية وفيرة.**

الشكل 3-21 : آلات تسوية التربة.

3-3-3 آلات ذات طبيعة خاصة

تستعمل هذه الآلات بعد حرث الأرض وتنعيمها، وذلك للقيام بتخطيط الحقل الزراعي لتهيئته لزراعة النباتات التي تزرع على خطوط وإيصال المياه لها، وكذلك شق قنوات الري الرئيسة لتأمين وتنظيم وصول المياه إلى الحقل الزراعي، وكذلك هناك آلات تقوم بتفتيت الطبقات التحتية، وكما يأتي:-

1. آلات التخطيط : تستعمل هذه المحاريث لفتح خطوط أو مروز في الأراضي المعدة للزراعة (بعد الحراثة الأولية والثانوية)، وذلك للمحاصيل التي تزرع على خطوط كالقطن والبطاطا بهدف توصيل مياه الري، وتشبه هذه المحاريث في تصميمها المحاريث الحفارة من حيث الهيكل، وتتكون من بعدد من الأسلحة تتصل بذراع المحراث، ويتم تنظيم المسافات بين الأسلحة، لتتطابق مع المسافة بين خطوط النباتات.

ويتألف السلاح من سكة محدبة من الجانبين وفوق كل جانب من جوانب السكة وعلى امتدادها تمتد مطرحتان متعاكستان، والمطرحتان شبيهتان بمطرحة المحراث المطرحي، الشكل (3-22)، تقطع السكة التربة وترفعها لتقلبها المطرحتان إلى اليمين واليسار مخلّفة ورائها أخاديد في الأرض، ويتم التحكم بعرض الأخدود عن طريق ضبط الزاوية بين المطرحتين، ويفضل رسم الأخدود بسحب الآلة بعكس اتجاه آخر عملية حراثة.

الشكل 3-22 : آلات التخطيط (المرازة).

2. **آلة شق القنوات : تستعمل لفتح قنوات الري في نهاية الحقل لإمداد الخطوط التي تم فتحها باستعمال آلات التخطيط بمياه الري ويتراوح عمق القناة بين 80 cm – 70 ، ويصل عرضها 2m، ويشبه تصميم هذه الآلة محراث التخطيط، إلاّ أنها تتألف من سلاح واحد فقط ويكون حجم سلاحه أكبر من حجم سلاح آلة التخطيط، ويتألف من سكة محدبة من الجانبين وفوق كل جانب من جوانب السكة وعلى امتدادها تمتد مطرحة، الشكل (3-23)، وتقوم المطرحتان بقلب التربة إلى اليمين وإلى اليسار تاركة خلفها قناة لمرور المياه بها، ويحتاج سحب هذه الآلات إلى ساحبات زراعية ذوات قدرة عالية.**

الشكل 3-23 : آلة شق القنوات.

4-3-3 آلات البذار (الزراعة)

تعد عملية الزراعة أو بذر البذور من أهم العمليات الزراعية التي تتبع عملية تتميم مرقد البذرة، وقد اتجهت الدول المتقدمة إلى الاعتماد على الآلات الحديثة في أداء عملية البذار مما أدى إلى انتشار آلات الزراعة وتنوعت بحسب طريقة زراعة البذور، وهي كما يأتي:-

1. آلات الزراعة الكثيفة (آلات النثر) (Seed broadcaster) : تنثر البذور عشوائياً على سطح التربة في الحقل عن طريق آلة البذار، إذ تقوم آلة البذار بهذه الطريقة بزراعة المحاصيل مثل القمح والشعير والبرسيم والرز بشكل كثيف، وتقوم الآلة ببعثرة للبذور على سطح التربة. تتكون الآلة من وعاء البذور التي تتساقط منه على قرص التوزيع المثبت أسفل صندوق البذور ويدار القرص عن طريق مسنن متصل بعمود الإدارة الخلفي للساحبة، الشكل (3-24)، ويوجد على قرص التوزيع ريَش تقوم بدفع البذور بقوة الطرد المركزي، مما يكسبها طاقة حركة في المستوى الأفقي، ثم تخرج البذور من بوابة ذات فتحة متغيرة السعة ممتدة على جانبي ومؤخرة الآلة فتنثر على الأرض التي تمت حراثتها، ويعلو البوابة مقلّب يعمل على استمرار وانتظام تغذية البذور، وعند الرغبة في زيادة عرض نثر البذور يضاف قرص تلقيم آخر يدور في اتجاه معاكس للقرص الأول، ويتم التحكم في معدل التغذية لوحدة المساحة عن طريق تنظيم فتحة البوابة وسرعة الساحبة. يتطلب تنعيم التربة جيداً بحيث إذا تم ريّها تصدّعت لتغطي البذور بطبقة من التراب بعمق مناسب، وبذلك تمنع انجراف البذور أثناء الري وينتظم نمو النباتات على جميع مساحة الحقل، كما يمكن استعمال الآلة نفسها في نثر السماد في الحقل وذلك بخلط السماد مع الحبوب أو بدونها.

الشكل 3-24 : آلة نثر البذور والسماد.

2. آلات البذر في صفوف : يطلق عليها أيضا الزراعة في خطوط إذ تقوم بهذا النوع من الزراعة عدد من آلات تعرف بـ (البلنترات Planters)، ويتم أسلوب الزراعة في صفوف على البذور كبيرة الحجم نسبيا كالذرة وعباد الشمس والقطن والفول وغيرها، وتكون المسافة بين خطوط الزراعة كبيرة بالنسبة للزراعة بالتسطير، إذ تصل المسافة بين الخطوط بحدود 75cm

وأيضا يتم وضع البذور في مواضع (جور) على مسافات متساوية تقريباً على نفس الخط، آلات الزراعة في صفوف أما أن تُجر خلف الساحبة أو تعلّق على الجهاز الهيدروليكي وقد يصل عدد الخطوط المزروعة بالآلة إلى تسعة خطوط، وفي بعض هذه الآلات تزود الآلة بنظام لوضع السماد أثناء الزراعة بجوار خط الزراعة وعموماً إذا كانت الآلة تقوم بزراعة أكثر من خط فيكون هناك إمكانية لتغير المسافة بين وحدات الزراعة على إطار الآلة وبالتالي يمكن التحكم في المسافات بين خطوط الزراعة، ويتم جرّ الآلة خلف الساحبة الزراعية، الشكل (3-25).

الشكل 3-25 : آلة الزراعة (والتسميد) في صفوف.

3. **آلات البذر بطريقة التسطير :** تتم الزراعة بالتسطير لعلاج العيوب الموجودة في أسلوب الزراعة بالنثر وتتم زراعة البذور الصغيرة الحجم مثل القمح والشعير بهذه الطريقة إذ يتم وضع البذور في أخاديد بعمق تقريباً واحد سنتمتر في التربة ثم يتم تغطية البذور بالتربة وهذه الأخاديد تكون على أبعاد متساوية (بحدود 20cm - 10 بين السطرين المتجاورين) وبالتالي تنمو النباتات في سطور، تجر هذه الآلة خلف الساحبة الزراعية في الحقل، الشكل (3-26)، ومن مميزات هذه الطريقة ما يأتي :-

أ) تقوم هذه الآلة بتغطية البذور وعليه تُحجب عن الطيور وأشعة الشمس فنضمن نسبة إنبات عالية.

ب) تغطية البذور بغطاء من التربة يصل إلى 1cm يمنع انجراف البذور بالماء أثناء ريّ الحقل خصوصا أثناء الريّ بأسلوب بالغمر.

ج) نمو النباتات في سطور يُظهر الحشائش التي تنمو بين السطور فيسهل التخلص منها.

د) توزيع النباتات على المساحة المزروعة أكبر تنظيماً.

الشكل 3-26 : آلة الزراعة بطريقة التسطير.

4. **آلات البذر في جور : يستعمل في هذه الآلات جهاز التلقيم القرصي وهو عبارة عن أقراص تحتوي على فتحات وأحيانا تسمى خلايا تدور في أسفل صندوق البذور، عندما يدور القرص تسقط البذرة في الفتحة أو الخلية ويوجد على الفتحة سقاطة أو لسان توقيف صغير يقوم بإزالة البذور الزائدة التي من المفروض عدم سقوطها في الفتحة، فمثلا إذا كان المطلوب أن تسقط بذرة واحدة فقط في الفتحة أو الخلية فأن اللسان يقوم بإزالة الزائد من البذور والذي قد يتواجد على الفتحة، يمكن زيادة كمية البذور بزيادة سرعة عمود التلقيم عن طريق تغيير التروس الناقلة للحركة، ويوجد الكثير من أقراص البذور، فيقوم القرص طرفي التلقيم بحمل البذرة والسماح لها بالسقوط في الفتحة أو الخلية على أحد جانبيها، ويضع القرص مسطح التلقيم البذرة مسطحة في الخلية. وتحمل خلية قرص التلقيم في جور أكثر من بذرة، وبالتالي يتم انزال البذور على شكل مجموعات. وبهذا يتم الحصول على أكثر من بذرة في جورة واحدة.**
5. **آلات البذر على رؤوس مربعات : توزع البذور في هذه الطريقة الزراعة على رؤوس مربعات إذ تكون المسافة الفاصلة بين الحفر تساوي المسافة الفاصلة بين الخطوط.**

5-3-3 آلات الزراعة الخاصة

1. **آلة زراعة البطاطا : يحتوي جهاز تلقيم آلة زراعة درنات البطاطا على عجلة التقاط دوّارة رأسية مزودة بوسائل إما الاختراق أو الإمساك (الالتقاط) بالحبّات ثم إسقاطها في الأخدود، والنوع ذو شوكة الالتقاط هو الأكثر شيوعا، ويشتمل كل ذراع أو رأس في عجلة الالتقاط على شوكتين حادتين لالتقاط الحبّات من غرفة الالتقاط لتحملها معها إلى الأمام ثم تركها فوق الفجاج، ولتجنب سرعة عجلة الالتقاط الزائدة عند الزراعة على سرعات عالية (8 km/hr) فتستعمل عجلتين لكل صف مزودة بستة إلى ثمانية رؤوس التقاط لكل عجلة، وتركب العجلتان**

جنبا إلى جنب، وفي وضع تبادلي للأذرع ويضبط وضع كل شوكة التقاط على كل رأس ليناسب مختلف أحجام الدرنات، ويتم التحكم في المسافات بين القطع الدرنية في الصف وذلك بالتحكم في نسبة السرعة بين عجلة الأرض وعجلات الالتقاط، الشكل (3-27)، تتكون الآلة من الأجزاء الرئيسة الآتية:-

أ) أنابيب إسقاط البذور: تحتوي الآلة على أنابيب لنقل البذور (الدرنات) من جهاز التلقيم إلى الفجاج الذي يفتح أخدود في التربة. وتمتاز أنابيب البذور بسطحها الداخلي الأملس وتوجد منها عدة أنواع.

ب) الفجاجات : وظيفتها فتح أخدود في التربة تبعا للعمق المطلوب للبذور التي تسقط في قاع الاخدود، وتوجد أنواع عديدة من الفجاجات منها الفجاج القرصي المفرد والمزدوج، الفجاج العزاق، والفجاج بشكل الحذاء، والفجاج ذو الساق الزاحفة.

ج) جهاز تغطية البذور: يتكون من جنازير أو ألواح من الخشب أو عجلات تشبك خلف أنابيب البذور لتغطية البذور بعد إسقاطها داخل الأخاديد.

الشكل 3-27 : آلة زراعة البطاطا.

2. آلات الشتل : تزرع بكثافة المحاصيل في حقلٍ مؤقت، وبعد مرحلة محددة من مراحل نمو المحاصيل المزروعة، تنقل الى الحقل الرئيس إذ تشتل، تعمل آلة الشتل على زيادة معدل شتل المزروعات، وتستعمل غالبا في زراعة شتلات الرز، وتحتوي بعض تصاميم الآلات على مقعد أو أكثر لجلوس العمال، كما تحتوي على خزان للشتلات ووسائل لفتح واستقبال الشتلات، من العامل ووضعها في الأخدود وزوج من العجلات الضاغطة يكون الجزء العلوي لهما مائل لإكمال تغطية الأخدود وكبس التربة حول الشتلات، الشكل (3-28)، وتحتوي أنواع من آلات الشتال على خزان للمياه وآلية لضخه لري الشتلات بعد الزراعة، وقد تحتوي الآلة على جهاز تحديد المسافات البينية للشتلات.

شكل 3-28 : آلات لزراعة شتلات الخضروات والرز.

3-3-6 آلات خدمة المحصول النامي

بعد إعداد التربة للزراعة وبعد الزراعة ونمو البادرات تأتى المرحلة الثالثة والأهم وهى مرحلة خدمة المحصول النامي التي تمتد من بعد الزراعة إلى قبل الحصاد وهى أطول مرحلة في عمر النبات، والمقصود بخدمة المحصول النامي هى عدد من العمليات الزراعية تجرى على النبات أثناء النمو، مثل عمليات العزيق ونثر السماد ومقاومة الآفات والري، وبطبيعة الحال كل عملية من هذه العمليات تجرى عن طريق نوع من الأنواع المختلفة من الآلات بحسب نوع العملية ونوع المحصول المزروع وطريقة زراعته وهذه العمليات هي :-

1) **عملية العزيق ومقاومة الحشائش :** المقصود بعملية العزيق هو إثارة الطبقة السطحية من التربة حول النبات النامي (بدون إحداث تلف للنبات النامي)، وذلك بهدف التخلص من الحشائش والنباتات الغريبة التي تنافس النبات الأساسي النامي في غذائه، وأيضا بهدف تهوية الطبقة السطحية من التربة بما يحسّن من ظروف النبات النامي وأيضا تعريض الطبقة السطحية لأشعة الشمس مما يخلّص التربة من بعض أطوار آفات الزراعة الموجودة بها، وعملية العزيق تجرى على التربة والنباتات نامية، ويجب أن تتم هذه العملية بدقة وكفاءة بحيث لا يحدث أي تلف ميكانيكي للنبات النامي ولهذا يجب أن تتوافر في الآلة التي تقوم بهذه المهمة الدقة الكافية وأيضاً يجب أن تتوافر في مستخدم هذه الآلات الخبرة والكفاءة.

أما آلات العزيق Cultivators فأنها الآلات التي تقوم بعملية العزيق للطبقة السطحية للتربة، الشكل (3-29)، هذه العملية تتم والنبات في طور البادرة في الأرض ويتوقف نجاح عملية العزيق على مدى إتقان هذه العملية وبالدرجة الأولى على الاختيار السليم لنوع الآلة التي تُتِم هذه العملية، إذ توجد أنواع مختلفة من آلات العزيق تختلف بحسب أسلحة العزيق وكل نوع منها يناسب نوع معين من النباتات وأسلوب معين من الزراعة فمثلا النباتات

المزروعة في صفوف على أرض مسطحة يناسبها العزاقات ذات أسلحة الدورانية المركب عليها دروع لحماية البادرات، بينما النباتات المزروعة على خطوط فيتم العزيق في قاع وجوانب الخطوط وبالتالي لا يحتاج النبات لدروع حماية أثناء هذه العملية أما في أراضي البساتين حيث المسافات بين الأشجار تكفي لمرور العزاقات الكبيرة مثل المحاريث الدورانية وربما يتم العزيق بالمحاريث الحفارة العادية مع تقليل العمق أو قد تستعمل عزاقات تشبه المحاريث الحفارة ولكنها مزودة بأسلحة شبيهة برجل بطة أو قد يتم العزيق بالأمشاط القرصية في الأراضي المزروعة بأشجار الفاكهة، والساحبة التى تقوم بخدمة الأرض تحت أشجار الفاكهة تكون ذي تركيب خاص وبارتفاع منخفض، وانبوب العادم يكون في الناحية السفلية إذ يمكنها التحرك أسفل فروع الأشجار، وأيضاً هذا النوع من الساحبات يجب أن تتميز بقدرة عالية على المناورة (أي الدوران في مساحات صغيره حتى تستطيع أن تدور في المساحات الضيقة بين الأشجار.

الشكل 3-29 : آلات العزيق.

2) عملية التسميد Fertilizing : يأخذ النبات النامي العناصر الغذائية الرئيسة اللازمة لنموه من التربة التي يزرع فيها عن طريق الجذور، لذلك فأن تسميد التربة بالعناصر الغذائية الخاصة بنمو هذا النبات يحقق نمو جيد وسليم لهذا النبات، وبالتالي يعطي أعلى محصول، وبناءً على ذلك يلجأ الفلاح إلى إضافة العناصر اللازمة للنبات بإضافة أسمدة محلية عضوية Organic Fertilizing أو أسمدة كيميائية Chemical Fertilizing إلى التربة، فيما يعرف بعملية التسميد، وعلى ذلك يمكن تعريف عملية التسميد بأنها تجديد لخصوبة التربة بتعويضها عن ما نقص فيها من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، وهذا النقص في هذه العناصر يرجع إلى تغذية المحاصيل التي تم زراعتها سابقاً في نفس التربة أو نتيجة فقد للعناصر الغذائية مع تسرب مياه الري. أن من أهم العناصر التي تضاف للتربة لتغذية النبات

هو عنصر النيتروجين فضلا عن عناصر كثيرة أخرى مثل البوتاسيوم والفسفور والكالسيوم بكميات أقل، إذ يقوم الفلاح بإضافة هذه العناصر في صورة أسمدة محلية أو كيماوية أو حتى صورة تسميد أخضر، والمقصود بالتسميد الأخضر هو زراعة أحد المحاصيل البقولية الغنية بعنصر النيتروجين وعندما يحدث النمو بدرجة معينة يقوم الفلاح بقلب هذا المحصول في التربة باستعمال أحد المحاريث القلابة فتتحلل أجزاء هذه النباتات وتنفرد العناصر الغذائية الهامة وأهمها النيتروجين الذى يصير جاهزاً للامتصاص عن طريق النبات الذي سيزرع في هذه التربة بعد ذلك، أمّا الأسمدة المحلّية أو الكيماوية فتضاف إلى التربة إما قبل إعدادها للزراعة مثل الأسمدة المحلّية أو الفوسفاتية وقد تضاف الأسمدة للتربة أثناء الزراعة أو بعد نمو المحصول مثل الأسمدة الازوتية.

آلات التسميد Fertilizer Spreader : تختلف آلات التسميد بحسب نوع السماد وطريقة توزيعه في التربة، ويمكن أن نجمل طرائق وضع السماد في التربة كما يأتي :-

- نثر السماد في التربة قبل الحرث أو بعده خلف المحراث مباشرة كما هو متّبع في التسميد بالأسمدة المحلّية.
- خلط السماد بالتربة بعد الحرث وقبل الزراعة.
- وضع السماد أثناء الزراعة إذ تزود آلات الزراعة بصندوق للسماد بوضع السماد في صورة شريط مستمر بجانب خط الزراعة.
- وضع السماد بصورة أكوام صغيرة بجوار آو حول النبات النامي المزروع في خطوط أو في أحواض، وعادة ما تتم هذه الطريقة يدويا.
- إذابة بعض الأنواع من الأسمدة في مياه الري في حالة الري بالرش أو الري بالتنقيط.
- حقن السماد في التربة على عمق مناسب بجوار النباتات.

وفي ما يأتي بعض من آلات التسميد شائعة الاستعمال : -

أ. آلات نثر الأسمدة المحلّية : يكثر استعمال آلات نثر السماد المحلّي في مزارع المواشي من أجل الاستفادة من الأسمدة العضوية الموجودة في المزرعة ونثرها على سطح الأرض من أجل زيادة خصوبة التربة، الشكل (3-30).

الشكل 3-30 : آلات نثر السماد العضوي (المحلّي).

ب. آلات نثر الأسمدة الكيماوية : تستعمل في نثر الأسمدة بالطريقة نفسها التي تستعمل فيها لنثر البذور، ويقوم قرص النثر في الآلة بنثر الأسمدة الكيميائية الحبيبية على سطح التربة لتذوب بعد ذلك مع مياه الري أو يتم خلطها مع التربة أثناء إعداد الأرض للزراعة، وتمتاز هذه الآلة بسهولة تركيبها وتنظيفها بعد الانتهاء من عملية نثر الأسمدة ويعاب على هذه الآلة نثرها للأسمدة على مؤخرة الساحبة مما يسبب تآكلا وصدأ أجزاء الساحبة، الشكل (3-31).

الشكل 3-31 : آلة نثر السماد الكيميائي ذات الطرد المركزي.

ج. آلات رش المواد الكيميائية السائلة : تستعمل المواد الكيميائية السائلة في المجال الزراعي ويتم رشّها وتوزيعها على النباتات كالمبيدات الحشرية والفطرية لمكافحة الأمراض الفطرية التي تصيب النباتات، مبيدات الحشائش التي تنافس المحصول على العناصر الغذائية والماء،

رش النباتات بالهرمونات لمنع تساقط الثمار وللإسراع بعملية العقد، فضلا عن المحاليل المغذية التي يمتصها النبات عن طريق المجموع الخضري التي تسمى بالأسمدة الورقية.

أنواع آلات الرش :

1- آلات رش يدوية : وتدعى بالرشاشة الظهرية لأنها تحمل على الظهر ويتم تحريكها يدويا أثناء الرش، الشكل (3-32)، بقوة دفع الهواء المضغوط الذي يرفع ضغطه أما يدويا (بالضخ اليدوي) أو عن طريق ضاغط ميكانيكي يعمل بمحرك بنزين صغير.

الشكل 3-32 : آلات الرش اليدوية.

2- آلات رش مسحوبة : تسحب عن طريق الساحبة الزراعية وفي هذه الحالة تكون الآلة متصلة بها وتستمد القدرة اللازمة للتشغيل من عمود الإدارة الخلفي للساحبة، الشكل (3-33).

الشكل 3-33 : آلات رش المبيد المسحوبة بسعات مختلفة.

3- **آلات رش ذاتية الحركة :** إذ تكون الآلة مزودة بمحرك احتراق داخلي يعمل على تزويدها بالقدرة اللازمة لتشغيلها، الشكل (3-35).

الشكل 3-34 : آلة رش المبيد ذاتية الحركة.

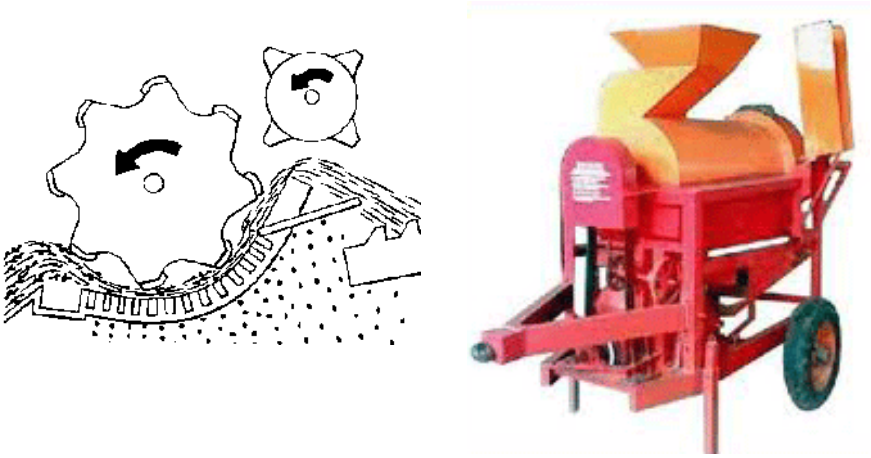
7-3-3 آلات الحصاد والدراس وجني المحاصيل الخضرية

1. آلات حصاد ودراس الحبوب

عملية الحصاد : تبدأ عملية الحصاد بعد تمام السنابل وتَحول لونها إلى الذهبي، ويجفف قبل ميعاد الحصاد بمدة خمسة عشر يوماً عن طريق قطع مياه الرّي، ثم تبدأ عملية الحصاد الآلي باستعمال آلة حصاد أو أكثر تبعاً لمساحة الأرض المزروعة، الشكل (3-35)، التي تعمل على حصد السنابل أثناء سيرها بالحقل الزراعي، وهناك آلة حصاد تشتمل على عمليات متكاملة لمراحل الضم والحصاد والدراس والتعبئة في خطوة واحدة، مما يؤدي إلى زيادة درجة النظافة مع تقليل الزمن اللازم لإجراء هذه العمليات، وفي حالة وجود رطوبة في الحبوب المحصودة، يجب تجفيفها عن طريق نشرها وتقليبها قبل تعبئتها.

الشكل 3-35 : آلة الحصاد (الحاصدة).

عملية الدراس : يتم الدراس آلياً باستعمال آلة الدراس، الشكل (3-36)، إذ تمر الحبوب والقش من الممر إلى الدراس بعد عملية الحصاد، لدعك السنابل وفصل البذور عن التبن، وتقوم أسطوانة الدراس عن طريق دورانها فوق مشبك مقعر ذات قضبان عريضة، فنتيجة تغذية المحصول لآلية الدراس، فأنه يُحصر بين القضبان العريضة للأسطوانة والمشبك، فتنفصل الحبوب من السنابل وتسقط خلال قضبان المشبك الى حوض الحبوب، ويمكن تنظيم بُعد المشبك المقعر عن الأسطوانة لتنظيم درجة الدراس، وتكون آلية الدراس إما مسحوبة أو ذاتية الحركة، ويحتوي بعض منها على آلة ملحقة لكبس بالات التبن الناتج عن الدراس أثناء حركتها في الحقل الزراعي.



الشكل 3-36 : آلة الدَراس.

2. آلات حصاد البرسيم والأعلاف (المحشات Mowers)

تُعد محاصيل العلف الأخضر والتي تستعمل في تغذية الحيوانات من المحاصيل الزراعية الهامة، ولذلك قد استعملت الآلات الزراعية في حصاد محاصيل الأعلاف، وتسمى آلات حصاد الأعلاف بـ (المحشات)، وهناك العديد من المحشات المستعملة في تقطيع محاصيل العلف الأخضر، ويمكن تقسيمها بناء على طريقة عملها في الحصاد إلى نوعين رئيسين تبعا لحركة مشط الحصاد هما:-

أ) المحشات الترددية : تعتمد طريقة الحصاد في هذا النوع من محشات الأعلاف على الحركة الترددية الجانبية للسكاكين الموجودة على جهاز القطع أثناء حركة الآلة إلى الأمام ويعرف جهاز القطع بمشط الحصاد، ويتكون من صفين من الحدود القاطعة المتقابلة، صف علوي والآخر تحته، الشكل (3-37)، يتحركان باتجاهين متعاكسين لحصد العلف المحصور بين حدودهما القاطعة.

الشكل 3-37 : المحشات الترددية.

ب) المحشات الدورانية lawn mower : تستعمل المحشات الدورانية في حصاد محاصيل العلف الأخضر، وتعد المحشة الدورانية الطاردة من أنواع المحشات الدورانية المستعملة بشكل كبير في مزارع الأعلاف، وذلك نظراً لبساطة تركيبها وسهولة تشغيلها اضافة إلى كفاءتها في عملية قطع المحصول، الشكل (3-38). وتعد آلات الحصاد ذو الحركة الدورانية أكثر تطوراً من الآلات الترددية وذلك لتجنب الإهتزازات الديناميكية العالية، والتغلب على قلّة كفاءة الحصد نتيجة ميل المحصول أو رقاده، فضلا عن تقليل القدرة المفقودة في نقل الحركة.

الشكل 3-38 : المحشات الدورانية.

3. **آلات جمع المحاصيل الجذرية والدرنية : يستخلص هذا النوع من آلات الحصاد، المحاصيل من باطن التربة، وأهم المحاصيل الجذرية والدرنية التي تحصد آليا البطاطا والبنجر والفول السوداني والجزر، إذ يحتاج قلع هذه المحاصيل يدوياً إلى تكاليف كبيرة في حين استعمال أنواع مناسبة من الآلات لقلعها يوفر جزءاً كبيراً من هذه التكاليف، وتتلخص وظيفة آلة حصاد البطاطا مثلاً إلى حفر أخدود في التربة وإخراج الدرنات، وفصل الدرنات عن سيقانها وعن**

بقايا التربة الملتصقة بها، ومن ثم تجميع الدرنات في صفوف طولية حتى يمكن جمعها وتعبئتها يدوياً أو تعبئتها آليا عبر وحدات مرفقة بالآلة.

ويوجد نوعان من آلات حصاد البطاطا تتمثل في آلات الحصاد ذات الأمشاط الثابتة وذات الأمشاط الدائرة، تتكون آلات الحصاد ذات الأمشاط الثابتة من سلاح حفار مدبب من الأمام وله جناحان منفرجان مثبت خلفهما أمشاط لرفع البطاطا من التربة وإلقائها إلى الخلف، وتقوم آلات الحصاد ذات الأمشاط الدائرة بقلع الدرنات وتخليصها من بقايا التربة والسيقان المتعلقة بها مع تجميعها في صفوف طولية، وتتكون من سلاح حفّار كبير تدور فوقه مجموعة من الأصابع المصنوعة من الصلب المرن (الأمشاط) التي تستمد حركتها من عجلات الساحبة أو من عمود الإدارة الخلفي للساحبة، وتقوم الأمشاط بدفع البطاطا إلى جانب الآلة أثناء سيرها مع تنظيفها من بقايا التربة، وكذلك آلة جمع الجزر تعمل على قلع الجذور مع السيقان وتسييرها إلى الأعلى عن طريق سلسلة تلتفّ حول بكرات دوّارة لإيصال المحصول إلى أداة قطع السيقان ثم جمع جذور الجزر في سلّة معدنية ملحقة بالآلة، الشكل (3-39).

الشكل 3-39 : آلات جمع المحاصيل الجذرية والدرنية.

4. آلات جمع القطن Cotton Collectors : عند حركة آلات جمع القطن في الحقل الزراعي بين نباتات القطن، الشكل (3-40)، تنزع القطن من الجوزة في صف أو أكثر من النباتات في وقت واحد، والآلة تستطيع أن تجني قطن يعادل ما يجنيه مجموعة كبيرة من العمال يدويا في الوقت نفسه، وتستعمل آلات جني القطن مغازل دوّارة لالتقاط القطن، فعندما تتحرك الآلات اللاقطة على طول صفوف النباتات، تصل المغازل الدوّارة إلى جميع أجزاء النباتات وتلتقط أشواك أو أخاديد المغازل القطن وتنزعه بعيداً عن الغلاف الشوكي، وتقوم نازعات مطاطية متحركة في الآلة بنزع القطن من المغازل، ثم ينقل القطن إلى سلال كبيرة من المعدن مركبة في آلة جمع القطن.

الشكل 3-40 : آلة جمع (جني) القطن.

3-3-8 آلات تجهيز المحاصيل الزراعية

1. **آلات الضم والدراس :** تعمل الآلة تحت ظروف مختلفة إذ أن حجم الحبوب لكل محصول وطبيعة نموه والظروف الجوية أثناء إجراء الحصاد كلها عوامل مختلفة، وأجزاء الآلة الرئيسة هي:

أ) درفيل إمالة المحصول : عندما يكون المحصول طبيعياً وغير راقد يلاحظ أن أذرع الدرفيل تلامس المحصول أسفل السنابل كما تكون سرعته أقل من سرعة الآلة إلى الأمام وعندما يكون المحصول قصيراً ينخفض الدرفيل وتزداد سرعته عن الآلة إلى الأمام قليلاً وعندما يكون المحصول راقد يجب أن يستخدم الدرفيل رافع المحصول مع خفضه وبقائه أسرع قليلاً من سرعة الآلة علماً بأن سرعته إذا زادت عن الحد الملائم فتسبب في فرط الحبوب .

ب) سكين الضم Moving knife : تضبط بحيث تتحرك السكين من منتصف الأصبع الموجودة به حتى منتصف الأصبع الآخر وهذا يطلق عيله مشوار السكين.

ج) مصيدة الحجارة Stones trap : عبارة عن تجويف خلف سكين القطع في أول حصيرة النقل أو في نهايتها لتمنع وصول الأحجار الصلبة إلى جهاز الدراس وهذه يجب تنظيفها يومياً.

د) الدرفيل والصدر Threshing cylinder and concave : يشتمل ضبط هذا الجزء المسافة أو الخلوص بين درفيل الدراس والصدر وكذلك سرعة الدرفيل أما المسافة بين الصدر والدرفيل فتكون عند دخول المحصول ثلاث مرات قدرها عند خروج القش من جهاز الدراس وعادة في محاصيل الحبوب تكون المسافة تقريباً 10mm من الأمام و 3mm من الخلف أما سرعة الدرفيل فيجب أن لا تزيد عن 1800m/min ويلاحظ أن في ضبط الصدر والدرفيل يستخدم أقل سرعة ممكنة للدرفيل مع أوسع مسافة ممكنة بينها.

ه) الغرابيل Sieves : الغربال العلوي ذو فتحات يمكن التحكم في حجمها فالقمح والشعير يحتاج إلى ثلث فتحة والبسلة تحتاج الى نصف فتحة، أما الغربال فله عيون مستديرة ثابتة ولمعظم محاصيل الحبوب يكون قطر الفتحة تقريباً 10mm ومن الملاحظ أن الغرابيل تؤدي عملها بكفاءة عاليه إذا كان تيار الهواء ثابتاً ومنتظماً.

2. آلات عمل البالات : تحصد محاصيل الحنطة والشعير والأرز عند نضجها عن طريق آلة الحصاد وتدرس بوساطة آلة الدراس فيتم فصل الحبوب من السنابل، وتعزل المخلفات وتنقل لتقديمها كعلف للماشية أو استعمالها في الصناعة، وليسهل نقلها يتم عملها على شكل مكعبات مكبوسة تسمى بالات لتقليل حجمها، أما الأعلاف المزروعة يتم حشها وتجفيفها لتهيئتها للكبس، ويستخدم في عمل البالات آلات تسير بمحرك، الشكل (3-41)، أو تقطر خلف ساحبة زراعية وتعمل على جمع العلف وضغطه وربطه على شكل مكعبات، وهناك ماكينات حصاد تنجز عمليات الحصاد والدراس وبالات الأعلاف كوحدة إنتاجية واحدة.

الشكل 3-41 : آلات عمل البالات.

9-3-3 وسائل النقل داخل وخارج المزرعة

1. المقطورات : الآلات تسحب (تشد) وتوجه من نقطة ربط واحدة على الساحبة وهذا النوع لا يأخذ القدرة من الساحبة على الوجه الأكمل، وتحمل عادة على عجلات، وتقتصر الساحبة على

سحبها خلفها، الشكل (3-42)، وتزود هذه الآلات بروافع خاصة تستعمل لرفعها أثناء النقل على الطرق الزراعية أو الدوران في الحقل أو خفضها أثناء العمل، وتستمد بعض هذه الآلات القدرة اللازمة لتشغيلها من عمود مأخذ القدرة للساحبة أثناء سحبها خلفها، وتزود بعض الآلات الكبيرة مثل آلات الضم والدراس المقطورة بمحرك إضافي لتشغيلها.

الشكل 3-42 : مقطورات النقل المسحوبة.

2. **آلات نقل وتداول المنتجات والمحاصيل :** حين يكتمل نضوج المحاصيل الزراعية يستوجب تداولها ونقلها بوقت قصير، وبطريقة يضمن بها أقل كمية فقد من المحصول، لأنها تعد من الخسارة مهما قلت الكمية المفقودة، وبهدف الحصول على محصول جيد، لذلك يتم التخطيط وتحديد طرائق التداول والنقل المناسبة، قبل الحصاد وجني المحاصيل الزراعية، إذ أن المحاصيل المختلفة تختلف في تحملها لدرجة الحرارة، ونسبة الرطوبة، وتيار الهواء، والضغط، والاهتزازات، ومدّة الخزن، وكذلك التأثيرات الكيماوية، ولذلك تراعى العوامل الآتية:-

أ. تحديد موعد الحصاد : عادة ما يكون غير محدد، في بداية الموسم أم في نهايته إذ أنه يخضع لعوامل كثيرة منها: علامات النمو الواضحة والمحددة وأذواق ورغبات المستهلكين من حيث الحجم واللون ودرجة النضج، وطبيعة الحصاد يدويا أم آليا ، وطبيعة ونوع المحصول وذروة، ومن حيث المبدأ يوصى عادة بالحصاد في الساعات المبكرة من النهار للتقليل ما أمكن من حرارة الحقل والتوفير من تكاليف وحدات التبريد، كما ينبغي الحفاظ على الحاصلات في الظل أو تحت مظلة ريثما يتم نقلها، كما يوصى بنقل المنتج بأسرع وقت ممكن.

ب. التبريد المبدئي السريع (Pre – cooling, Rapid cooling) : إن القاعدة في معاملات ما بعد الحصاد هي (تبريد السلعة بسرعة والحفاظ عليها مبردة)، وتستعمل لذلك المبردات الحافظة، إذ أن التبريد هو أهم تقنية تحافظ على جودة الحاصلات البستانية وإن

درجات الحرارة العالية هي السبب الرئيس في تدهور هذه الحاصلات وزيادة الفاقد منها، وأهم ميزات التبريد السريع والتخلص من حرارة الحقل هي تقليل تنفس الثمار وبالتالي تقليل التلف، ومن المحاصيل ما يستوجب حفظه بعد الجني مباشرةً، ومنها بعد ساعات، ومنها ما يحفظ بجو خالي من الرطوبة كالحبوب لضمان عدم تعرضها للعفن.

ج. التعبئة في الحقل : تعد عملية التعبئة من الحلقات الهامة في سلسلة ما بعد الحصاد والتسويق للخضار والفواكه وتهدف في نهايتها إلى تعبئة الثمار في عبوات بتصاميم مختلفة تعتمد على نوع المحصول والسوق المستهدف ونوع الاستثمار، ولا توجد بشكل عام عبوات قياسية متفق عليها عالمياً، وهنالك الكثير من المحاصيل التي يجب تعبئتها في الحقل نظرا لحساسيتها وبهدف التقليل من الأضرار أثناء عملية التداول خاصة اثناء الشحن، من هذه المنتجات العنب، الشكل (3-43)، وكما يميز تعبئة بعض المحاصيل في الحقل قصر المسافة بين الإنتاج والتعبئة والتخفيض من تكاليف مراكز الفرز والتعبئة، ويعيبه عدم إمكانية تنفيذ بعض عمليات ما بعد الحصاد مثل الغسيل والتشميع إضافة إلى ضعف خبرة عمال الحصاد بآليات الفرز والتدريج والتغليف.

ألشكل 3-43 : التعبئة داخل الحقل.

د. نقل المنتجات الزراعية الطازجة : غالبا ما تكون أسواق الحاصلات البستانية ومناطق الاستهلاك في السوق المحلية بعيدة نسبيا عن مناطق الإنتاج، وبُعد أسواق التصدير الأمر الذي يبرر أهمية وسائل النقل والبنى التحتية له في سلسلة معاملات النقل والتداول للمنتجات الزراعية، إذ يجب أن تكون ممارسات النقل من حيث التعبئة والتغليف والرص والتحزيم والتحكم بدرجات الحرارة طوال مدة النقل وكذلك حركة دوران الهواء والتهوية الجيدة، وإذ أن وسائل النقل متعددة ومعروفة فإن اختيار الوسيلة الأمثل يعتمد على عوامل هامة منها: قيمة

المحصول وأهميته، وقابليته للتلف، ومسافة الطريق المراد فيه الذهاب، وتمر بعض المحاصيل في نقلها بمرحلتي نقل، داخلي وخارجي:

1. لنقل الداخلي : تستعمل العربات والمقطورات المسحوبة المعلقة أو النصف معلقة، في نقل المحاصيل من داخل الحقل الزراعي لإيصالها الى أحدى وسائل النقل الخارجي البرية، أو نقلها من داخل الحقل عن طريق وضعها على سرف متحركة على بكرات، أو تعليقها على حبل يتحرك على بكرات لتصل الى خارج الحقل.
2. النقل الخارجي : بعد إيصال المنتجات والمحاصيل الى خارج الحقل الزراعي، تنقل بأحد وسائل النقل الآتية المبين بعض منها في الشكل (3-44).

- النقل البري في الشاحنات المبردة وغير المبردة.
- النقل بالسكك الحديدية.
- النقل المائي.
- النقل الجوي.

وبما أن لكل وسيلة مزاياها ومساوئها فإنه في كل الأحوال يجب الاهتمام بما يأتي:

- حماية المنتج من الحرارة والرياح وفقدان المحتوى المائي والأضرار الميكانيكية.
- انجاز التحميل والتفريغ بسرعة وعناية.
- تأمين مساحات كافية للتهوية ودوران الهواء.
- عدم التحميل الزائد فوق سعة وطاقة وسيلة النقل.

الشكل 3-44 : بعض وسائل النقل الخارجي.

4-3 ماكينات وآلات الإنتاج الحيواني

1-4-3 آلات حلب الأبقار

الحلب عملية يجمع أو يجني عن طريقها الحليب من ضرع الحيوان، وهي في الواقع ليست عملية ميكانيكية بسيطة بل مجموعة عوامل تبدأ من التهيئة النفسية للحيوان وهناك هرمون معين يؤدي إلى تقلصات عضلية بجسم الحيوان من شأنها تسهيل عملية انسياب الحليب، فضلا عن التعود على مواعيد الحلب.

تعد آلة الحلب وسيلة فعالة لحلب وهي من الأجهزة القلائل التي تقوم بعمل ميكانيكي باتصال مباشر مع الأنسجة الحية للحيوان، واستعمال معدات سيئة أو الاستعمال غير الصحيح أو سوء التصرف أثناء عملية الحلب يمكن أن تؤدي إلى جروح بجسم الحيوان أو التهابات بالضرع، ومن المهم فِهم طريقة عمل معدات حلب الأبقار واستعمال الطرائق الصحيحة للحلب، وآلة الحلب إما أن تكون مفردة تستعمل لحلب بقرة واحدة أو تكون على شكل خط إنتاجي، الشكل (3-45).

الشكل 3-45 : آلة حلب الأبقار.

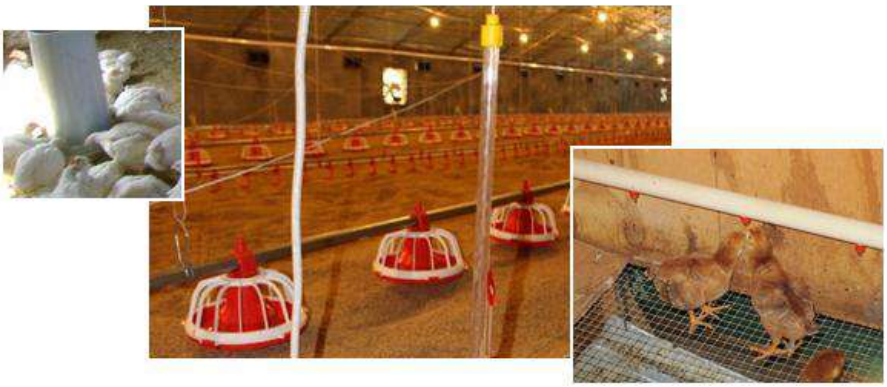
2-4-3 المناهل (المشارب).

تزود مزارع الدواجن بمجموعة من المعدات اللازمة للدواجن، من هذه المعدات مشارب المياه التي تستعمل لتقديم المياه بصورة نظيفة وصحية لطيور التربية، وأنواعها عديدة تختلف بحسب الحجم والنوع والغرض من تربية الطيور ونموذج المزرعة، إذ يعتمد الاختيار بين أنواع المشارب المختلفة على الإمكانات المادية ونوع التربية المرتقبة، وبشكل عام يمكن أن يتم تقسيم المشارب إلى مشارب يدوية، ومشارب آلية، ولكلٍ منها ميزاتها وعيوبها، وعلى الرغم من أن المشارب الآلية تتميز بمواصفات تجعلها تتفوق على اليدوية، ولكن غالباً ما تستعمل المشارب اليدوية بالمزارع الصغيرة ذات الإمكانات المحدودة بينما تستعمل الآلية بمزارع التربية الكبيرة.

أنواع المساقي المستعملة في حظائر الدواجن : يمكن تصنيف المناهل أو المساقي إلى المناهل اليدوية والمناهل الآلية، ولكل من هذين النوعين مزايا وعيوب وخصائص تختلف عن النوع الآخر وسنتناول كل من النوعين السابقين بنوع من الشرح المختصر.

1- **المناهل اليدوية :** غالبا ما تستعمل في الحظائر ذات الإمكانيات المحدودة أو في حال تعذر استعمال الأنظمة الآلية وقد استعملت في السابق بشكل واسع، وتصنع هذه المناهل من البلاستيك أو الصاج، وتستعمل أساسا للطيور حديثة الفقس، وسعتها تكون في حدود (5) لتر. تتكون من جزأين هما الخزان الذي يملأ بالمياه ويوضع بشكل مقلوب على الجزء الثاني الذي يطلق عليه الطبق أو الصينية.

2- **المشارب الآلية :** تستعمل هذه المناهل في سقاية الطيور سواء في الأعمار الصغيرة أو الكبيرة منها و تقسم تلك المناهل حسب طريقة عملها إلى أنواع كثيرة، الشكل (3-46)، المناهل الآلية الأرضية، المعلقة السقفية، ذات الحلمة، والمناهل ذات أنابيب المياه الجارية وتجهز جميعها بخزانات المياه، إذ توضع هذه الخزانات داخل الحظائر عادة وذلك كي تكتسب درجة حرارتها الداخلية إذ تقدم المياه بدرجات حرارة معتدلة لكي لا تتسبب في أذى الطيور.



الشكل 3-46 : بعض من أنواع المناهل.

3-4-3 المفقسات

هناك ثلاث نقاط مهمة جداً في المفقسة :

1. **درجة الحرارة :** وهي من أهم الأمور، بحيث يجب تثبيتها على درجة $37.5^{o}C$ (درجة سيليزية) في أول (18) يوم بالنسبة للدجاج ولا تقل عن $37^{o}C$ في الأيام الثلاث الأخيرة بعد وضع البيض في الحاضنة استعدادا للتفقيس، وإن قلّت أو زادت الحرارة عن هذه الدرجة، أو كانت غير ثابتة (متذبذبة) فإنه سيتسبب في موت الأفراخ داخل البيضة أو تأخرها عن الفقس، أو عدم فقس الأفراخ في وقت واحد إذ يكون هناك فروق بين فقس أول بيضة وآخر بيضة،

ويمكن السيطرة على هذه الدرجة عن طريق حسّاس حراري Thermostat ومن الأفضل أن يكون مخصص لهذه الغاية بحيث لا يعطي فروق حرارية، فكلّما كانت الحرارة ثابتة كانت نسب الفقس أعلى، وتختلف مصادر الحرارة بحسب حجم الفقاسة، فقد يفي مصباح تنجستن بالغرض ويحدد قوتها حجم الفقّاسة، الشكل (3-47)، وعلى أن يربط الحسّاس الحراري بمصدر الحرارة بحيث يثبّت الحرارة عند الدرجة الصحيحة، فإذا زادت يفصل مصدر الحرارة وإذا قلت يوصِله.

الشكل 3-47 : المفقسة.

2. **الرطوبة :** تكون ذات أهمية كبيرة، إذ يجب أن تكون بين (55% - 65%) في أول (18) يوم، وترفع إلى (80%) في آخر ثلاثة أيام، ويمكن توفيرها عن طريق وضع مسطح مائي (إناء ماء) في أسفل المفقسة، وذلك للوصول لأعلى نسبة فقس، وإذا قلت الرطوبة أو زادت فإنها حتماً ستسبب في مشاكل أهمها موت الأفراخ داخل البيضة وعدم قدرتها على الخروج منها.
3. **التقليب :** تعد المفقسة تقليد بسيط يحاول فيه الإنسان توفير البيئة التي توفرها الدجاجة للبيض أثناء عمليه حضن البيض حتى التفقيس، إذاً فالدجاجة تضع البيض بشكل أفقي وتقوم بتقليبه باستمرار بمنقارها حتى لو لم نلاحظها، وإذا لم يقلّب البيض فإن الفرخ سيلتصق بالقشرة ويموت داخلها، فيجب أن يقلّب البيض من أول يوم، وأن لا يقل عدد مرات التقليب عن (8) مرات ولا يزيد عن (12) مرة (للوصول لنسبه فقس عالية)، والتقليب يتم يدوياً أو أوتوماتيكيا، ولتسهيل العملية توضع إشارة على البيضة في المفاقس الصغيرة في أحد الجهات وإشارة ثانية مختلفة في الجهة الثانية المقابلة لنفس البيضة إذ يتم التمييز بين البيضة التي قلبت والتي لم تقلب، ويجب ترك التقليب في الثلاثة أيام الأخيرة من مدة التفقيس. وتستعمل مراوح لتوزيع الحرارة داخل المفقسة حتى لا يحدث انحباس حراري في حيز دون الآخر،

وتحتوي الفقاسة في الأسفل والأعلى على ثقوب صغيرة للسماح بخروج الهواء ودخول هواء جديد نقي، ويختلف حجم الثقوب باختلاف حجم ماكينة التفقيس.

3-4-4 آلات نقل وتداول الأعلاف

لتسهيل نقل العلف وتداوله يجب أن يجفف لتقليل نسبة رطوبته، إذ يحتوى العلف الأخضر على نسبة عالية من الرطوبة عند الحصاد، وعند تخزينه على هذه الصورة لمدة طويلة فإنه يتعرض للتلف بشكل سريع لذلك كانت الحاجة إلى تجفيفه بطريقة صناعية باستعمال المجففات، أو طبيعية باستعمال حرارة الشمس والهواء، وفي الحالتين يجب أن نحافظ على المادة الغذائية في العلف، لذا يجب أن يكون التجفيف سريعاً، ويتم تجفيف الأعلاف بإتباع مجموعة خطوات متتالية لضمان الحفاظ على المادة الغذائية فيه، وإن تم تخزينه لمدة معينة قبل استعماله، وهذه الخطوات هي:

1. نشر العلف الأخضر : بعد الحصاد بالآلة يتم تجميع العلف ونشره في كومات على طول الحقل الزراعي، لذلك فعملية النشر تعد أول الخطوات المتبعة في عملية التجفيف السريع للعلف.
2. التقليب العريض : إذ يقلب العلف عن طريق وحدة التقليب المكونة من عدد زوجي من الوحدات وكل وحدتين متجاورتين تدوران في اتجاهين متضادين، الشكل (3-48).
3. التكويم : يتم تكويم المحصول الذي سبق نشره وتقليبه وذلك حتى لا يفقد كمية كبيره من الرطوبة وخاصة أثناء النهار أو العكس يكتسب قدر كبير من الرطوبة أثناء الليل.

الشكل 3-48 : تقليب وتكويم العلف الأخضر باستعمال الآلات الزراعية.

4. نشر الأكوام : يتم نشر الأكوام السابقة مرة أخرى بسطح أعرض للتجفيف السريع إذ يمكن الاستفادة من أشعة الشمس والهواء الذي يتخلل المحصول أثناء النشر، الشكل (3-49).

الشكل 3-49 : توسيع مساحة نشر العلف.

5. تقليب الأكوام : في الغالب يلجأ إلى تقليب الأكوام فقط قرب نهاية التجفيف وذلك حتى نقلل من فاقد فصل الأوراق عن سيقان العلف الأخضر.

3-4-5 آلات جز الصوف

تتم عملية جز الصوف في أواسط الربيع من كل عام إذ يكون صوف الأغنام قد أصبح كثيفاً، فيُمسك بالخروف وقلبه على ظهره، وشد أرجله الأربعة بشكل متشابك، ثم الشروع بالقص عن طريق مقص خاص، الشكل (3-50)، ويشرع بالقص من منطقة الرقبة ثم الجذع وانتهاءاً بمنطقة الذيل التي تعد أصعب المناطق، ثم تُفك الأرجل وقص المنطقة البطنية المحصورة بسبب الشد التي لم يتم قصها، وعند الانتهاء من الجز يتم طي الجزّة الكاملة وجعلها بشكل اسطوانة، تجمع الجزات مع بعضها، وتعالج الجروح فيما إذا لو تعرض الخروف إلى ذلك.

الشكل 3-50 : آلة جز الصوف.

5-3 أسئلة الفصل

1. تكلم عن العدد اليدوية التي كانت تستعمل سابقا في الزراعة قبل دخول المكننة لهذا المجال.
2. تتنوع أشكال المحاريث بحسب طبيعة عملها، عدد أربعة من تلك الأنواع مع شرح موجز لكل نوع.
3. الغرض الأساس من آلات تنعيم وتثبيت سطح التربة هو الاستعداد لعملية البذار، عدد آلات تنعيم مرقد البذرة مع توضيح مختصر لعمل كل آلة.
4. تعد آلات التخطيط وشق التربة ومحراث تحت التربة من الآلات ذات الطبيعة الخاصة، اشرح باختصار وظيفة كل آلة منها.
5. عدد واشرح ثلاث آلات تستعمل في عملية البذار.
6. تعد آلة زراعة درنات البطاطا من آلات الزراعة الخاصة، اشرح باختصار مكونات الآلة.
7. تختلف آلات خدمة المحصول النامي بحسب نوع العملية ونوع المحصول المزروع وطريقة زراعته، عدد تلك العمليات ونوع الآلة المناسبة لكل عملية.
8. تختلف آلات التسميد بحسب نوع السماد وطريقة توزيعه في التربة، ما طرائق وضع السماد في التربة؟ وما آلات التسميد شائعة الاستعمال؟ عددها مع توضيح مختصر لطريقة عمل كل منها.
9. ما عملية الحصاد؟ وما عملية الدراس؟ وما الآلات المناسبة لانجازهما؟ تكلم عن ذلك باختصار.
10. تستعمل المحشات لحصاد البرسيم والأعلاف الخضراء، ما نوعي المحشات بحسب حركة مشط الحصاد؟ مع بيان طريقة عمل كل نوع.
11. توجد أربعة أنواع من آلات الحصاد والدراس وجني المحاصيل الخضرية، عددها واشرح أحداها مفصلا.
12. وضح عمل وأجزاء آلات الضم والدراس للحبوب.
13. لماذا يتم التخطيط وتحديد طرائق التداول والنقل المناسبة للمحاصيل الزراعية؟ اذكر العوامل الواجب مراعاتها عند النقل.
14. عدد الماكينات والآلات المستعملة في الإنتاج الحيواني، واشرح إحداها.

الفصل الرابع

الساحبات الزراعية

Farm Tractors

 # أهداف الفصل الرابع

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن:-

1. **يبين أهمية الساحبة الزراعية.**
2. **يعرف أنواع الساحبات الزراعية .**
3. **يميز بين أنواع الساحبات الزراعية.**
4. **يعرف المكونات الرئيسة للساحبة الزراعية.**
5. **يعرف كيفية اشتغال محرك الساحبة.**
6. **يتعرف على المنظومات الملحقة بمحرك الساحبة الزراعية.**

1-4 تمهيد

تعد الساحبة الزراعية مصدر القدرة الرئيسة في الحقل الزراعي إذ تستعمل في سحب أو جر ودفع وإدارة الماكينات والآلات الزراعية المختلفة، ويمكن تلخيص وظائف الساحبات الزراعية بالآتي:

- سحب أو جر الآلات الزراعية مثل المحاريث والأمشاط القرصية والباذرات والعازقات.
- جر وتشغيل بعض الآلات الزراعية مثل المحاريث الدورانية ومعدات الرش والتعفير.
- إدارة بعض الآلات الثابتة عن طريق عمود مأخذ القدرة PTO مثل المضخات وماكينات تحضير التبن.
- دفع بعض الآلات الممكن تركيبها في مقدمة الساحبة مثل سلاح البلدوزر.

2-4 أنواع الساحبات الزراعية Types of Farm Tractors

إن نوع الساحبة المستعملة في حقل ما يعتمد على نوع العمل المطلوب انجازه وكذلك على نوع جهاز التلامس الأرضي (العجلات) وعليه يمكن تقسيم الساحبات الزراعية إلى:-

1- ساحبات زراعية مسرفة Crawler Farm Tractors : ويحتوي هذا النوع من الساحبات على عجلات مسرفة وهي ذات قدرات عالية وتستعمل في الأراضي الضحلة والمغمورة بالماء مثل حقول الرز وتمتاز بكبر سطح العجلات الملامسة للأرض، الشكل (4-1).

الشكل 4-1 : الساحبات الزراعية المسرفة.

2- الساحبات المدولبة (ذات العجلات المطاطية) : وتكون على عدد من الأنواع منها :

أ) الساحبات الزراعية متعددة الأغراض : وهي ساحبة مدولبة، الشكل (4-2)، وتكون أما ذات عجلتين قائدتين (2WD) وهذا النوع شائع الاستعمال في الحقول للأغراض الزراعية العامة، إذ يتميز هذا النوع بقدرة حصانية متوسطة (60 - 100) حصان وتمتاز بكبر المسافة بين عجلاتها مع إمكانية تنظيمها، أو تكون ساحبات رباعية الدفع (4WD)، الشكل (4-3)، وتوجد أنواع من هذه الساحبات ذات قدرات حصانية عالية .

الشكل 4-2 : ساحبة زراعية ذات عجلتين قائدتين (2WD).

الشكل 4-3 : ساحبة زراعية ذات دفع رباعي (4WD).

ب) الساحبات المدولبة الثقيلة : تمتاز هذه الساحبات بقدرتها العالية التي قد تصل إلى 500 حصان وتتمكن من جر محراث ذي اثني عشر بدناً، ويمكن ان تزود مثل هذه الساحبات بعجلات مزدوجة في جميع أماكن ربط الدواليب وبذلك يمكن استعمال هذه الساحبات في أعمال الزراعة الثقيلة، الشكل (4-4).

الشكل 4-4 : أنواع مختلفة من الساحبات المدولبة الثقيلة.

ج) ساحبات البساتين: تستعمل بشكل خاص في البساتين وتمتاز بصغر حجمها وإمكانية المناورة والدوران بأنصاف أقطار صغيرة، وتكون ذات قدرات حصانية واطئة، الشكل (4-5).

الشكل 4-5 : ساحبات البساتين.

د) الساحبات الأحادية العجلات : تستعمل في الأعمال الحقلية البسيطة، الشكل (4-6).

الشكل 4-6 : الساحبات الأحادية العجلات.

ه) الساحبات الثنائية العجلات : تستعمل لأغراض خاصة وفي الحقول الصغيرة، الشكل (4-7)، وكذلك تستعمل في الحدائق الصغيرة.

الشكل 4-7 : الساحبات الثنائية العجلات.

و) ساحبات العمل بين المروز : (ساحبات محاصيل الصفوف) يستعمل هذا النوع في عمليات إدامة وخدمة المحصول النامي، ويكون الجزء الأسفل منها مرتفعا نسبيا عن سطح الأرض، الشكل (4-8)، ولها عجلة أمامية واحدة أو عجلتان مصطفتان.

الشكل 4-8 : ساحبات العمل بين المروز.

4-3 مكونات الساحبة الزراعية

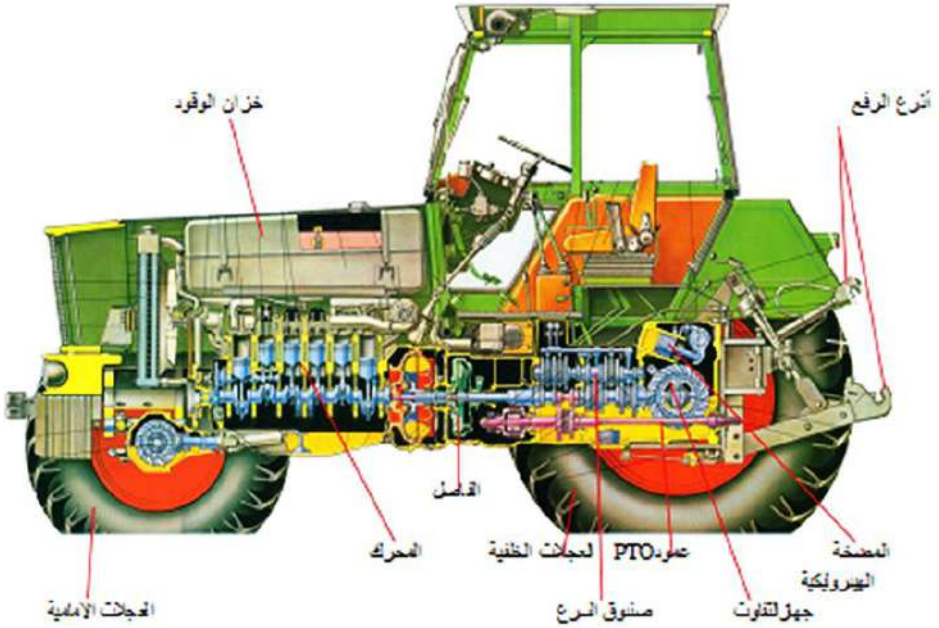
تتكون الساحبة الزراعية من الاجزاء الرئيسة التالية، الشكل (4-9).

1. **محرك الاحتراق الداخلي Internal Combustion Engine : وهو مصدر الحركة والقدرة للأجزاء المتحركة في الساحبة.**
2. **أجهزة نقل القدرة والحركة (وكما سيتم توضيحها بالتفصيل في الفصل الخامس)، وتشمل :**
   - **أ) الفاصل Clutch.**
   - **ب) صندوق التروس Gear Box.**
   - **ج) الجهاز التفاضلي ويشمل :-**
     - **1- جهاز النقل العمودي .**
     - **2- جهاز التروس التفاضلية Differential.**
   - **د) جهاز النقل النهائي Final Drive.**
   - **ه) جهاز التلامس (العجلات أو السرفة) Tires.**
3. **الهيكل، ويشمل ما يأتي :-**
   - **أ) المحور الأمامي والمحور الخلفي.**
   - **ب) جهاز التوجيه والقيادة.**
4. **أجهزة نقل القدرة من الساحبة إلى الآلات الزراعية وتشمل :**

أ) ذراع السحب Drawbar

ب) عمود مأخذ القدرة Power Take Off (PTO)

ج) المنظومة الهيدروليكية وذرع الرفع Hydraulic Control and Hitch System.



الشكل 4-9: قطاع يبين أجزاء الساحبة الرئيسة.

4-3-1 هيكل الساحبة

ويطلق عليه اسم (الشاسيه Chassis) ويتكون من اطار داخلي Framework يبنى عليه كل أجزاء الساحبة ويتكون من جسور حديدية ممتدة بين المحور الأمامي والمحور الخلفي والتي تربط المحورين ببعضهما، الشكل (4-10)، وتستعمل منظومة التعليق لحمل باقي الهيكل الذي يحتوي على مقعد السائق عن طريق نوابض أما سلكية أو ورقية لامتصاص وتخميد الحركة الاهتزازية باستعمال ماص الصدمات Shock Observer.

وفي قسم من الساحبات تربط أجزاؤها البعض بالبعض الآخر مباشرة أي يربط الفاصل على المحرك وصندوق التروس على الفاصل ثم جهاز التفاوت على صندوق التروس والكل يحمل على المحور الأمامي والخلفي، وبهذا يتكون هيكل الساحبة.

الشكل 4-10 : هيكل (شاسيه) الساحبة.

أ) المحاور : يعد المحور الأمامي في الساحبات الثنائية الدفع (2WD) عديم القدرة على نقل العزم فهو محور متداخل (Slide) يتكون من ثلاث قطع، جزء وسطي ثابت وجزأين متحركين ايمن وأيسر للتمكن من تنظيم المسافة بين العجلتين الأماميتين بحسب نوع العملية الزراعية، الشكل (4-11).

الشكل 4-11 : المحور الأمامي لساحبة ثنائية الدفع.

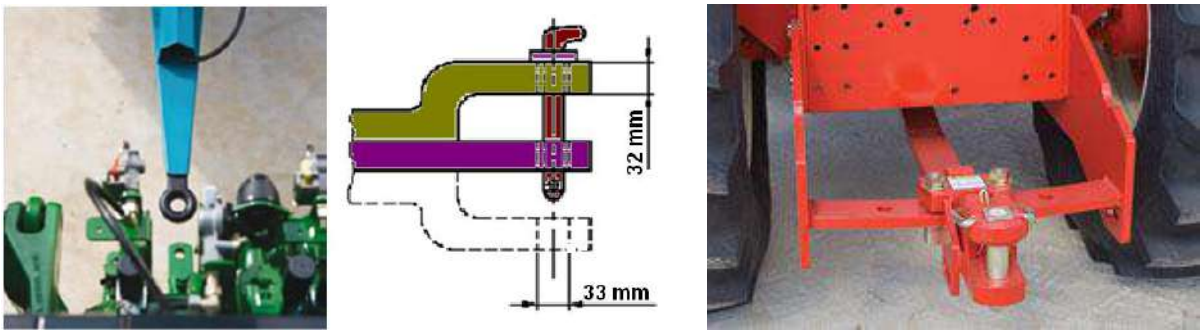
وهناك أنواع أخرى من الساحبات (4WD) تكون محاورها الأمامية والخلفية لها القدرة على نقل العزوم إلى العجلات الأربع، أما المحور الخلفي فيحتوي هذا المحور على أنصاف الأعمدة التي تحرك الساحبة وتكون المسافة بين العجلتين قابلة للتنظيم (راجع الشكل (5-20)).

ب) جهاز التوجيه والقيادة : الساحبات المدولبة تحتوي على عجلة توجيه (مقود) تتصل بوساطة مجموعة من العتلات بالعجلات الأمامية والتي لها حرية الحركة بالاستدارة إلى اليمين او

اليسار. أما في الساحبات المسرفة يوجد ذراعان أيمن وأيسر ويطلق على كل منهما عصا التوجيه ومهمتهما السيطرة على حركة إحدى السرفتين الواقعة سواءاً إلى اليمين أم اليسار، وكما سيأتي تفصيله لاحقا.

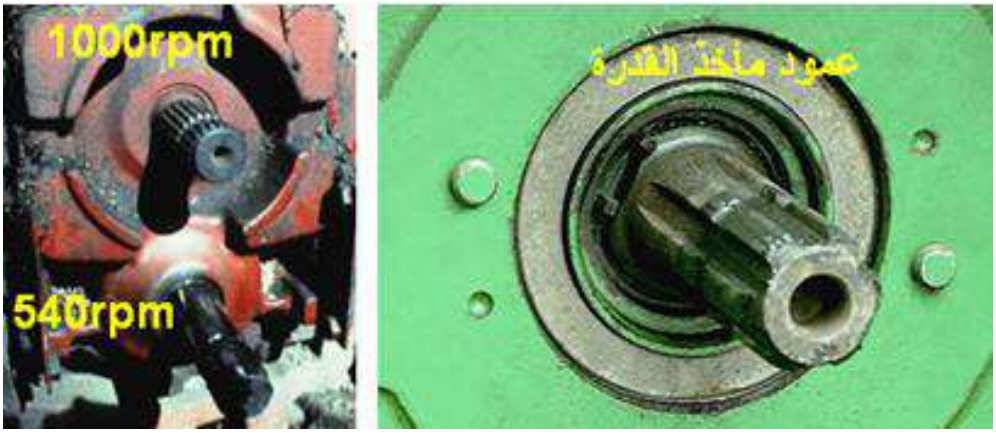
2-3-4 اجهزة نقل القدرة من الساحبة إلى الآلات الزراعية

أ) ذراع السحب : قضيب حديدي يمتد أسفل الساحبة من الخلف ويرتبط معها بإحكام، وبواسطته تربط الآلات الزراعية المسحوبة لتجر من قبل الساحبة مثل العربات، الشكل (4-12).



الشكل 4-12: ذراع السحب في الساحبة الزراعية.

ب) عمود مأخذ القدرة (PTO – Power Take Off): يقع في الجهة الخلفية من الساحبة وفي المنتصف تقريباً وهو عمود مسنن يستمد حركته الدائرية من صندوق التروس بمساعدة جهاز الفاصل ويستعمل لنقل الحركة إلى الآلات الزراعية التي تحتاج عند عملها إلى عزم دوران ويدور العمود بدورات قياسية قدرها 540 rpm (دورة/دقيقة) أو 1000rpm، الشكل (4-13).



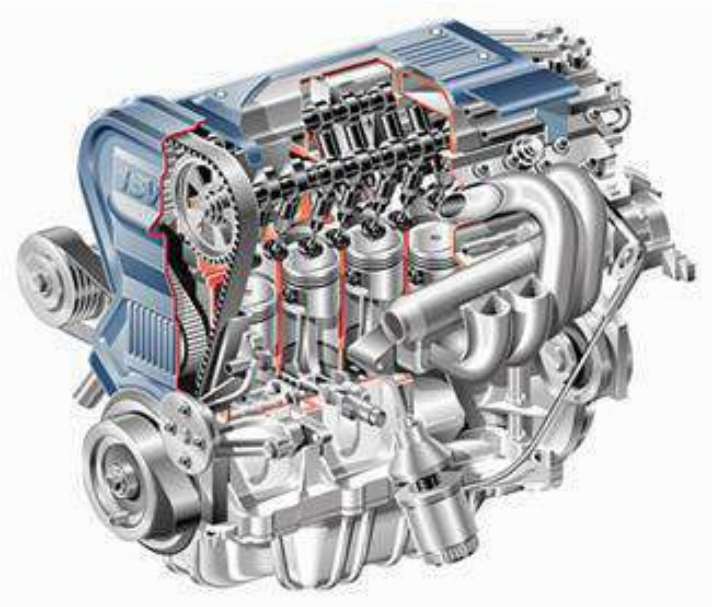
الشكل 4-13 : عمود مأخذ القدرة PTO.

ج) **جهاز الرفع الهيدروليكي :** يقع خلف الساحبة والجزء الظاهر منه يتكون من ثلاثة اذرع اثنان سفليان متصلان بالجهاز الهيدروليكي والثالث علوي، الشكل (4-14)، وفي نهاية كل ذراع بطرفه السائب يوجد ثقب يحتوي على كرة مفصلية مثقوبة لغرض إدخال أصابع الآلات الزراعية المشبوكة فيها. وتستخدم لربط الآلات الزراعية المعلقة، التي توجد بها ثلاث نقاط ربط، وكذلك للآلات الزراعية نصف المعلقة والتي تحتوي على نقطتي ربط، وتستعمل هذه الأذرع في السحب وكذلك في عملية رفع الآلات وخفضها عن مستوى سطح الأرض، مثل المحراث الحفار، ويتم ذلك باستخدام ما يعرف بالنظام الهيدروليكي والذي يعتمد على قوة ضغط الزيت في منظومة مستقلة.

الشكل 4-14 : جهاز الرفع الهيدروليكي.

4-4 المحرك Engine

المحركات المستعملة في الساحبات هي من نوع محركات الاحتراق الداخلي **Internal Combustion Engines** رباعية الأشواط من نوع الديزل **Diesel engines**، الشكل (4-15)، وهي المستعملة في الشاحنات والقاطرات والبواخر ومولدات الطاقة الكهربائية، أما المحركات المستعملة في السيارات فهي عموما محركات من نوع ثانٍ يطلق عليها اسم محركات الشرارة **Spark Ignition Engines**، وموقع المحرك بالنسبة للساحبة عموماً في الأمام ولكن ذلك لا يمنع من أن نجد ساحبات تكون محركاتها في الجزء الخلفي منها أو في الوسط بين المحور الأمامي والخلفي.



الشكل 4-15 : قطاع في محرك الاحتراق الداخلي.

يعرف محرك الاحتراق الداخلي بأنه الأداة التي يحرق الوقود في داخلها، إذ تتحول فيه الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود إلى شغل أو طاقة ميكانيكية (حركية) تسهم في تحريك الساحبة وكذلك لتشغيل المعدات والآلات الزراعية في الحقل. يتكون محرك الساحبة من أجزاء ثابتة وأخرى متحركة، وكما يأتي :-

4-4-1 الأجزاء الثابتة في المحرك

1) **كتلة الاسطوانات Cylinder Block : تصنع من حديد الزهر وتحوي على تجاويف اسطوانية Cylinders تتحرك فيها المكابس Pistons لتدير عمود المرفق المثبت عليه من الأمام مسنن عمود المرفق ومن الخلف الدولاب الطيار Flywheel .**
2) **رأس الاسطوانة Cylinder Head : يصنع غطاء الكتلة من حديد الزهر أو من سبائك الألمنيوم ويثبت في أعلى كتلة الاسطوانات يفصل بينهما حشوة (كازكيت).**
3) **حوض الزيت Oil Pan: وهو وعاء معدني يغطي الجزء السفلي لكتلة الاسطوانات المثبت في أسفلها مع جزء من عمود المرفق، وكذلك يعد كخزان لسائل التزييت المستعمل في منظومة تزييت المحرك.**

4-4-2 الاجزاء المتحركة

يبين الشكل (4-16) الأجزاء الرئيسة لمحرك الاحتراق الداخلي وهي :-

1) المكبس Piston : يتحرك داخل الاسطوانة حركة ترددية صعوداً ونزولاً، نتيجة لأشواط الطاقة المتولدة في غرف احتراق، ويُربَط المكبس بالنهاية الصغرى لذراع التوصيل عن طريق مسمار المكبس Piston Pin، وأقصى نقطة يصلها سطح المكبس إلى الأعلى داخل الاسطوانة تسمى النقطة الميتة العليا Top Dead Center (TDC) وأوطأ نقطة يصلها المكبس إلى الأسفل تسمى النقطة الميتة السفلى Bottom Dead Center (BDC)، والمسافة بين النقطتين تسمى طول الشوط Stroke، ويحتوي السطح الاسطواني الخارجي للمكبس على ثلاثة مجارٍ (أخاديد) دائرية، تركب فيها حلقات Rings، إذ تحكم هذه الحلقات الفراغ بين الاسطوانة والمكبس من الخارج وهي حلقات غير كاملة ليسهل دخولها عند التجميع فضلاً عن السماح لها بالتمدد والتقلص، وتكون على نوعين هما حلقات الضغط Compression Ring، وحلقات الزيت Oil Rings.

2) ذراع التوصيل Connecting Rod : يصنع من مادة الصلب المطروق ويساهم في تحويل الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دورانية لعمود المرفق، ويرتبط بالمكبس من نهايته العليا ذات القطر الصغير والتي تسمى النهاية الصغرى عن طريق مسمار المكبس Piston Pin، أما النهاية الكبرى Big End لذراع التوصيل فتتصل بعمود المرفق وتتحرك معه حركة دورانية.

3) عمود المرفق Crank Shaft : هو العمود الرئيس في المحرك ترتبط به المكابس عن طريق اذرع التوصيل، وبذلك يقوم بتحويل الحركة الترددية للمكابس إلى حركة دورانية تنقل إلى الدولاب الطيار.

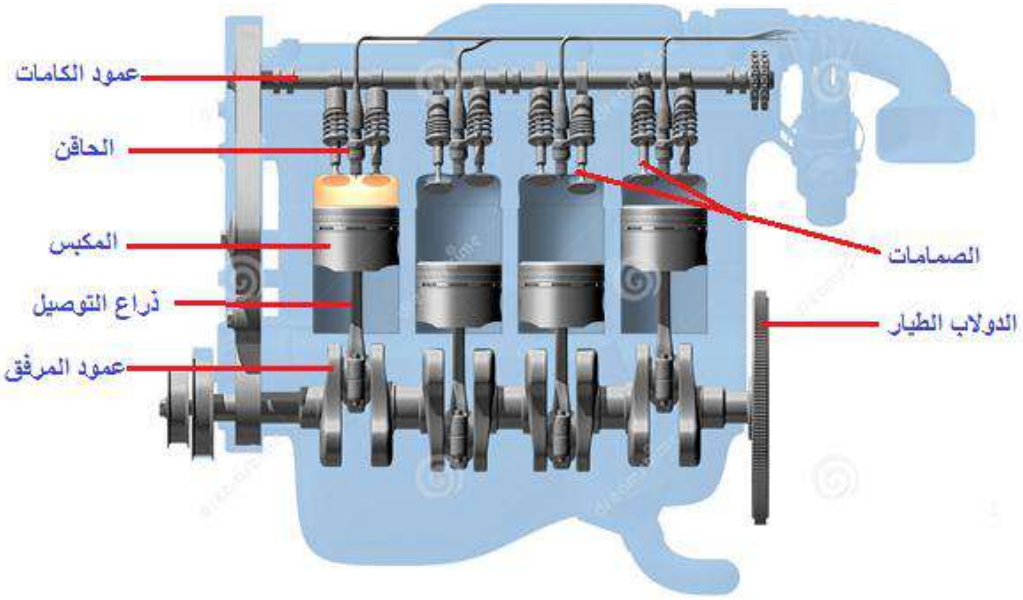
4) الدولاب الطيار Fly Wheel : عجلة ثقيلة مثبتة في نهاية عمود المرفق ويدور معه، يقوم بخزن الطاقة الحركية المتولدة من أشواط الطاقة ويكون الإطار الخارجي للدولاب على شكل مسنن Gear، وذلك ليعشق معه ترس محرك بدء التشغيل (السلف) عند بداية تشغيل المحرك.

5) الصمامات Valves : وهي على نوعين هما:-

أ) صمام السحب Intake Valve : مجموعة صمامات تفتح لتسمح بدخول شحنة (خليط الهواء والوقود في محركات البنزين، أو لدخول الهواء فقط في محركات الديزل إلى داخل الاسطوانة أثناء شوط السحب.

ب) صمام العادم Exhaust Valve : مجموعة صمامات تفتح لتسمح بخروج الغازات الناتجة عن الاحتراق من الاسطوانة أثناء شوط التفريغ (العادم).

6) عمود الكامات (الحدبات) Camshaft : وظيفته فتح وغلق الصمامات في توقيتات تتوافق مع الأشواط الأربعة، وكذلك يقوم بتشغيل مضخة الزيت Oil Pump فضلاً عن تشغيل مضخة حقن الوقود Fuel Injection Pump، ويستمد حركته من عمود المرفق.



الشكل 4- 16 : مكونات المحرك.

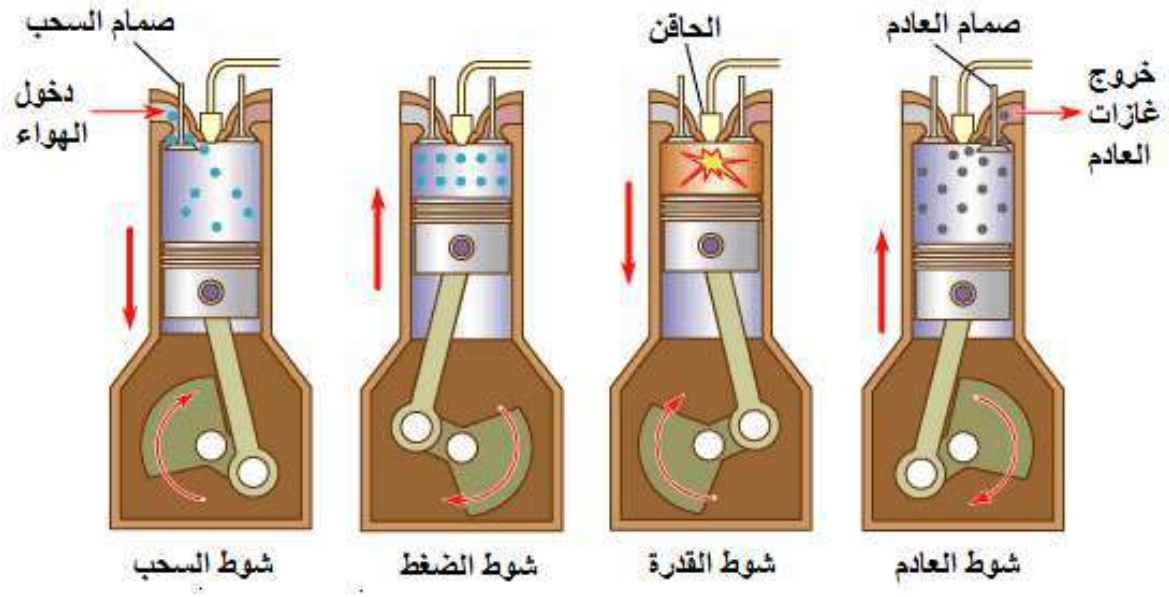
3-4-4 نظرية عمل المحرك

ان اغلب محركات الساحبات تكون رباعية الاسطوانات، وقد توجد بست اسطوانات، كما توجد محركات أحادية او ثنائية أو ثلاثية الاسطوانات، وبغض النظر عن كون المحرك أحادي أو متعدد الاسطوانات عمودي أو أفقي الترتيب، إلا أن أساس عملها متشابه، إذ تتم دورة المحرك بشكل مستقل في كل اسطوانة من اسطواناته المتعددة، أي أن كل اسطوانة مع مكبسها وذراع توصيلها وصماماتها..الخ يمكن عدها كوحدة ميكانيكية مستقلة، يتبين انه عند إدارة الدولاب الطيار، يدور تبعاً لذلك عمود المرفق مما يسبب حركة المكبس بشكل ترددي داخل الاسطوانة، ونتيجة لتعشق ترسي عمود المرفق وعمود الكامات فان الصمامات سوف تتحرك للأعلى وللأسفل، وإذا ما أثرت قوة عمودية على رأس المكبس فان عمود المرفق والدولاب الطيار سيواصلان الدوران مما يتسبب في إدارة عمود الكامات وبالتالي سيتم فتح وغلق الصمامات.

إن ما ذكر سابقا يشرح ما يحدث داخل المحرك، اذ يدخل خليط الوقود والهواء عندما يفتح صمام السحب Intake Valve وعندما يغلق الصمام يقوم المكبس بالتحرك نحو الأعلى ليضغط هذا الخليط (كون صمامي السحب والعادم مغلقين) وعند اشتعال هذا الخليط المضغوط تتولد قوة دافعة على

رأس المكبس دافعة إياه نحو الأسفل وبالتالي تنتقل الحركة من المكبس إلى عمود المرفق بوساطة ذراع التوصيل الذي يربط بينهما. ان القوة الدافعة الناتجة من احتراق الوقود تكون كافية لإدارة عمود المرفق بقدر كافٍ ليواصل المكبس تردده إلى الأعلى والأسفل وبالتالي إعادة دورة الاحتراق (الاشتعال) نتيجة لحركة هذه الأجزاء مع بعضها.

أ) الأشواط الأربعة لمحرك الديزل 4- Stroke Diesel Engine : يبين الشكل (4-17) الأشواط الأربعة لمحرك ديزل وهي كالآتي :-



الشكل 4-17 : الأشواط الأربعة لمحرك الديزل.

1- شوط السحب Intake Stroke : في هذا الشوط تكون حركة المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى، ويبدأ صمام السحب بالفتح ويقل الضغط داخل الاسطوانة عن الضغط الخارجي فيدخل الهواء إلى داخل الاسطوانة وصمام العادم مغلقا، وعند وصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى تكون الاسطوانة تقريبا قد امتلأت بالهواء وعندها يغلق صمام السحب، إذ ان صمام العادم يبقى مغلقا أيضاً، وفي هذا الشوط يدور عمود المرفق نصف دورة (180°)، وعمود الحدبات قد دار ربع دورة (90°) .

2- شوط الضغط Compression Stroke : في هذا الشوط يتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا ضاغطا الهواء المسحوب وصمامي السحب والعادم مغلقين، ليقل حجم الهواء بحدود 15 إلى 20 مرة، وذلك بحسب نسبة الانضغاط ، فترتفع درجة حرارة الهواء إلى ما يقرب من (500°C)، وعند انتهاء الشوط يدور عمود المرفق دورة كاملة (360°) وعمود الحدبات نصف دورة (180°).

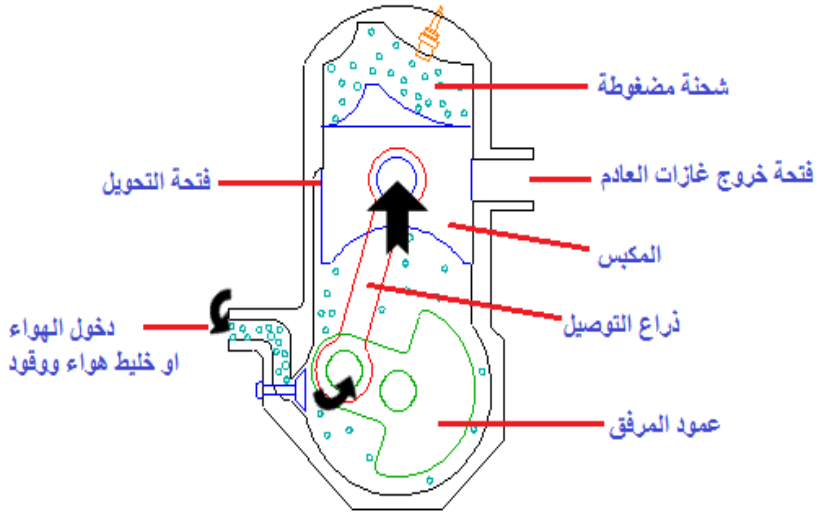
3- شوط القدرة Power stroke : في هذا الشوط يبقى صماما السحب والعادم مغلقين، وقبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا أو قبلها بقليل يحقن وقود الديزل على شكل رذاذ في غرفة الاشتعال، فيمتزج مع الهواء المضغوط والساخن فيتقد ويشتعل ذاتيا وترتفع درجة حرارته ويتمدد دافعاً المكبس إلى النقطة الميتة السفلى، محولا بذلك الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية، فيقل الضغط وبذلك يكون عمود المرفق قد دار دورة ونصف (540°)، في حين أن عمود الحدبات قد دار ثلاثة أرباع الدورة (270°).

4- شوط العادم Exhaust Stroke : يبدأ ألمكبس بالصعود من ألنقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا إذ يبدأ صمام العادم بالفتح لطرد الغازات المحترقة وإخراجها من فتحة الصمام، وقبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا بقليل يبدأ صمام السحب بالفتح ويغلق صمام العادم بعد البدء بنزول المكبس إلى الأسفل ليبدأ من جديد شوط السحب . وبذلك تعاد الأشواط الأربعة من جديد ،وبهذا يكون عمود المرفق قد دار دورتين (720°) ، وعمود الحدبات قد أكمل دورة واحدة (360°) ليحقق بذلك التزامن في عملية فتح وغلق الصمامات مع حركة المكابس وفق التوقيتات.

ب) محركات ثنائية الشوط Two Stroke Engines : تستعمل هذه المحركات في الكثير من الآلات الزراعية، وتختلف عن المحركات رباعية الشوط بنواحي عديدة من الناحية التصميمية للمحرك، فنجد ان المحرك ثنائي الشوط يكون اصغر حجما وأخف وزنا من المحرك رباعي الشوط عند تساويهما بالقدرة الحصانية، لان اغلب المحركات الثنائية الشوط لا تحتوي على عمود كامات أو صمامات وفي الأغلب يكون تبريدها هوائي عن طريق زعانف حول الاسطوانة تشع عن طريقها الحرارة، إذ تتم عملية دخول الهواء النقي وخروج غازات العادم عن طريق فتحات Ports تقع على جانبي الاسطوانة، وبالنظر لصغر حجمها فأنها تستعمل في ماكينات قطع الأشجار أو المرشات الصغيرة لمكافحة الآفات الزراعية، وكذلك تستعمل في الدراجات النارية. تتم دورة هذه المحركات في شوطين اثنين فقط للمكبس، أي بدورة واحدة لعمود المرفق والشوطان هما :-

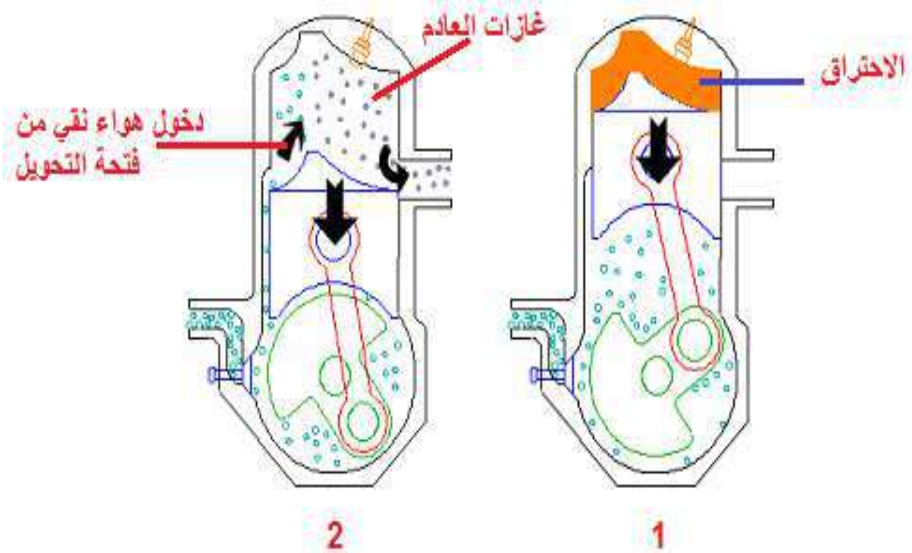
1) الشوط الأول (السحب والضغط) : عند صعود المكبس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا تغلق كل من فتحة العادم Exhaust Port وفتحة التحويل Transfer Port، فيحدث تخلخل بالضغط أسفل المكبس وفي صندوق المرفق مما يؤدي إلى اندفاع الهواء (أو خليط الهواء والوقود لمحركات البنزين) عن طريق فتحة السحب Suction Port أسفل المكبس، الشكل (4-18)، وان الشحنة السابقة الموجودة فوق المكبس قد تم

ضغطها، وبذلك يكون المحرك قد انجز شوطين عند حركة المكبس من الأسفل إلى الأعلى هما شوطي السحب والضغط، أي بنصف دورة (180°) لعمود المرفق.



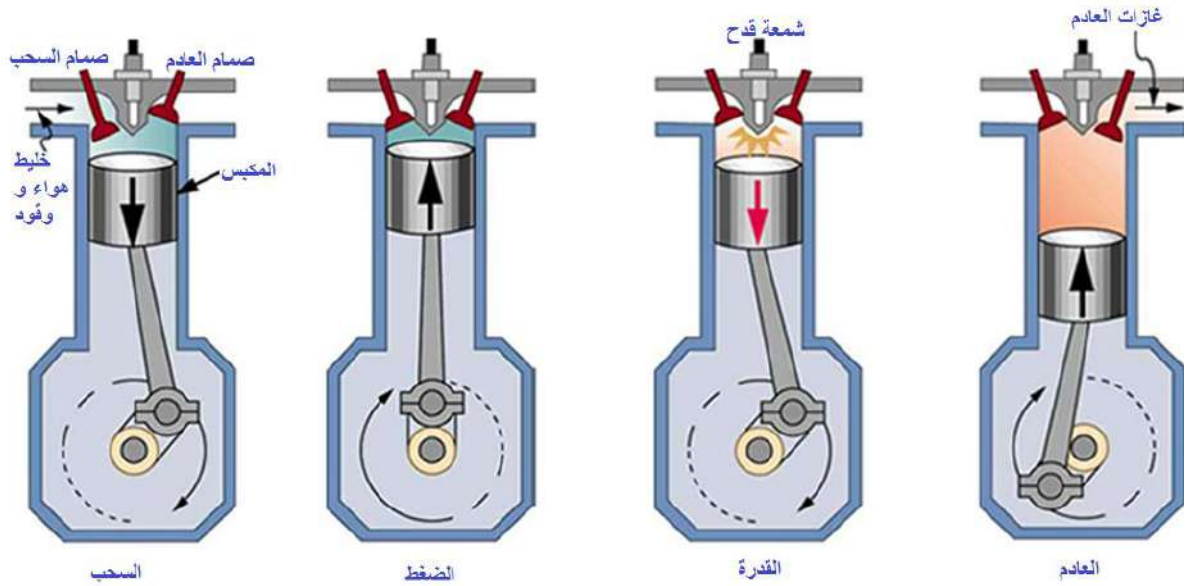
الشكل 4-18 : محرك ثنائي الشوط (السحب والضغط).

2) الشوط الثاني (القدرة والعادم) : في نهاية شوط الضغط يحدث الاشتعال نتيجة الشرارة الكهربائية (لمحركات البنزين) أو عن طريق حقن الوقود (لمحركات الديزل)، فينزل المكبس إلى الاسفل ليكشف عن فتحة العادم لخروج غازات العادم وللمدة بين نزوله وبداية صعوده يكشف في الجهة المقابلة عن فتحة التحويل وتغلق في الوقت نفسه فتحة السحب نتيجة ارتفاع الضغط في صندوق المرفق نتيجة نزول المكبس وبذلك يكون المحرك قد أنجز شوطي القدرة والعادم بنصف دورة لعمود المرفق (180°)، الشكل (4-19)، وبذلك تكون الدورة قد اكتملت ويبدأ مرة ثانية شوطي السحب والضغط كما ذكر انفا.



الشكل 4-19 : محرك ثنائي الشوط (القدرة والعادم).

ج) **طريقة عمل محرك البنزين :** محرك أوتو أو محرك البنزين هو مصطلح يستعمل للدلالة على محرك الاحتراق الداخلي الذي يتم فيه إشعال خليط الوقود والهواء عن طريق شرارة كهربائية، ويختلف هذا المحرك عن محرك الديزل الذي تتم فيه عملية إشعال الوقود نتيجة للضغط، قد يكون المحرك ذو شوطين أو ذو أربعة اشواط، الشكل (4-20).



الشكل 4-20 : الاشواط الاربعة لمحرك الاشتعال بالشرارة(البنزين).

د) **مقارنة بين محركات الاشتعال بالشرارة (البنزين) ومحركات الديزل :** لايجاز ما تقدم واعطاء الفروق بين محركات البنزين وبين محركات الديزل يبين الجدول (4-1) هذه الفروق.

الجدول 4-1 : مقارنة بين محركات البنزين ومحركات الديزل

ت	محركات الاشتعال بالشرارة(البنزين)	محركات الاشتعال بالضغط (الديزل)
1	الوقود المستعمل عادة البنزين أو الكيروسين أو الوقود الغازي.	الوقود المستعمل هو الديزل.
2	يدخل خليط من الهواء والوقود في شوط السحب.	يسحب الهواء فقط اثناء شوط السحب.
3	يضغط خليط الهواء والوقود في شوط الضغط.	يضغط الهواء فقط في شوط الضغط فيسخن وترتفع درجة حرارته.
4	يتم احتراق الخليط عن طريق الشرارة	يتم احتراق الوقود ذاتيا بعد ان يحقن في نهاية

	المنبعثة من شمعة القدح في نهاية شوط الضغط.	شوط الضغط نتيجة ملامسته للهواء الساخن والمضغوط .
5	نسبة الانضغاط من 7-10.	نسبة الانضغاط مرتفعة قد تصل من 12-21 .
6	تحتوي على مبخرة (كاربريتر) وموزع الشرارة وشمعات الاحتراق(بلكات).	لاتحتوي ذلك وانما تحتوي على مضخة حقن الوقود وحاقنات ولبعضها شمعات تسخين.
7	وقود البنزين أغلى وأكثر تطايرأوأخف وزناً.	وقود الديزل ارخص وأثقل وأقل تطايراً.
8	الكفاءة الحرارية من 20 – 25% .	الكفاءة الحرارية من 30 – 35% .
9	المحرك خفيف لصغر الضغط مقارنة بمحرك الديزل.	المحرك ثقيل لانه يصنع من مواد سميكة لتحمل الضغط العالي .
10	تولد عزم قليل.	تولد عزم اكبر ومتجانس.

4-4-4 المنظومات الملحقة بمحرك الديزل

1) منظومة تجهيز الوقود Fuel Supply System

وظائف منظومة الوقود لمحرك الديزل تتلخص فيما يأتي :-

أ) سحب الوقود من الخزان.

ب) تنقية الوقود قبل حقنه.

ج) تثبيت كمية الوقود الموزعة إلى كل من اسطوانات المحرك عند حمل معين.

د) توقيت بدء الحقن في نظام دورة المحرك.

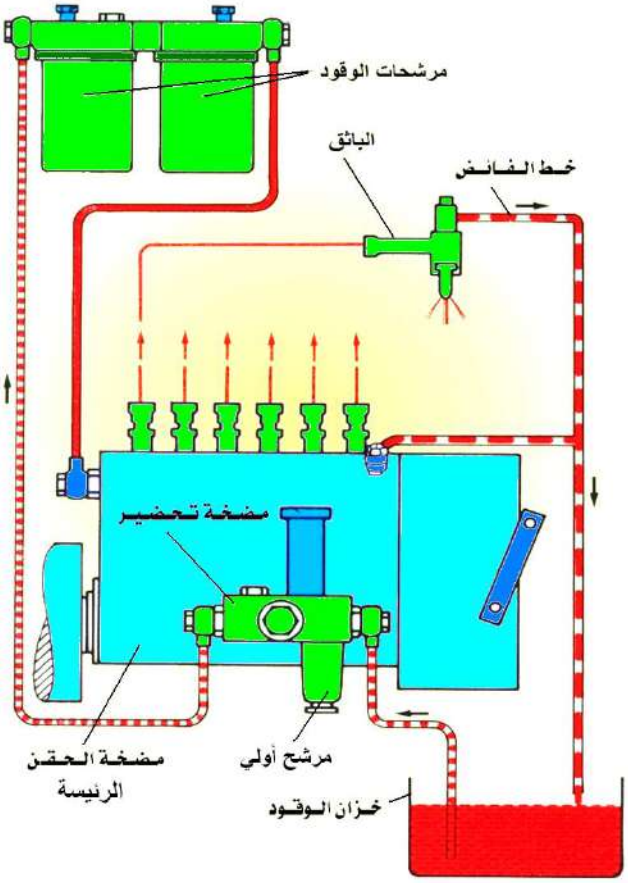
ه) تنظيم معدل الحقن.

و) حقن الوقود وتذريره تبعا لنوع غرفة الاحتراق المستعملة.

يصل وقود الديزل إلى غرف الاحتراق بكمية معينة وضغط وتوقيت محددين، يتم ذلك عن طريق منظومة حقن وقود الديزل، الشكل (4-21)، والتي تتكون من الأجزاء الآتية :-

1- خزان الوقود Fuel Tank : يفضل أن يكون في مكان مرتفع في الساحبة، وبسعة كافية تكفي لتشغيل الساحبة يوما كاملاً على الأقل، وأن يصنع من مواد لا يؤثر فيها الوقود.

2- مضخة توصيل الوقود Fuel Transfer Pump : تقوم هذه المضخة بوظيفة سحب الوقود من خزان الوقود ودفعه إلى مضخة الحقن الرئيسة عبر مرشحات الوقود الابتدائية والثانوية وبضغط يتراوح من 4 bar – 3 .



الشكل 4-21 : مخطط يبين منظومة وقود محرك الديزل.

3- مرشحات الوقود Fuel Filters : تقع بين مضخة تغذية الوقود ومضخة الضغط العالي للوقود Injection Pump، وتكمن أهميتها في منع كافة الرواسب من الوصول إلى مضخة الحقن الرئيسة، وتوجد على نوعين :

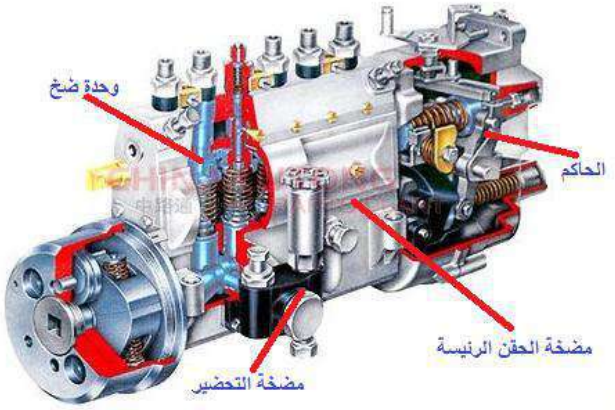
أ- الابتدائية : لحجز الشوائب الكبيرة نسبيا.

ب- ثانوية : لحجز الشوائب الدقيقة.

4- مضخة تغذية الوقود Fuel Feed Pump : تسحب هذه المضخة الوقود من الخزان إلى مضخة الحقن الرئيسة بضغط 1.5 bar - 1 وتستمد حركتها من عمود حدبات مضخة الحقن ويركب مرشح أولي في أنبوب السحب لمنع مرور الشوائب، ويمكن إدارة المضخة يدويا أثناء توقف المحرك للتخلص من الهواء الموجود في مجموعة الحقن.

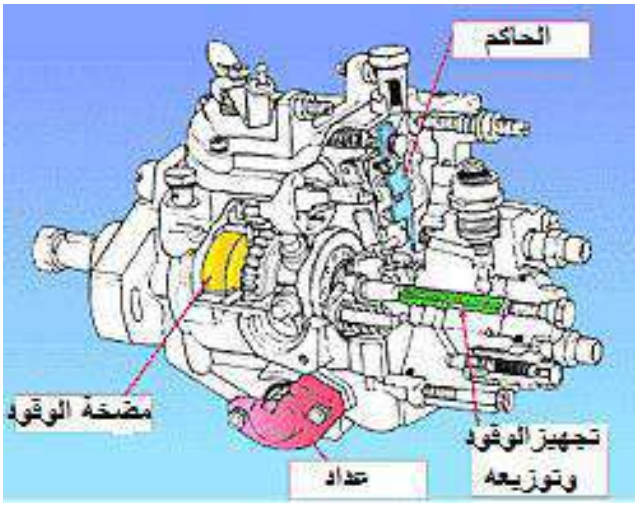
5- مضخة حقن الوقود Fuel Injection Pump : وتعد أكثر الأجزاء أهمية، إذ يتوقف الأداء العام للمحرك عليها، ويجب أن تضبط دائماً لضمان تدفق الوقود إلى المحرك بانتظام وبالتساوي لجميع الأسطوانات وبضغط مرتفع وثابت، ومن المعلوم أن سرعة المحرك تزداد بزيادة كمية الوقود المحقونة فيه، ومن أنواعها :-

أ) مضخة الوقود ذات الضغط العالي High Pressure Fuel Injection Pump الشكل(4-22)، وتعمل مثل المضخة ذات المكابس وتحتوي على عنصر ضخ مستقل لكل اسطوانة من اسطوانات المحرك.



الشكل 4- 22 : مضخة الضغط العالي (الحقن الرئيسة) لوقود الديزل.

ب) المضخة الموزعة الدوارة Rotary Distributor Pump، الشكل (4-23)، تولد ضغط حقن لكل الاسطوانات من عنصر ضخ واحد ويوزع مكبس المضخة الوقود في الوقت نفسه على أنابيب منفصلة تؤدي إلى الحاقنات.

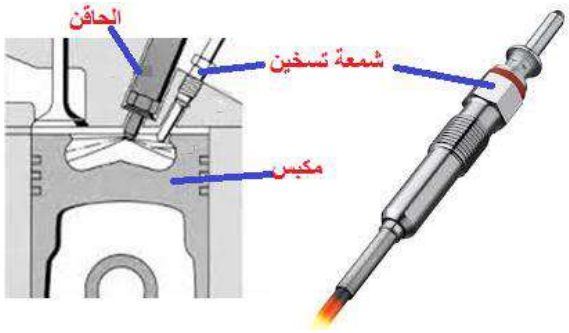


الشكل 4-23 : المضخة الموزعة الدوارة.

6- الحاقنات (الباثقات) Injection Nozzles : تقوم بحقن كميات صغيرة ومحددة من الوقود الواصل إليها من مضخة الحقن داخل أسطوانات المحرك، وذلك بعد تفتيت الوقود إلى جزيئات صغيرة بشكل رذاذ أو بخار لضمان خلطه مع الهواء المضغوط في غرفة الاحتراق للحصول على اشتعال جيد.

2) منظومة التشغيل

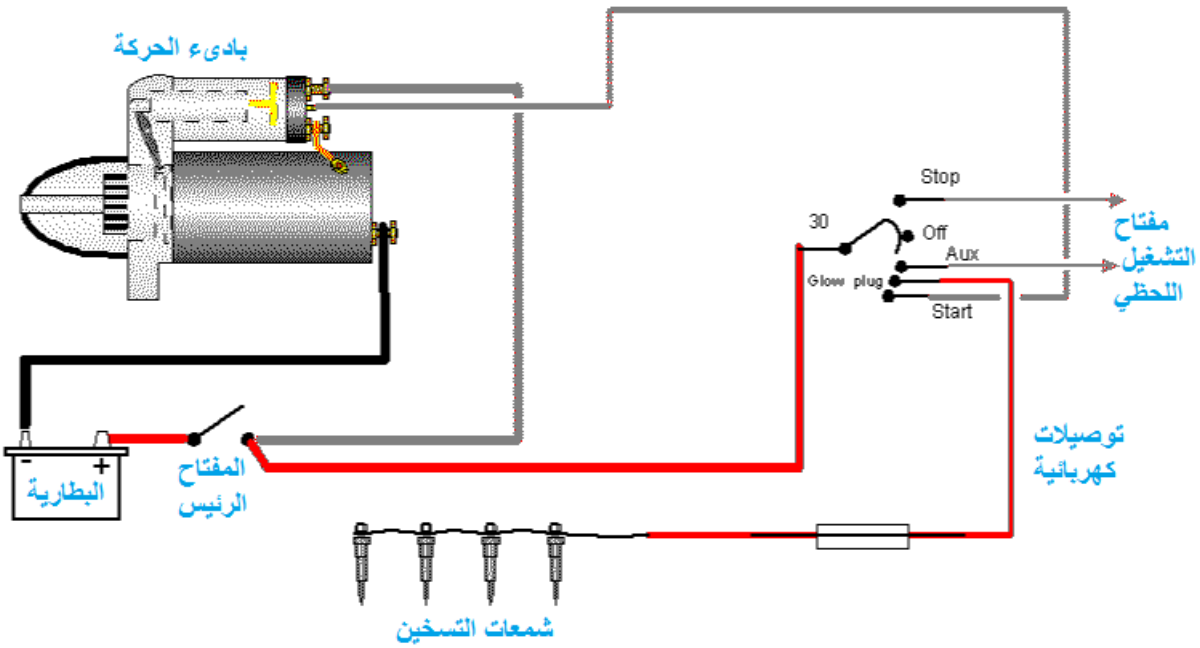
تواجه محركات الديزل التي تعمل بالأجواء الباردة صعوبة في بداية التشغيل وذلك لأن الهواء المسحوب داخل الاسطوانات يكون باردا مما يشكل صعوبة الاتقاد الذاتي لوقود الديزل وبالتالي يشكل جهد عالي على البطارية وبادئ الحركة فضلاً عن ضياع كمية من الوقود غير المحترق من أنبوب العادم، وللتغلب على هذه المشكلة زودت محركات الديزل بشمعات تسخين Glow Plug لتسخين الهواء داخل غرف الاحتراق قبل بدء التشغيل، الشكل (4-24).



الشكل 4-24 : شمعة التسخين.

تتكون منظومة التشغيل من الأجزاء الآتية، الشكل (4-25).

1- البطارية Battery.
2- مفتاح التشغيل Ignition Switch.
3- بادئ الحركة Starter Motor.
4- شمعات تسخين Glow Plugs.
5- زر التشغيل اللحظي Push Baton.
6- مبين انتظار التشغيل Wait Start Light.
7- متحسسات حرارية Temperature Sensor.
8- توصيلات كهربائية Electric Wires.



الشكل 4-25 : الدائرة الكهربائية لمنظومة التشغيل في الساحبة الزراعية.

آلية عمل المنظومة : عندما يراد تشغيل المحرك في الجو البارد يدير السائق مفتاح التشغيل على وضع (ON) إيصال التيار الكهربائي إلى شمعات التسخين لتقوم بتسخين الهواء الموجود داخل اسطوانات المحرك وفي الوقت نفسه يضيء مبين انتظار التشغيل أمام السائق في لوحة العدادات، الشكل (4-26)، ويستمر الضوء متقدا من 2 إلى 6 ثوان بعد ان يصله الإيعاز من متحسسات درجة الحرارة التي تبين أن الهواء داخل المحرك قد وصل إلى درجة الحرارة المناسبة للتشغيل عند ذاك يقوم السائق بإدارة المحرك وذلك بإيصال التيار الكهربائي إلى بادئ الحركة عن طريق مفتاح التشغيل وتعمل الساحبة بسهولة ودون تأخير .

الشكل 4-26 : مبين انتظار التشغيل وزر التشغيل اللحظي.

3) منظومة التزييت Lubrication System

يعرف الاحتكاك بأنه مقاومة الحركة بين سطحين متلامسين يصاحبه تآكل للأجزاء المتحركة مما يؤدي لزيادة الخلوص بين تلك الأسطح فضلاً عن فقدان جزء من الطاقة وزيادة في درجة الحرارة، مما استوجب التفكير بضرورة وجود طبقة خفيفة من الزيت بين الأسطح بشكل دائم تحت كل الظروف تتناسب لزوجته مع درجة حرارة تلك السطوح.

من أهم وظائف منظومة تزييت المحرك ما يأتي :-

1- تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة .
2- امتصاص وتشتيت الحرارة.
3- ملء المسافات البينية بين حلقات المكبس وجدران الأسطوانة.
4- تنظيف وتبريد الأجزاء المتحركة.
5- المساعدة في تخفيض الأصوات المزعجة في المحرك .

خصائص الزيت وتصنيفاته Engine Oil Characteristics & Classification

تعد الزيوت من المواد قابلة الاحتراق، إذ تتكون من مركبات هيدروكربونية سواء كانت زيوت نباتية أم معدنية بحسب مصدرها، وتضاف إلى بعضها مواد كيميائية محسنة، توجد بعض الخصائص الواجب توافرها في زيوت المحركات لتؤدي وظيفتها بالشكل المطلوب، ويمكن تمييزها عن المواد الأخرى بخواصها الآتية التي إذا ما توافرت في الزيت فعندها يكون الزيت صالحاً للاستعمال وخواصه جيدة :-

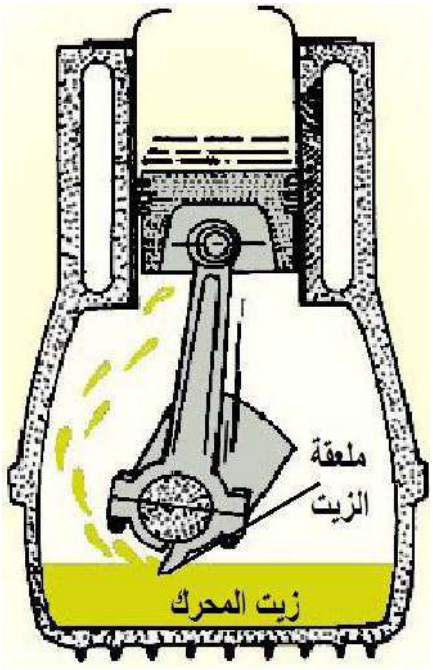
1- وزنه النوعي يتراوح بين (0.73 - 0.98)، وهو أخف من الماء ويكون سائلاً في درجات حرارة تشغيل المحرك.
2- ذي لزوجة خاصة (مقاومة التدفق) بحسب توصيات الشركة المنتجة للساحبة الزراعية وذي سيولة كافية لكي ينتشر بين الأجزاء المتحركة.
3- للزيت قابلية للاشتعال عند درجات حرارة أكبر من درجة الحرارة التي يصل إليها المحرك (وهنا تظهر أهمية تبريد المحرك).
4- لا يذوب بالماء لكن يذوب بالنفط الأبيض وزيت الغاز.
5- مقاومة ضد الصدأ وضد عمل الفقاقيع (الرغوة) بسبب التأكسد.
6- الاحتفاظ بدرجة لزوجته عند ظروف التشغيل المختلفة.

7- خالي من الحوامض التي تؤثر على الأجزاء المعدنية وأن يكون خاليا من المواد الصمغية والمواد الغريبة الأخرى.

طرائق التزييت Lubrication Methods

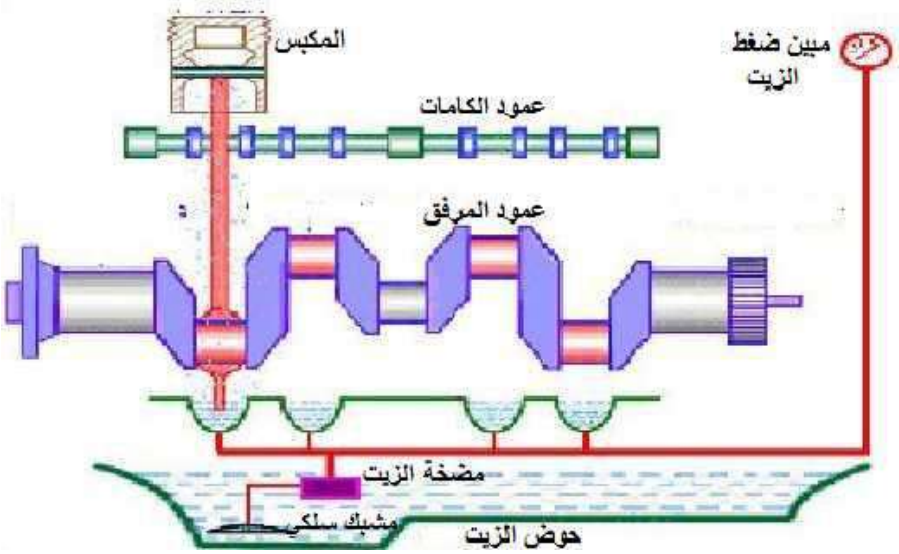
توجد ثلاث طرائق في تزييت أقسام المحرك وهي :

1- طريقة الرش المستمر Circulating Splash System : في هذه الطريقة يوضع الزيت في صندوق الزيت إلى مستوى محدد إذ تصله (الملاعق) المثبتة في النهاية الكبرى لذراع التوصيل، الشكل (4-27)، وعند دوران عمود المرفق تنغمس هذه الملاعق في الزيت وتغرف كمية منه لتنثره على كراسي عمود المرفق وجدران الأسطوانة والنهاية الكبرى والصغرى لذراع التوصيل وكذلك مسمار المكبس، ويعود الزيت بعد ذلك بتساقط إلى صندوق المرفق، وقد اقتصرت هذه الطريقة على المحركات الصغيرة قليلة القدرة.



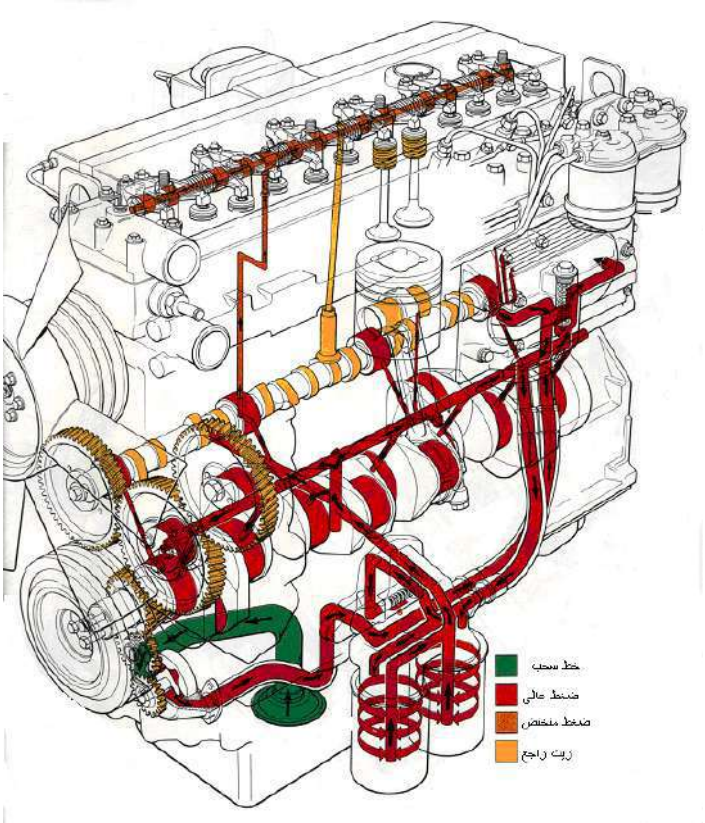
الشكل 4-27 : طريقة الرش المستمر.

2- طريقة التغذية الجبرية الداخلية والرش Internal Force Feed & Splash System : يصل الزيت بهذه الطريقة إلى الأجزاء المتحركة كأذرع التوصيل والمكابس ومساميرها بطريقة الرش بتأثير انغماس الملاعق في أحواض الزيت الموجودة تحتها التي يصلها الزيت بصورة مستمرة عن طريق مضخة الزيت والتي تقوم بالوقت نفسه بضخ الزيت تحت الضغط إلى المساند الرئيسة لعمود المرفق وكذلك مساند عمود الكامات وإلى مجموعة الصمامات، الشكل (4-28).



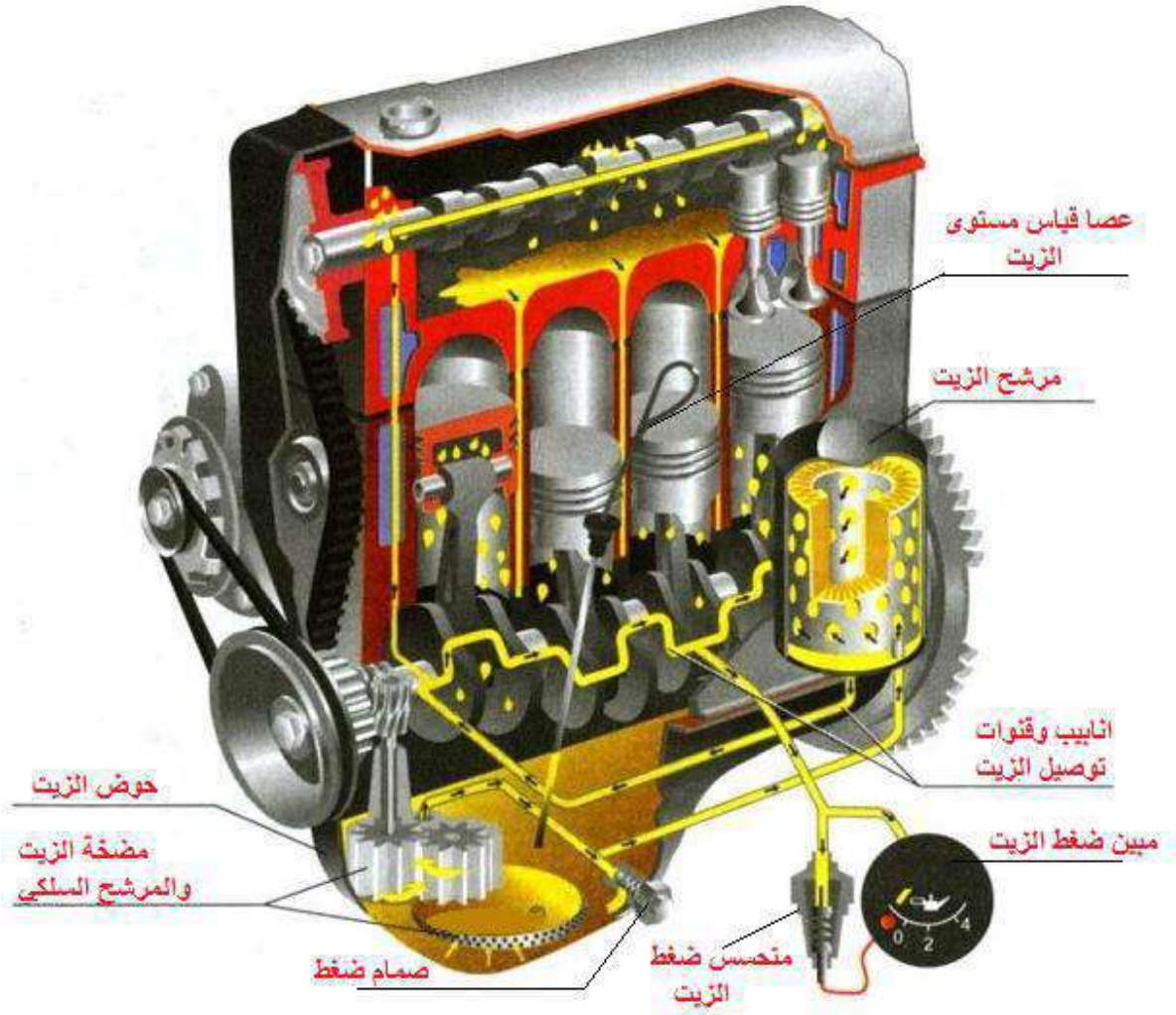
الشكل 4-28 : طريقة التغذية الجبرية الداخلية والرش.

3- طريقة التغذية الجبرية الداخلية الكاملة Full Internal Force System : هذه الطريقة تذهب خطوة واحدة أبعد من الطريقة السابقة، إذ يجبر الزيت ليس إلى محاور عمود المرفق فقط، وإنما إلى الأذرع المتأرجحة ومصفي الزيت وأخيرا وحدة إرسال قياس ضغط الزيت، الشكل (4-29)، قد يصل ضغط الزيت الموزع إلى الكراسي من $3-5\ Kg/cm^2$.



الشكل 4-29 : طريقة التغذية الجبرية الداخلية الكاملة.

تتكون منظومة التزييت عن طريق التغذية الجبرية الداخلية الكاملة (منظومة التزييت الإجبارية) على انها الأكثر شيوعا، والشكل (4-30) يبين الأجزاء الرئيسة لتلك المنظومة.



الشكل 4-30 : أجزاء منظومة التزييت الإجباري.

تتضمن المنظومة الأجزاء الآتية :-

1- مضخة زيت Oil Pump : تقوم بسحب الزيت من علبة المرفق خلال المصفاة وضخه إلى مجاري دورة التزييت، وغالبا ما تكون من النوع ألترسي .

2- مصفاة الزيت Oil Strainer: تقوم بحجز العوالق الدقيقة والشوائب المعدنية وتمنع وصولها للمضخة وإلحاق الضرر بها.

3- صمام ضغط Pressure Relief Valve: تثبيت الضغط خلال الدورة، وإرجاع جزء من الزيت عند زيادة سرعة المحرك.

4- مرشح زيت Oil Filter: حجز الدقائق الصغيرة ويجب تبديله بحسب توقيتات تنصح بها الشركة المصنعة.

5- مقياس ضغط الزيت Oil Pressure Gauge : بيان ضغط الزيت خلال دورة التزييت، ويجب أن يوضع في مكان ظاهر للسائق.

6- مستودع الزيت Crank Case: وغالبا ما يكون هو علبة المرفق نفسها ويجب فحص مستوى الزيت بشكل يومي قبل وبعد العمل.

أنواع مضخات الزيت Oil Pumps

يستعمل في محركات الساحبات احد نوعي مضخات الزيت، الشكل (4-31)، وكما يأتي:-

1- المضخات الترسية الخارجية External Gear Pumps.

2- المضخة الدوارة Rotor Pump.

الشكل 4-31 : مضخات التزييت.

4) منظومة تبريد المحرك Cooling System

تعد منظومة تبريد المحرك مهمة في المحافظة على درجة حرارة مناسبة لاشتغال المحرك، وفي الوقت نفسه للتخلص من الحرارة الزائدة، وقد تصل أقصى درجة حرارة إلى $1200^{o}C$ (في غرفة الاحتراق)، وأن استمرار عمل المحرك لوقت طويل ينتج عنه درجة حرارة أكثر من الدرجة المطلوبة التي يحتاجها المحرك لإنتاج شغل إذ تؤدي الحرارة الزائدة إلى تلف أجزاء محرك الساحبة بوقت قصير. وبالعموم تؤدي منظومة التبريد في محركات الاحتراق الداخلي وظيفتين هما :-

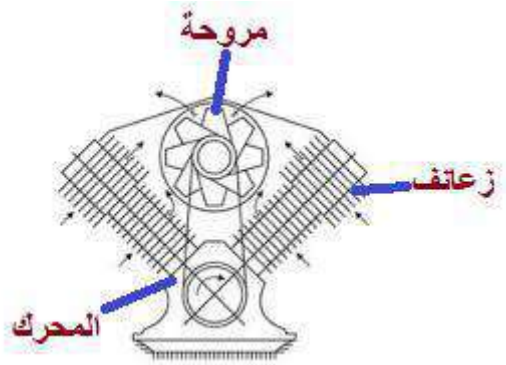
1- منع ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المسموح به في المحرك.

2- السيطرة والإبقاء على درجة الحرارة المثلى في المحرك .

أنواع منظومات التبريد Types of Cooling System

هناك نوعان من منظومات التبريد مستعملة في تبريد المحركات هما:

أ. التبريد بالهواء Air cooling:- يستعمل الهواء في عملية التبريد، إذ يمرر تيار الهواء حول اسطوانات المحرك لامتصاص الحرارة الزائدة وتكون أغطية هذه الاسطوانات على شكل زعانف لتزيد من مساحات أسطح التبريد المعرضة للهواء، ويستعمل في المحركات الصغيرة. الشكل (4-32).



الشكل 4-32 : منظومة تبريد هوائي وتشير الأسهم إلى اتجاه حركة الهواء.

ب. التبريد بالسائل Liquid cooling :- يستعمل الماء في عملية التبريد، وذلك بإمراره في تجاويف حول الأجزاء الأكثر سخونة في المحرك لكي يمتص الحرارة الزائدة ثم يتم تبريده في المشع Radiator عن طريق تيار الهواء ليعود الماء مرة ثانية إلى الأجزاء الساخنة لتبريدها وهكذا.

المكونات الرئيسة لمنظومة التبريد بالماء

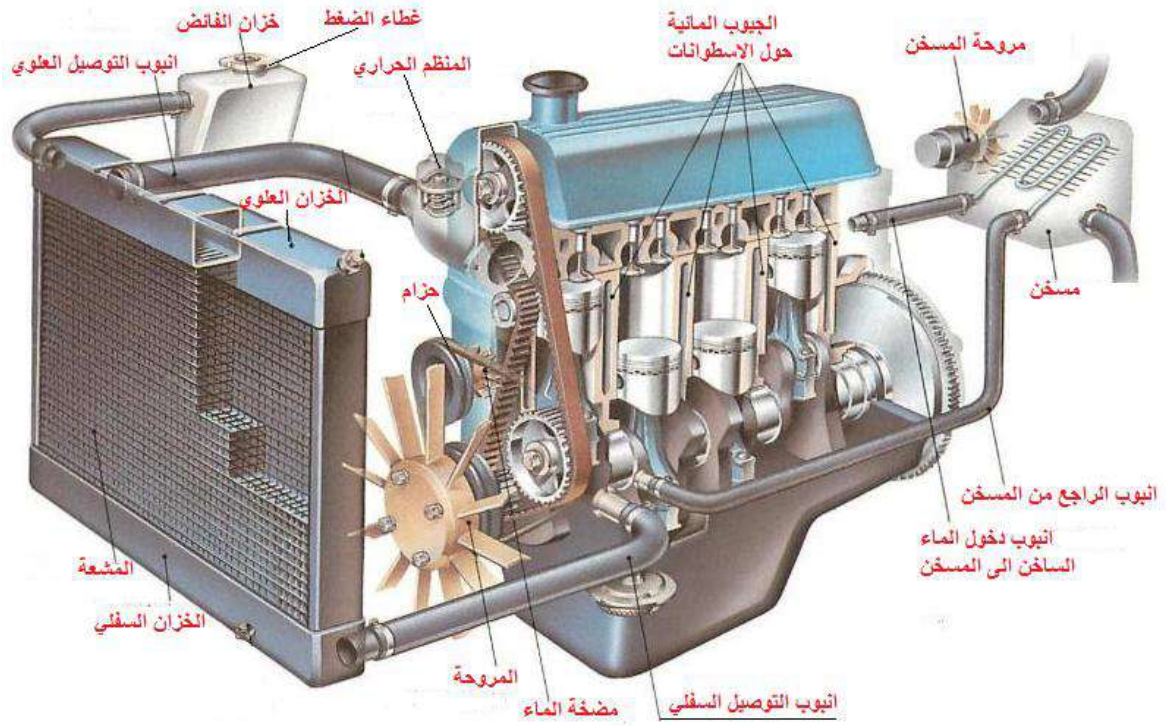
تتم دورة الماء في تلك المنظومة عن طريق ما يسمى بالحمل ألقسري للماء الذي ينتج عادة من مضخة طاردة مركزية، وتتكون المنظومة من الأجزاء الرئيسة الآتية : الشكل (4-33).

1- مسارات المياه في المحرك (الجيوب المائية Water Jackets)
2- المشعة Radiator.
3- غطاء المشعة Radiator Cap
4- مضخة الماء Water Pump.
5- المنظم الحراري Thermostat.
6- الحزام والمروحة Fan and Belt.
7- الخراطيم Hoses.
8- سائل التبريد (الماء مع محلول مانع الإنجماد بنسبة 50%).

9- خزان الفائض Overflow Tank.

10- مبينات ومقاييس درجة الحرارة.

11- منظومة التدفئة (المسخن والمروحة).



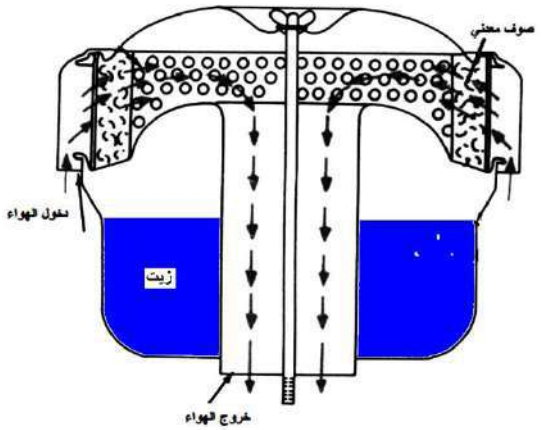
الشكل 4-33 : مكونات منظومة التبريد بالماء.

5) منظومة الهواء

تستعمل الساحبات الزراعية في الزراعة وأعمال الغابات، فضلاً عن أعمال التشييد والبناء لنقل كميات كبيرة من التربة، ومن الصعوبة في هذه الأحوال تجنب إثارة الغبار وتشبع الجو بالأتربة، ومن الملاحظ بان محرك الساحبة الزراعية $1gm/m^3$ (غرام واحد لكل متر مكعب من الهواء) في الظروف الاعتيادية وقد تتضاعف الكمية في الساحبات المجنزرة أو عند التشغيل في الظروف القاسية، وتحتك ذرات الغبار مع أجزاء المحرك عند اختلاطها بالزيت فيتلف المحرك بعد وقت قصير إذا لم يحتوي على منقيات لتنقية الهواء الداخل إلى الاسطوانات عند مدخل الهواء المسحوب لغرض التقليل من التآكل في جدران الاسطوانات والمكابس وحلقاتها وعمود المرفق، وتستعمل بعض الأنواع من منقيات الهواء Air Filters في الساحبات الزراعية ومنها :-

أ) المنقيات الرطبة Wet Filters : ينساب الهواء خلال شبك من السلك مبلل بالزيت فتعلق به الأتربة كما في الشكل(4-34) ، فعندما تكون المنقية مبللة حديثا بالزيت تصل كفاءة الترشيح

فيها 98% إلاّ ان كفاءة الترشيح تقل بطول مدة الاستعمال، ومن عيوب هذه المرشحات أنها تخنق الهواء الداخل إلى المحرك، فقد يصل الفرق في الضغط عبر المرشح بستة أضعاف منذ بدء الاستعمال، ولتنظيف هذه المنقيات تغسل بالبنزين أو الكيروسين ويعاد ترطيبها بالزيت.



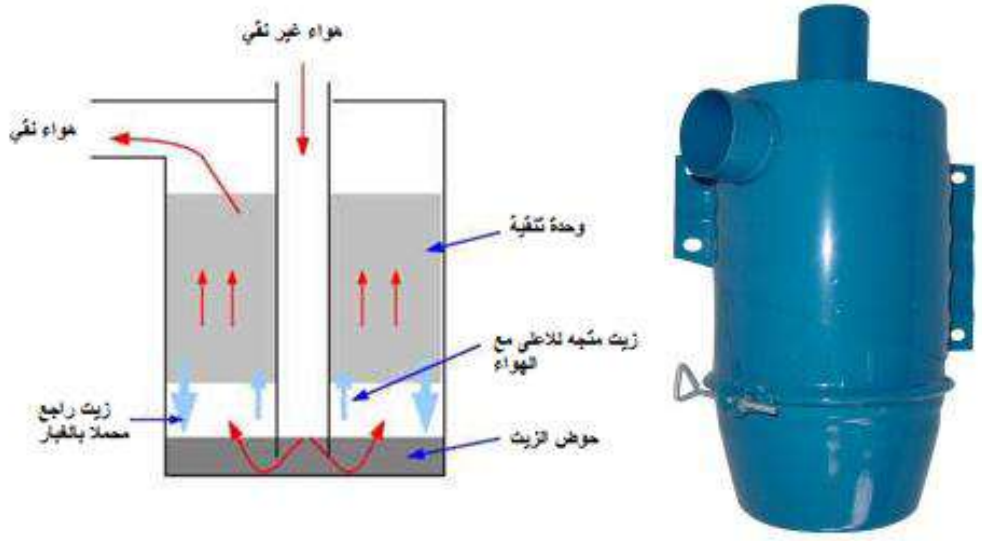
الشكل 4-34 : منقية الهواء الرطبة.

ب) المنقيات الجافة Dry Filters : إن كفاءة المنقيات ذوات المرشح الجاف تصل إلى أكثر من 99% ، الشكل (4-35)، وفي جميع الظروف التي تعمل بها الساحبات الزراعية، لكنها تحتاج إلى صيانة مستمرة وذلك بتنظيف المرشح بصورة مستمرة.

الشكل 4-35 : أحد أنواع منقيات الهواء الجافة.

ج) منقيات الهواء ذات الحمام الزيتي Oil Bath Air Filters : ويكون ذو كفاءة عالية عند العمل تحت ظروف قاسية (نسبة الغبار كبيرة) وتعد من أكثر المنقيات استعمالا في الساحبات الزراعية، وتتم عملية التنقية عن طريق سريان الهواء في أنبوب إلى حوض الزيت فيلامس مع سطح الزيت، الشكل (4-36)، ثم يكتسب الهواء حركة دوامية نتيجة ارتطامه بالألواح المنحرفة الموجودة في الحوض ويتجه الهواء صاعدا إلى الأعلى مارا بمشبك المنقية اللزجة

والموجود في غرفة الهواء، وتتوقف كمية الغبار التي يمكن لمنقية الهواء ذات الحمام الزيتي أن تقتنصه على كمية الزيت الموجودة في الحوض، لان كل غرام من الزيت يمكنه أن يقتنص غراما واحدا من الغبار تقريبا.

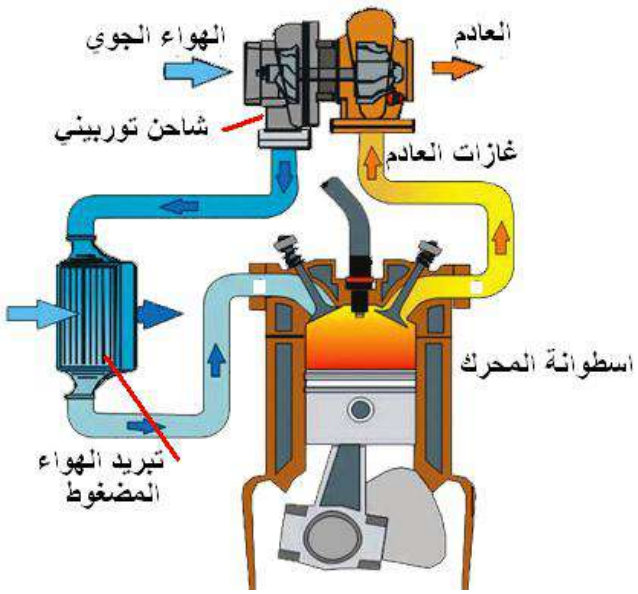


الشكل 4-36 : منقية الهواء ذات الحمام الزيتي.

شاحن الهواء (التوربين) Turbocharger

نحصل على القدرة من محرك الديزل بحقن الوقود السائل داخل غرفة الاحتراق الموجود بها هواء تحت ضغط ودرجة حرارة عالية، وان كمية الهواء المتدفقة داخل الأسطوانة محددة بالإزاحة الحجمية للأسطوانة وكذلك بكثافة الهواء، وللحصول على قدرة أعلى يجب زيادة الإزاحة الحجمية للأسطوانة، فالوظيفة الأولية للشاحن هو ضغط الهواء وإدخال أكبر كمية ممكنة منه إلى داخل اسطوانات المحرك لتعطي للمحرك كفاءة أعلى لاحتراق الوقود وعليه ينتج قدرة أكثر وبالتالي كمية الوقود التي يمكن أَنْ تُقدّم إلى اسطوانات المحرّك، ونتيجة لذلك تزداد القوة التي يمكِن أَن تُنتَج ولنفس حجم المحرك.

يدور الشاحن التوربيني، الشكل (4-37)، عن طريق دوامة غازات العادم والتي تدور العجلة الضاغطة الطاردة عن المركز، ويكون مكان العجلة الضاغطة عادة بين منقية الهواء وأنابيب توصيلات السحب للمحرك، في حين إن مكان التوربين يكون بين أنابيب توصيلات العادم وكاتم الصوت، وان جميع غازات العادم تمر عن طريق حيز التوربين، وتمدد هذه الغازات يؤثر فعليا على عمل التوربين وبسبب دورانه وذلك بعد مرور غازات العادم عن طريق التوربين في طريقها إلى الجو.



الشكل 4-37 : طريقة عمل الشاحن التوربيني.

4-4-5 منظومة الاستدارة Steering System

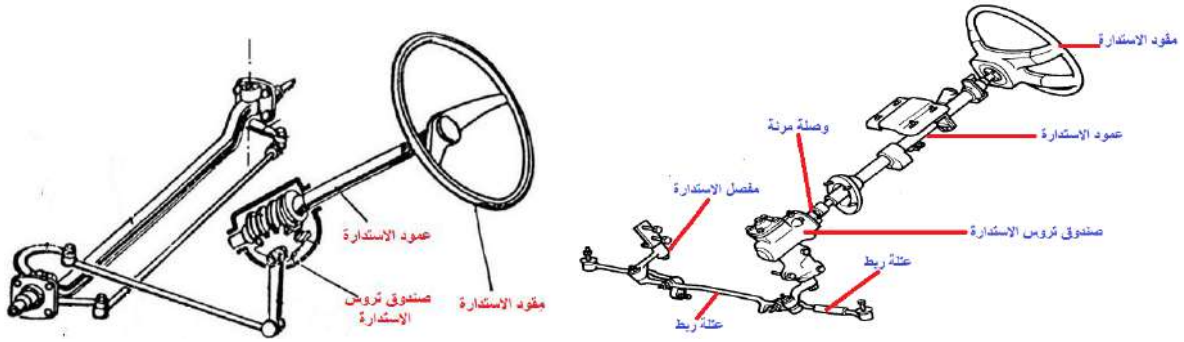
إن الغاية الرئيسة من منظومة الاستدارة هي تحويل الحركة الدائرية في مقود الاستدارة Steering Wheel إلى حركة جانبية في دواليب العجلات الأمامية وبالتالي يستطيع سائق الساحبة من توجيهها حسب رغبته وحسب طبيعة الأرض التي تسير عليها الساحبة الزراعية وبالتالي تقليل الجهد على السائق عند القيادة، وتعتمد سلامة وأمان قيادة الساحبة الزراعية على نظام الاستدارة (التوجيه) إلى حد كبير وعليه فلابد من توافر الشروط الآتية في منظومة الاستدارة وهي:

1- أن يكون الجهد المبذول في الاستدارة قليلاً ومناسباً للسائق.
2- يجب أن لا تتأثر قيادة الساحبة بصدمات الإطارات مع سطح الطريق.
3- يجب أن يمتص اهتزازات الطريق دون ان يوصلها إلى عجلة الاستدارة.
4- لابد من توصيل حركة عجلة الاستدارة إلى العجلات بدون اي فقد في الحركة.

يعتمد شكل منظومة الاستدارة على نوع الساحبة الزراعية وأنظمة نقل الحركة والتعليق فيها، وأنواع أنظمة الاستدارة في الغالب هي نظام الاستدارة التقليدي (العادي) ونظام الاستدارة الهيدروليكي (المساعد).

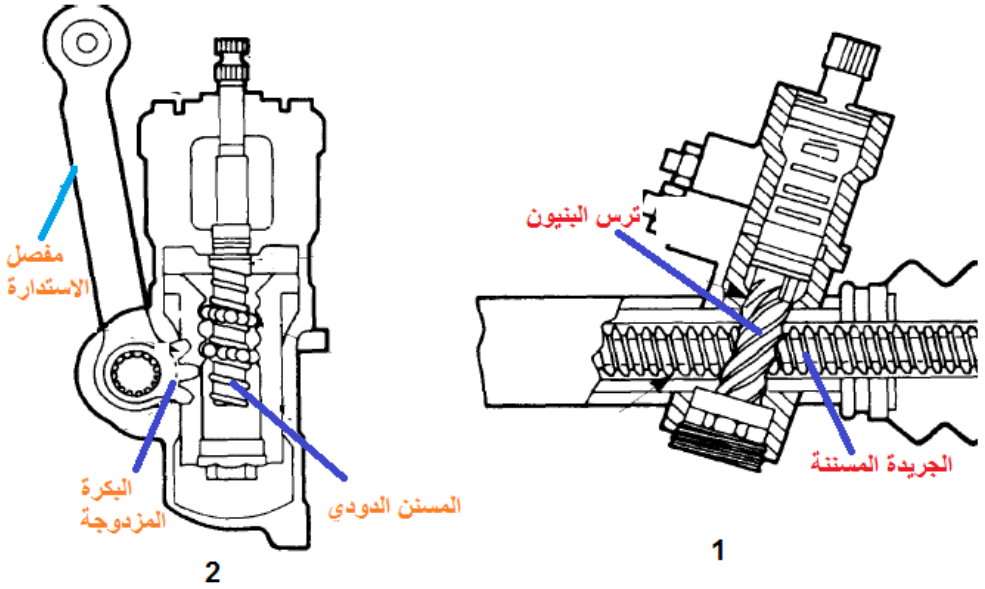
أولاً) نظام الاستدارة التقليدي : يتكون نظام الاستدارة التقليدي من مقود الاستدارة وعمود الاستدارة العلوي وعمود الاستدارة السفلي الذي يتصل بصندوق تروس الاستدارة، فعند دوران مقود

الاستدارة تنتقل الحركة إلى عمود الاستدارة ثم إلى صندوق تروس الاستدارة وإلى العجلات عن طريق عتلات الربط، الشكل (4-38).



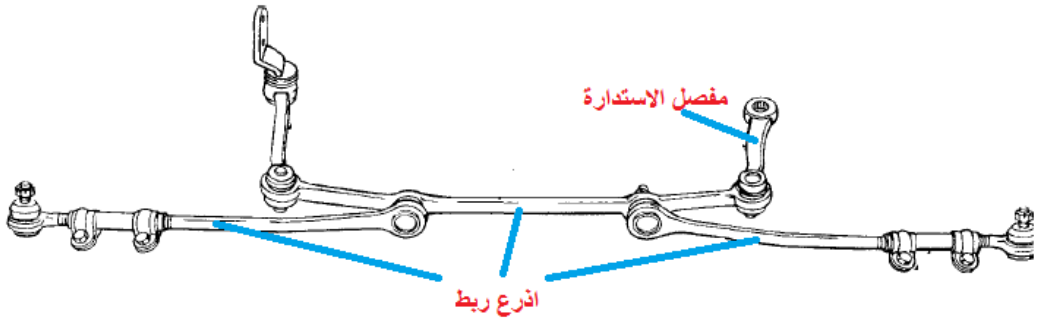
الشكل 4- 38 : منظومات الاستدارة التقليدية.

وتتكون المنظومة من مقود الاستدارة، عمود الاستدارة، وصندوق الاستدارة التقليدي، الشكل (4-39)، الذي يتكون من ترس البنيون والجريدة المسننة أو صندوق الترس الدائر، وهذان النوعان يعملان على تحويل الحركة الدائرية لمقود الاستدارة إلى حركة خطية للعجلات عن طريق مفصل الاستدارة وعتلات الربط،



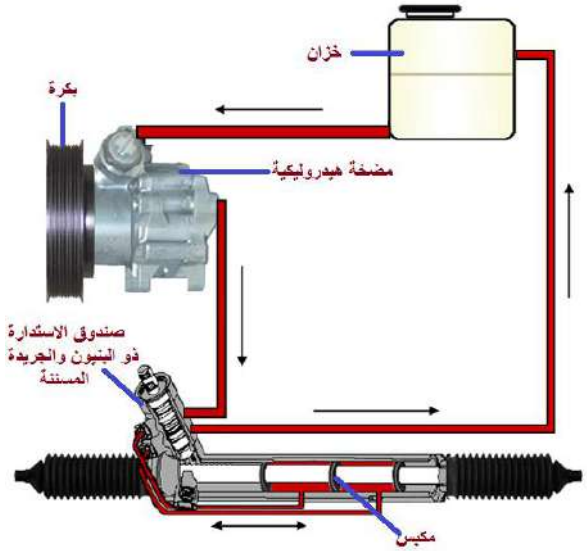
الشكل 4-39 : نوعان لصندوق الاستدارة التقليدي.

ويقوم مفصل الاستدارة بنقل الحركة الخطية من صندوق الاستدارة إلى العجلات عن طريق اذرع الربط . الشكل (4-40).



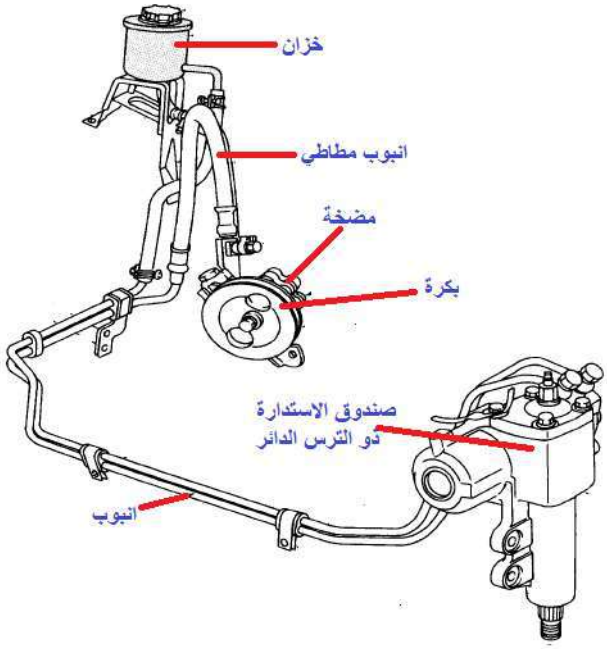
الشكل 4-40 : مفصل الاستدارة واذرع الربط.

ثانياً) منظومة الاستدارة الهيدروليكية Hydraulic Steering System : يستعمل هذا النوع من أنظمة الاستدارة لتسهيل وتحسين قيادة الساحبة، إذ ان اغلب الساحبات الزراعية الحديثة لها إطارات عريضة ذات ضغط منخفض التي تزيد من مساحة التلامس بينها وبين سطح الطريق ونتيجة لذلك فان الجهد المطلوب للاستدارة يصبح كبيراً، وعليه تم استعمال هذا النوع للتقليل من جهد الاستدارة، إذ يستعمل فيه منظومة هيدروليكية تستعمل طاقة المحرك لإدارة مضخة تدفع سائلاً بضغط ومعدل تدفق يحرك مكبسا داخل اسطوانة ويساعد هذا المكبس على حركة الجريدة المسننة في نوع صندوق الاستدارة ذو ترس البنيون والجريدة المسننة، الشكل (4-41)،



الشكل 4-41 : منظومة استدارة هيدروليكية ذو صندوق استدارة من نوع البنيون والجريدة المسننة.

أو أن هذا السائل المضغوط يسلط ضغطا داخل صندوق الاستدارة ذو الترس الدائر.الشكل (4-42).



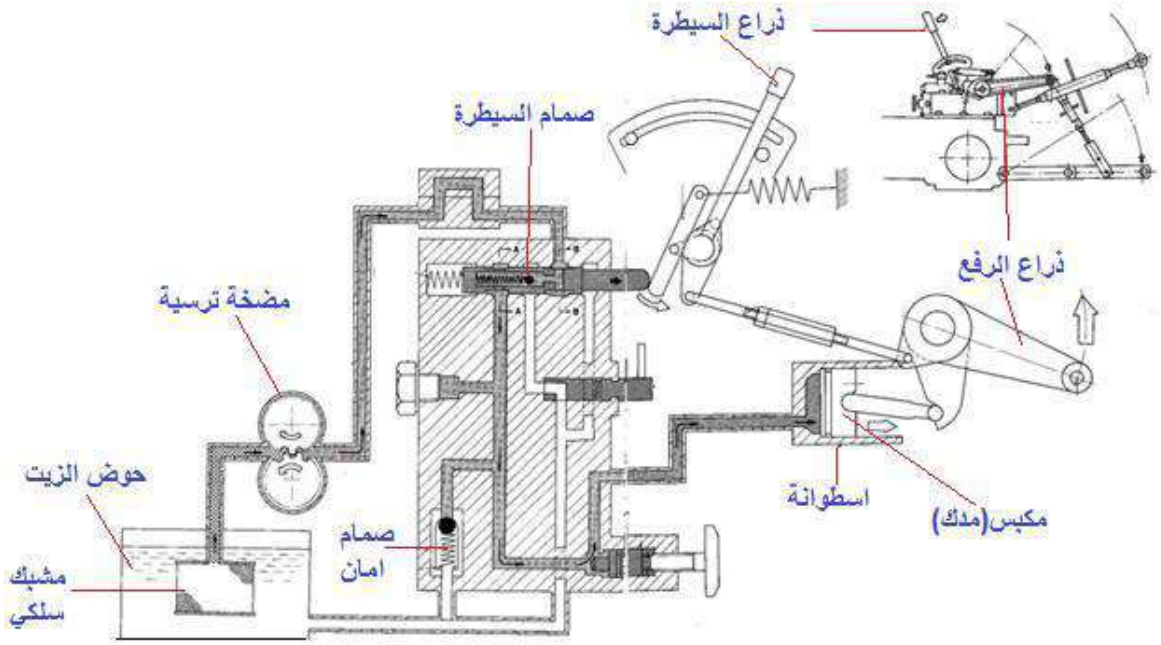
الشكل 4-42 : منظومة استدارة هيدروليكية ذو صندوق استدارة ذو الترس الدائر.

4-4-6 منظومة التعليق (الجهاز الهيدروليكي)

تعد منظومة التعليق (الجهاز الهيدروليكي) من أهم التحسينات التي أدخلت على الساحبة إذ يولد الجهاز الهيدروليكي قوة هيدروليكية تستعمل لرفع أو خفض الآلات الزراعية المقطورة أو المعلقة سواءاً من الجهة الخلفية للساحبة أو من الجهتين الأمامية والخلفية، الشكل (4-43)، كما يمكن التحكم في العمق أو المقاومة الواقعة على الآلات الزراعية أثناء تشغيلها، ويسيطر النظام الهيدروليكي على الآلات الزراعية المقطورة أو المعلقة (كالمحاريث) المربوطة في نقاط الشبك (الربط) الثلاثية، ويستعمل الزيت كسائل وسيط لنقل القدرة بين المصدر ومكان الاستعمال.

الشكل 4- 43 : تعليق الآلات الزراعية في الساحبة.

يتكون جهاز الرفع والخفض الهيدروليكي مضخة ترسية لضخ الزيت إلى اسطوانة المكبس (المدك)، وتدار هذه المضخة عادة من المحرك أو من عمود قائد من احد مكونات جهاز نقل الحركة، وتساهم في ضخ الزيت وضغطه لغاية 133 bar، ويكون من الضروري إيجاد وسيلة لمنع ارتفاع الضغط عن حد معين، ولذلك تزود المنظومة الهيدروليكية بصمام أمان، ولغرض رفع أو خفض أي آلة زراعية فأن سائق الساحبة يحرك ذراع السيطرة القريب من المقعد والذي يسيطر على سريان الزيت إلى اسطوانة المكبس، ومن الضروري تنقية الزيت المار إلى المضخة عن طريق مصفاة شبكية سلكية ومرشح مغناطيسي، الشكل (4-44).



الشكل 4-44 : مخطط للمكونات الرئيسة للمنظومة الهيدروليكية.

4-4-7 المنظومة الكهربائية

تتطلب محركات الاحتراق الداخلي وسيلة لبدأ تشغيلها فتزود بمحرك بدء الحركة الكهربائي (السلف) الذي يستمد التيار الكهربائي من البطارية، وعندما يعمل محرك الساحبة يقوم المولد الكهربائي (الداينمو) بإمداد الأجهزة المستهلكة للتيار الكهربائي ويخزن الفائض في البطارية .

وتقسم الأجهزة الكهربائية إلى مجموعتين، الأولى مولدات القدرة الكهربائية التي تشمل البطارية والمولد الكهربائي، والثانية مستهلكات القدرة الكهربائية التي تشمل محرك بدء الحركة، شمعة التسخين، المصابيح الكهربائية والمنبه، الشكل (4-45)، وتتكون المنظومة الكهربائية في الساحبة الزراعية، من الأجزاء الرئيسة الآتية : -

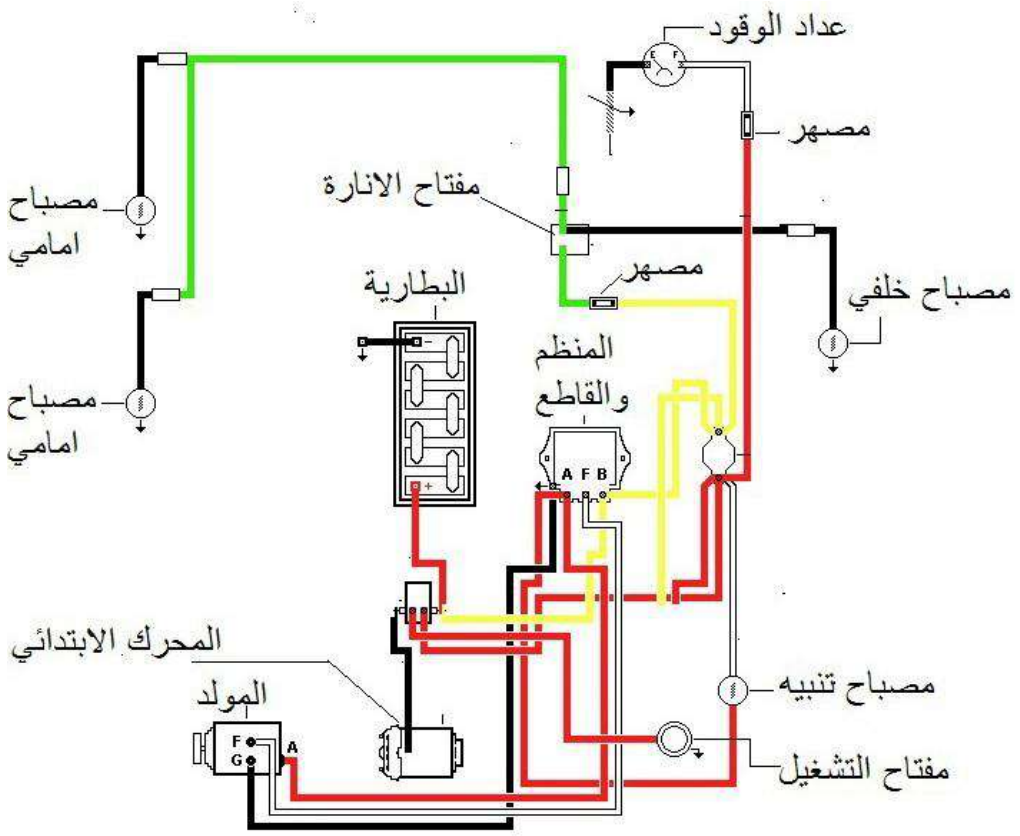
1- البطارية Battery : تقوم بإمداد الساحبة بالطاقة الكهربائية المطلوبة .

2- المولد Generator : يقوم بشحن البطارية ولإمداد الساحبة بالكهرباء عند السرعات العالية.

3- المنظم والقاطع الذاتي Regulator : يقوم بتنظيم فرق الجهد وشدة التيار الخارج من المولد وتنظيم تشغيل كل من البطارية والمولد.

4- بادئ الحركة Starter Motor : يقوم بمساعدة محرك الاحتراق الداخلي في بدء الحركة.

5- أجهزة الإضاءة والتنبيه وتشغيل العدادات.



الشكل 4- 45 : أجزاء المنظومة الكهربائية في الساحبة.

أجزاء البطارية

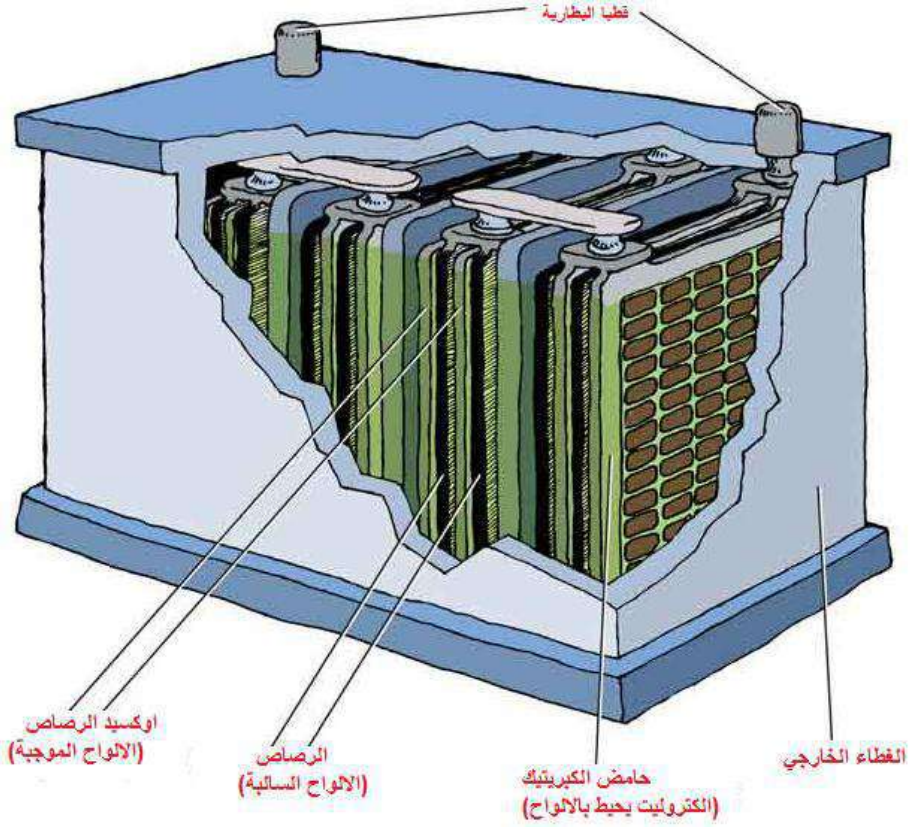
يبين الشكل (4-46) الأجزاء الرئيسة للبطارية وتشمل :-

أ) محلول الالكتروليت :- يتكون من حامض الكبريتيك المخفف H_2SO_4 والماء المقطر (H_2O) الذي يغطي الألواح.

ب) العوازل :- توضع العوازل بين الألواح الموجبة والألواح السالبة لمنعها من التلامس ولها مسامات تسمح بمرور المحلول بواسطتها إلى جميع الألواح وتصنع من مادة بلاستيكية أو من المطاط ويجب أن تكون ذات مقاومة للأحماض ودرجات الحرارة العالية.

ج) الألواح :- يوجد في البطارية ألواح موجبه وألواح سالبه والألواح الموجبة عبارة عن ثاني أكسيد الرصاص PbO_2 والألواح السالبة عبارة عن رصاص Pb وتكون الألواح السالبة أكثر من الألواح الموجبة بلوح واحد إذ يجب أن يكون عل جانبي كل لوح موجب هناك لوح سالب.

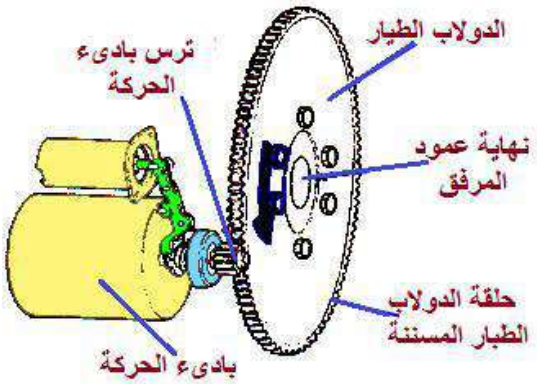
د) أقطاب البطارية :- يوجد قطبان الموجب بجانبه علامة (+) والقطب السالب بجانبه علامة (-) ويكون الموجب ذا سمك أكبر من القطب السالب وذلك ليمكن التمييز بينهما، ويتصل القطب الموجب بالمولد والدوائر الكهربائية بالساحبة أما القطب السالب فيتصل بجسم الساحبة إذ تصبح جميع خطوط السالب للدائرة الكهربائية متصلة بجسم الساحبة الزراعية.



الشكل 4-46 : مكونات البطارية

بادئ الحركة (السلف) Starting Motor

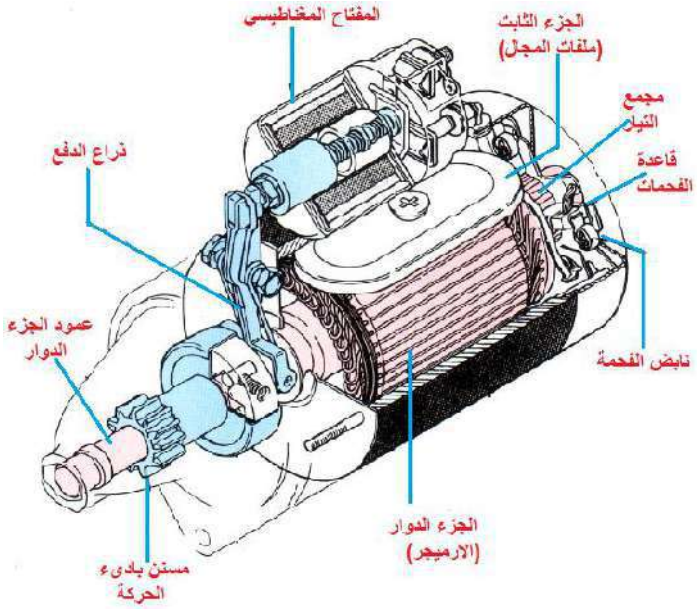
يقوم بادئ الحركة بتحويل الطاقة الكهربائية الواصلة إليه من البطارية عبر مفتاح التشغيل إلى طاقة ميكانيكية تقوم بإدارة المحرك عند بداية التشغيل عبر ترس الدولاب الطيار للمحرك Flywheel المعشق مع ترس بادئ الحركة، الشكل (4-47)، وتبلغ نسبة نقل الحركة بين ترس البادئ وترس الدولاب الطيار للمحرك بحدود (1 : 20)، وعندما يعمل المحرك يجب فصل التعشيق بين التروس عن طريق تجهيزات خاصة يعمل بها بادئ الحركة فتكون مهمته إدارة المحرك فقط عند بداية التشغيل لتزويده بالعزم اللازم لاستمرار دورانه.



الشكل 4-47 : آلية تعشيق ترس بادئ الحركة مع ترس الدولاب الطيار.

يبين الشكل (4-48) أهم الأجزاء التي يتكون منها محرك بادئ الحركة وهي :

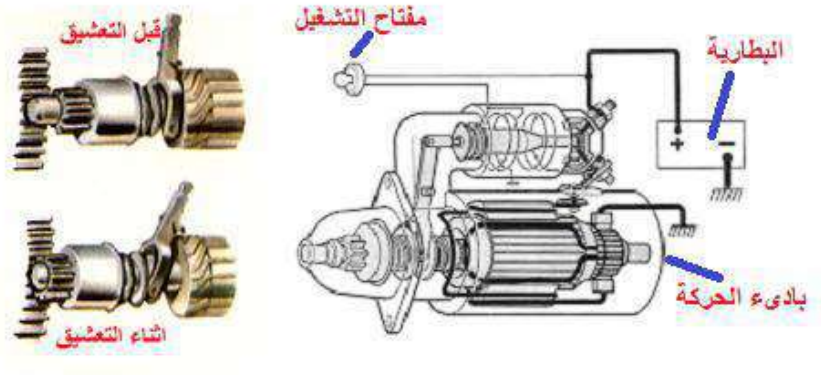
المفتاح المغناطيسي (الأوتوماتيك). 2) الجزء الثابت (مولد المجال المغناطيسي). 3) الجزء الدوار(النواة). 4) فرش كربونية. 5) مجمع التيار. 6) قاعدة الفحمات. 7) ذراع التعشيق. 8) ترس بادئ الحركة.



الشكل 4-48 : المكونات الرئيسة لبادئ الحركة.

تتلخص طريقة عمل بادئ الحركة بسريان التيار الكهربائي إلى المفتاح المغناطيسي عند إدارة مفتاح التشغيل، فتتولد بداخله حركة دافعة تنتقل إلى ذراع الدفع الذي يقوم بدوره بدفع مسنن بادئ الحركة ليتعشق مع المسنن الحلقي للدولاب الطيار وبعدها تغلق الوصلات الكهربائية الرئيسة بالدائرة الكهربائية لمحرك بادئ الحركة فيدور عضو الإنتاج (الآرميجر) ليدير بذلك الدولاب الطيار. وينفصل

مسنن بادئ الحركة عن مسنن الدولاب الطيار ويعود إلى وضعه السابق بمجرد قطع الدائرة الكهربائية لمحرك بادئ الحركة .الشكل (4-49).



الشكل 4-49 : الية عمل بادئ الحركة.

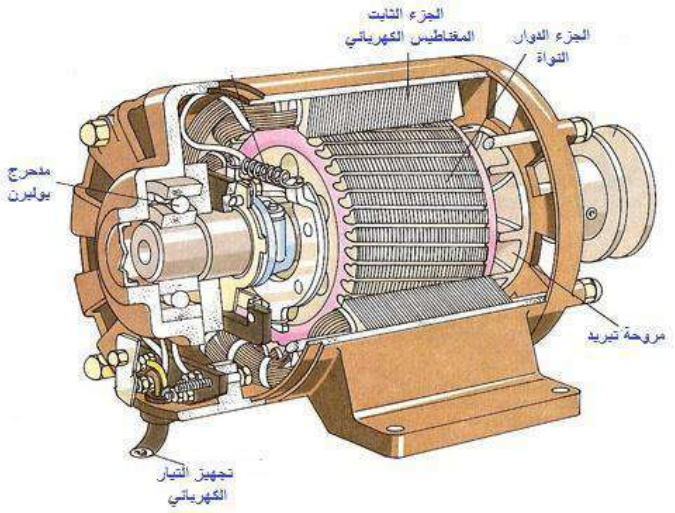
المولد (الداينمو)

يقوم المولد الكهربائي بتوليد الكهرباء التي تحتاجها الساحبة، فضلا عن ألمحافظة على البطارية في حالة الشحن، والمكونات الرئيسة للمولد هي، الشكل (4-50) :-

1. نواة المولد Armature:- عمود من الفولاذ تثبت عليه مجموعة من الأقراص المتموجة عند المحيط تضغط على بعضها إذ تشكل التموجات أخاديد تحفظ بداخلها الملفات السلكية.
2. جامع التيار Commutator :- جزء من النواة ويتكون من عدد من القطع النحاسية المعزولة عن بعضها والمربوطة بها طرفي الملف.
3. المغناطيس المكهرب Electro Magnet :- قطع من الحديد المطاوع المسماة بقطع الأقطاب التي يلف حولها ملف سلكي . أن هذه الملفات السلكية يطلق عليها ملفات الحقل المغناطيسي، وبإمرار التيار في هذه الملفات يمكن السيطرة على قوة المغناطيس.
4. الفرش Brush :- أجزاء محتكة بالتلامس مع جامع التيار وتصنع من الكربون وتقوم بجمع التيار المنتج وإمراره لدورة الكهرباء.

تجمع مكونات المولد وهي النواة والمغناطيس في وعاء أسطواني وتثبت بكرة اسفينية في نهاية عمود النواة، تستلم هذه البكرة الحركة من بكرة عمود المرفق عن طريق حزام (سير)، وعند دوران الملف فانه يقطع خطوط الحقل المغناطيسي ويتولد عنها التيار الكهربائي، وبما أن الفولتية المنتجة لا يمكنها في هذه المرحلة تولد تيار إلاّ إذا أكملت الدورة ولذلك يضاف جامع التيار والفرش، ولزيادة إنتاجية المولد يلف حول المغناطيس ملفات الحقل المغناطيسي والتي عن طريقها يمكن السيطرة على إنتاجية المولد، وتتوقف إنتاجية المولد على عدد ملفات النواة، سرعة دوران النواة،

وقوة المغناطيس، ومن العوامل السابقة الذكر يمكن ملاحظة انه بتغير تيار الملفات الحقلية تتغير قوة المغناطيس وبالتالي يمكن التحكم بالتيار المنتج.



الشكل 4-50 : الأجزاء الفعالة في المولد الكهربائي.

4-5 اسئلة الفصل

1. ما أنواع ووظائف الساحبات الزراعية؟
2. عدد الأجزاء التي تتكون منها الساحبة الزراعية.
3. عدد خمسة أنواع من الساحبات المدولبة مع بيان الغرض من استعمال كل منها.
4. وضح تركيب ومكونات هيكل الساحبة الزراعية.
5. عدد أجهزة نقل الحركة في الساحبة الزراعية
6. عرف المحرك، وعدد أجزاءه الثابتة وأربعة من أجزائه المتحركة.
7. وضح نظرية عمل محرك الديزل رباعي الأشواط وعدد الأشواط الأربعة.
8. وضح نظرية عمل محرك ثنائي الأشواط.
9. قارن بين محركات الاشتعال بالشرارة (البنزين) ومحركات الديزل، (اذكر خمس حالات فقط).
10. عدد وظائف منظومة الوقود لمحرك الديزل.
11. ما وظيفة كل من : الدولاب الطيار، عمود المرفق، عمود الكامات، ذراع التوصيل، المكبس.
12. عدد الأجزاء الرئيسة في منظومة تجهيز وقود الديزل.
13. عدد الأجزاء الكهربائية لجهاز أو منظومة تشغيل المحرك.
14. بين وظائف الزيت في محركات الديزل مع توضيح أهم الخواص التي من الواجب توافرها في سوائل التزييت.

15. توجد ثلاث طرائق في تزييت المحركات، عددها واشرح إحداها.
16. ما أهمية منظومة تبريد المحرك ؟ وما المكونات الرئيسة لمنظومات التبريد بالماء ؟
17. توجد ثلاثة أنواع من منقيات الهواء، عددها وتكلم عن إحداها.
18. ما الغاية من منظومة الاستدارة، وما الشروط الواجب توافرها في المنظومة.
19. تعد منظومة التعليق (الجهاز الهيدروليكي) من أهم التحسينات التي أدخلت على الساحبة، وضح آلية عمل المنظومة.
20. عدد الأجزاء الرئيسة في المنظومة الكهربائية للساحبة الزراعية،
21. وضح طريقة عمل بادئ الحركة (السلف) لإدارة المحرك.
22. ما الفائدة من المولد الكهربائي (الداينمو) ؟ وما أهم أجزائه التي يتركب منها ؟

الفصل الخامس

أجهزة نقل القدرة والحركة
في الساحبة الزراعية

Power & Movement Transmission in Tractors

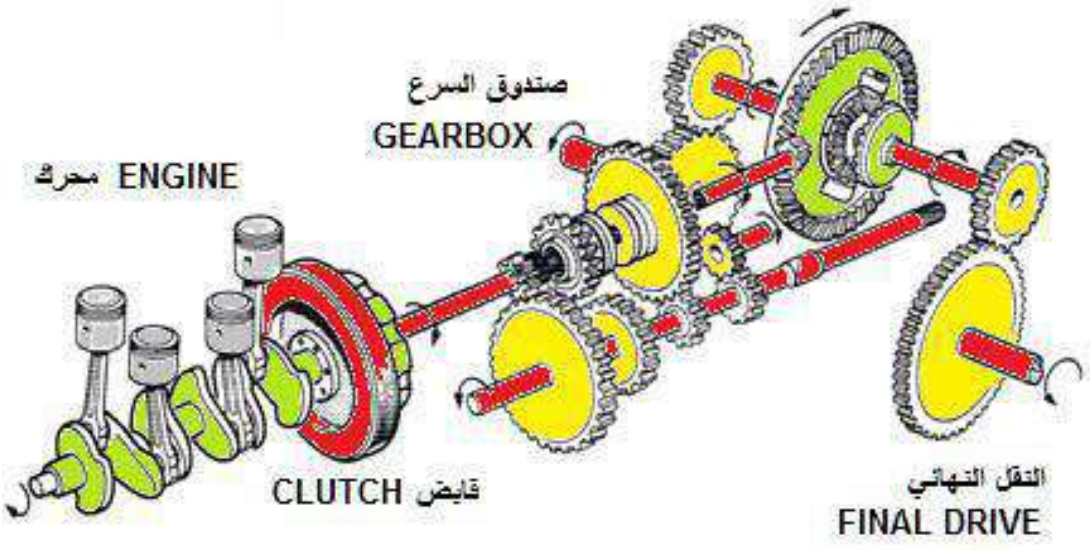
 # أهداف الفصل الخامس

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :-

١. يصف جهاز الفاصل في الساحبة الزراعية.
٢. يحدد وظيفة ومبدأ عمل جهاز الفاصل.
٣. يصف صندوق السرعات في الساحبة الزراعية.
٤. يحدد وظيفة ومبدأ عمل صندوق السرعات.
٥. يصف الجهاز الفرقي في الساحبة الزراعية.
٦. يحدد وظيفة ومبدأ عمل الجهاز الفرقي.
٧. يعرف جهاز النقل الإضافي في الساحبة الزراعية.
٨. يحدد مبدأ عمل جهاز النقل الإضافي.
٩. يبين مواصفات العجلات والإطارات المستعملة في الساحبات الزراعية.
١٠. يعدد انواع الموقفات المستعملة لإيقاف الحركة في الماكينات الزراعية.

٥-١ تمهيد

تعد الساحبة الزراعية المصدر الرئيس للقدرة اللازمة لإتمام الكثير من العمليات الحقلية، ولاستعمال الساحبة الزراعية لابد من وجود أجهزة لنقل قدرة محرك الساحبة بسهولة وراحة وتوصيل حركة المحرك إلى مكونات الأجهزة الأخرى، فضلا عن إمكانية القيام بفصل ووصل هذه الحركة بسهولة عند الحاجة مع الإبقاء على المحرك مشتغلا دون تحريك الساحبة، إذ يتكون جهاز نقل الحركة من عدة وحدات بحيث يؤدي كل منها دورا مهما ومنفصلا لنقل قدرة المحرك إلى العجلتين الخلفيتين لتحريك الساحبة وإعطائها المقدرة للقيام بالأعمال المطلوبة وبشكل تدريجي وهادئ وعند الرغبة في تحريك الساحبة، الشكل (٥-١).



الشكل ٥-١: أجهزة نقل القدرة والحركة في الساحبة.

٥-٢ القابض (الفاصل) Clutch

يعرف القابض (الفاصل) بأنه أداة احتكاكية تقوم بإيصال الحركة أو فصلها بين المحرك ومجموعة الحركة (صندوق التروس) وبشكل تدريجي، ويمكن استعمال القابض الاحتكاكي للأغراض الآتية :-

١. وصل وفصل الحركة من والى المحرك وأجهزة نقل الحركة بصورة تدريجية، إذ يقوم سائق الساحبة بفصل الحركة عن صندوق التروس من المحرك عند الرغبة في تغيير السرعة.
٢. الحصول على سرعة اقل من السرعة الأولى إذ من الممكن القيام بالتحكم بعملية الوصل بعملية تدعى الوصل الجزئي للقابض Half Clutch والحصول على تخفيض في السرعة.

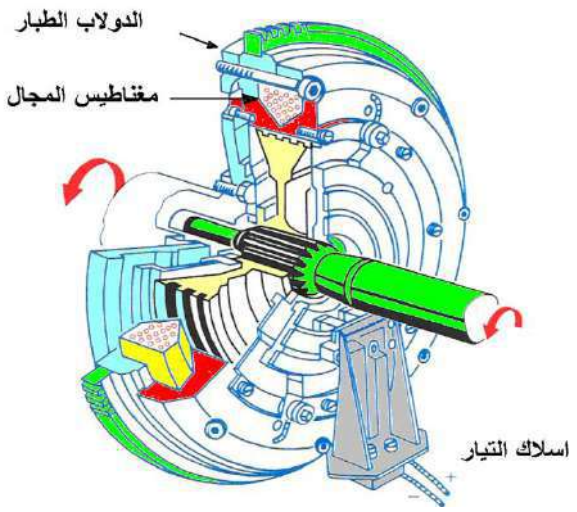
٥-٢-١ أنواع القوابض Types of Clutches

تقسم القوابض بصفة عامة وطبقاً لنظرية عملها وطريقة تشغيلها على عدة أنواع مثل القوابض الميكانيكية، القوابض الكهرومغناطيسية، القوابض التي تعمل بالقوة الطاردة المركزية، والقوابض الهيدروليكية.

أ) القوابض الاحتكاكية الميكانيكية Mechanical Friction Clutch : يطلق على مجموعة القابض المستخدمة في السيارات الحديثة والساحبات الزراعية اسم القابض الاحتكاكي أو القابض الميكانيكي أو القابض الجاف Dry Clutch إذ تعمل في الهواء وتستخدم مع صناديق التروس اليدوية التقليدية، وتقسم على عدة أنواع أهمها :-

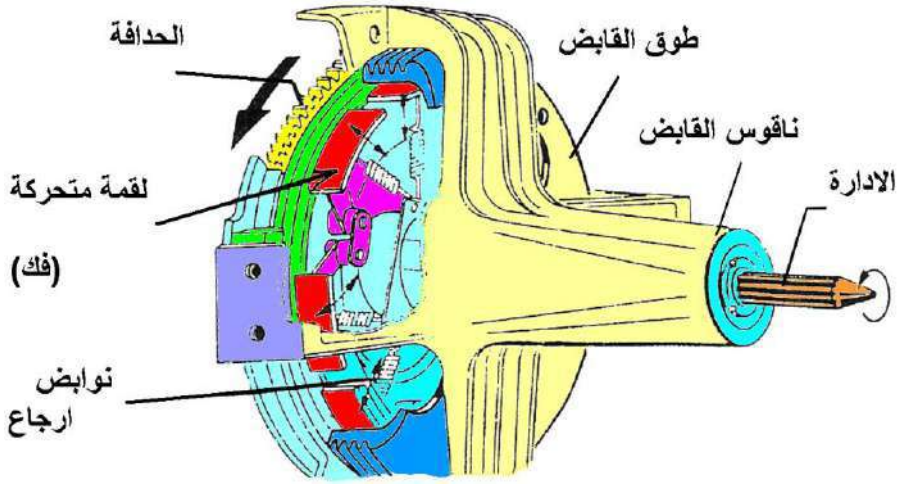
١. قوابض مفردة القرص Single – Plate (disc) Clutches : تستعمل في كافة الساحبات الحديثة والقديمة.
٢. قوابض مزدوجة القرص Double – Plate (disc) Clutches : تحتاج الساحبات في بعض الأحيان إلى قوة مسك عالية، وعندما لا يتوفر مجال كافي لتصميم قابض كبير الحجم عندها يستعمل قابض ثنائي القرص للتعويض عن الحجم الكبير وتوفير قوة مسك عالية. يستعمل هذا النوع من القوابض في الساحبات الكبيرة والمتوسطة الحجم، يقوم كل قرص بنقل نصف عزم الدولاب الطيار إلى محور الإدخال. وهذا النوع من القوابض يعمل بنفس طريقة عمل القابض القرصي المفرد.
٣. قوابض متعددة الأقراص Multiple – Plate (disc) Clutches : في بعض الآلات والسيارات الكبيرة نحتاج إلى نقل قدرة اكبر، إذ نحتاج في الوقت نفسه إلى مساحة احتكاك اكبر لا يوفرها قرص الاحتكاك. يعد مبدأ عمل هذا القابض مشابهاً لعمل قابض أحادي القرص ويكون على نوعين، أما قابض مغمور في الزيت كما في القابض المستعمل في صندوق التروس الذاتي (اوتوماتيك) والمستعمل أيضا في الدراجات البخارية، أو كقابض جاف كالمستعمل في سيارات الحمل.

ب) القوابض الكهرومغناطيسية : اثبت هذا النوع من القوابض صلاحيته في السيارات وبعض الساحبات الصغيرة إذ يمكن التوصل إلى تشغيل ذاتي (أوتوماتيكي) تام للمركبة يستغنى فيه عن دواسة الفاصل الشكل (٥-٢).



الشكل ٥-٢ : القابض الكهرومغناطيسي.

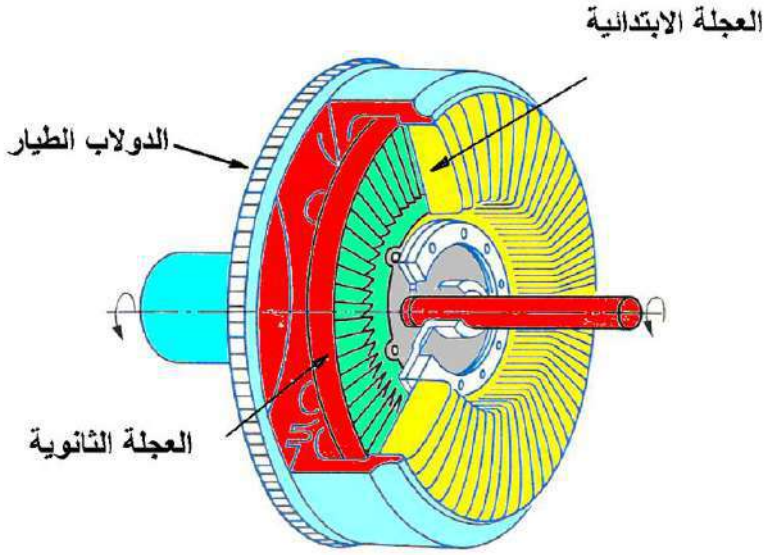
ج) القوابض التي تعمل بالقوة الطاردة المركزية : يستعمل هذا النوع من القوابض في الدراجات النارية وسيارات السباق الصغيرة. يتكون هذا النوع من طوق يدور مع المحرك ، وعدد من اللقم ذات بطانة احتكاك تتحرك داخل دليل إلى الخارج عند دوران الطوق بفعل الطرد المركزي ، تعمل جميع اللقم على تدوير الطوق الذي يتصل بالعمود المدار، وكلما زادت السرعة الدورانية زاد التصاق اللقم بالطوق لتزداد كفاءة القابض. وعند انخفاض السرعة الدورانية تعمل النوابض على سحب اللقم لفصل الحركة لأن الطوق يبقى حر الحركة.



الشكل ٥-٣ : قابض احتكاكي من نوع الطرد المركزي.

د) القوابض الهيدروليكية : يتكون هذا النوع من القوابض من عجلة ابتدائية متصلة بعمود المرفق، وعجلة ثانوية مثبتة بعمود إدارة صندوق التروس، وليس بين العجلتين الدوارتين أي اتصال محكم،

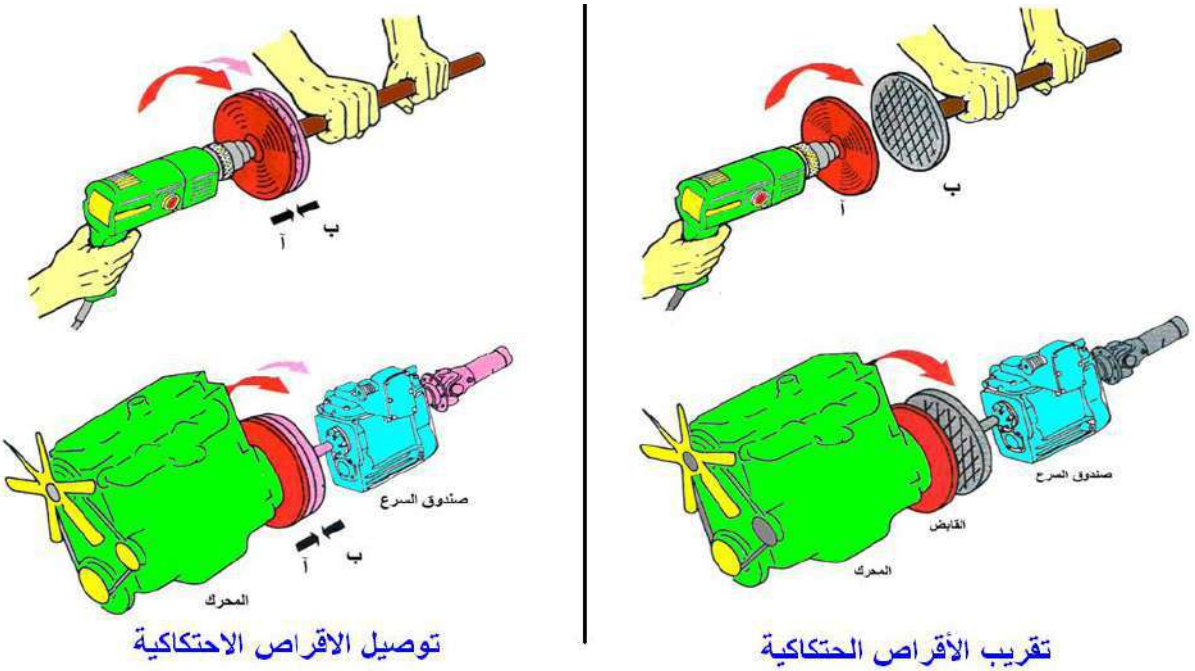
وهما مركبتان داخل علبة مغلقة، وتقوم مضخة بدفع كمية محددة من الزيت إلى الحيز الواقع بين العجلتين المحتويتين على ريش، فتؤدي الحركة الدورانية للعجلة الابتدائية إلى دفع العجلة الثانوية معها وبذلك تتم عملية الاقتران، الشكل (٥-٤).



الشكل ٥-٤ : القابض الهيدروليكي.

٥-٢-٢ مبدأ عمل القابض (الفاصل) الاحتكاكي

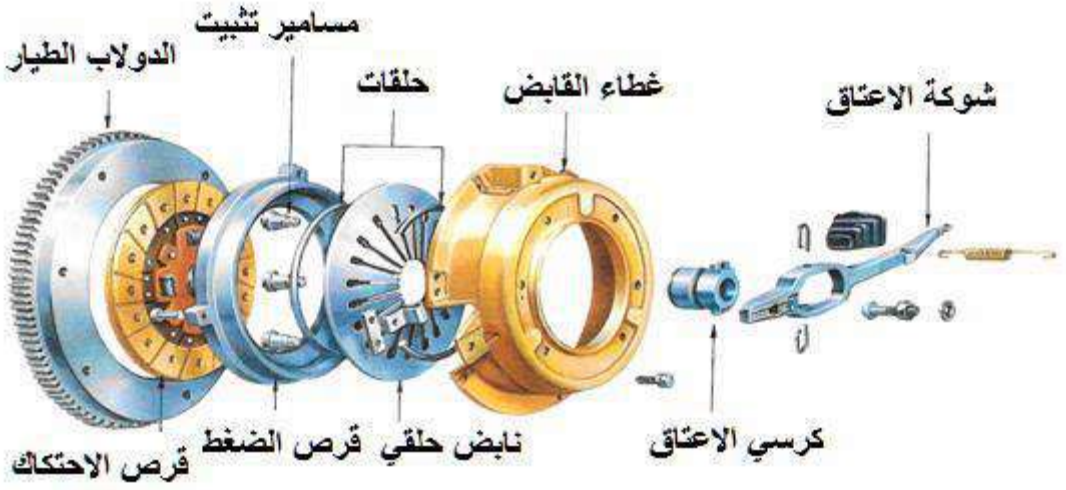
من الممكن توضيح طريقة نقل القابض أو الفاصل الاحتكاكي للحركة عند متابعة الآلية المبسطة والموضحة في الشكل (٥-٥)، إذ يمثل القرص المدار (أ) حدافة المحرك (وهي قرص حديدي يقوم بخزن الطاقة لضمان استمرار دوران المحرك) والتي تدار عن طريق محرك الساحبة، وبفرض اقتراب قرص آخر (ب) من القرص (أ) واحتكاكه به فإنه أيضا يدور ولكن بسرعة اقل، وبازدياد الضغط على القرص (ب) فأن القرصين (أ ، ب) يدوران كجسم واحد. وذلك ما يحدث تماماً في فاصل الحركة الاحتكاكي.



الشكل ٥-٥ : طريقة نقل الحركة في الفاصل الاحتكاكي.

٥-٢-٣ القابض القرصي الاحتكاكي المفرد

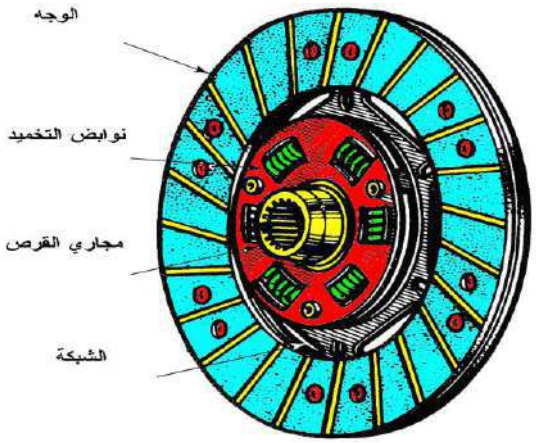
القابض الجاف ذو القرص الاحتكاكي شائع الاستعمال في المركبات الصغيرة والثقيلة والزراعية على حد سواء، إذ يتميز بقابليته على نقل العزوم والقدرات العالية وسهولة الفك والتركيب، ويتكون من عدة أجزاء رئيسة، الشكل (٥-٦).



الشكل ٥-٦ : المكونات الرئيسة للقابض القرصي الاحتكاكي.

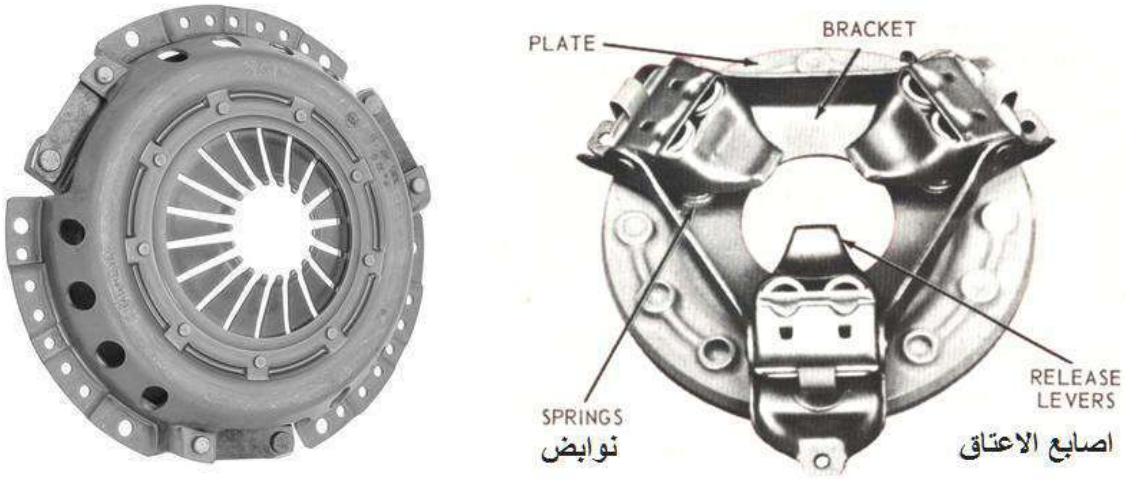
١- الدولاب الطيار (الحدافة) Flywheel : الجزء المشترك بين المحرك والقابض إذ يقوم بخزن الطاقة لديمومة دوران المحرك أثناء الأشواط الثلاثة الخاملة (السحب، العادم، والضغط)، ويعمل كمأخذ للقدرة بشكل دورات لنقلها إلى صندوق التروس ويحتوي على مسنن بدء التشغيل، في وسطه كرسي كريات أو جلبة أو كرسي ابري كمسند لمحور القابض.

٢- قرص الاحتكاك Friction Disc : يتكون من قرص معدني في مركزه صرة مسننة من الداخل تسمح للقرص بالحركة الأفقية على محور القابض وفي الوقت نفسه تسمح له بالحركة الدورانية، تثبت على جانبي الجزء الخارجي من القرص مادة احتكاكية لها خواص منها إن تكون لها متانة عالية، قوى احتكاك عالية، تقاوم الحرارة العالية التي تتولد بسبب الانزلاق الذي يحدث دائماً عند بداية الحركة، وتصنع البطانة من خليط من الاسبستوس النسيجي ومادة لاصقة مبطنة بالأسلاك أو رقائق معدنية من النحاس الأصفر (البراص)، الشكل (٥-٧).



الشكل ٥-٧ : قرص الاحتكاك.

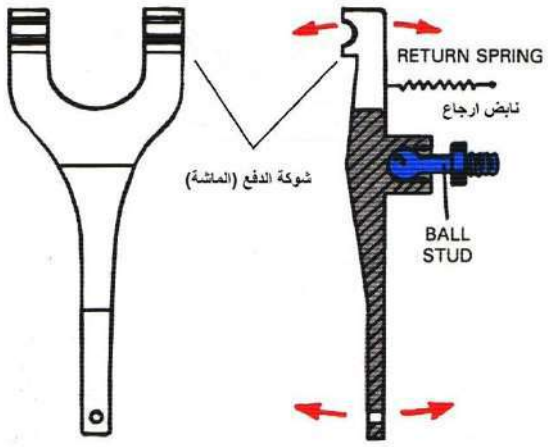
٣- قرص الضغط Presser Disc : يتكون من غلاف معدني يثبت على الدولاب الطيار عن طريق لوالب محيطية، يحتوي على قرص معدني سميك يقوم بالضغط على قرص الاحتكاك بفعل النوابض المحيطية أو ذو صفيحة الضغط (المشط) الذي تعمل كنابض لتتحقق حالة الوصل وبانكماشها نحصل على حالة الفصل، وتوجد عتلات تدعى بالأصابع والتي تقوم بالضغط وتحرير الضغط عن النوابض . هناك نوع آخر من أقراص الضغط يحتوي بدلا عن الأصابع والنوابض بحجاب معدني يقوم بالضغط على قرص الضغط وتحقيق حالة الوصل وبعكس الحركة تتحقق حالة الفصل، الشكل (٥-٨).



الشكل ٥-٨ : قرص الضغط ذو أصابع الإعتاق والنوع ذو صفيحة الضغط (المشط).

٤- كرسي الإعتاق (كرسي الدفع) Throw-out Bearing : كرسي كريات يقوم بدفع أصابع القابض يعمل أفقيا في النوع ذي النابض ودفع المشط المعدني في النوع ذي الغشاء ليحقق انكماش النوابض أثناء الدوران، يستعمل هذا الكرسي فقط أثناء الرغبة في حالة الفصل ومن ثم يتوقف عن الدوران والعمل، إذ يجب إن تكون مسافة خلوص بينة وبين الأصابع لتلافي احتكاكه المستمر وتلفه بسبب العمل وعند التصنيع يغمر في الزيت أو الشحم ولا يحتاج لإدامة.

٥- ذراع الدفع (شوكة الدفع - الماشة) : عتلة تسيطر على كرسي الدفع (أو قرص الكرافيت) بتحريكه إلى الأمام والخلف للحصول على حالتي الوصل والفصل، وترتبط من الجهة الأخرى بوسيلة من وسائل السيطرة أو نقل الحركة إلى القابض، الشكل (٥-٩).

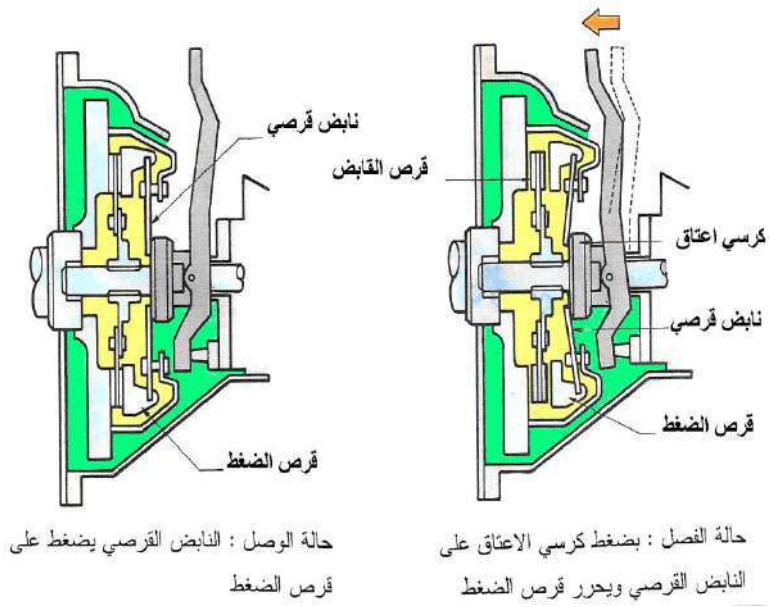


الشكل ٥-٩ : ذراع الدفع (شوكة الدفع –الماشة).

٥-٢-٤ آلية عمل القابض القرصي الاحتكاكي

أ) حالة الوصل : عند دوران المحرك تنتقل الحركة من الدولاب الطيار إلى قرص الضغط ومن ثم إلى قرص الاحتكاك وبعدها إلى عمود القابض ومنه إلى صندوق التروس (صندوق السرعات) عن طريق عمود القابض والذي ينتهي بترس قائد دائم التعشيق في داخل صندوق التروس.

ب) حالة الفصل : عند الضغط على دواسة القابض فان الأصابع تقوم بضغط النوابض مما يؤدي إلى إزالة الضغط عن قرص الاحتكاك لذا فان حركة المحرك تنتقل إلى قرص الضغط دون الانتقال إلى قرص الاحتكاك، الشكل (٥-١٠).



حالة الوصل : النابض القرصي يضغط على قرص الضغط

حالة الفصل : بضغط كرسي الاعتاق على النابض القرصي ويحرر قرص الضغط

الشكل ٥-١٠ : حالة الفصل وحالة الوصل في القابض القرصي الاحتكاكي.

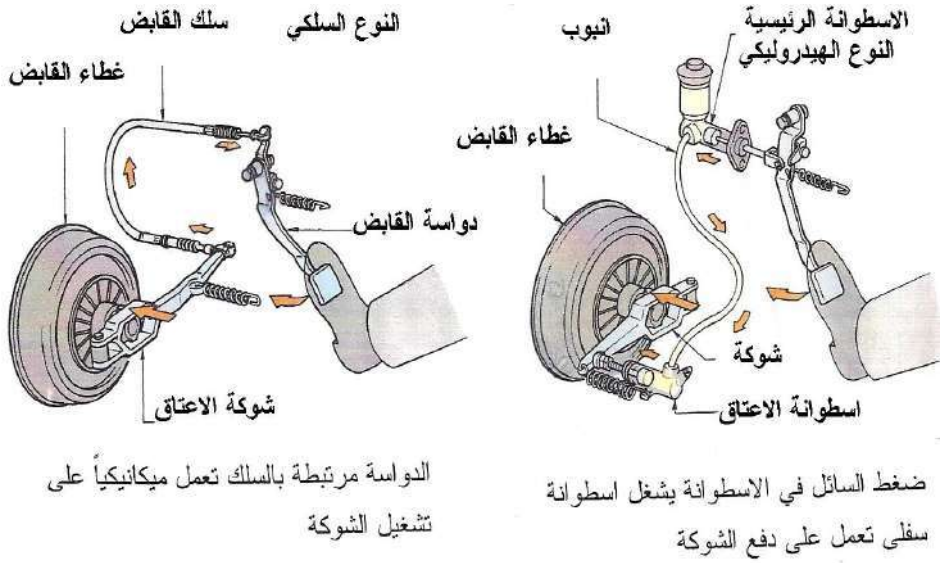
٥-٢-٥ مجموعة القابض الاحتكاكي ثنائي الأقراص

تزود اغلب الساحبات بفاصل مزدوج الغرض يتضمن قرصين للفاصل ليقوم احدهما بنقل الحركة من المحرك إلى جهاز نقل الحركة بالساحبة والآخر الى عمود مأخذ القدرة الحي عن طريق عمود قائد مجوف وبداخله عمود قائد صلب، ويبين الشكل (٥-١١) التركيب الداخلي لهذا النوع من القوابض.

الشكل ٥-١١ : مجموعة القابض الاحتكاكي ثنائي القرص.

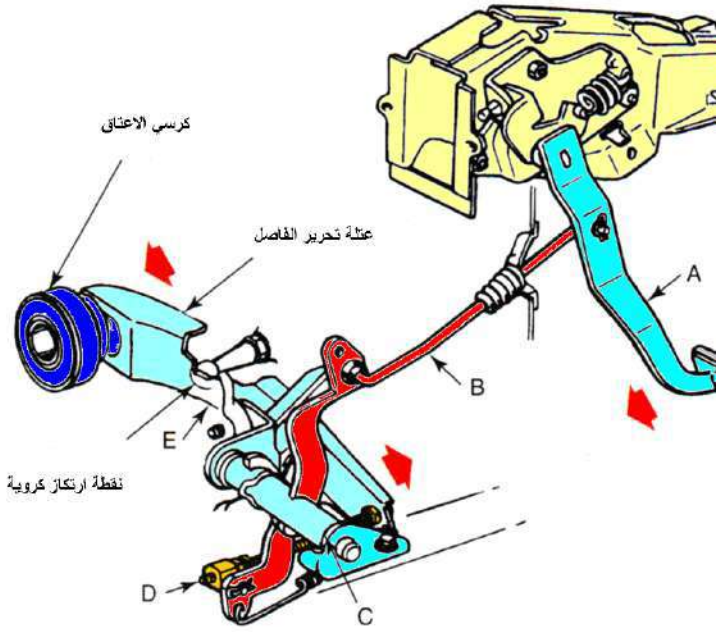
٥-٢-٦ طرائق توصيل الحركة إلى القابض القرصي Clutch Linkage

هناك عدة طرائق لإيصال الحركة من دواسة القابض إلى ذراع الدفع في القابض الاحتكاكي المفرد القرص منها الطريقة السلكية Cable Operated، إذ يعتمد سلك مرن يتحرك داخل غلاف أنبوبي، والطريقة الهيدروليكية Hydraulic Operate، وتطبق في هذه الطريقة قاعدة باسكال في نقل وتضخيم القوة، إذ يحتاج السائق إلى جهد قليل للضغط على دواسة القابض تقوم عندها مكابس بالضغط على الزيت الذي يقوم بدوره بنقل القدرة إلى مكبس يقوم بتحريك ذراع الدفع (الماشة) للوصل والفصل، الشكل (٥-١٢).



الشكل ٥-١٢ : طريقتي إيصال الحركة (السلكية والهيدروليكية).

أو يتم إيصال الحركة ميكانيكياً Mechanical Linkage باستعمال العتلات، ويبين الشكل (٥-١٣) أحد أنواع هذه الطريقة، إذ يؤدي الضغط على الدواسة (A) باتجاه الأسفل إلى دفع الجزء الدافع (B) من اجل تدوير المحور (C) مما يؤدي إلى تفعيل شوكة الفصل (E)عن طريق الجزء (D).



الشكل ٥-١٣ : آلية طريقة إيصال الحركة ميكانيكياً باستعمال العتلات.

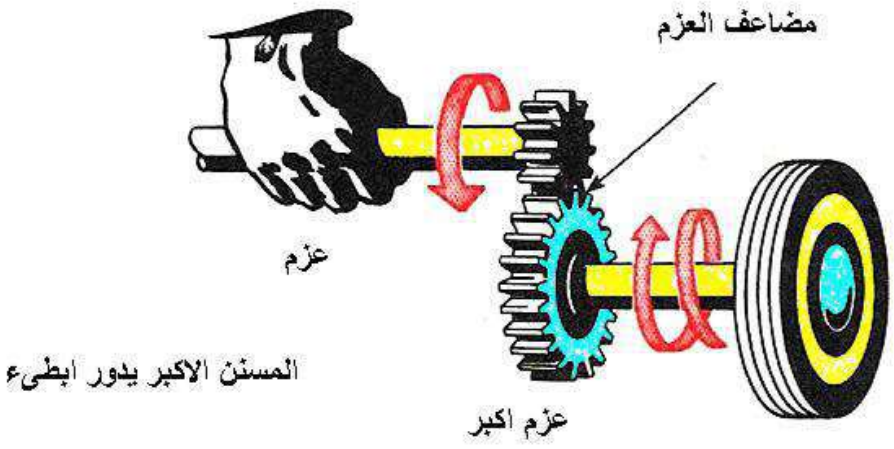
٥- ٣ صندوق السرعات Gearbox

يقوم صندوق السرعات (صندوق التروس) في الساحبة الزراعية بتحويل سرعة وعزم المحرك بما يتناسب مع ظروف العمل الفعلية، إذ يحوّل سرعة المحرّك العالية إلى سرعة العجلات الأبطأ، مع زيادة في عزم اللّي، فمثلا إذا كانت الساحبة تعمل في طريق رملي غير ممهد فان المطلوب في مثل هذه الظروف شدة عزم عالية المقدار للتغلب على مقاومات التربة الرملية مع تقليل السرعات آنذاك وذلك بتعشيق السرعة الأولى أو الثانية، أما في حالة العمل في طريق ممهد أو معبد فان مقدار العزم يكون قليلا نسبيا نظرا لقلة القوة الاحتكاكية المطلوبة لتحريك الساحبة، ويترتب على ذلك زيادة عدد لفات العجلات وبالتالي تعشيق أعلى سرعة، وفي كلا الحالتين فان صندوق السرعات هو الذي يقوم بتزويد عجلات الساحبة بالعزم والسرعة المناسبة، ويكون صندوق التروس بشكل هيكل صندوقي يضم مجموعة من التروس مختلفة الأحجام وأعمدة او محاور دوران مرتبطة مع بعضها بطريقة تتيح للمتحكم نقل الحركة من بطيئة الى متوسطة الى سريعة وكلما أصبحت الحركة بطيئة زاد قوة الدفع على العجلات، الشكل (٥-١٤).

الشكل ٥-١٤ : مقطع تعليمي في صندوق تروس الساحبة الزراعية.

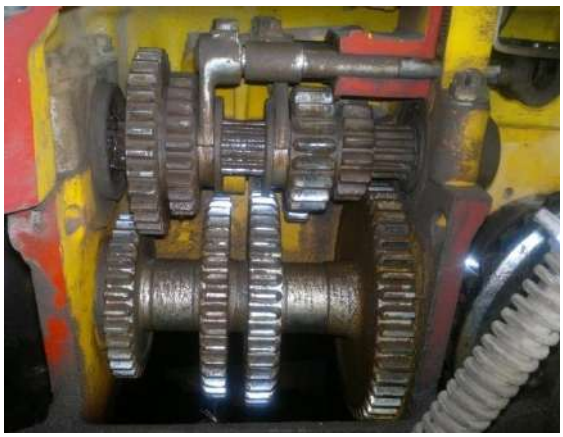
٥-٣-١ صندوق التروس العادي (اليدوي) Manual transmission

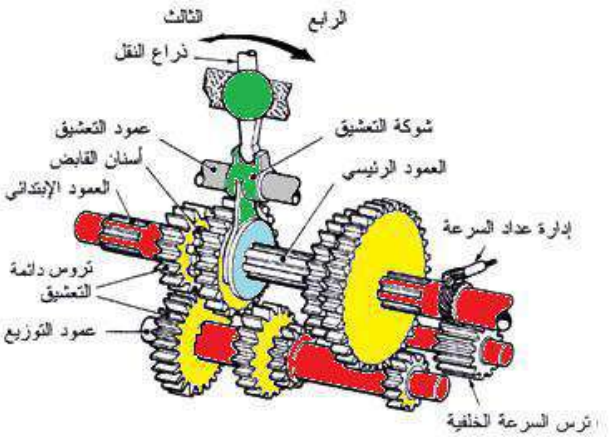
يعمل هذا النوع بآلية التعشيق اليدوية وهو واسع الانتشار ويستعمل في الكثير من المعدات والمركبات التي تحتاج الى نقل عزم كبير أثناء العمل ويتميز ببساطة التركيب وتحمل العزم والقدرة الكبيرة، ويكون على نوعين هما صندوق السرعات الانزلاقية وصندوق السرعات دائمة التعشيق، وكما مر سابقا (الفصل الثاني) في حال نقل الحركة والعزم عن طريق التروس يكون احد الترسين هو القائد إذ يتحرك بفعل مصدر الطاقة (محرك كهربائي او محرك احتراق داخلي) ونتيجة تعشيقه مع الترس المقاد والمثبت على عمود سيدور هذا العمود بنفس عدد دورات الترس المقاد، وبالتالي فان عزم المحرك يمكن نقله أو مضاعفته عن طريق المسننات إذ يتضاعف العزم بنسبة قطر الترس المقاد إلى قطر الترس القائد وهم في حالة التعشيق والحركة، أما السرعة أو عدد الدورات فتقل في هذه الحالة بالنسبة العكسية . أي انه إذا ما زاد العزم المنقول قلت عدد الدورات المصاحبة له والعكس صحيح، الشكل (٥-١٥)، ويكون على نوعين



الشكل ٥-١٥ : طريقة مضاعفة السرعة والعزم باستعمال التروس المسننة.

أ) صندوق السرعات الانزلاقية Gearbox of Sliding gears : يتميز هذا النوع بالبساطة في التركيب والسهولة في العمل والصيانة، ويتم تغيير السرعات بطريقة انزلاق المسننات والتي تكون ذات أسنان مستقيمة وتعشيقها عن طريق شوك التعشيق التي تدفع الترس الى الأمام أو الخلف إذ يتحرك الترس على عمود ذو مراود ويتم تعشيق أسنان الترس المتحرك مع أسنان الترس الدوار والمقابل له الامر الذي يؤدي الى نقل الحركة و العزم لجميع السرعات، الشكل (٥-١٦).





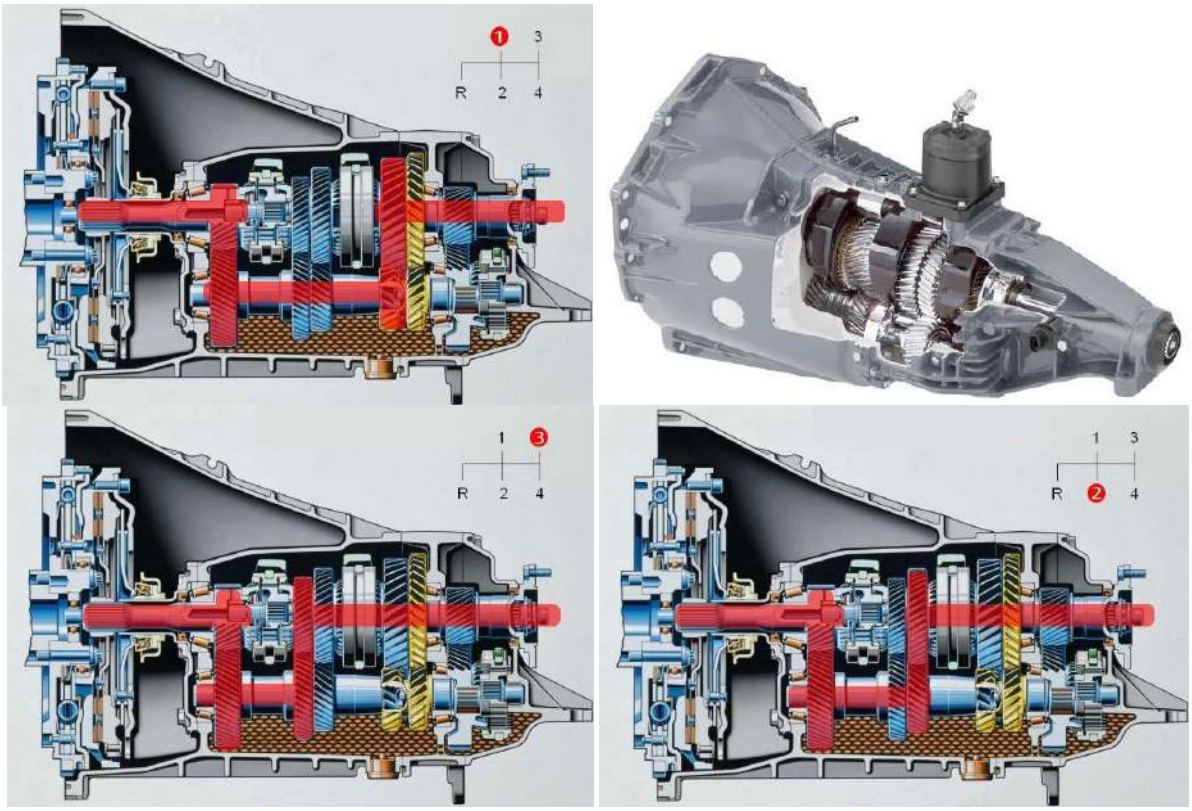
الشكل ٥-١٦ : مكونات صندوق السرعات الانزلاقي.

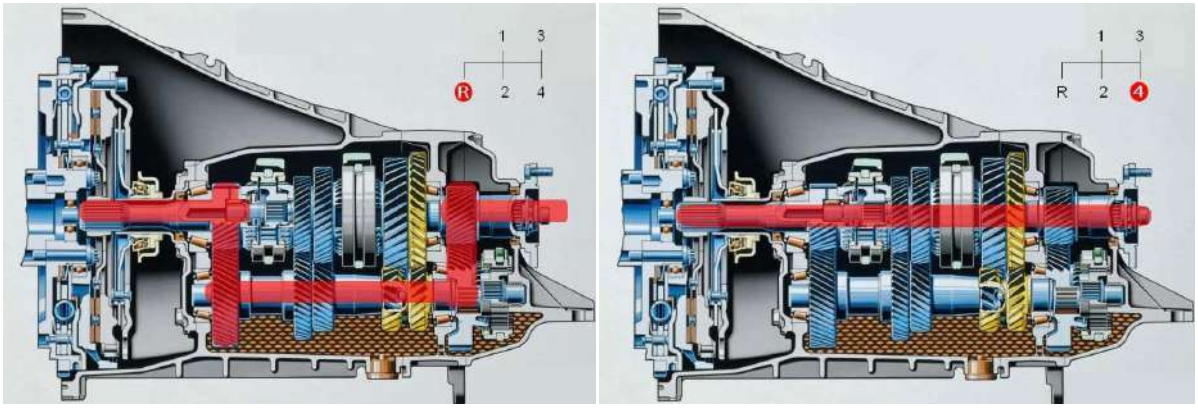
ب) صناديق السرعات دائمة التعشيق Constant Meshing Gearbox : لا يختلف هذا النوع كثيرا عن سابقه من حيث التركيب إلا في نوع التروس المسننة التي تكون أسنانها مائلة وبذلك يتعذر تحريكها للتعشيق مما يجعلها ثابتة الموقع ودائمة الدوران مع وجود أدوات تغيير السرعات فيما بينها وهي عبارة عن جلب أو حلقات انزلاقية مركبة فوق كل حلقة شوكة هلالية لتحريك الحلقة الانزلاقية أو موفقات السرعة إلى الأمام أو الخلف محققا عمليا تغيير السرعات المنشورة إذ تثبت هذه الشوكات على عمود خاص أو عمودين متوازيين يتحركان بفعل حركة ذراع تغيير السرعات بوساطة قائد الساحبة أو المعدة الزراعية في مقصورة القيادة، ويتميز هذا النوع من صناديق السرعات بنعومة الأداء وانعدام الأصوات أو خشونة التشغيل، الشكل (٥-١٧).

الشكل ٥-١٧ : صندوق سرعات ذو التروس دائمة التعشيق.

٥-٣-٢ آلية تغيير السرعات

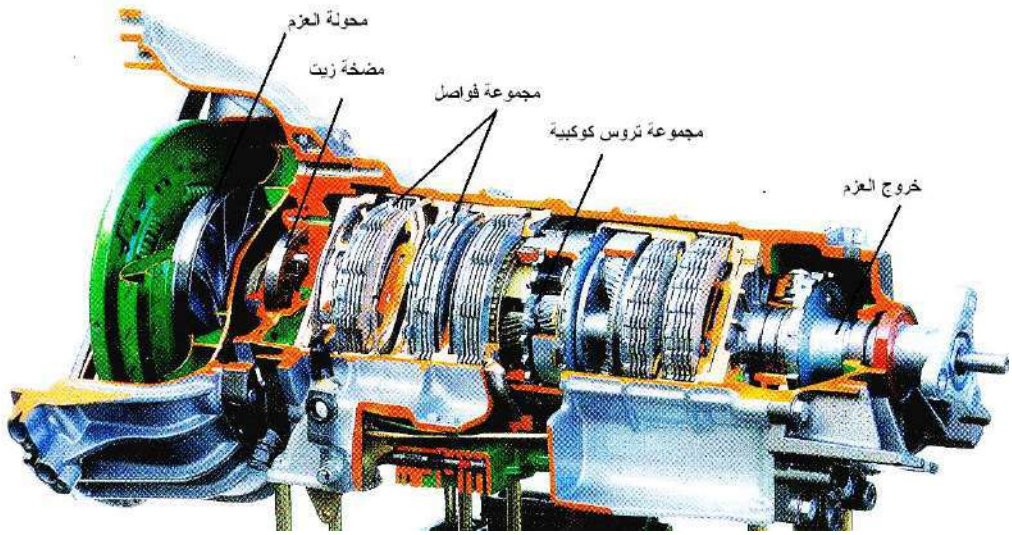
يتم نقل الحركة الدورانية من عمود إلى آخر عن طريق تروس تتداخل أسنان أحدها في فراغات أسنان الأخرى وتتلامس التروس على الأسطح الجانبية لأسنانها، وتتوقف نسبه نقل الحركة وعزم الدوران على عدد الأسنان في التروس المعشقة، ويبين الشكل (٥-١٨) التعشيق بين التروس للحصول على السرعات الأربع الأمامية وكذلك السرعة العكسية.





الشكل ٥-١٨: تعشيق التروس للحصول على السرعات المختلفة.

وحديثاً تم تصميم صندوق سرعات يعتمد على التغيير الآلي في التروس تبعاً للسرعة المطلوبة، ويبين الشكل (٥-١٩) مقطعاً في صندوق سرعات من النوع الأوتوماتيكي.

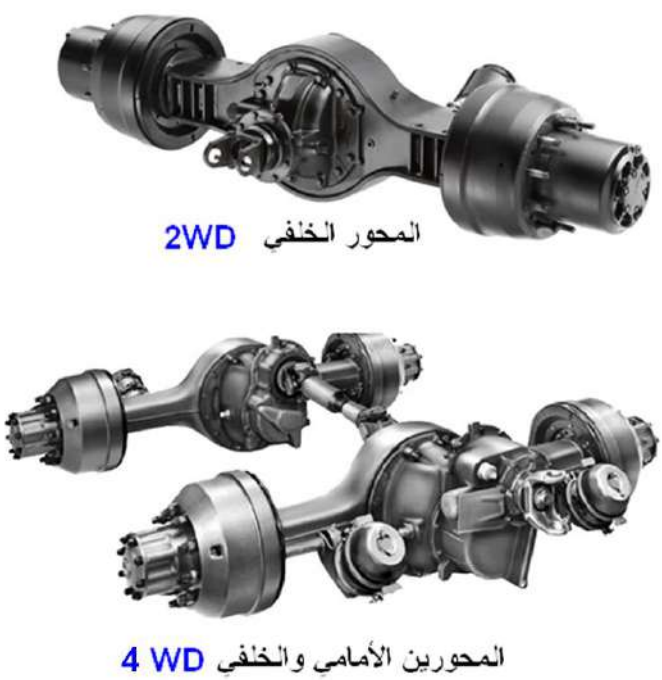


الشكل ٥-١٩ : صندوق السرعات الأوتوماتيكي.

٥-٤ الجهاز التفاضلي (الفرقي) Differential Device

احد مكونات أجهزة نقل الحركة يتم عن طريقه نقل الحركة من صندوق السرعات وتحويلها الى العجلات الخلفية للساحبة، وتخفيض السرعة على العجلات وبالتالي زيادة العزم فضلاً عن كونه يقوم بالتغيير بين سرعة العجلتين الخلفيتين عند قيام الساحبة بالاستدارة نحو اليمين أو اليسار، أو عند سير إحدى العجلتين في ارض موحلة.

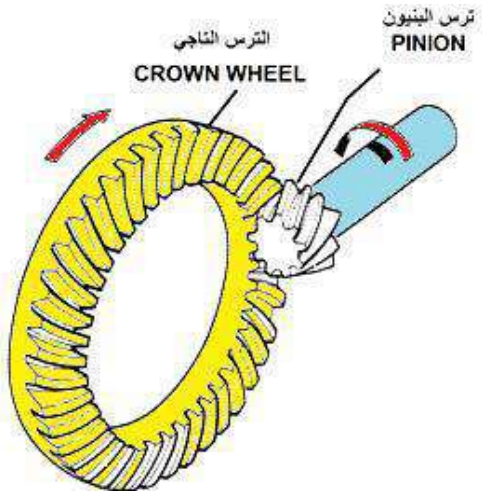
ويوجد الجهاز على المحور الخلفي للساحبة Rear Axle في الساحبات ثنائية الدفع، أو على المحور الأمامي Front Axle فضلاً عن المحور الخلفي في الساحبات رباعية الدفع، الشكل (٥-٢٠).



الشكل ٥-٢٠ : الجهاز التفاضلي مثبت على المحاور.

٥-٤-١ وظيفة الجهاز التفاضلي

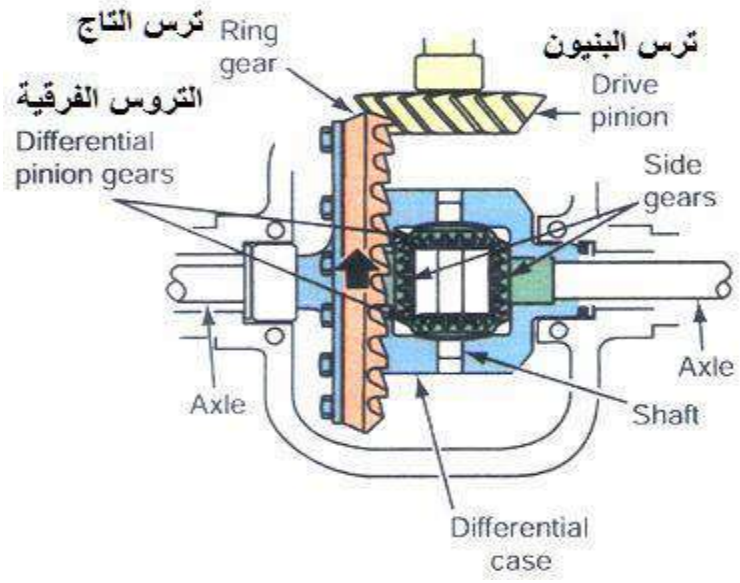
تنتقل الحركة من عمود المرفق الموجود في المحرك إلى صندوق التروس عبر جهاز الفاصل، ومن صندوق التروس وعبر عمود النقل النهائي (الكاردن) الى ترس مخروطي يدعى ترس البنيون الذي يكون معشقاً بشكل دائمي مع ترس مخروطي كبير يدعى الترس التاجي، يتم تحويل اتجاه الحركة بشكل متعامد فضلا عن تغيير نسبة عدد الدورات والتي تكون عادة بنسبة ٥ : ١، الشكل (٥-٢١).



الشكل ٥-٢١ : ترس البنيون والترس التاجي.

إضافة إلى الوظيفتين المذكورتين فان الجهاز الفرقي يقوم بوظيفة ثالثة هي إعطاء سرعة إلى إحدى العجلتين بشكل أبطأ أو أسرع مما في العجلة الأخرى وهو ما يحدث أثناء الاستدارة، إن نصفي

العمود اللذان يوصلان الحركة الى العجلتين لا يرتبطان مباشرة بالترس التاجي بل بتروس مخروطية جانبية تتعشق بدورها مع ترسين جانبيين Side Gears مركبين على محور مثبت بالغلاف المتصل بالترس التاجي Differential Case وهذا الترتيب يجعل الترسين الجانبيين يتحركان بحرية على محورهما إضافة الى دورانهما بالفضاء إذا دار الترس التاجي، الشكل (٥-٢٢).



شكل ٥-٢٢ : التركيب الداخلي للجهاز التفاضلي (الفرقي).

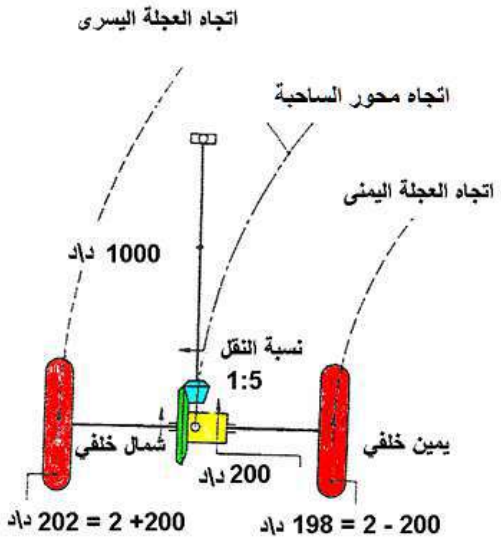
ويمكن توضيح آلية عمل الجهاز التفاضلي بالحالتين الآتيتين:

الحالة الأولى

عند سير الساحبة بطريق مستقيم، تكون المقاومة المسلطة على العجلتين الخلفيتين متساوية، لذلك يدور الترسان الجانبيان مع الترس التاجي بشكل فضائي دون الدوران حول محوريهما وبذلك ينقلان الحركة بشكل متساو إلى الترسين الجانبيين ليدورا بشكل متساوي وبالتالي انتقال الحركة الى العجلتين بشكل متساو لتسير الساحبة بخط مستقيم.

الحالة الثانية

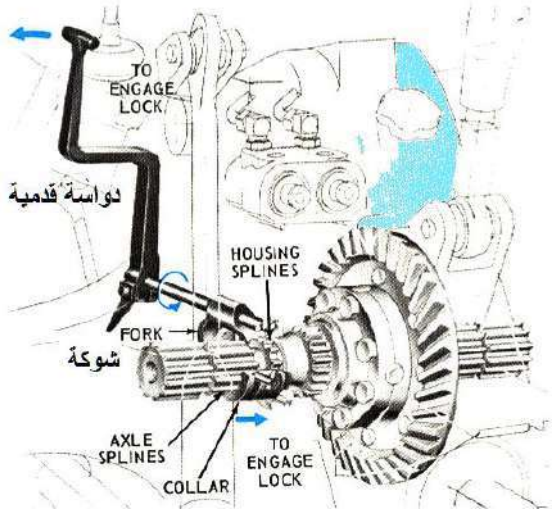
عند استدارة الساحبة الى إحدى الجهات وليكن الى جهة اليمين، فان سرعة دوران الترس الجانبي الأيمن تصبح أقل من سرعة دوران الترس الجانبي الأيسر وبذلك تزداد سرعة دوران العجلة اليسرى الذي نتج عن دوران الترسين الفضائيين يشكل فضائي مع الترس التاجي وحول محوريهما، وهذا يعني ان التروس الفضائية تدور بسرعة اعتيادية مضافا إليها دورانها حول محورها وذلك لتزيد من سرعة العجلة الخلفية اليسرى بمقدار التباطؤ الذي حصل للعجلة اليمنى، الشكل (٥-٢٣).



الشكل ٥-٢٣ : رسم تخطيطي يبين اختلاف عدد دورات العجلتين اليمنى واليسرى.

٥-٤-٢ قفل التروس الفرقية Differential Lock

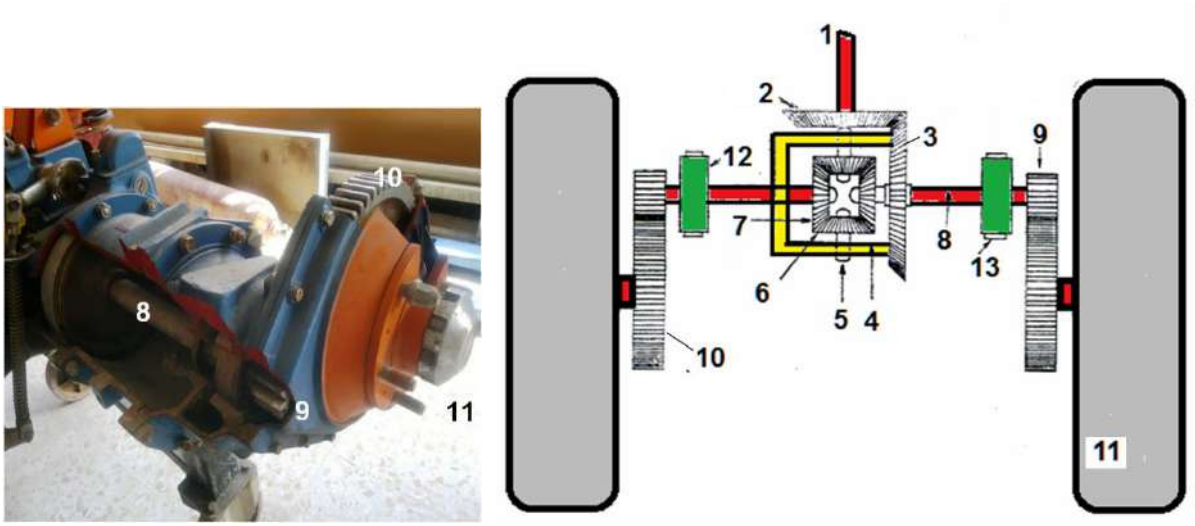
تكون وظيفة الجهاز الفرقي أحيانا ضارة وهي تزويد إحدى العجلتين بسرعة مغايرة للأخرى بحسب الاستدارة، وعلى سبيل المثال أثناء الحراثة تكون إحدى عجلتي الساحبة فوق أرض الحقل الموحلة بينما تكون العجلة الأخرى في الاخدود والتي تكون فيها المقاومة اكبر، لذلك نلاحظ إن العجلة الأولى تنزلق عند الدوران السريع وتوقف الثانية، ويؤدي ذلك الى عدم سير الساحبة، ولأجل التغلب على هذه المشكلة تزود الساحبات بقفل للجهاز الفرقي يعمل بالضغط على دواسة قدم خاصة لتجنب حدوث مثل هذا الانزلاق، الشكل (٥-٢٤)، وبذلك يتوقف عمل الجهاز الفرقي وجعل الحركة تذهب الى العجلتين الخلفيتين بشكل متساوي، وعليه يستخدم هذا القفل في حالة سير الساحبة بخط مستقيم فقط ولا يمكن استخدامه أثناء الاستدارة.



الشكل ٥-٢٤ : طريقة عمل قفل التروس الفرقية.

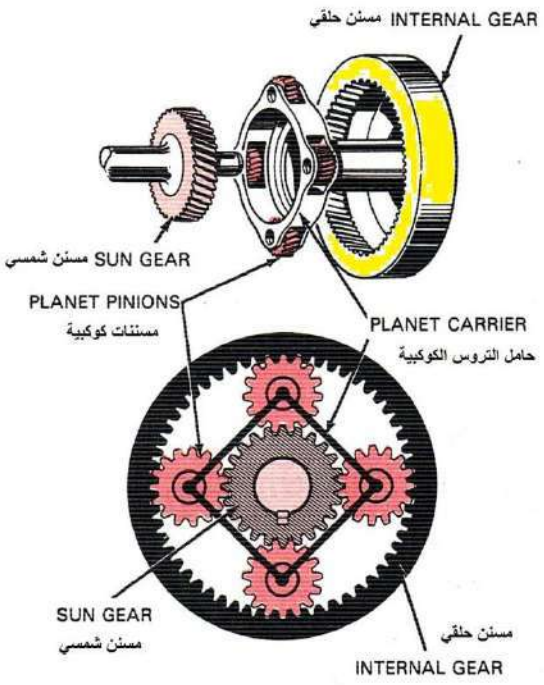
٥-٥ جهاز النقل النهائي Final Drive

يصمم صندوق سرعات الساحبة لخفض سرعة دوران المحرك المنقولة الى العجلات، كما تنخفض السرعة عند الجهاز الفرقي، فضلا عن تزويد الساحبات بوسيلة لتخفيض السرعة بعد انتقال الحركة من الجهاز الفرقي وقبل وصولها الى العجلتين الخلفيتين، عن طريق جهاز النقل النهائي لغرض زيادة عزم الدوران، الشكل (٥-٢٥)، إذ ينتهي العمود النصفي (٨) الخارج من الجهاز الفرقي بترس صغير (٩) معشق مع ترس كبير (١٠) والعمود الاخير هو العمود القائد للعجلة الخلفية (١١) وبذالك تقل سرعتها ويزداد عزم دورانها. يوضع الترسان في علبة محكمة تحتوي زيت التروس الخاص.



الشكل ٥-٢٥ : جهاز النقل النهائي :- (١) عمود النقل النهائي (٢) ترس البنيون (٣) مسنن تاجي (٤) غلاف (٥) محور (٦) ترس فضائي (٧) ترس جانبي (٨) نصف عمود (٩) ترس النقل النهائي القائد (١٠) الترس المقاد (١١) العجلة الخلفية (١٢) اسطوانة الموقف (١٣) حزام الموقف.

توجد طريقة أخرى لتخفيض السرعة في جهاز النقل النهائي عن طريق استعمال التروس الكوكبية إذ تنتقل الحركة من الجهاز الفرقي الى وحدة تروس كوكبية تدور محاورها حول مركز مشترك لتنقل هذه الوحدة الحركة الى العجلة الخلفية، الشكل (٥-٢٦)، وتعمل هذه الطريقة بتخفيض السرعة كما في الطريقة السابقة عند استعمال التروس الاسطوانية.



الشكل ٥-٢٦ : التروس الكوكبية لتخفيض السرعة في جهاز النقل النهائي.

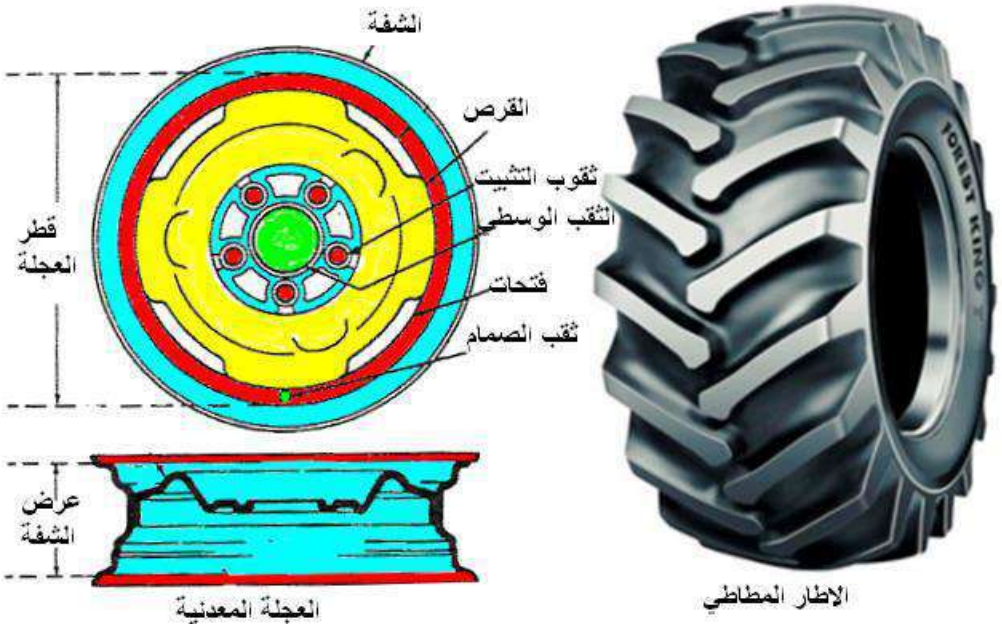
٥-٦ العجلات والإطارات Wheel and Tires

تعرف قوة الشد بأنها القوة اللازمة لسحب الماكينة الزراعية فوق التربة، إذ توجد علاقة طردية ومباشرة بين قوة الشد وانزلاق عجلات الساحبة الزراعية، وإن انزلاق عجلات الساحبة الزراعية القائدة (ثنائية الدفع) يؤدي إلى هدر كبير في القدرة للساحبات ذات العجلات، خاصة، إن نسب انزلاق عجلاتها قد تزيد على ١٥ % عند انجاز الأعمال الزراعية التي تتطلب قدرة كبيرة مثل الحراثة في حين تبلغ نسبة الانزلاق بساحبات الدفع الرباعي ٥ % والتي تعد مقبولة نسباً يحسب ظروف التربة، ولا يمكن التخلص من انزلاق العجلات نهائيا في أثناء الحراثة بل من الممكن تقليل هذا الانزلاق إلى الحد الأدنى من خلال عدة طرائق منها إضافة الأوزان على الساحبة والعمل على سرعات عالية واستخدام أنواع معينة من العجلات.

تتنوع الإطارات المطاطية بحسب استعمالها فالإطارات الصماء أو المصمتة تستعمل عادة في الآلات الصناعية وتتكون من كتلة واحدة من المطاط، في حين تكون إطارات الهواء المضغوط أما مجهزة بأنبوب مطاطي مرن Tube Type يملأ بالهواء تحت ضغط معين تحيط به عجلة مطاطية سطحها الخارجي يلامس سطح الأرض، أو تكون من دون الأنبوب المطاطي Tubeless تملأ بالهواء مباشرة، إذ يركب كل من الأنبوب والإطار على العجلة (الطوق الحديدي) ليعملا كوسادة بين الطريق والعجلات.

وتقوم وحده تسيير الساحبة المدولبة (ذات دواليب أو إطارات Tires) بتحويل الحركة الدائرية للعجلات القائدة إلى حركة مستقيمة لتسيير الساحبة الزراعية، وتتكون وحدة تسيير الساحبة من العجلات القائدة (الخلفية) وعجلات الاستدارة المقادة، ويجب إن تمتاز وحده تسيير الساحبة بصفة التماسك الجيد بين سطح الإطارات والتربة وبأقل ما يمكن من فقدان القدرة بسبب الانزلاق.

إن العجلات شائعة الاستعمال في الساحبات هي من نوع القرص الفولاذي ذو الوسط المقعر، إذ يصنع هذا النوع من مقطعين، الجزء الخارجي ويكون حافة العجلة والجزء الوسطي والذي يثبت إلى حافة العجلة الوسطى بواسطة لحام النقطة أو البرشام. الجزء الوسطي يحتوي على ثقوب تستعمل لتثبيت العجلة ويكون مقعراً للسماح بخلع الإطار المطاطي، ويبين الشكل (٥-٢٧) العجلة المعدنية والإطار المطاطي الذي يركب حولها.



الشكل ٥-٢٧ : الإطار المطاطي والعجلة المعدنية للساحبة الزراعية.

٥-٦-١ أصناف وحدة السير المدولبة

تصنف وحده تسيير الساحبة المدولبة الى :-

١- وحدة تسيير بعجلتين قائدة خلفية وعجلتين مقادتين أماميتين، الشكل (٥-٢٨).

الشكل ٥-٢٨ : ساحبة بعجلتين قائدة خلفية.

٢- وحده تسيير بعجلتين قائدتين خلفية وعجله مقادة واحدة أمامية أو عجلتين مقادتين أماميتين متقاربتين من بعضها (ساحبه ثلاثية)، الشكل(٥-٢٩).

الشكل ٥-٢٩ : ساحبة ثلاثية.

٣- وحده تسيير بأربع عجلات قائدة، Wheel Drive ٤ ويستعمل هذا النظام في ساحبات الإغراض العامة، الشكل (٥-٣٠)، ويظهر البروز (Lugs) على سطح الإطارات الخارجية الذي يساعد على زيادة تماسك الإطار مع الأرض.

الشكل ٥-٣٠ : ساحبة زراعية ذات أربعة عجلات قائدة.

وقد تكون الإطارات مزدوجة في كل محور للساحبات الثقيلة ذات الاستخدامات التي تتطلب قدرات عالية، الشكل (٥-٣١).

الشكل ٥-٣١ : ساحبات ثقيلة.

تتكون الإطارات المطاطية الزراعية القطرية Radial من عدة طبقات على المحيط الجانبي مرتبة لتصنع زاوية قائمة مع محور الرأسي (في اتجاه قطر الإطار) فضلاً عن تزويدها بطبقة أو أكثر تحت المداس بزاوية ٣٠° مهمتها تكوين حزام حول الإطار يؤدي لزيادة جساءته في الاتجاه العرضي الذي يقاوم عملية الدوران في حين تتركب الإطارات الحزامية (المسلحة Forced) كما في القطرية مع تجهيزها بأحزمة تحت المداس من الأسلاك الفولاذية أو الأنسجة لزيادة صلادة الإطار وتقوية بنيته الداخلية، وتتراوح عدد الطبقات النسيجية التي يتكون منها جسم الإطار ٦-٨ طبقات.

وضغط الهواء داخل الإطارات القائدة تتراوح بين ١.٥-١ kg/cm^2 وعند عملية الحراثة يكون الضغط ١kg/cm^2 لزيادة التماسك بين الإطار وسطح التربة لزيادة المساحة السطحية للإطار لسطح التربة وبالتالي زيادة السحب وقلة الانزلاق، وبعد الانتهاء من الحراثة يرفع ضغط الهواء إلى ١.٥kg/cm^2، أما الإطارات المقادة (الأمامية) فتحتوي على أضلاع (Ribs) موجودة على المحيط الخارجي للإطار، الشكل (٥-٣٢)، صممت كلاهما لإغراض متخصصة لغرض سير الساحبة وموازنتها واستقامتها.

الشكل ٥-٣٢ : الأضلاع على العجلة المقادة الأمامية.

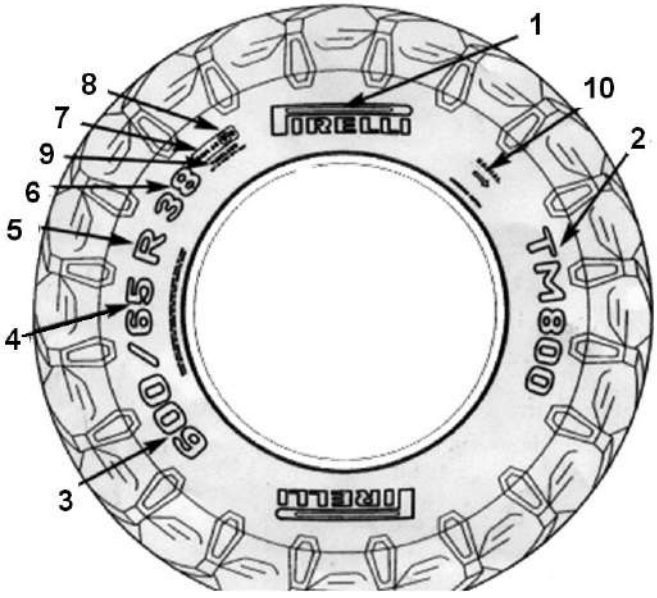
٥-٦-٢ مكونات الإطار

يتكون الإطار من المداس Tread، وهو الجزء الملامس من الإطار لسطح التربة، الشكل (٥-٣٣)، يكون هذا الجزء على كل عرض الإطار، بشكل بروزات من المطاط الموجودة على سطح الإطار الخارجي تغرز في التربة لتدفع الساحبة إلى الأمام، أما الطبقات النسيجية Body Plies فتكون الجسم الأساسي للإطار بشكل طولي مدعمة بأنسجة أخرى بزاوية ميل معاكسة للأولى لغرض مقاومة الصدمات والتلف التي يتعرض لها الإطار وتكون تلك الطبقات النسيجية تحت المداس المطاطي تسهل انبعاجه سهل وتجعله يتحمل الصدمات، يحددها حافة الإطار Rim الذي قد يكون مدعماً بمجموعة أسلاك ناعمة ويتغلغل هذا الجزء في مجرى حافة العجلة المعدنية.

الشكل ٥-٣٣ : مقطع في الإطار القائد للساحبة الزراعية.

٥-٦-٣ أحجام الإطارات ومقدار ضغط الهواء

سلسلة من الأعداد والرموز المعروفة بالعلامات Markings استعملت كنظام عالمي للتعريف ببنية الإطارات ومواصفاته بشكل دقيق، إذ تقوم الشركات المنتجة للإطارات المطاطية بكتابة المعلومات الدالة على قياس الإطار، الموديل، سنة الصنع، أقصى حمل، ضغط الهواء، عدد الطبقات، حد السرعة، حد التآكل، ويعطي الشكل (٥-٣٤) مثالاً عن تلك العلامات كما تظهر على إطار ساحبة زراعية.



الشكل ٥-٣٤: العلامات على إطار ساحبة زراعية.

ويبن الجدول (٥-١) توصيف لتلك العلامات.

الجدول ٥-١ : رموز العلامات على الإطارات.

اسم الشركة الصانعة	١	PIRELLI
اسم المنتج	٢	TM٨٠٠
عرض المقطع (mm)	٣	٦٠٠
النسبة بين الارتفاع الجانبي وعرض المقطع	٤	٦٥
إطار ذو بناء شعاعي (قطري)، قسم من الإطارات تحمل علامة بديلة عن الحرف (R) مثل (٢٦-١.٢٣)	٥	R
قطر حافة الإطار Rim	٦	٣٨
سعة الحمولة	٧	١٥٧
رمز السرعة – وله علاقة بمقدار الحمولة	٨	A٨
الإطار بدون أنبوب، أما مع وجود الأنبوب فلا يكتب شيء	٩	Tubeless
يشير السهم إلى الاتجاه الذي يدور فيه الإطار في الساحبة تحت شروط العمل الطبيعية.	١٠	←
عرض المقطع (in)		٧.٥٠

وهناك علاقة طرديه بين عدد طبقات الإطار وضغط الهواء، فكلما زادت عدد الطبقات للإطار تطلب زيادة ضغط الهواء في داخله، ونلاحظ ذلك في العجلات الأمامية ذات الطبقات النسيجية الأكثر (تصل إلى ١٢ طبقة) فيكون ضغط الهواء فيها بحدود ٢-٢.٥kg/cm^2

فمثلا :- حجم أطار الساحبة القائد تقرأ على جانبه الرموز التالية:

١٦.٥/١٤ – ٣٨ - ٦PR. ←

وتعني أن ألعجلة الحديدية (Steel Wheel) تلائم عرض الإطار ١٦.٥ in أو ١٤ in، ويمثل ٣٨ in قطر العجلة الحديدية أو قطر الإطار، و ٦PR عدد طبقات الإطار، وحركه دوران العجلة باتجاه السهم.

٥-٦-٤ تحسين السحب للساحبة الزراعية

لتحسين صفه الساحبة على زيادة الاحتكاك مع سطح الأرض تزود دواليب العجلات المطاطية بأثقال، كأن يملأ تجويف الأنبوب الداخلي للعجلة بالماء لنصف أو ثلاثة أرباع حجمه، أو تزود العجلات بنصف سرفة من المطاط، أو بسلاسل حول محيطها الخارجي، الشكل (٥-٣٥).

الشكل ٥-٣٥ : بعض طرائق تحسين خاصية السحب والتماسك.

إن جعل مقدار ضغط الهواء في الإطار الخلفي عند الحد المقرر في العمل الحقلي يعني تكبير مساحة بروزات الإطار الملامسة للتربة وزيادة عددها ثم زيادة سطح التلامس وبالتالي تحسين مقدرة الساحبة على السحب أما الضغط العالي الأكثر من (١Kg\cm^{٢}) فيؤدي إلى تقليل المساحة الملامسة والذي يزيد من الانزلاق، أما الضغط المنخفض عن المقرر (اقل من ٠.٥ Kg \cm^{٢}) فانه يؤدي إلى سرعة تلف الإطار نتيجة الانبعاج المتتالي لجدار الإطار أثناء سير الساحبة، كما انه يؤدي الى تحرك الأنبوب المطاطي الداخلي حول العجلة الحديدية وبالتالي سحب أو خلع صمام ملء الأنبوب الداخلي، وتثبيت أثقال حديدية على العجلة الحديدية على هيئة أقراص دائرية قد يبلغ وزن الواحد منها حوالي ٥٠ Kg، الشكل (٥-٣٦)، ويبلغ عددها من ثلاثة إلى أربعة للعجلة الواحدة، فضلا عن تعليق الأثقال في مقدمة الساحبة لزيادة ثباتها.

الشكل ٥-٣٦ : تثبيت أثقال إضافية على العجلة الأمامية للساحبة.

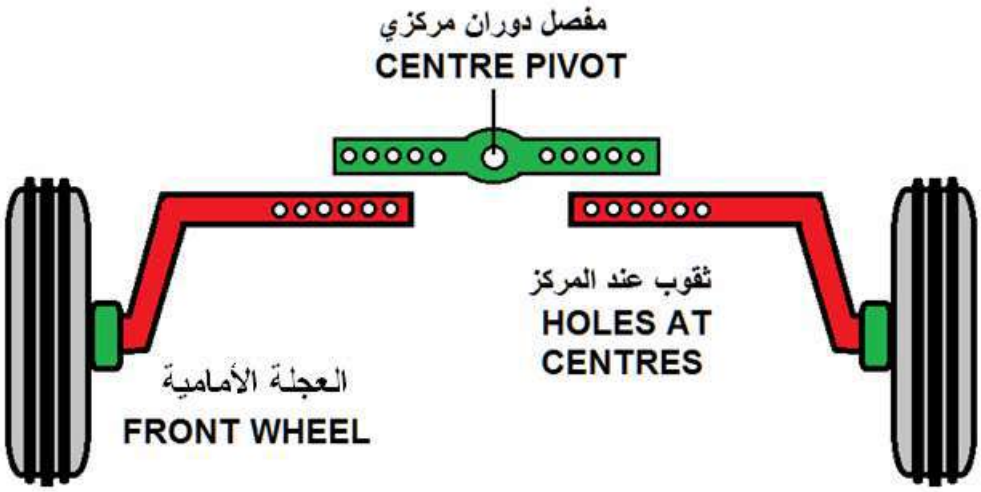
٥-٦-٥ صيانة إطارات الساحبة الزراعية

يجب أجراء فحص يومي لمقدار ضغط الهواء في الإطارات بحسب ما موضح في كتيب تشغيل الساحبة، وعند تركيب الإطار المطاطي على العجلة الحديدية من الواجب الانتباه والتأكد من إن حركة دوران العجلة القائدة باتجاه دوران السهم الموجود على جانب الإطار أو أن البروز على ظهر الإطار القائد بشكل الحرف (V) عند حركه الساحبة إلى الأمام، الشكل (٥-٣٧)، وقد يحدث ذلك الاختلاف عند استبدال الإطار الأيمن بدلاً عن الأيسر أو بالعكس، أو عند إصلاح العجلة أو تركيب إطار جديد.

الشكل ٥-٣٧ : اتجاه أخاديد إطار السحب.

٥-٦-٦ مواضع عجلات الساحبة Front Wheel Position

لتحقيق المسار الملائم للساحبة بحسب المسافات بين خطوط النباتات المختلفة، يصنع المحور الأمامي للساحبة من ثلاث قطع مثقبة لتسمح بتغيير واختيار المسافة بين العجلتين الأماميتين بربط هذه الثقوب إلى بعضها، الشكل (٥-٣٨)، ويلاحظ وجود مفصل دوران عند منتصف القطعة الوسطية (مفصل دوران مركزي) ليسمح بحرية حركة المحور الأفقي للعجلات الأمامية، أما العجلتان الخلفيتان فيمكن تغيير عرض مسارهما عن طريق تثبيت قرص العجل الحديدي المقصر بالبراغي بمواضع مختلفة بالعروة الملحومة على السطح الداخلي لحلقة العجل الحديدي الذي يركب عليها الإطار كما يمكن تغيير تلك المسارات عند قلب موضع قرص العجل الحديدي.



الشكل ٥-٣٨ : طريقة تمديد المسافة الفاصلة للعجلات الأمامية في الساحبة.

٥-٧ الموقفات (المكابح) Brakes

تعد الموقفات من الأنظمة الموجودة في الساحبة الزراعية إذ أن سلامة العاملين تعتمد على التشغيل السليم للنظام، مما يستوجب أن يكون مستخدم الساحبة على دراية بأجزاء منظومة الكبح، والموقفات وسيلة لتحويل الطاقة الحركية للساحبة الزراعية الى طاقة حرارية عن طريق الاحتكاك الذي يحصل في عجلات الساحبة، وللموقفات (المكابح) ثلاث وظائف في الساحبات الزراعية هي:-

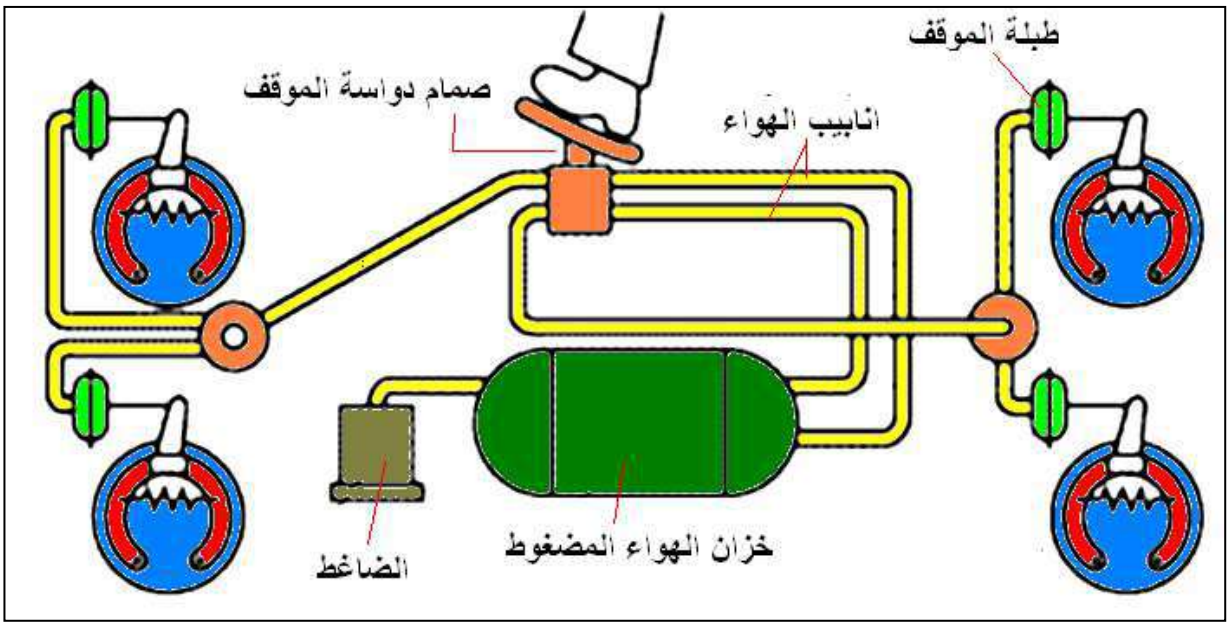
١. تقليل سرعة الساحبة ومن ثم إيقافها.
٢. الحفاظ على ثبات سرعة الساحبة عند نزول المنحدرات.
٣. تثبيت الساحبة عند وقوفها على طريق منحدر.

وأثناء عملية الكبح (الفرملة) يحدث تغيير في الطاقة الحركية إذ يؤدي الاحتكاك لانخفاض في الطاقة الحركية وزيادة الطاقة الحرارية وهذه الطاقة تنتقل الى أجزاء الموقفات الثابتة والمتحركة ومن

ثم إلى الجو، إلاّ أن الارتفاع الشديد فيها ينتج عنه تلف أجزاء الموقفات وبالخصوص بطانات الاحتكاك.

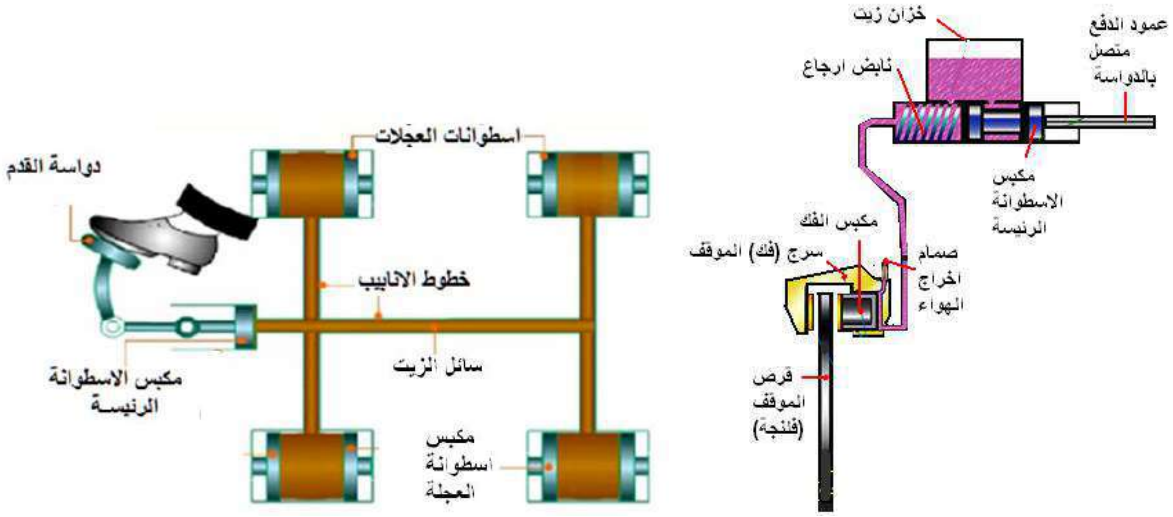
يمكن تقسيم الموقفات بحسب نظام نقل القدرة إلى نوعين رئيسين هما الموقفات التي تعمل بقوة الهواء المضغوط والموقفات التي تعمل بقوة الزيت.

الموقف الهوائي : يستعمل عادة في المركبات الثقيلة ويعتمد في عمله على الهواء المضغوط لتوليد القوة اللازمة لإيقاف الساحبة الزراعية ويسيطر السائق على مرور الهواء المضغوط عن طريق دواسة الكابح إلى العجلات التي تحوي اسطوانات يتوسطها غشاء ونابض تحوّل ضغط الهواء إلى حركة ميكانيكية لإيقاف الساحبة الزراعية، ويتم توليد الهواء المضغوط عن طريق ضاغط يستمد الطاقة من المحرك، الشكل (٥-٣٩).



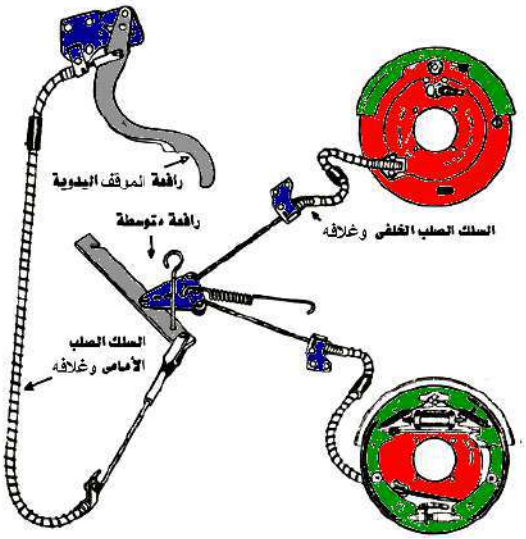
الشكل ٥-٣٩ : أجزاء وطريقة عمل منظومة الموقف الهوائي.

الموقف الزيتي (الهيدروليكي): يستعمل زيت الموقفات لنقل القوة من قدم السائق عبر عمود متصل بدواسة القدم إلى العجلات، إذ تتم مضاعفة قوة القدم بتغيير حجم المكبس الدافع للزيت ومكبس أحذية الموقف عبر فك الموقف للعجلة الأمامية، واسطوانة العجلة الخلفية، ويبين الشكل (٥-٤٠) مخططات لتصميم منظومة الموقف الزيتي وتوزيع الأنابيب الناقلة لزيت الموقفات.



الشكل ٥-٤٠ : طريقة عمل وتوزيع الأنابيب في أنظمة الموقفات الزيتية (الهيدروليكية).

في حين تقسم الموقفات بحسب الاستعمال على نوعين هما الموقف ألقدمي ويعمل باستعمال دواسة القدم، إذ يؤدي إلى توقف الساحبة أو أبطاء حركتها، والنوع الثاني هو الموقف اليدوي (الموقف الجانبي) إذ يعمل أما بالقدم أو باليد والذي يبقي الساحبة في حالة توقف عند استخدامه، الشكل (٥-٤١).



الشكل ٥-٤١ : منظومة الموقف الجانبي الذي يعمل عن طريق دواسة القدم (الجانبية).

٥-٧-١ الاحتكاك في موقّف الساحبة

تكون المواد المستخدمة في صناعة بطانات (أحذية) الموقفات القرصية أصلب من المواد المستخدمة للمكابح الانفراجية لأن مساحة الاحتكاك في النوع الأول أقل، فضلاً عن أن الضغط عليها يكون أكبر، وتستعمل مادة الاسبستوس كاختيار أفضل في أن تكون بطانات احتكاكية لكونها ذات خواص احتكاكية جيدة وعمر تشغيلي طويل ولكنها ذات مخاطر صحية وبيئية مما أدى إلى إنهاء استخدامها واستعمال مواد أخرى كالمواد العضوية أو شبه المعدنية أو مواد مخلقة (مواد مركبة).

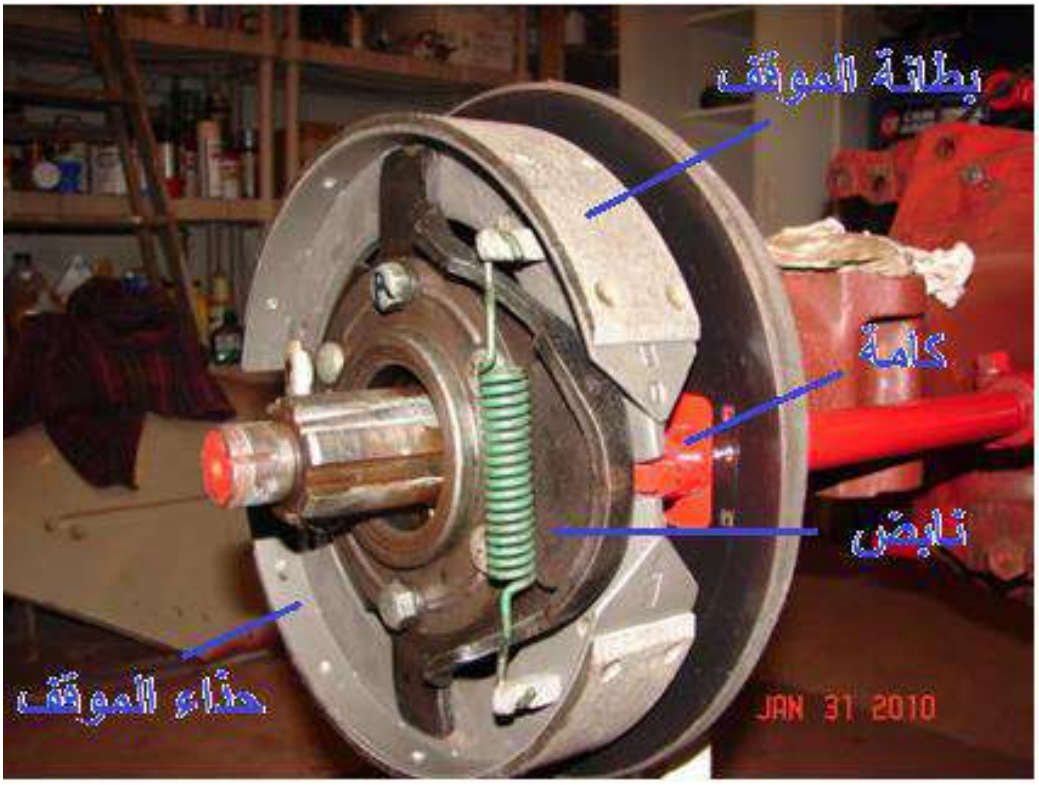
الأساس الذي تعمل به جميع هذه الأنواع يتلخص في وجود مكون واحد أو عدة مكونات ثابتة تتحرك بفعل ميكانيكي لتلامس مكونا متحركا، وتبطن هذه المكونات الثابتة بمادة تتحرك بفعل ميكانيكي لتلامس مكونا متحركا وتبطن هذه المكونات الثابتة بمادة معامل احتكاكها عال وقوية مشابه لتلك المستعملة في قرص الفاصل، فعندما يوجه ضغط على الجزء الثابت فانه يتحرك ليلامس الجزء المتحرك وعندها يحدث التوقف .

٥-٧-٢ انواع الموقفات بحسب آلية العمل

١. **النوع المتقلص من الخارج :** يثبت الجزء المتحرك على العمود القادم من الجهاز الفرقي، فعند تحريك عتلة الموقف اليدوية فأنها تعمل على دفع طوق الموقف الثابت المبطن بطبقة احتكاكية نحو الداخل لتطبق على الاسطوانة الدوارة ويحدث التوقف نتيجة الاحتكاك بين الأسطح المتلامسة، الشكل (٥-٤٢).

الشكل ٥- ٤٢ : الموقف المتقلص من الخارج.

٢. **النوع المتمدد من الداخل :** وتدعى بالموقفات الانفراجية، وفي هذا النوع يوجد حذاءان للتوقف يتحركان نحو الخارج بواسطة آلية تعمل بدواسة القدم، ويحيط بهذين الحذاءين اسطوانة الموقف (فلنجة) المثبتة بالعمود المتحرك الذي يحرك العجلة، فعند دوران العجلة أثناء سير الساحبة تدور معها اسطوانة الموقف، وبعد الضغط على دواسة الموقف فان عتلة الموقف تدور لتدفع الحذائين المتصلين مفصليا من الأسفل إلى الخارج ليلامسا اسطوانة الموقف من الداخل لتوقف، الشكل (٥-٤٣).



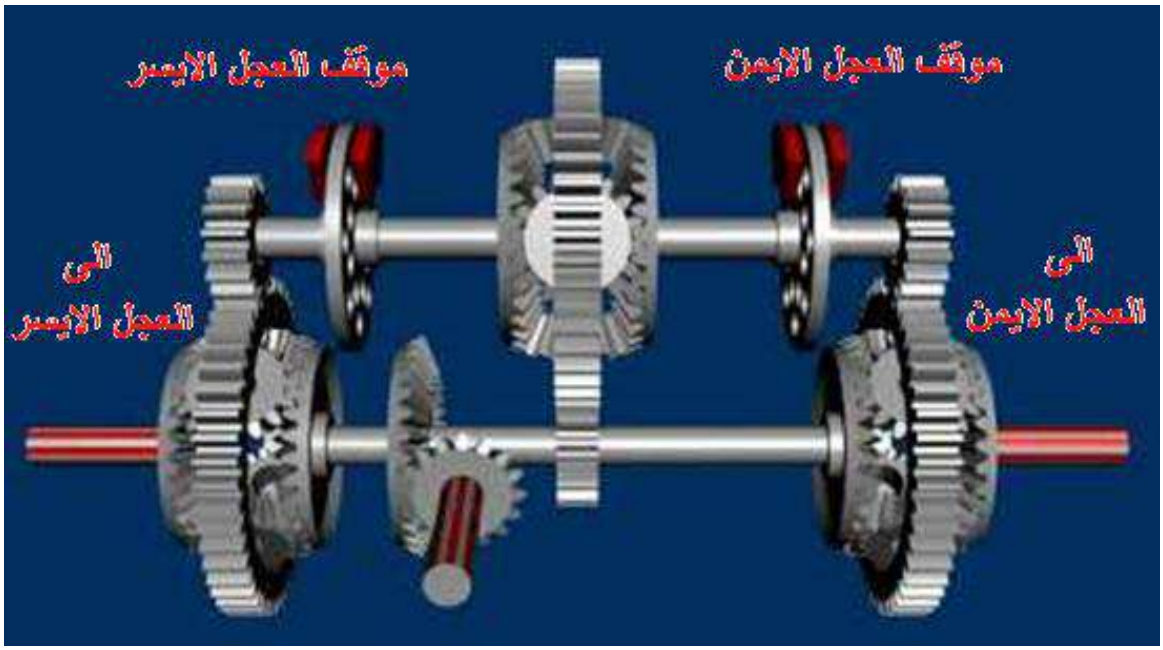
الشكل ٥-٤٣ : الموقف المتمدد من الداخل.

٣. **الموقف القرصي :** يستعمل قرصان احتكاكيان محززان من الداخل (أو قرص واحد)، وتتعشق تحززاتها مع تحززات العمود المتحرك القادم من الجهاز الفرقي، وعليه فأنهما يدوران بدوران ذلك العمود، وهذا الترتيب يسمح بإمكانية حركة القرصين جانبيا عند الحاجة كما يحتوي الموقف على لوحين متحركين عن طريق دواسة القدم فضلا عن وجود قرصين ثابتين يشكلان الجوانب الداخلية لبيت الموقف. ان تشغيل هذا الموقف يتم عن طريق دفع اللوحين المتحركين نحو الخارج لمنع قرصي الاحتكاك من الدوران الذي يؤدي إلى توقف العمود القائد لعجلة الساحبة، الشكل (٥-٤٤).

الشكل ٥-٤٤ : الموقف القرصي.

٥-٧-٣ الموقف المستقل أو الانفرادي

عند استعمال الساحبات في الأعمال الحقلية مثل الحراثة أو العزق بين صفوف النباتات، يكون من الضروري توفير المقدرة لها للاستدارة الحادة عند نهاية كل خط وذلك لصغر الحيز المتروك لهذا الغرض، وللمساعدة في تحقيق ذلك فمن المعتاد تشغيل الموقف لإحدى العجلتين بشكل مستقل عن الأخرى، فعند الضغط على دواسة الموقف اليمنى سوف تتوقف حركة العجلة اليمنى وعندها تدور الساحبة إلى الجانب الأيمن بحدة متمركزة بالدوران على العجلة اليمنى المتوقفة مع دوران العجلة اليسرى ، وبذا تتحقق الاستدارة الحادة لصغر نصف قطر الدوران، الشكل (٥-٤٥).



الشكل ٥-٤٥. الموقف المستقل أو الانفرادي.

يمكن تشغيل جهازي التوقف بشكل منفرد أو يمكن ربط الدواستين مع بعضهما عن طريق عتلة ربط صغيرة وعندها يمكن ضغطهما بشكل مجمع لتوقف العجلتين في آن واحد ، وتستعمل هذه الطريقة عند التنقل على الطرق .

٨-٥ أسئلة الفصل

١. عرف القابض وبين الأغراض من استعمالاته.
٢. عدد أنواع القوابض (المكابح) بحسب نظرية عملها.
٣. ما أنواع القوابض الاحتكاكية الميكانيكية؟ عددها مع توضيح كل نوع.
٤. صف كل من القوابض الكهرومغناطيسية، القوابض التي تعمل بالقوة الطاردة المركزية، والقوابض الهيدروليكية.
٥. مم يتكون القابض القرصي الاحتكاكي المفرد؟
٦. وضح آلية عمل القابض القرصي الاحتكاكي في حالتي الوصل وحالة الفصل.
٧. مع توضيح طرائق توصيل الحركة إلى القابض.
٨. ما وظيفة صندوق السرعات في المركبات الزراعية.
٩. يستعمل نوعان من صناديق السرعات (التروس) اليدوية وبحسب شكل أسنان تروسهما، وضح الفرق بينهما عند تغيير السرعات.
١٠. وضح وظيفة الجهاز التفاضلي، مبينا مبدأ عمل الجهاز ووظائفه الثلاثة.
١١. وضح آلية عمل الجهاز الفرقي عند سير المركبة بطريق مستقيم وعند الاستدارة، ومتى يتم قفل التروس الفرقية؟
١٢. ما فائدة جهاز النقل النهائي في المحور الخلفي للساحبة؟
١٣. اذكر أربعة رموز (علامات) ومدلولاتها المثبتة عادة على الإطارات.
١٤. اذكر أهمية ضبط ضغط هواء الإطارات في الساحبات الزراعية، وكيف يمكن زيادة قوة تماسك إطاراتها مع الأرض؟
١٥. للموقفات (المكابح) ثلاث وظائف في الساحبات الزراعية، عددها مع توضيح ما الذي يحدث للطاقة الحركية عند عملية الكبح.
١٦. يمكن تقسيم الموقفات بحسب نظام نقل القدرة إلى نوعين رئيسين، اذكرهما مع توضيح نظرية عمل كل منهما.
١٧. ما أنواع الموقفات المستعملة في الساحبات بحسب آلية العمل؟ مع توضيح موقع المادة الاحتكاكية لهذه الأنواع الثلاثة.