المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

ميكانيك المركبات

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الفصل الدراسي الأول
الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

إعداد
وزارة التربية والتعليم

بالتعاون مع
الوكالة الكورية للتنمية الدولية KOICA
والوكالة الألمانية للتعاون الدولي GIZ

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف: 8-4117304/5 ، فاكس:4637569 ، ص.ب: 1930، الرمز البريدي:11118،
أو على البريد الإلكتروني: VocSubject.Division@ moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/21)، تاريخ 2020/5/4، بدءًا من العام الدراسي 2021م/ 2022م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان – الأردن/ ص.ب: 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2021/7/4114)
ISBN: 978 - 9923 - 47 - 004 - 6

اللجنة الضابطة لتأليف هذا الكتاب:

د. محمد سلمان كنانة — **د. أسامة كامل جرادات**

د. زايد حسن عكور — **د. زبيدة حسن أبو شويمة**

م. حمد عزات أحمرو — **م. باسل محمود غضية**

م. عبد الناصر سعيد حماد — **بكر صالح عليان**

م. عبد المجيد حسين أبو هنية — **م. حمّاد محمد أبو الرشتة**

م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير العلمي: م. حمد عزات أحمرو — التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى

التحرير الفني: نداء فؤاد أبو شنب — التصميم: فخري موسى الشبول

الإنتاج: د. عبد الرحمن سليمان أبو صعيليك

دقق الطباعة وراجعها: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

وراجعها: م. محمد أمين جبر أبو دوش

الطبعة الأولى — 1442هـ/ 2021م

أعيدت طباعته — 2022م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	7
المسوغات	9
إرشادات للطلبة	10
قواعد السلامة والصحة المهنية	13
إجراءات الوقاية من مخاطر العمل في مهنة ميكانيك المركبات	15
مخاطر الحريق	18
مخاطر الأمراض المهنية	23
التخزين الآمن للعُدَد والأدوات والمواد والمعدّات	27
الوحدة الأولى: أنظمة التوجيه وهندسة العجلات في المركبات	29
أولًا: أنظمة التوجيه المستخدمة في المركبات	33
التمرين الأول: فَكّ عجلة القيادة من المركبة، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تركيبها	56
التمرين الثاني: فَكّ مجموعة مسننات التوجيه الميكانيكية، وذات القدرة الآلية عن المركبة، ثم إعادة تركيبها	58
التمرين الثالث: فَكّ مجموعة التوجيه إلى أجزائها، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تجميعها	60
التمرين الرابع: فَكّ مضخة زيت نظام التوجيه الهيدرولية، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تركيبها	63
التمرين الخامس: استخدام جهاز الفحص والتشخيص الإلكتروني الخاص بالأعطال لفحص نظام التوجيه	66
ثانيًا: هندسة العجلات	69
التمرين السادس: فحص زوايا هندسة العجلات باستخدام الأجهزة المناسبة، وضبطها	82
الوحدة الثانية: أنظمة الفرامل في المركبات	89
أولًا: أهمية أنظمة الفرامل في المركبات	83
ثانيًا: فرامل القرص	100

الموضوع

التمرين الأول: فَكّ المضخة الرئيسة إلى أجزائها، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تركيبها ---- 114
التمرين الثاني: تبديل فرامل القرص ---- 117
التمرين الثالث: تبديل القرص الدائر ---- 119
التمرين الرابع: تبديل الماسك (ماسك البريك) ---- 121
التمرين الخامس: تبديل الخراطيم الأمامية لفرامل القرص ---- 123
ثالثًا: فرامل الأحذية (الدرم) ---- 126
التمرين السادس: فحص وصيانة فرامل الأحذية ---- 135
التمرين السابع: تبديل المضخة الفرعية لفرامل الأحذية ---- 137
التمرين الثامن: تبديل خرطوم فرامل الأحذية ---- 139
رابعًا: الفرامل اليدوية وفرامل التثبيت ---- 142
التمرين التاسع: فَكّ فرامل التثبيت، ثم تركيبها، ثم معايرتها ---- 151
خامسًا: الفرامل المانعة الانغلاق (ABS) ---- 154
التمرين العاشر: فَكّ حساس الفرامل المانعة الانغلاق (ABS) ---- 161
التمرين الحادي عشر: تبديل وحدة التحكم الكهروهيدرولية ---- 162
سادسًا: نظام الفرامل الإلكترونية (EBD، TES) ---- 164
التمرين الثاني عشر: فحص الفرامل الإلكترونية ---- 171
سابعًا: نظام الفرامل الهيدرولية المساعِدة والمؤازِرة ---- 173
التمرين الثالث عشر: نزع مساعد القدرة (السيرفو)، ثم إعادة تركيبه ---- 180
الوحدة الثالثة: أنظمة نقل الحركة في المركبات ---- 183
أولًا: أنواع القوابض ---- 187
التمرين الأول: فَكّ القابض عن المحرك، ثم فحص الأجزاء، وتشخيص العطل، ثم إعادة تركيبه ---- 204

الموضوع	الصفحة

ثانيًا: صندوق السرعات التوافقي ---------- 209

التمرين الثاني: فَكّ صندوق السرعات من المركبة، ثم إعادة تركيبه ---------- 216

ثالثًا: صندوق السرعات الآلي ---------- 219

التمرين الثالث: فَكّ صندوق السرعات الآلي من المركبة، ثم إعادة تركيبه ---------- 240

التمرين الرابع: فَكّ أجزاء صندوق السرعات الآلي، ثم فحص الأجزاء وتحديد الأعطال، ثم إعادة تركيبها ---------- 243

التمرين الخامس: فَكّ مضخة الزيت الأمامية إلى أجزائها، ثم فحص المضخة، ثم إعادة تجميعها ---------- 248

التمرين السادس: فَكّ أجزاء القابض الاحتكاكي، ثم فحص الأجزاء، ثم إعادة تجميعها 250

رابعًا: أعمدة الجر ووصلاتها ---------- 253

التمرين السابع: تمييز أعمدة نقل الحركة ووصلاتها في المركبة ---------- 268

التمرين الثامن: فَكّ عمود نقل الحركة من المركبة، ثم إعادة تركيبه ---------- 269

التمرين التاسع: فَكّ أنواع مختلفة من وصلات أعمدة نقل الحركة، ثم إعادة تركيبها 271

خامسًا: مجموعة وحدة النقل النهائي ---------- 274

التمرين العاشر: معاينة مجموعة النقل النهائي المفتوح من حيث الأجزاء والمكونات 283

التمرين الحادي عشر: نزع وحدة النقل النهائي عن المركبة، ثم إعادة تركيبها ---------- 284

التمرين الثاني عشر: فَكّ مجموعة النقل النهائي إلى أجزائها، وتحديد أعطالها ---------- 286

التمرين الثالث عشر: قياس الخلوص في مجموعة مسنن البنيون والمسنن التاجي ثم ضبطه حسب تعليمات الشركة الصانعة ---------- 288

سادسًا: محاور إدارة العجلات ---------- 291

التمرين الرابع عشر: فَكّ محاور الإدارة الأمامية والإدارة الخلفية، ثم إعادة تركيبها ---- 297

مسرد المصطلحات ---------- 300

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيّدنا محمد صلّى الله عليه وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد؛ فانطلاقًا من رؤية وزارة التربية والتعليم، وانسجامًا مع أهدافها في تطوير التعليم، جاء تطوير كتاب ميكانيك المركبات بدعم من الوكالة الكورية للتنمية الدولية (KOICA)، والوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)؛ ليواكب التغير المتسارع والتطور التكنولوجي المستمر، وأوكلت مهمة تنفيذه إلى مركز هندسة العقول للتدريب والاستشارات، بإشراف فريق متخصص من الخبراء والفنيين التابعين لوزارة التربية والتعليم الأردنية، وفقًا لمنهجية التدريب المبني على أساس وحدة الكفاية (CBT)، وأُعدّت المواد التعليمية والتدريبية وفقًا لمنهجية (5Es) .بما يحقق المعايير المهنية لسوق العمل، ويؤدي إلى تقليل الفجوة التدريبية بين التدريب والممارسة في سوق العمل في مجال ميكانيك المركبات؛ بغية إكساب الطلبة جميع المهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية المتعلقة بمهنة ميكانيك المركبات. وقد عملت الوزارة على تطوير المناهج للوفاء بحاجات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتع بمهارات حياتية ومهنية، مبنية على أساس كفايات سوق العمل؛ إذ روعي في تأليف الكتاب التركيز على المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية في التطبيق العملي استنادًا إلى استراتيجيات تعليمية وتدريبية حديثة، (5Es)؛ التي تمنح الطالب الدور الأكبر في العملية التعلمية التعليمية، مثل دورة التعلم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية، فضلًا عن تعزيز مهارات التفكير الناقد و التفكير الإبداعي في حل المشكلات.

اشتمل الكتاب على ثلاث وحدات دراسية، هي: أنظمة التوجيه وهندسة العجلات في المركبات، وأنظمة الفرامل في المركبات، ومجموعة نقل الحركة في المركبات.

ونحن إذ نُقدِّم الطبعة الأولى (التجريبية) من هذا الكتاب، فإننا نأمل في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية الطالب، وتنمية اتجاهات حب التعلم ومهارات التعلم المستمر، فضلًا عن تحسين الكتاب؛ بإضافة الجديد إلى المحتوى، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات المعلمين.

والله وليّ التوفيق

المسوغات

يعد التعليم الثانوي الصناعي إحدى أهم ركائز التعليم التي تتبناها وزارة التربية والتعليم في إعداد الكوادر المهنية المدربة الداعمة للاقتصاد الوطني في الأردن؛ فتخصص ميكانيك المركبات من التخصصات المهمة التي تعمل على تطوير مهارات التفكير وحل المشكلات لدى الطلبة، وإعدادهم لمواجهة تحديات التطور التقني والعلمي، وإغناء معرفتهم النظرية والعلمية؛ ما يمكّنهم من إيجاد حلول مبتكرة للمشكلات التي تواجههم، واتخاذ القرار المناسب بشأنها، عن طريق مزاولتهم المهنة في الحياة العملية على أسس صحيحة.

يهدف هذا التخصص إلى احترام مبادئ العمل وقيمه وغرسها في نفوس الطلبة وفقًا لتعاليم الدين الإسلامي والأخلاق العربية، فضلًا عن توفير فرص العمل، وتأمين الحياة الكريمة لفئة كبيرة من الشباب ذوي الكفاءات الفنية.

يعد هذا التخصص رافدًا مهمًّا للكوادر الفنية المؤهلة القادرة على التكيف مع المتطلبات الحالية والمستقبلية والحاجات المتغيرة التي تؤثر إيجابًا في سوق العمل، مثلما يسهم في إعداد الطلبة القادرين على ربط المعرفة الفنية بالمعرفة النظرية التي تلقوها في الحياة العملية؛ ما يحقق رؤية وزارة التربية والتعليم في إنجاز أهداف الاقتصاد المعرفي.

إرشادات للطلبة

الكفاية التقنية (Technical Competence)

تركّز الكفاية التقنية على فكرة نقل المعرفة عن طريق عمل المشروع، وتنفيذ المشاريع بشكل عام، يعتمد على الخطوات الست الآتية:

1 - الحصول على المعلومات (Informing)

بناءً على تعريف المشروع، يجب أن يحصل الطلبة على صورة واضحة للحل النهائي، بما في ذلك التفاصيل. ويتحقق ذلك عن طريق تحليل منهجي لوثائق المشروع، وطرح الأسئلة إذا لزم الأمر.

من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:

- ماذا يُفترض أن أفعل؟
- هل فهمت المهمَّة المطلوبة فهمًا دقيقًا؟

2 – التخطيط (Planning)

يُقصَد بالتخطيط إعداد النفس عقليًّا، وتوقُّع التنفيذ الفعلي، ويتطلّب التخطيط الكفاية في معالجة أمر المشروع وتنظيم خطواته.

من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:

- كيف يمكن المضي قدمًا في تحقيق المهمَّة المطلوبة؟
- ما المعلومات المطلوبة؟
- ما المساعدات المتوافرة؟

3 -اتخاذ القرار (Deciding)

بعد مرحلة التخطيط يُحدِّد الطلبة الوسائل المساعدة اللازمة، مثل: أوراق البيانات اللازمة لمعالجة مهمة المشاريع، وإذا كانوا سيُنفِّذون المهمَّة المطلوبة فرديًا أم جماعيًا.

من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:

- ما الأدوات المحتملة التي ستستخدم في التمرين؟
- هل استُعمِلت مصادر المعلومات المتوافرة جميعها؟
- هل التزم الطلبة بقواعد السلامة والصحة المهنية؟

4 - التنفيذ (Executing)

تُنفّذ المهمَّة بعد الانتهاء من الخطوات السابقة.

يجب أن يكون الطلبة قادرين على تنفيذ المهمَّة المطلوبة من دون مساعدة تقريبًا. وبعد التوصل إلى الحل وكتابته، يُنظَّم نقاش بين الطلبة للنظر فيه بإشراف المعلم.

من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:

- هل اخترت التسلسل الصحيح لإنجاز المهمّة؟

5 - التدقيق (Checking)

يتحقق الطلبة من صحة النتائج، ويمكن لهم مقارنتها بما في وثائق الشركة المصنعة، ويتعيَّن عليهم التحقّق من القياسات لمعرفة إذا كانت القراءات واقعية أم لاء.

من الأسئلة المحتملة في هذه المرحلة:

- هل أُنجِزت أهداف المشروع؟
- هل اقتنع المعلّم بالنتائج؟

6 - التقييم (Evaluation)

يتعيَّن على الطلبة المقارنة بين وثائق المشروع ونتائجه العملية من حيث الأداء والقيم بوصفها أساسًا لإجراء تقييم خارجي أو تقييم ذاتي، ويتعيَّن عليهم أيضًا تحليل الأخطاء، وبيان أسبابها، وذكر مقترحات لتجنبها في المشاريع المستقبلية، فضلًا عن تقييم مواطن قوتهم وضعفهم، وتطوير معايير الجودة الموضوعية.

أخلاقيات العمل في مهنة ميكانيك المركبات

يقصد بها مجموعة القواعد والآداب السلوكية والأخلاقية التي يتعيَّن على العاملين في مهنة ميكانيك المركبات الالتزام بها في أثناء تعاملهم مع جميع أفراد المجتمع، وهي تمثِّل قيمًا عمادها العمل الجاد، والاجتهاد، والاعتداد بالنفس. من الأمثلة على أخلاقيات العمل: المصداقية، والقدرة على مواكبة مستجدات سوق العمل، والتكنولوجيا، وجودة الأداء، والصدق، والأمانة، والإتقان في العمل.

أمّا أبرز الصفات التي يتعين على أصحاب هذه المهنة التحلي بها فهي:

1 – احترام المواعيد.

2 – المصداقية في تسعير الأجور وأثمان القطع، وعدم المبالغة فيها، ومراعاة حقوق الآخرين وأوضاعهم المادية والاقتصادية.

3 – التشخيص الصحيح للأعطال، وتقدير حجم العمل.

4 – احترام خصوصيات الزبائن وممتلكاتهم عند العمل في المنازل المسكونة.

5 – تجنب الممارسات الضارة بالبيئة والمجتمع.

6 – رفض الأعمال ذوات الطابع غير الأخلاقي، مثل: الرشوة، والمنافسة غير الشريفة.

7 – عدم قبول أعمال بأجرٍ منخفض بحجة التنافس؛ لأن ذلك ينعكس سلبًا على مستوى الخدمة المقدمة.

قواعد السلامة والصحة المهنية

يؤدي توفير بيئة عمل آمنة من المخاطر إلى خفض عدد ساعات العمل، تكاليف العلاج والتأهيل والتعويض عن الأمراض والإصابات المهنية؛ ما يفضي إلى تحسين مستوى الإنتاج، والمحافظة على العنصر المادي من التلف؛ فتزداد الأرباح، وتقل الخسائر؛ لذا، يراعى في بيئة العمل تطبيق أعلى درجات الجودة في مجال السلامة والصحة المهنية، والمحافظة على البيئة.

إدارة المخاطر

يُقصد بها قياس المخاطر المحتملة في بيئة العمل وتقييمها؛ بهدف السيطرة عليها، والحد منها ما أمكن، أو منعها تمامًا، إذ تدار المخاطر وفقًا للخطوات الآتية مرتّبةً حسب الأولوية:

1 -**تحديد المخاطر**: تحديد مصادر المخاطر المحتملة، وتحديد الأشخاص الذين يحتمل تعرضهم لهذه المخاطر.

2 -**تقييم المخاطر**: تقدير شدة الخطر.

3 -**تنفيذ إجراءات الوقاية من المخاطر**: هناك ستة إجراءات للتحكّم في المخاطر مرتّبةً حسب الأولوية، هي:

أ – **الإزالة** : وتعني أن أول إجراء يجب التفكير بتنفيذه، هو إزالة الخطر بشكل كامل ونهائي من بيئة العمل؛ إن أمكن ذلك.

ب– **الاستبدال**: وتعني أنه في حالة عدم التمكّن من إزالة الخطر نهائيًّا، فيجب التفكير بأن يُستبدل به بديل آخر عديم الخطورة.

جـ– **العزل**: ومعناها في حال عدم التمكّن من إزالة مصدر الخطر أو استبداله، فإن الإجراء المناسب هو عزل الخطر بعوازل مناسبة تُقلّل أضرار هذا الخطر، أو تحدّ منها، أو تمنعها.

د – **التصاميم التقنية والهندسية**: أي التصاميم التي تحد من مصادر الخطر أو تمنعها نهائيًّا، فقد تكون واقيات عازلة للمعدّات الخطرة، أو عازلة لمصادر الخطر.

هـ – **الضوابط الإدارية**: وهي القوانين والإرشادات والقرارات الإدارية، التي تحمي العاملين والموجودين في بيئة العمل من التعرّض لمخاطر بيئة العمل.

و – **معدّات الوقاية الشخصية**: خط الدفاع الأخير لحماية الإنسان من مخاطر بيئة العمل، مثل: واقيات العيون، وواقيات السمع والأيدي والأرجل، وملابس العمل.

الأمراض الناجمة عن الحرارة (heat-related illness)، أو أمراض الحرارة (Heat illness):

مجموعة من الاضطرابات المرضية التي تظهر نتيجة التعرُّض لدرجات حرارة مرتفعة، مثل: التشنج الحراري، والإغماء الحراري، والإجهاد الحراري، وضربة الحرارة. وتتسبّب الحرارة الزائدة للعامل الذي يتعرَّض لها باستمرار في تقلصات عضلات اليدين والقدمين، ويصحبهما قيء وإنهاك.

التعرُّض للحرارة الزائدة

تؤدي الحرارة الزائدة إلى تعرُّق العامل بصورة غير طبيعية؛ ما قد يؤدي إلى حدوث جفاف في الجلد، وارتفاع درجة حرارة الجسم، ثم الدوار، فالإغماء. من الأمثلة على أمراض الحرارة:

1 – **ضربة الحرارة**

يقصد بها ارتفاع درجة حرارة الجسم إلى أكثر من (40.6) نتيجةْ تعرُّض الجسم لدرجة حرارة عالية، وضعف القدرة على تنظيم الحرارة، وذلك عندما لا يُسعَف الشخص المصاب بالإعياء الحراري.

الأعراض: انعدام التعرُّق، وارتفاع درجة الحرارة، وهذيان واضطراب في الرؤية، واختلال في التوازن، وإغماء، وجفاف في الجلد، وارتفاع في ضربات القلب، وانخفاض في ضغط الدم، والتسارع في عملية.

الإجراءات: خلع الملابس الثقيلة للمصاب، وتغطية جسمه بمناشف مبللة، واستعمال تيار هوائي، ثم نقله إلى أقرب مركز طبي.

2 – **الإجهاد الحراري**

قد يكون الإجهاد الحراري تمهيدًا لضربة الحرارة، ومن أعراضه التعرُّق الشديد، وسرعة التنفس، وضعف النبض.

3 – **الإغماء الحراري**

عدم قدرة الجهاز الدوري وجهاز التحكّم الحراري على ضبط الارتفاع في درجة حرارة الجسم؛ نتيجة الجهد البدني في الجوّ الحار.

الأعراض: ارتفاع ضربات القلب، وانخفاض كمية التعرُّق، وانخفاض كمية اللعاب، والتعب الشديد المصحوب بدوخة.

الإجراءات: التوقّف عن ممارسة أي نشاط، ونقل المصاب إلى مكان ظليل وبارد، وتبريد الجسم عن طريق شرب السوائل، وترطيب الجسم، وتوفير تهوية جيدة للمصاب، وفي حال عدم زوال الأعراض يُنقَل المصاب إلى أقرب مركز طبي.

التعرُّض للبرد الشديد

إذا استمر العامل في العمل في مكان بارد مدة تتراوح بين ساعتين و 14 ساعة، فقد يصاب بتورم في أصابع القدم واليدين والأذنين والأجزاء السفلية من الساقين، ويُظهر ذلك في صورة عقد حمراء مائلة للزرقة، وحدوث حكة شديدة عند التعرُّض للتدفئة قد تدوم طويلًا (ساعتان فأقل)، ثم تزول بعد تسخين الأصابع أو المنطقة المصابة تسخينًا جيدًا (°60 فأكثر)، ثم تعود الأعراض إلى الظهور من جديد بعد التعرُّض للبرد الشديد. تعرَف هذه الحالة باسم تورم الأصابع الشتائي، لأنه يصيب بعض الأشخاص في فصل الشتاء، وبخاصة إذا كان البرد قارسًا (درجة الحرارة أقل من °10).

يمكن معالجة هذا التورم عن طريق تناول أدوية مدة تتراوح بين (4) سنوات و(5) سنوات، ويكون ذلك قبل عدة أشهر من فصل الشتاء. أمّا طرائق الوقاية فتتمثل في تجنُّب التعرُّض للطقس البارد مدة طويلة، أو تسخين المناطق المعرضة للإصابة مدة كافية قبل ظهور التورم.

والثابت علميًّا أن درجة الحرارة المثلى لصحة الإنسان تتراوح بين (18)°و (25)° وأن تعرُّض الإنسان لانخفاض في درجة حرارة جسمه يتسبَّب في حدوث تغيرات في الجسم تتطلَّب تزويده بالحرارة من الداخل لتعويض النقص في الحرارة، وفي حال استمر فقدان الحرارة مدة أطول، وعجز الجسم عن تنظيم ذلك وتعويضه، فإن التدفّق الدموي للأعضاء يقل مثل الأطراف، وتنقبض الأوعية الدموية.

وللبرد تأثير عام في الجسم، وتأثير موضعي في المناطق المعرضة للبرد، فالتأثير الأول يُعبَّر عنه بصدمة البرد أو انخفاض درجات حرارة الجسم إلى أقل من (°35)؛ لأن درجة الحرارة الطبيعية لجسم الإنسان هي (°37)، وتظهر على المصاب علامات الشحوب والقشعريرة؛ بوصفها ردة فعل للجسم لتوليد طاقة إضافية، ويُصاب بالتعب وصعوبة التنفس، و قد يضطرب الإحساس عند المصاب الذي تعرض للبرودة الزائدة فيشعر برغبة في خلع ملابسه؛ بسبب إحساسه بحرارة على سطح جسمه، وهذا الإحساس كاذب (أي خادع)، ويجب ألّا يُسمح له بذلك.

مخاطر العمل على السقّالات

السقّالة منصة مرتفعة عن الأرض فوق دعامات قوية، ومثبَّتة بإحكام، أو معلّقة بحبال قوية ومتينة، وتُعزى مخاطر السقّالات في بيئة العمل إلى سقوط الأشياء على العاملين أو المارين أسفلها، أو سقوط العاملين عنها. وقد تؤدّي إساءة استعمال السقّالات إلى إصابات شديدة قد تصل في بعض الأحيان إلى الوفاة. وتقع حوادث السقّالات للأسباب الآتية:

1 – عيوب في التصميم، مثل:

أ – قصّ في القوائم والدعامات أو سائل الربط والتثبيت، أو غياب حواجز الوقاية الجانبية أو حواجز القدم.

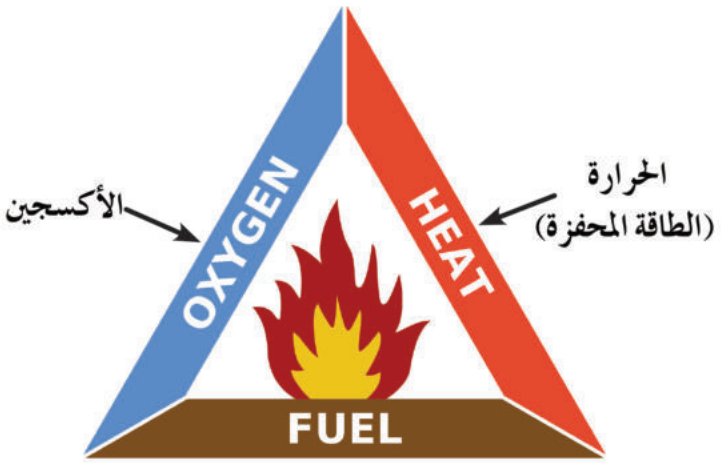
ب– نقص في عرض الألواح وعدم تثبيتها أو اتزانها.

جـ– نقص معدّات الوصول إلى السقّالات (الصعود والهبوط، والسلالم).

2 – عيوب في مواد تصنيع السقّالة: استعمال أخشاب (فيها كسور أو شقوق أو عُقد)؛ لذا، يجب تفقُّد مكوّنات السقّالة، والتأكّد من سلامتها قبل مباشرة العمل عليها.

مخاطر الحريق

تبدأ الحرائق عادة ضمن نطاق ضيق، ومعظمها ينشأ من مستصغر الشرر؛ بسبب إهمال في اتّباع طرائق الوقاية من الحرائق، ولكنها سرعان ما تنتشر إذا لم تُطفَأ في الوقت المناسب مخلفة خسائر فادحة في الأرواح والمتاع والأموال والمنشآت؛ لذا، يجب اتخاذ التدابير الوقائية من مخاطر نشوب الحرائق لمنع حدوثها، والقضاء على مسبباتها، وتعرّف عملية الاحتراق (نظرية الاشتعال) بأنها تلك الظاهرة الكيميائية التي تحدث نتيجة اتحاد المادة المشتعلة بوجود الأكسجين ودرجة حرارة كافية لبدء الاشتعال؛ حيث إن لكل مادة من المواد درجة حرارة بدء اشتعال خاصة بها تُسمّى (نقطة الاشتعال)؛ لذا، يجب أن تتوافر (3) عناصر هي: الوقود والحرارة والأكسجين معًا لبدء الاشتعال، وهو ما يُطلق عليه (مثلث الحريق). ويُبيّن الشكل الآتي مثلث الحريق:



وقود (مواد قابلة للاحتراق)

1 – **الوقود**

يتوافر الوقود بحالته الصلبة مثل: الخشب والورق والقماش وغيرها، أو بحالته السائلة وشبه السائلة، مثل: الشحوم بأنواعها جميعها، والزيوت والبنزين والكحول وغيرها، أو بحالته الغازية، مثل: غاز البوتان، وغاز الأستلين، وغاز الميثان، وغيرها...

2 – **الحرارة**

درجة الحرارة اللازمة لبدء الاشتعال ويسببها: اللهب أو الاحتكاك أو أشعة الشمس أو الشرر أو التفاعلات الكيميائية.

3 – **الأكسجين:**

يتوافـر الأكسجين في الهواء الجوي بنسبة (19–21%).

تصنيف الحرائق

1 – **حرائق النوع الأول(A)**

تنشأ في المواد الصلبة التي تكون غالبًا ذات طبيعة عضوية (مركّبات الكربون) كالورق والخشب والأقمشة.

2 – **حرائق النوع الثاني (B)**

تحدث بالسوائل أو المواد المنصهرة القابلة للاشتعال.

3 – **حرائق النوع الثالث (C)**

حرائق الغازات القابلة للاشتعال، وتشمل الغازات البترولية المسالة كالبروبان والبيوتان، وتستخدم الرغاوى والمساحيق الكيميائية الجافة لمواجهة حرائق الغازات في حالة السيولة عند تسرّبها على الأرض، وتستخدم أيضًا رشّاشات المياه لأغراض تبريد عبوات الغاز.

4 – **حرائق النوع الرابع (D)**

تحدث في المعادن، ولا تستخدم المياه لإطفائها؛ لعدم فاعليتها، كذلك فإن استعمال المياه له مخاطر، لذلك يُستعمل عادة مسحوق الجرافيت أو بودرة التلك أو الرمل الجاف أو أنواع أخرى من المساحيق الكيميائية الجافة؛ لإطفاء هذا النوع من الحرائق.

أنواع الطفّايات اليدوية

1 – طفاية الماء.

2 – طفاية الفوم (الرغوة).

3 – طفاية ثاني أكسيد الكربون.

4 – طفاية البودرة الجافة.

5 – طفاية الهالون.

6 – طفاية البودرة السائلة.

إجراءات الوقاية من مخاطر الحرائق

للوقاية من مخاطر الحرائق، لابد من توافر شروط محدّدة لهذا الغرض في تصميم المبنى، وتوافر شروط الوقاية من الحرائق في الأبواب والمداخل، والمخارج، ومخارج النجاة، والممرات والساحات، وإشارات إرشادية لمخرج النجاة، ووضع لافتات وإشارات للتحذير والإرشاد والمنع؛ للوقاية من الحريق مثل إشارات: (ممنوع التدخين) وغيرها، وتوفير خزان مياه موصول بشبكة مكافحة الحريق سعته وأن تكون مواصفاته مطابقة لشروط السلامة، إضافة إلى الالتزام بشروط عمليات التخزين الآمنة للمواد القابلة للاشتعال، وتدريب العاملين في بيئة العمل على خطة الإخلاء، وعلى إجراءات مكافحة الحرائق، وكيفية استعمال أجهزة الإطفاء والإنذار. ومن إجراءات الوقاية من مخاطر الحريق ما يأتي:

1 – تزويد موقع العمل بنظام إنذار مبكر بنشوب حريق.

2 – توفير خطة إخلاء جيدة، والتدريب الجيد على تنفيذها.

3 – تخصيص منطقة آمنة للتجمّع في حال حدوث حريق، وممرات آمنة للوصول إلى منطقة التجمع، وتوعية العاملين بذلك.

4 – تجهيز مخطّط مَخارج النجاة، وتوزيع نسخ منه في الممرات، وقرب المداخل بشكل مرئي للجميع.

5 – توفير التهوية الكافية في بعض الأماكن المحتمل وجود أبخرة أو غازات أو أتربة قابلة للاشتعال فيها، وفي مواقع الأدراج، ومسالك الهروب بعامة.

6 – توافر طفّايات حريق يدوية موزّعة بشكل يغطي كامل مساحة الموقع.

7 – توفير وسيلة سهلة لقطع التيار الكهربائي عند حصول أي طارئ يستدعي ذلك.

8 – تخزين المواد القابلة للاشتعال بعيدًا عن مصادر النيران، وتوفير التهوية بالمخازن، عَبْر إيجاد مناطق فاصلة بين الأبنية وبين مخازن المواد القابلة للاشتعال.

9 – توفير مرشّات ماء لمكافحة الحريق موزّعة على كامل الموقع تعمل تلقائيًّا؛ عند حدوث حريق متصلة بنظام مكافحة الحريق الرئيس.

10 –تزويد المبنى بنظام مكافحة الحريق مكوّن من: خزان مياه بحجم يتناسب مع المبنى، وشبكة أنابيب مكافحة الحريق تغطّي مرافق المبنى؛ بحيث تُغذّى الشبكة بالمياه من مصدرين مختلفين: أحدهما خزان مياه مكافحة الحريق في المبنى، والآخر صهاريج الدفاع المدني لمكافحة الحرائق؛ إذ تُجهّز شبكة مكافحة الحريق بخط رئيس يصل إلى خارج المبنى – يكون مغلقًا في الحالة الطبيعية – ويُفتح من قِبَل رجال الدفاع المدني، وتوصَل خراطيم صهاريج المياه بهذا الخط لضخ المياه عن طريقه إلى شبكة مكافحة الحريق المجهّزة مسبقًا في المبنى.

11 – تزويد الخزان بمضخات احتياطية تعمل بالوقود السائل في حال انقطاع التيار الكهربائي، وتعطُّل المضخات التي تعمل بالكهرباء.

12 – توفير لوحات مخارج الطوارئ، ومواقع الطفّايات في مناطق التجمع في حال الإخلاء.

13 – عدم إغلاق أبواب ومخارج النجاة، وضمان سهولة فتحها من داخل المبنى؛ بحيث يكون اتجاه فتح أبواب النجاة من الداخل إلى الخارج، وليس العكس.

14 – عدم إغلاق الأبواب في أثناء العمل بالمفاتيح أو الأقفال.

15 – ضمان خلوّ ممرات ومخارج النجاة من المعيقات.

16 – استعمال زجاج مقاوم للنيران في النوافذ، وأيضًا استعمال ستائر معدنية.

17 – أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع انتشار الحريق بالمناور ومواقع الأدراج والمصاعد.

18 – خطة إدارة الأزمات والإخلاء في حال حدوث حريق أو أي حادث طارئ، وحالات الطوارئ متعدّدة فمنها حالات الحريق، والكوارث الطبيعية كالزلازل، والتعرّض للقصف في أثناء الحروب؛ لذا، لا بد من تأكيد أن لكل حالة طوارئ من هذه الحالات خطة سلامة خاصة بها تختلف عن غيرها من حالات الطوارئ؛ ففي حال حدوث زلزال يمنع الإخلاء ويُنصح بالاحتماء أسفل الطاولات القريبة للوقاية من تساقط الأشياء، إمّا في حال حدوث حريق فإن سرعة الإخلاء والتصرف السليم أمران حاسمان ؛ لذا، يُعدّ إعداد خطة لإدارة

ومواجهة الأزمات والحالات الطارئة، سواء بالاستعداد لها أم توقعها أم التعامل معها إذا ما حدثت، من أهم الأمور الواجب على الإدارات جميعها في بيئات العمل المختلفة الاهتمام بها بشكل كبير، ووضعها على سلم أولويات العمل؛ لضمان توفير الوقاية الشاملة للأفراد والممتلكات، بحيث تتضمّن الخطة تدريب العاملين، الموجودين باستمرار في بيئة العمل، (مثل: الطلبة أو المتدربين) على كيفية إخلاء تلك المباني من شاغليها في الحالات الطارئة واتخاذ الإجراءات اللازمة لتأمين سلامتهم، وكفالة الطمأنينة والاستقرار والأمن لهم. وسوف نستعرض في هذا البند عناصر خطة الإخلاء في حال حدوث حريق مجموعة في بيئة العمل.

عناصر خطة الإخلاء

تعتمد متطلّبات نجاح خطة مواجهة الأزمات والحالات الطارئة بشكل أساسي على فريق إدارة الأزمات ومدى تدريبه، وعلى كيفية اكتشاف إشارات الإنذار بالأزمة واتخاذ الإجراءات الوقائية والمواجهة الفعلية واحتواء الضرر؛ إذ يجب أن تتضّمن خطة الإخلاء تحديد واجبات المدربين والمشرفين ورؤساء الأقسام والمديرين والحراس وفريق إدارة الأزمات والمتدربين؛ بحيث يجب أن يَعرف كل شخص في بيئة العمل واجباته، وما يجب عليه أن يفعله تمامًا في حال حدوث حريق، وهي كما يأتي:

واجبات فريق إدارة الأزمات

يُشكَّل فريق إدارة الأزمة من شاغلي المبنى أو المدرسة، ويُكلَّف أعضاؤه بالواجبات الآتية :

1 – التأكّد من توافر أجهزة المكافحة الأولية لأنواع الحرائق جميعها، وأن تكون صالحة للاستعمال الفوري، وموزّعة بشكل مُنظّم قرب المداخل الرئيسة والفرعية وقُرب مخارج الطوارئ، وفي الممرات، وحيث تُخزّن المواد القابلة للاشتعال.

2 – إرشاد الموجودين أو الحاضرين إلى مسالك الهروب ومخارج الطوارئ ومناطق التجمع.

3 – تقديم الإسعافات الأولية.

4 – مكافحة الحرائق بالطفّايات المناسبة، ومساعدة فرق الإطفاء والإنقاذ، ما أمكنهم ذلك.

5 – على المدربين والمشرفين إحضار سجلات الحضور إلى نقطة التجمع؛ للتأكّد من عدم نسيان أحد في الموقع معرَّضًا لخطر الحريق.

6 – رفع الروح المعنوية والتنبيه على الجميع بضرورة التحلي بالهدوء وعدم الارتباك.

7 – قطع التيار الكهربائي عن المكان.

8 – التأكّد من توافر الأدوية والأدوات الطبية اللازمة لعمليات الإسعافات الأولية.

9 – التأكّد من توافر مخارج وأبواب الطوارئ الكافية، واللوحات الإرشادية التي تُسهّل عمليات الإخلاء وترشد شاغلي المبنى إلى مسالك الهروب ومخارج الطوارئ ونقاط التجمع؛ إذ يجب أن تحتوي الخطة على مخطّط لمخارج الطوارئ ومخطّط للموقع يُبيّن فيه مواقع الأبواب والشبابيك والممرات والأدراج، ويجب التفتيش على مسارات الإخلاء ومخارج الطوارئ، والتأكّد من أنَّها سالكة وتخلو من المعيقات.

10 – تعليق نسخ من مخطّط مخارج الطوارئ بشكل مرئي في الممرات والطوابق والمداخل الرئيسة؛ ليتمكّن أي زائر إلى بيئة العمل من رؤية المخطّط وإخلاء الموقع عند اللزوم.

مخاطر الأمراض المهنية

الأمراض المهنية هي الأمراض التي يُصاب بها الشخص نتيجة لعمله أو مهنته، ويمكن للإصابة أن تكون ناتجة عن التعرّض لعوامل ضارة مختلفة، قد تكون كيميائية أوفيزيائية أو بيولوجية أو مسرطنة أو مشعّة (**radioactive**)، وباختلاف إصابة العمل التي تكون ناتجة عادةً عن وقوع حادث لمرة واحدة، فإن المرض المهني يكون ناتجًا عن التعرّض الدائم والمتكرّر لمسبب الضرر على امتداد مدّة زمنية معينة، والطبيب المختص يمكنه تحديد المرض المهني. على سبيل المثال، يمكن إطلاق اسم (مرض مهني) على حالات التسمّم بالرصاص، والسحار السيليسي (**silico-sis**)، وكذلك على داء (الأميانت)، فعند الإصابة بداء (الأميانت) مثلا، يتعرّض المريض لمركّبات (الأميانت) (**asbestos**) التي تدخل إلى الشعب الهوائية، ما يؤدي إلى الإصابة بالالتهاب الرئوي المزمن، فضلًا عن أن استمرار التعرّض لهذه المركّبات مستقبلًا، قد يؤدي إلى الإصابة بنوع معين من السرطان يصيب غشاء الرئتين. فالأمراض المهنية هي أمراض محدّدة ناتجة عن التأثير المباشر للعمليات الإنتاجية، وما تحدثه من تلوث لبيئة العمل، بما يصدر عنها من مخلّفات ومواد وغيرها

من الآثار، وكذلك نتيجة تأثير الظروف الطبيعية في بيئة العمل مثل: الضوضاء والاهتزازات والإشعاعات والحرارة والرطوبة... إلخ، وقد يُعرف المرض المهني بالمرض أو العجز الذي يُصاب به العامل نتيجة لتعرضه لظروف وبيئة العمل. وتُصنّف الأمراض المهنية حسب شدتها إلى صنفين هما: الأمراض المهنية الحادّة (**Acute**): وتظهر آثارها مباشرة فور التعرّض للمسبب في بيئة العمل، مثل: التعرّض لمادة (الأمونيا) بنسب أعلى من الحدود الآمنة، والأمراض المهنية المزمنة (**Chronic**)، وتظهر آثارها بعد مدّة طويلة من التعرّض للمسبب في بيئة العمل مثل التعرّض لمختلف أنواع الغبار بنسب أعلى من الحدود الآمنة، ولمدد طويلة، مثل شعور المصاب بعد سنوات من العمل بضيق نفَس وأعراض ربو، وانسداد رئوي نتيجة لتليف الرئة.

أسباب الأمراض المهنية

يمكن إرجاع الأمراض المهنية في أسبابها إلى (3) مخاطر رئيسة، هي:

1 - بيئة العمل

أ – تأثّر العين من التعرّض المتكرّر للوهج والحرارة المرتفعة والضوء الشديد.

ب– شدة الضوضاء وتأثيراتها الضارة على السمع (الصمم المهني).

جـ – الأعراض والأمراض الناتجة عن التعرّض لتغييرات الضغط الجوي (مرض القيسون).

د– التعرّض للمواد ذات النشاط الإشعاعي مثل الراديوم.

هـ– الاهتزازات الموضعية وتأثيراتها في العظام والمفاصل الصغرى لليدين.

و– الإشعاعات غير المؤيّنة مثل: الأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء.

2 - المخاطر الكيماوية

أ– التسمم بالمعادن الثقيلة ومضاعفاتها، مثل : الرصاص، الزئبق، الزرنيخ، الانتيمون، الكاديوم، البريليوم.

ب– الأتربة التي تؤدي إلى ما يُسمّى أمراض الغبار الرئوي (**pnumoconiosis**):

1 . أتربة غير عضوية تؤدي إلى تليفات بالرئتين، مثل:

أ. **السليكوزس (silicosis)** نتيجة التعرّض لأتربة السيلكا الحرة في بعض المهن، مثل عمال المناجم والمحاجر وصناعة الزجاج والبلّور.

ب. **الإسبستوزس (asbestosis)** نتيجة التعرّض لألياف الإسبستوزس (الحرير الصخري) في صناعة غلاف الفرامل والأنابيب الإسمنتية المختلطة بالإسبتوس والملابس الواقية من الحريق.

جـ. **التلكوزس (Talcosis)** نتيجة التعرّض لأتربة التلك الصناعي (الطباشير الفرنسي) في بعض صناعات الدهانات والكاوتشوك ،....

2. أتربة عضوية: مرض البسينوزس **(Byssinosis)** نتيجة التعرّض لغبار القطن والكتان والجوت، إذ تؤدي إلى أعراض تشبه الربو الشعبي.

3 - المخاطر الصحية الناتجة عن الغازات والأبخرة

وتنقسم هذه الغازات من حيث تأثيرها إلى:

أ- غازات خانقة بسيطة : نتيجة تسرّبها تحل محل الهواء الجوي فتقل نسبة الأكسجين المستنشق فتؤدي إلى الاختناق، وعند التهوية واستنشاق الأكسجين تزول أعراض الاختناق، ومثال هذه الغازات: ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان والإيثان والأرغون.

ب- غازات خانقة كيماوية، مثل: أول أكسيد الكربون والسيانور وكبريتيد الهيدروجين.

جـ- الغازات المهيجة، مثل: الأمونيا والكلور وثاني أكسيد الكبريت، وفلوريد الهيدروجين، وثاني أكسيد النيتروجين.

4 - المخاطر الصحية الناتجة عن التعرّض للمذيبات العضوية

أ - **التسمّم بالبنزول (Benzol) أو مشتقاته جميعها**: حيث يكون تأثيره الضار في نخاع العظم. ومن ثم في مكوّنات الدم.

ب- **التسمّم بالمواد البترولية سواء أكانت السائلة أم الغازية**: يكون تأثيره الضار في الجلد والجهاز التنفسي والجهاز العصبي.

جـ- التسمّم بالكحول والجليكول واكيتون بأنواعه المختلفة: التسمّم بالكحول الميثيلي **(Methyl Alcohol)** يؤدي إلى تأثير ضار في الجهاز العصبي، وبخاصة العصب البصري ويؤدي إلى العمى في حالة التسمّم الشديد.

المخاطر البيولوجية (الحيوية)

الأمراض الناتجة عن التعرّض للميكروبات الحية، أو الملوّثات العضوية، أو الفيروسات، مثل:

أ – أمراض الحميات المعدية.

ب – الدرن (السل).

جـ – الجمرة الخبيثة.

د – أمراض الجهاز التنفسي.

للمخاطر البيولوجية تأثير قوي وخطير عند التعرّض لها، فهي تؤدّي إلى الوفاة أو الإصابة بالأمراض الخطيرة والمعدية، وتكمن المخاطر البيولوجية في التعرّض المهني للكائنات الدقيقة الحية المعدية، وإفرازاتها السامة والطفيليات.

أسباب الإصابة بالمخاطر البيولوجية

تنتقل الفيروسات والجراثيم عن طريق:

أ – العدوى من المرضى.

ب– الطعام أو المكان الملوّث.

جـ– مخاطر العمل الطبي: يتعرّض العاملون في مجال العمل الطبي للمخاطر البيولوجية عن طريق وخز الإبر والأدوات الحادة الملوّثة، والعدوى المباشرة عن طريق التنفّس.

د– مخاطر العمل العادي: يمكن أن يتعرّض العامل للتلوّث عن طريق: الوخز والجروح من أدوات العمل الحادة، التي عادة ما تكون ملوثة، أو الأكل في أماكن غير مخصصة وملوثة نتيجة العمل أو بأيدي ملوّثة.

هـ– العدوى في دورات المياه والمغاسل من عامل مريض استعملها، و لم تُنظَّف بشكل جيد.

و– التلوّث من مصادر المياه والخزانات غير النظيفة المستعملة للشرب أو التنظيف.

طرائق الإصابة بالمخاطر البيولوجية

أ – عن طريق الجهاز التنفّسي (تلوث الهواء).

ب– عن طريق المأكل والملبس (الطعام الفاسد واستعمال المياه الملوثة).

جـ– عن طريق الجلد (الحشرات الضارّة والميكروبات).

د– الأمراض التي تُسبّبها الأخطار البيولوجية (التينانوس، الملاريا، الأمراض الجلدية).

الوقاية من المخاطر البيولوجية

أ – النظافة الشخصية المستمرة من حيث الملبس، ومكان العمل، ونظافة المعدّات والأدوات، ونظافة الطعام والشراب.

ب– عدم استعمال أية مياه ملوّثة.

جـ– العمل على التطعيم ضد الأمراض المعدية والخطرة في مراكز الصحة، عند ظهور مرض أو إصابة في أماكن العمل.

د – إجازة العامل المصاب وعدم السماح له بالحضور إلى بيئة العمل حتى يتعافى تمامًا، وحجز المصاب بعيدًا عن زملائه وأهله وأصدقائه، إلى أن يتم الشفاء من هذه الأمراض.

هـ – ارتداء وقاية شخصية عند التعرّض لمصادر ملوّثة بالميكروبات والجراثيم، مثل: البدل والقفّازات والأحذية المطاطية العالية والنظّارات الواقية للعين.

التخزين الآمن للعُدَد والأدوات والمواد والمعدّات

التخزين الآمن لمعدّات ميكانيك المركبات، وأدواتها والعُدَد الخاصة بها، يضمن توافرها عند الحاجة إليها سليمة، وبأقل وقت وجهد ممكنين؛ فعند المقارنة بين وقت العمل الفعلي والوقت الضائع في البحث عن العُدَد والأدوات بسبب سوء التخزين، نجد أنه وقت كبير ومكلف. وسوء التخزين للأدوات و العُدَد و المعدّات يعرّضها للتلف، وبعد إضاعة وقت كبير في البحث عنها قد تجدها بحالة مزرية ؛ لذا، من الضروري المحافظة على الأدوات والعُدَد والمواد والأجهزة بتخزينها بشكل لائق عند الانتهاء من استعمالها، ومهما احتاج الترتيب والتخزين المناسب من وقت فإنه لا يُعَدّ هدرًا، بينما الوقت الضائع في البحث عن الأدوات بسبب الإهمال في تنظيم أماكن تخزين الأدوات، هو إحدى المشكلات التي تُربك العمل وتؤثّر على السلامة والصحة

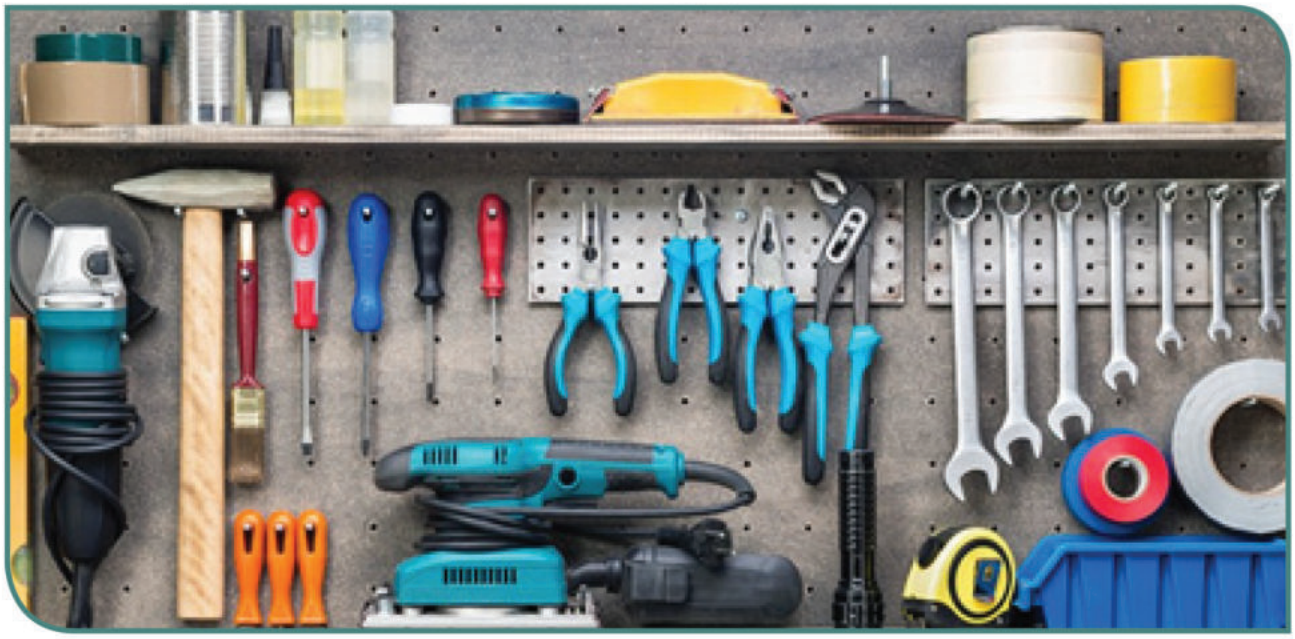
المهنية، وتُسبّب الأذى للموجودين في ذلك الموقع ؛ لذا، يمكنك المحافظة على الأدوات والعُدَد والمواد والأجهّزة عن طريق الإجراءات الآتية:

1 – تخزين الأدوات نظيفة وبشكل مُنظّم، يجعل البحث عنها عند الحاجة أمر يسير.

2 – التخلّص من العُدَد والأدوات التالفة واستبدالها، والتأكّد من تمييز الأدوات التي تحتاج إعادة تعبئة مثل أسطوانات الأكسجين والأستلين، ومن تخزينها بطريقة آمنة.

3 – التحضير المبكر للأدوات اللازمة للعمل، والتأكّد من جاهزيتها، وإجراء الصيانة اللازمة للأدوات التي تحتاج إلى صيانة.

4 – وضع العُدَد اللازمة للعمل مرئية ما أمكن مرتّبة على لوحة خاصة، كما هو مُبيّن في الشكل الآتي:



1

الوحدة الأولى

أنظمة التوجيه وهندسة العجلات في المركبات

المحاور الفرعية

- أنظمة التوجيه الميكانيكية.
- أنظمة التوجيه الهيدرولية.
- أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.
- نظام التوجيه الرباعي.
- هندسة العجلات.

النتاجات

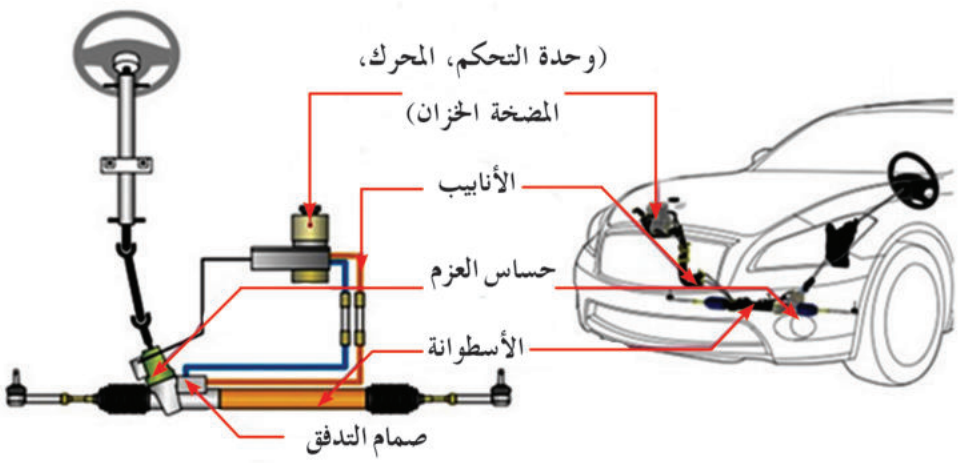
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرّف أهمية جهاز التوجيه.
- يتعرّف مكونات نظام التوجيه الميكانيكي، ومبدأ عمله.
- يتعرّف مكونات نظام التوجيه ذي القدرة المساعدة، ومبدأ عمله.
- يتعرّف نظام التوجيه الرباعي.
- يتعرّف فحوص أنظمة التوجيه، وأعطالها.
- يتعرّف نظام التوجيه الكهربائي (EPS).
- يوضّح أهمية عناصر هندسة العجلات (الكامبر، الكاستر، لـمّ المقدمة، ميل العمود الرئيس للتوجيه الانفراج إلى الخارج).
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بأنظمة التوجيه.
- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بأنظمة التوجيه.
- يُميز المحاذير والإرشادات الخاصة بأنظمة الأمان وتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- يفُكّ طارة القيادة من المركبة، ثم يتفقدها، ثم يُعيد تركيبها.
- يفُكّ عن المركبة مجموعة مسننات التوجيه الميكانيكية، ذات القدرة الآلية، ثم يُعيد تركيبها.
- يفُكّ مجموعة مسننات التوجيه إلى أجزائها، ثم يتفقدها، ثم يُعيد تجميعها حسب تعليمات الشركة الصانعة.

- يفُكّ عن المحرك مضخة زيت نظام التوجيه ذي القدرة الآلية، ثم يتفقدها، ثم يُعيد تركيبها.
- يفُكّ مجموعة مسننات التوجيه ذات القدرة الآلية إلى أجزائها، ثم يتفقدها، ثم يُعيد تجميعها حسب تعليمات الشركة الصانعة.
- يشخّص أعطال أنظمة التوجيه.
- يستخدم جهاز الفحص والتشخيص الإلكتروني الخاص بالأعطال لفحص نظام التوجيه الكهربائي.
- يقيس زوايا هندسة العجلات ويضبطها باستخدام الأجهزة المناسبة.
- يطبق قواعد الأمان وتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- يُميز مكونات أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.
- يُعدد أنواع أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.
- يتعرّف فحوص أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية وأعطالها.
- يوضّح طريقة فَكّ أجزاء نظام التوجيه عن المركبة وتركيبها.
- يتعرّف طرائق تشخيص أعطال أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.

أنظمة التوجيه هي مجموعة من الأجزاء الميكانيكية تعمل معًا على نقل حركة عجلة القيادة إلى العجلتين الأماميتين، وتساعد السائق على توجيه المركبة إلى اليمين أو إلى اليسار عند السير في المنعطفات، وتحافظ على ثبات سير المركبة بخط مستقيم في الطرقات.

استُخدِمت أنظمة التوجيه الميكانيكية أولًا في بدايات صناعة المركبات، ثم تطورت بإضافة أنظمة هيدرولية مساعدة، تقلل جهد السائق المبذول في توجيه المركبة، ثم استُخدِمت أنظمة توجيه تعمل بالكهرباء، فاستُغنِي عن الأنظمة الهيدرولية المساعدة، وقُلِّلت الأجزاء المكونة لنظام التوجيه، ثم أضافت بعض الشركات الصانعة للمركبات أنظمة التحكم الإلكتروني في أنظمة التوجيه، وأنظمة مساعدة أخرى للوصول إلى توجيه عالي الدقة يحافظ على سلامة السائق والمرافقين داخل المركبة.



نظام الكهروهيدروليك.

أولًا: أنظمة التوجيه المستخدمة في المركبات

استكشف

القياس والتقويم

★ ★ ★ ★ ★

الخرائط المفاهيمية

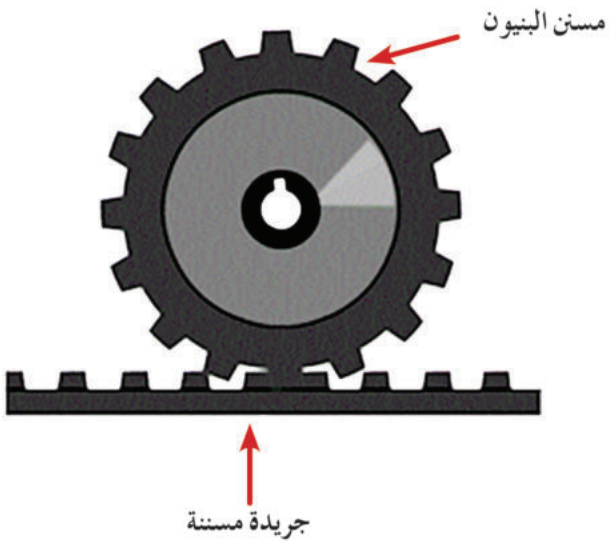
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف أهمية أنظمة التوجيه.
- يتعرّف مكونات أنظمة التوجيه الميكانيكي.
- يُميّز أنواع أنظمة التوجيه الميكانيكية.
- يتعرّف فحوص أنظمة التوجيه الميكانيكية وأعطالها.
- يتعرّف طريقة فَكّ أجزاء نظام التوجيه عن المركبة وتركيبها.
- يوضّح طرائق تشخيص أعطال أنظمة التوجيه.
- يتعرّف أهمية أنظمة التوجيه الهيدرولي.
- يتعرّف مكونات أنظمة التوجيه الهيدرولي.
- يُميّز أنواع أنظمة التوجيه الهيدرولي.
- يتعرّف فحوص أنظمة التوجيه الهيدرولي وأعطالها.
- يوضّح طرائق تشخيص أعطال أنظمة التوجيه الهيدرولية.

- يتعرّف مكونات أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.
- يذكر أنواع أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.
- يحدّد فحوص أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية وأعطالها.
- يحدّد طرائق تشخيص أعطال أنظمة التوجيه الكهربائية والإلكترونية.

يبين الشكل (1–1) أحد أنواع المسننات المستخدمة في نقل الحركة، ويُسمّى المسنن الصغير، والجريدة المسننة. ابحث في شبكة الإنترنت عن استعمالات هذا النوع من المسننات، والوقت المناسب لاستخدامه.



الشكل (1–1): الجريدة المسننة والبنيون.

يستخدم هذا النوع من المسننات في الآلات الصناعية، والأبواب المعدنية التي تعمل بالكهرباء؛ إذ يُثبَّت المحرك الكهربائي بجانب الباب الحديدي، ثم الجريدة على الطرف السفلي من الباب الحديدي، وعند تشغيل المحرك الكهربائي يُسحَب الباب إلى الأمام أو إلى الخلف.

استكشف

– بناءً على مشاهداتك في المشغل، استخدم مجموعة المسننات المتوافرة لعمل آلية تنقل الحركة بين عمودين متوازيين؛ على أن تساوي سرعة المسنن القائد نصف سرعة المسنن المَقود.

- استخدم المسننات المتوافرة في المشغل التي تعمل على تُحوِّل الحركة الدورانية بين عمودين يتقاطع محوراهما بمقدار (90) درجة.
- استخدم المسننات المتوافرة في المشغل لعمل آلية تنقل الحركة بين مسننين محوراهما متعامدان ولا يتقاطعان باستخدام المسننات اللولبية.
- استخدام الزيوت في الحصول على ضغط عالٍ يستفاد منه في تشغيل رافعة ميكانيكية باستخدام مضخة هيدرولية، ومكبس، ومجموعة من الروافع.

اقرأ.. وتعلم

تستخدم المسننات على اختلاف أنواعها وأشكالها في كثير من التطبيقات العملية؛ إذ تستخدم المسننات المستقيمة في نقل عزم الدوران بين الأعمدة المتوازية، في حين تستخدم المسننات المخروطية في نقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة التي يتقاطع محوراها، وتستخدم المسننات اللولبية والمسنن الدودي في نقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة التي لا يتقاطع محوراها. تستخدم المسننات كثيرًا في الأعمال الصناعية، وأعمال تحويل الحركة من اتجاه إلى آخر، وكذلك تستخدم في المركبات الصغيرة والكبيرة لتوجيه العجلتين الأماميتين للمركبة إلى اليمين أو إلى اليسار حسب رغبة السائق.

أهمية أنظمة التوجيه في المركبات

يساعد نظام التوجيه السائق على توجيه المركبة إلى اليمين أو إلى اليسار أثناء المسير أو الاصطفاف، والمحافظة على سير المركبة في خط ثابت عن طريق التحكم في حركة العجلات الأمامية، ثم تحويل حركة عجلة القيادة الدورانية إلى حركة ترددية للذراع الهابطة (**Pitman arm**) أو الجريدة المسننة (**Rack**). تحدث عملية التوجيه في الأنظمة الميكانيكية بواسطة مجموعة التروس ومجموعة

من الوصلات الميكانيكية، إذ تُحوَّل حركة طارة التوجيه الدورانية إلى حركة زاوية على العجلتين الأماميتين عن طريق مجموعة من المسننات والوصلات المفصلية، وأذرُع التتوجّيه. أمّا في أنظمة التوجيه الهيدرولية التي تحتوي على مضخة للزيت وصمام توجيه وأسطوانة القدرة، فتتوجَّه المركبة بمساعدة ضغط الزيت؛ إذ يعمل الزيت على المساعدة في توجيه المركبة، ويقلل من جهد السائق المبذول في عملية التوجيه، ويتأثر هذا النوع بسرعة دوران المحرك. توجد أنظمة أخرى تعتمد في عملها على الطاقة الكهربائية، وفيها يُستخدم محرك كهربائي لتشغيل مضخة الزيت بدل محرك الاحتراق الداخلي، وهذا النوع من الأنظمة لا يتأثر بسرعة دوران المحرك، وتوجد أنواع أخرى مختلفة من أنظمة التوجيه، أهمها الأنظمة المستخدمة في المركبات الهجينة.

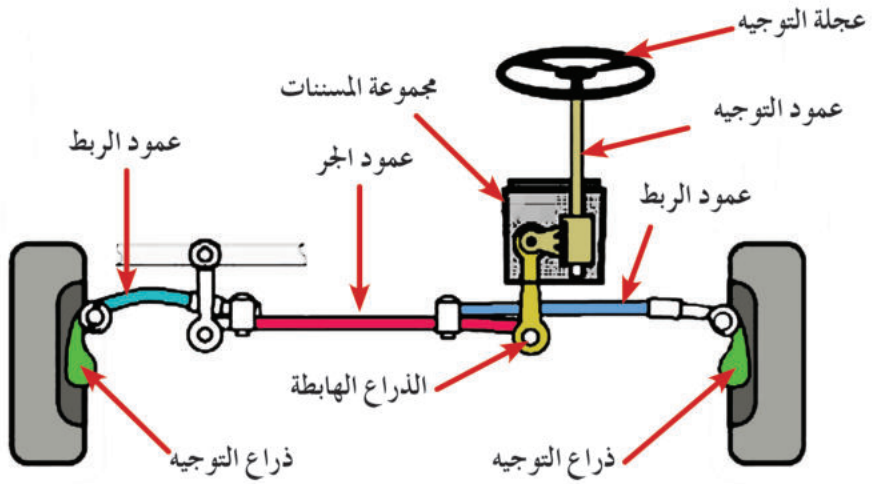
أصبح حديثًا أسنان البنيون حلزونية مائلة غير متعامدة، ولكنها متقاطعة مع الجريدة المسننة.

أنواع أنظمة التوجيه

1 – أنظمة التوجيه الميكانيكية (Mechanical steering system)

أ – **نظام التوجيه الميكانيكي ذو المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات الدوارة**: يتكون نظام التوجيه ذو المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات الدوارة من الأجزاء الآتية المبينة في الشكل (2):

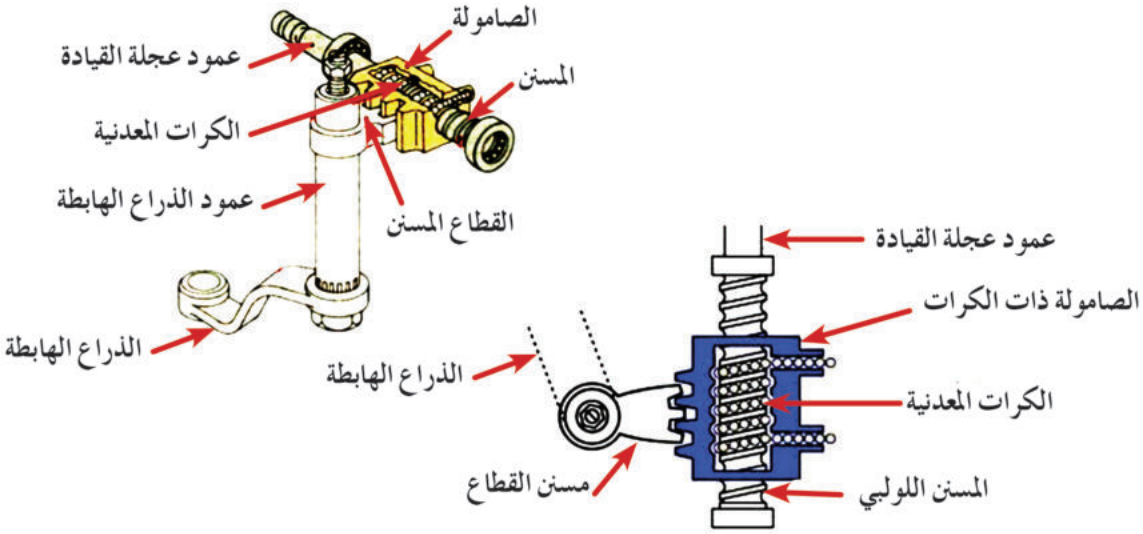
1. عجلة التوجيه.
2. عمود التوجيه.
3. صندوق المسننات (المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات الدوارة والقطاع المسنن).
4. الذراع الهابطة (**Pitman Arm**).
5. الوصلات الميكانيكية وأذرُع الربط.
6. الوصلات المفصلية.
7. أذرُع التوجيه.
8. محاور دوران العجلات.



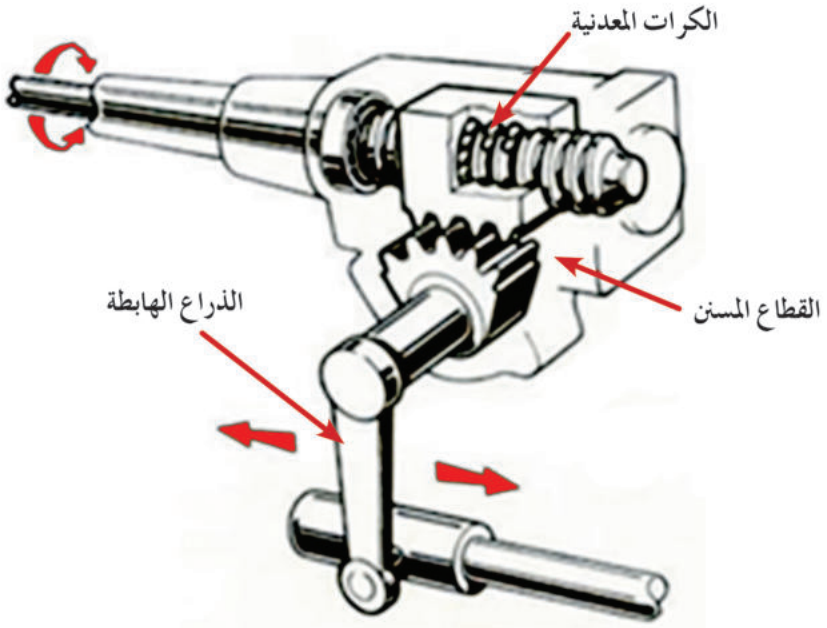
الشكل (1–2): أجزاء نظام التوجيه ذي المسنن اللولبي، والصامولة ذات الكرات الدوارة.

مبدأ عمل نظام التوجيه الميكانيكي ذي المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات الدوارة يتكون نظام التوجيه الميكانيكي من عجلة القيادة المتصلة بعمود الإدارة، المتصل بنهايته مسنن لولبي معشق مع صامولة مسننة داخل غلاف مجموعة المسننات، وتُرَكَّب مجموعة من الكرات الفولاذية بين أسنان المسنن اللولبي وأسنان الصامولة الداخلية لتقليل الاحتكاك بين المسنن والصامولة، وتعشق الصامولة مع المسنن القطاع الذي يثبَّت على نهايته الذراع الهابطة كما في الشكل (1–2). عند إدارة السائق عجلةَ القيادة لتوجيه المركبة تتحرك الصامولة المسننة إلى أعلى أو إلى الأسفل في اتجاه محور المسنن اللولبي، فتعمل على إدارة القطاع المسنن الذي يعمل على تحريك الذراع الهابطة المركبة في الطرف الآخر لعمود القطاع المسنن حركة ترددية، فيسحب الذراع الهابطة عمود الجر المتصل بأعمدة الربط التي تعمل على سحب أحد العجلات ودفع العجل الآخر لتوجيه المركبة في الاتجاه المطلوب.

يبين الشكل (1–3) تركيب مجموعة المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات الدوارة والقطاع المسنن، و يبين الشكل (1–4) حركة عمود عجلة القيادة، ومجموعة التروس ذات المسنن اللولبي، والصامولة ذات الكرات الدوارة.



الشكل (1–3): تركيب مجموعة المسنن اللولبي، والصامولة ذات الكرات الدوارة.



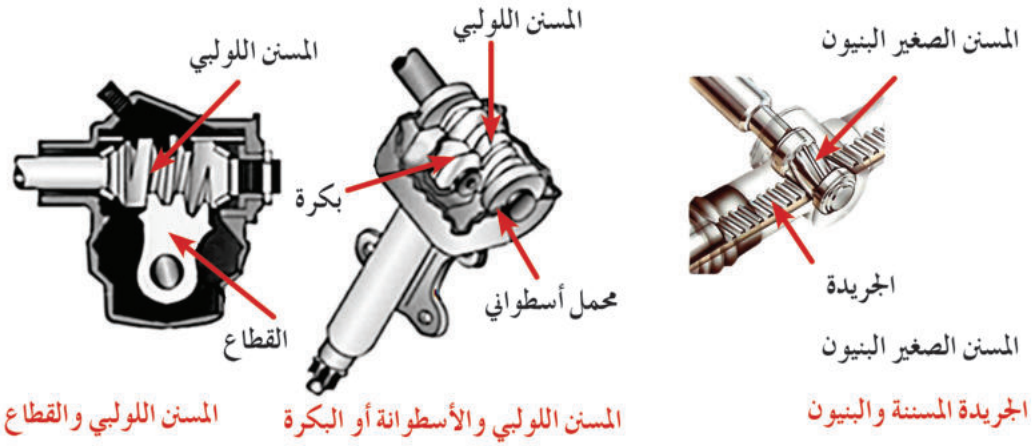
الشكل (1–4): حركة المسنن اللولبي، والصامولة ذات الكرات الدوارة، والقطاع المسنن.

توجد أنواع أخرى من مجموعة مسننات التوجيه المستخدمة في أنظمة التوجيه الميكانيكية كما في الشكل (1–5)، وهي تعمل على تحويل الحركة الدائرية لعمود عجلة القيادة إلى حركة ترددية خارج مجموعة المسننات، وهي كالآتي:

1 – المسنن اللولبي والقطاع (Worm And Sector).

2 – المسنن اللولبي والأسطوانة أو البكرة (Worm And Roller).

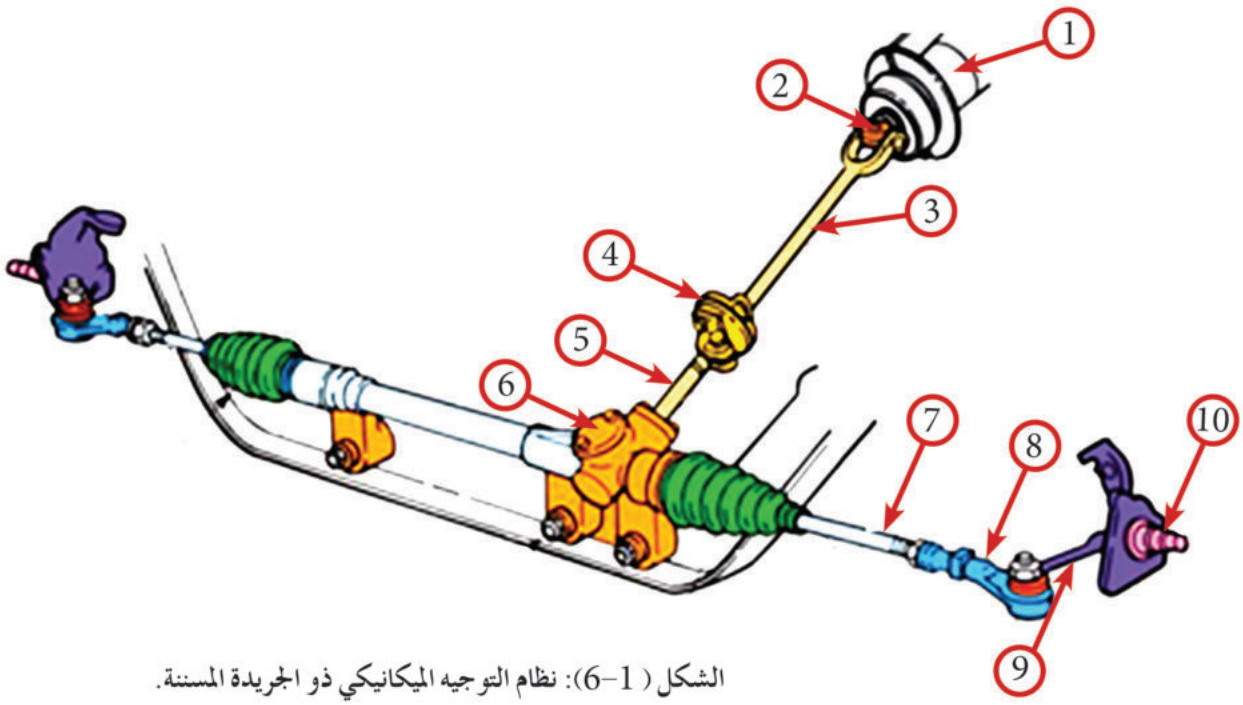
3 – الجريدة المسننة والبنيون (Rack And Pinion).



الشكل(1–5): مجموعة مسننات التوجيه المستخدمة في أنظمة التوجيه الميكانيكية.

ب– نظام التوجيه الميكانيكي ذو الجريدة المسننة والمسنن اللولبي (البنيون)

يبين الشكل (1–6) أهم أجزاء نظام التوجيه الميكانيكي ذي الجريدة المسننة والبنيون.



الشكل (1–6): نظام التوجيه الميكانيكي ذو الجريدة المسننة.

(1) عجلة التوجيه.

(2) وصلة مفصلية.

(3) عمود التوجيه.

(4) وصلة مرنة من المطاط.

(5) عمود مسنن البنيون.

(6) مجموعة الجريدة المسننة والبنيون.

(7) الوصلات الميكانيكية (أذرُع الربط).

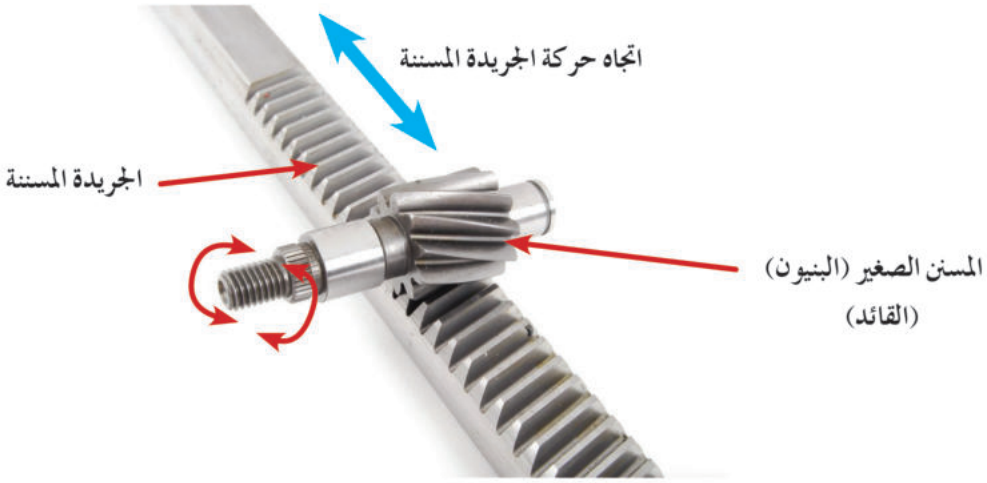
(8) الوصلات المفصلية.

(9) أذرُع التوجيه.

(10) محاور دوران العجلات.

مبدأ عمل نظام التوجيه ذي الجريدة المسننة والبنيون

يتكون نظام التوجيه الميكانيكي ذو الجريدة المسننة والمسنن اللولبي من عجلة القيادة المتصلة بعمود الإدارة. يُرَكَّب في نهاية عمود الإدارة مسنن لولبي (البنيون)، معشق مع الجريدة المسننة الموجودة داخل غلاف مجموعة المسننات، وترتكز الجريدة على محاور ثابتة داخل الغلاف، وتُرَكَّبُ على طرفي الجريدة المسننة أعمدة الربط بوساطة مفاصل كروية، وتصل هذه الأعمدة بين الجريدة المسننة وأذرُع التوجيه، فعند إدارة عجلة القيادة تتحول الحركة الدورانية لعمود الإدارة إلى حركة جانبية خطية للجريدة المسننة المبينة في الشكل (1–7)، ثم تنتقل هذه الحركة إلى أعمدة الربط، ثم إلى أذرُع التوجيه التي تعمل على تحريك العجلتين الأماميتين حركة زاوية لتوجيه المركبة (وذلك بسحب أحد العجلات ودفع العجل الآخر).



الشكل (1–7) :مبدأ عمل نظام التوجيه ذي الجريدة المسننة والبنيون.

2 – أنظمة التوجيه الهيدرولية (Hydraulic Steering System):

من المعروف أن السوائل غير قابلة للانضغاط، وأنها تنقل الضغط في اتجاهات متعددة في الوقت والقيمة نفسها، لذلك استُخدِمت السوائل في تحسين عمل بعض الأجزاء الميكانيكية عندما تدمج معها في عمل واحد، ففي نظام الفرامل الميكانيكي استُخدِمت السوائل بصفتها وسيلة لنقل الضغط من المضخة إلى مجموعة التوجه، وقلَّلت الجهد الذي يبذله السائق عند استخدام الفرامل، أمّا بالنسبة إلى نظام التوجيه؛ فقد طُوِّر نظام التوجيه الميكانيكي إلى نظام هيدرولي؛ ما أدى إلى تحسين أداء نظام التوجيه في المركبات، وبخاصة المركبات الكبيرة.

أهمية أنظمة التوجيه الهيدرولية

تستخدم أنظمة التوجيه الهيدرولية في المركبات لتقليل جهد السائق في توجيه المركبة، وبخاصة في المركبات الكبيرة والشاحنات؛ للحاجة الضرورية لبذل قوة توجيه عالية. تختلف الأنظمة الهيدرولية عن الأنظمة الميكانيكية في التصميم والأجزاء؛ إذ تحتوي أنظمة التوجيه الهيدرولية على مضخة للزيت، وصمام لتوجيه الزيت، وأسطوانة القدرة، وهي تُوجِّه المركبة بمساعدة ضغط الزيت الذي يعمل على توفير قوة كبيرة تساعد على توجيه المركبة، وتقليل المجهود الذي يبذله السائق. لكن من عيوب هذه الأنظمة تأثرها بسرعة دوران المحرك، وحاجتها إلى صيانة أكثر مقارنة بالأنظمة الميكانيكية، واحتمال حدوث أعطال فيها؛ لأن القطع والأجزاء الهيدرولية المكونة لهذا النظام أكثر.

أنواع أنظمة التوجيه الهيدرولية (Types of hydraulic steering system)

تُصنَّف أنظمة التوجيه الهيدرولي إلى نوعين حسب طريقة التصميم، هما:

أ– نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل (Integral Power Steering System).

ب– نظام التوجيه الهيدرولي ذو الوصلات (linkage Power Steering System).

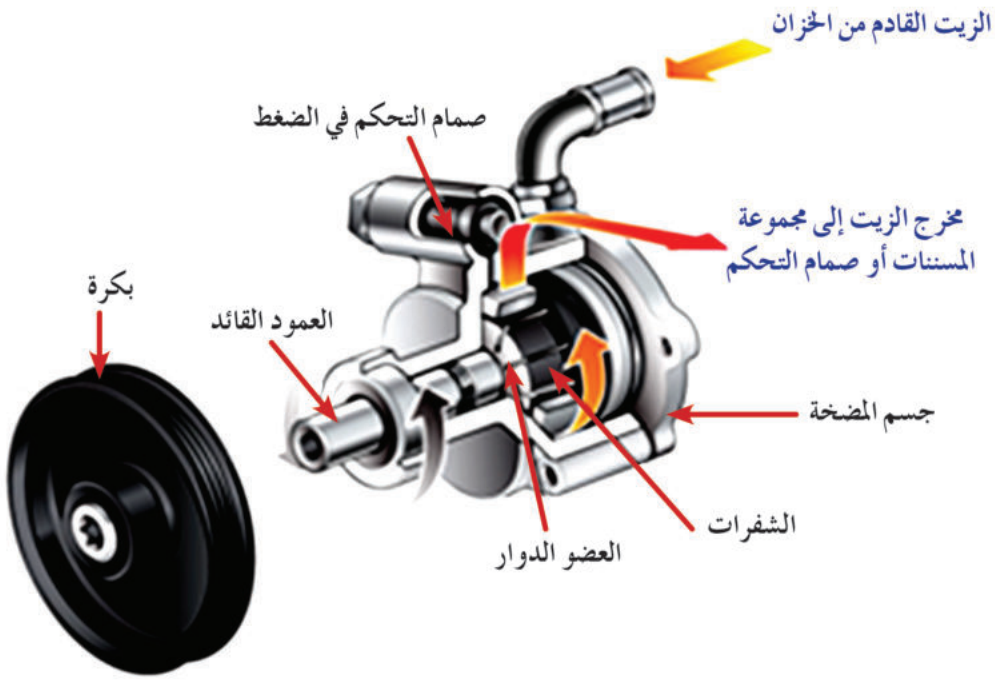
أ- نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل (Integral Power Steering System)

في هذا النظام، يُثبَّت صمّام التحكم وأسطوانة القدرة داخل مجموعة مسننات التوجيه باتجاه الزيت.

في ما يأتي أجزاء نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل (الجريدة المسننة والمسنن اللولبي):

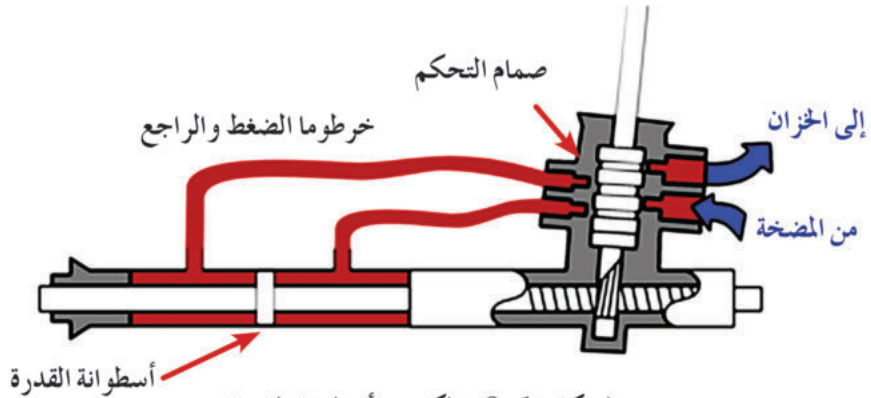
1 – **خزان الزيت**: يحتفظ بكمية من الزيت لتشغيل النظام.

2 – **مضخة الزيت**: تعمل على سحب الزيت من الخزان، وتضغط الزيت ضغطًا عاليًا إلى صمام التحكم، ثم إلى أسطوانة القدرة، وتستمد حركتها من محرك الاحتراق الداخلي انظر الشكل (1–8).



الشكل (1–8): أجزاء المضخة الهيدرولية.

3 – **أسطوانة القدرة**: تُزوِّد أسطوانة القدرة نظام التوجيه بقوة مساعدة توفر الجهد الذي يبذله السائق في توجيه المركبة؛ فهي تحتوي على مكبس يعمل في الاتجاهين بوساطة ضغط الزيت، وفتحات لدخول الزيت وخروجه، ويرتبط عمود المكبس بأذرُع الربط التي تنقل الحركة إلى أذرُع التوجيه، ثم إلى العجلتين الأماميتين، كما في الشكل (1–9).



الشكل (1–9):المكبس وأسطوانة القدرة.

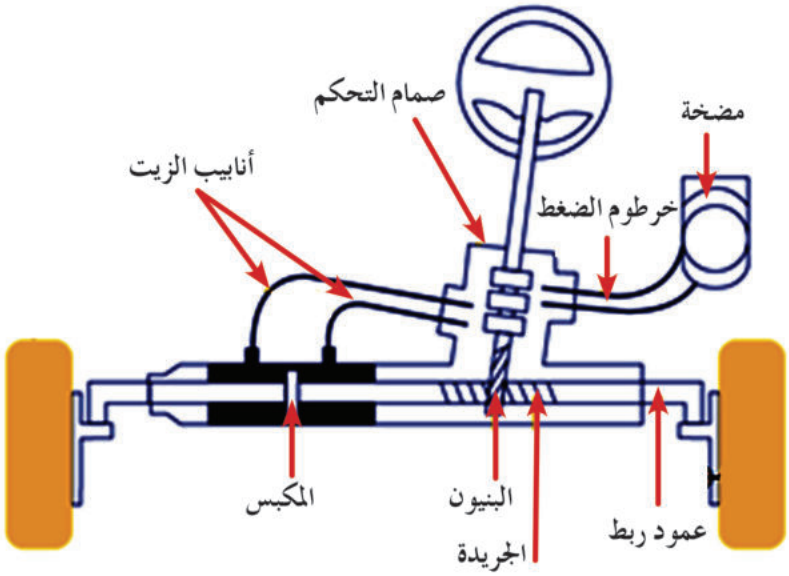
4 – **صمام التحكم**: يعمل على توجيه الزيت المضغوط القادم من المضخة إلى أسطوانة القدرة، ويشغَّل بواسطة عمود عجلة القيادة، أو وصلات نظام التوجيه، ويُرَكَّب داخل مجموعة المسننات أو خارجها، كما في الشكل (1–10).

5 – **أنابيب توصيل الزيت**: تعمل على إيصال الزيت المضغوط من المضخة إلى صمام التحكم، ومن صمام التحكم إلى أسطوانة القدرة، وبالعكس.

6 – **عجلة القيادة**: تعمل على إدارة المسنن اللولبي داخل مجموعة المسننات.

7 – **عمود عجلة القيادة (التوجيه)**: ينقل الحركة من عجلة القيادة إلى مجموعة المسننات، ويصمم بأشكال مختلفة، تحتوي على أنظمة السلامة التي تحافظ على سلامة السائق عند حدوث الاصطدامات.

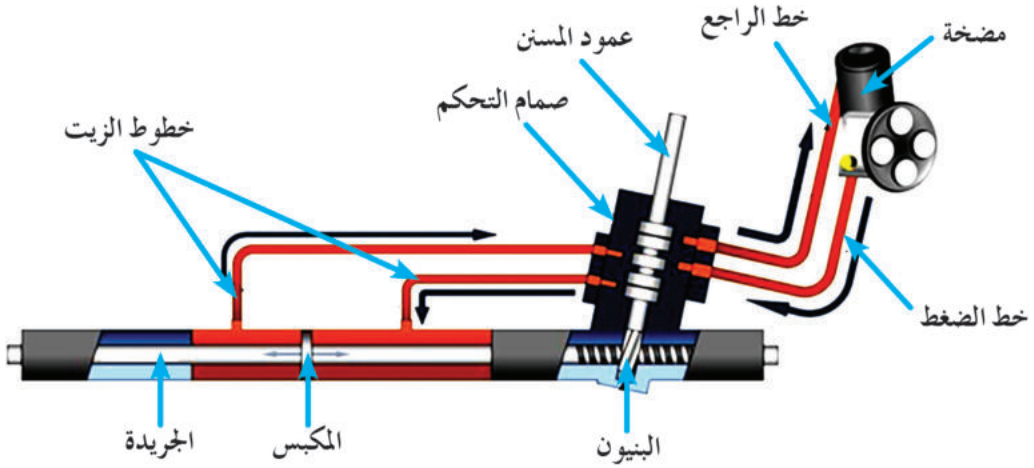
8 – **مجموعة المسننات**: تحول الحركة الدائرية لعجلة القيادة إلى حركة ترددية للذراع الهابطة، وتوجد مجموعة من أنواع المسننات التي تستخدم في أنظمة التوجيه.



الشكل (1–10): أجزاء نظام التوجيه.

مبدأ عمل نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل

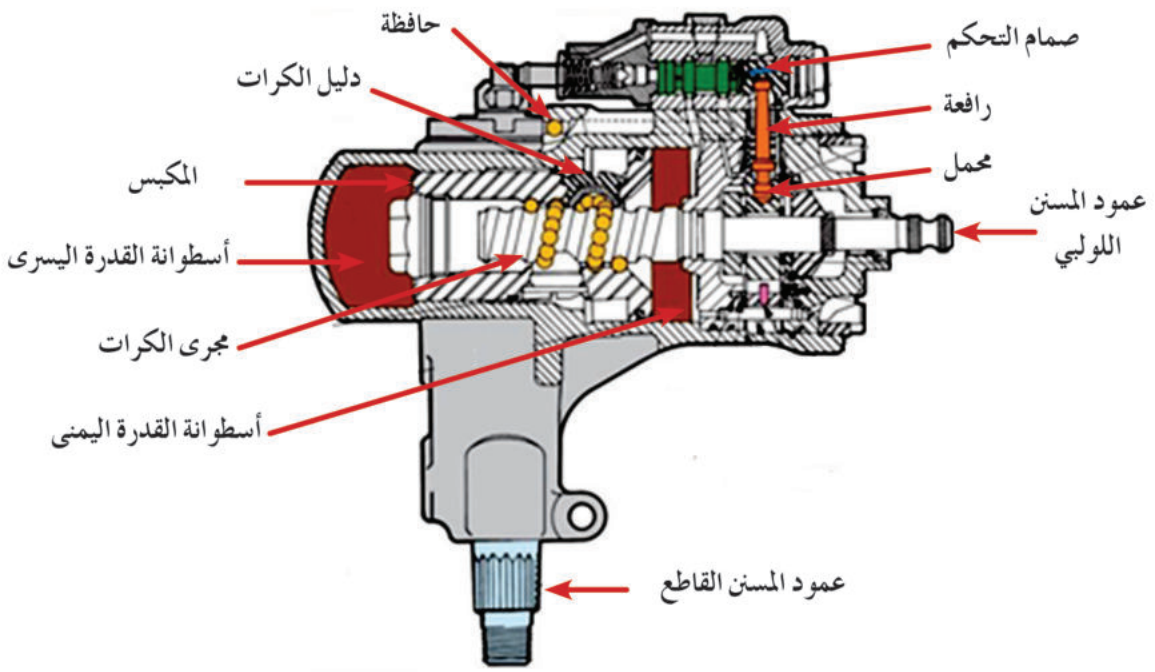
يتكون نظام التوجيه الهيدرولي من خزان للزيت، ومضخة هيدرولية، وأنابيب توصيل الزيت، وصمام التوجيه، وأسطوانة القدرة، انظر الشكل (1–11). تستمد المضخة حركتها من المحرك بوساطة سير على شكل حرف (V) أو بطريقة مباشرة من المحرك بوساطة مسننات، وتعمل على سحب الزيت من الخزان، ثم ضغطه داخل خرطوم الضغط، ثم إرساله إلى صمام التحويل الذي يعمل على توجيه الزيت إلى أسطوانة القدرة؛ فيدخل الزيت في أحد جوانب مكبس أسطوانة القدرة، ويدفع المكبس في الاتجاه المطلوب.



الشكل (1–11): مبدأ عمل نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل.

نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل (ذو المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات)

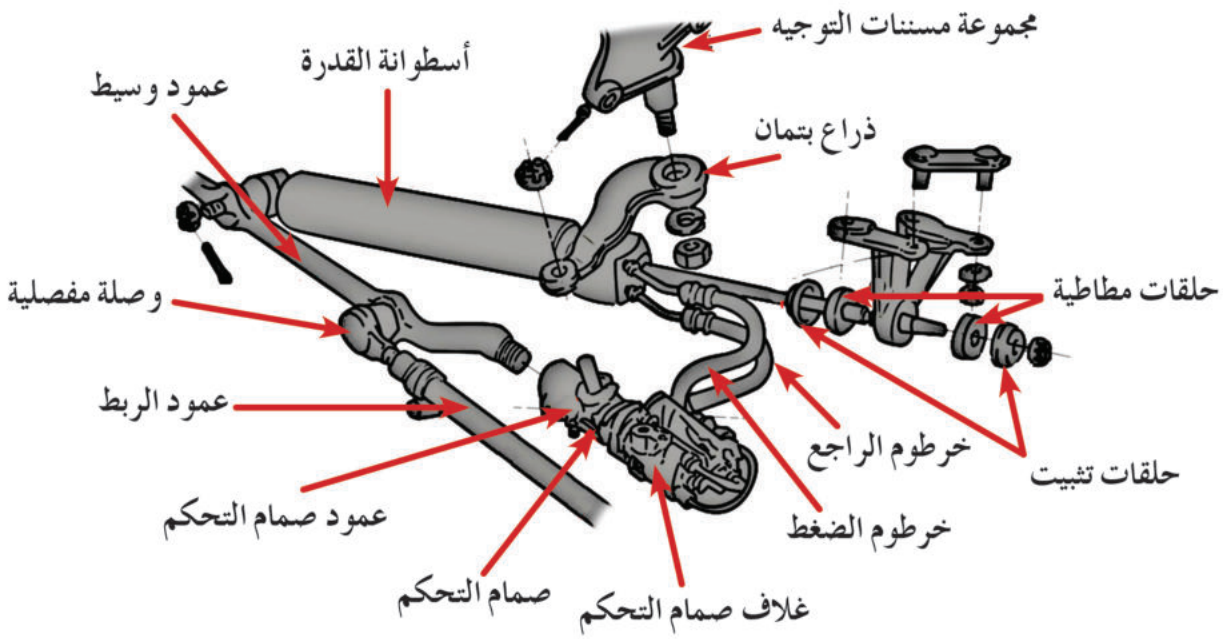
عند إدارة عجلة القيادة تتحرك الصامولة على المسنن اللولبي حركة خطية في اتجاه محور المسنن إلى أعلى أو إلى أسفل؛ حسب اتجاه دوران عجلة القيادة، في الوقت نفسه تتحرك رافعة مثبَّتة على عمود عجلة القيادة داخل مجموعة المسننات، فتعمل على إزاحة صمام التحويل كما في الشكل (1–12)، فيتدفق الزيت القادم من مضخة الزيت إلى أحد طرفي الصامولة، ويدفع الزيت الصامولة في اتجاه حركة الدوران. يُذكر أن الصامولة وجسم مجموعة المسننات يعملان عمل أسطوانة القدرة.



الشكل (1–12): المسنن اللولبي والصامولة ذات الكرات.

ب - نظام التوجيه الهيدرولي ذو الوصلات (linkage power steering system)

في هذا النوع من أنظمة التوجيه تُثبَّت أسطوانة القدرة وصمام التحكم في اتجاه الزيت على وصلات نظام التوجيه خارج مجموعة مسننات التوجيه، كما في الشكل (1–13) وترتبط الذراع الهابطة مع عمود صمام التحكم بوصلة خاصة، وتعمل الذراع الهابطة على التحكم في حركة صمام التحكم في اتجاه الزيت. عند إدارة عجلة القيادة، تعمل الذراع الهابطة على إزاحة عمود صمام التحكم، فيتدفق الزيت القادم من المضخة إلى أحد جوانب المكبس داخل أسطوانة القدرة، وتتحرك الأسطوانة في الاتجاه المطلوب، وتنقل الحركة إلى الذراع الوسيطة، ثم إلى أذرُع الربط، ومنها إلى أذرُع التوجيه، فتتحرك العجلات في اتجاه الحركة المطلوبة إلى اليمين أو إلى اليسار.



الشكل (1-13): نظام التوجيه الهيدرولي ذو الوصلات.

3 – نظام التوجيه الكهربائي (Electrical Power Steering System):

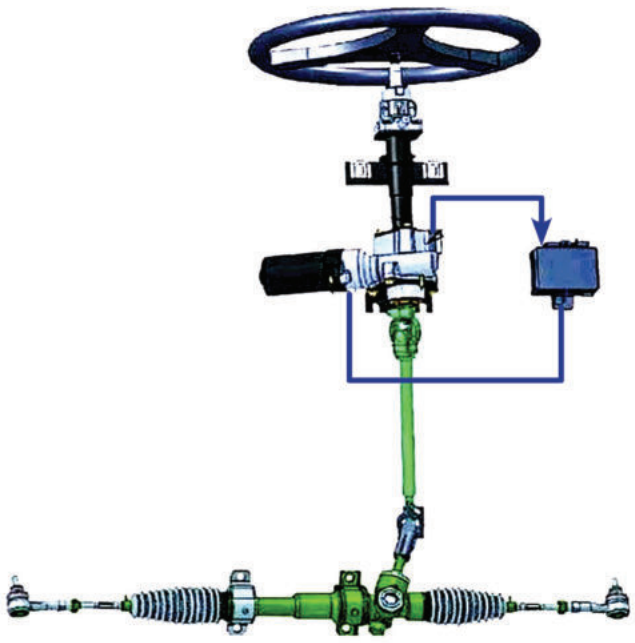
لتحسين أداء أنظمة التوجيه؛ طُوِّرت الأنظمة بحيث أصبح التحكم في توجيه المركبة كهربائيًّا، واستُبدِلَ النظام الهيدرولي بمحرك كهربائي، وتعمل مجموعة من الحساسات ووحدة التحكم الإلكتروني على التحكم في عمل المحرك الكهربائي.

نظام التوجيه الكهربائي هو نظام توجيه مشهور جدًّا، ويعتمد بشكل مباشر على المحرك الكهربائي لتوفير عزم دوران إضافي. وقد حل هذا النظام محل نظام التوجيه الهيدرولي في كثير من المركبات الحديثة، وتوجد أنظمة أخرى تعتمد في عملها على الطاقة الكهربائية؛ إذ يُستخدَم محرك كهربائي لتشغيل مضخة الزيت بدل محرك الاحتراق الداخلي، وهذا النوع من الأنظمة لا يتأثر بسرعة دوران المحرك.

أجزاء نظام التوجيه الكهربائي

يبين الشكل (14–1) أجزاء النظام الآتية:

1 – الجريدة المسننة والبنيون.
2 – محرك كهربائي.
3 – وحدة التحكم الإلكترونية.
4 – حساس العزم (الدوران).



الشكل (1–14): أجزاء نظام التوجيه الكهربائي.

مميزات نظام التوجيه الكهربائي

أ- الحدُّ من استخدام المضخة الهيدرولية (لا تحتوي على مضخة)، التي تحتاج إلى ما يقارب من (8 – 10) أحصنة للتشغيل تحت الحمل الكامل.

ب- المساعدة على خفض استهلاك الوقود.

جـ- تقليل الحجم والوزن بسبب عدم وجود المضخة الهيدرولية أوالخزان أوالخراطيم.

د- تسهيل أعمال الصيانة؛ بسبب عدم الحاجة إلى تفقُّد التسريب من الخراطيم والمضخة والخزان.

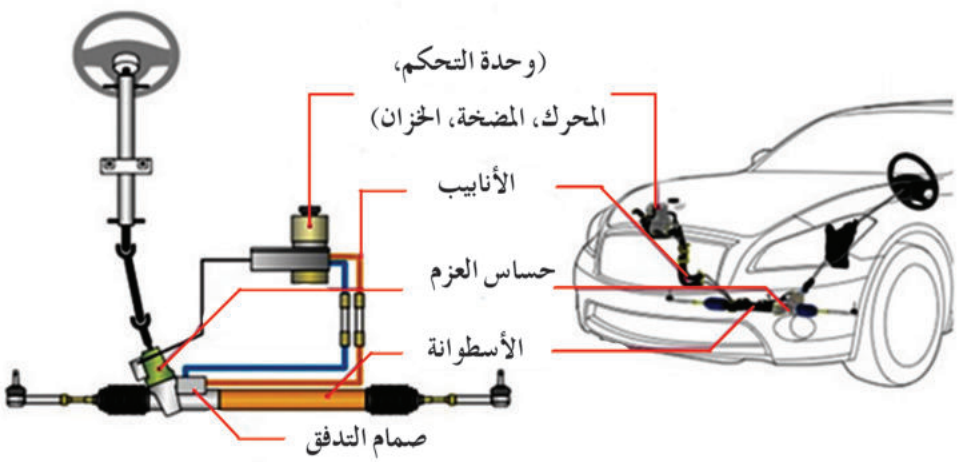
هـ – سهولة التعامل ونعومة التوجيه.

مبدأ عمل نظام التوجيه الكهربائي

عندما يُدير السائق عجلة القيادة، يحدد حساس عجلة القيادة (الاستيرنج) الموقع ومعدل دوران عجلة القيادة، ويعمل حساس العزم الموجود على عمود عجلة القيادة، ويرسل هذه المعلومات إلى وحدة التحكم الإلكتروني، التي ترسل إشارة إلى وحدة التحكم التي تعمل على إدارة المحرك الكهربائي في الاتجاه المطلوب.

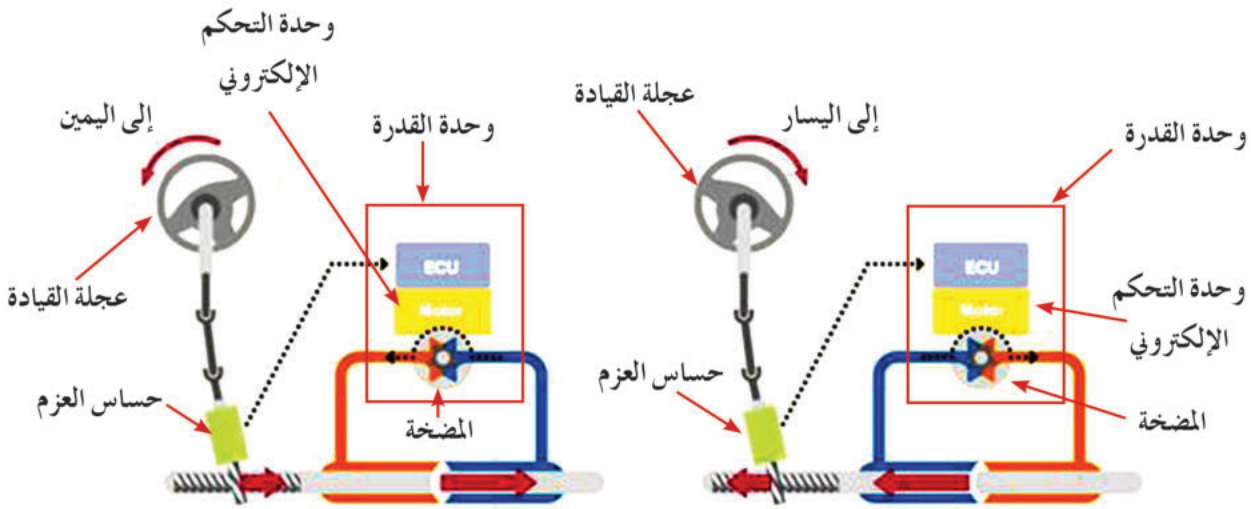
4 – نظام التوجيه الكهروهيدرولي (Electro- Hydraulic Power Steering :EHPS)

يبين الشكل (1–15) أجزاء نظام التوجيه الكهروهيدرولي.



الشكل (1–15): أجزاء نظام التوجيه الكهرو هيدرولي.

تستخدم أنظمة التوجيه الكهروهيدرولية في المركبات الهجينة، حيث إن ضغط السائل يأتي من المضخة التي تشغَّل بوساطة المحرك الكهربائي، وبذلك يخف الحمل عن المحرك حيث يلزمه ما بين (8 – 10) أحصنة ميكانيكية لتشغيل نظام التوجيه تحت الحمل الكامل؛ ما يُوفِّر استهلاك الوقود، ويكون الوزن أقل منه في نظام التوجيه التقليدي، ويُبيّن الشكل (1–16) مبدأ عمل نظام التوجيه الكهروهيدرولي؛ إذ ترسل مجموعة الحساسات المعلومات إلى وحدة التحكم، ثم تصدر وحدة التحكم أمرًا إلى المحرك الكهربائي لتشغيل المضخة الهيدرولية.



الشكل (1–16): مبدأ عمل نظام التوجيه الكهرو هيدرولي.

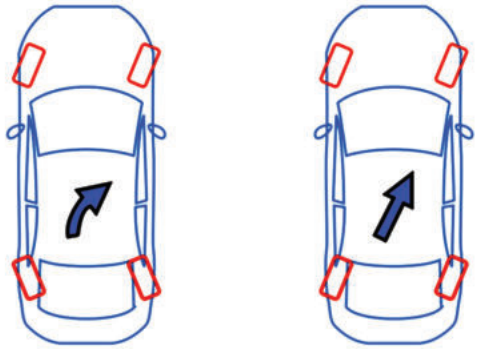
5 – نظام التوجيه الرباعي (FOUR WHEEL STEERING)

في كثير من المركبات تُوَجَّهُ المركبة بالعجلتين الأماميتين فقط، إذ تتعرض العجلات الخلفية للانزلاق أثناء الدوران، و إلى تآكل الإطارات الخلفية على نحوٍ أسرع، علمًا بأن نصف قطر الدوران أقل في المركبات الكبيرة، لتتمكن من المحاورة أثناء الدوران بسهولة، ما يؤدي إلى التوجيه بالعجلات الأربعة، الأمامية والخلفية؛ لما لها من مميزات جيدة في توجيه المركبات.

أهمية نظام التوجيه الرباعي

يسمح نظام التوجيه رباعي العجلات للسائق بإدارة العجلات الخلفية يسارًا أو يمينًا مع عجلة القيادة، جنبًا إلى جنب مع العجلات الأمامية أيضًا. في نظام توجيه الرباعي، تدور العجلات الأربع في الوقت نفسه الذي يُوجِّه فيه السائق المركبة، وفي معظم أنظمة التوجيه الرباعي، تُوَجَّهُ العجلات الخلفية بواسطة جهاز حاسوب ومشغِّلات، ولا يمكن للعجلات الخلفية الدوران بقدر

ما تدور به العجلات الأمامية، وقد يوجد عناصر تحكم لإيقاف التوجيه الخلفي، وخيارات لتوجيه العجلات الخلفية فقط بشكل مستقل عن العجلات الأمامية.



الشكل (1-17): نظام التوجيه الرباعي.

ففي السرعة المنخفضة، تدور العجلتان الخلفيتان بعكس اتجاه دوران العجلتين الأماميتين ما يقلل من دائرة نصف قطرها (نصف قطر الدوران)، انظر الشكل (1-17). أمّا في السرعات العليا، فإن العجلات الأمامية والخلفية تدور في الاتجاه نفسه بتحكم إلكتروني كامل.

يوجد نوع آخر من أنظمة التوجيه الرباعي يُسمّى (**Crab steering**)، وهو نوع خاص من التوجيه الرباعي يعمل عن طريق توجيه جميع العجلات في الاتجاه نفسه، وفي الزاوية نفسها. يستخدم هذا النظام عند سير المركبة في خط مستقيم، ولكن ضمن زاوية، وفيه لا يتبع العجلين الخلفيين مساره العجلين الأماميين.

مزايا نظام التوجيه رباعي العجلات

أ- تحسين استجابة التوجيه (**steering response**).

ب- زيادة ثبات المركبة أثناء المناورة بسرعة عالية.

جـ- تقليل نصف قطر الدوران على السرعات المنخفضة.

عيوب نظام التوجيه الرباعي العجلات

أ- ارتفاع الثمن؛ إذ تتطلب أنظمة التوجيه الرباعي وجود العديد من المكونات في بنائها أكثر من أنظمة التوجيه ثنائية العجلات، ولهذا السبب، فإن المركبات ذات التوجيه الرباعي أكثر تكلفة.

ب- كثرة الأعطال؛ لأن أنظمة التوجيه الرباعي تحتوي على كثير من المكونات، وخاصة المكونات الإلكترونية؛ قد يتعطل النظام، إذا تعطل أحد هذه المكونات.

ابحث في مصادر المعرفة المتوافرة في مدرستك عن أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا عن من أنظمة التوجيه في المركبات، ثم اكتب تقريرًا عنه، ثم ناقشه مع معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – بيِّن أهمية أنظمة التوجيه في المركبات.

2 – اذكر أنواع أنظمة التوجيه المستخدمة في المركبات.

3 – عدِّد أجزاء نظام التوجيه الميكانيكي ذي الجريدة المسننة والمسنن اللولبي(البنيون).

4 – اشرح كيف تُوَجَّهُ المركبة في نظام التوجيه الميكانيكي.

5 – اذكر أنواع مجموعات مسننات التوجيه المستخدمة في أنظمة التوجيه الميكانيكية.

6 – اذكر أنواع أنظمة التوجيه الهيدرولية، مبينًا الفرق بينها.

7 – عدِّد أهم أجزاء أنظمة التوجيه الهيدرولية، ثم اذكر عمل كل جزء.

8 – اشرح طريقة عمل نظام التوجيه الهيدرولي المتكامل.

9 – عدِّد أجزاء نظام التوجيه الكهربائي.

10 – اذكر مزايا نظام التوجيه الكهربائي.

11 – اشرح مبدأ عمل نظام التوجيه الكهربائي.

12 – عدِّد أجزاء أنظمة التوجيه الرباعية الهيدرولية.

13 – اشرح طريقة عمل نظام التوجيه الرباعي.

التمارين العملية

التمرين الأول

فَكّ عجلة القيادة من المركبة، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تركيبها.

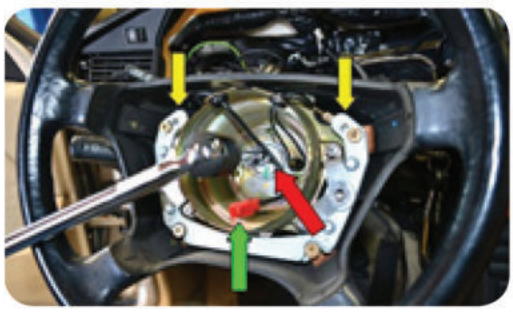
يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفك عجلة القيادة من المركبة، ثم تعيد تركيبها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – رافعة ميكانيكية خاصة لتثبيت عجلة القيادة. – ساعة شد البراغي. – صندوق عُدد يدوية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ضع العجلات في وضع الاستقامة على الأرض. 2 – ثبِّت عجلة القيادة باستعمال الرافعة الخاصة. 3 – انزع غطاء عجلة القيادة من مكانه. 4 – انزع القطب السالب للبطارية (المركم). 5 – فُكَّ الأسلاك والوصلات الكهربائية من مكانها، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6- فُكَّ صامولة تثبيت عجلة القيادة باستعمال العدد المناسبة، انظر الشكل (2).	الشكل (2).
7- انزع عجلة القيادة، انظر الشكل (3).	الشكل (3).
8 - أعد تركيب القطب السالب للبطارية.	
9 - أعِد تركيب عجلة القيادة مراعيًا إرجاع الوصلات الكهربائية إلى مكانها، انظر الشكل (4)، ثم شُدَّ صامولة تثبيت عجلة القيادة باستعمال ساعة الشد حسب تعليمات الشركة الصانعة.	 الشكل (4).

التمارين العملية

التمرين الثاني

فَكّ مجموعة مسننات التوجيه الميكانيكية، وذات القدرة الآلية عن المركبة، ثم إعادة تركيبها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ مجموعة مسننات التوجيه الميكانيكية، وذي القدرة الآلية عن المركبة، ثم تعيد تركيبها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – رافعة ميكانيكية خاصة لتثبيت عجلة القيادة. – ساعة شد البراغي. – صندوق عُدد يدوية. – وعاء بلاستيكي لتفريغ الزيت.	– دليل الصيانة للمركبة.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فرِّغ الزيت من الخزان باستخدام أداة خاصة لسحب الزيت.	
2 – انزع مربط غلاف عمود عجلة التوجيه من داخل مقصورة السائق.	
3 – فُكَّ الوصلة المفصلية، أو الوصلة المطاطية التي تربط عمود عجلة القيادة بعمود مجموعة المسننات، انظر الشكل (1).	الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – فُكَّ أنابيب توصيل الزيت عن المجموعة، انظر الشكل (2).	الشكل (2).
5 – فُكَّ نهاية أذرُع الربط المثبّتة بأذرُع التوجيه باستخدام بريصة خاصة لنزع المفاصل الكروية (الجوز)، انظر الشكل (3).	الشكل (3).
6 – انزع ذراع الربط بالوصلة المفصلية من مكانه، انظر الشكل (4).	الشكل (4).
7 – فُكَّ براغي تثبيت مجموعة المسننات بهيكل المركبة، انظر الشكل (5).	الشكل (5).
8 – انزع مجموعة المسننات عن المركبة.	
9 – أعد تركيب الأجزاء بالترتيب العكسي.	

التمارين العملية

التمرين الثالث

فَكّ مجموعة التوجيه ذات الجريدة المسننة إلى أجزائها، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تجميعها.

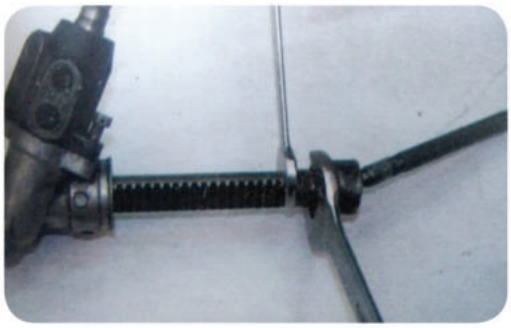
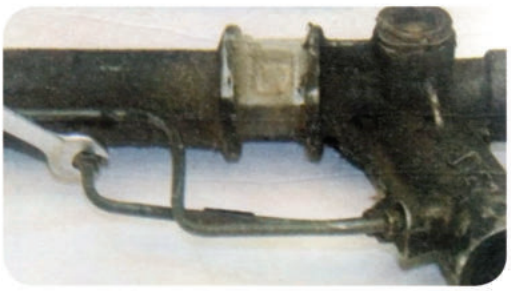
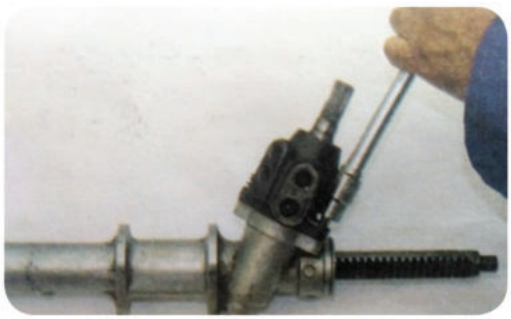
يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ مجموعة التوجيه إلى أجزائها، ثم تتفقَّدها، ثم تعيد تجميعها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق عدة يدوية. – فرشاة تنظيف. – مادة بترولية لغسيل القطع. – مصدر هواء مضغوط.	– مجموعة مسننات

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أفرغ مجموعة المسننات من الزيت، ثم ضعها على طاولة العمل. 2 – نظف المجموعة من الخارج باستخدام الفرشاة، والمواد البترولية، والهواء المضغوط. 3 – ثبِّت المجموعة على الملزمة. 4 – فُكَّ الوصلة المفصلية في نهاية عمود الربط من جهة اليمين، ثم انزعها من مكانها. 5 – فُكَّ الوصلة المفصلية في نهاية عمود الربط من الجهة اليسرى، ثم انزعها من مكانها، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6- انزع الحوافظ المطاطية من الجانب الأيمن والجانب الأيسر من غلاف الجريدة المسننة، انظر الشكل (2).	الشكل (2).
7 - فُكَّ عمود الربط الأيمن والأيسر من مكانه، انظر الشكل (3).	 الشكل (3).
8- انزع أنابيب الزيت الواصلة بين أسطوانة الجريدة وجسم صمام التحكم، انظر الشكل (4).	 الشكل (4).
9- فُكَّ براغي تثبيت غلاف مجموعة صمام التحكم والمسنن الحلزوني، ثم انزع الغلاف من مكانه، انظر الشكل (5).	 الشكل (5).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

10- فُكَّ صامولة المعايرة، ثم انزعها من مكانها، انظر الشكل (6).

الشكل (6).

11- انزع الجريدة المسننة من مكانها، انظر الشكل (7).

الشكل (7).

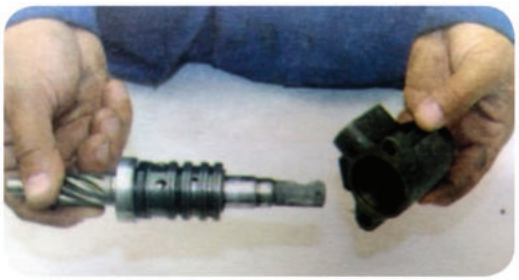
12- تفقد مانعة التسريب الخاصة بالمكبس الموجود على الجريدة المسننة واستبدلها إذا لزم الأمر.

13- افحص محامل عمود المسنن اللولبي، واستبدلها إذا لزم الأمر، انظر الشكل (8).

الشكل (8).

14- انزع مجموعة صمام التحكم والمسنن اللولبي، ثم تفقد حافظات الزيت، واستبدلها إذا لزم الأمر، انظر الشكل (9).

15- أعِد تركيب أجزاء المجموعة مراعيًا الترتيب بدءًا من آخر خطوة، حسب تعليمات الشركة الصانعة، ويفضل استبدال مانعة تسرب الزيت الموجودة على أطراف أسطوانة القدرة.



الشكل (9).

التمارين العملية

التمرين الرابع

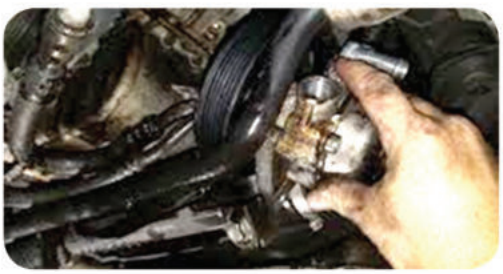
فَكّ مضخة زيت نظام التوجيه الهيدرولية، ثم تفقُّدها، ثم إعادة تركيبها

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفكَّ مضخة زيت نظام التوجيه الهيدرولية، ثم تتفقَّدها، ثم تعيد تركيبها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – صندوق عُدد يدوية. – زيت خاص. – مصدر هواء. – طقم إصلاح للمضخة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فرِّغ الزيت من خزان المضخة.	 الشكل (1).
2 – انزع سير تدوير بكرة المضخة من مكانه، انظر الشكل (1).	
3 – فُكَّ خرطوم الضغط والراجع الذي يصل المضخة بجسم صمام التحكم، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – فُكَّ البراغي التي تثبِّت المضخة بجسم المحرك، انظر الشكل (3).

الشكل (3).

5 – انزع المضخة من مكانها.

6 – اغسل المضخة بالفرشاة وإحدى المواد البترولية، ثم استخدم الهواء المضغوط لتنشيف المضخة.

الشكل (4).

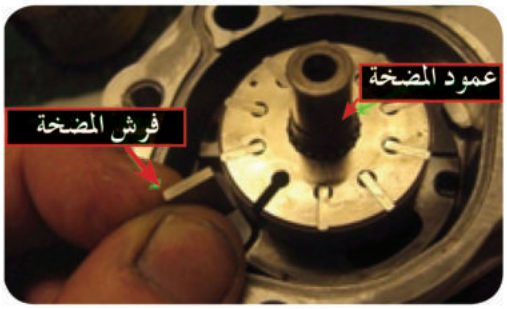
7 – قبل فَكّ جزأَي المضخة ضع علامة على الجزأين للمساعدة عند التركيب، انظر الشكل (4).

8 – فُكّ براغي تثبيت جزأَي المضخة، ثم افصل الجزأين أحدهما عن الآخر، انظر الشكل (5).

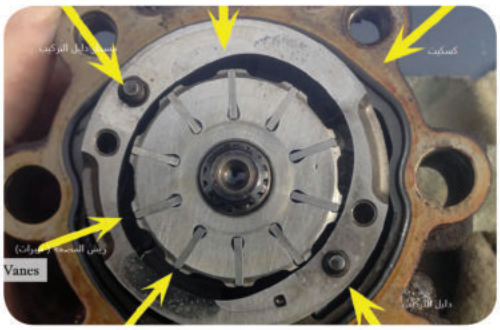
الشكل (5).

9 – افحص فراش المضخة من التآكل، انظر الشكل (6).

10 – افحص جسم المضخة الداخلي من التآكل والاهتراء.



الشكل (6).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11 – تفقد خلوص (فاضي) عمود المضخة حسب تعليمات الشركة الصانعة، انظر الشكل (7).	الشكل (7).
12 – تفقد الحوافظ المطاطية واستبدلها إذا لزم الأمر، وتفقد جميع أجزاء المضخة.	
13 – أعد تركيب أجزاء المضخة في مكانها.	
14 – اجمع جزأَي المضخة ملاحظًا علامات التطابق على الجزأَين، انظر الشكل (8).	الشكل (8).
15 – ركِّب المضخة على المركبة بشد البراغي حسب تعليمات الشركة الصانعة، منتبهًا إلى وضع الفراشي، وأعمدة الدليل عند التركيب المبينة باللون الأصفر، انظر الشكل (9).	 الشكل (9).
16 – أعِد تركيب خرطوم الضغط والراجع على المضخة.	
17 – أعِد تركيب سير تدوير المضخة مراعيًا شد السير ومعايرته.	
18 – أضف الزيت إلى الخزان حتى المستوى المحدد.	
19 – أدر المحرك، ثم حرك عجلة القيادة إلى اليمين، ثم إلى اليسار عدة مرات، وأعد تفقُّد مستوى الزيت في الخزان، وأضف بعضه إلى الخزان إذا لزم الأمر.	

التمارين العملية

التمرين الخامس

استخدام جهاز الفحص والتشخيص الإلكتروني الخاص بالأعطال لفحص نظام التوجيه.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تستخدم جهاز الفحص والتشخيص الإلكتروني الخاص بالأعطال؛ لفحص نظام التوجيه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – جهاز فحص الأعطال الإلكتروني وتشخيصها.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – صل وصلة جهاز الفحص بالمكان المخصص داخل غرفة القيادة، انظر الشكل (1).	الشكل (1).
2– شغِّل الجهاز، ثم انتظر لحين ظهور شاشة البرنامج.	
3 – اختر نوع المركبة المراد إجراء الاختبار عليها، وذلك بتتبع التعليمات التي تظهر أمامك على الشاشة، مثل المنطقة الجغرافية للبلد المصنع، ثم نوع المركبة، انظر الشكل (2).	الشكل (2).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – اختر نوع الفحص أو الاختبار المناسب من البرنامج، انظر الشكل (3).	الشكل (3).
5 – اختر من القائمة قراءة الأعطال لنظام التوجيه الكهربائي، انظر الشكل (4).	الشكل (4).
6 – سجِّلِ الأعطال على ورقة خارجية، ثم اعمل على إصلاحها.	
7 – ارجع إلى جهاز الفحص، واختر من القائمة مسح الأعطال.	
8 – للتأكد؛ أعِد قراءة الأعطال مرة أخرى (في حالة إصلاح العطل، لن يظهر العطل في قائمة الأعطال).	
9 – أغلق البرنامج، ثم انزع وصلة الجهاز عن المركبة.	

الخريطة المفاهيمية

أنظمة التوجيه المستخدمة في المركبات

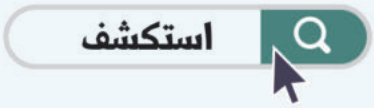
- نظام التوجيه الميكانيكي
  - نظام التوجيه ذو الجريدة المسننة والمسنن اللولبي
  - نظام التوجيه ذو الصامولة ذات الكرات والمسنن
  - خزان زيت، مضخة الزيت، صمام التحكم، أسطوانة القدرة
- نظام التوجيه الهيدرولي
  - نظام التوجيه المتكامل
  - نظام التوجيه ذو الوصلات
  - عجلة القيادة، عمود النقل، مجموعة المسننات، الوصلات
- نظام التوجيه الكهربائي
  - نظام التوجيه الكهربائي
  - نظام التوجيه الإلكتروني
  - وحدة تحكم، ماتور كهربائي، حساس العزم، حساس عجلة القيادة
- نظام التوجيه الرباعي
  - النظام الهيدرولي
  - النظام الكهروهيدرولي
  - نظام توجيه أمامي
  - نظام توجيه خلفي

ثانيًا: هندسة العجلات

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

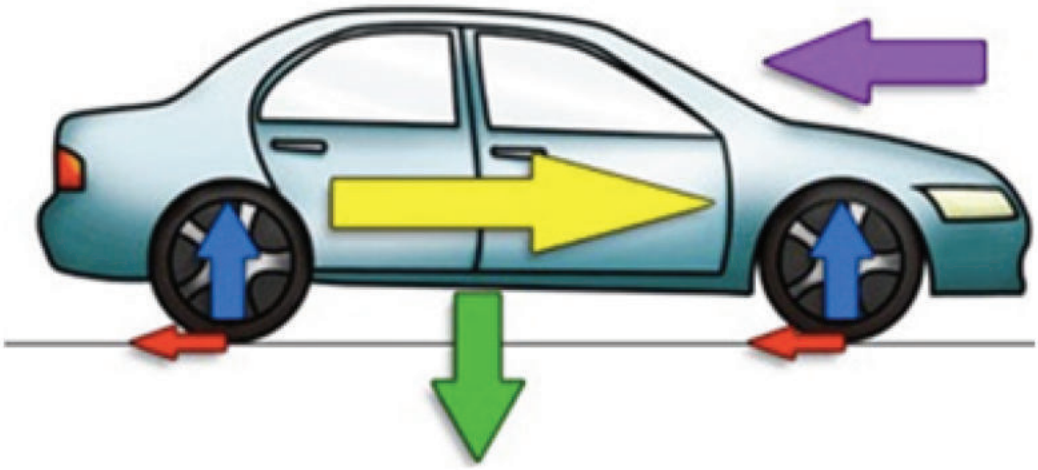
- يتعرّف أهمية زوايا هندسة العجلات.
- يتعرّف زوايا هندسة العجلات.



القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

تؤثر مجموعة من القوة الخارجية في حركة الأجسام أثناء المسير على الطرقات، ففي الأجواء العاصفة والباردة تتعرض الأجسام المتحركة لقوة دفع الهواء التي تبطئ حركة الجسم إذا تحرك في اتجاه معاكس، أو تزيد من سرعته إذا تحرك في اتجاه حركة الهواء نفسه. وتزداد صعوبة حركة الأجسام في خط مستقيم ولا يمكن عندئذٍ التحكم في اتجاه السير، لذلك تُستعمل وضعية الانحناء أثناء السير لتقليل تأثير قوة دفع الهواء، انظر الشكل (1–18). قد تميل أجسامنا إلى الخارج بصورة عشوائية أثناء سير المركبة بسرعة عالية على المنعطفات؛ ما يفضي إلى فقدان التوازن، وعدم القدرة على التحكم في وضعية الجلوس؛ بسبب قوة الطرد المركزية الناتجة من حركة المركبة على المنعطفات.

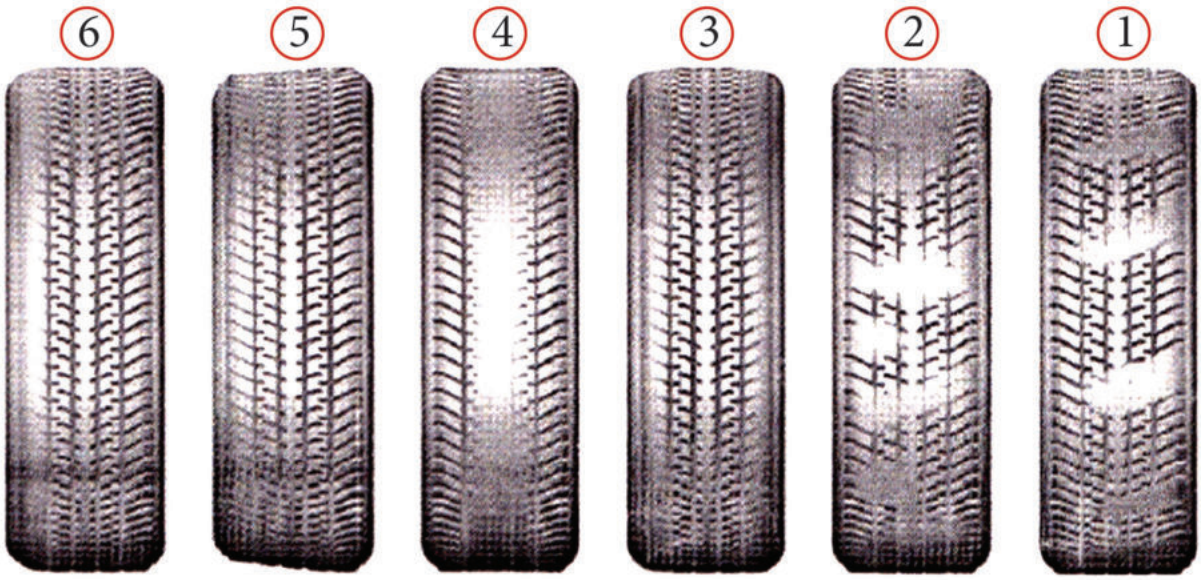


الشكل (1–18): مجموعة من المقاومات التي تعترض سير المركبة أثناء المسير على الطرقات.

يبين الشكل (1–18) مجموعة من المقاومات التي تعترض سير المركبة أثناء المسير على الطرقات، بيِّن تأثير هذه القوة والمقاومات في طبيعة سير المركبة، وفي وضعية العجلين الأماميين (قوة الجر، مقاومة الهواء، وزن المركبة، رد فعل الوزن، قوة الاحتكاك).

استكشف

يبين الشكل (1–19) مجموعة من الإطارات المستخدمة في المركبات. بملاحظة أماكن الاهتراء، هل تستطيع أن تبين الأسباب المؤدية إلى الاهتراء؟ هل يعد هذا الاهتراء طبيعيًّا؟ وهل يؤثر هذا الاهتراء في سرعة تآكل الإطارات؟ ابحث في شبكة الإنترنت عن إجابات لهذه الأسئلة.

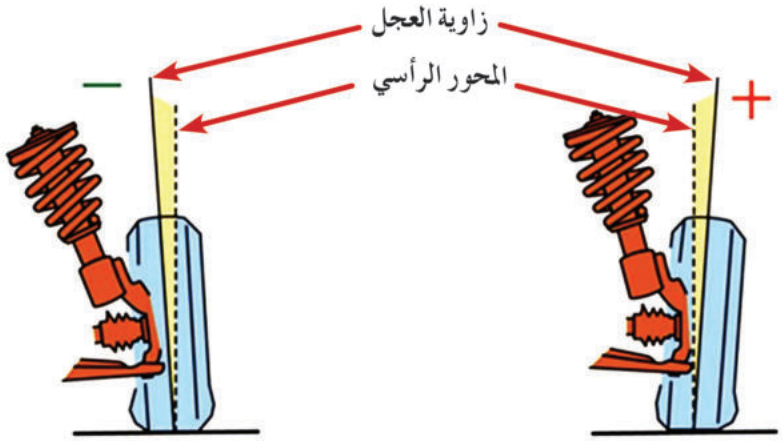


الشكل (1–19): مجموعة من الإطارات المستخدمة في المركبات.

اقرأ.. وتعلم

يتعرض العجلان الأماميان عند سير المركبة على الطريق إلى مجموعة من المقاومات والقوة الخارجية، مثل: مقاومة الاحتكاك الناتجة عن احتكاك العجلات بسطح الطريق، وقوة الطرد المركزي الناتجة من الدوران، وقوة مقاومة الهواء، وقوة الحمل الناتج من وزن المركبة؛ فكل هذه القوى تؤثر في طبيعة الدوران للعجلات، بحيث يتعذر أن تدور العجلات في مستوى رأسي؛ ما يزيد من معدل تآكل الإطارات، وصعوبة توجيه المركبة. ولتتمكن العجلات من الدوران في مستوى رأسي؛ يُرَكَّب العجلان الأماميان على محوراهما بطريقة وزوايا معينة تُسمّى هندسة

العجلات، وذلك للتغلب على مشكلات تآكل الإطارات، والتوجيه الصحيح للمركبة، واتزان المركبة أثناء المسير. تستخدم أنظمة التوجيه الرباعية في الشاحنات الكبيرة وبعض أنواع المركبات الصغيرة، ولا يزال استخدام التوجيه الرباعي محدودًا بسبب الزيادة في كلفة التصنيع، وزيادة أعمال صيانة المركبة وإصلاحها.



الشكل (1–20): هندسة العجلات.

زوايا هندسة العجلات (Wheel Alignment)

يُقصَد بهندسة العجلات وضع العجلين الأماميين على محوريهما بزوايا ووضعية معينة، انظر الشكل (1–20)؛ ما يسهِّل دوران العجلات، والسير في المركبة بثبات، والمحافظة على الإطارات من التآكل غير الطبيعي. من زوايا هندسة العجلات ما يأتي:

1 – زاوية الكامبر (Camber Angle)

ميل محور العجلات إلى الداخل أو إلى الخارج من الأعلى بالنسبة إلى الخط الرأسيانظر الشكل (1–20). للكامبر نوعان هما:

أ – **الكامبر الموجب**: المسافة بين طرفي العجلين من أعلى أكبر، من المسافة بين العجلين من أسفل.

ب– **الكامبر السالب**: المسافة بين العجلين من أعلى، أقل من المسافة بين العجلين من أسفل.

مزايا زاوية الكامبر

أ – ثبات المركبة أثناء السير في خط مستقيم.

ب– منع الاهتراء غير الطبيعي للإطارات.

جـ– المحافظة على سلامة نظام التعليق.

د – صغر نصف قطر دوران التوجيه.

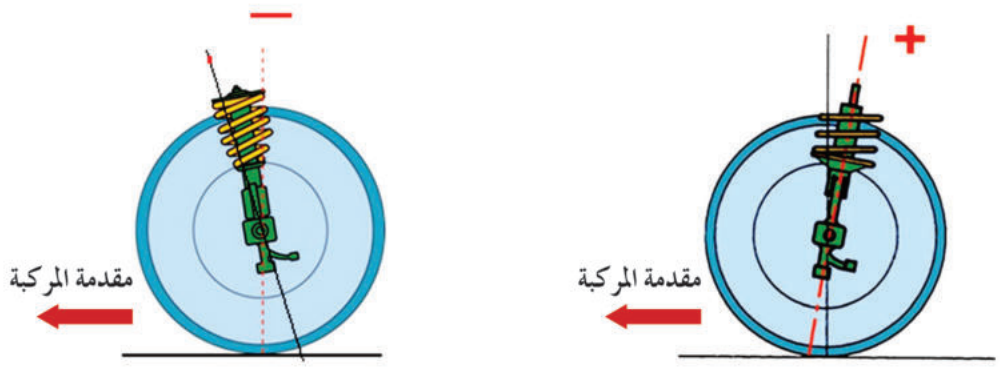
2 – زاوية الكاستر (caster angle)

هو ميل العمود الرئيس للتوجيه بالنسبة إلى المحور الرأسي إلى الأمام، أو إلى الخلف، كما في الشكل (1–21). للكاستر نوعان، هما:

أ – **الكاستر السالب**: ميل العمود الرئيس للعجلات إلى الأمام بالنسبة إلى الخط الرئيس في اتجاه مقدمة المركبة، فتميل مقدمة المركبة إلى أسفل عند المسير في المنحنى.

ب– **الكاستر الموجب**: ميل العمود الرئيس للعجلين الأماميين بالنسبة إلى الخط الرئيس عكس اتجاه مقدمة المركبة، فتميل مقدمة المركبة إلى أعلى عند السير في المنحنى.

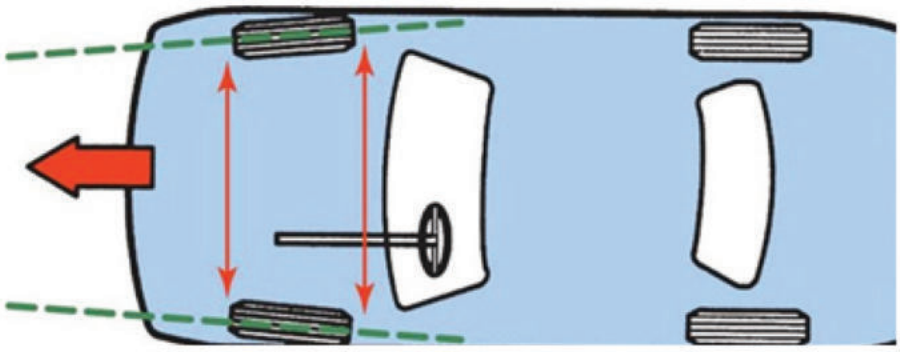
من مزايا زاوية الكاستر السالب ثبات المركبة عند السير في خط مستقيم، عند عودة العجلين الأماميين إلى وضع الاستقامة بعد الانتهاء من المنحنى (على المنعطفات).



الشكل (1–21): زاوية الكاستر.

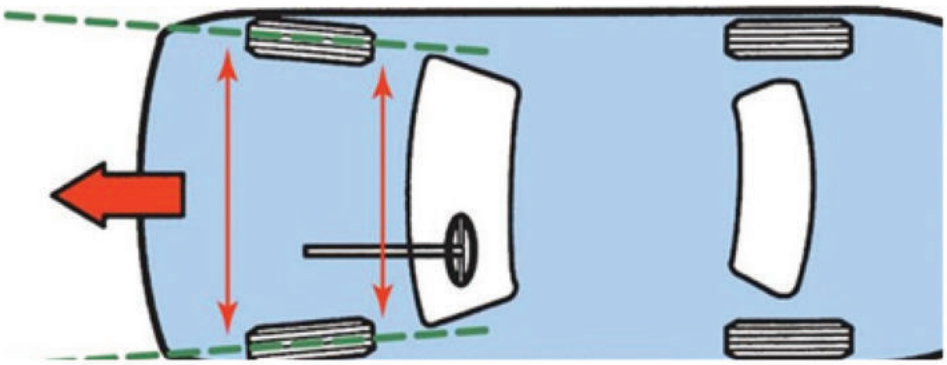
3 – لمّ المقدمة (Toe-in)

أ – لمّ المقدمة الموجب (+): يقصد بذلك أن تكون المسافة بين مقدمة العجلين الأماميين أقل منها بين العجلين الخلفيين، انظر الشكل (1–22). ومن مزايا زاوية لمّ المقدمة الموجب: منع الاهتراء غير الطبيعي للإطارات، ومنع انزلاق المركبة.



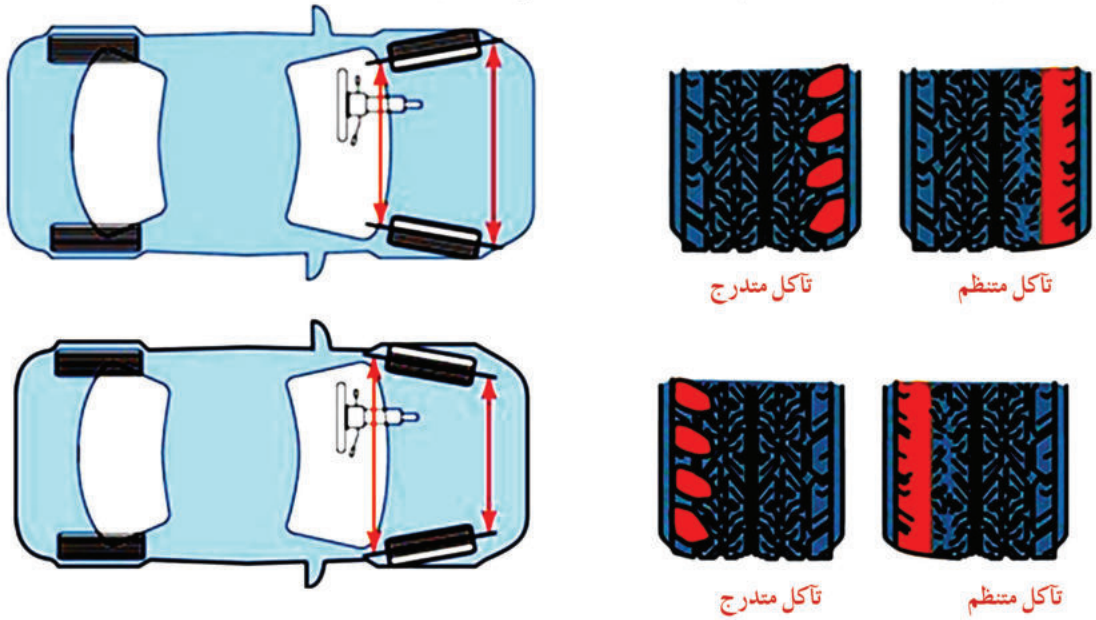
الشكل (1–22): لمّ المقدمة الموجب (+).

ب– لمّ المقدمة السالب (–) أو زاوية الانفراج إلى الخارج: يُقصَد بذلك أنّ المسافة بين مقدمة العجلين من الأمام أكبر من المسافة بين العجلين من الخلف، انظر الشكل (1–23).



الشكل (1–23): لمّ المقدمة السالب (–)، أو زاوية الانفراج إلى الخارج.

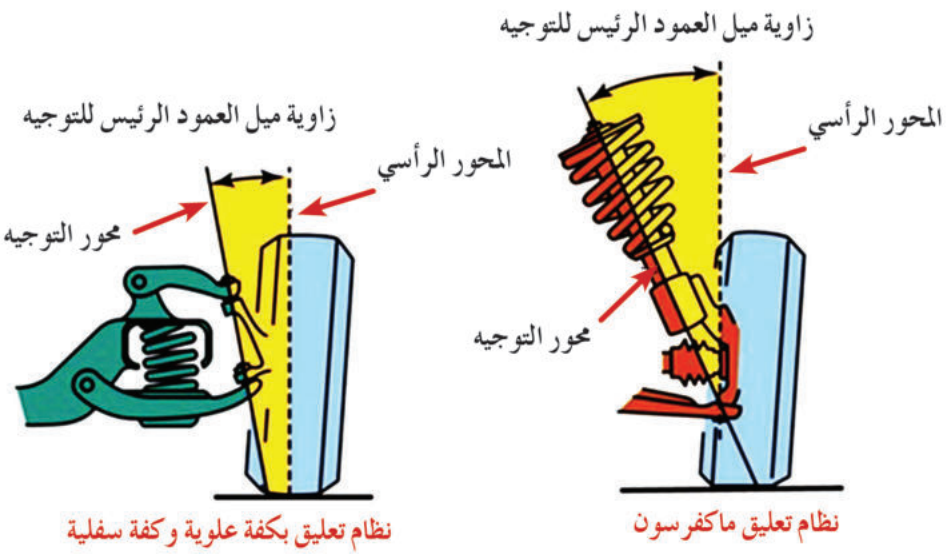
يبين الشكل (1–24) تأثير لـمّ المقدمة الزائد في تآكل الإطارات.



الشكل (1–24): تأثير لم المقدمة الزائد في تآكل الإطارات.

4 – زاوية ميل العمود الرئيس للتوجيه (steering axis inclination)

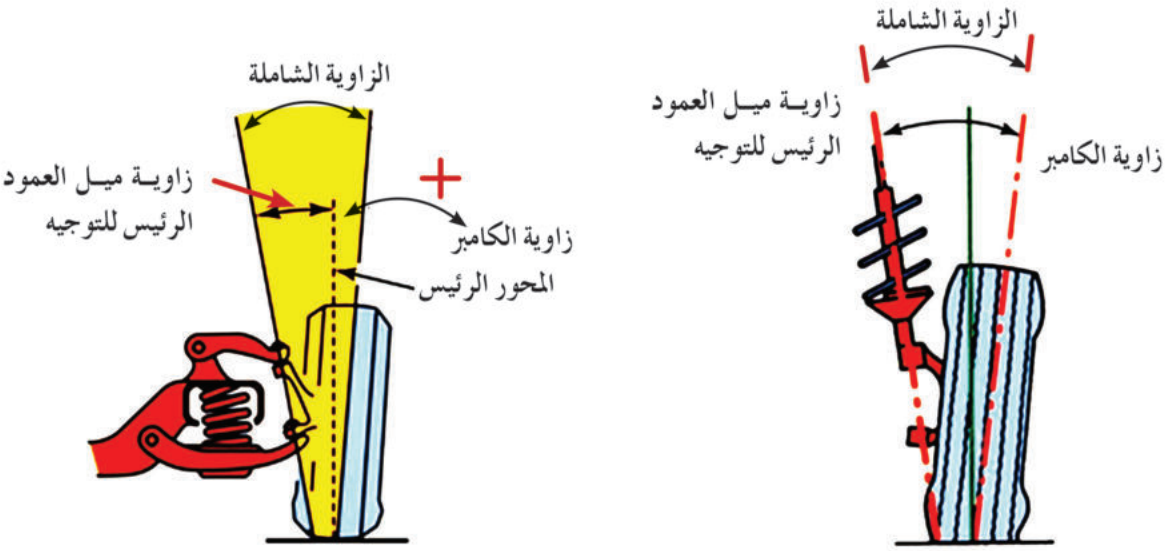
هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين مركزي المفصل الكروي العلوي والمفصل الكروي السفلي مع الخط الرأسي، عندما يحتوي نظام التعليق على الكفات السفلية والعلوية. أو هي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين مركز المحمل العلوي لنظام التعليق والمفصل الكروي السفلي، انظر الشكل (1–25).



الشكل (1–25): زاوية ميل العمود الرئيس للتوجيه.

5 – الزاوية الشاملة

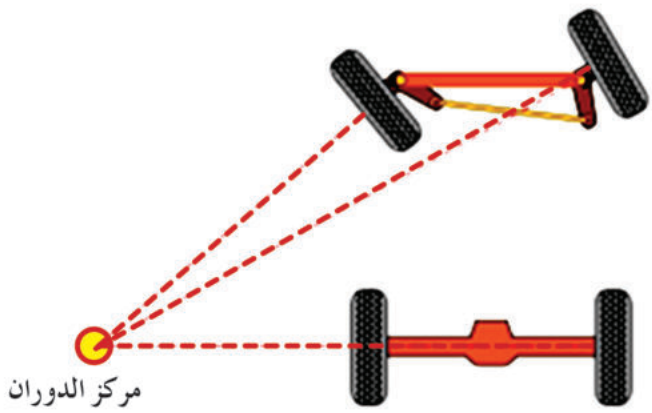
توجد الزاوية الشاملة في نظام التعليق من نوع ماكفرسون، وهو يتضمن زاوية الكامبر، وزاوية ميل العمود الرئيس للتوجيه، انظر الشكل (1–26).



الشكل (1–26): الزاوية الشاملة في نظام التعليق من نوع ماكفرسون.

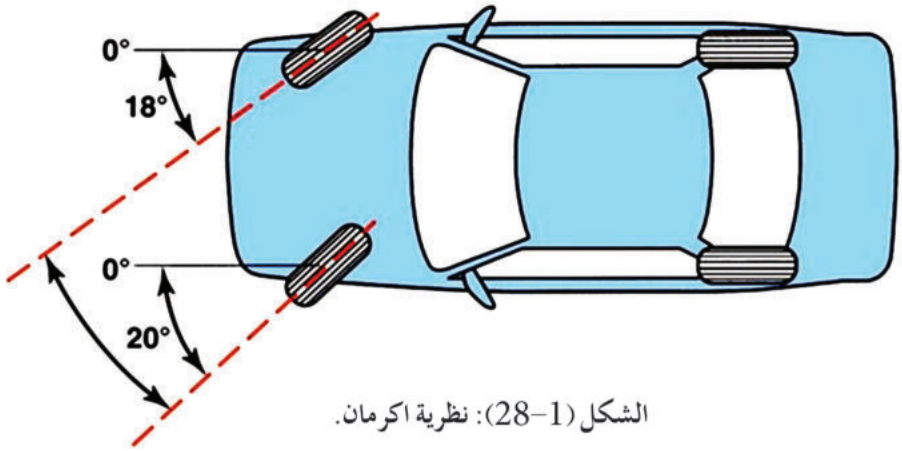
6 – زاوية الانفراج إلى الخارج أثناء الدوران (Toe-Out On Turns)

عند سير المركبة في المنعطفات فإن العجل الأمامي الخارجي يقطع مسافة أكبر من مسافة العجل الداخلي، انظر الشكل (1–27)، وهذا يؤدي إلى عدم دوران العجلات بصورة صحيحة؛ إذ تبدأ العجلة الخارجية بالانزلاق وتتآكل بصورة غير طبيعية.



الشكل (1–27): زاوية الانفراج إلى الخارج أثناء الدوران.

لذلك تُصمَّم زوايا العجلات الأمامية بحيث تكون زاوية العجل الأمامي الداخلي أكبر من زاوية العجل الأمامي الخارجي (نظرية أكرمان)، انظر الشكل (1–28)؛ ما يحول دون انزلاق الإطارات، ويحدّ من التآكل غير الطبيعي للإطارات، ويزيد ثبات سير المركبة على المنعطفات.



الشكل (1–28): نظرية اكرمان.

فحص زوايا هندسة العجلات الأمامية

تحتاج أنظمة التوجيه إلى صيانة دورية، وإجراء بعض الفحوص والمعايرة لزوايا العجلات الأمامية والخلفية لبعض أنواع المركبات حسب جدول زمني محدد من الشركات الصانعة، أو عند حدوث الأعطال في أنظمة التوجيه، أو حوادث الطرق؛ للمحافظة على قيم الزوايا للعجلات ضمن الحدود المسموح بها، وهو ما يسهم في المحافظة على ثبات القيادة، وتقليل تآكل الإطارات.

الإجراءات الواجب اتباعها قبل عمل الفحوص والمعايرة لزوايا هندسة العجلات

1 – التأكد من صلاحية الإطارات.

2 – التأكد من قيمة ضغط الهواء داخل الإطارات.

3 – التأكد من صلاحية الوصلات المفصلية لنظام التوجيه.

4 – التأكد من خلوص محامل الإطارات (البيل).

5 – التأكد من الخلوص بين مسننات التوجيه وسهولة حركتها.

6 – التأكد من صلاحية روادع الارتجاج.

7 – التأكد من اتزان العجلات الديناميكي.

8 – تفريغ المركبة من أية حمولة زائدة.

العوامل التي تؤثر في تآكل الإطارات تآكلًا غير طبيعي سواءً أكان منتظمًا أم غير منتظم

1 – نوع الإطارات المستخدمة؛ إذ يجب أن يتناسب نوعها مع طبيعة المنطقة الجغرافية المخصص لها.

2 – القياسات الخاصة بالإطارات؛ إذ يجب أن تكون القياسات مطابقة للمواصفات التي حددتها الشركة الصانعة.

3 – ضغط الهواء في الإطارات؛ إذ يؤدي ضغط الهواء الزائد إلى تآكل الإطارات بشكل غير طبيعي في منطقة المنتصف.

4 – نقص ضغط الهواء في الإطارات؛ إذ يؤدي ذلك إلى تآكل الإطارات بشكل غير طبيعي في منطقة أطراف الإطارات الخارجية.

5 – الخلوص الزائد في وصلات نظام التوجيه المفصلية.

6 – الخلوص الزائد في محامل محاور الدوران للعجلات.

7 – اختلاف قيم زوايا هندسة العجلين الأمامين.

ابحث في شبكة الإنترنت عن الأنواع الحديثة من العجلات، وكيفية فحصها ومعايرتها، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك، ثم ناقشه مع زملائك ومعلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر زوايا هندسة العجلات، ثم عرِّف مفهوم كل منها.

2 – ما فائدة كل من الزوايا الآتية:

أ – لَمّ المقدمة.

ب – زاوية الكامبر.

جـ – زاوية الكاستر.

د – زاوية الانفراج إلى الخارج أثناء الدوران.

3 – عرِّف زاوية ميل العمود الرئيس للتوجيه، والزاوية الشاملة.

4 – ما الأسباب التي تؤدي إلى تآكل الإطارات بشكل غير طبيعي؟

5 – قارن بين أنواع زوايا هندسة العجلات؛ من حيث الإستخدام والموقع.

التمارين العملية

التمرين السادس

فحص زوايا هندسة العجلات باستخدام الأجهزة المناسبة وضبطها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

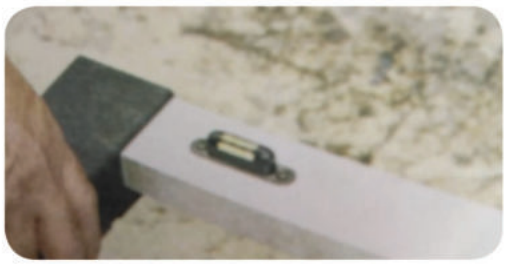
- تفحص وتضبط زوايا هندسة العجلات باستخدام الأجهزة المناسبة.

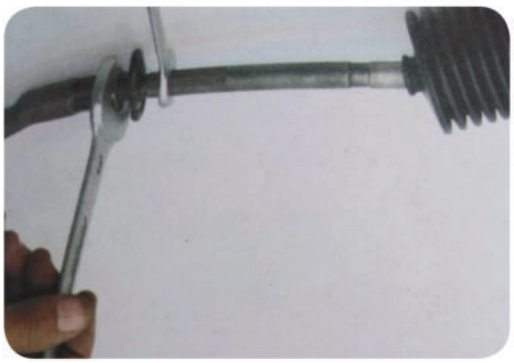
متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – جهاز فحص ومعايرة زوايا هندسة العجلات. – صندوق عُدد يدوية. – مفاتيح فَكّ وربط متنوعة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – شغِّل جهاز الفحص، انظر الشكل (1).	الشكل (1).
2 – اختر خيار فحص العجلين الأماميين.	
3 – اختر قطر العجل.	الشكل (2).
4 – اختر نوع المركبة، ثم الطراز(الموديل)، وسعة المحرك، انظر الشكل (2).	

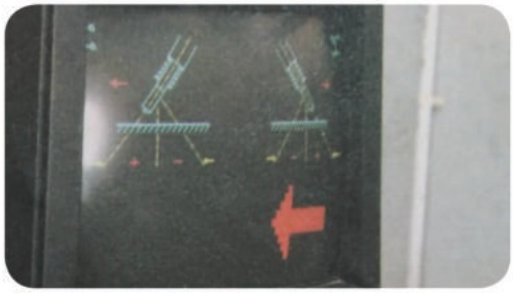
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – ضع كلًّا من العجلين الأماميين على الصينية المدرجة للجهاز (القواعد المتحركة)، انظر الشكل (3)، على أن تكون الصينية ثابتة.	الشكل (3).
6 – ضع مسمار التثبيت في مكانه على كل صينية، انظر الشكل (4).	الشكل (4).
7 – ثبِّت حوامل على كل عجل، انظر الشكل (5).	الشكل (5).
8 – ركِّب الكاميرات على الحوامل، انظر الشكل (6).	الشكل (6).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9 – ثبّت الكاميرات كما في الشكل (7).	الشكل (7).
10 – اضبط درجة الاستواء بتحريك ذراع الكاميرا ومراقبة الفقاعة الهوائية في ميزان الماء الموجود على جسم الكاميرة، انظر الشكل (8).	 الشكل (8).
11 – صل الخيوط المطاطية بين الكاميرات، انظر الشكل (9).	الشكل (9).
12 – صل مقابس الكاميرات بالجهاز، انظر الشكل (10).	الشكل (10).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
13 – اضغط على الزر الخاص بمعايرة لمّ المقدمة.	الشكل (11).
14 – لاحظ القراءات، ثم قارنها بما ورد في تعليمات الشركة الصانعة الموجودة على الشاشة، انظر الشكل (11).	
15 – اضبط زاوية لمّ المقدمة، انظر الشكل (12).	الشكل (12).
16 – فكّ صامولة الربط عن ذراع الربط، ثم أدر ذراع الربط باستعمال مفتاح شق إلى اليمين أو اليسار، ولاحظ قراءة قيمة الزاوية من الجهاز.	
17 – أعد ربط الصامولة، قد يتطلب ذلك العمل على ذراع الربط الآخر لمعايرة زاوية لمّ المقدمة، انظر الشكل (13).	 الشكل (13).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

18 – لضبط زاوية الكامبر وزاوية الكاستر، اتبع التعليمات المدونة على جهاز الفحص كما يأتي:



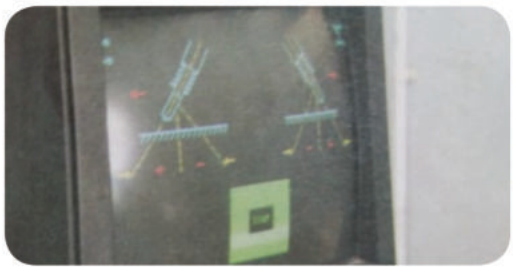
الشكل (14).

أ– أدر العجلين الأماميين إلى اليمين إلى حين ظهور كلمة (توقف)، انظر الشكل (14).

الشكل (15).

ب– أدر العجلين إلى اليسار إلى حين ظهور كلمة (توقف)، انظر الشكل (15).

جـ– تظهر على الشاشة قيمة زاوية الكاستر.



الشكل (16).

د– اضبط الزاوية حسب نوع المركبة ونظام التعليق المستخدم، انظر الشكل (16).

هـ– اضبط زاوية الكامبر يدويًّا، انظر الشكل (17).

الشكل (17).

هندسة العجلات
وضع العجلات على محاورها بزوايا معينة

زاوية لمّ المقدمة

- المسافة بين طرفي العجلين الأماميين أقل منها بين طرفي العجلين الخلفيين.
- مزايا زاوية لمّ المقدمة: منع الانزلاق الجانبي للمركبة، ومنع الاهتراء غير المنتظم للإطارات.

زاوية الكامبر

- ميل محور العجلتين الأماميتين إلى الداخل أو إلى الخارج من الأعلى بالنسبة إلى الخط الرأسي.
- مزايا زاوية الكامبر: منع الاهتراء غير الطبيعي للعجلات، سير المركبة بثبات على الطريق، وصغر نصف قطر الدوران، وتقليل القوة المبذولة للتوجيه.

زاوية الكاستر

- هي مقدار ميل مسمار التوجيه إلى الأمام أو إلى الخلف بالنسبة إلى المحور الرأسي.
- مزايا زاوية الكاستر: عودة العجلات إلى وضع الاستقامة بعد الخروج من المنحنيات، وسير المركبة على الطريق بثبات، وخفض طرف المركبة الداخلي عند المنحنيات.

زاوية الانفراج إلى الخارج

- هي الفرق بين زاويتي العجلين الأماميين عند السير على المنعطف.
- مزايا زاوية الانفراج: منع انزلاق العجلات، وتقليل تآكل الإطارات أو منع تآكلها.

ميل العمود الرئيس للتوجيه

- هي الزاوية المحصورة بين الخط الذي يمر بمركز المفاصل الكروية لحامل محور دوران العجل والخط الرأسي.
- مزايا زاوية ميل العمود الرئيس للتوجيه: تقصير نصف قطر الدوران، وإعادة العجلات إلى وضع الاستقامة بعد الانتهاء من الدوران.

2

الوحدة الثانية

أنظمة الفرامل في المركبات

المحاور الفرعية

- أهمية أنظمة الفرامل في المركبات.
- أنواع أنظمة الفرامل في المركبات وأجزاؤها.
- صيانة أنظمة الفرامل.

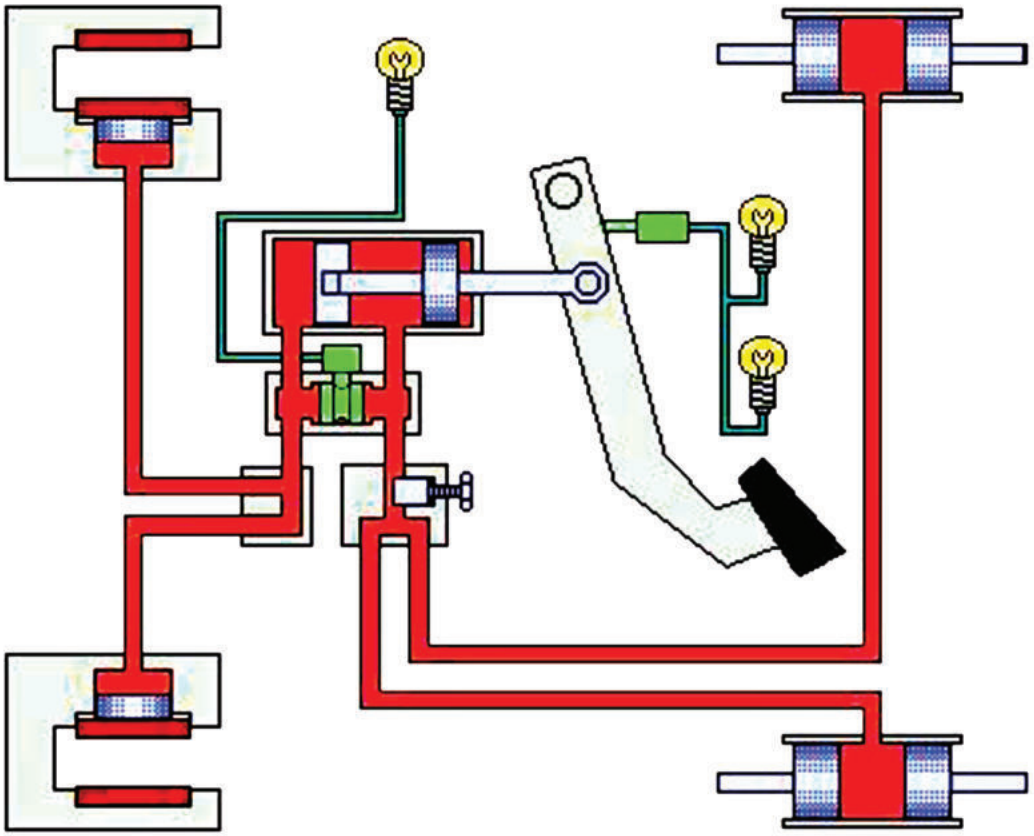
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يذكر أنواع أنظمة الفرامل المستخدمة في المركبات.
- يتعرّف أهمية أنظمة الفرامل وأنواعها في المركبات الميكانيكية والهيدرولية، والفرامل المانعة الانغلاق (ABS)، وأنظمة التحكم في الجر (TCS).
- يتعرّف مكونات أنظمة الفرامل الميكانيكية والهيدرولية، والفرامل المانعة الانغلاق (ABS).
- يتعرّف خصائص زيت الفرامل.
- يتعرّف أهمية مساعد القدرة (السيرفو)، وطريقة عمله.
- يتعرّف تأثير وجود كل من الهواء والماء في نظام الفرامل الهيدرولي.
- يتعرّف طرائق ضبط (معايرة) الفرامل، وأهميتها.
- يتعرّف نظام الفرامل (HBB) الهيدرولية المساعدة.
- يتعرّف نظام توزيع الفرامل (EBD) الإلكترونية.
- يتعرّف أعطال أنظمة الفرامل الميكانيكية والهيدرولية، والفرامل المانعة الإنغلاق (ABS).
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بأنظمة الفرامل.
- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بأنظمة الفرامل.
- يتعرّف المحاذير والتعليمات الخاصة بقواعد الأمان، وتعليمات السلامة والصحة المهنية.

أنظمة الفرامل في المركبات

تُزوَّد المركبات بأنظمة عِدَّة لأداء مهمات ووظائف متعددة، ومن أهم هذه الأنظمة نظام الفرامل، الذي يتعلق بسلامة الأفراد والممتلكات، ستتعرف في هذه الوحدة أنواع الفرامل المستخدمة في المركبات، وطرائق عملها، وأعطالها وطرائق علاجها.



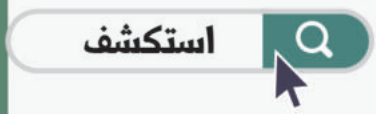
نظام الفرامل الهيدرولي.

أولًا: أهمية أنظمة الفرامل في المركبات

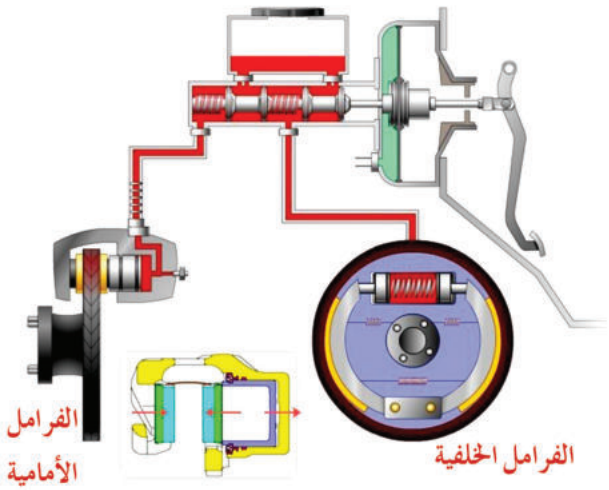
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف أهمية الفرامل في المركبة.
- يبين مبدأ عمل الفرامل الميكانيكية.
- يبين مبدأ عمل الفرامل الهيدرولية.
- يشخص أعطال أنظمة الفرامل.
- يذكر أنواع أنظمة الفرامل من حيث آلية العمل.



القياس والتقويم



الشكل (2–1): نظام الفرامل الهيدرولي.

بالنظر إلى الشكل (2–1)

- ماذا يمثل الشكل ؟
- ما نوع الفرامل الأمامية في الشكل؟
- ما نوع الفرامل الخلفية في الشكل؟

إن نظام الفرامل ضروري جدًّا من أجل السلامة في قيادة المركبات، وعليه؛ يجب أن تتوافر في هذا النظام المتانة، وسهولة الصيانة والإصلاح، والمعايرة. ولذلك طُوِّرَ النظام، وصار إلكترونيًّا، وذا مجسات، مثل: الفرامل المانعة للانغلاق، وفرامل التحكم في الجر.

استكشف

ابحث في الإنترنت عن أهمية الفرامل ومدى ارتباطها بهندسة العجلات.

اقرأ.. وتعلم

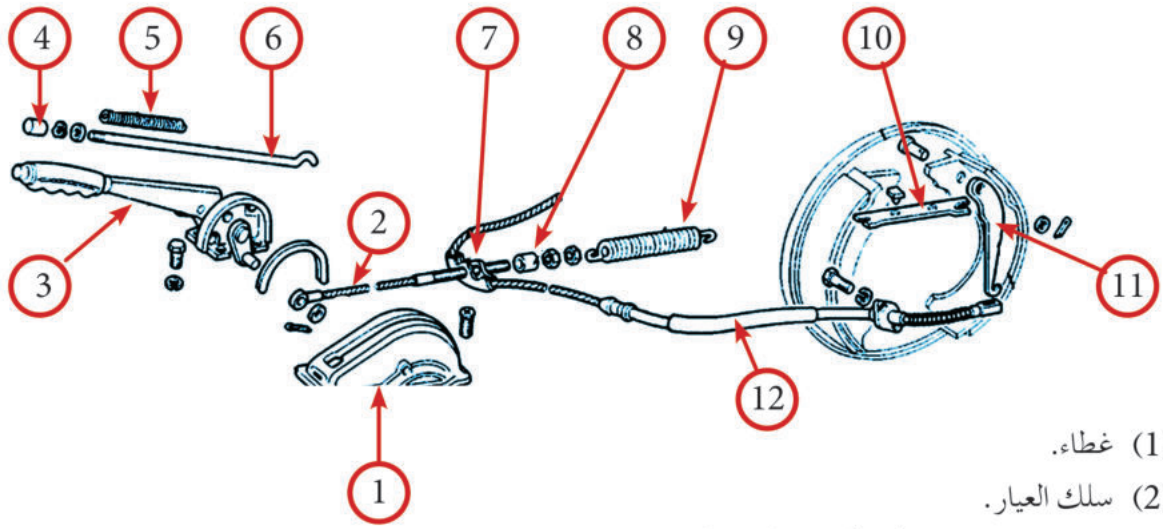
عند سير المركبة على الطريق فإنها تُبقي قوة الدفع (الزخم) متحركة مدة من الزمن، حتى لو فصلت قدرة المحرك عن العجلات (بوساطة القابض). ولتقليل سرعة المركبة أو إيقافها كليًّا، صمم نظام الفرامل الذي يعمل على تحويل طاقة المركبة الحركية إلى طاقة حرارية بسبب الاحتكاك بين السطوح الثابتة والسطوح المتحركة، فتتسرب الحرارة إلى الجو الخارجي. يعمل هذا الاحتكاك على تقليل سرعة المركبة أو إيقافها حسب رغبة السائق. وتُعَدُّ الفرامل الهيدرولية من أكثر أنواع الفرامل انتشارًا في المركبات.

مزايا أنظمة الفرامل في المركبة:

- تقليل سرعة المركبة أو إيقافها كليًّا، ويحدث ذلك بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية.
- تثبيت المركبة عند وقوفها، وذلك باستخدام آلية لمنع دوران عجلات المركبة بعد إيقافها.
- التحكم في تسارع المركبة أثناء السير على المنحدرات.

مبدأ عمل نظام الفرامل الميكانيكية

تستخدم الفرامل الميكانيكية غالبًا في الآلات الزراعية والآليات ذات السرعة المنخفضة، ويتلخص مبدأ عملها في نقل القوة المؤثرة في دواسة الفرامل إلى وحدات الفرملة في العجلات ميكانيكيًّا، عن طريق وصلات وأسلاك معدنية صلبة تدفع بطانة الاحتكاك بقوة إلى اتجاه سطح الاحتكاك (الدرم)؛ للحصول على الفرملة. وتحتاج الفرامل الميكانيكية إلى المراقبة والصيانة المستمرة. ولضمان التوقف الآمن للمركبة تستخدم الفرامل الميكانيكية على نطاق واسع في المركبات ومنها فرامل التوقف. ويوضح الشكل (2–2) أجزاء هذا النظام.

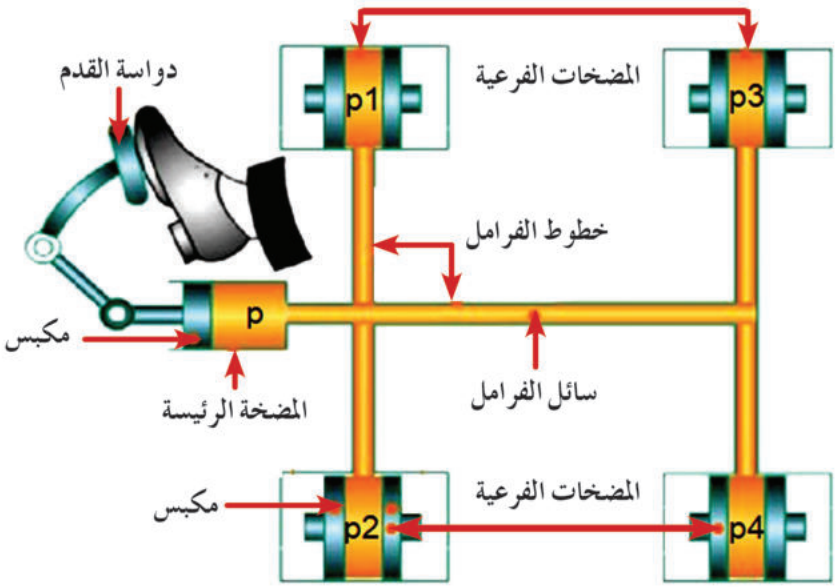


(1) غطاء.
(2) سلك العيار.
(3) جسم يد الفرامل الميكانيكية (Hand Brake).
(4) كبسة تحرير عتلة الفرامل.
(5) نابض تثبيت العتلة.
(6) عتلة تثبيت سن الهند بريك.
(7) هلال موازنة السلك الفولاذي.
(8) صامولة وبكس العيار.
(9) نابض شد سلك يد الفرامل الميكانيكية (Hand Brake).
(10) ذراع دفع أحذية الفرامل.
(11) ذراع دفع أحذية الفرامل.
(12) سلك يد الفرامل الميكانيكية (Hand Brake).

الشكل (2–2): أجزاء نظام الفرامل الميكانيكية.

نظام الفرامل الهيدرولية

يعتمد مبدأ عمل نظام الفرامل الهيدرولية على نقل القوة من دواسة الفرامل هيدروليًّا إلى أنظمة الفرامل في العجلات الأربع. وأفضل طريقة لنقل هذه القوة نقلًا متساويًا بين العجلات هي استخدام الزيت تبعًا لقاعدة باسكال، التي تنص على ما يأتي: إن أي ضغط يؤثر في سائل في حيز مغلق ينتقل إلى أجزاء السائل في جميع الاتجاهات انتقالًا متساويًا، انظر الشكل (2–3).



الشكل (2–3): أجزاء نظام الفرامل الهيدرولية.

يتكون النظام الهيدرولي في أبسط صوره من أسطوانتين على الأقل بداخلهما مكبسان، والأسطوانتان مملوءتان بالزيت، وتتصل إحداهما بالأخرى بواسطة أنبوب (ماسورة). وعند الضغط على دواسة الفرامل، تنتقل القوة إلى مكبس المضخة الرئيسة، فتدفع المكبس سائل الفرامل (الزيت) من المضخة الرئيسة إلى المضخات الفرعية للعجلات، في أنابيب؛ ما يُولِّدُ ضغطًا عاليًا داخل أسطوانة الفرامل، ثم ينتقل الضغط إلى المضخات الفرعية للعجلات؛ فتتولد داخل المضخات الفرعية قوة دفع تعمل على دفع مكابس المضخات الفرعية للعجلات، فتدفع أقراص الضغط أو الأحذية المثبَّت عليها المادة الاحتكاكية للفرامل. ونتيجة للاحتكاك بين المادة الاحتكاكية والجزء الدائر؛ تقل سرعة الجزء الدائر أو يتوقف، وتتوقف بذلك العجلات المثبَّتة على الجزء الدوّار.

ابحث في مصادر المعرفة المتوافرة في مكتبة المدرسة عن أهمية الفرامل في المركبات، ثم اكتب بحثًا عن ذلك، ثم شاركه زملاءك، ثم ناقشه مع المعلم.

القياس والتقويم

★★★★★

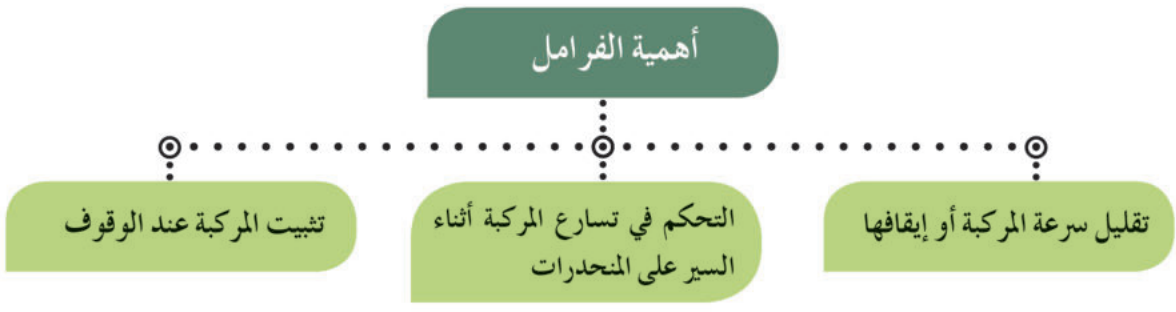
1 – ما أهمية الفرامل في المركبة؟

2 – اشرح مبدأ عمل الفرامل الهيدرولية.

3 – بيِّن أسباب انحراف المركبة يمينًا أو يسارًا أثناء عملية الفرملة.

4 – عدِّد الأعطال التي تؤدي إلى زيادة مسافة الفرملة.

الخريطة المفاهيمية

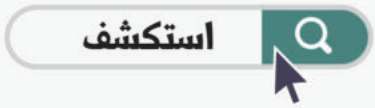


ثانيًا: فرامل القرص

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف العوامل المؤثرة في عملية الفرملة.
- يتعرّف أجزاء فرامل القرص في المركبة.
- يبيّن ميزات فرامل القرص ومساوئها.
- يُرَكِّب فرامل القراص على المركبة.
- يذكر مواصفات سائل الفرامل.
- يتعرّف طريقة فحص سائل الفرامل.

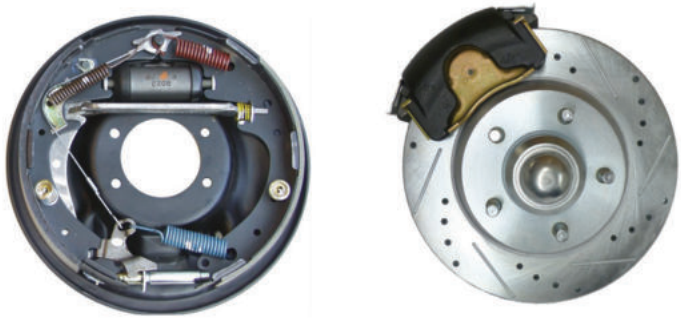


القياس والتقويم

- على ماذا تدلّ إضاءة الإشارة أو الرمز في الشكل (2–4) على لوحة البيان (التابلو)؟

الشكل (2–4): الرموز التحذيرية.

- إلى ماذا يشير الشكل (2–5)؟ ما الفرق بينهما؟ أيهما أفضل في رأيك؟



الشكل (2–5).

استكشف

- ما الأخطار المحتملة عند سير المركبة على الطرقات بعد مشاهدة بقعة الزيت المبينة في الشكل (2–6)؟

الشكل (2–6)

اقرأ.. وتعلم

تمتاز المركبات الحديثة بنظام فرامل هيدرولي يعمل على أربعة عجلات، وقد تكون الفرامل من نوع القرص، أو من نوع الطارة (الأحذية).

للفرامل الأمامية دور كبير في إيقاف المركبة بمعزل عن الفرامل الخلفية؛ لأن الكبح يعمل على إلقاء وزن المركبة بأكمله على العجلات الأمامية.

توجد فرامل الأقراص على العجلات الأمامية في كثير من المركبات لأنها أكثر كفاءة، في حين توجد فرامل الطارة على العجلات الخلفية.

أمّا الفرامل القرصية فتُستخدم في المركبات المرتفعة الثمن أو ذات الأداء الأعلى، في حين تستخدم فرامل الطارة في المركبات الصغيرة القديمة. تتأثر عملية الفرملة بعوامل عِدَّة منها:

1 – سرعة المركبة عند بدء الفرملة: كلما زادت سرعة المركبة زادت مسافة إيقافها.

2 – انتقال قوة الفرملة من العجلة إلى سطح الطريق: ترتبط قوة الفرملة بعمق النقش (الفرزة) على سطح العجل، وخشونة الطريق، وجودة مادة صنع العجل، ومكونات الفرامل، وجفاف الطريق.

3 – ارتفاع درجة حرارة الفرامل عند عملية الفرملة: كلما ارتفعت درجة حرارة الفرامل قلَّت كفاءة الفرملة.

4 – تغيُّر الأحمال على محاور المركبة: كلما زادت الأحمال على المحاور زادت مسافة إيقاف المركبة.

5 – معامل الاحتكاك بين الأجزاء المحتكة (الدسك أو الدرم) مع المادة الاحتكاكية على قرص الضغط أو أحذية الفرملة.

يُطبَّق عمل الفرامل الهيدرولية في المركبات باستخدام تصميمين شائعين، هما:

1 – فرامل القرص.

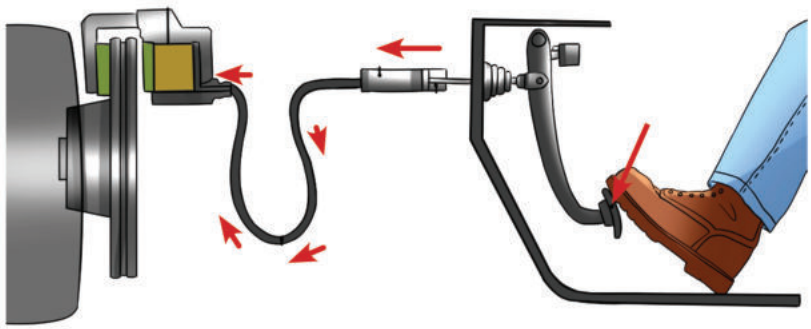
2 – فرامل الأحذية (الدرم).

يتشابه نوعا الفرامل في المكونات الآتية: دواسة القدم، والمضخة الرئيسة، وخطوط سائل الفرامل. أمّا بقية المكونات فتختلف في ما بينها من حيث طريقة العمل.

الأجزاء المشتركة بين فرامل القرص وفرامل الدرم

1 – دواسة القدم

يبين الشكل (2–7) دواسة القدم، وهي عتلة تعمل على مضاعفة القوة، وترتكز من نهايتها العليا. أمّا نهايتها السفلى فتؤثر فيها قوة قدم السائق؛ إذ تصل قوة قدم السائق إلى ثلاثة أضعاف قبل أن تنتقل هذه القوة إلى أسطوانة المضخة الرئيسة.



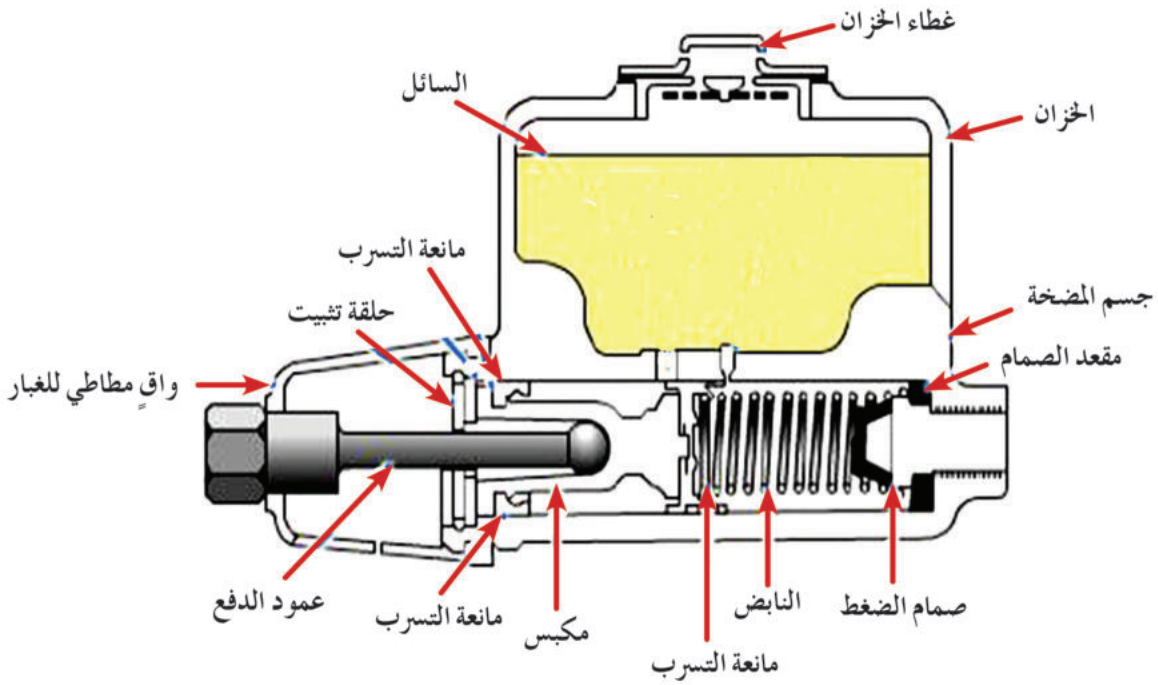
الشكل (2–7): دواسة القدم.

2 – مضخة الفرامل الرئيسة

تتركَّب المضخة من أسطوانة يتحرك مكبس داخلها، ويُركَّب خزان سائل الفرامل أعلى جسم المضخة، وتُركَّب حلقة مطاطية للمكبس للحصول لإحكام الضغط بين المكبس والأسطوانة، وتُركَّب في النهاية الخلفية للمكبس حلقة جلدية لمنع تسرب الزيت إلى الخارج، ويوجد أمام المكبس نابض يعمل على إعادة المكبس إلى مكانه عندما يرفع السائق قدمه عن الدواسة، ويرتكز على النابض من الأمام صمام مزدوج لخروج سائل الفرامل ورجوعه؛ إذ يسمح بخروج الزيت من فتحة الخروج في مقدمة المضخة إلى خطوط الفرامل أثناء الضغط على دواسة القدم، ويسمح برجوع الزيت ببطء عند رجوع المكبس، ويصل بين

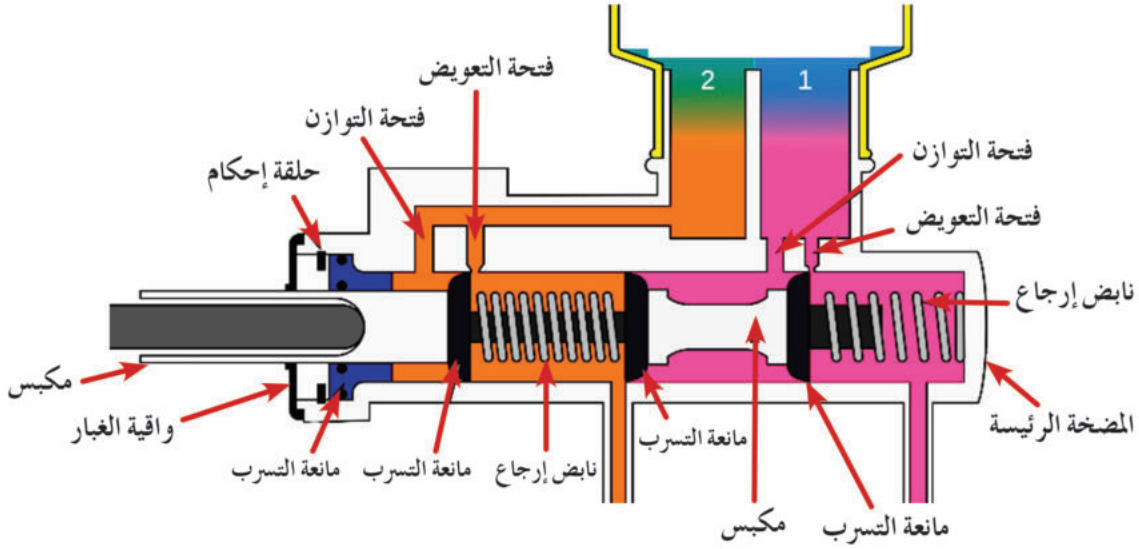
دواسة القدم والمكبس قضيب، تُثبَّت إحدى نهايتيه بدواسة القدم، وتُثبَّت النهاية الأخرى داخل تجويف المكبس من الجهة الخلفية. يوجد نوعان من مضخات الفرامل الرئيسة، هما:

أ- **المضخة ذات المكبس الواحد** كما في الشكل (2-8).



الشكل (2-8): مضخة ذات المكبس الواحد.

ب- **مضخة ذات المكبسين المزدوجة** كما في الشكل (2-9).



الشكل (2-9): مضخة ذات المكبسين المزدوجة.

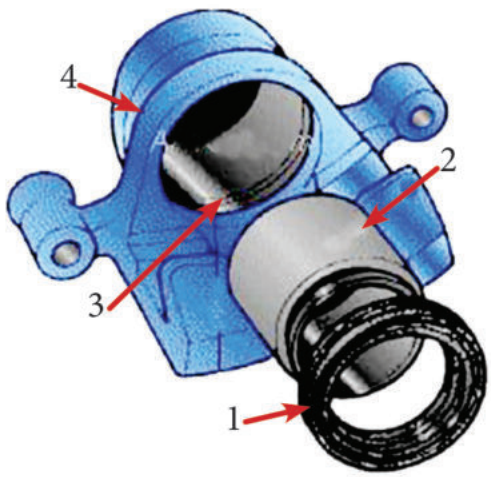
3 – **خطوط الفرامل**: ينتقل سائل الفرامل من المضخة الرئيسة إلى المضخات الفرعية لكل عجلة بواسطة أنابيب، وتستخدم خراطيم من المطاط القوي لوصل خطوط الفرامل في الأجزاء التي تتعرض لحركة كثيرة، ويتحرك العجلان الخلفيان إلى الأعلى وإلى الأسفل، في حين يتحرك العجلان الأماميان إلى الأعلى وإلى الأسفل والانعطاف إلى اليمين وإلى اليسار، لذلك لا بد من وجود وصلات مرنة من المطاط؛ لضمان وصول سائل الفرامل إلى المضخات الفرعية باستمرار.

4 – **سائل الفرامل** : هو سائل نباتي مخلوط بمادة كحولية، وله مواصفات معينة، هي:

1. انخفاض نقطة تجمده؛ أي أن درجة تجمد السائل أقل من درجة الصفر سليسيوس.
2. ارتفاع نقطة غليانه؛ أي أن درجة غليان سائل الفرامل أعلى من (100) درجة سليسيوس، وهي (260) درجة سلسيوس.
3. عدم تفاعله مع الأجزاء المطاطية؛ لكيلا يُتلف أجزاء المضخات الداخلية.
4. عدم تسببه في صدأ الأجزاء المعدنية.
5. لسائل الفرامل انسيابية عالية تُسهِّل حركته في الأماكن الضيقة.
6. الاستقرار الكيميائي؛ أي أن سائل الفرامل لا يفقد صفاته الكيميائية بمرور الوقت.
7. العمل على تزييت أجزاء الفرامل.

5 – **المضخة الفرعية**: تُصنَّف المضخة الفرعية إلى نوعين، هما:

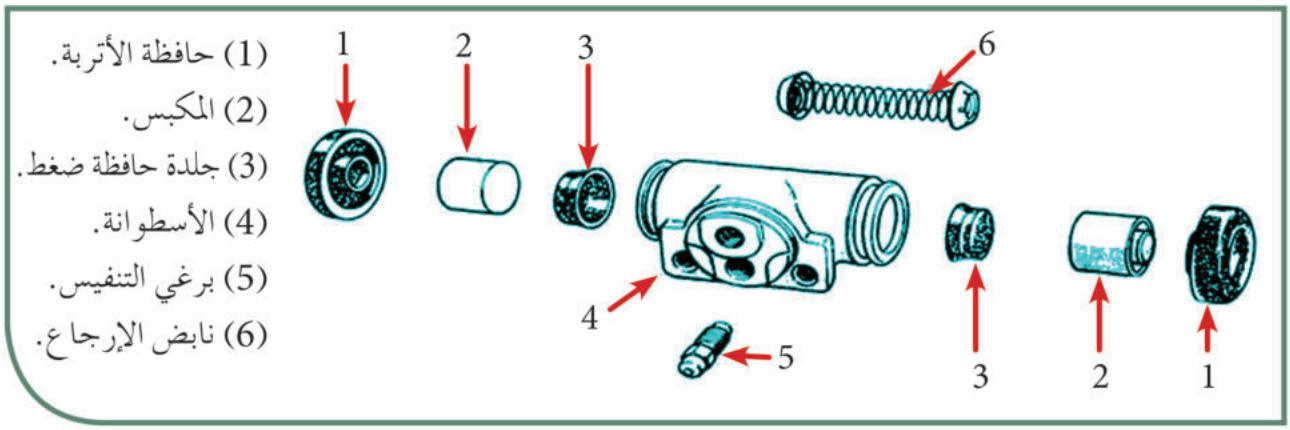
1. المضخة الفرعية على العجلين الأماميين، وهي تتكون من الأجزاء المبينة في الشكل (2–10).



(1). حافظة الغبار والأتربة
(2). المكبس.
(3). مانعة التسرب.
(4). جسم الماسك.

الشكل (2–10): المضخة الفرعية على العجلين الأماميين.

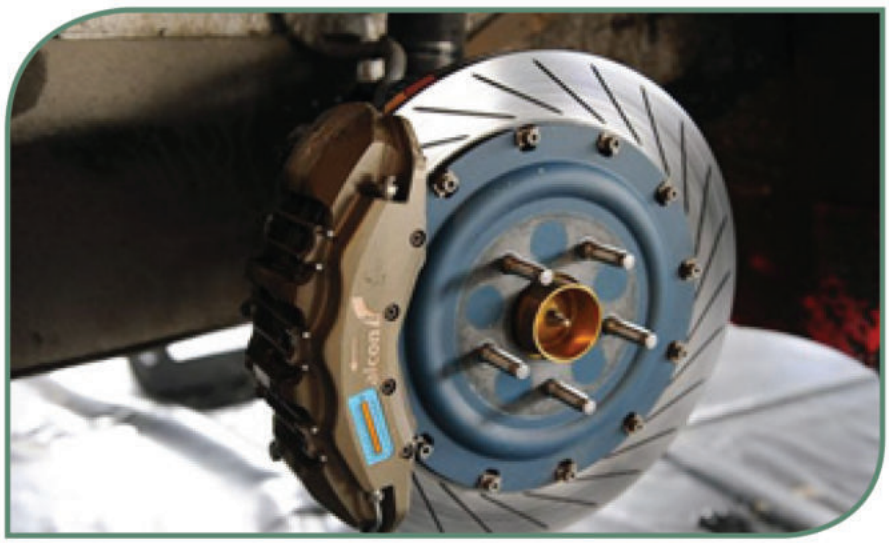
2. المضخة الفرعية على العجلين الخلفيين، وهي تتكون من الأجزاء المبينة في الشكل (2–11):



الشكل (2–11): المضخة الفرعية على العجلين الخلفيين.

فرامل القرص

تستخدم فرامل القرص المبينة في الشكل (2–12) في معظم المركبات، وتوجد غالبًا في فرامل العجلين الأماميين، يمتاز هذا النوع من الفرامل بمعدل تباطؤ عالٍ؛ ما يؤدي إلى إيقاف المركبة بعد مسافة قصيرة؛ ويحتاج هذا النوع من الفرامل إلى قوة كبيرة للتأثير في دواسة القدم بسبب صغر مساحة الاحتكاك بين ألواح الضغط والقرص، ولهذا يُستعان بنظام الخلخلة (السيرفو) لمضاعفة هذه القوة.

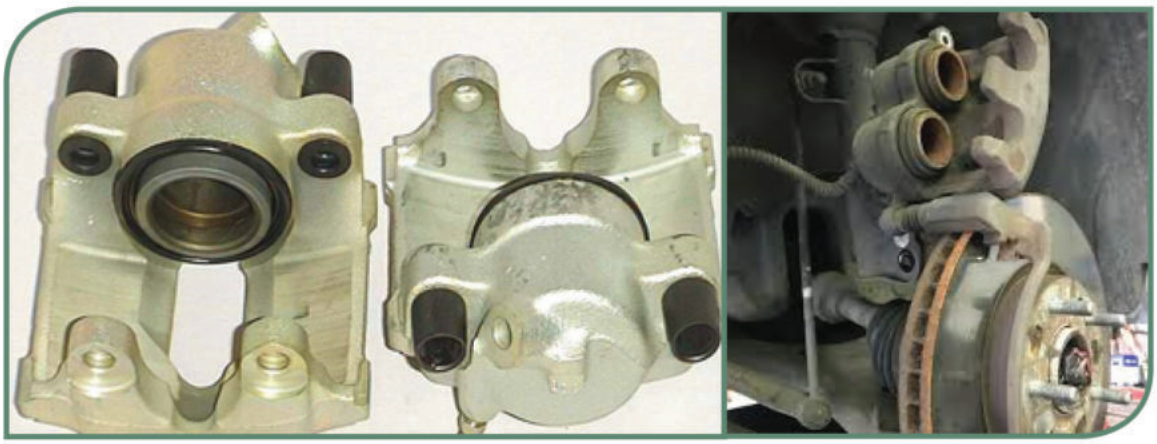


الشكل (2–12): فرامل القرص .

تتكون فرامل القرص من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1 – الماسك (ماسك العجل)

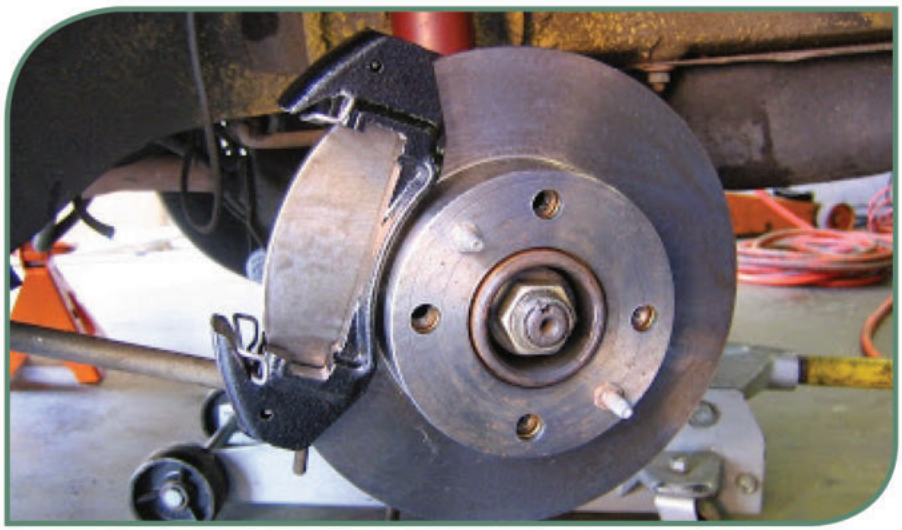
يبين الشكل (2–13) الجسم الخارجي للماسك، وهو يُصنع من الحديد المطاوع، وفيه مكان للأسطوانة التي يتحرك داخلها مكبس للضغط على ألواح الضغط، التي تضغط على القرص لتفعيل عملية الفرملة. توجد داخل الماسك ممرات تسمح مرور سائل الفرامل إلى الأسطوانة. وفي بعض الأنواع توجد أسطوانتان ومكبسان لا أسطوانة واحدة ومكبس.



الشكل (2–13): الماسك (ماسك العجل).

2 – قاعدة الماسك (كليبر المخ)

يُرَكَّب الماسك على هذه القاعدة التي تُثبَّت على أذرُع نظام التوجيه باستعمال براغي تثبيت، انظر الشكل (2–14).



الشكل (2–14): قاعدة الماسك.

3 – القرص الدائر (البلاطة)

يُصنع القرص الدائر من الحديد السكب، توجد فيه فتحات تهوية على محيطه، تساعد على تبريد سطح الاحتكاك كما في الشكل (2–15)، وهو يثبَّت على محاور العجلات، ويدور معها.

الشكل (2–15): القرص الدائر.

4 – ألواح الضغط

هي ألواح مستطيلة الشكل تُصنع من الحديد، وتُثبَّت عليها المادة الاحتكاكية بواسطة اللصق كما في الشكل (2–16)، وتستخدم حديثًا الدارات الكهربائية لبيان درجة اهتراء المادة الاحتكاكية؛ بظهور ضوء أحمر على لوحة البيان (التابلو). والمادة الاحتكاكية ذات سطح مستوٍ، وفيها مجارٍ لتمنع تشققها نتيجة ارتفاع درجة حرارتها، وتُسهِّل عملية التخلص من المواد الناتجة من اهترائها.

الشكل (2–16): ألواح الضغط.

تُرَكَّب ألواح الضغط عن طريق مجارٍ خاصة في الماسك، وتُثبَّت في أماكنها باستعمال مسامير (بنّات) كما في الشكل(2–17)، أو بطرائق أخرى للحد من حركتها داخل الماسك، ولضمان الخلوص المناسب بينها وبين القرص في حالة عدم الفرملة.

الشكل (2–17): من طرائق تركيب ألواح الضغط.

فكّر

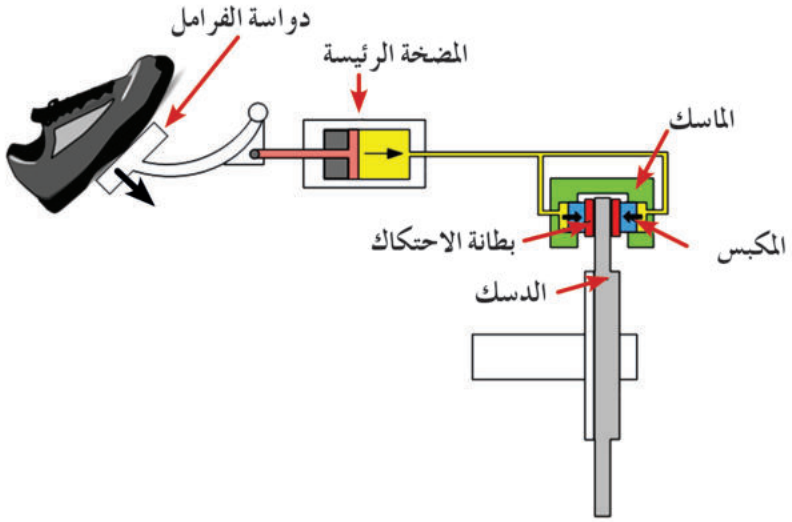
- **ما الفرق بين القرص الدائر المزدوج والقرص الدائر العادي؟**

عمل فرامل القرص

يستخدم في فرامل المركبات نوعان رئيسان من فرامل القرص، ولكل منهما طريقة عمل مختلفة وهي كالآتي:

1 – فرامل القرص ذات الماسك الثابت

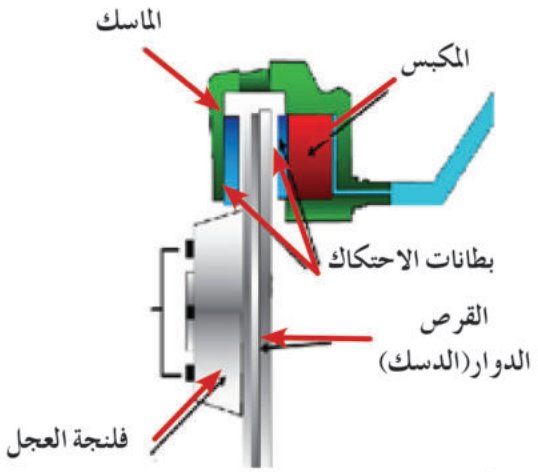
يوجد في هذا النوع مكبس واحد أو أكثر على جهتي العضو الدوار (الدسك)؛ للضغط على القرص من كل جهة كما في الشكل(2–18)، وعند الضغط على دواسة القدم ينتقل الضغط بواسطة سائل الفرامل إلى الماسك، وينتقل هذا الضغط إلى المكابس التي تدفع ألواح الضغط باتجاه القرص الدائر لتلامسه. ونتيجة للاحتكاك بين المادة الاحتكاكية على ألواح الضغط والقرص الدائر؛ يتباطأ القرص أو يتوقف عن الدوران، وهذا يؤدي إلى تباطؤ المركبة أو إيقافها. وعند زوال الفرملة تعود المكابس إلى وضعها الطبيعي؛ حيث يحافظ على خلوص محدد بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر.



الشكل (2–18): فرامل القرص ذات الماسك الثابت.

2 – فرامل القرص ذات الماسك المتحرك

يتكون هذا النوع من مكبس واحد داخل أسطوانة في الجهة الداخلية للماسك، كما في الشكل (2–19)، ولوحَيْ ضغط على سطحي القرص، ويُصمَّم الماسك ليسمح له بالحركة الجانبية إلى الداخل والخارج عند تأثير الفرملة أو زوالها. وعند الضغط على دواسة القدم ينتقل الضغط الهيدرولي إلى أسطوانة الفرملة، ويؤثر في اتجاهين: الأول يؤثر في المكبس ليدفع لوح الضغط الداخلي باتجاه السطح الداخلي للقرص، بينما يؤثر في الاتجاه الآخر في قاعدة الأسطوانة؛ ليدفع الماسك باتجاه معاكس لحركة المكبس، ونتيجة لهذه الحركة يلامس لوح الضغط الخارجي مع السطح الخارجي للقرص، وبسبب الاحتكاك بين المادة الاحتكاكية على ألواح الضغط وسطحَيِ الماسك؛ يتباطأ القرص أو يتوقف عن الدوران فتتوقف المركبة.



الشكل (2–19): فرامل القرص ذات الماسك المتحرك.

مزايا فرامل القرص

1 – الحصول على فرملة جيدة دائمًا، بسبب سهولة التخلص من الحرارة، بواسطة الإشعاع؛ لأنَّ معظم القرص معرض للمحيط الجوي.

2 – عدم حدوث تغيير في الخلوص بين القرص والمادة الاحتكاكية، لأنَّ القرص يتمدد قطريًّا بالحرارة، أما في فرامل الدرم فيزداد الخلوص بين المادة الاحتكاكية والدرم عندما يتمدد الدرم قطريًّا بارتفاع درجة الحرارة.

3 – القدرة الكبيرة على التخلص من قطرات الماء من فرامل الدرم عندما تبتل في فصل الشتاء؛ بسبب القوة الطاردة المركزية.

4 – سهولة الصيانة والإصلاح.

5 – فرامل القرص تُعايَر ذاتيًّا ولا تحتاج إلى مُعايرة خارجية.

مساوئ فرامل القرص

1 – صِغَر مساحة التلامس مع السطوح الاحتكاكية.

2 – ارتفاع القوة الاحتكاكية اللازمة لعملية الفرملة؛ نتيجة ارتفاع درجة الحرارة فيها كثيرًا لصغر المساحة النسبية بين المادة الاحتكاكية والقرص، ومن ثَمَّ فهي تحتاج إلى قوة ضغط أكبر على دواسة القدم.

فكّر

– ما الفرق بين الماسك الثابت والماسك المتحرك؟

ابحث عبر مواقع البحث (الإنترنت) عن أعطال المكابح وعلاقتها مع حوادث المركبات، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك، وشاركه زملاءك، ثم ناقشه مع معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

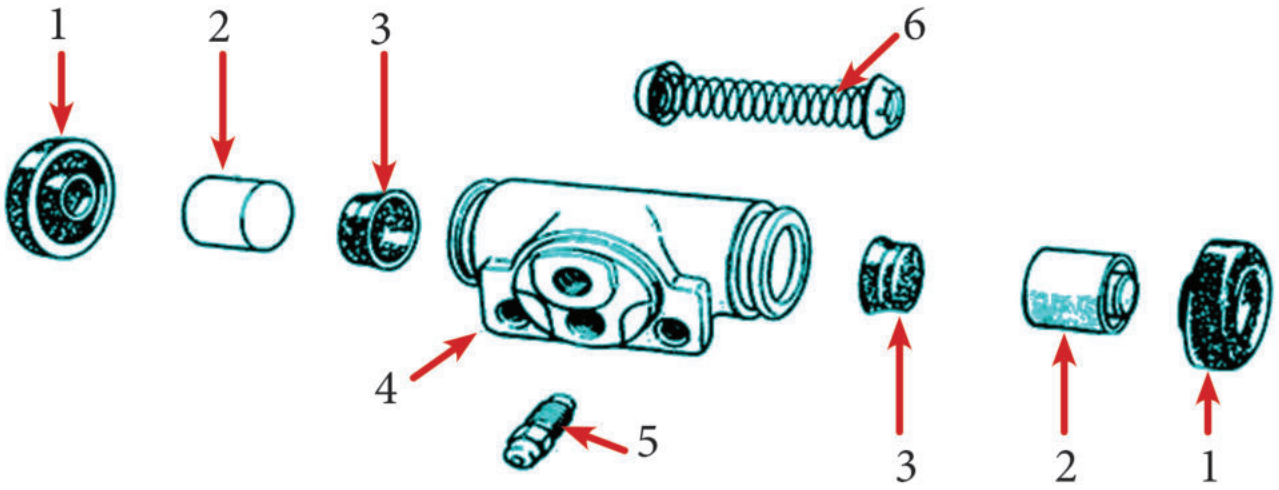
1 – اذكر أجزاء فرامل القرص.

2 – عدِّد ميزات فرامل القرص.

3 – عدِّد العوامل التي تؤثر في عملية الفرملة.

4 – اذكر مواصفات سائل الفرامل.

5 – يبين الشكل أدناه أجزاء المضخة الفرعية لنظام الفرامل على العجلات الخلفية؛ سمِّ الأجزاء المشار إليها بالأرقام.



التمارين العملية

التمرين الأول

فَكّ المضخة الرئيسة إلى أجزائها ثم تفقُّدها ، ثم إعادة تركيبها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ المضخة الرئيسة إلى أجزائها، وتتفقدها، وتعيد التركيب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات		المواد الأولية
– صندوق عدة يدوية.	– مركبة.	– سائل فرامل.
– دعامات.	– طاولة عمل.	
– هواء مضغوط.	– زرادية كباشي.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أمِّن المركبة بدعامات.	
2 – فُكّ أسلاك مبيّن مستوى سائل الفرامل من خزان سائل الفرامل. كما في الشكل (1).	الشكل (1)
3 – فرِّغ سائل الفرامل من خزان الفرامل في وعاء. كما في الشكل (2).	الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – فُكَّ أنابيب الفرامل الموصولة بالمضخة المبينة في الشكل(3)، مع مرُاعاة ثني الأنابيب برفق إن لزم الأمر.

5 – فُكَّ صواميل تثبيت المضخة مع السيرفو بريك.

6 – انزع المضخة من مكانها، وضعها على طاولة العمل كما في الشكل (4).

7 – اغسل المضخة جيدًا بالماء والصابون لتنظيفها من بقايا السائل.

8 – انفخ المضخة بالهواء المضغوط.

9 – فُكَّ خزان سائل الفرامل عن المضخة.

10 – انزع كبشاية المكبس باستخدام زرادية الكباشي الحلقية.

11 – فُكَّ المكبس والنابض من المضخة. كما في الشكل (5).

12 – فُكَّ الحوافظ (جلود) المطاطية ونابض عن المكبس المبينة في الشكل(6).

13 – ركِّب حوافظ جديدة ونابض جديد.

14 – تفقَّد المضخة من الداخل؛ إذا كان بها أي خدش فبدّل المضخة بالكامل.

أ– إذا كانت المضخة مصنوعة من الحديد كما

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

خطوات الأداء

في الشكل(7) يُبدَّل طقم الإصلاح لها.

ب- إذا كانت المضخة المصنوعة من الألمنيوم أو البلاستيك متآكلة كما في الشكل(8)، فيجب تبديلها.

15 - أعد تجميع أجزاء المضخة المبينة في الشكل(9).

16 - ركِّب المضخة على المركبة. وأضف سائل فرامل جديدًا للمستوى المطلوب، كما في الشكل (10).

17 - نفِّس المضخة من الهواء كما يلي:

أ - فُكَّ جميع أنابيب الفرامل بشكل جزئي.

ب- لاحظ خروج الهواء منها.

جـ- عند بداية خروج سائل الفرامل أغلق أنابيب الفرامل.

د- اطلب إلى شخص أن يساعدك في عملية التنفيس بالضغط على دواسة القدم عدة مرات.

هـ- اطلب منه الضغط على الدواسة.

و- افتح أنبوبًا من أنابيب الفرامل قليلًا؛ ليخرج الهواء.

ز- كرر العملية السابقة على باقي الأنابيب عدة مرات إلى أن يخرج من الأنبوب سائل، من دون فقاعات هوائية.

الرسم التوضيحي

الشكل (6)

الشكل (7)

الشكل (8)

الشكل (9)

الشكل (10)

التمارين العملية

التمرين الثاني

تبديل فرامل القرص.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تبدل فرامل القرص.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق عدة يدوية. – جك تمساح. – عدة خاصة. – فرامل قرص جديدة. – بطانات احتكاك جديدة. – كليبر (ورنية).	– سائل فرامل.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ارفع المركبة باستخدام جك التمساح وفُكَّ العجلين الأماميين. 2 – فُكَّ براغي تثبيت الماسك عن قاعدته، كما في الشكل (1). 3 – فُكَّ ملاقط أو صاجات تثبيت البطانات، كما في الشكل (2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء

4 – أخرج البطانات القديمة من مكانها كما في الشكل (3).

5 – افحص سُمك بطانات الاحتكاك بالكليبر، وإذا كانت أقل من (5 مم) فبدِّلها، كما في الشكل(4).

6 – ارجع مكبس الماسك باستخدام العدة الخاصة، كما في الشكل(5).

7 – ركِّب بطانات الاحتكاك الجديدة كما في الشكل(6).

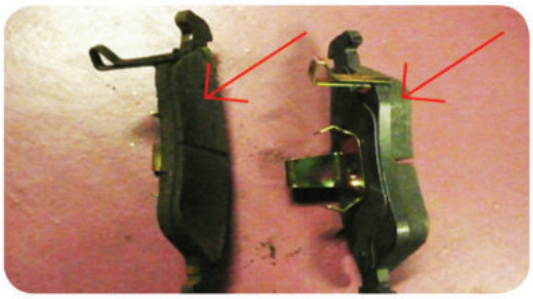
8 – ركِّب براغي تثبيت الماسك في مكانها مع وضع شحمة في مجرى الحركة للماسك، كما في الشكل (7).

9 – ركِّب العجلات وأنزل المركبة.

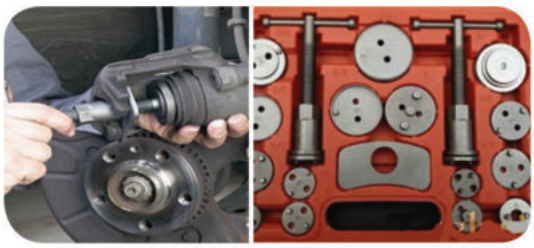
10 – اضغط على دواسة الفرامل عدة مرات؛ إلى أن تصبح دواسة الفرامل ثابتة.

الرسم التوضيحي

الشكل (3)



الشكل (4)



الشكل (5)

الشكل (6)

الشكل (7)

التمارين العملية

التمرين الثالث

تبديل القرص الدائر.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تُبدِّل القرص الدائر.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق عدة يدوية. – مركبة. – كليبر. – جك تمساح. – قرص دائر جديد.	– سائل فرامل. – مواد تنظيف.

خطوات الأداء

1 – أرخ العجلات الأمامية، وارفع المركبة على جك التمساح.

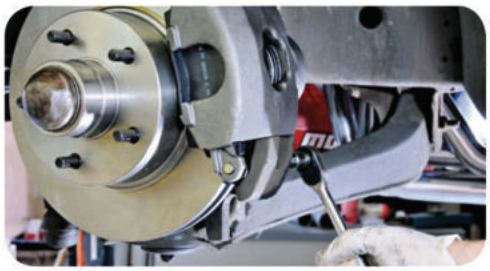
2 – فُكَّ العجلات الأمامية.

3 – فُكَّ بطانات الاحتكاك من مكانها، كما في الشكل (1).

4 – فُكَّ براغي تثبيت الماسك من قاعدته، كما في الشكل (2).

الرسم التوضيحي

الشكل (1)



الشكل (2)

خطوات الأداء

5 – فُكَّ قاعدة الماسك، كما في الشكل (3).

6 – فُكَّ براغي تثبيت القرص الدائر، كما في الشكل(4)، وأخرج القرص من مكانه.

7 – اسحب القرص الدائر باستخدام ساحبة كما في الشكل(5)؛ إذا كان القرص لا يتحرك بسبب الصدأ.

8 – افحص سماكة القرص الدائر بالكليبر، كما في الشكل(6)، إذا كانت أقل من 8مم فبدّل القرص.

9 – إذا كان القرص الدائر به كسر –كما في الشكل (7)– فيجب تبديل القرص الدائر.

10 – اغسل القرص الدائر الجديد باستخدام مواد التنظيف (البنزين)؛ لإزالة الشحمة والزيت عنه.

11 – ركِّب القرص الجديد، والبطانات الجديدة، وباقي القطع.

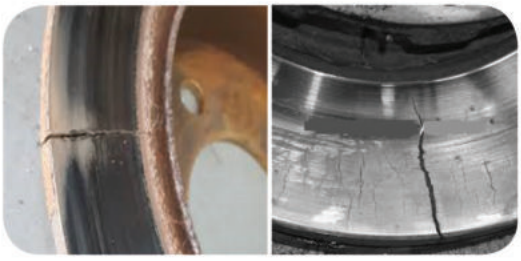
الرسم التوضيحي

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الشكل (6)



الشكل (7)

التمارين العملية

التمرين الرابع

تبديل الماسك (ماسك البريك).

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تُبدِّل الماسك (ماسك البريك).

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدة يدوية. – جك تمساح. – ماسك جديد.	– سائل فرامل. – مواد تنظيف.

خطوات الأداء

1 – أرخِ العجلين الأماميين، وارفع المركبة باستخدام جكِ التمساح.

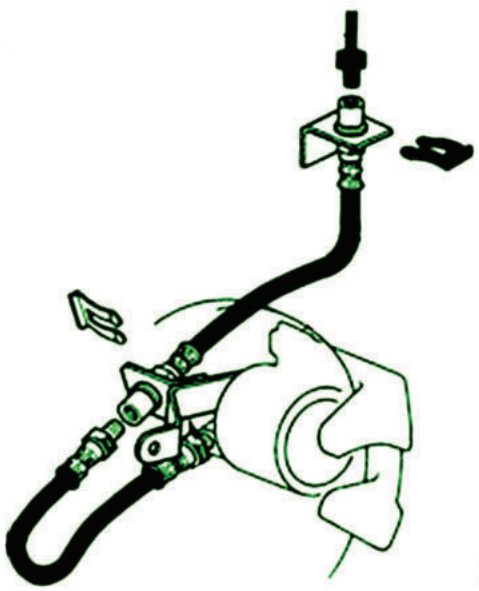
2 – فُكَّ العجلين الأماميين.

3 – فُكَّ الأنبوبة القادمة من المضخة الرئيسة إلى خرطوم الماسك كما في الشكل (1).

4 – فُكَّ بطانات الاحتكاك، كما في التمرين السابق.

5 – فُكَّ الماسك من قاعدته ،كما في الشكل(2).

الرسم التوضيحي



الشكل (1).

خطوات الأداء

6 – فُكَّ الخرطوم من الماسك.

7– افحص الخراطيم من أي تلف، كما في الشكل (3).

8 – ركِّب الخرطوم على الماسك الجديد.

9 – ركِّب الماسك على قاعدته.

10 – ركِّب أنبوبة سائل الفرامل وشدّها جيدًا، وركِّب قفل الأنبوبة.

11 – ركِّب بطانات الاحتكاك في مكانها.

12 – املأ خزان الفرامل بسائل الفرامل إلى المستوى المطلوب بين العلامتين (MAX / MIN)، كما في الشكل (4).

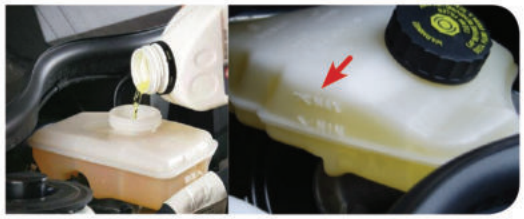
13 – نفِّس الهواء من فرامل العجلين الأماميين، كما في الشكل (5).

14 – ركِّب العجلين وأنزل المركبة.

الرسم التوضيحي

الشكل (2)

الشكل (3)



الشكل (4)

الشكل (5)

التمارين العملية

التمرين الخامس

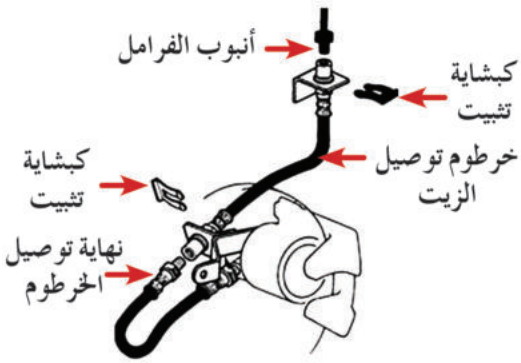
تبديل الخراطيم الأمامية لفرامل القرص.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تُبدِّل الخراطيم الأمامية لفرامل القرص.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدة يدوية – خراطيم جديدة – جك تمساح	– سائل فرامل – مواد تنظيف

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ارفع المركبة وفُكَّ العجلات الأمامية.	
2 – فُكَّ القفل الموجود بين أنبوبة سائل الفرامل والخراطيم كما في الشكل (1)، باستخدام عدة يدوية.	 الشكل (1)

خطوات الأداء

3 – فُكَّ صامولة الأنبوبة عن الخرطوم.

4 – فُكَّ الخرطوم عن الماسك، افحص الخراطيم من أي نزيف، كما في الشكل (2).

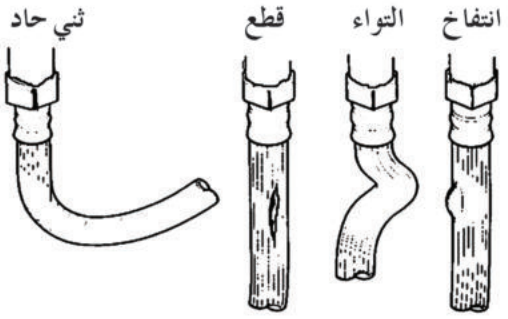
5 – ركِّب خرطوم جديد في الماسك أولًا، ويجب أن تركِّب الخرطوم على جهة اليسار واليمين معًا، وإن كان الطرف الآخر غير تالف.

6 – ركِّب الخرطوم من الطرف الثاني في أنبوبة سائل الفرامل، كما في الشكل (3).

7 – ركِّب قفل الأنبوبة بالمطرقة كما في الشكل (4).

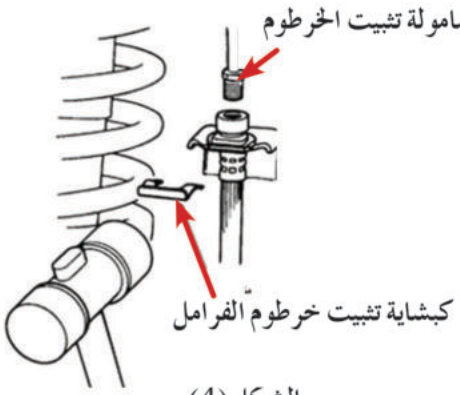
8 – نفِّس الهواء من الفرامل الأمامية، كما في الشكل (5).

الرسم التوضيحي



الشكل (2)

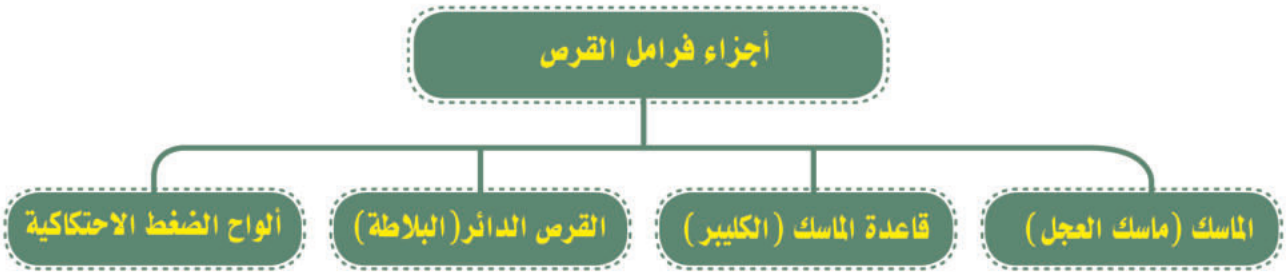
الشكل (3)



الشكل (4)

الشكل (5)

الخريطة المفاهيمية



ثالثًا: فرامل الأحذية (الدرم)

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف أجزاء فرامل الأحذية في المركبة.
- يبين الشروط الواجب توافرها في فرامل الأحذية.
- يستنتج ميزات ومساوئ فرامل الأحذية.
- يُركِّب فرامل الأحذية على المركبة.
- يعاير فرامل الأحذية على المركبة.

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

- ما العطل الموجود في الشكل (2–20)؟ وما أسباب هذا العطل؟ وما الفرق بين أحذية الفرامل الجديدة والقديمة؟

الشكل (2–20): عطل في أحذية الفرامل.

استكشف

الشكل (2–21).

– ماذا يمثل الشكل (2–21)؟ وما الأجزاء المبينة فيه؟

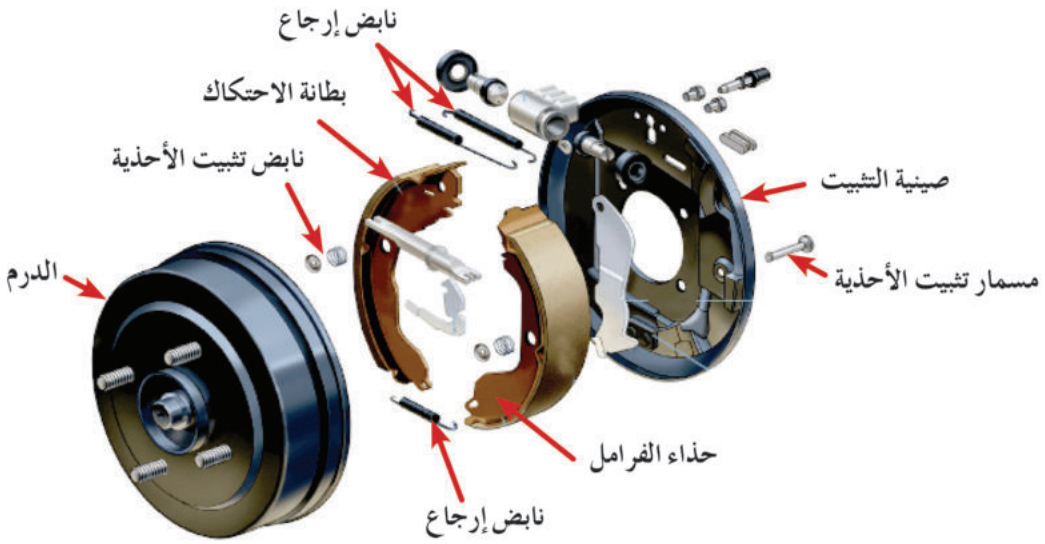
اقرأ.. وتعلم

تكون فرامل الأحذية ذات شكل قوسي لتتناسب مع شكل الدرم، وهي تغطى بمادة احتكاكية تُثَبَّت باللصق أو التبشيم، وعلى إحدى نهايتي الأحذية يُثبَّت مسمار العيار، في حين تكون النهايتان الأخريان ملامستين لطرفي المضخة الفرعية التي تعمل على دفع المكبس، فيدفع المكبس الأحذية لتتلامس مع الدرم.

لا تختلف فرامل الأحذية عن فرامل القرص من حيث مبدأ العمل واستخدام ضغط سائل الفرامل في إجراء عملية الفرملة؛ إذ يحل الدرم والأحذية محل القرص الدوار وألواح الضغط في أثناء عملية الفرملة.

أجزاء فرامل الأحذية

يطلق على هذا النوع من أنظمة الفرامل الفرامل (الانفراجية)، حيث إنه خلال عملية الفرملة تسمح الأحذية المركب عليها بطانة الاحتكاك لفرامل العجل بالانفراج، أي تفتح للخارج وتضغط على الجزء الدوّار المثبَّت بها العجل لإيقافه. عكس حركة بطانات الاحتكاك للفرامل القرصية التي تضغط للداخل على القرص المثبَّت به العجلة. كما يُطلق عليها أيضًا الفرامل (الأسطوانية) من ناحية شكل سطح الاحتكاك المثبَّت بالعجلة، والمخالف لشكل القرص للفرامل القرصية. وقد يطلق عليه فرامل الأحذية في بعض المراجع. وبعد التمعن في نشاط الاستكشاف، لابد أنك تعرفت أجزاء فرامل الأحذية المبينة في الشكل (2–22)، وهي على النحو الآتي:



الشكل (2–22): أجزاء فرامل الأحذية.

1 – صينية (الفرامل) التثبيت

هي قرص دائري من الحديد المبين في الشكل(2–23)، يُثبَّت عليها مكونات الوحدات الفرملية للعجلات، إذ تركَّب عليها أحذية الفرامل، والمضخة الفرعية ونوابض الأحذية، ومسمار العيار ومسامير تثبيت الأحذية.

الشكل (2–23): صينية التثبيت.

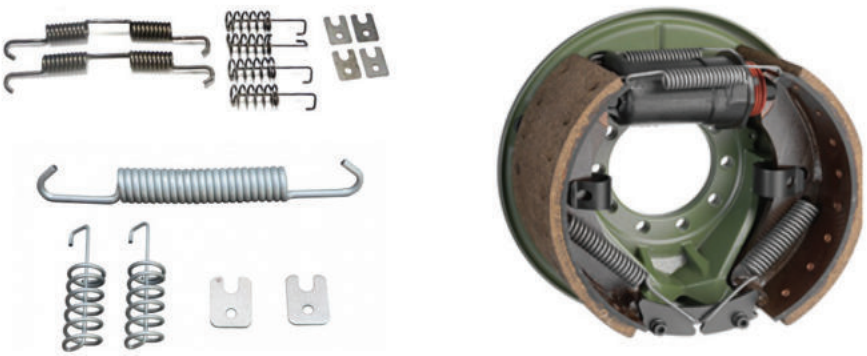
2 – أحذية الفرامل

تتكون من الأحذية المعدنية والمادة الاحتكاكية التي تُثبَّت على الأحذية بالتبشيم أو اللصق، وتكون منحنية كما في الشكل(2–24)، ويستخدم زوج من الأحذية لكل عجل، وتستخدم نوابض ذات تصاميم مختلفة؛ للحفاظ على أحذية الفرامل مشدودة إلى صينية الفرامل، ولمنع اهتزازها بين الطارة والصينية؛ حيث تصنع المادة الاحتكاكية من مواد عضوية، هي خليط من مواد معدنية ومواد مازجة، وتتكون من خليط من مسحوق الحديد أو النحاس مع الجرافيت ومواد عضوية، كذلك يضاف إليها زيت التزييت لمنع ترسبها وتمزج جيدًا، ثم تضغط بآلات خاصة على الشكل المطلوب.

الشكل (2–24): أحذية الفرامل.

3 – نوابض إعادة الأحذية

تستخدم النوابض لتعيد الأحذية إلى مكانها بعد عملية الفرملة، ويُستعمل نابض أو اثنان في المجموعة الواحدة، ولها عدة أشكال. كما في الشكل(25).



الشكل (2–25): نوابض إعادة الأحذية.

4 – المضخة الفرعية

هي جسم أسطواني يُثبَّت بصينية الفرامل، وتتصل مع المضخة الرئيسة بواسطة خطوط الفرامل، كما في الشكل(2–26)، تدفع المضخة أحذية الفرامل باتجاه الدرم أثناء عملية الفرملة.

الشكل (2–26): المضخة الفرعية.

5 – الدرم

غطاء معدني يُرَكَّب على السطح الخارجي لأحذية الفرامل، مع وجود خلوص قليل بينهما، في أثناء عملية الفرملة تضغط الأحذية لتلامس سطح الدرم الداخلي، ونتيجة للاحتكاك بينه وبين المادة الاحتكاكية فإنه يتباطأ أو يتوقف عن الدوران. وغالبًا يُصنع الدرم من السكب أو الفولاذ؛ لضمان المتانة العالية، وقد يُصنع السطح الداخلي للدرم من الحديد السكب والجزء الخارجي منه من الألمنيوم؛ لما يتصف به من قدرة عالية على فقدان إشعاع الحرارة، وأيضًا لزيادة المساحة المُشعة للحرارة، كذلك يصمم من الخارج على شكل زعانف في بعض الأحيان؛ لزيادة كمية الحرارة المتبادلة مع الهواء الخارجي. كما في الشكل(2–27).

الشكل (2–27): الدرم.

الشروط الواجب توافرها في الدرم

1 – أن يصنع من مواد ذات خواص احتكاكية جيدة.

2 – أن يصنع من مواد ذات معامل توصيل حراري عالٍ.

3 – أن يصنع من مواد متينة لتحمُّل الإجهادات المؤثرة فيها.

4 – أن يسمح الشكل الخارجي بنقل أكبر كمية من الحرارة الناتجة من الاحتكاك.

ميزات فرامل الأحذية

1 – سرعة تآكل اهتراء المادة الاحتكاكية في هذا النظام أقل، نظرًا لتوزيع القوة الاحتكاكية على سطح أكبر.

2 – لا تحتاج فرامل الأحذية إلى قوة ضغط كبيرة من قدم السائق.

3 – تتميز بقوة تحمُّل أكبر، ولهذا تستخدم في الشاحنات الكبيرة.

مساوئ فرامل الأحذية

1 – ثمنها عالٍ وصيانتها مكلفة.

2 – صعوبة التخلص من درجات الحرارة المتولدة.

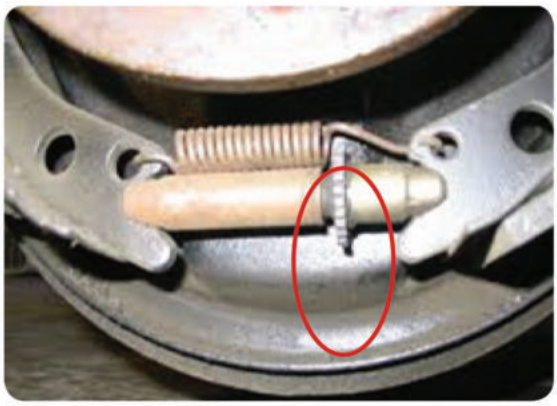
3 – حاجة بعض أنواع فرامل الأحذية إلى معايرة دورية؛ لضبط الخلوص بين الدرم والأحذية.

4 – صعوبة التخلص من الماء بسرعة في حال وصوله إلى داخل الدرم.

معايرة فرامل الأحذية

معايرة الفرامل تعني ضبط الخلوص بين أحذية الفرامل والدرم، وذلك للحصول على أعلى كفاءة عند إجراء عملية الفرملة وفي كثير من أنواع المركبات تجرى هذه العملية ذاتيًّا، توجد مركبات تجرى فيها هذه العملة يدويًّا؛ حسب تصميم فرامل الأحذية، وفي ما يأتي طرائق المعايرة الأكثر شيوعًا:

1 – **مسنن موصول بنهايتي الأحذية** تعاير فرامل الأحذية في اغلب المركبات المتوسطة الحجم، لا سيما الحافلات منها، وذلك بإدخال مفَكّ في فتحة موجودة خلف صينية الفرامل، ثم يحرك المسنن المرتبط بصامولة معايرة موصولة بين أطراف الأحذية السفلية؛ فعندئذٍ تبتعد الأحذية أو تقترب من الدرم. كما في الشكل (2–28).



الشكل (2-28): المسنن المرتبط بصمولة المعايرة.

2 - **معايرة باستخدام مجس الرقائق (الفلركيج)** تستخدم مجسات الرقائق لمعايرة فرامل بعض أنواع مركبات الشحن الكبيرة، وبخاصة في أنظمة الفرامل التي تستخدم الهواء المضغوط.

أثر وجود الهواء والماء في نظام الفرامل

بما أنّ الهواء قابل للانضغاط، على العكس من السوائل؛ فإنَّ دخوله في نظام الفرامل الهيدرولية يعني انضغاطه داخل النظام؛ مما يعوّق توجيه الضغط إلى البطانات الاحتكاكية؛ ولذلك كان إخراجه من نظام الفرامل الهيدرولية أمرًا لازمًا؛ كي يعمل النظام بكفاءة عالية. ويمكن التخلص منه عن طريق صمام تنفيس خاص بهذه الغاية.

وبما أنّ مضخات الفرامل الرئيسة أو الفرعية يدخل الحديد في صناعة معادنها؛ فهي قابلة للتأكسد (الصدأ)، إذ إنّ وجود الماء مع سائل الفرامل يعرّض تلك الأجزاء للصدأ، ويُفقِد سائل الفرامل خصائصه؛ ولهذا تنصح الشركات الصانعة للمركبات بتغيير سائل الفرامل بأكمله بعد سنتين، بغض النظر عن المسافة التي قطعتها المركبة؛ نظرًا لاختلاطه برطوبة الجوّ التي تخفّض من درجة غليان السائل من (260) درجة سلسيوس إلى (165) درجة سلسيوس، وتفقده خصائصه، وتساعد على تكوّن الصدأ في أجزاء نظام الفرامل.

ابحث في شبكة الإنترنت عن أحدث الصناعات لفرامل الأحذية (الدرم)، ثم اكتب تقريرًا عنها، واعرضه على معلمك وزملائك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – قارن بين فرامل الأحذية وفرامل القرص؛ من حيث: طريقة العمل.

2 – عدِّد الشروط الواجب توفرها في الدرم.

3 – اذكر خطوات تركيب المضخة الفرعية.

4 – اشرح طريقة معايرة فرامل الدرم.

5 – عدِّد ميزات فرامل الدرم، ومساوئها.

التمارين العملية

التمرين السادس

فحص وصيانة فرامل الأحذية.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفحص فرامل الدرم.
- تجري صيانة الفرامل الدرم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق عدة يدوية. – أحذية فرامل جديدة. – جك تمساح. – كليبر.	– سائل فرامل. – مواد تنظيف.

خطوات الأداء

1 – أرخِ براغي أو صواميل العجلات الخلفية وارفع المركبة باستخدام جك التمساح.

2 – أنزل يد الفرامل اليدوية (الهندبريك) وضع صندوق السرعات على الوضع المحايد (محلول).

3 – فُكَّ العجلات الخلفية.

4 – فُكَّ براغي تثبيت الدرم، كما في الشكل(1).

5 – انزع الدرم من مكانه، باستخدام ساحبة كما في الشكل (2).

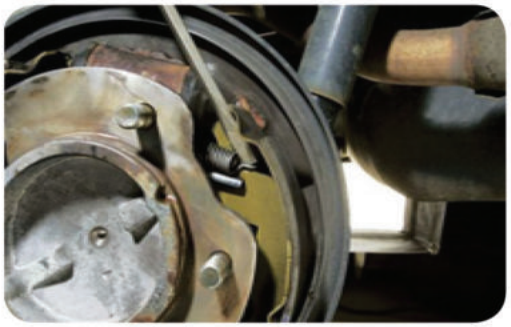
الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6 – انزع نوابض الأحذية ومسامير تثبيت الأحذية، ثم انزع الأحذية، كما في الشكل(3).



الشكل (3)

7 – افحص سمك فرامل الأحذية باستخدام الكليبر، وإذا كان أقل من (3) مم، فبدِّل فرامل الأحذية.

8 – افحص القطر الداخلي للدرم باستخدام الكليبر، وإذا كان القطر أكبر من (5) مم، من القطر القياسي فبدِّل الدرم.

الشكل (4)

9 – افحص بالنظر من وجود تخزيز في الدرم، بدِّل الدرم إذا كان موجودًا أو بحاجة إلى خراطة.

10 – ركِّب فرامل أحذية جديدة على قاعدة الفرامل، كما في الشكل (4).

11 – ركِّب مسامير الفرامل ونوابضها، كما في الشكل (5).

الشكل (5)

12 – شُدَّ برغي عيار فرامل الأحذية إلى نهاية السن، كما في الشكل (6).

13 – ركِّب الدرم، وتأكد من حرية حركة الدرم بعد التركيب؛ بضبط دوران الدرم.

14 – ركِّب العجلين بعد التأكد من ضبط الفرامل.

الشكل (6)

التمارين العملية

التمرين السابع

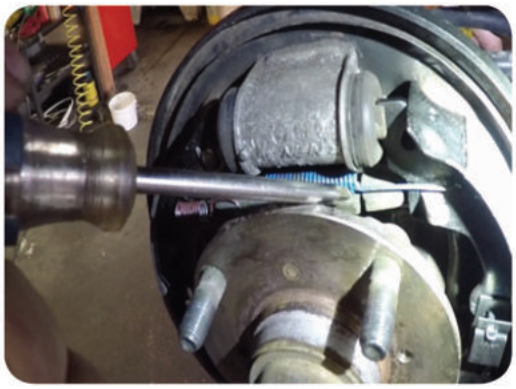
تبديل وصيانة المضخة الفرعية لفرامل الأحذية.

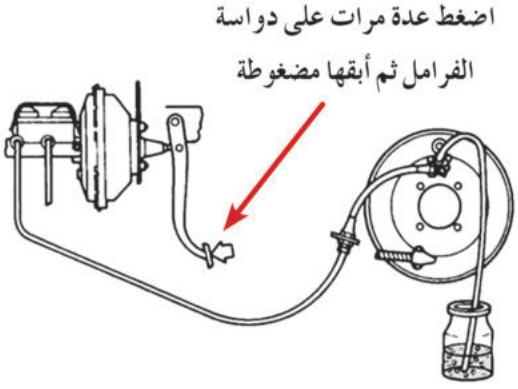
يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تبدِّل المضخة الفرعية لفرامل الدرم.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عدة يدوية. – مضخة فرعية جديدة. – جك تمساح.	– سائل فرامل. – مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ارفع المركبة من الخلف، وفُكَّ العجلين الخلفيين.	
2 – أنزل يد الفرامل اليدوية، وضع صندوق السرعات على الوضع المحايد.	
3 – فُكَّ الدرم، وانزعه من مكانه. 4 – فُكَّ نابض الإرجاع العلوي، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
5 – فُكَّ أنبوب الفرامل من المضخة الفرعية.	الشكل (2)
6 – فُكَّ براغي تثبيت المضخة الفرعية المبينة في الشكل (2) مع قاعدة الفرامل الخلفية.	
7 – اغسل أجزاء الفرامل الخلفية بالماء جيدًا؛ لإزالة إثر سائل الفرامل الموجود على أجزاء المضخة الفرعية القديمة.	الشكل (3)
8 – ركِّب مضخة فرعية جديدة.	
9 – ركِّب أنبوب الفرامل، كذلك الدرم.	
10 – تفقد مستوى سائل الفرامل، قبل عملية التنفيس من المكان المشار إليه في الشكل(3) للعجلين الخلفيين.	 الشكل (4)
11 – نفِّس العجلين الخلفيين، كما في الشكل (4).	

التمارين العملية

التمرين الثامن

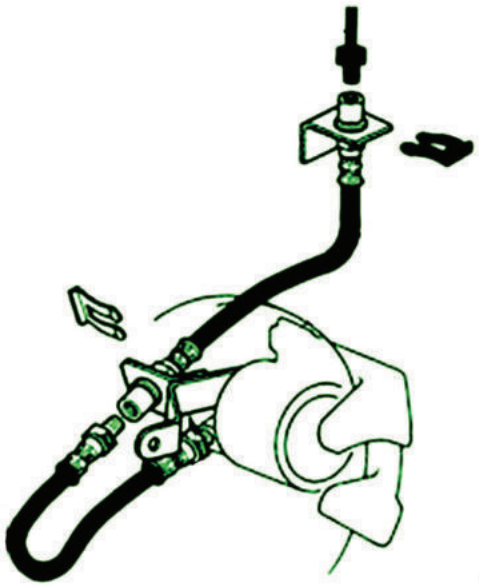
تبديل خرطوم الفرامل.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تُبدِّل خرطوم الفرامل.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدَّة يدوية – خراطيم جديدة – جك تمساح	– سائل فرامل – مواد تنظيف

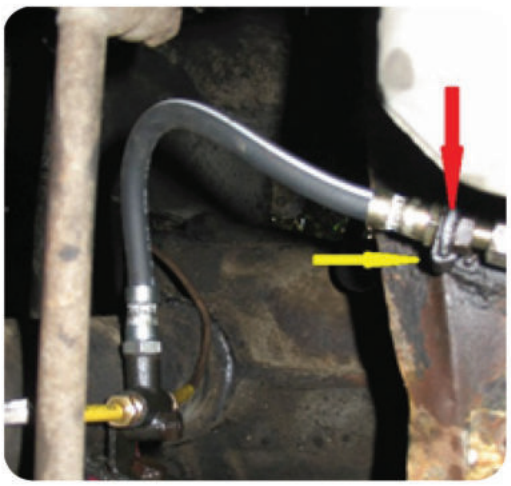
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ارفع المركبة وفُكَّ العجلين الخلفيين. 2 – فُكَّ القفل الموجود بين أنبوبة سائل الفرامل والخرطوم؛ باستخدام عُدَّة يدوية، كما في الشكل (1). 3 – فُكَّ صامولة الأنبوبة عن الخرطوم.	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

4 – فُكَّ الخرطوم من الطرف الآخر، كما في الشكل (2).

الشكل (2)

5– ركِّب خرطومًا جديدًا، ويجب أن تركِّب الخرطوم على جهة اليسار واليمين معًا، وإن كان الطرف الآخر غير تالف، كما في الشكل (3).



الشكل (3)

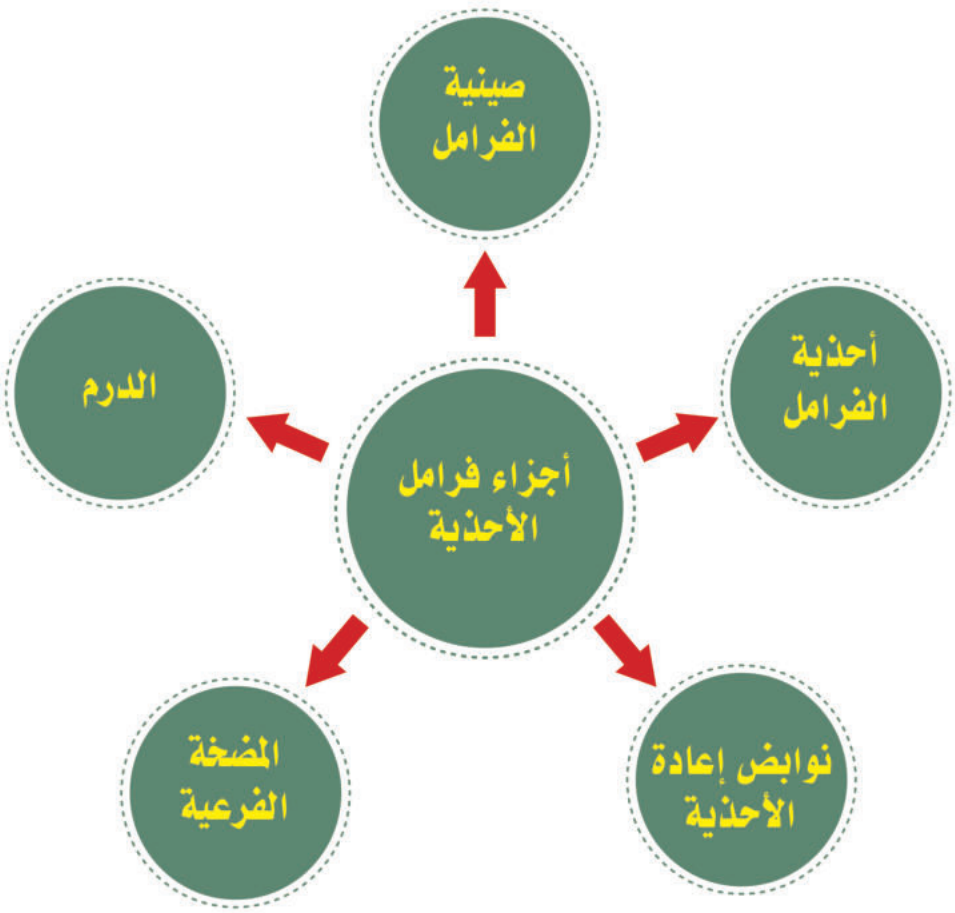
6 – ركِّب الخرطوم من الطرف الثاني في أنبوبة سائل الفرامل.

7 – ركِّب قفل الأنبوبة.

8 – نفِّس الهواء من الفرامل الخلفية، كما في الشكل (4).

الشكل (4)

الخريطة المفاهيمية



رابعًا: الفرامل اليدوية وفرامل التثبيت

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف الفرامل اليدوية.
- يستبدل سلك فرامل التثبيت.
- يصنف أنواع الفرامل اليدوية.
- يتعرّف طريقة تشغيل فرامل التثبيت.
- يتعرّف أنواع فرامل التثبيت؛ من حيث: مشاركتها أو عدم مشاركتها في نظام الفرامل الخلفية.

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

الشكل (2–29): آلية تشغيل الفرامل اليدوي.

- ما اسم آلية التشغيل المبينة في الشكل (2–29)؟ ولماذا يستخدم هذا النظام؟

استكشف

قارن بين فرامل القرص وفرامل الأحذية (الدرم)، وما مدى علاقتهم بفرامل التثبيت.

اقرأ.. وتعلم

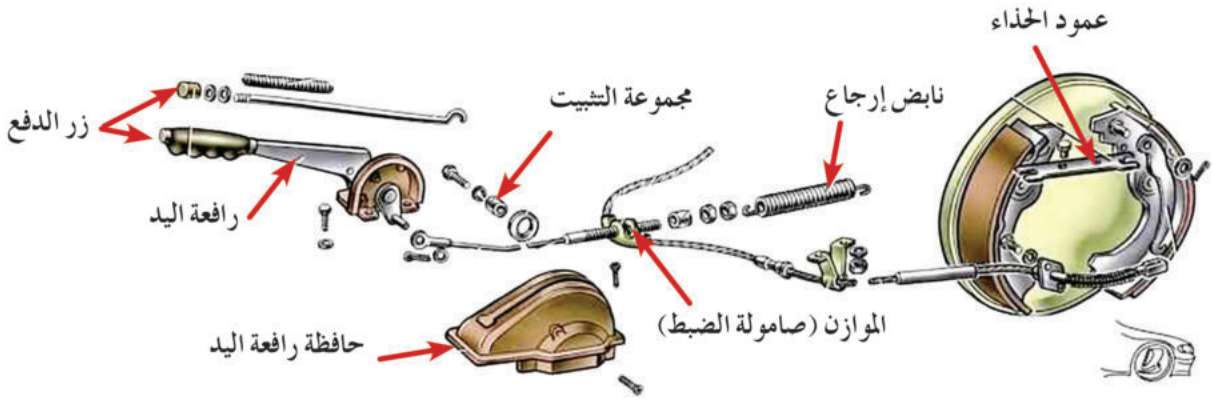
يعمل هذا النوع غالبًا من الفرامل بواسطة اليد؛ لذلك سُميت بالفرامل اليدوية، وأحيانًا تشتغل بالقدم بواسطة دواسة قدم جانبية.

تحافظ فرامل اليد على بقاء المركبة في حالة السكون عند الوقوف، وتكون غالبًا مستقلة عن الفرامل الهيدرولية، وقد تستخدم لإيقاف المركبة في حالات الطوارئ، أو عند إخفاق الفرامل الهيدرولية.

تعمل فرامل اليد بواسطة عتلة تكون في غرفة القيادة، وترتبط عن طريق وصلات وأسلاك صلبة بأحذية فرامل العجلات الخلفية. يوجد أنواع من أنظمة الفرامل اليدوية وفرامل التثبيت منها :

- فرامل قرصية ذات فرامل التثبيت الانفراجية.
- فرامل اليد مع الماسك.
- فرامل تثبيت مشترك مع فرامل الأحذية.
- فرامل تثبيت على عمود نقل الحركة.

تعمل فرامل التثبيت على المحور الخلفي أو على عمود النقل، وتعمل بطريقة ميكانيكية منفصلة تمامًا عن الفرامل الهيدرولية للمركبة. ويكون مقدار قوة فرملة التثبيت أقل بكثير من مقدار قوة فرملة الخدمة (تقريبًا 30%). وتستخدم معظم فرامل التثبيت فرامل العجل القرصية والانفراجية للاستفادة من بطانات الاحتكاك بهما؛ لتثبيت المركبة. ويوضح الشكل (2–30) أجزاء فرامل التثبيت وتوصيلاتها.



الشكل (2–30): أجزاء فرامل التثبيت وتوصيلاتها.

يُفترض في فرامل التثبيت أن تكون قادرة على تثبيت المركبة محملة بالكامل على منحدر مقداره (30) درجة للمركبة ذات النقل اليدوي، و(20) درجة للمركبات ذات النقل الأوتوماتيكي، وألّا تزيد القوة المستخدمة لتثبيت للمركبة لفرملة التثبيت عن طريق اليد (350 نيوتن) ولفرملة التثبيت عن طريق القدم عن (450 نيوتن). قد يُستعاض عن عمل فرملة التثبيت بتعشيق المركبة أثناء توقفها، ولكن لا ينصح بذلك حيث إن الحمل الدائم على أسنان التروس غير مرغوب فيه وغير مفضَّل.

تحذير

تجنب السير وفرملة اليد مفعلة؛ فإن ذلك سوف يضع حِملًا على المحرك وخط نقل القدرة، ويتلف نظام الفرامل ومحمل العجل نتيجة الحرارة المرتفعة، ويؤدي إلى تآكل مادة البطانة؛ بسبب السير أثناء تفعيل فرامل التثبيت. أما السير وفرملة اليد مفعلة جزئيًّا؛ فقد يؤدي إلى سخونة المحرك، وزيادة معدل استهلاك الوقود.

أنواع الفرامل اليدوية (فرامل التثبيت)

1 – فرامل قرصية ذات فرامل تثبيت انفراجية

يحتوي هذا النوع على أحذية مثبَّتة داخل غلاف القرص وموصولة بحبل من الفولاذ مع عتلة الفرامل اليدوية الموجودة داخل غرفة القيادة، ولا يختلف هذا النوع في طريقة الأداء عن فرامل الدرم الهيدرولية، إلا أنَّه ينفرج إلى الخارج بطريقة ميكانيكية بواسطة عتلة الفرامل اليدوية، وأيضًا هنالك مسنن لضبط الخلوص بين أحذية الفرامل وغلاف القرص الداخلي.

2 – فرامل التثبيت مع الماسك

في هذا النوع تصنع فرامل التثبيت كأنَّها جزء من الماسك، ويؤدي الماسك حركة الرافعة التي يتحكم فيها السائق بيده، أو بقدمه، إلى دوران إصبع المرفق، فيتحرك عمود دفع المكبس؛

فيدفع المكبس إلى الأمام، وتلتصق ألواح الاحتكاك بقوة بقرص الفرامل وتُثبَّته، ويضبط النظام آليًّا في حالة تآكل ألواح الضبط.

3 – **فرامل تثبيت مشترك مع فرامل الأحذية**

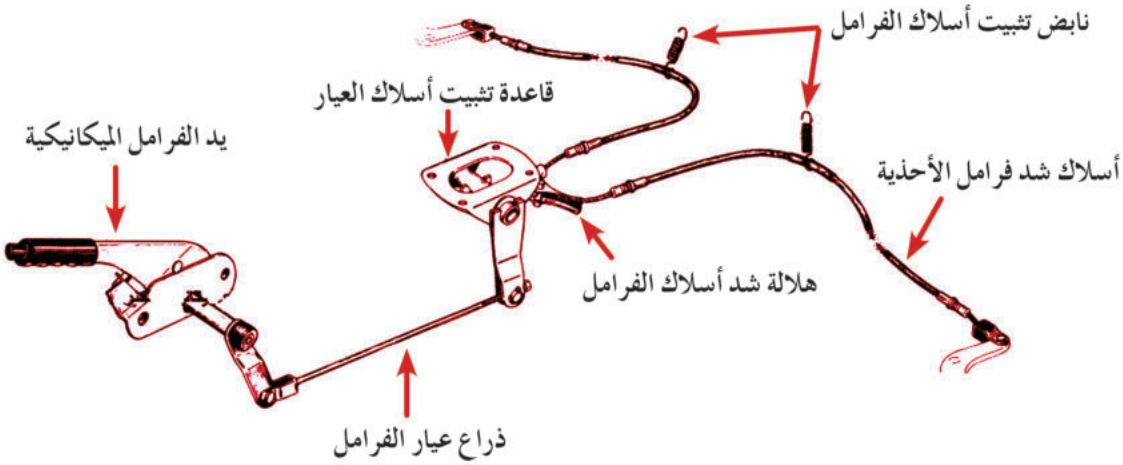
تنتقل القوة الموجهة من يد السائق أو قدمه ميكانيكيًّا بواسطة حبل إلى أحذية فرامل العجلات الخلفية؛ إذ يدفع عمود الدفع المثبَّت بين أحذية الفرامل بطانات الاحتكاك باتجاه سطح الدرم، فيمنع درم العجل من الدوران، وبهذا تُثبَّت المركبة عند توقفها عن الحركة.

4 – **فرامل تثبيت على عمود نقل الحركة**

توجد في بعض المركبات فرامل تثبيت تُرَكَّب على عمود نقل الحركة كما في الشكل (2–32) الموصول بصندوق السرعات، وقد تُرَكَّب على مدخل مجموعة النقل النهائي في المركبات ذات الدفع الخلفي؛ إذ توجد أحذية فرامل ثابتة ودرم يدور مع عمود نقل الحركة، وعند استعمال فرامل الإيقاف تندفع الأحذية نحو الدرم، فتمنع عمود نقل الحركة من الدوران؛ فتُثبَّت المركبة.

الشكل (2–31): فرامل على عمود نقل الحركة.

عادةً تعمل فرامل التثبيت على المحور الخلفي فقط، وتعمل بطريقة ميكانيكية منفصلة تمامًا عن الفرامل الهيدرولية للمركبة. وتستخدم معظم فرامل التثبيت لأنظمة فرامل العجل القرصية والانفراجية للاستفادة من بطانات الاحتكاك بهما لتثبيت المركبة. ويوضح الشكل (2–32) أجزاء فرامل التثبيت وتوصيلاتها.



الشكل (2–32) : أجزاء وتوصيلات فرامل التثبيت.

وقد تستخدم فرامل التثبيت في حالة انهيار نظام الفرامل لإيقاف المركبة أثناء سيرها، ولهذا يطلق عليها فرملة الطوارئ أحيانًا (**emergency brakes**). يراعى في هذه الحالة عدم جذب رافعة (ذراع) فرملة التثبيت بقوة؛ حيث إن هذا سيؤدي إلى فقد اتزان المركبة، ولكن تجذب برفق وتترك ويعاد تكرار ذلك حتى تقف المركبة.

لتفعيل الفرامل تجذبُ الرافعة (ذراعًا) تعمل باليد، ويطلق على فرامل التثبيت مسمى فرامل اليد (**hand brakes**) لهذا السبب، أو للسائق أن يدفع دواسة تثبيت بالقدم. وتظل الفرملة في وضع التفعيل عن طريق عصفورة (أو سن) تمنع رجوع الذراع إلى وضعها الابتدائي (من دون فرملة). تُفَكُّ فرامل التثبيت (أي فَكُّ الفرملة) عن طريق الرافعة جذب الرافعة، وتخليصها من سن تثبيت (العصفورة) أو بدفع بدال اليد مرة أخرى، أو جذب ذراع تحرير، أو الضغط على دواسة القدم.

طريقة تشغيل فرامل التثبيت على عمود النقل

نظام التشغيل واحد بالنسبة إلى نوعَيْ فرامل التثبيت التي تعمل على عجل المحور الخلفي أو التي تعمل على مخرج صندوق التروس، وتتم عن طريق شد سلك فرامل التثبيت لعمل الفرملة إما بجذب رافعة وإمّا بجذب عصا.

مصباح التحذير لفرامل التثبيت

يعمل هذا المصباح في جميع أنواع المركبات الحديثة لتنبيه السائق إلى أن فرملة التثبيت في وضع تشغيل، كما في الشكل (2–33). وفي بعض المركبات يصدر صوت تحذير بالإضافة إلى مصباح التحذير. ويوجد المصباح بتابلو المركبة، ويُرَكَّب مفتاح تشغيل المصباح على تركيبة رافعة الفرملة حيث تكتمل الدائرة الكهربائية للمصباح التحذيري بسحب رافعة اليد، عندئذٍ يكون مفتاح الإشعال في وضع تشغيل.

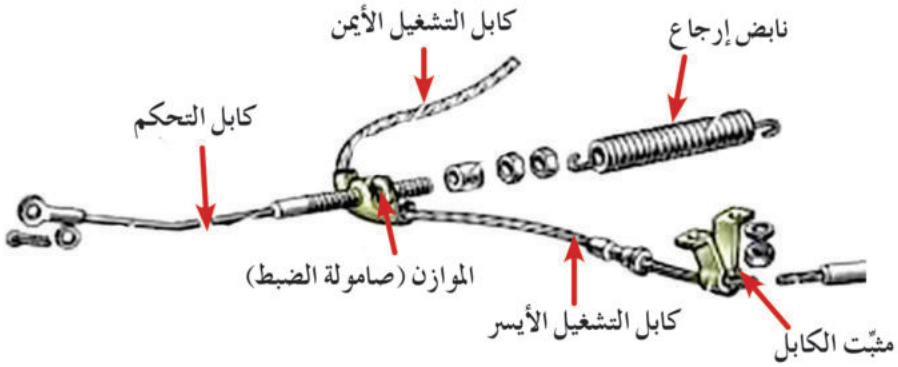
الشكل (2–33) : مصابيح التحذير.

يُضبط مفتاح مصباح التحذير حتى تظل اللمبة مضاءة حتى تمام تحرير الفرامل. ويشترك مصباح التحذير هذا في معظم المركبات مع دائرة تحذير عطل إحدى الدائرتين الهيدروليتين لأسطوانة الفرامل الرئيسة، وأيضًا بانخفاض مستوى سائل الفرامل بخزان الأسطوانة الرئيسة (إضاءة المصباح تعني مشكلة في الفرامل).

كابلات (أسلاك الفرامل)

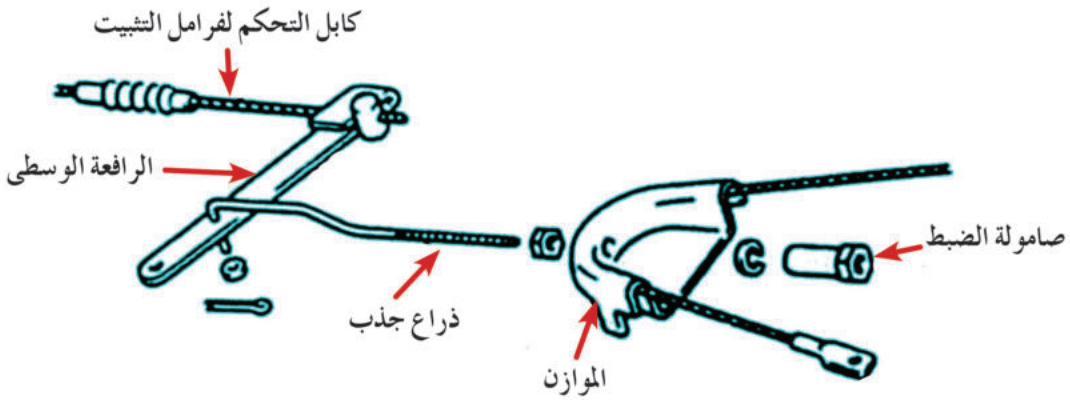
تمر أسلاك الفرامل خلال واقٍ (غلاف السلك)، وتتصل برافعة اليد أو ببدال فرامل التثبيت من جهة، ومن الجهة الأخرى تتصل بوصلة. الجزء الأمامي للسلك يسمى كبل التحكم. ويتصل

كبل التحكم بموازن (يعمل على توفير فرملة متساوية للعجلتين) يتفرع منه سلكان أحدهما يتجه إلى العجلة الخلفية اليمنى والآخر إلى العجلة الخلفية اليسرى. يطلق غالبًا على هذين الزوجين من الأسلاك (كابلات التشغيل) أو السلك اليمين واليسار لفرامل اليد. ويبين الشكل (2–34) توصيلة كابلات فرامل اليد.



الشكل (2–34) توصيلة كابلات فرامل اليد.

توجد في بعض المركبات الكبيرة والشاحنات رافعة بالوسط، وتتصل تلك الرافعة بالموازن لزيادة قوة فرملة التثبيت، كما في الشكل (2–35).



الشكل (2–35) توصيلة كابلات فرامل اليد للمركبات الكبيرة.

ابحث عبر مواقع البحث (الإنترنت) عن أنظمة فرملة ميكانيكية متطورة، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك وشاركه زملاءك، وناقشه مع معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اشرح الغرض من فرامل التثبيت.

2 – ما وظيفة الموازن في نظام فرامل التثبيت؟

3 – اشرح طريقة عمل الفرامل القرصية ذات فرامل تثبيت انفراجية لتثبيت المركبة.

4 – ما وظيفة المصباح (لمبة) التحذير لفرامل التثبيت.

5 – وضح طريقة تشغيل فرامل التثبيت.

التمارين العملية

التمرين التاسع

فَكّ فرامل التثبيت، ثم تركيبها، ثم معايرتها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفكّ فرامل التثبيت وتُرَكّبها وتعايرها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدّة يدوية. – سلك فرامل جديد. – جك تمساح.	– سائل فرامل. – مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أرخِ براغي العجلين الخلفيين، وارفع المركبة على جكِ التمساح. 2 – فُكّ العجلين الخلفيين وضع الغيارات على الوضع المحايد، وأنزل يد الفرامل اليدوية. 3 – فُكَّ الدرم من مكانه. 4 – فُكَّ صامولة عيار سلك الفرامل اليدوي. 5 – فُكَّ قواعد تثبيت سلك الفرامل اليدوي مع المركبة.	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6 – فُكَّ سلك الفرامل من جهة فرامل الأحذية.

7 – فُكَّ براغي تثبيت يد الفرامل اليدوي من غرفة السائق.

8 – افحص أسنان يد فرامل اليدوية للتأكد من خلوّها من أي تلف، كما في الشكل(1)، وبدلها إن لزم الأمر.

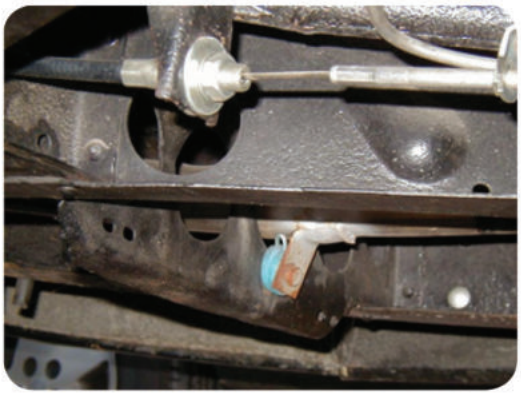
9 – ركِّب سلك فرامل جديدًا على فرامل الأحذية.

10 – ثبِّت سلك الفرامل في مكانه مع المركبة.

11 – ركِّب يد الفرامل اليدوية.

12 – ركِّب صامولة العيار، وعاير السلك كما في الشكل (2).

13 – ركِّب العجلين، وأنزل المركبة.

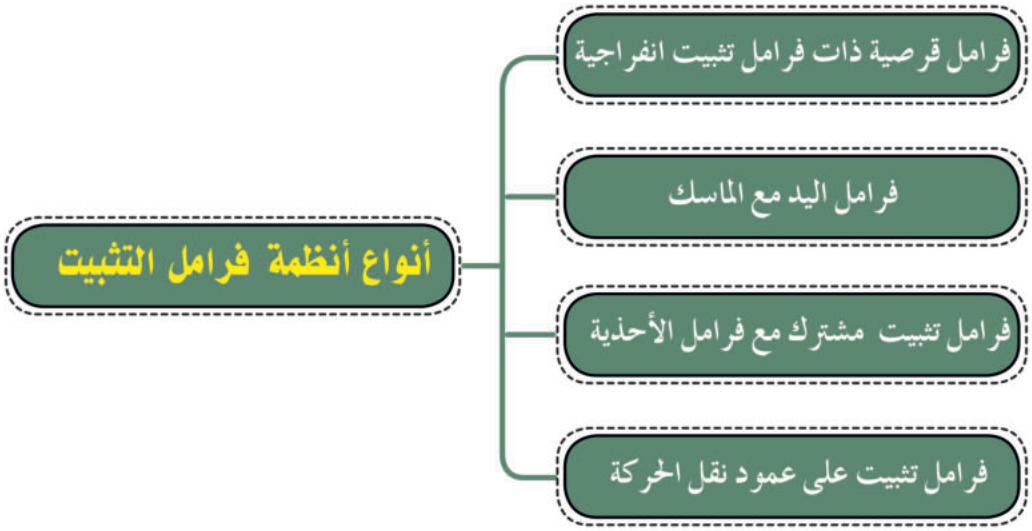


الشكل (2)

تحذير

في حال رفع المركبة باستخدام الرافعة، وفي حال رفع عجلة –بها فرملة التثبيت غير مفعلة– عن الأرض، فإن المركبة قد تتحرك وتقع عن الرافعة. ولهذا يوصي مصنعو المركبات (أنه عند استخدام الرافعة لرفع المركبة يجب تفعيل فرملة التثبيت، أو أن يكون ذلك على أرض مستوية مع وضع معوقات أمام العجلات الملامسة للأرض).

الخريطة المفاهيمية



خامسًا: الفرامل المانعة الانغلاق (ABS)

النتاجات

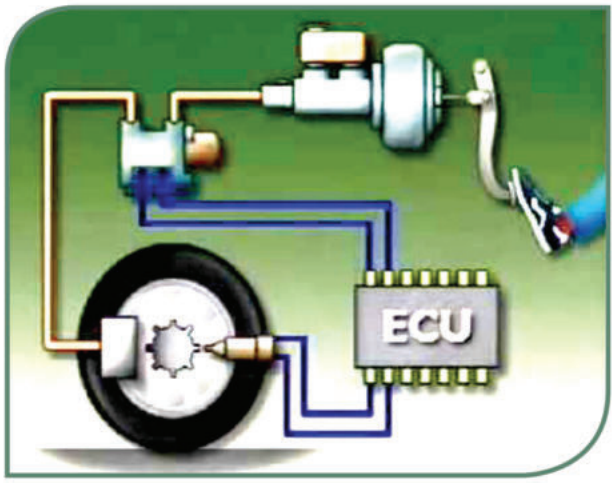
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يوضح مفهوم نظام مانع غلق العجلات.
- يبين أهمية نظام الفرامل المانعة للانزلاق.
- يتعرّف أجزاء نظام منع إغلاق العجلات.
- يتعرّف طريقة عمل نظام منع إغلاق العجلات.
- يفحص حساس نظام منع إغلاق العجلات.
- يتعرّف أجزاء وحدة التحكم الكهروهيدرولية.
- يبدل وحدة التحكم الكهروهيدرولية.

القياس والتقويم

الخرائط المفاهيمية

- ما أهمية نظام منع إغلاق العجلات للمركبة؟
- ما مكونات نظام منع إغلاق العجلات كما في الشكل (2–36)؟



الشكل (2–36): مكونات نظام منع إغلاق العجلات.

استكشف

الشكل (2–37): إشارة تحذير (ABS).

– ما الإشارة التي ظهرت على التابلو في الشكل (2–37)؟ وما سبب ظهورها؟

اقرأ.. وتعلم

تُعدّ المكابح من أهم أنظمة الأمان للمركبة، وكلما كانت تلك المكابح متطورة كانت عوامل أمان المركبة أعلى وأكثر قيمة؛ لذا تحتوي غالبية المركبات الحديثة وليس كلها على أنظمة مكابح متطورة مثل نظام (**ABS**).

غلق العجلات يعني توقف العجلة عن الدوران في الوقت الذي تستمر فيه المركبة بالانزلاق على الطريق بسرعة خطية؛ ويعد نظام منع غلق العجلات ((**Antilock Brake System ABS**))، من الأنظمة الحديثة التي أُدخلت على نظام الفرامل في المركبة لتحسين أدائها؛ حيث إنه عند الفرملة القوية المفاجئة أو الفرملة على أرض زلقة (في حال وجود أتربة، أو ماء، أو ثلوج، أو زيوت، إلى غير ذلك)، قد تغلق عجلة أو أكثر في المركبة، ما يفضي إلى فقدان السيطرة على المركبة، ومن ثم إلى حوادث على الطريق.

مكونات نظام منع غلق العجلات وطريقة عمله

يتكون نظام (**ABS**) من:

1 – حساسات سرعة دوران العجل.

2 – وحدة التحكم الإلكترونية.

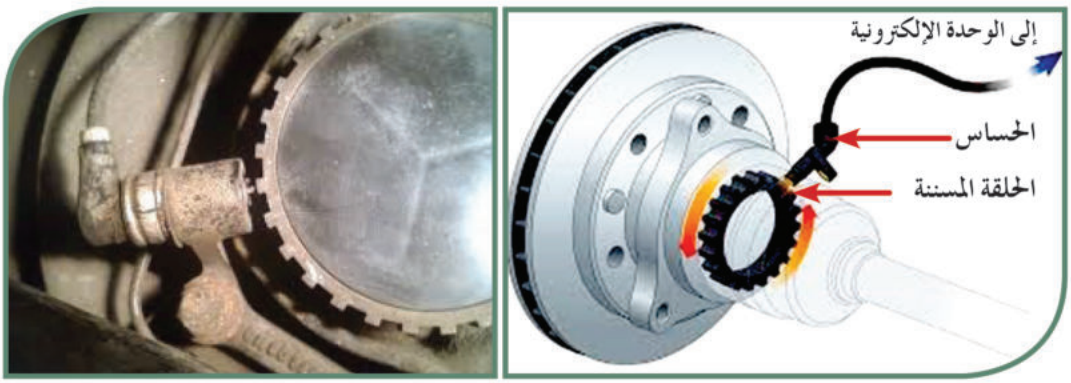
3 – وحدة التحكم الكهروهيدرولية.

4 – لمبة تحذير عدم عمل النظام.

يتكوّن نظام (**ABS**) من حساسات مثبَّتة على العجلة، تقرأ سرعة دوران العجلة؛ فعندما يزداد دوران العجلة بسبب انزلاق الإطارات، أو فقدان قوة الاحتكاك الالتصاقي، فإنَّ وحدة التحكّم تُرسل إشارة إلى وحدة هيدرولية، أو كهربائية تنظم ضغط زيت خط الفرامل لمنع قفل العجلات، وهو ما يشبه ضغط السائق على دواسة فرامل بسرعة كبيرة، للمركبة غير المزوّدة بنظام (**ABS**)، ولكنّ نظام (**ABS**) يُعَدُّ أسرع منه (10 مرات في الثانية)، والتوقّف فيه لمسافة أقصر.

حساس سرعة دوران العجل

يتكون حساس سرعة العجل من مغناطيس دائم وملفّ حث كهربائي، كما في الشكل(2–38)، حيث يعمل هذا الحساس على قياس سرعة دوران كل عجلة من عجلات المركبة، وإرسال إشارة الى وحدة التحكم الإلكترونية.



الشكل (2–38): حساس سرعة دوران العجل

وحدة التحكم الإلكترونية

تأخذ وحدة التحكم الإلكتروني إشارات من حساسات العجلات، ثم تحللها وتقارنها بالحالات المبرمجة في ذاكرة الوحدة، فإذا أظهرت التحاليل أي حالة غلق على وشك الوقوع فإنَّ وحدة التحكم الإلكترونية ترسل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم الكهروهيدرولية؛ لتشغيل الصمام الكهرومغناطيسي الخاص بالعجلة التي حدث فيها غلق، للتحكم في ضغط سائل الفرملة لتلك العجلة ثم لمنعها من الوقوف. ويستمر النظام في استقبال إشارات من حساسات العجلات وتحليلها (بما فيها العجلة المعرضة للغلق)، وفي حالة خروج تلك العجلة من حالة الغلق ترسل وحدة التحكم إشارة إلى الوحدة الكهروهيدرولية لخفض سرعتها ومساواتها مع العجلات الأخرى. وتعمل وحدة التحكم الإلكتروني على الكشف عن عمل النظام؛ للتأكد من عمله في كل تشغيل للمركبة.

وحدة التحكم الكهروهيدرولي

تتكون وحدة التحكم الكهروهيدرولي من الأجزاء الآتية:

1 – **مضخة إرجاع سائل الفرامل**

تسحب سائل الفرامل من مضخة الفرامل الفرعية بوساطة محرك كهربائي، وتعيده إلى خزان سائل الفرامل بوساطة صمام ذي اتجاه واحد.

2 – **صمامات كهرومغناطيسية**

عددها مماثل لعدد حساسات قياس سرعة العجلات، وتتمثل وظيفتها في التحكم في ضغط سائل الفرامل؛ بناء على الإشارات المرسلة إليها من وحدة التحكم الإلكتروني.

3 – **مجمع السائل**

يعد مخزنًا مؤقتًا لسائل الفرامل.

وتتلخص طريقة عمل وحدة التحكم الكهروهيدرولي في :

أ – **مرحلة إيقاف ضغط سائل الفرملة**: عندما تكشف وحدة التحكم الإلكتروني بداية حدوث غلق لإحدى العجلات، فإنَّها ترسل إشارة إلى وحدة التحكم الكهروهيدرولي لإيقاف ضغط سائل الفرملة عن دائرة العجلة التي يحدث فيها الغلق، وتستمر بقية الدوائر الهيدرولية للعجلات التي لم يحدث لها غلق في أدائها الطبيعي.

ب– **مرحلة خفض الضغط**: في حالة استمرار العجلة في اتجاه الغلق تُشغِّل وحدة التحكم الكهروهيدرولي الصمامات، وتوجِّه سائل الفرامل بعيدًا عن المضخة الفرعية للعجلة التي ستغلق.

جـ– **مرحلة زيادة الضغط**: عند إزالة تأثير الضغط الهيدرولي عن العجلة التي كانت على وشك الإغلاق تبدأ العجلة بالدوران، فترسل وحدة التحكم الإلكتروني إشارة إلى صمامات وحدة التحكم الكهروهيدرولي لتوجيه سائل الفرامل إلى مضخة العجلة مرة ثانية، ولزيادة الضغط الهيدرولي.

مصباح تحذير عطل نظام منع غلق العجلات

في كل مرة تشغَّل فيها المركبة تُجري وحدة التحكم الإلكتروني فحصًا ذاتيًّا لبيان مدى فاعلية النظام، عند وجود عطل يتوقف عمل النظام ويضيء مصباح تحذير على لوحة المبينات المبين في الشكل (2–39) الذي يحدد عطل النظام، وفي الأغلب، يكون لون الضوء برتقاليًّا، وهو لون خاص بنظام منع غلق العجلات، علمًا بأنه في بعض المركبات تبين الوحدة رمز العطل وتحدده.

الشكل (2–39): مصباح تحذير عطل نظام منع غلق العجلات.

مميزات نظام منع غلق العجلات (ABS)

1 – يقلل من مسافة الإيقاف.

2 – يمنع انحراف المركبة نحو اليمين واليسار.

3 – يقلل أو يمنع التآكل غير المنتظم للإطارات.

سلبيات نظام منع غلق العجلات (ABS)

1 – احتمالية تلف المجسات.

2 – انغلاق صمّامات التفريغ.

3 – عدم قدرة النظام على الفرملة بفاعليّة عند قيادة المركبة على الطرقات ذات الأسطح الملساء، سواء لوجود الثلوج أو الطين.

ابحث عبر محركات البحث (الإنترنت) عن أعطال نظام (**ABS**)، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك، وشاركه زملاءك، وناقشه مع معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اشرح طريقة عمل نظام منع غلق العجلات.

2 – ما ميزات فرامل (**ABS**) عن الفرامل العادية؟

3 – عدِّد الأجزاء التي تتكون منها وحدة التحكم الكهروهيدرولية لنظام فرامل (ABS).

التمارين العملية

التمرين العاشر

فَكّ حساس الفرامل المانعة الانغلاق (ABS)

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكَّ حساس (ABS).

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عدة يدوية – جهاز الاوميتر – حساس جديد – دليل الشركة الصانعة	– مواد تنظيف

خطوات الأداء

1 – ارفع المركبة من الأمام، وفُكَّ العجلين الأماميين.

2 – فُكَّ فيشة الحساس، كما في الشكل(1).

3 – فُكَّ برغي تثبيت الحساس.

4 – نظِّف الحساس من التربة المبينة في الشكل(2).

5 – افحص الحساس باستخدام الجهاز.

6 – قارن قراءة الجهاز بدليل الشركة الصانعة.

7 – ركِّب حساسًا جديدًا إذا تطلب الأمر.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الشكل (2)

التمارين العملية

التمرين الحادي عشر

تبديل وحدة التحكم الكهروهيدرولية.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تبدِّل وحدة التحكم الكهروهيدرولية.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– عُدَّة يدوية – جك تمساح – وحدة تحكم هيدرولية جديدة	– مواد تنظيف – سائل فرامل

خطوات الأداء

1 – فُكَّ الأنابيب المتصلة من المضخة الرئيسة إلى وحدة التحكم الكهروهيدرولية، من جهة الوحدة. كما في الشكل (1).

2 – فُكَّ براغي تثبيت الوحدة مع جسم المركبة.

3 – ركِّب وحدة تحكم جديدة، وركِّب الأنابيب.

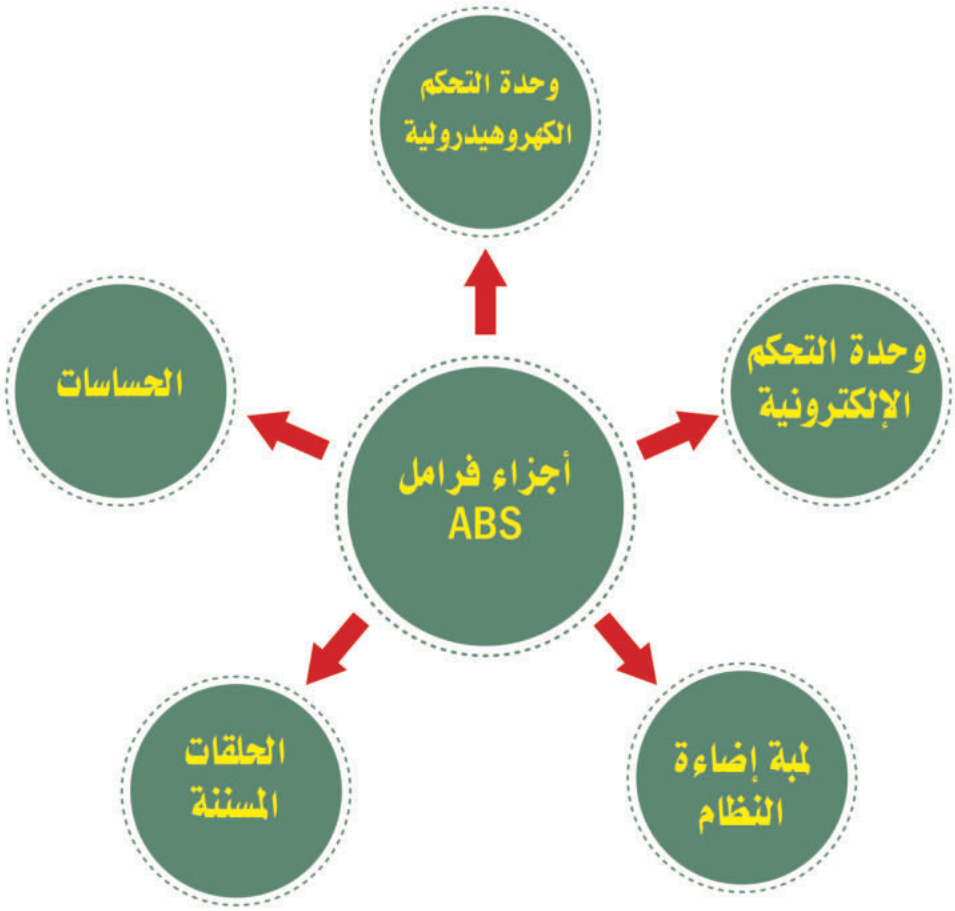
4 – نفِّس الوحدة لتفريغ الهواء منها.

5 – ارفع المركبة، ونفِّس العجلات الأمامية والخلفية.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)

الخريطة المفاهيمية



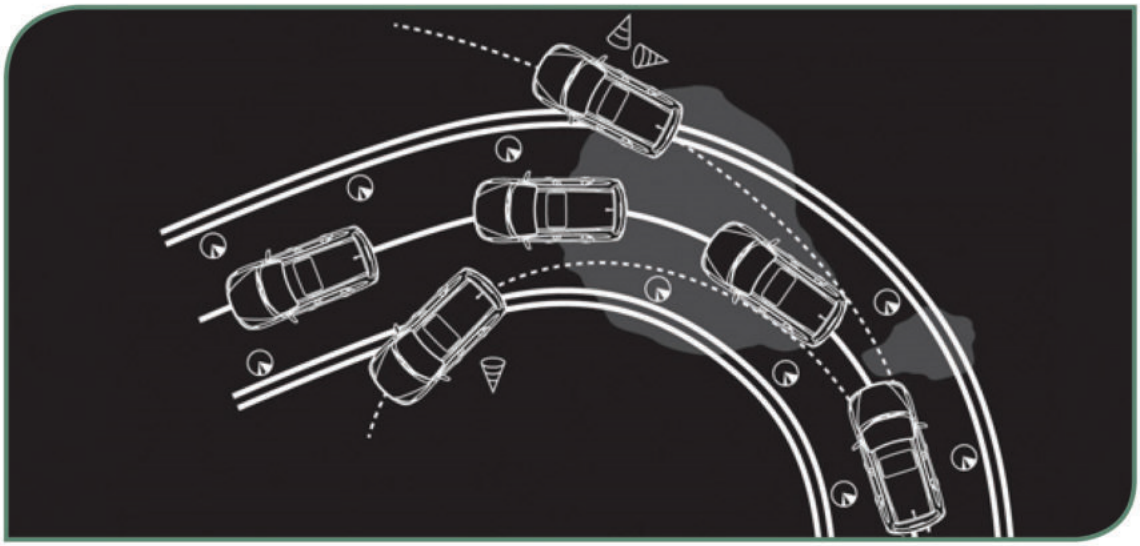
سادسًا: نظام الفرامل الإلكترونية (TCS، EBD)

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف الفرامل الإلكترونية.
- يفحص الفرامل الإلكترونية.
- يتعرّف نظام التحكم في الجر(TCS).

- ما آلية عمل نظام الفرامل الإلكترونية (**EBD**) المبينة في الشكل (2–40)؟



الشكل (2–40): آلية عمل نظام الفرامل الإلكترونية.

استكشف

– كيف يعمل نظام الفرامل الإلكترونية الظاهر في الشكل (2–41)؟

توزيع قوة الفرملة إلكترونيًا (EBD)

الشكل (2-41): توزيع قوة الفرملة على العجلات الأمامية والخلفية مع حمل، ومن دون حمل.

اقرأ.. وتعلم

نظام توزيع قوة الفرامل الإلكتروني (EBD)(Electronic Brake force Distribution):

نظام يوزّع قوة ضغط الفرامل على العجلات الخلفية والأمامية للتغلب على ظاهرة انتقال الوزن من المحور الخلفي إلى المحور الأمامي أو العكس، و كثيرًا ما يرتبط نظام الـ (ABS) بنظام الـ(EBD)؛ لأنهما يعملان معًا على زيادة التحكم في عجلة القيادة في أثناء الضغط على الفرامل؛ ما يمنع انحراف المركبة على الطرق الزلقة أو المبتلة، يعطي نظاما الـ(ABS و EBD) القدرة على التحكم في المركبة، والتقليل من سرعتها، ومنع عملية الانحراف التي تحدث في حال الضغط المفاجئ على الفرامل. ويعمل هذا النظام على تغيير مقدار قوة الفرامل المؤثرة في كل عجلة؛ بناءً على حالة الطريق، والسرعة، والحمل، يعمل في الأغلب مع (ABS).

عند الضغط على دواسة الفرامل في المركبات التي لا تحتوي على نظام الفرامل الإلكترونية تتوزع قوة الفرملة حسب أبعاد أجزاء نظام الفرامل (المضخة الرئيسة عن المضخات الفرعية)، ولكن في المركبات المزودة بنظام الفرامل الإلكترونية؛ يتوزع ضغط الفرامل في كل عجلة؛ حسب حالة الطريق (مقدار التلاصق والحمل على العجلة).

طريقة عمل نظام الفرامل الإلكترونية (EBD)

1 – في حالة الفرملة القصوى في خط مستقيم تضغط الفرامل على العجلين الأماميين أكثر من العجلات الخلفية؛ حتى لا يحدث غلق للعجلات نتيجة انتقال جزء من الحمل من العجلين الخلفيين إلى العجلين الأماميين.

2 – عند إجراء الفرملة أثناء التوجيه في المنعطفات فإنَّ النظام يغير قوة الفرملة من العجل الأيسر إلى العجل الأيمن، أي يزيد قوة الفرملة على العجلات الخارجية؛ للمحافظة على الاتزان.

يعمل النظام في حال وجود اختلاف في معامل التصاق العجلات بالطريق على توزيع قوة الفرامل، بما يتناسب مع مقدار الالتصاق، على النحو الآتي:

أ – عند الفرملة يزداد الحمل على المحور الأمامي، فيزيد النظام قوة الفرملة على المحور الأمامي.

ب– عند زيادة الحمل على المحور الخلفي يزيد النظام قوة الفرملة على المحور الخلفي.

نظام التحكم في الجر (منع انزلاق العجلات) TCS

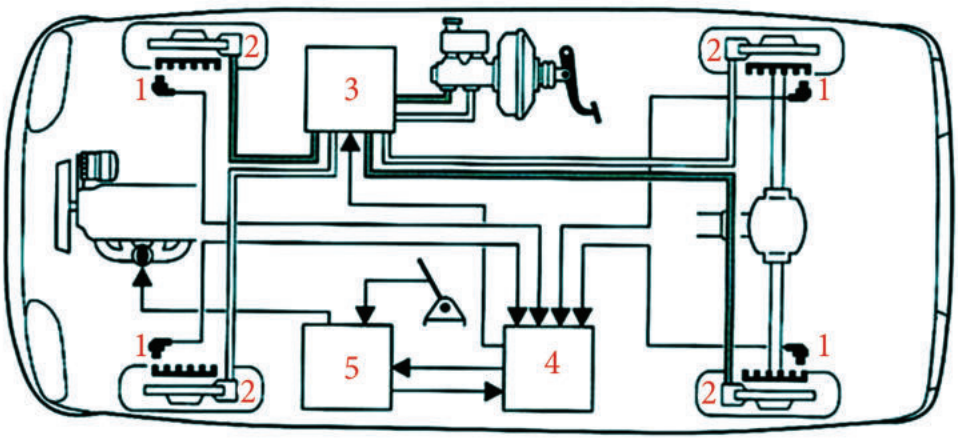
يُعد نظام التحكم في الجر (Traction Control System) من الأنظمة الحديثة التي تتحكم في الانزلاق الناتج من التسارع.

ويُقصد بانزلاق العجل أو جرّه عدم تساوي السرعة الدورانية للعجلات، أي أنَّه يكون أقل من السرعة المطلوبة، وأما الانزلاق التام فهو دوران العجلة حول محورها من دون حدوث أية إزاحة خطية للعجل. ويحدث انزلاق العجلة في حالات عديدة عند السير على أرض زلقة لا تلتصق بها العجلات على النحو المطلوب من ناحية واحدة من المركبة، أو من الناحيتين معًا، كما في الأرض المغطاة بالثلوج، أو عند زيادة سرعة المركبة على المنعطفات، أو في أثناء الانتقال السريع من حالة سكون المركبة إلى حالة الحركة، أو التسارع في أثناء السير في المرتفعات.

ويؤدي انزلاق العجلة في مكانها إلى تآكل الإطارات والمسننات الفرقية، ولهذا فإنَّ نظام التحكم في الجرّ يوفر قوة جرّ مثالية، ويمنع انزلاق العجلات، وهو امتداد لنظام منع انغلاق العجلات (ABS)، ويشترك معه في كثير من المكونات.

مكونات نظام التحكم في الجرّ

يتكون نظام التحكم في الجر من الأجزاء المبينة في الشكل (2–42):



الشكل (2–42): نظام التحكم في الجرّ.

إذ تبين الأرقام الواردة في الشكل (2–42) مكونات نظام التحكم في الجر، وهي مفصلة على النحو الآتي:

1 – **مجس قياس سرعة دوران العجلة**

هو الذي يرسل إشارة إلى وحدة التحكم الإلكتروني؛ لتتمكن من حساب السرعة الخطية للعجلة، وقد مرّ بك شرح طريقة عمله عند الحديث عن نظام منع غلق العجلات.

2 – **وحدة التحكم الإلكتروني**

تستقبل إشارة مجس قياس سرعة العجلة وترسلها إلى معالجتين تعملان على التوازي، ثم تحسب درجة الانزلاق لكل عجلة، وترسلها إلى وحدة التحكم الكهروهيدرولية لإجراء عملية الفرملة للعجلة المنزلقة.

3 – **وحدة التحكم الكهروهيدرولية**

يرتبط نظام منع غلق العجلات (**ABS**) بوحدة التحكم الإلكتروني؛ فعند زيادة سرعة دوران العجلة (حدوث انزلاق) فإنَّ وحدة التحكم الكهروهيدرولية تتحكم في ضغط سائل الفرامل القادم إلى المضخة في العجلة المنزلقة؛ بناء على الإشارة القادمة من وحدة التحكم الإلكترونية.

4 – **وحدة إدارة المحرك**

تتدخل وحدة إدارة المحرك لتقليل عزم العجلات القائدة ولمنع انزلاق العجلة؛ بتأخير الشرارة أو تعطيلها في واحدة أو أكثر من أسطوانات المحرك، وتقليل كمية الوقود أو إيقافها عن واحدة أو أكثر من أسطوانات المحرك، أو تقليل فتحة الخانق بنظام المغذي.

5 – **وحدة التحكم في المحرك.**

6 – **صمام الخانق.**

طريقة عمل نظام التحكم في الجر

1 – **التحكم في الجر أثناء التسارع في بداية الحركة**

عند بدء حركة المركبة على أرض رخوة أو طينية فإنَّ إحدى عجلاتها قد تدور في مكانها، وتسمى هذه الظاهرة (الدوران الذاتي للعجل)، وتتولّى دائرة التحكم مهمة تخفيض عزم المحرك لمنع هذه الظاهرة.

2 – **التحكم في الجر أثناء السير على المنعطفات**

عندما تسير المركبة ذات الدفع الأمامي على منعطف فإنَّ إحدى عجلاتها لا تلتصق التصاقًا كاملًا بالطريق، فعندئذ يتدخل نظام منع الجر لتخفيض عزم المحرك، ما يفضي إلى إبطاء المركبة ومنع انزلاقها.

أما التوجيه الزائد (**Guidance Overload**) فيقصد به أن السيطرة على العجلين الخلفيين غير جيدة، ما يُحدث انحراف العجلين الأماميين عن مسارها، والابتعاد عن مركز المنعطف، وقد يؤدي إلى أن تدور المركبة حول نفسها، وتفقد السيطرة، وبخاصة في مركبات الدفع الخلفي.

قارن بين أنواع أنظمة الفرامل المختلفة، ونظِّم المقارنة في جدول على جدارية في مشغلك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – ما المقصود بنظام الفرامل **EBD**؟

2 – اشرح طريقة عمل نظام التحكم في الجر.

3 – اذكر وظيفة كلّ مما يأتي:

أ –مجس قياس سرعة دوران العجلة.

ب– وحدة التحكم الإلكتروني.

4 – اشرح طريقة عمل نظام الفرامل الإلكتروني(**EBD**).

التمارين العملية

التمرين الثاني عشر

فحص الفرامل الإلكترونية.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

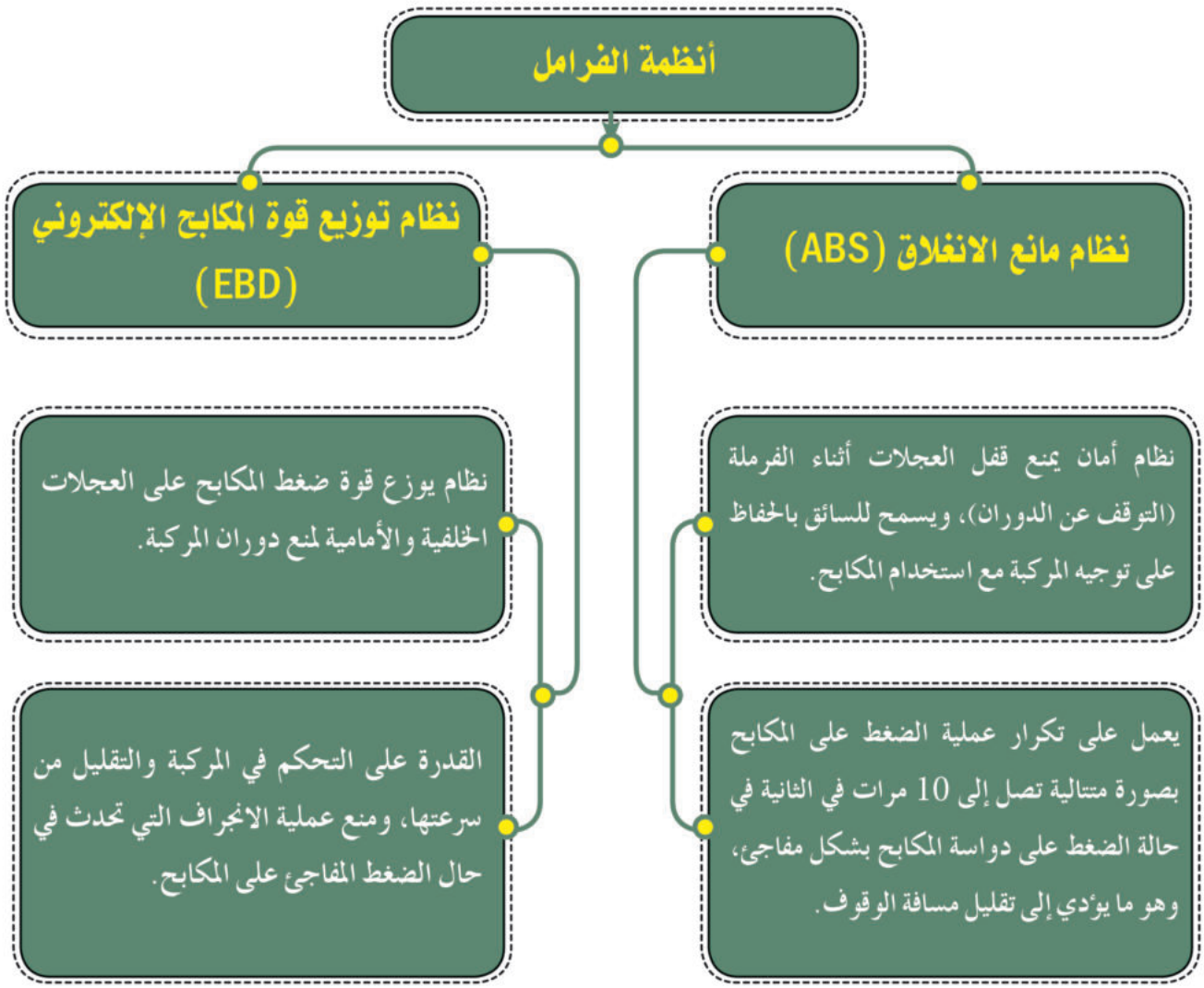
- تتفحَّص الفرامل ألإلكترونية.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– جهاز فحص الفرامل. – كتالوج.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ركِّب فيشة الفحص في مكانها. 2 – ضع صندوق السرعات على الوضع المحايد. وأدر المركبة. 3 – اضغط على كبسة تشغيل الجهاز. 4 – ضع مواصفات المركبة على الجهاز، كما في الشكل (1). 5 – ادخل في الجهاز إلى (نظام الفرامل الإلكترونية). 6 – سجِّل قراءات الجهاز عن الفرامل. 7 – قارن قراءات الجهاز بدليل الشركة. 8 – بدِّل القطع التالفة حسب قراءة الجهاز.	 الشكل (1)

الخريطة المفاهيمية



سابعًا: نظام الفرامل الهيدرولية المساعِدة والمؤازِرة.

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف الفرامل الهيدرولية المساعدة.
- يتعرّف طريقة عمل الفرامل الهيدرولية المساعدة.
- يبدل مساعد الفرامل (السيرفو).
- يتعرّف نظام الفرامل المتطور.

القياس والتقويم

انظر.. وتساءل

- ما النظام الموجود في الشكل(2–43)؟ وما أجزاؤه؟

الشكل (2–43).

استكشف

– ما طريقة عمل نظام الفرامل ذي القوة المساعدة في الشكل (2–44)؟

– ما الأجزاء التي يتكون منها هذا النظام؟

الشكل (2–44)

اقرأ.. وتعلم

1 – **المؤازِر**: هو الجزء الذي يلي دواسة الفرامل. ويُستخدم الآن في معظم المركبات بشكل عام. ويعمل المؤازر على (تكبير إنتاج قوة اضافية للتأثير عند الضغط على دواسة القدم) للنظام الهيدرولي للفرامل وتخفيف الجهد على السائق . ويحصل المؤازر على القوة التي يؤثر بها إمّا عن طريق استخدام التخلخل الناتج في مجمع سحب المحرك، وإما عن طريق ضغط هيدرولي في ما

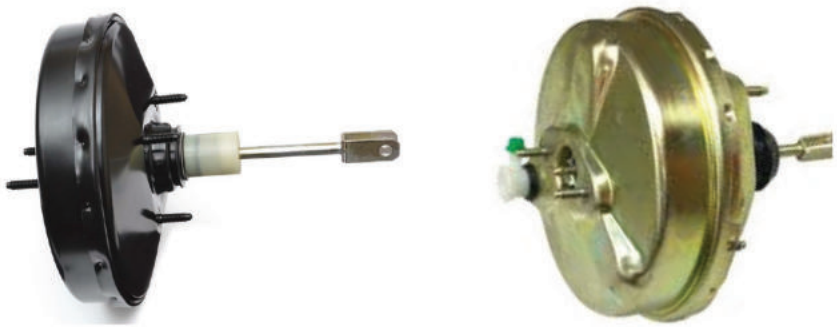
يُعرف (بالمؤازِر الهيدرولي).

للحصول على قوة فرملة كبيرة تُستخدم أنواع من الفرامل وظيفتها مساعدة السائق عند الإيقاف، وتعتمد هذه الأجهزة على الهواء المضغوط والخلخلة؛ فإذا بدأ السائق استعمال الفرملة يُولّد الهواء المضغوط والخلخلة أكبر قوة لازمة، وتسمى الفرامل التي تزوَّد بهذه الأجهزة المساعدة: نظامَ قوة الفرملة المساعدة (السيرفو).

هنالك عدة أنظمة للفرملة المساعدة، ومن هذه الأنظمة الآتي:

1 – **نظام الفرامل الهيدرولية المساعدة والمؤازرة:** ومنها

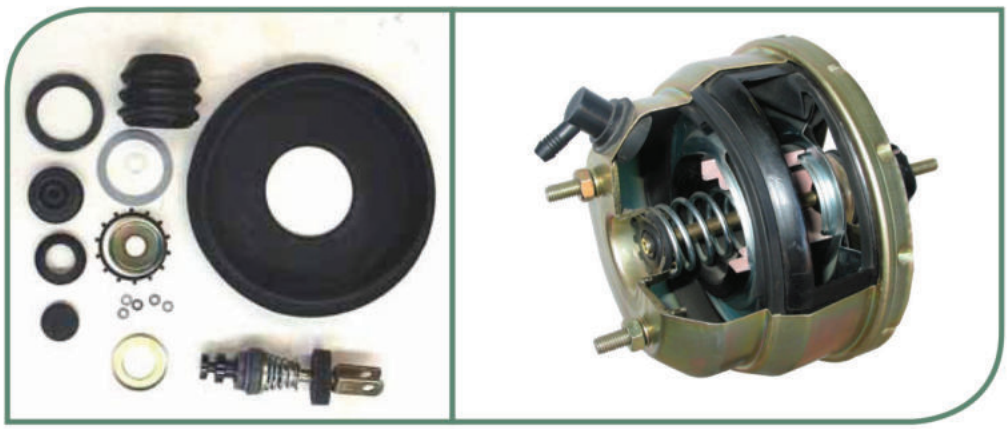
– **نظام الفرامل ذو القوة المساعدة (السيرفو HBS):** يوضح الشكل(2–45) نظام الفرامل ذا القوة المساعدة:



الشكل (2–45): نظام الفرامل ذو القوة المساعدة.

يتكون نظام الفرامل ذو القوة المساعدة (السيرفوبريك **HBS**)، كما في الشكل (2–46)، من الأجزاء الآتية:

- عمود الصمام.
- صمام الهواء.
- صمام الخلخلة.
- مكبس القدرة.
- حجاب مطاطي.
- نابض إعادة الحجاب.
- عمود الدفع الرئيس.
- قرص التفاعل.



الشكل (2–46): مكونات نظام الفرامل ذو القوة المساعدة.

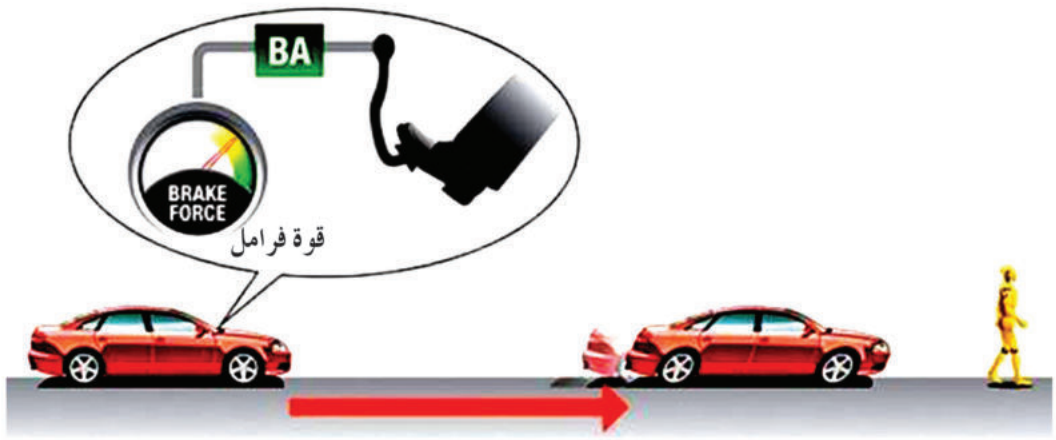
- **وضع استخدام الفرامل:** عند إجراء عملية الفرملة يدفع ذراع دواسة الفرامل إلى الأمام، فعندئذ يبدأ صماما التحكم بالعمل على النحو الآتي:

1. صمام الخلخلة يغلق الممر بين الحجرة الأمامية (الخلخلة) والحجرة الخلفية (الضغط) على طرفي الحجاب المطاطي.
2. صمام الهواء الجوي يفتح الممر بين الحجرة الخلفية والهواء الجوي؛ فيسمح بدخول الهواء الجوي فيها.
3. اختلاف الضغط الموجود على جانبي الحجاب المطاطي يؤدي إلى تحرك الحجاب إلى الأمام (باتجاه حجرة الخلخلة)، ولأنَّ الحجاب المطاطي متصل بعمود دفع المضخة الرئيسة فإنَّ حركته تودي إلى زيادة القوة المؤثرة في العمود؛ مما يساعد على عملية الفرملة.

- **وضع تحرير الفرامل**: عندما يرفع السائق الضغط عن دواسة القدم يعود صماما التحكم إلى الوضع الأول، وفي هذا الوضع يكون صمام الهواء الجوي مغلقًا، ويفتح صمام التخلخل بين الحيز الخلفي والأمامي؛ فيسحب الهواء من الحيز الخلفي حتى يصبح الضغط متساويًا على جانبي الحجاب المطاطي، فيعود الحجاب إلى وضعه الطبيعي بتأثير نابض إرجاع الحجاب.

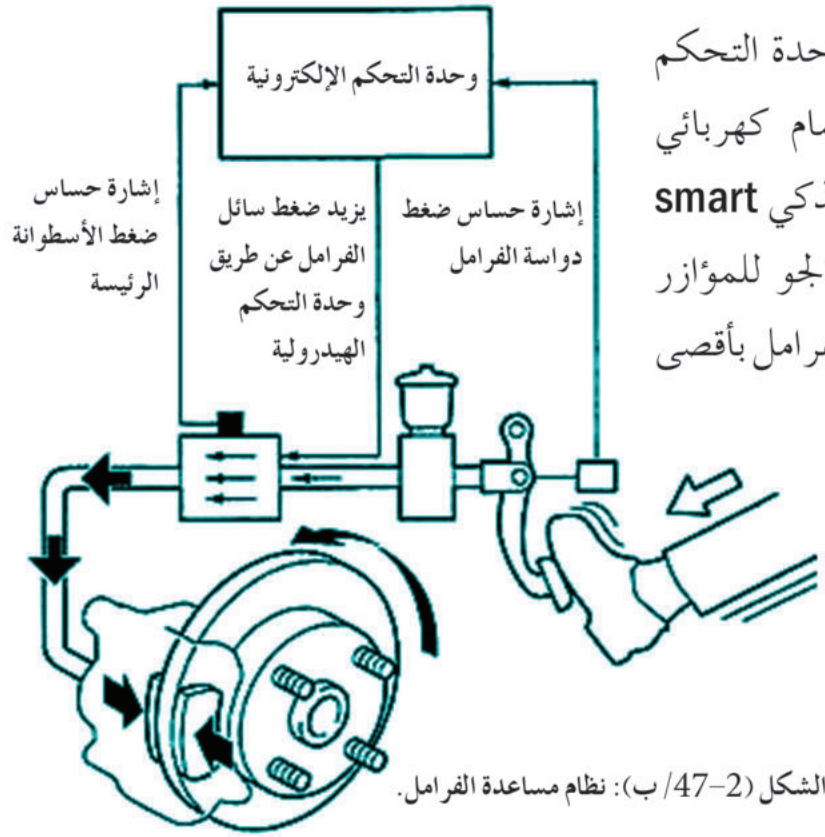
2 – **نظام الفرامل الهيدرولية المساعدة (HBA)** (المؤازر الذكي):

هو نظام يتيح تقنية الفرامل ويزيد من قوتها في حالة الفرملة القصوى (الطوارئ)، وقد تبين نتيجة الأبحاث التي أجرتها شركات المركبات، أن عدد من السائقين لا يضغطون على دواسة الفرامل بالقوة اللازمة في حالة الطوارئ. يبين الشكل (2–47، أ/ ب) نظام مساعدة الفرامل الذي يستشعر حالة فرملة الطوارئ؛ عن طريق قياس سرعة الضغط على دواسة الفرامل. في حالة وجود فرملة طوارئ يزيد النظام الضغط للوصول إلى أقصى قوة فرامل لتعويض ضغط قدم السائق بالقوة المناسبة. هذا يؤدي إلى تقليل مسافة التوقف .بمقدار (20%)؛ بناء على بعض الدراسات.



الشكل (2–47/ أ): مسافة التوقف بمساعدة الفرامل.

يزداد الضغط عن طريق وحدة التحكم الهيدرولية، أو عن طريق صمام كهربائي موجود داخل المؤازر (المؤازر الذكي **smart booster**) الذي يفتح صمام الجو للمؤازر فيعمل على زيادة سريعة لضغط الفرامل بأقصى مؤازرة يمكن أن يوفرها المؤازر.



الشكل (2–47/ ب): نظام مساعدة الفرامل.

ب - نظام مساعد الفرامل المتطور (Brake Assist Plus BAS Plus)

هو أحدث تقنية في هذا المجال؛ يُعَدُّ التصميم المتطور لنظام مساعدة الفرامل. حيث يستخدم هذا النظام الرادار ليحسب مقدار قرب المركبات الأخرى؛ وإذا حدث أن المسافة بين المركبات الأمامية والخلفية بدأت في التناقص أو أنَّ معدل التناقص مرتفع، فإن النظام يبدأ بتحذير السائق. وفي أيّة حالة تصادم محتملة، فإن النظام يحسب مقدار قوة الفرامل المثالية المطلوبة لتفادي ذلك الحادث في جزء يسير من الثانية. وفي حال بدأ السائق بوضع قدمه على دواسة الفرامل، أو عند ضغطه بصورة ضعيفة يضغط الفرامل بالقوة المثالية المطلوبة في الحال مجنبًا حدوث تصادم (التصادم الوشيك). وقد أظهر وجود نظام مساعدة الفرامل المتطور تقليل حوادث التصادم من الخلف بشكل ملحوظ، وهو من أنظمة المساعدة للسائق للمحافظة على السلامة، وتجنب الحوادث على الطرق.

ابحث عبر محركات البحث (الإنترنت) عن طريقة عمل نظام الفرامل ذي القوة المساعدة، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك، وشاركه زملاءك، وناقشه مع معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – عدِّد أجزاء نظام الفرامل ذي القوة المساعد.

2 – اشرح طريقة عمل نظام الفرامل ذي القوة المساعدة (**HBA**).

3 – وضِّح المقصود بكل مما يلي:

أ – نظام الفرامل الهيدرولية المساعدة.

ب– نظام مساعدة الفرامل المتطور.

4 – اشرح طريقة عمل نظام فرامل السيرفو في الحالات الآتية:

أ – عند استخدام الفرملة.

ب– وضع تحرير الفرامل.

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر

نزع مساعد القدرة (السيرفو)، ثم إعادة تركيبه.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تنزع وتعيد تركيب مساعد القدرة (السيرفو).

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق عُدَّة يدوية. – مركبة. – دعامات إيقاف المركبة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

1 – أمِّن المركبة بدعامات خلف العجلات وأمامها.

2 – افصل خرطوم الخلخلة عن جسم السيرفو. كما في الشكل (1).

الشكل (1)

3 – انزع خطوط الزيت عن المضخة.

4 – فُكَّ براغي تثبيت المضخة الرئيسة مع السيرفو.

5 – افصل المضخة عن السيرفو وحذر من ثني مواسير الفرامل، كما في الشكل (2).

الشكل (2)

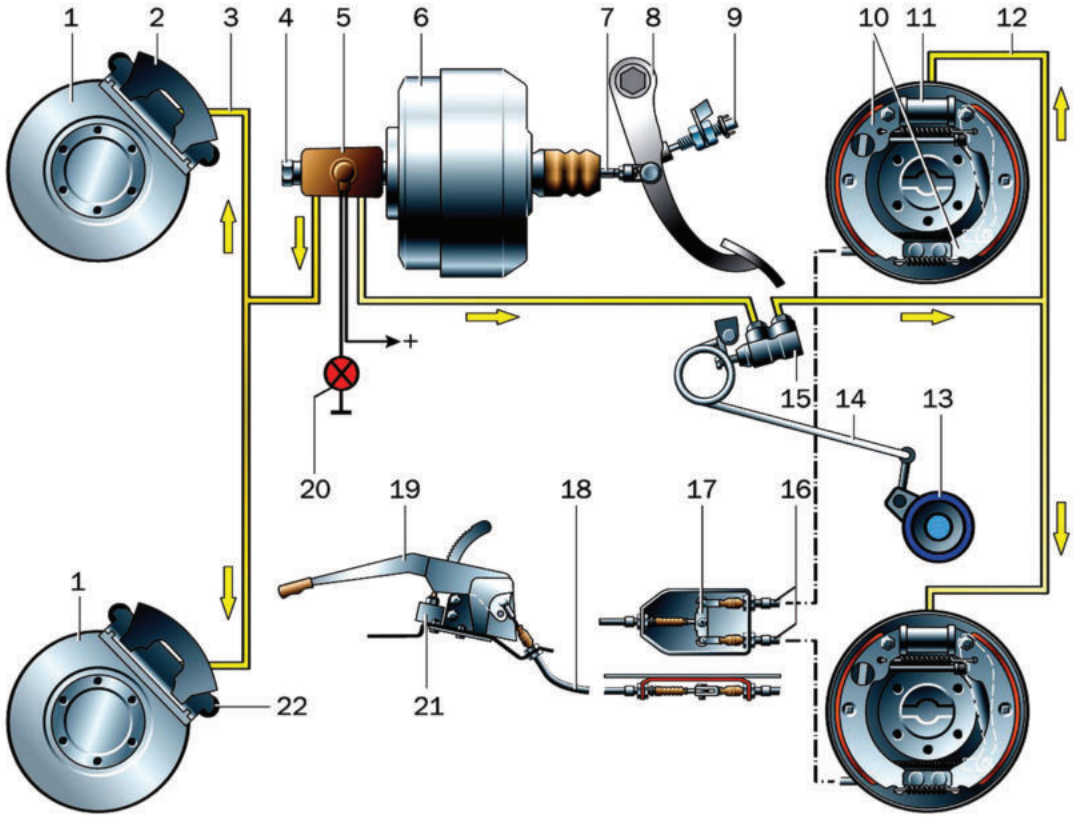
6 – فُكَّ صواميل تثبيت السيرفو من غرفة القيادة.

7 – انزع السيرفو عن المركبة.

8 – ركِّب سيرفو جديدًا بعكس خطوات الفَكّ.

نشاط عملي

- ابحث في المشغِّل عن أنظمة الفرامل وسجِّل كل نوع، وأجزاء كل نوع.
- عدِّد أجزاء نظام الفرامل المبينة في الشكل(2–48).



الشكل(2–48): أجزاء نظام الفرامل.

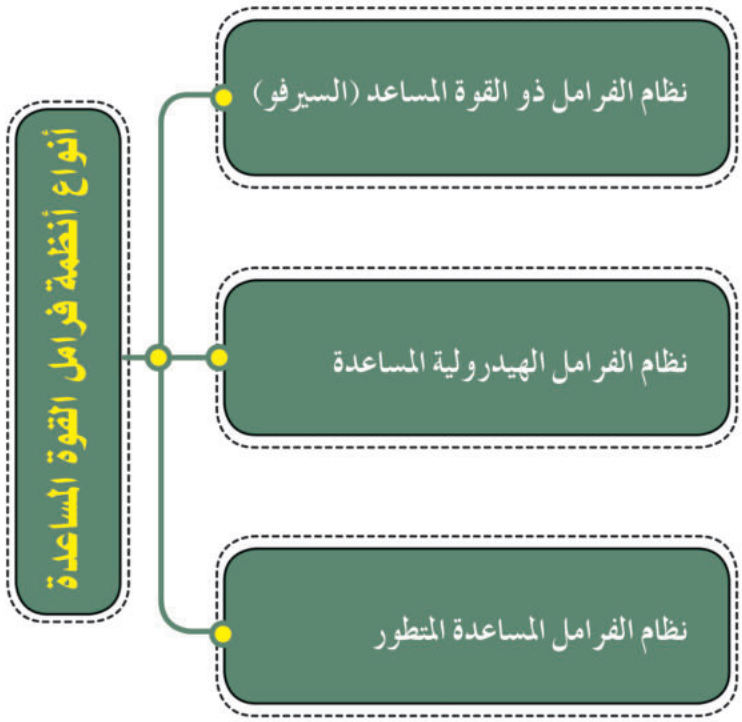
تدرس الأعطال العملية ضمن مبحث التدريب العملي فقط، وتعتبر من ضمن التمارين العملية.

تشخيص أعطال الفرامل الهيدرولية

العطل	التشخيص	إصلاح العطل
صعوبة حركة دواسة الفرامل تحت قدم السائق (تحجير في الدواسة).	– ارتخاء الخرطوم الذي يصل مجاري سحب المحرك بالسيرفوبريك أو تلفه. – عطل في السيرفوبريك أو صمام الخلخلة الخاصة بالسيرفوالبريك.	– أحكِمْ شد الخرطوم من الطرفان، أو استبدله إذا كان تالفًا. – استبدل السيرفوبريك.
حركة دواسة الفرامل إسفنجية (لا يوجد مقاومة ضغط تحت قدم السائق).	– وجود هواء في نظام الفرامل. – تلف في طقم إصلاح المضخة الرئيسة أو المضخات الفرعية.	– نفِّس نظام الفرامل الهيدرولية من الهواء. – ركِّب طقم إصلاح جديدًا للمضخة الرئيسة أو المضخات الفرعية.

مسافة الفرملة أطول؛ ما يعني قلة كفاءتها.	– نقص مستوى سائل الفرامل. – تآكل بطانات ألواح الضغط أو بطانات أحذية الفرامل. – الخلوص بين الدرم وأحذية الفرامل. – دواسة القدم صلبة، وشوط الدواسة لا يتحرك إلى آخر المشوار.	– تفقُّد مستوى سائل الفرامل. – تفقد السُّمْك المتبقي من بطانات ألواح الضغط، أو بطانات أحذية الدرم. – عاير خلوص الفرامل إذا كانت الفرامل قابلة للمعايرة. – تفقد وصلات السيرفوبريك، وتأكد من صلاحية السيرفو نفسه.
انحراف المركبة يمينًا أو يسارًا أثناء عملية الفرملة	– تآكل غير منتظم في الدرم أو قرص فرامل (الدسك). – تفاوت في معايرة خلوص الفرامل بين عجلات المركبة. – خلل في هندسة العجلين الأماميين.	– تفقد فرامل القرص أو الدرمات إذا كانت متآكلة استبدلها أو عمل خراطة لها. – إذا كانت الفرامل من النوع القابل للمعايرة فأعد معايرتها بالمقدار نفسه. – أجرِ عملية موازنة للعجلات الأمامية.
خروج أصوات أزيز (صفير) مزعجة عند عملية الفرملة	– تدرج في تآكل درم العجل أو قرص الفرامل. – نوعية أحذية الفرامل أو ألواح الضغط رديئة (غير مطابقة للمواصفات المطلوبة).	– تفقد درم العجل وقرص الفرامل لمعرفة درجة تآكله، ثم إجراء عملية الخراطة أو الاستبدال. – استبدل بأحذية الفرامل أو ألواح الضغط أحذية جديدة ذات نوعية مطابقة للمواصفات المطلوبة.

الخريطة المفاهيمية



3 الوحدة الثالثة

أنظمة نقل الحركة في المركبات

المحاور الفرعية

- القابض.
- صندوق السرعات.
- أعمدة النقل والوصلات.
- وحدة النقل (الجر) النهائي.
- محاور نقل الحركة والعجلات.

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يصف أنواع أنظمة نقل الحركة.
- يتعرّف وظيفة القابض وموقعه.
- يصف تركيب أجزاء القابض، ووظيفته، وآلية عمله.
- يتعرّف أنواع القوابض المستخدمة في المركبات.
- يتعرّف أعطال القابض، ثم يحدد أسبابها.
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بالقوابض.
- يتعرّف وظيفة صندوق السرعات، وموقعه.
- يصف تركيب صندوق السرعات اليدوي، ومبدأ عمله.
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بصندوق السرعات اليدوي (التوافقي)، والآلي.
- يتعرّف أعطال صندوق السرعات اليدوي التوافقي، ثم يحدد أسبابها.
- يصف تركيب صندوق السرعات الآلي، ومبدأ عمله.
- يتعرّف مبدأ عمل صندوق السرعات الآلي.
- يذكر أنواع صندوق السرعات الآلي الحديثة.
- يتعرّف أعطال صندوق السرعات الآلي، ثم يحدد أسبابها.
- يتعرّف وظيفة أعمدة نقل الحركة والوصلات.
- يتعرّف أنواع أعمدة نقل الحركة والوصلات.
- يتعرّف أهمية اتزان عمود نقل الحركة.
- يتعرّف أعطال أعمدة نقل الحركة والوصلات، ويحدد أسبابها.

- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بأعمدة نقل الحركة والوصلات.
- يتعرّف وظيفة وتركيب وحدة النقل النهائي.
- يتعرّف فحص الخلوص في مجموعة مسنن البنيون والمسنن التاجي؛ باستخدام العُدَد الخاصة.
- يصف تركيب الأعمدة النصفية واستعمالاتها.
- يتعرّف أعطال وحدة النقل النهائي، ويحدد أسبابها.
- يتعرّف أنظمة قفل العجلات (نظام قفل العجلات الآلي).
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بمجموعة النقل النهائي.
- يتعرّف المصطلحات الفنية الخاصة بأنظمة نقل الحركة.
- يتعرّف المحاذير والإرشادات الخاصة بقواعد الأمان وتعليمات الصحة المهنية.

محرك الاحتراق الداخلي هو المصدر الرئيس للطاقة في المركبات؛ حيث تحتاج المركبات إلى أجزاء ميكانيكية لنقل الطاقة من المحرك إلى العجلات القائدة؛ حسب النظام المتبع في تركيب المحرك ووضعه في المركبة؛ لجرِّها على الطريق بجميع ظروف التشغيل المختلفة.

ففي نظام الدفع الخلفي تستخدم أعمدة إدارة طويلة خاصة تتناسب مع طول المركبة لنقل الطاقة من المحرك إلى العجلات الخلفية، وتستخدم أيضًا مجموعة من الوصلات المفصلية، ووصلات منزلقة، وحمالات خاصة لدعم عمود الإدارة أثناء الدوران، تسمى مجموعة الأجزاء الميكانيكية هذه مجموعة نقل الطاقة (عزم الدوران)، وتختلف هذه الأجزاء في نظام الدفع الأمامي؛ حيث يدمج صندوق السرعات مع مجموعة النقل النهائي، بينما تستخدم أعمدة إدارة خاصة قصيرة نسبيًّا لنقل الطاقة من المحرك إلى العجلين الأماميين، مزودة بوصلات مفصلية ذات سرعة ثابتة من الخارج، ووصلة منزلقة من الداخل لتتناسب مع حركة عمود الإدارة أثناء المسير على الطرقات.

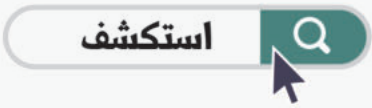
تُنقل الطاقة (عزم الدوران)؛ من المحرك إلى العجلات القائدة، وتُخفَّض سرعة دوران المحرك ويُضاعف عزم الدوران حسب الحاجة وظروف التشغيل بواسطة صندوق السرعات، ومجموعة النقل النهائي.

أولًا: أنواع القوابض

النتاجات

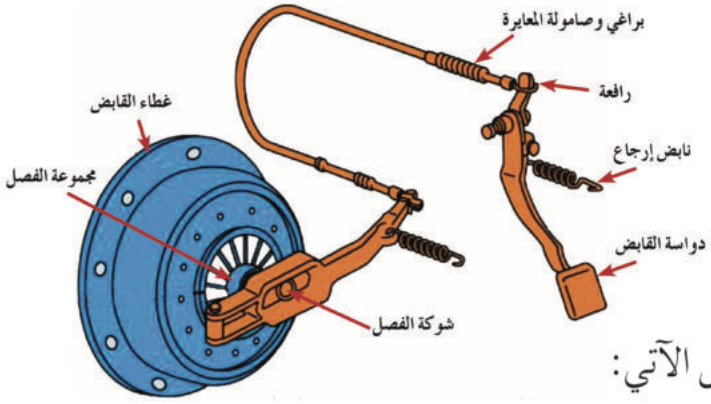
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف وظيفة القابض وموقعه.
- يصف تركيب أجزاء القابض، ووظيفته، وآلية عمله.
- يتعرّف أنواع القوابض المستخدمة في المركبات.
- يتعرّف أعطال القابض، ثم يحدد أسبابها.
- يفحص أجزاء القابض الاحتكاكي، ثم يحدد أعطاله.
- يُعيد جمع أجزاء القابض، ثم يُركِّبه في المركبة.



القياس والتقويم

★★★★★



نظام تشغيل القابض الميكانيكي.

انظر.. وتساءل

ما وظيفة القطعة الميكانيكية المبيّنة في الشكل الآتي:

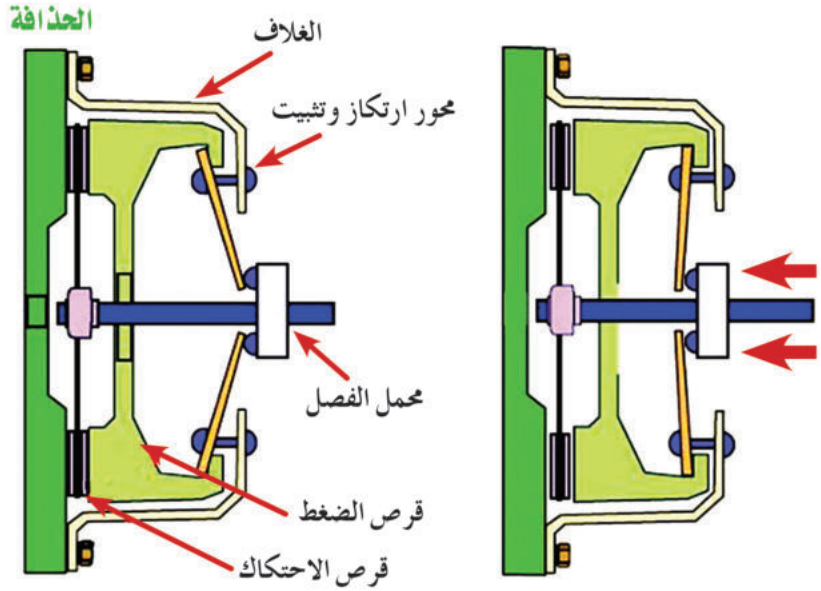
استكشف

قديمًا كانت الأخشاب أو الحديد تستخدم لنقل الحركة عن طريق الاحتكاك بين الأجزاء الدوارة، ومع مرور الزمن وتقدم العلم أصبحت تصنع المادة الاحتكاكية المستخدمة في القوابض الميكانيكية من مادة الإسبستوس قديمًا، وتصنع حديثًا من مواد عضوية تمزج مع مادة النحاس أو الألمنيوم، هل تعرف السبب؟

من خلال البحث في الإنترنت؛ حاول معرفة ما العوامل المؤثرة في قيمة العزم المنقول بين الأجزاء الدوارة بوساطة الاحتكاك.

اقرأ.. وتعلم

القابض جهاز ميكانيكي مكون من مجموعة أجزاء، يستخدم لنقل عزم الدوران من وحدة توليد القدرة (المحرك) إلى صندوق السرعات، تعتمد نظرية عمل القابض على نقل الحركة وعزم الدوران بالاحتكاك بين السطح القائد والسطح المقاد، كما في الشكل (1–3) ولقد استُخدمت مواد مختلفة في بداية صناعة المركبات، مثل الحديد والخشب وغيرها، وتبين أن أفضل مواد تعمل معًا وتعطي معامل احتكاك عاليًا هي (الحديد + الإسبستوس)، تبين بعد ذلك أن مادة الإسبستوس ضارة بصحة الإنسان، ثم أصبحت بعد ذلك المواد الاحتكاكية تُصنَّع من المواد العضوية ممزوجة ببرادة الحديد أو النحاس أو الألمنيوم.



الشكل (3–1): أجزاء القابض الاحتكاكي.

يبين الشكل (3–2) قابض احتكاكي مفرد القرص، وآخر مزدوج الأقراص، وكلاهما ينقل القيمة نفسها من عزم الدوران من المحرك إلى صندوق السرعات؛ علمًا بأن كلفة تصنيع القابض مزدوج الأقراص أكبر، وقطر أقراص الاحتكاك في القابض المزدوج الأقراص أصغر من قطر قرص الاحتكاك في القابض المفرد.

قابض احتكاكي مفرد القرص.

قابض احتكاكي مزدوج الأقراص.

الشكل (3–2): قابض مفرد القرص ومزدوج الأقراص.

وظائف القابض

1 – ينقل سرعة الدوران من المحرك إلى صندوق السرعات.

2 – ينقل عزم الدوران من المحرك إلى صندوق السرعات.

3 – يسمح للمركبة بالتوقف التام دون إيقاف تشغيل المحرك.

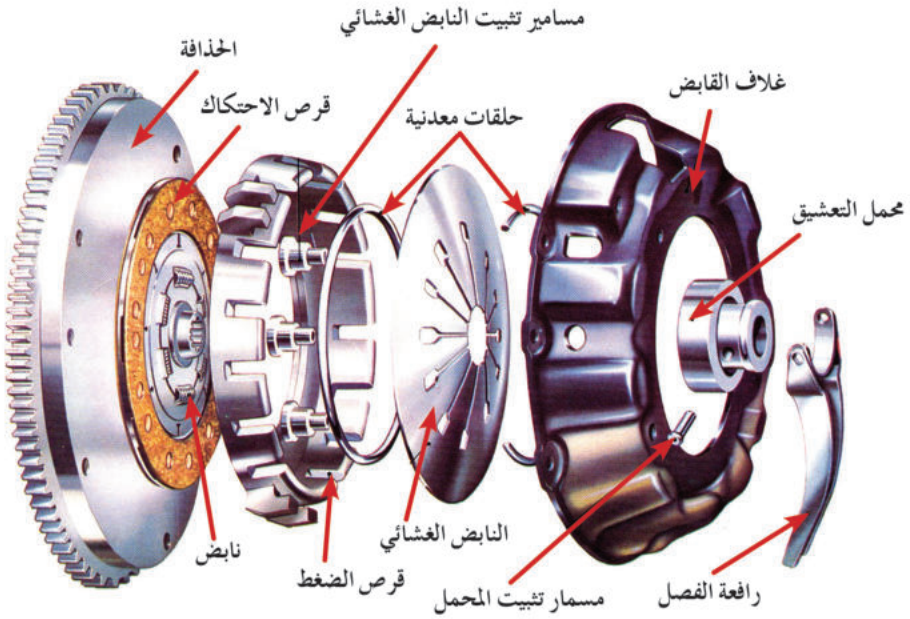
4 – يساعد في سهولة تعشيق الغيارات أثناء المسير.

1 - القوابض الاحتكاكية

أ - القابض الاحتكاكي مفرد القرص (clutch)

مع وجود انزلاق قليل بينهما (إذ إن سرعة العمود القائد أكبر من سرعة العمود المقود). يستخدم القابض في المركبات التي تحتوي على صناديق سرعات ميكانيكية؛ فهو يصل الحركة ويفصلها بين عمودين: أحدهما مرتبط بالمحرك ويسمى العمود القائد، والآخر متصل مع صندوق السرعات ويسمى عمودًا مَقودًا، ويُرَكَّب القابض بين المحرك وصندوق السرعات، ويثبِّت على السطح الخارجي للحذافة بوساطة براغي تثبيت.

أجزاء القابض الاحتكاكي مفرد القرص ذي النابض الغشائي.



الشكل (3–3): أجزاء القابض الاحتكاكي مفرد القرص ذي النابض الغشائي.

يتكون هذا النوع من القوابض من عدة أجزاء، كما في الشكل (3–3)، هي كالآتي:

1 – **الحذافة (عجلة الموازنة)**

تصنع من حديد الزهر الرمادي، إذ يُعَدُّ السطح الخارجي لعجلة الموازنة جزءًا من القابض، تُثبَّت عجلة الموازنة على نهاية عمود المرفق، وتدور بسرعة دوران المحرك نفسها، يثبِّت على السطح الخارجي لعجلة الموازنة غلاف القابض بوساطة براغي التثبيت.

2 – **غلاف القابض**

يشكل من مادة الفولاذ، ويثبَّت على السطح الخارجي لعجلة الموازنة بوساطة البراغي، يثبَّت داخل الغلاف القرص الضاغط بوساطة مسامير تثبيت خاصة، وتُرَكَّب بين الغلاف والقرص الضاغط نابضات الضغط، أو النابض الغشائي، بينما يساعد غلاف القابض على التخلص من الحرارة الناتجة عن الاحتكاك.

3 – **القرص الضاغط**

يصنع من حديد الزهر، يثبَّت القرص الضاغط داخل غلاف القابض بوساطة مجموعة من مسامير التبشيم، من ثمّ يتصل السطح الداخلي للقرص الضاغط بمجموعة من روافع الفصل التي تعمل على إزاحة القرص إلى الخلف عند فصل القابض.

4 – **النابض الغشائي (زنبرك الضغط)**

يثبَّت النابض الغشائي بين الغلاف والقرص الضاغط، يعمل على ضغط القرص الضاغط باتجاه عجلة الموازنة عند رفع القدم عن دواسة القابض، وتمتاز النوابض الغشائية بالآتي:

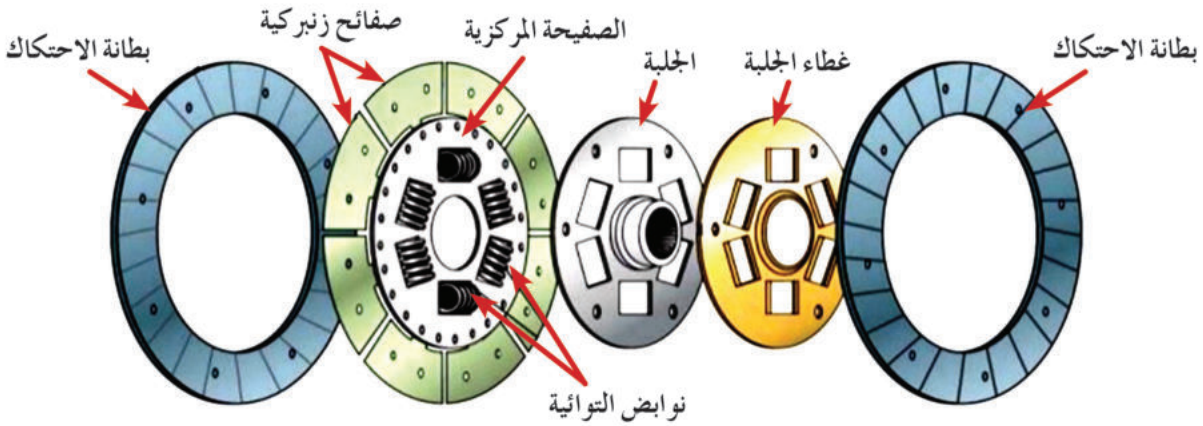
أ – عدم التأثر بسرعة دوران المحرك.

ب– عدم الحاجة إلى الصيانة والضبط.

جـ– تحتاج إلى قوة ضغط أقل؛ عند التأثير في دواسة القابض عند الفصل.

5 – **قرص الاحتكاك**

يُرَكَّب قرص الاحتكاك على عمود صندوق السرعات ذي الأخاديد الطولية، وينزلق باتجاه محور عمود صندوق السرعات، ويصنع جسم قرص الاحتكاك من صفيحة من الفولاذ على شكل صفائح نابضية، تحتوي على جلبة ذات أخاديد طولية تتناسب مع الأخاديد الطولية لعمود صندوق السرعات، يُرَكَّب على سطحي الصفيحة المادة الاحتكاكية بوساطة تباشيم مصنوعة من النحاس أو الألمنيوم، وتصنع المادة الاحتكاكية من مواد عضوية تخلط مع النحاس أو الألمنيوم، أيضًا يوجد نوع آخر يصنع من مادة السيراميك، تستخدم للمركبات السريعة، وعلى الرغم من أنّ مادة السيراميك تساعد على الإسراع في تآكل الأسطح المحتكة مع بعضها، إلا أنها توليد قوة احتكاك كبيرة، فالنوابض الالتوائية الموجودة داخل الصفيحة المركزية تعمل على امتصاص الاهتزازات عند عملية تعشيق المسننات داخل صندوق التروس، والشكل (3–4) يبين ذلك.



الشكل (3–4): قرص الاحتكاك.

6 – **دواسة القابض**

هي عتلة عزم، تُثبَّت داخل غرفة القيادة، تعمل على مضاعفة القوة المبذولة من السائق عند الضغط عليها لتسهيل عملية الفصل.

7 – **محمل الفصل**

يتكون من جزأين: (المحمل الدحروجي، والجلبة المنزلقة) كما هو مُبين في الشكل (3–5). وتُرَكَّب على عمود صندوق السرعات ويتصل محمل الفصل مع عتلة الفصل (الشوكة)، عند الضغط على دواسة القابض ينزلق المحمل باتجاه القرص الضاغط ويضغط على أصابع (ريش) القرص الضاغط فيتحرك القرص الضاغط مبتعدًا عن القرص الاحتكاكي، وعند رفع القدم عن الدواسة يعود المحمل إلى وضعه قبل الضغط.

عمل القابض

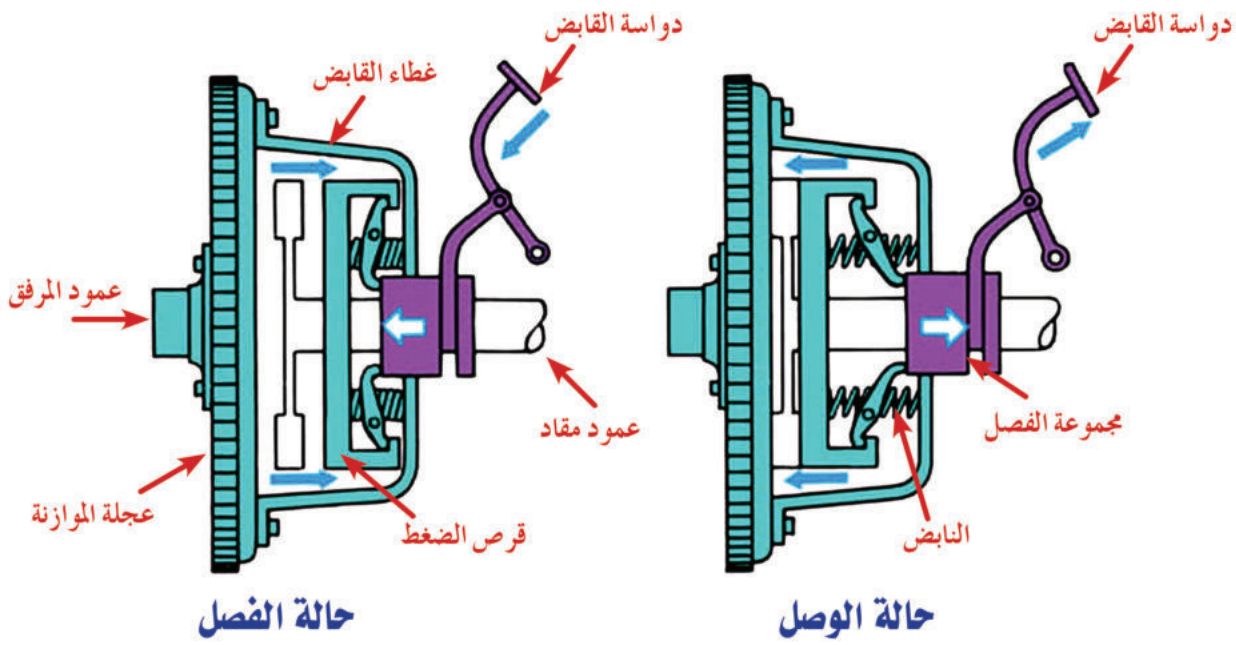
1 – **حالة فصل الحركة**

عند الضغط على دواسة القابض، تدفع رافعة الفصل (الشوكة) مجموعة الفصل باتجاه الداخل فتعمل على ضغط أطراف النابض الغشائي من الداخل فتحرك أطراف الغشاء الخارجية القرص الضاغط إلى الخارج بعكس اتجاه حركة مجموعة الفصل، وبذلك يتم فصل القرص الضاغط عن القرص الاحتكاكي؛ فتتوقف عملية نقل الحركة من المحرك إلى صندوق السرعات.

الشكل (3–5): محمل الفصل.

2 – **حالة الوصل**

عند رفع القدم عن دواسة القابض تزول القوة المؤثرة على القرص الضاغط فيعمل الغشاء النابضي على ضغط القرص الضاغط ودفعه باتجاه قرص الاحتكاك، فتلامس سطح عجلة الموازنة فتصبح الأجزاء الثلاثة قطعة واحدة تدور بالسرعة نفسها، وتنتقل الحركة الدورانية من المحرك إلى صندوق السرعات، ويشار إلى أن عزم الاحتكاك المتولد على سطحي الاحتكاك يعتمد على مساحة السطوح الاحتكاكية وعلى معامل الاحتكاك بين السطوح. ويبين الشكل (3–6)، حالة الفصل وحالة الوصل في عمل القابض.



الشكل (3-6): حالة الفصل وحالة الوصل في عمل القابض.

ب - القابض الاحتكاكي ذو قرصين احتكاك

تُصمَّم المحركات المستخدمة في المركبات الثقيلة والحافلات والمركبات الإنشائية، بحيث تولد عزم دوران كبيرًا كافيًا؛ لكي تتمكن المركبات الثقيلة من تأدية عملها، لذلك تحتاج هذه المركبات إلى قوابض كبيرة في الحجم؛ مما يترتب عليه زيادة في حجم صندوق السرعات وزيادة في قطر عجلة الموازنة؛ وبسبب ذلك أيضًا صممت القوابض بزيادة عدد أقراص الاحتكاك مع المحافظة على حجم مناسب لكل من صندوق السرعات، وعجلة الموازنة، والقدرة العالية على نقل عزوم الدوران الكبيرة.

العوامل المؤثرة في العزم المنقول من المحرك إلى صندوق السرعات

1 – عدد الأقراص الاحتكاكية.

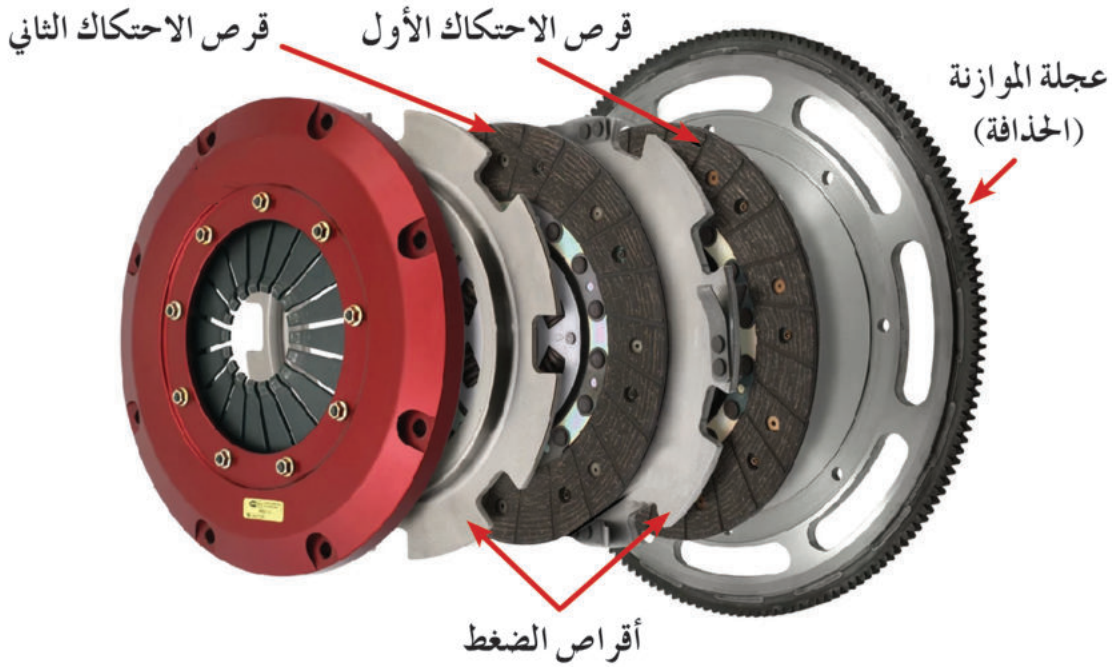
2 – معامل الاحتكاك بين الأجزاء الناقلة للحركة.

3 – قطر قرص الاحتكاك.

4 – عدد النوابض الضاغطة وقوتها.

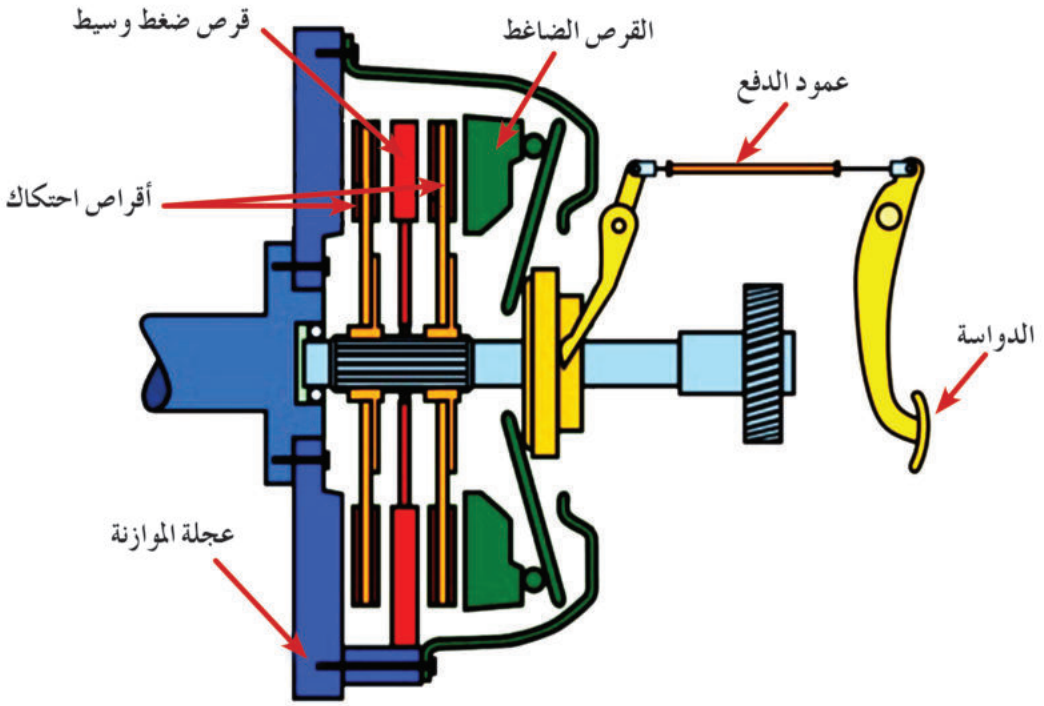
طريقة عمل القابض الاحتكاكي المزدوج القرص

لا تختلف طريقة عمل القابض المزدوج عن طريقة عمل القابض المفرد القرص، وإنما يُستخدم في القابض المزدوج قرصان احتكاكيان بينهما قرص إدارة وسيط، كما في الشكل (3–7)، فعند الضغط على دواسة القابض يفصل القرص الاحتكاكي الأول، ثم يفصل القرص الاحتكاكي الثاني مباشرة، وعند رفع القدم عن دواسة القابض تضغط النابضات جميع الأجزاء مع بعضها البعض وتدور كأنها قطعة واحدة، كما في الشكل (3–8)، ويجب الانتباه عند إعادة تركيب القابض إلى تسلسل ترتيب تركيب القطع عند الجمع، والتأكد من سهولة حركة الأجزاء، ويستخدم هذا النوع من القوابض في المركبات الكبيرة؛ للحصول على عزم دوران كبير، ولتخفيف حجم القابض.



الشكل (3–7): أجزاء القابض الاحتكاكي مزدوج الأقراص.

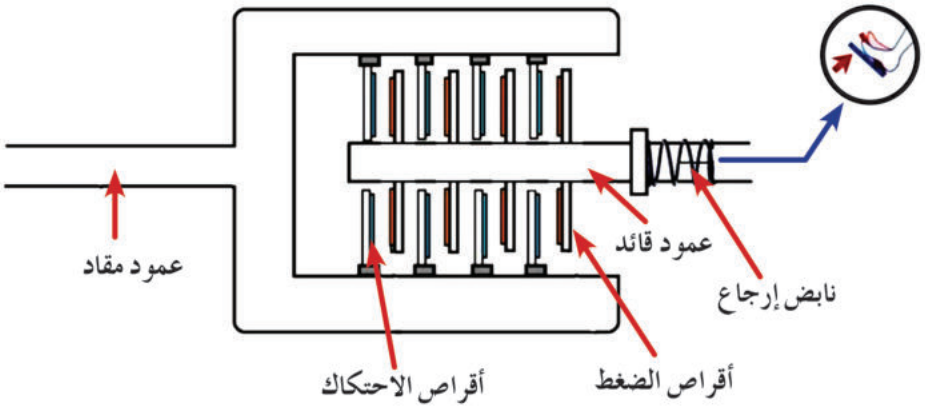
كيفية عمل القابض الاحتكاكي المزدوج القرص



الشكل (3–8): عمل القابض الاحتكاكي مزدوج الأقراص.

جـ - القابض الاحتكاكي المتعدد الأقراص

يستخدم القابض الاحتكاكي المتعدد الأقراص في صناديق السرعات الآلية، والدرّاجات النارية، وبعض المعدات الإنشائية وهي على نوعين: القوابض الجافة، والقوابض المبتلة أو المغمورة بالزيت، وتمتاز بصغر حجمها وقدرتها على نقل عزم دوران كبير، وتتكون من مجموعة من أقراص الاحتكاك الفولاذية المتصلة مع عمود القابض (مخرج الحركة)، ومجموعة من أقراص الاحتكاك المتصلة مع عجلة التوازن (مدخل الحركة)، كما في الشكل (3–9).



الشكل (3–9): القابض الاحتكاكي المتعدد الأقراص.

طريقة العمل

في حالة الوصل (عدم الضغط على دواسة القابض) تضغط مجموعة من أقراص الضغط الفولاذية في اتجاه أقراص الاحتكاك فتتلامس مع بعضها، ونتيجة الاحتكاك بين الأسطح المحتكة تنتقل الحركة من عمود المرفق إلى عمود مدخل الحركة لصندوق السرعات، وعند الفصل يضغط السائق على دواسة القابض فيتحرك محمل الفصل بعكس اتجاه قوة تأثير النابض، وتبتعد الأقراص الاحتكاكية عن بعضها وتتوقف عملية نقل الحركة من المحرك إلى صندوق السرعات.

2 - القوابض الهيدرولية

القابض الهيدرولي أو الوصلة الهيدرولية، تتكون من المضخة التي تتصل مع عمود المرفق، والعنفة المتصلة بعمود صندوق السرعات كما في الشكل (3–10)، تُرَكَّب المضخة والعنفة داخل الغلاف المملوء بالزيت من دون أي اتصال ميكانيكي بينهما، فعند دوران المحرك تدور المضخة بالسرعة نفسها، ويكتسب الزيت طاقة نتيجة القوة الطاردة المركزية ويندفع الزيت باتجاه العنفة، وتمتص ريش العنفة طاقة الزيت، وتبدأ في الدوران ناقلة الحركة إلى عمود صندوق السرعات.

الشكل (3–10): القوابض الهيدرولية.

مميزات القوابض الهيدرولية

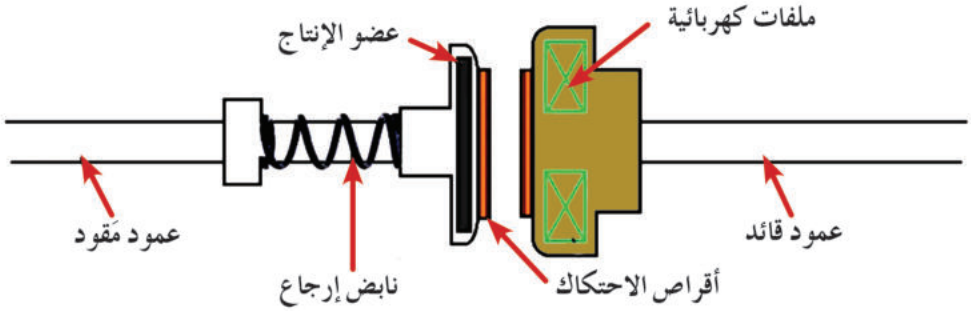
1 – نعومة التشغيل وامتصاص الاهتزازات.

2 – نقل عزم الدوران بكفاءة عالية.

3 – توفر قطع الغيار، وقلة الحاجة إلى الصيانة.

3 - القوابض الكهرومغناطيسية

تستخدم في وحدة التحكم الكهربائية، وفي صندوق السرعات الآلي، ومكيفات المركبات، وتعتمد في عملها على المجال المغناطيسي لنقل الحركة من عضو إلى عضو آخر، كما في الشكل (3–11).



الشكل (3–11): أجزاء القوابض الكهرومغناطيسية.

ابحث في شبكة الإنترنت عن أنواع حديثة من القوابض، ثم اكتب تقريرًا عنها وناقشه مع زملائك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر أهمية القوابض المستخدم في المركبات.

2 – عدِّد أنواع القوابض المستخدمة في المركبات.

3 – اذكر أجزاء القابض الاحتكاكي مفرد القرص.

4 – اشرح طريقة عمل القابض الاحتكاكي مفرد القرص.

5 – أين تستخدم القوابض المزدوجة الأقراص؟ ولماذا؟

6 – عدِّد أجزاء القابض الهيدرولي.

7 – اشرح طريقة عمل القابض الهيدرولي.

8 – اذكر مميزات القوابض الهيدرولية.

9 – اذكر وظائف القابض.

التمارين العملية

التمرين الأول

فَكّ القابض عن المحرك، ثم فحص الأجزاء، وتشخيص العطل وإعادة تركيبه.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ القابض من المركبة، ثم تفحص الأجزاء، وتشخِّص العطل، وتعيد التركيب.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – رافعة ميكانيكية. – رافعة هيدرولية. – صندوق عُدد يدوية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1– ضع المركبة على الرافعة الهيدرولية.	
2– أمِّن وقوف المركبة.	
3– فُكَّ براغي تثبيت الوصلة المفصلية الأمامية لعمود الجر، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

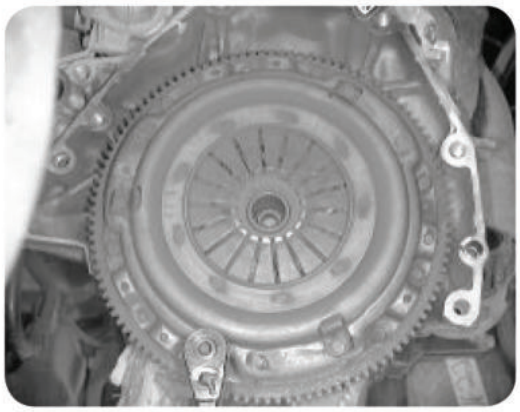
4- فُكَّ براغي حمالة عمود الجر، إن وجدت، كما في الشكل (2).

الشكل (2)

5- انزع عمود الجر عن المركبة.

6- انزع المضخة الفرعية السفلية للقابض.

7- فُكَّ براغي تثبيت قنطرة صندوق السرعات مع المحرك، ثم انزع صندوق السرعات.

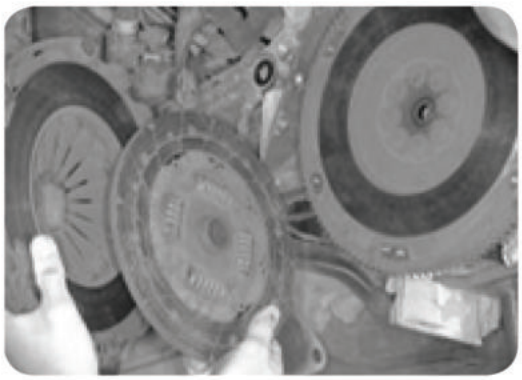

الشكل (3)

8- انتبه إلى شوكة التعشيق عند الفَكّ.

9- فُكَّ براغي تثبيت غلاف القابض عن عجلة الموازنة، كما في الشكل (3).

10- انزع الغلاف والقرص الاحتكاكي للقابض، وضعهما على طاولة العمل، كما في الشكل (4).

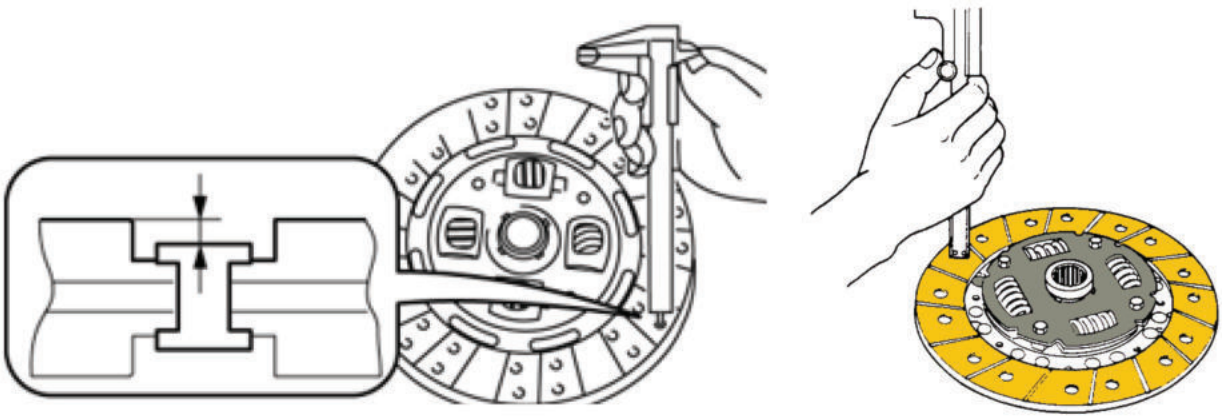
الشكل (4)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
11- افحص السطح الخارجي لعجلة الموازنة من التآكل والتشققات، كما في الشكل (5).	 الشكل (5)
12- افحص أسطح قرص الاحتكاك من التآكل والاهتراء، كما في الشكل (6).	الشكل (6)
13- قس المسافة بين سطح المادة الاحتكاكية ورأس التبشيم المعدني (يجب أن لا تقل المسافة عن 0،5 ملم) كما تم شرحه سابقًا.	
14- استبدل قرص الاحتكاك إذا لزم الأمر، كما تم شرحه سابقًا.	الشكل (7)
15- افحص حالة النابض وحركته، كما هو في الشكل (7).	
16- افحص سطح قرص الضغط (الدسك) من التآكل والاهتراء.	الشكل (8)
17- استبدل القطع التالفة، ثم أعد تجميع القابض على المحرك، كما في الشكل(8).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
18 – تأكد من عدم وجود زيوت أو شحوم على السطوح الاحتكاكية، كما في الشكل(9).	الشكل (9)
19 – أعد تركيب الأجزاء بالترتيب.	
20– استخدم دليلاً لموازنة تركيب القرص الاحتكاكي، كما في الشكل (10).	الشكل (10)
21– اربط البراغي بعزم الشد المطلوب؛ حسب تعليمات الشركة الصانعة.	

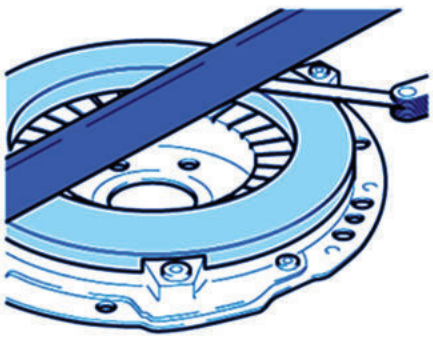
فحوصات أجزاء القابض

1 –فحص سطح المادة الاحتكاكية : يبين الشكل (1) عمق الخلوص بين سطح التبشيم وسطح الاحتكاك (1.6) مم، تستبدل عند قياس (0.5) مم



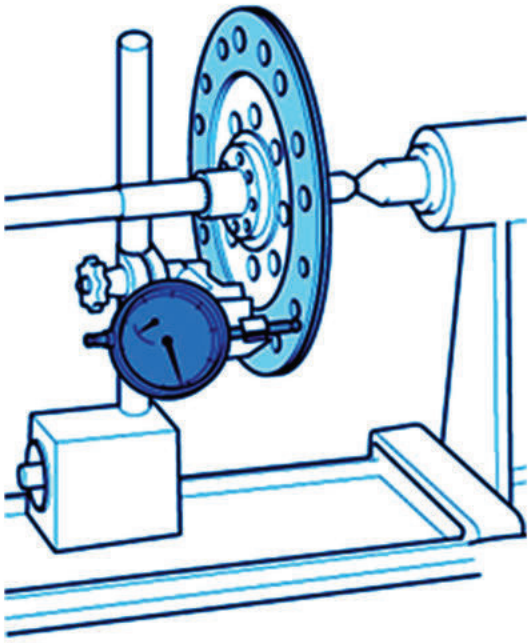
الشكل (1): فحص سطح المادة الاحتكاكية (العمق).

2 – فحص استوائية القرص الضاغط؛ بحيث يكون أقصى انحراف (0،2) ملم، وفحص سماكة القرص بحيث تكون السماكة بين (8.4 – 9) مم، وتستبدل البطانة الاحتكاكية عند قياس (6) مم، كما في الشكل (2).



الشكل (2): فحص استوائية القرص الضاغط.

3 – فحص الانحراف الجانبي: يُثبَّت القرص الاحتكاكي كما في الشكل (3)، وتوضع إبرة جهاز الفحص بشكل عمودي على سطح القرص الاحتكاكي.



الشكل (3): فحص الانحراف الجانبي.

4 – فحص فاضي دواسة القابض (المسافة الحرة)، بحيث يكون قياس (فاضي) الدواسة بين (10 – 15) مم، كما في الشكل (4).

الشكل (4): فحص فاضي دواسة القابض (المسافة الحرة).

الأعطال المحتملة في القابض الاحتكاكي

1 – تآكل المادة الاحتكاكية (الصينية).

2 – تلف مجموعة الفصل (البيل والجلبة).

3 – ضعف النوابض الضاغطة أو النابض الغشائي.

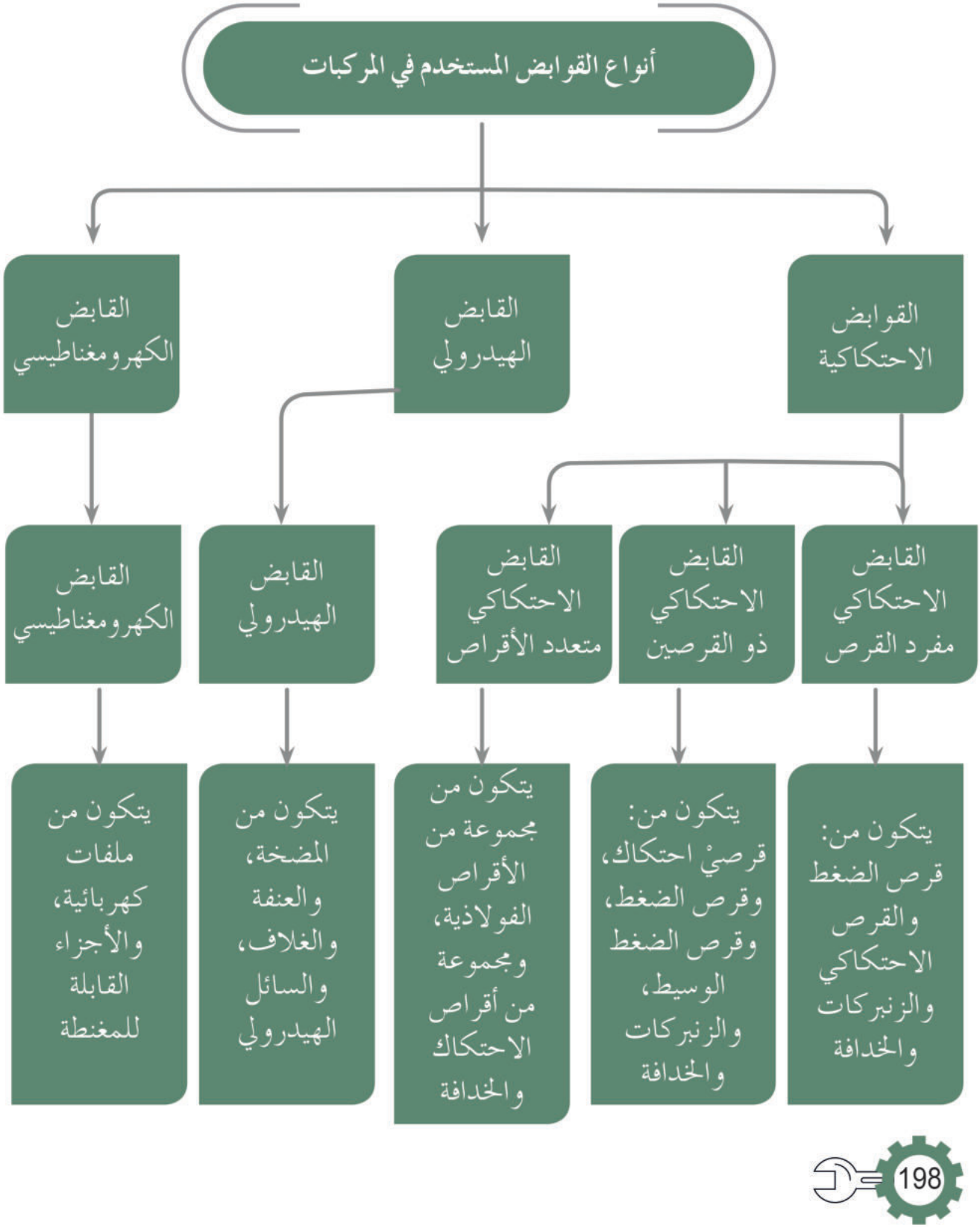
4 – تآكل أسطح الاحتكاك (عجلة التوازن، والقرص الضاغط).

5 – تلف عتلة التعشيق (الشوكة).

6 – عطل في المضخات الرئيسة والفرعية.

7 – عطل في الوصلات الميكانيكية.

الخريطة المفاهيمية

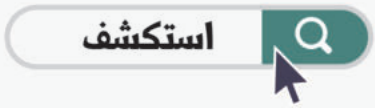


ثانيًا: صندوق السرعات التوافقي (اليدوي)

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف وظيفة صندوق السرعات وموقعه.
- يصف تركيب صندوق السرعات اليدوي ومبدأ عمله.
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بصندوق السرعات اليدوي.
- يتعرّف أعطال صندوق السرعات اليدوي، ثم يحدد أسبابها.
- يفُكّ صندوق السرعات اليدوي من المركبة، ثم يعيد تركيبه.



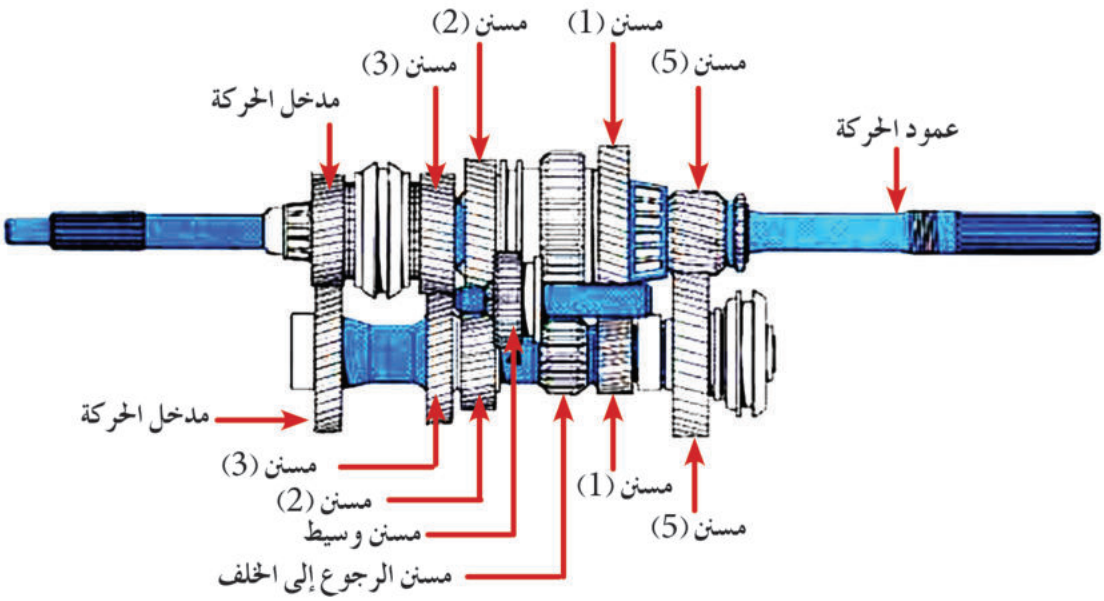
القياس والتقويم

يبين الشكل (3–12) مجموعات من المسننات المختلفة، تستخدم في عمليات نقل الحركة بين الأعمدة الدوارة، تعرَّف أسماء هذه المجموعات، واستخداماتها؟

الشكل (3–12): مجموعات من المسننات المختلفة.

استكشف

يبين الشكل (3–13) أحد أنواع صناديق السرعات، يتبين من الشكل أن جميع المسننات داخل صندوق السرعات معشقة مع بعضها، كيف نحصل على السرعات المختلفة، حاول معرفة عدد السرعات الأمامية، وكيف تنتقل الحركة من عمود مدخل الحركة إلى خارج صندوق السرعات؟



الشكل (3–13): أحد أنواع صناديق السرعات اليدوية.

اقرأ.. وتعلم

صندوق السرعات اليدوي (التوافقي)

صناديق السرعات صممت واستُخدمت في المركبات للحصول على عزوم وسرعات مختلفة، وتستخدم المسننات بمختلف أنواعها لنقل الحركة وعزوم الدوران من عمود إلى آخر، استُخدمت صناديق السرعات الانزلاقية التي تعتمد نقل المسننات على عمود مخرج الحركة بوساطة عتلة التعشيق يدويًّا، واستمر العمل بهذا النوع سنوات عديدة، وكان من سلبيات استخدام هذا النوع تآكل المسننات؛ نتيجة التعشيق على السرعات المختلفة، وصدور أصوات غير مرغوب بها، ثم صممت صناديق سرعات جديدة سميت بصناديق السرعات دائمة التعشيق، بحيث أصبح التنقل بين السرعات أسهل والأصوات الناتجة عن التعشيق أصبحت غير مزعجة.

صندوق السرعات: هو آلة ميكانيكية في نظام نقل الحركة، تستخدم تقنية المسننات والبكرات والأعمدة في التحكم بالقدرة الخارجة من المحرك إلى باقي أجزاء مجموعة نقل الحركة، ويتصل مع المحرك بوساطة القابض من جهة، ومع عمود الإدارة من جهة أخرى.

وظائف صندوق السرعات

1 – نقل الحركة من المحرك إلى باقي أجزاء نظام نقل الحركة.
2 – الحصول على سرعات دورانية عالية، وعلى عزم دوران منخفض.
3 – الحصول على عزم دوران عالٍ، وسرعة دوران منخفضة.
4 – المساعدة في تخفيض سرعة المركبة (يستخدم بوصفه نظام فرملة للمركبة باستخدام الغيارات العكسية).
5 – الحصول على السرعة الخلفية للمركبة.

أجزاء صندوق السرعات المتزامن التوافقي (المتزامن)

يُبين الشكل (3–14): أجزاء صندوق السرعات المتزامن (التوافقي) وهي:

(1) عمود مدخل الحركة.

(2) عمود مخرج الحركة.

(3) عمود التوزيع (الوسيط).

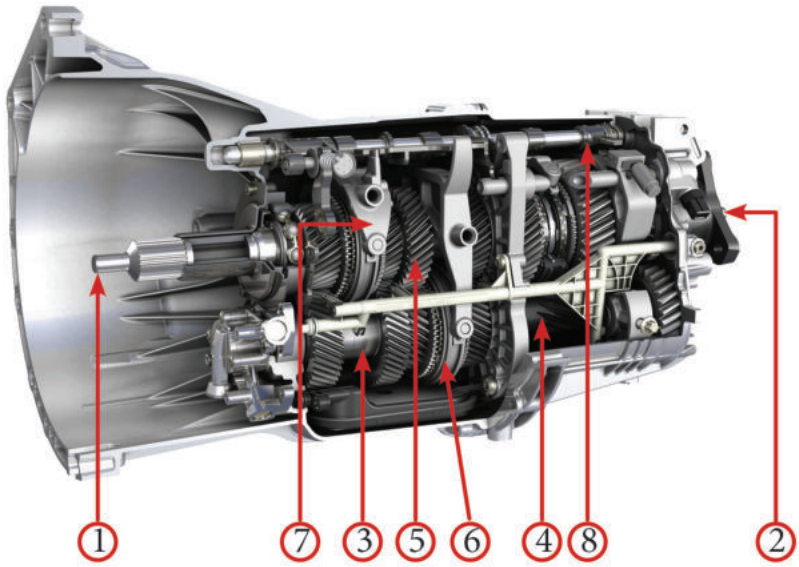
(4) عمود مسنن السرعة الخلفية.

(5) مسننات التعشيق.

(6) وحدة التعشيق المتزامن.

(7) شوكة التعشيق.

(8) أعمدة شوكة التعشيق.



الشكل (3–14): أجزاء صندوق السرعات المتزامن (التوافقي).

المزامنات ضرورية لتحويل السرعة في ناقل الحركة اليدوي، والغرض منها هو مطابقة (ضبط) سرعة عمود الإدخال مع عمود الإخراج.

أجزاء وحدة المزامن

تتكون وحدة المزامن من عدة أجزاء، كما في الشكل (3–15)، وتكون على النحو الآتي:

1 – مسنن السرعة، ملحق به مسنن قابض، وهو مدمج مع مخروط الاحتكاك، يسمى المسنن المخروطي.

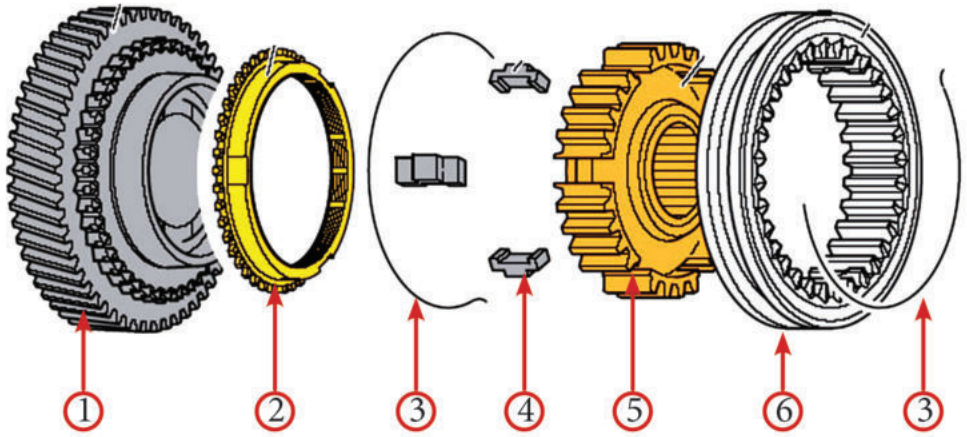
2 – جلبة التعشيق المخروطية (حلقة التزامن)، وتحتوي على مسنن القابض مدمج مع مخروط الاحتكاك.

3 – حلقات أحكام.

4 – قفل (دسر).

5 – محور المزامن (الجسم)، ويحتوي على أخاديد طولية في مركزها، تعشق مع الأخاديد الطولية على عمود مخرج الحركة لصندوق السرعات.

6 – جلبة انزلاق، تحتوي على أخاديد طولية في مركزها، ومثبّتة على محور المزامن وتتحرك باتجاه محور المزامن.

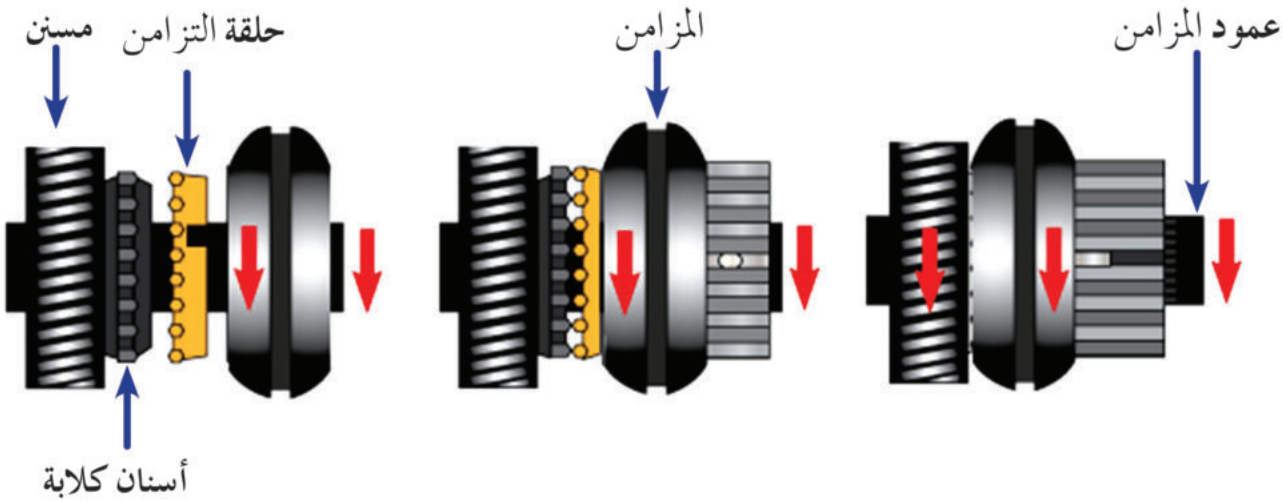


الشكل (3–15): أجزاء وحدة المزامن.

مبدأ عمل صندوق السرعات المتزامن

في وضع الحياد (وقوف المركبة) يكون عمود مخرج الحركة ثابتًا، وجميع المسننات المثبَّتة على عمود الخرج (تدور ولا تنزلق) أي تدور حول محور عمود الخرج، وثمة محامل إبرية تعمل على تسهيل حركة الدوران، إضافة إلى أن المسننات المثبَّتة على عمود التوزيع لا تدور ولا تنزلق حول محور عمود التوزيع، وإنما تدور مع العمود، جميع مسننات صندوق السرعات تدور في وضع الحياد، ويبقى عمود الخرج ثابتًا، يحتوي صندوق التروس ذو السرعات الأربع الأمامية على مجموعتين للتزامن: مجموعة للسرعة الأولى والثانية، ومجموعة للسرعة الثالثة والرابعة.

إنَّ المسننات المستخدمة في صندوق السرعات لها تروس تسمى (تروس القابض) مدمجة مع مخروط الاحتكاك، تطابق تروس القابض سرعة المسنن مع سرعة محور المزامن، وذلك عن طريق الاحتكاك مع حلقة المزامن ومع تساوي السرعة تعشق المسننات مع بعضها بوساطة الجلبة المنزلقة للمزامن، حيث يُبين الشكل (3–16): مبدأ عمل صندوق السرعات المتزامن.



الشكل (3-16): مبدأ عمل صندوق السرعات المتزامن.

مميزات صندوق السرعات المتزامن

1 – لا يوجد ضوضاء أثناء التعشيق.

2 – المحافظة على سلامة المسننات عند بداية التعشيق.

ابحث في الأنترنت عن أنواع حديثة من صندوق السرعات المستخدمة في المركبات، واكتب تقريرًا عنها وارضه على زملاءك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر وظائف صندوق السرعات.

2 – عدِّد الأجزاء الرئيسة لصندوق السرعات التوافقي.

3 – اذكر مميزات صندوق السرعات التوافقي.

4 – اشرح طريقة عمل صندوق السرعات التوافقي.

التمارين العملية

التمرين الثاني

فَكّ صندوق السرعات من المركبة، ثم إعادة تركيبه.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكَّ صندوق السرعات من المركبة، وتُعيد تركيبه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – رافعة هيدرولية. – ملابس العمل. – نظارات واقية. – رافعة ميكانيكية. – صندوق عُدد يدوية. – خوذة للراس.	

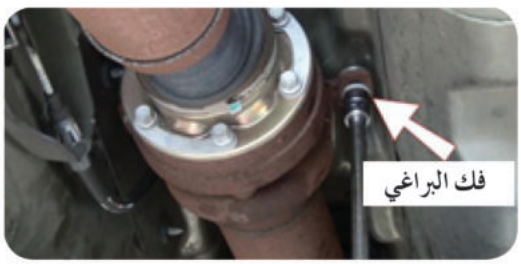
خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – انزع القطب السالب للبطارية، كما في الشكل (1). 2 – قبل رفع المركبة، فُكَّ براغي تثبيت يد الغيارات من الداخل. 3 – فُكَّ ثم انزع كابل التعشيق أو ماسورته، أو فرِّغ زيت القابض من الخزان. 4 – ضع المركبة على الرافعة، ثم ارفع المركبة. 5 – انزع محرك بدء الحركة من مكانه، كما في الشكل(2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6 – فُكَّ الوصلة المفصلية لعمود الجر من الطرفين، كما في الشكل(3).

الشكل (3)

7 – فُكَّ حمالة عمود الجر إن وجدت، ثم انزع عمود الجر من مكانه، كما في الشكل (4).



الشكل (4)

8 – فُكَّ خط الزيت الواصل إلى المضخة الفرعية إن وجد.

9– ضع رافعةً أسفل صندوق السرعات، ثم انزعه من مكانه، كما في الشكل (6).

10 – فُكَّ براغي تثبيت صندوق السرعات من على مؤخرة المحرك.

الشكل (5)

11– انزع قاعدة صندوق السرعات الأمامية والخلفية، كما في الشكل (5).

12– أعد تركيب صندوق السرعات.

الشكل (6)

صندوق السرعات التوافقي

الأجزاء:

- عمود مدخل الدوران.
- عمود مخرج الدوران.
- عمود التوزيع (الوسيط).
- عمود مسنن السرعة الخلفية.
- مسننات التعشيق.
- وحدة التعشيق المتزامن.
- شوك التعشيق.

الوظائف:

- نقل الحركة من المحرك إلى باقي أجزاء نظام نقل الحركة.
- الحصول على سرعات دورانية عالية، وعلى عزم دوران منخفض.
- الحصول على عزم دوران عالي، وسرعة دوران منخفضة.
- المساعدة في تقليل سرعة المركبة (يستخدم بوصفه نظام فرملة للمركبة).
- الحصول على السرعة الخلفية للمركبة.

المميزات:

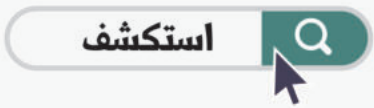
- لا يوجد ضوضاء أثناء التعشيق.
- خفض الجهد المبذول من السائق في نقل السرعات.
- المحافظة على سلامة المسننات عند بداية التعشيق.

ثالثًا: صندوق السرعات الآلي

النتاجات

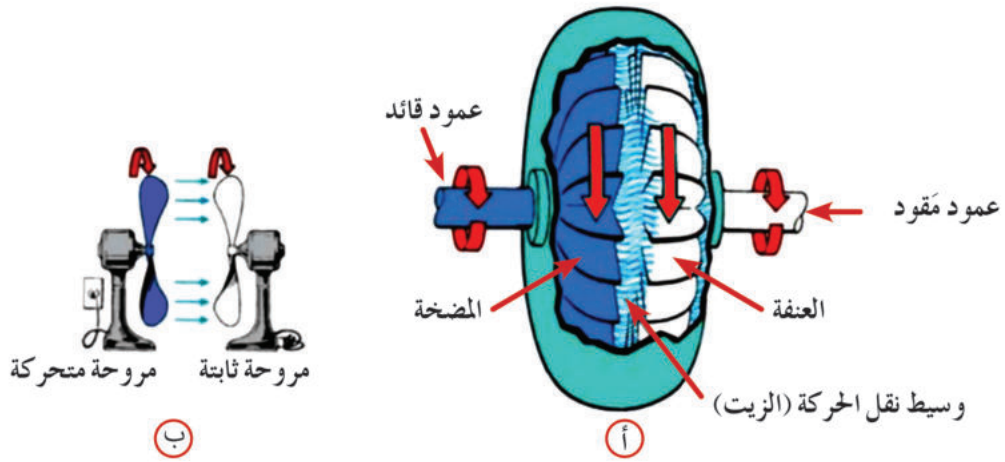
يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يصف تركيب صندوق السرعات الآلي.
- يتعرّف مبدأ عمل صندوق السرعات الآلي.
- يذكر أنواع صندوق السرعات الآلي الحديثة.
- يتعرّف أعطال صندوق السرعات الآلي، ثم يحدد أسبابها.
- يتعرّف المحاذير والإرشادات الخاصة بقواعد الأمان، وتعليمات السلامة والصحة المهنية.



القياس والتقويم

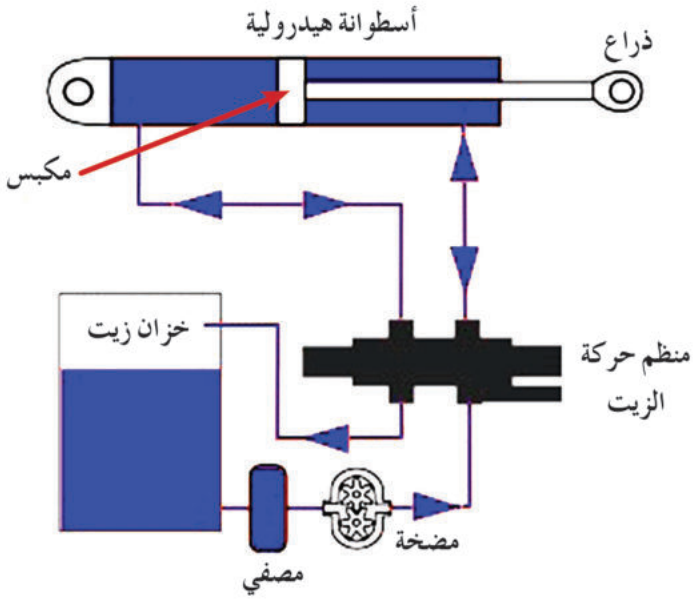
يبين الشكل (3–17/أ) وصلة هيدرولية، تستخدم لنقل الحركة بين عمودين، من دون أي اتصال ميكانيكي بينهما، والشكل الآخر تبين مروحة قائدة تدور بسرعة معينة، وضع أمامها مروحة أخرى ثابتة لا تعمل كما في الشكل (3–17/ب)، أمعن النظر في الشكلين، ثم فَكّر في طريقة عمل الأشكال (أ، ب) وما نظرية عمل كل منهما؟ (ابحث في مصادر الطاقة).



الشكل (3–17)

استكشف

يبين الشكل (3–18) دارة هيدرولية بسيطة، تستخدم للحصول على حركة ترددية لذراع المكبس للتحكم في حركة جزء آخر، عن طريق قراءة الرسم التخطيطي وتتبع الأسهم، حاول معرفة طريقة عمل هذه الدارة؛ علمًا بأن المنظم يتحكم بحركة الزيت على طرفَي المكبس.



الشكل (3-18): دارة هيدرولية بسيطة.

اقرأ.. وتعلم

صندوق السرعات الآلي

تستخدم أنظمة الزيوت المغلقة في تطبيقات كثيرة في الحياة العملية، وخصوصًا في المركبات، حيث تعمل أنظمة الفرامل على مبدأ ضغط الزيت بوساطة مضخة رئيسة ثم توزيع الضغط على أسطوانات العجلات لإتمام عملية الفرملة، وتستخدم هذه الأنظمة في أنظمة التوجيه للمساعدة في توجيه المركبات. وهناك العديد من التطبيقات المهمة الموجودة داخل المشغِّل لديك، أمعن النظر في طريقة عمل الرافعة الهيدرولية التي تستخدم لرفع المحرك، أو المكبس الهيدرولي المستخدم لنزع المحامل عن أعمدة الإدارة.

أهمية صندوق السرعات الآلي

تكمن أهمية صندوق السرعات الآلي في نقل عزم الدوران من المحرك إلى باقي أجزاء نقل الحركة، و يعتمد في عمله على القدرة المتولدة في الزيت المستخدم، بحيث يقوم الزيت ومجموعة من الأجزاء الهيدرولية بكامل العمل المطلوب لتبديل التعشيقات المختلفة أثناء مسير المركبة وتوقّفها بما يتناسب مع طبيعة التشغيل، وبذلك يقلل الجهد المبذول من السائق، ويعمل أيضًا على مضاعفة العزم المنقول من المحرك إلى باقي أجزاء نقل الحركة.

أجزاء صندوق السرعات الآلي

يبين الشكل (3 – 19) أجزاء صندوق السرعات الآلي، وهي كالآتي:

1 - محول العزم

يُرَكَّب محول العزم على عجلة الموازنة للمحرك (الحذافة) بوساطة مجموعة من البراغي، ويسمى القابض الهيدرولي، ويعمل على نقل عزم الدوران من عمود المرفق إلى داخل صندوق السرعات.

وتكمن وظائف محول العزم في النقاط الآتية:

أ – ينقل العزم من المحرك إلى صندوق السرعات.

ب– زيادة عزم دوران المحرك.

جـ – يساعد على اتزان دوران عمود المرفق.

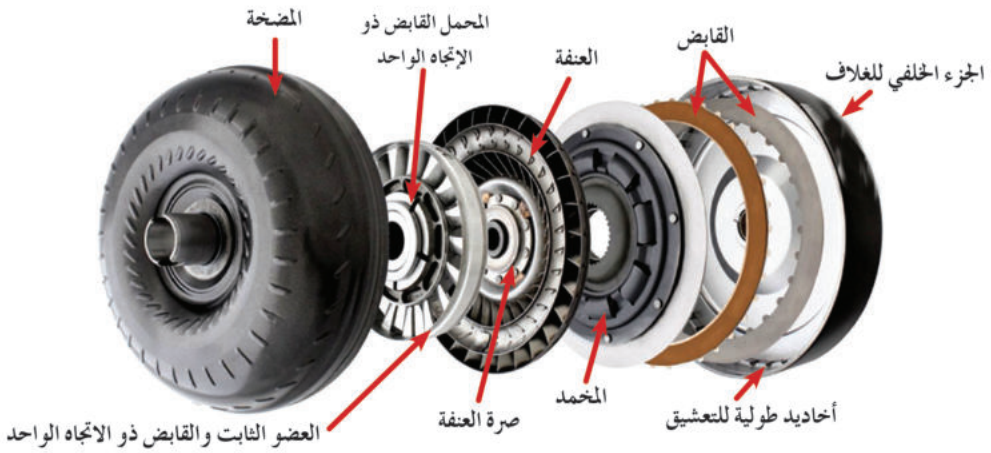
أجزاء محول العزم، انظر الشكل (3 – 19).

1. **المضخة**

تتصل مع عمود المرفق بوساطة الحذافة، ويحتوي سطحها الداخلي على ريش (زعانف) مائلة صممت؛ بحيث يكتسب الزيت ضغطًا عاليًا؛ بسبب القوة الطاردة المركزية وتدفع الزيت باتجاه العنفة.

2. **العنفة**

تُرَكَّب على العمود المتصل مع صندوق السرعات، وتحتوي على زعانف مائلة مماثلة للزعانف الموجودة في المضخة، وتدور بتأثير قوة الزيت المندفع من المضخة.



الشكل (3–19): أجزاء محول العزم.

3. **العضو الثابت**

يعمل على إعادة توجيه الزيت الخارج من العنفة باتجاه المضخة، ويُرَكَّب بين المضخة والعنفة، ففي السرعات المنخفضة يبقى العضو الثابت ساكنًا لا يتحرك، ويضاعف العزم المنقول من المحرك، وعندما تتساوى سرعة المضخة مع سرعة العنفة، يدور العضو الثابت مع المضخة والعنفة، وفي هذه الحالة يكون العزم المنقول من المحرك إلى الحذافة متساويًا.

4. **القابض ذو الاتجاه الواحد**

يسمح للعضو الثابت بالدوران في اتجاه واحد، ويُرَكَّب بين المضخة والعنفة.

5. **المخمد**

يعمل على تقليل الاهتزازات الناتجة عن نقل عزم الدوران.

6. **العمود القائد**

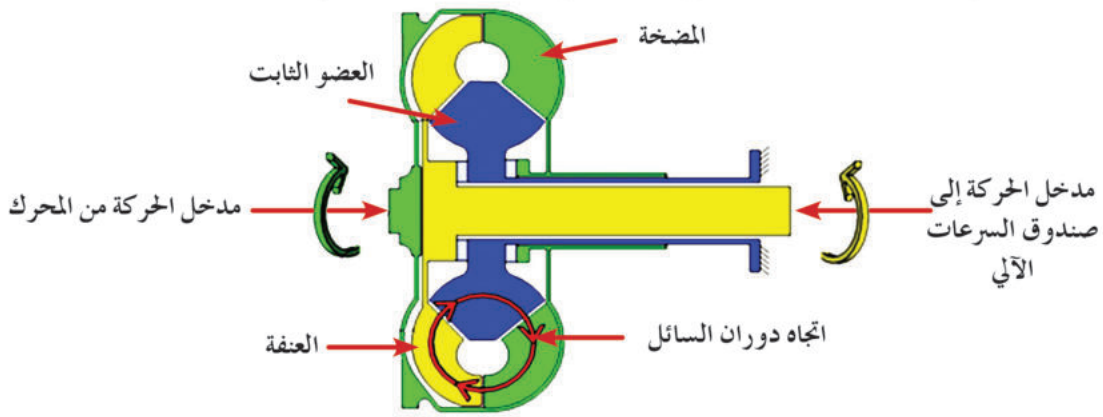
متصل مع محرك الاحتراق الداخلي.

7. **العمود المقاد**

متصل مع عمود مدخل الحركة إلى صندوق السرعات.

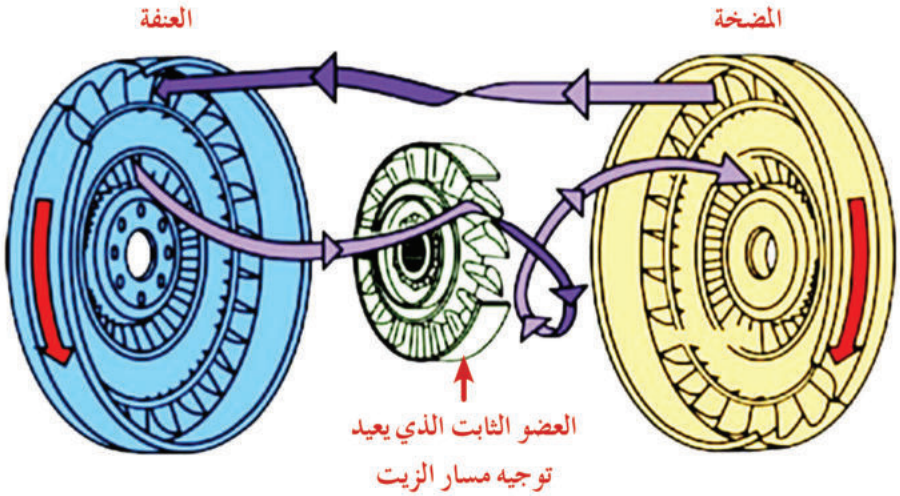
طريقة عمل محول العزم

كما في الشكل (3–20)، يتكون محول العزم من المضخة التي تدور بسرعة دوران المحرك نفسها، فيكتسب الزيت نتيجة قوة الطرد المركزية طاقة حركة، فيندفع الزيت باتجاه العنفة بقوة، ونتيجة ملامسة الزيت لريش العنفة فإنها تكتسب طاقة الحركة، وتنقلها إلى عمود صندوق السرعات، وكلما زادت سرعة دوران المحرك زادت سرعة دوران العنفة.



الشكل (3–20): طريقة عمل محول العزم.

في أثناء ارتداد الزيت من ريش العنفة باتجاه المضخة يصطدم الزيت بريش العضو الثابت كما في الشكل (3–21)؛ فتعمل على توجيه السائل باتجاه المضخة بزاوية معينة؛ ما يؤدي إلى زيادة العزم الخارج من المحرك.



الشكل (3–21): توجيه مسار الزيت.

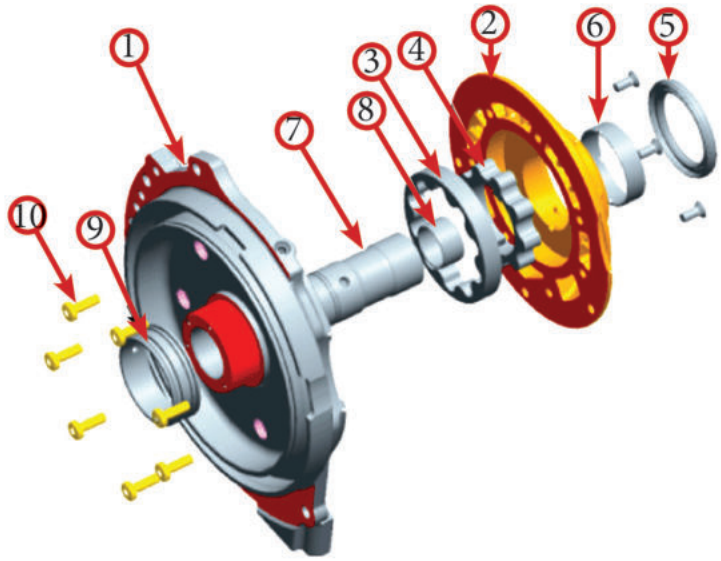
2 - المضخة الهيدرولية الأمامية (الرئيسة)

تُرَكَّب المضخة في غطاء صندوق السرعات، وتُدار بوساطة محول العزم، تعمل المضخة الأمامية على سحب السائل الهيدرولي من علبة الزيت (الكرتير) وضخه بقوة ضغط معينة باتجاه محول العزم ودوائر صندوق السرعات الهيدرولية الداخلية (منظم الضغط، الصمامات، وحدة القابض، وحدة الفرامل).

أجزاء المضخة الأمامية

يبين الشكل (3–22) أجزاء مضخة الزيت الأمامية،

وهي:



الشكل (3–22): أجزاء مضخة الزيت الأمامية.

1 – غطاء المضخة (الفلنجة).

2 – جسم المضخة.

3 – المسنن المقاد.

4 – المسنن القائد.

5 – حافظة التسريب.

6 – جلبة انزلاقية.

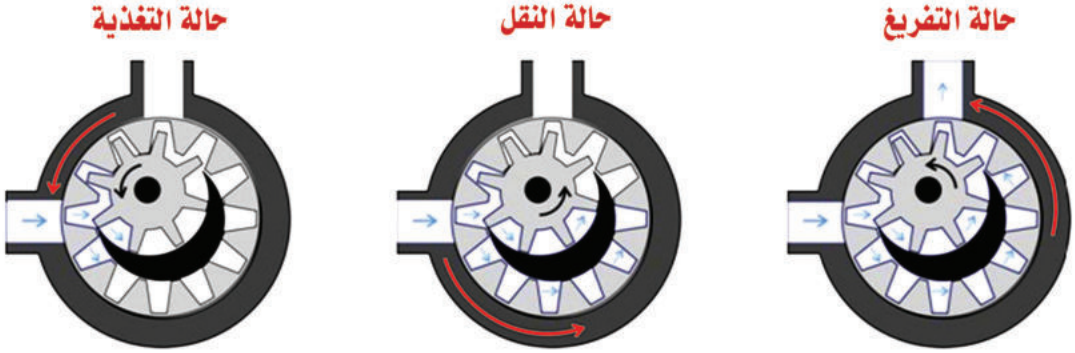
7 – عمود المسنن القائد.

8 – جلبة انزلاقية.

9 – الجلبة.

10 – براغي التثبيت

يبين الشكل (3–23) وضعيات عمل مضخة الزيت الهيدرولية.



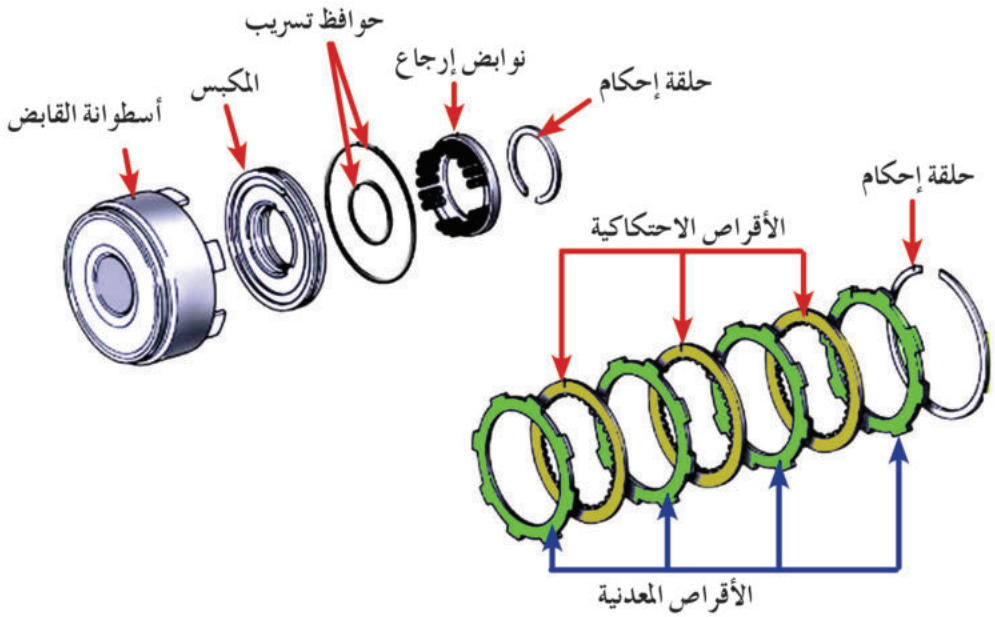
الشكل (3–23): مبدأ عمل المضخة الهيدرولية.

3 - مجموعة القوابض

تعمل مجموعة القوابض على فصل الحركة ووصلها بين أعمدة نقل الحركة في صندوق السرعات وعمود نقل الحركة إلى الصندوق، وفي بعض أنواع صناديق السرعات تعمل القوابض عمل أنظمة الفرامل بدلًا من أنظمة الفرامل ذات الأحزمة المعدنية؛ إذ لا تحتاج إلى معايرة، وتكون صيانتها أقل، وتعمل أنظمة القوابض آليًّا بوساطة ضغط الزيت.

أجزاء القابض

يتكون القابض من الأجزاء المبينة في الشكل (3–24).

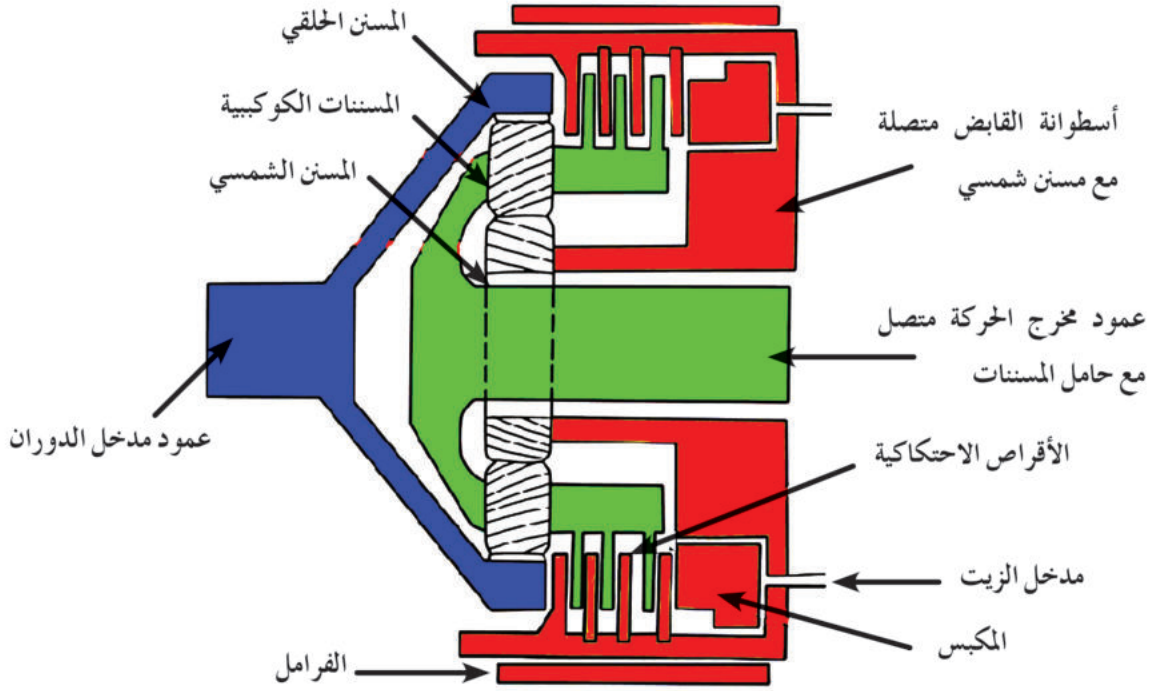


الشكل (3–24): أجزاء القابض.

مبدأ عمل القابض المتعدد الأقراص

يبين الشكل (3–25) مجموعة أقراص الضغط المعدنية المعشقة بوساطة أخاديد مع أسطوانة القابض، والأقراص الاحتكاك معشقة مع عمود مخرج الدوران (حامل المسننات) عندما يؤثر ضغط الزيت القادم من صمامات التغيير في سطح المكبس، يدفع المكبس الأقراص المعدنية باتجاه أقراص الاحتكاك، وتنتقل الحركة بوساطة الاحتكاك إلى عمود مخرج الدوران، وتدور المجموعة

بوصفها كتلة واحدة، وعند إيقاف تدفق الزيت إلى مجموعة القابض، تعمل نوابض الإرجاع على إرجاع المكبس إلى وضعه قبل التعشيق؛ وبذلك يتوقف نقل الحركة من أسطوانة القابض إلى عمود مخرج الدوران.



الشكل (3–25): مبدأ عمل القابض المتعدد الأقراص.

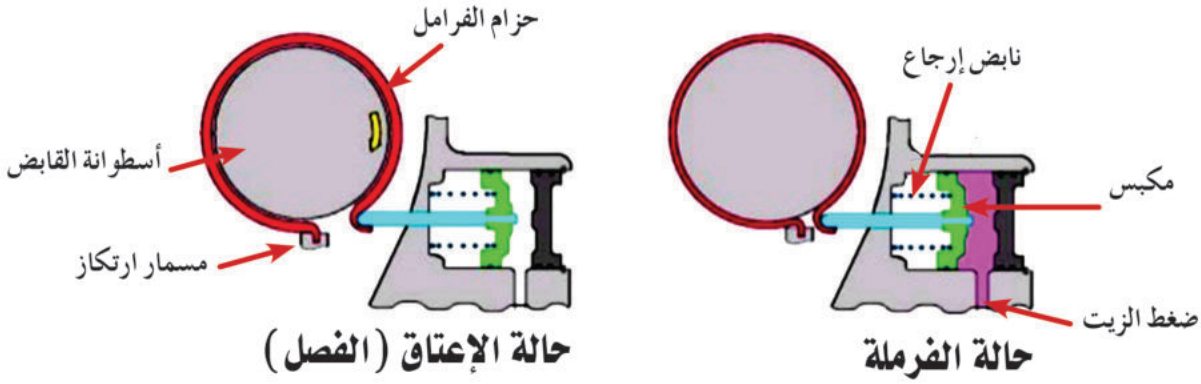
4 - مجموعة الفرامل

تتكون مجموعة الفرامل من المؤازر (المشغِّل)، وحزام الفرامل ومسامير الارتكاز، وصامولة المعايرة. حزام الفرامل ناقل الحركة الأوتوماتيكي هو ألواح فولاذية مرنة مبطنة بمواد الاحتكاك، ومادة الاحتكاك إما عضوية (السليلوز) أو شبه معدنية، تمتص البطانة سائل النقل للمساعدة في تبديد الحرارة، كما في الشكل (3–26). بحيث يثبَّت أحد أطراف حزام الفرامل بوساطة مسمار الارتكاز والطرف الآخر حر الحركة، ويبقى تحت تأثير عمود مكبس المؤازر.

الشكل (3–26): حزام الفرامل.

5 - المؤازر (المُشغِّل)

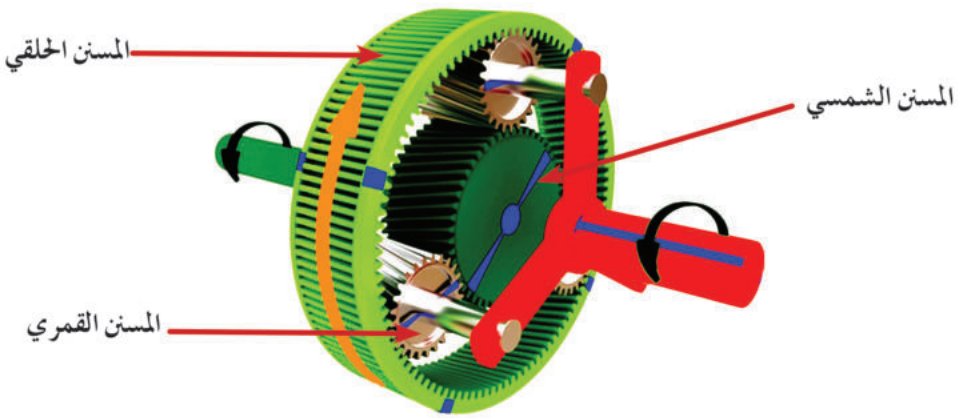
أسطوانة هيدرولية بداخلها مكبس متصل مع عمود الدفع، عندما يدخل الزيت إلى الأسطوانة يعمل على دفع المكبس، ثم يدفع المكبس عمود الدفع في اتجاه معاكس لقوة ضغط نابض الإرجاع؛ فيدفع الطرف الحر من حزام الفرامل باتجاه أسطوانة القابض؛ فتحدث بناءً عليه عملية الفرملة، كما في الشكل (3–27).



الشكل (3–27): مبدأ عمل المؤازر(المشغِّل).

7 - مجموعة المسننات الكوكبية

سُميت المسننات الكوكبية بهذا الاسم نظرًا للتشابه بينها وبين المجموعة الشمسية من حيث التركيب، حيث تدور المسننات الكوكبية حول محورها، وفي الوقت نفسه تدور حول مركز المسنن الشمسي، وهذه المسننات محاطة بمسنن كبير يُسمى المسنن الحلقي، كما في الشكل (3–28).



الشكل (3–28): مجموعة المسننات الكوكبية.

أجزاء مجموعة المسننات الكوكبية

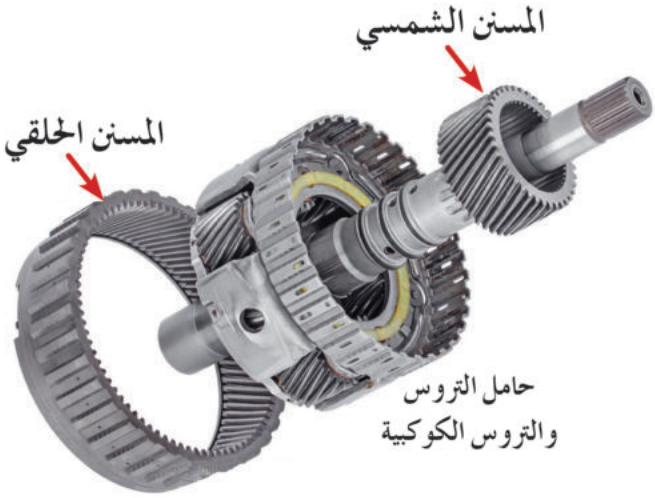
يبين الشكل (3–29) أجزاء مجموعة المسننات الكوكبية، وهي كالآتي:

1 – المسنن الحلقي.

2 – المسنن الشمسي.

3 – المسننات الكوكبية.

4 – حامل المسننات الكوكبية.



الشكل (3–29) أجزاء مجموعة المسننات الكوكبية.

وظائف مجموعة المسننات الكوكبية

1 – تخفيض السرعة وزيادة العزم.

2 – زيادة السرعة وتخفيض العزم.

3 – الحصول على السرعة الخلفية للمركبة.

4 – زيادة السرعة.

طريقة عمل مجموعة المسننات الكوكبية

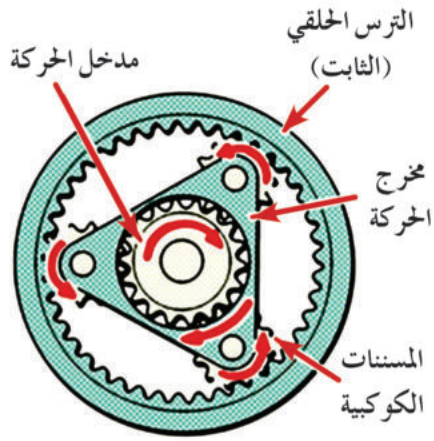
1 – تُثبَّت المسننات الكوكبية على محاور موجودة في مجموعة حامل التروس الكوكبية، وتدور حول محورها، كذلك تدور مع حامل المسننات حول مركز المسنن الشمسي، عند تطبيق الطاقة لقيادة المسنن الشمسي وحامل المسننات الكوكبية أو المسنن الحلقي، فإنَّ مجموعة المسننات تدور كأنها قطعة واحدة.

2 – قوة التقيد (الفرملة) إذا طبقت على واحد من اثنين من أعضاء مجموعة المسننات الكوكبية، فإنَّ ذلك يؤدي إلى حالة ثبات في المجموعة من دون أي رد فعل للحركة حينئذ نحصل على الوضع المحايد.

3 – عند تطبيق الطاقة لقيادة أحد أعضاء المجموعة، وتطبيق آلية الفرملة على عضو آخر في المجموعة؛ فإنَّ العضو الثالث يصبح مصدرًا لطاقة الخرج للمجموعة، كما في الحالات الآتية:

الحالة الأولى: حالة بدء الحركة

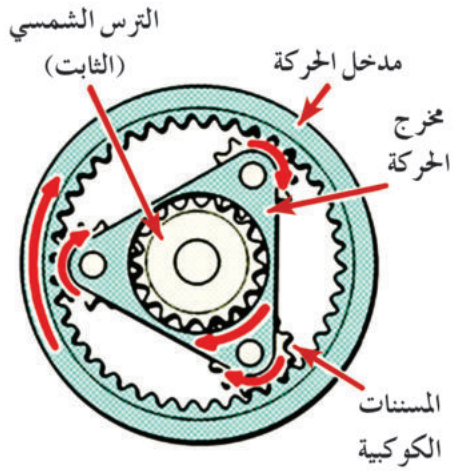
في هذه الحالة فإنَّ المسنن الشمسي هو مدخل الحركة، والمسنن الحلقي ثابت، وحامل المسننات الكوكبية هو مخرج الحركة، عند دوران المسنن الشمسي، تدور المسننات الكوكبية حول محورها، وبعكس اتجاه دوران المسنن الشمسي؛ مما يجبر حامل المسننات على الدوران في اتجاه دوران المسنن الشمسي نفسه، ولكن بسرعة دوران أقل وزيادة عزم الدوران، كما في الشكل (3–30).



الشكل (3–30): حالة التخفيض بتثبيت المسنن الشمسي.

الحالة الثانية: حالة التسارع من التوقف التام أو صعود المنحدر

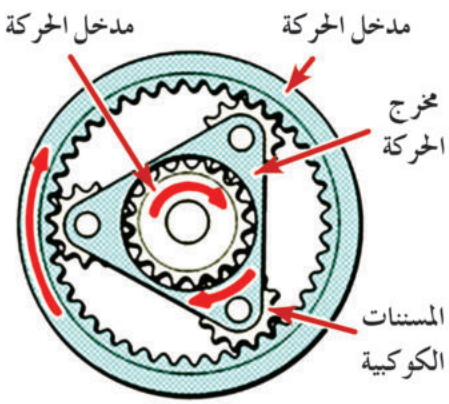
يبين الشكل (3–31) المسنن الحلقي الذي هو مدخل الحركة، وحامل المسننات الكوكبية الذي هو مخرج للحركة، والمسنن الشمسي الثابت. عند دوران المسنن الحلقي، تدور المسننات الكوكبية وتتدحرج حول المسنن الشمسي، وتجبر حامل المسننات الكوكبية على الدوران في اتجاه دوران المسنن الحلقي؛ عندئذٍ نحصل على عزم دوران أكبر.



الشكل (3–31): حالة التسارع من التوقف التام أو الصعود المنحدر.

الحالة الثالثة: حالة السرعة المباشرة

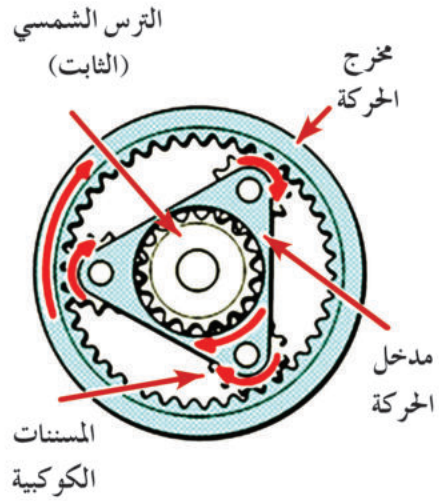
يبين الشكل (3–32) حالة السرعة المباشرة، وعند إعطاء الحركة على المسنن الشمسي والمسنن الحلقي (مدخل الحركة الدورانية)، فإنَّ المسننات تدور سرعة الدوران وبالاتجاه نفسه، وتبقى المسننات الكوكبية ثابتة في مكانها ولا تدور، حيث تعمل المسننات الداخلية للمسنن الحلقي على إدارة المسننات الكوكبية في اتجاه دورانها نفسه وبالسرعة نفسها، كما تعمل مسننات المسنن الشمسي على إدارة المسننات الكوكبية في الاتجاه المعاكس وبالسرعة نفسها؛ لذلك تبقى المسننات ثابتة ولا تدور، في هذه الحالة تدور جميع المسننات (الشمسي، الحلقي، الكوكبية، حامل المسننات) بصفتها كتلة واحدة وبالاتجاه نفسه.



الشكل (3–32): حالة السرعة المباشرة.

الحالة الرابعة: حالة ما فوق السرعة المباشرة

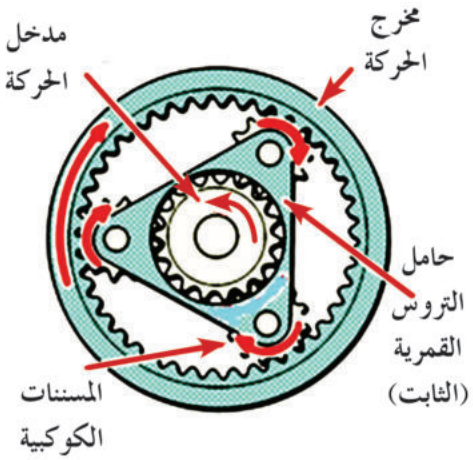
يبين الشكل (3–33) حالة ما فوق السرعة المباشرة، وفي هذه الحالة تطبق الفرامل على المسنن الشمسي ويبقى ثابتًا لا يدور، تعطي طاقة الحركة على حامل المسننات الكوكبية (الذي يُعَدّ قائدًا)، عند دوران حامل المسننات تجبر المسننات الكوكبية على الدوران حول المسنن الشمسي، مما يدفع المسنن الحلقي إلى الدوران بشكل أسرع بحيث إن الدورة الواحدة لحامل المسننات تدفع المسنن الحلقي إلى الدوران أكثر من دورة وبالاتجاه نفسه، وهذه الحالة توفر سرعة خروج أكبر من السرعة المباشرة، وتسمى سرعة ما فوق السرعة.



الشكل (3–33): حالة ما فوق السرعة المباشرة.

الحالة الخامسة: السرعة الخلفية

يبين الشكل (3–34) حالة السرعة الخلفية، عند تثبيت حامل المسننات الكوكبية إعطاء الحركة على المسنن الشمسي (بوصفه قائدًا)، فإنَّ ذلك يؤدي إلى دفع المسننات الكوكبية إلى الدوران حول محورها بوساطة المسنن الشمسي؛ ما يدفع المسنن الحلقي إلى الدوران باتجاه عكسي وبسرعة منخفضة، وبذلك نحصل على السرعة الخلفية.



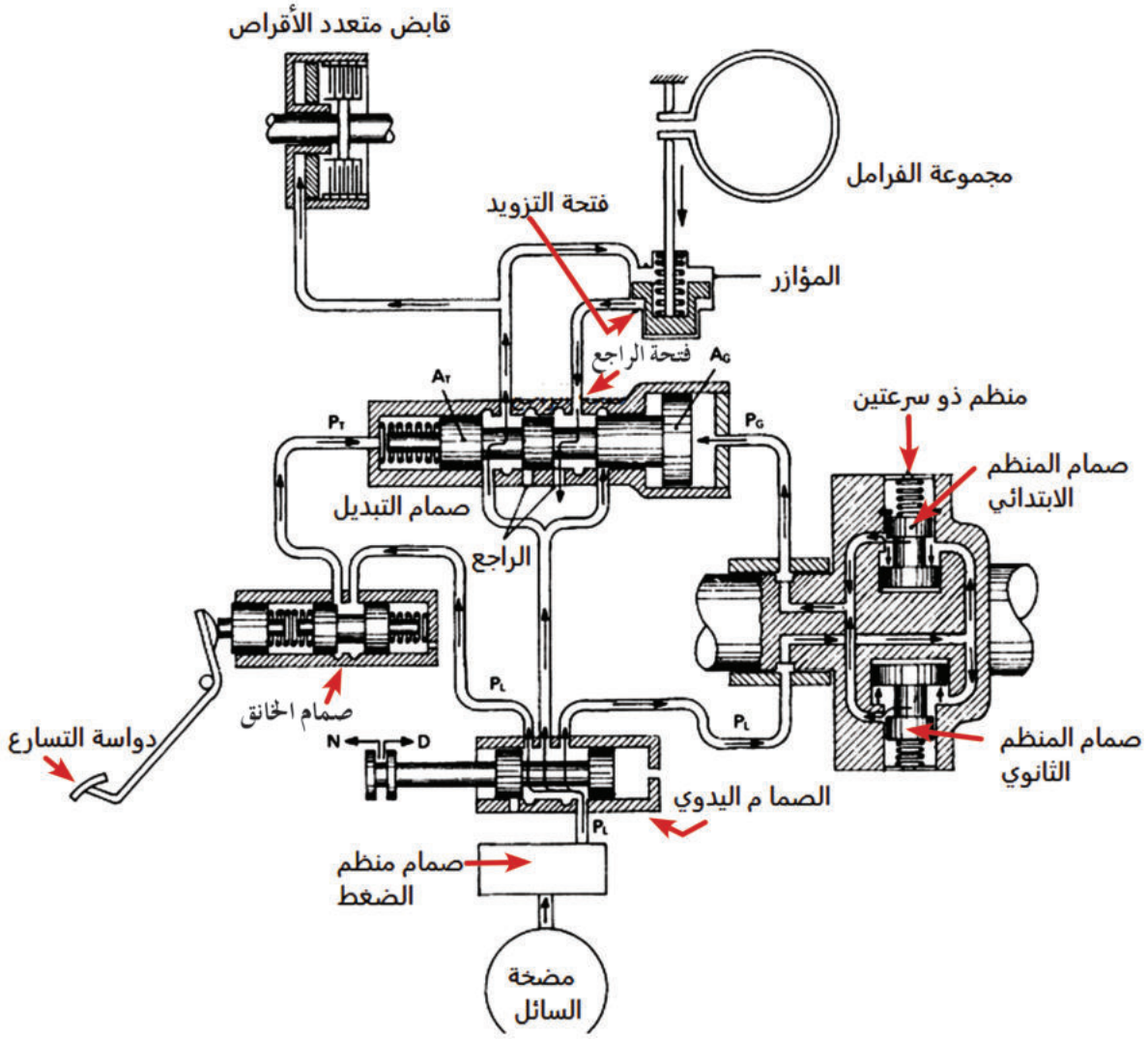
الشكل (3–34): حالة السرعة الخلفية

التحكم الهيدرولي في المشغلات (Hydraulic Control Of Actuators)

تُشغَّل القوابض أحزمة الفرامل في معظم صناديق السرعات الآلية بالوسائل الهيدرولية، حيث إنَّ المضخة تشغَّل بوساطة محول العزم المتصل بالمحرك، وتولد الضغط في السائل حيث يوزع السائل المضغوط على القوابض والمكابح بواسطة صمام تحكم، يسمى الصمام اليدوي، المرتبط بذراع تغير السرعات اليدوي، ويوجد العديد من صمامات التحكم مدمجة داخل صندوق السرعات، منها أحادية الاتجاه أو ثنائية الاتجاه أو ثلاثية الاتجاه، وهي تتحكم باتجاه السائل وتسمى صمامات التنظيم بالاتجاه (Directional Control Valves) أو قيمة ضغط السائل وتسمى صمامات تنظيم بالضغط (Presser Regulating Valves).

7 - دارة التحكم الهيدرولي لصندوق السرعات الآلي

يبين الشكل (3–35) دارة التحكم الهيدرولي لصندوق السرعات الآلي:



الشكل (3–35): دارة التحكم الهيدرولي.

8 - ذراع عتلة تحديد السرعة

هناك عدة أوضاع يُتحكَّم بها عن طريق ذراع عتلة تحديد السرعة إحداها كما في الشكل (36) وهي كالآتي:

1 – **P(PARKING)**: في هذا الوضع، يكون ناقل الحركة في وضع محايد، ويُقفل عمود إخراج ناقل الحركة عن طريق أداة خاصة، مع إمكانية تشغيل المحرك.

2 – **R(REVERSE)**: في هذا الوضع، يجري تفعيل عمل السرعة العكسية، مع عدم إمكانية تشغيل المحرك في هذا الوضع.

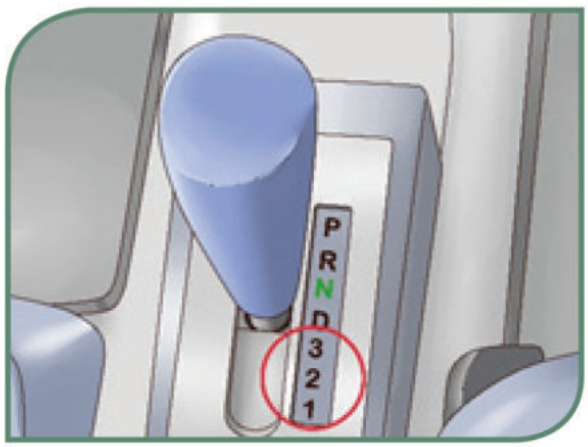
3 – **N(NEUTRAL)**: يمثل وضع الحياد، لا يوجد أي عملية نقل للحركة بين صندوق السرعات وباقي أجزاء نقل الحركة، مع إمكانية تشغيل المحرك في هذا الوضع.

4 – **D(DRIVE)**: هذا هو اختيار السرعة للحركة الأمامية، تُشغَّل المركبة من حالة توقف حتى سرعتها القصوى، مع عمليات الرفع والرفع التلقائي الأوتوماتيكية.

5 – **3(HTIRD)**: يعمل ناقل الحركة في النطاق **D**، لكن يمنع من التحول إلى السرعة الرابعة.

6 – **2(SECOND)**: يعمل ناقل الحركة في السرعة الأولى والثانية فقط.

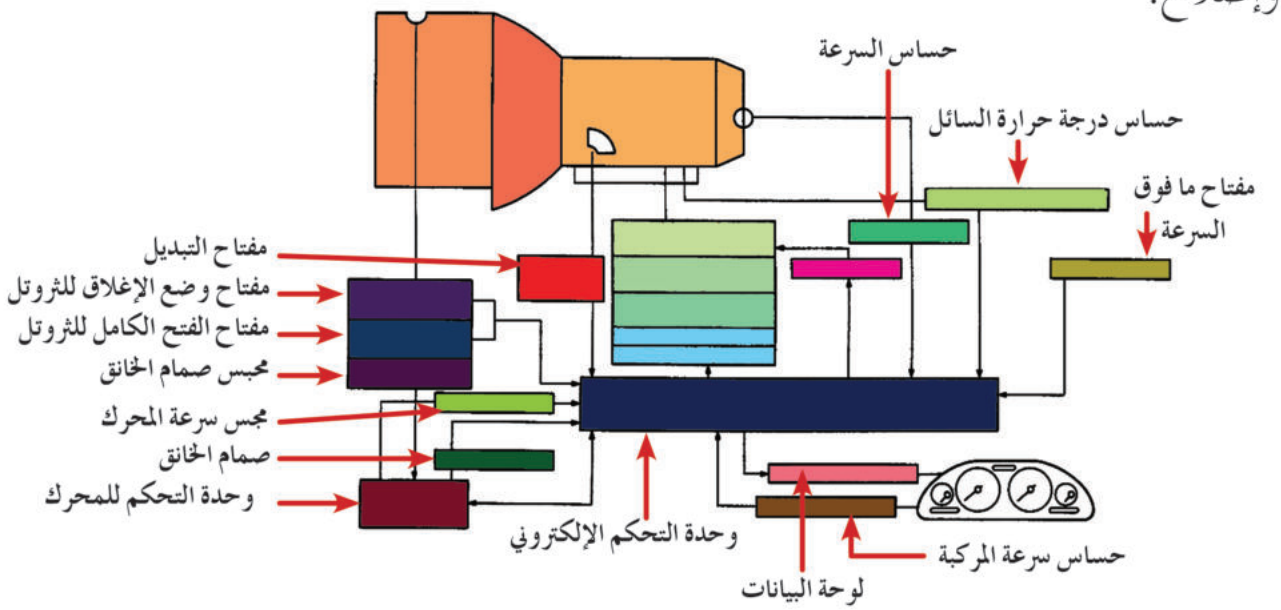
7 – **1(FIRST)**: يعمل ناقل الحركة في السرعة (الجر) الأولى فقط لتوفير فرامل قوية مع المحرك. يستخدم هذا عند القيادة على التلال شديدة الانحدار أو عند السحب.



الشكل (3–36): ذراع عتلة تحديد السرعة.

صندوق السرعات ذي التحكم الإلكتروني
(Electrically Controlled Automatic Transmission)

يبين الشكل (3–37) الأجزاء الرئيسة لصندوق السرعات الآلي ذي التحكم الإلكتروني، وهي لا تختلف عن الأجزاء الرئيسة في صندوق السرعات الآلي ذي التحكم الهيدرولي، أضيفت الصمامات الكهرومغناطيسية في صندوق السرعات ذي التحكم الإلكتروني والمجسات المختلفة التي تتصل مع وحدة التحكم ألإلكتروني، للتحكم في ضغط السائل هيدروليًّا في صندوق السرعات، وعمل صمامات الإزاحة، بالإضافة إلى سهولة اكتشاف الأعطال فعند حدوث أي خلل في النظام تظهر إشارة تحذيريه على التابلو أمام السائق، وعند حدوث عطل في نظام صندوق السرعات تتابع المركبة المسير بسرعة منخفضة تمكن السائق من الوصول إلى أقرب مركز صيانة وإصلاح.



الشكل (3–37): الأجزاء الرئيسة لصندوق السرعات الآلي ذي التحكم الإلكتروني.

مميزات صندوق السرعات ذي التحكم الإلكتروني

1– تبديل السرعات عن طريق وحدة التحكم الإلكتروني الخاصة بصندوق السرعات.

2– مزود صندوق السرعات ببرنامج اقتصادي وبرنامج الأداء العالي.

3– نعومة ودقة تغير السرعة ودقتها.

4- يوفر تقريبا 5 % من استهلاك الوقود.

5- مزود بدوائر أمان، تمنع النقل العكسي أثناء المسير على سرعات عالية أو أثناء تعشيق السرعة الخلفية.

أجزاء صندوق السرعات الآلي ذي التحكم الإلكتروني.

1- المجسات.

2- وحدة التحكم الإلكتروني.

3- وحدة التحكم هيدرولي.

4- مفتاح البرامج (اقتصادي، رياضي، يدوي).

5- مفتاح نقل السرعة.

6- منظم الضغط.

وظائف صندوق التحكم الإلكتروني في صندوق السرعات الآلي

1- التحكم في نقطة تغير السرعة، حيث تُختار السرعة إلكترونيًّا، مع إمكانية اختيار برنامج التشغيل الذي يناسب ظروف التشغيل للمركبة (اقتصادي، رياضي، يدوي).

2- تعديل ضغط التحكم، أي إمكانية التحكم بضغط تشغيل مجموعة القوابض بوساطة إشارة مجسات الحمل.

3- التحكم في قابض محول العزم، يحتوي محول العزم على قابض عادي مركب بين العنفة وعجلة التوازن (الحذافة) ومرتبط بوحدة التحكم الإلكتروني، بوساطة مجس خاص بالقابض ويعمل على فصل المحرك عن صندوق السرعات في حالة الوقوف التام.

4- تأخير الإشعال، إمكانية تأخير توقيت الإشعال، ولتقليل عزم المحرك أثناء نقل السرعات، وتقليل انزلاق القابض هيدرولي مما يزيد من العمر التشغيلي للقابض.

5 – توفير دوائر الأمان، يحتوي صندوق التحكم على دوائر أمان تحدُّ من الأعطال المحتملة أثناء التشغيل، مثل: دائرة منع التعشيق العكسي أثناء المسير بسرعات عالية، ودائرة منع تعشيق السرعة الخلفية أثناء المسير.

وظيفة وحدة التحكم الإلكتروني الخاصة بصندوق السرعات

تستقبل وحدة التحكم الإشارات الكهربائية المرسلة من المجسات، ثم تعمل على معالجة هذه الإشارات ومقارنتها بالإشارات المخزنة داخلها، ثم ترسل إشارات كهربائية إلى المشغِّلات، وتتحكم في عمل صندوق السرعات، والإشعال، وفي عملية حقن الوقود.

السائل الهيدرولي

يستخدم السائل الهيدرولي لنقل عزوم الدوران في محول العزم ومجموعة القوابض، ويساعد في عملية تبريد الأجزاء الداخلية لصندوق السرعات، وفي عملية التزييت، ويمتاز بمواصفات خاصة وبلزوجة منخفضة، وذو مقاومة عالية للأكسدة.

خواص السائل الهيدرولي

1 – **اللزوجة**

هي مقاومة السائل للجريان، وتعمل اللزوجة على تقليل الاحتكاك التآكل بين الأجزاء الميكانيكية المختلفة في صندوق السرعات واهترائها، وتتأثر درجة اللزوجة بدرجات الحرارة.

2 – **الوزن النوعي**

هو الوزن الذي تحتوي عليه وحدة الحجم من السائل، ووحدة قياسه (غم/ سم^3).

3 – **الثبات الكيميائي**

هي مقاومة الزيت للأكسدة.

4 – **مقاومة البري (التآكل)**

مقاومة التآكل الحاصل بين الأسطح المحتكة.

ابحث في شبكة الإنترنت عن أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا في تطوير صندوق السرعات الآلي في المركبة، واكتب تقريرًا عنها واعرضه على زملاءك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – اذكر وظائف صندوق السرعات الآلي.

2 – عدِّد أجزاء صندوق السرعات الآلي.

3 – اشرح طريقة عمل المضخة الأمامية.

4 – عدِّد أجزاء محول العزم.

5 – اشرح طريقة عمل محول العزم.

6 – اذكر وظيفة القابض ذي الاتجاه الواحد.

7 – اشرح طريقة عمل مجموعة الفرامل في صندوق السرعات.

8 – عدِّد أهم أجزاء صندوق السرعات الآلي ذي التحكم الإلكتروني.

9 – اذكر مميزات صندوق السرعات الآلي ذي التحكم الإلكتروني.

10 – اذكر خصائص السائل الهيدرولي المستخدم في صناديق السرعات الآلية.

التمارين العملية

التمرين الثالث

فَكّ صندوق السرعات الآلي من المركبة ثم إعادة تركيبه.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكَّ صندوق السرعات الآلي من المركبة، وتُعيد تركيبه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة، ذات الدفع الأمامي. – رافعة كهر وهيدرولية. – رافعة هيدرولية (جك تمساح) – صندوق عُدد يدوية. – مفتاح فُكَّ براغي العجلات. – بريصات سحب متنوعة. – وعاء لتفريغ الزيت. – مواد تنظيف.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ضع المركبة على الرافعة.	
2 – فُكَّ برغي التفريغ عن وعاء الزيت، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3 – فرِّغ زيت صندوق السرعات، كما في الشكل (2).	الشكل (2)
4 – انزع كبشاية صامولة الأكس الأمامي، كما في الشكل (3) .	الشكل (3)
5 – انزع صامولة الأكس الأمامي، كما في الشكل (4).	الشكل (4)
6 – فُكَّ كبشاية برغي الجوزة من مكانه.	
7 – فُكَّ صامولة الوصلة المفصلية السفلية، ثم انزع الوصلة من مكانها كما في الشكل (5).	الشكل (5)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
8 – انزع ماسك الفرامل من مكانه كما في الشكل (6).	الشكل (6)
9 – انزع براغي قاعدة رادع الارتجاج كما في الشكل (7).	الشكل (7)
10 – انزع أعمدة إدارة العجلات (أكسات)، كما في الشكل (8).	الشكل (8)
11 – فُكَّ براغي قواعد (حمالات) صندوق السرعات كما في الشكل (9).	الشكل (9)
12 – فُكَّ براغي تثبيت قنطرة صندوق السرعات من مكانها كما في الشكل (10).	الشكل (10)
13 – اسحب صندوق السرعات إلى الخارج. 14 – انزع محول العزم عن عجلة الموازنة. 15 – أعد تركيب صندوق السرعات.	

التمارين العملية

التمرين الرابع

فَكّ أجزاء صندوق السرعات الآلي، ثم فحص الأجزاء وتحديد الأعطال، ثم إعادة تركيبها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

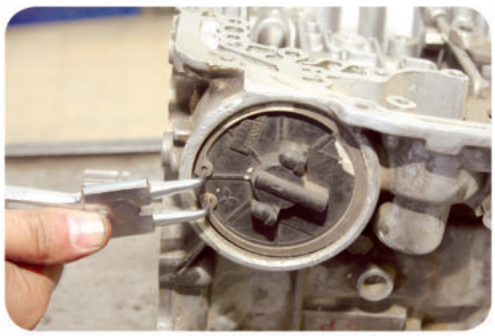
- تفُكّ أجزاء صندوق السرعات الآلي، وتفحص الأجزاء وتُحدِّد الأعطال وتُعيد التركيب.

متطلبات تنفيذ التمرين

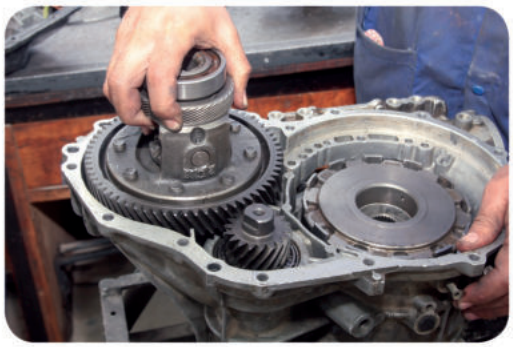
العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– صندوق سرعات لمركبة ذات الدفع الأمامي. – صندوق عُدد يدوية. – بريصات سحب متنوعة. – وعاء لتفريغ الزيت. – مواد تنظيف.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – فرِّغ زيت صندوق السرعات، في وعاء خاص. 2 – انزع محول العزم من مكانه، وضعه على طاولة العمل، كما في الشكل (1). 3 – انزع وعاء الزيت (الكرتير) من مكانه كما في الشكل (2).	 الشكل (1) الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – انـزع فلـتر الزيـت مـن مكانـه، كما في الشـكل (3).	الشكل (3)
5 – فُكَّ براغي تثبيت مجموعة الصـمامات، كما في الشكل (4).	الشكل (4)
6 – انزع مجموعة الصمامات من مكانها (وحدة التحكم الهيدرولي)، كما في الشكل (5).	الشكل (5)
7 – فُكَّ براغي تثبيت قنطرة صـندوق السرعات، كما في الشكل (6).	الشكل (6)
8 – انـزع القنطرة مـن مكانها، كما في الشـكل (7).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
9 – فُكَّ براغي تثبيت المضخة الأمامية، ثم انزع المضخة من مكانها (عند الفَكّ ضع علامات مرجعية تستفيد منها عند التركيب). كما في الشكل (8).	الشكل (7)
10 – انزع حلقة تثبيت مجموعة المؤازر الموجودة بجانب صندوق السرعات، كما في الشكل (9).	الشكل (8)
11 – انزع مجموعة المؤزار من مكانها، كما في الشكل (10).	 الشكل (9)
12 – انزع طوق الفرامل من مكانه، كما في الشكل (11).	الشكل (10)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
13 – اسحب عمود نقل الحركة من مكانه كما في الشكل (12).	الشكل (11)
14 – انزع أسطوانة القابض الأول من مكانه، كما في الشكل (13).	الشكل (12)
15 – انزع الأسطوانة الثانية من مكانها، كما في الشكل (14).	
16 – انزع حلقة الإحكام من مكانها.	الشكل (13)
17 – انزع الأقراص الفولاذية والاحتكاكية من مكانها كما في الشكل (15).	الشكل (14)
18 – انزع حامل التروس الفرقية من مكانها كما في الشكل (16).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
19 – فُكَّ براغي الغطاء الخلفي من مكانه كما في الشكل (17).	الشكل (15)
20 – انزع أسطوانة القابض الخلفي من مكانه كما في الشكل (18).	 الشكل (16)
21 – افحص أجزاء صندوق السرعات وتأكد من عدم التآكل والاهتراء.	
22– افحص الأقراص الفولاذية والأقراص الاحتكاكية من التآكل والاهتراء.	الشكل (17)
23 – اغسل القطع قبل التركيب.	
24 – أعد تركيب القطع، بعد إجراء الصيانة اللآزمة.	الشكل (18)

التمارين العملية
التمرين الخامس

فَكّ مضخة الزيت الأمامية إلى أجزائها، ثم فحص المضخة، ثم إعادة تجميعها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفكّ مضخة الزيت الأمامية إلى أجزائها، وتفحص المضخة، ثم تُعيد جمعها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مضخة زيت أمامية لصندوق سرعات آلي. – صندوق عُدد يدوية. – مواد تنظيف وفرشاة. – شفرات حساسة (فلركيج) – مصدر هواء مضغوط. – ورنية (كليبر).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – نظِّف المضخة من الخارج باستخدام مواد نفطية وفرشاة، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
2 – انفخ القطع بالهواء المضغوط.	
3 – ضع المضخة على طاولة العمل، كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

خطوات الأداء

4 – فكّ البراغي المثبّتة لجزأَي المضخة كما في الشكل (2).

5 – افصل جزأَي المضخة عن بعضهما (ضع علامة على جزأَي المضخة للمساعدة بإعتبارها دليلًا عند عملية التركيب)، كما في الشكل (3).

6 – افحص الخلوص من التآكل والكسر كما في الشكل (4).

7 – افحص مسننات المضخة من التآكل كما في الشكل (5).

8 – افحص الخلوص بين المسنن وجسم المضخة كما في الشكل (6).

9 – افحص الخلوص بين المسننات، كما في الشكل (7).

10 – افحص الخلوص بين المسنن والحاجز على أن لا يتجاوز الخلوص (0.1 – 0.3) ملم.

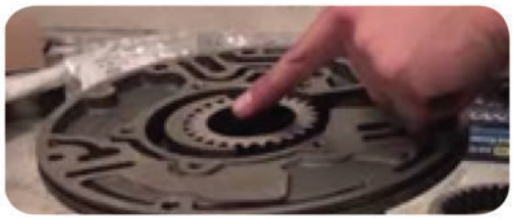
11 – تفقَّد مانعة التسريب بالنظر، استبدلها إذا لزم الأمر.

12 – اعد جمع أجزاء المضخة باستخدام ساعة شد البراغي حسب مواصفات الشد المقررة من قبل الشركة الصانعة.

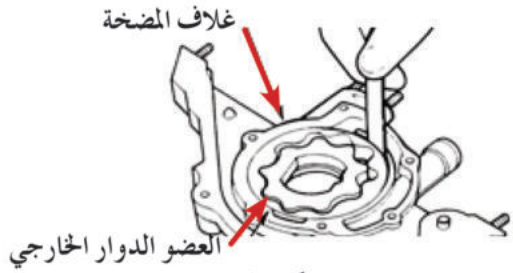
الرسم التوضيحي

الشكل (3)

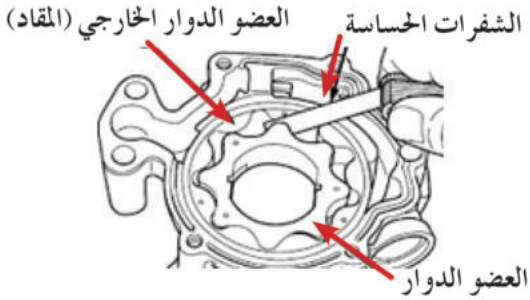
الشكل (4)



الشكل (5)



الشكل (6)



الشكل (7)

التمارين العملية

التمرين السادس

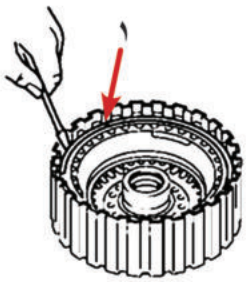
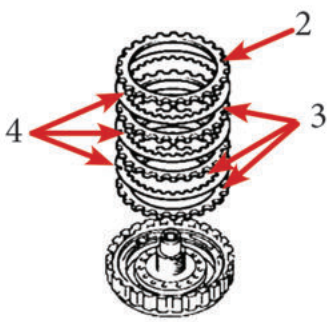
فَكّ القابض الاحتكاكي إلى أجزائه، ثم فحص الأجزاء، ثم إعادة تجميعها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ القابض الاحتكاكي إلى أجزائه، وتفحص الأجزاء، وتعيد تجميعه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مجموعة القابض لصندوق السرعات الآلي. – صندوق عُدد يدوية. – بريصة خاصة لنزع نوابض القابض. – ورنية (كليبر) أو ميكروميتر. – مواد تنظيف وفرشاة. – مصدر هواء مضغوط.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – اغسل مجموعة القابض ونفخه بالهواء المضغوط 2 – ضع القابض على طاولة العمل.	
3 – انزع حلقة الإحكام كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
4 – انزع البطانات الاحتكاكية والاقراص المعدنية كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

خطوات الأداء

5 – باستخدام مكبس خاص أو برصية خاصة انزع حلقة الأحكام لمجموعة النوابض، كما في الشكل (3).

6 – انزع مجموعة النوابض من مكانها، كما في الشكل (4).

7 – انزع حلقة أحكام المكبس، كما في الشكل (5).

8 – انزع المكبس من مكانه، كما في الشكل (6).

9 – افحص مانعات التسريب للمكبس، كما في الشكل (7).

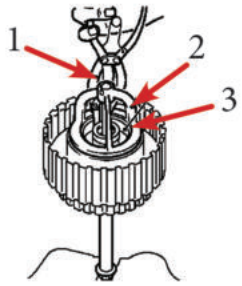
10 – افحص سماكة الأقراص المعدنية وقارنها بالقياسات والسماحية المحددة من قبل الصانع.

11 –افحص سماكة الأقراص الاحتكاكية وقارنها بالقياسات والسماحية المحددة من الصانع.

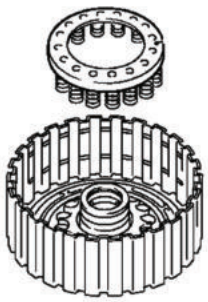
12 –افحص مجموعة النوابض.

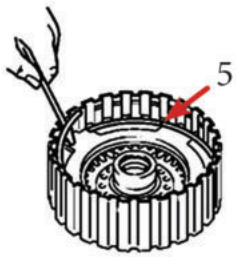
13 – أعد تركيب القطع واجمع أجزاء القابض، بعد إجراء الصيانة اللآزمة وتبديل القطع التالفة.

الرسم التوضيحي

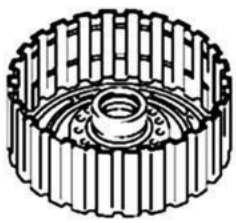


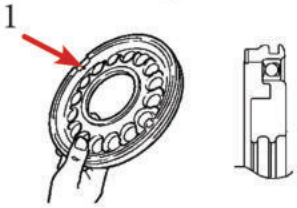
الشكل (3)


الشكل (4)



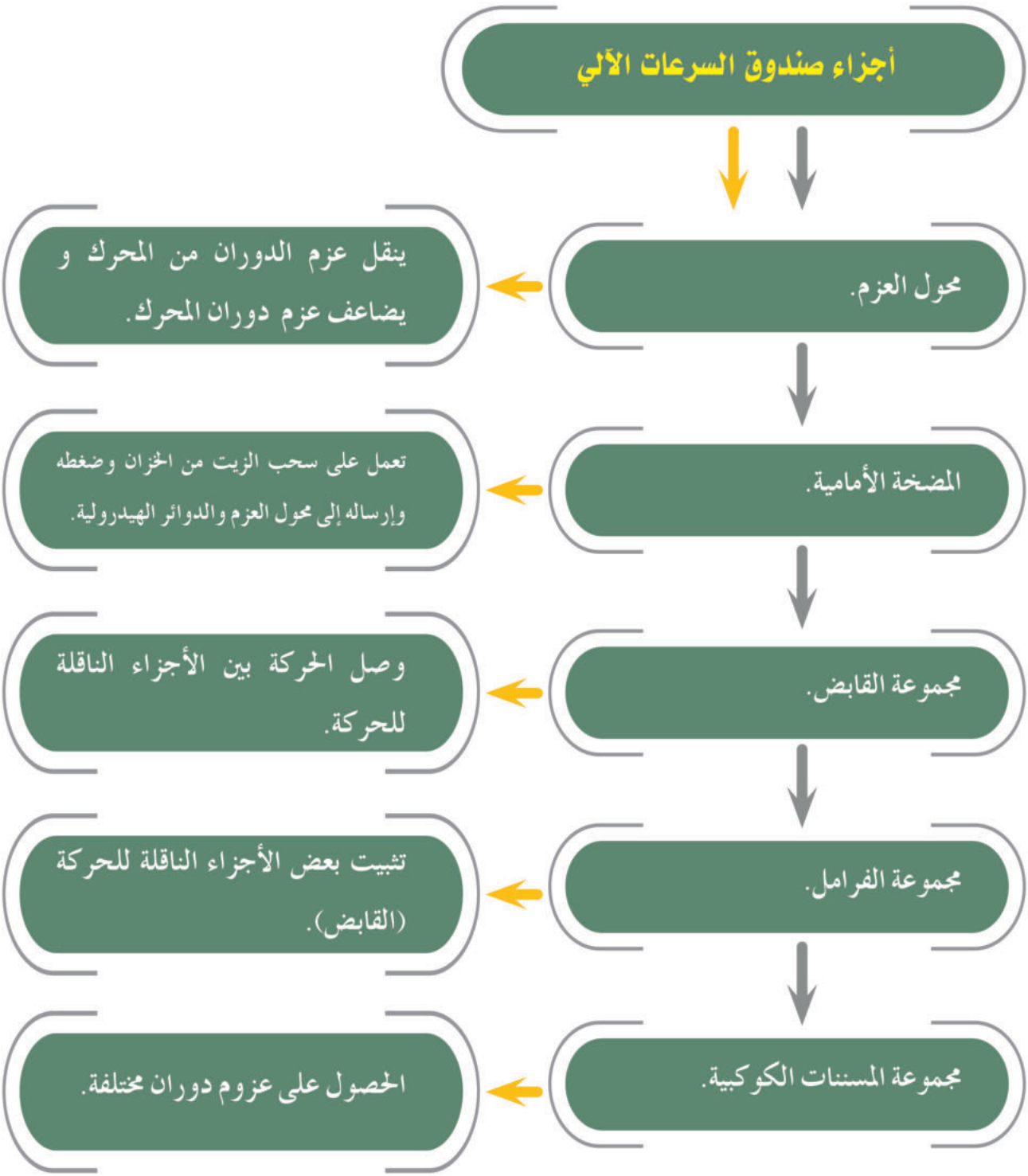
الشكل (5)


الشكل (6)



الشكل (7)

الخرائط المفاهيمية

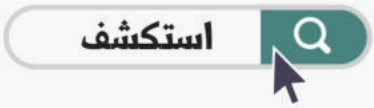


رابعًا: أعمدة النقل ووصلاتها

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تبين وظيفة أعمدة الجر والوصلات.
- تبين أنواع أعمدة الجر والوصلات.
- توضح أهمية اتزان عمود الجر.
- تشخِّص أعطال أعمدة الجر والوصلات وتحدد أسبابها.
- تقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بأعمدة الجر والوصلات.
- تفُكَّ أنواع من أعمدة الجر وتعيد تركيبها على المركبة.
- تنفذ تعليمات السلامة العامة والصحة المهنية.



القياس والتقويم

تستخدم الوصلات الثابتة لنقل الحركة بين الأجزاء الميكانيكية الثابتة، مثل محركات الاحتراق الداخلي مع المولدات الكهربائية الثابتة التي تستخدم في المصانع والمستشفيات وغيرها الشكل (3–38)، بحيث يكون محور العمود القائد متطابقًا مع محور العمود المقود، إذ يتكون عمود النقل من عمود مصمت أو مفرغ يُرَكَّب على أطراف العمود فلنجات تتصل مع الأعمدة بأخاديد طولية، وتُثبَّت مع بعضها بوساطة براغي.

الشكل (3–38): محرك الكهرباء.

استكشف

إذا تعذر وضع المحرك والمولد على استقامة واحدة فكيف يمكن أن ننقل الحركة بوساطة أعمدة الجر من محرك الاحتراق الداخلي إلى المولد الكهربائي؟

الشكل (3–39) .

فَكّر وتمعن النظر في الشكل (3–39)؛ للإجابة عن السؤال السابق.

اقرأ.. وتعلم

يعد عمود الجر (عمود الإدارة أو عمود القيادة) مكونًا ميكانيكيًّا لنقل عزم الدوران، وعادة ما يستخدم لتوصيل المكونات الأخرى من مجموعة القيادة ونقل الحركة التي لا يمكن أن تكون مرتبطة مباشرة؛ بسبب المسافة أو الحاجة للسماح للحركة النسبية بينهما.

أعمدة الجر ووصلاتها

تستخدم أعمدة الجر في المركبات لنقل عزم الدوران من صندوق السرعات إلى مجموعة النقل النهائي، ويختلف تصميم أعمدة الجر باختلاف حجم المركبة والمسافة بين المحور الأمامي والمحور الخلفي في المركبة، وتصميم موقع المحرك وطريقة التركيب في المركبة.

تزود أعمدة الجر بوصلات مفصلية تُرَكَّب في بداية عمود الجر وفي نهايته تسمح له بنقل عزم الدوران بزوايا مختلفة، كما يُزوَّد عمود الجر بوصلة منزلقة تسمح له بالاستطالة لزيادة طول عمود الجر لتتناسب مع حركة المحور الخلفي إلى أعلى وإلى أسفل حسب طبيعة الطريق، وتزود بعض أنواع أعمدة الجر بحمالة وسطية لدعم العمود في منطقة الوسط، وتصنع أعمدة الجر في المركبات من أنبوب فولاذي مفرغ؛ لتقليل الوزن ومقاومة عزم الالتواء الذي يتعرض له عمود الجر في بداية حركة المركبة من الصفر.

وظائف أعمده الجر ووصلاتها في المركبات

1 – نقل عزم الدوران من المحرك إلى مجموعة النقل النهائي.

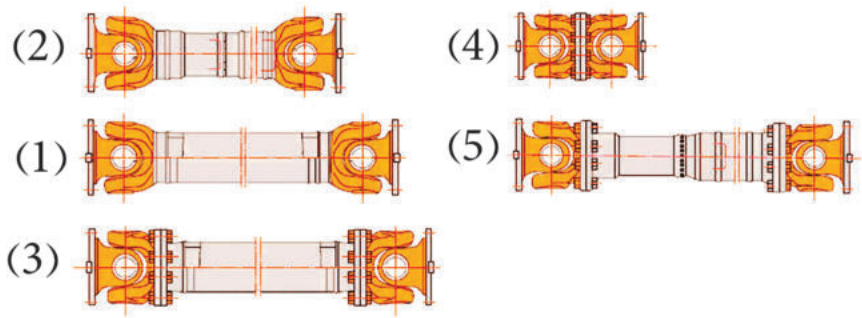
2 – السماح بتغيرات زاوية وطولية تتناسب مع حركة المركبة على الطريق.

تصنع أعمدة الجر الحديثة من أعمدة معدنية مفرغة، ويلحم على أطراف أعمدة الجر الوصلات المفصلية، ما السبب في ذلك؟ فَكّر في أنواع الإجهادات الواقعة على أعمدة الجرة نتيجة نقل عزم الدوران من صندوق السرعات إلى أجزاء نقل الحركة الأخرى.

يبين الشكل (3–40) أنواعًا مختلفة من أعمدة الجر (أعمدة نقل الحركة) التي تستخدم لنقل الحركة بين صندوق السرعات ومجموعة النقل النهائي، وهي كما يأتي:

(1) عمود طويل مرن (2) عمود قصير مرن (3) عمود طويل غير مرن

(4) عمود قصير غير مرن (5) عمود طويل مرن بفلنجات



الشكل (3–40): أنواع مختلفة من أعمدة الجرّ.

تختلف أعمدة الجر باختلاف تصميم المركبة، من حيث الحجم والمسافة بين المحاور الأمامية والخلفية، في المركبات الصغيرة والمتوسطة، والتي لا تزيد المسافة بين المحور الأمامي والمحور الخلفي عن (مترين) يصمم عمود الجر من جزء واحدة، يُرَكَّب على إحدى نهاية العمود وصلة مفصلية عامة، والطرف الآخر يُرَكَّب عليه وصلة منزلقة مدمجة مع وصلة مفصلية عامة، وفي المركبات الكبيرة التي تزيد فيها المسافة بين المحاور الأمامية والخلفية عن (مترين) يصمم عمود الجر بحيث يتكون من جزئين، يوصلان بوساطة وصلة ذات السرعة الثابتة، ومن أنواع أعمدة الجر الآتي:

1 – عمود جر يتكون من قطعة واحدة

يشترط في هذا التصميم ألّا يزيد طوله عن مترين، وفي هذه الحالة تُرَكَّب على نهايتي العمود وصلة مفصلية مدمجة مع وصلة منزلقة لربط عمود الجر مع صندوق السرعات، ووصلة مفصلية على الطرف الآخر لعمود الجر لربط العمود مع مجموعة النقل النهائي، وقد يُزوَّد

العمود بحمالة تدعمه في منطقة الوسط للمحافظة على توازن الدوران والتقليل من القوة الطاردة المركزية، كما في الشكل (3–41).

الشكل (3–41): عمود جر يتكون من قطعة واحدة.

2 – عمود جر يتكون من جزئين بينهما وصلة مفصلية ذات السرعة الثابتة

تستخدم أعمدة الجر المكونة من جزئين في المركبات الكبيرة، التي تزيد فيها المسافة بين المحور الأمامي والمحور الخلفي عن (مترين)، تُوصل أو تُربط الأعمدة مع بعضها بوساطة وصلة مفصلية خاصة (وصلة ذات السرعة الثابتة) تتكون من وصلتين مفصليتين تدمج مع بعضها، وذلك للمحافظة على ثبات سرعة العمود، كما يُزوَّد عمود الجر بحمالة وسطية للمحافظة على اتزان الدوران ومعالجة الطول ولانحناء الذي يتعرض له العمود. كما تُرَكَّب وصلة مفصلية على احد أطراف العمود لربط العمود مع مجموعة النقل النهائي، ووصلة مفصلية مدمجة مع وصلة منزلقة لربط عمود الجر مع صندوق السرعات، كما في الشكل (3–42).

الشكل (3–42): عمود جر يتكون من جزأين بينهما وصلة مفصلية ذات السرعة الثابتة.

3 – عمود جر يتكون من جزأين متصلين بوصلة منزلقة

يستخدم هذا النوع من أعمدة الجر في الشاحنات الكبيرة والحافلات الكبيرة الخاصة بنقل الركاب، يُوصل الجزءان بوساطة وصلة منزلقة في وسطه، وتوضع حافظة غبار لمنع الغبار والأتربة بين أجزاء مسننات الوصلة المنزلقة، ويُربط عمود الجر مع مجموعة النقل النهائي بوصلة مفصلية عامة، ويُربط الطرف الآخر لعمود الجر مع صندوق السرعات بوصلة عامة أخرى، كما في الشكل (3–43).

الشكل (3–43): عمود جر يتكون من جزأين متصلين بوصلة منزلقة.

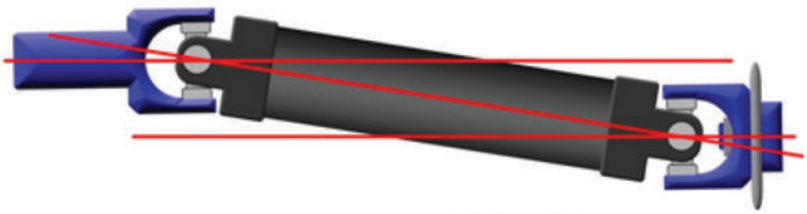
اتزان أعمدة الجر

تتعرض أعمدة الجر إلى إجهادات كبيرة تؤدي إلى التواء أعمدة الجر بسبب دورانها في ظروف العمل المختلفة، ونتيجة الأحمال وقوى الصدم التي تقع عليها عند نقل العزم من صندوق السرعات إلى مجموعة النقل النهائي، تتأثر أعمدة الجر بعملية الطرق عليها عند أجزاء أعمال الإصلاح والصيانة، ونتيجة تآكل أجزاء الوصلات المفصلية أو تلف حمالة عمود الجر، أو تعرض عمود الجر للطرق، أو ارتخاء براغي تثبيت الوصلات، يحدث عدم اتزان في دوران أعمدة الجر مما يُحدِث ارتجاج واضح في هيكل المركبة وخصوصًا عند بداية الحركة، يؤدي هذا الارتجاج إلى تآكل محامل مسنن البنيون في مجموعة النقل النهائي، وتآكل محامل صندوق السرعات، وتلف حمالة عمود الجر، ويتحقق اتزان أعمدة الجر بوساطة أجهزة خاصة، كما في الشكل (3–44)، بوضع شرائح معدنية على محيط عمود الجر بوساطة اللحام.

الشكل (3–44): آلة اتزان أعمدة الجر بوساطة أجهزة خاصة.

وصلات أعمدة الجر (نقل الحركة)

تعرف وصلات أعمدة الجر بانها قطعة ميكانيكية أو اتصال ميكانيكي مرن، يربط عمودين مع بعضهما؛ بحيث يسمح بنقل عزم الدوران من عمود إلى عمود آخر، وهي قادرة على نقل عزم الدوران والحركة الدورانية من عمود إلى آخر عندما تكون محاورها مائلة إلى بعضها بواسطة زاوية ما، كما في الشكل (3–45).



الشكل (3–45): عمود جر مرن.

تُرَكَّب الوصلات على أعمدة الجر لمعالجة التغير في الطول الناتج عن التغير في مستوى الطريق إلى أعلى أو إلى أسفل، ولتوفير المرونة الكافية لنظام نقل الحركة، وتقليل الأعطال بصورة عامة، ومن أنواع الوصلات المستخدمة في أعمدة الجر (نقل الحركة):

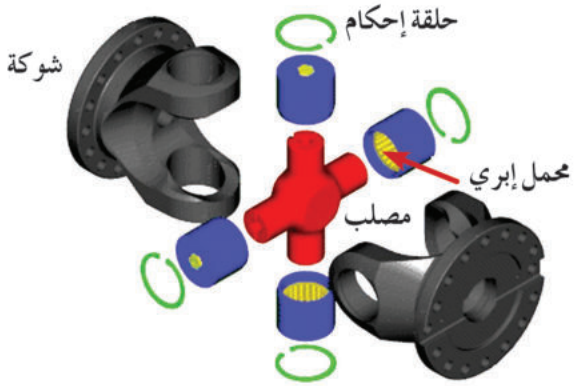
1 – الوصلات المرنة الجافة

تتكون الوصلة المرنة الجافة المبينة في الشكل (3–46) من طرفين من المعدن يحتوي كل منهما على ثلاثة أطراف بينهما قطعة من المطاط، ويثبت الطرفان معا بوساطة البراغي، حيث تُثبت كل منهما بثلاثة براغيَ مع القطعة المطاطية، يمتاز هذا النوع من الوصلات بقدرته على تخميد الاهتزازات والصدمات الناتجة من عزم الدوران غير المنتظم والتحميلات الفجائية أو الصدمية لأعمدة الجر، فضلًا عن أنها لا تحتاج إلى أعمال الصيانة أو إلى التشحيم، وتسمح الوصلات الجافة المرنة بنقل عزم الدوران بزاوية ميل لغاية (10) درجات.

الشكل (3–46): الوصلات المرنة الجافة.

2 – الوصلة المفصلية العامة

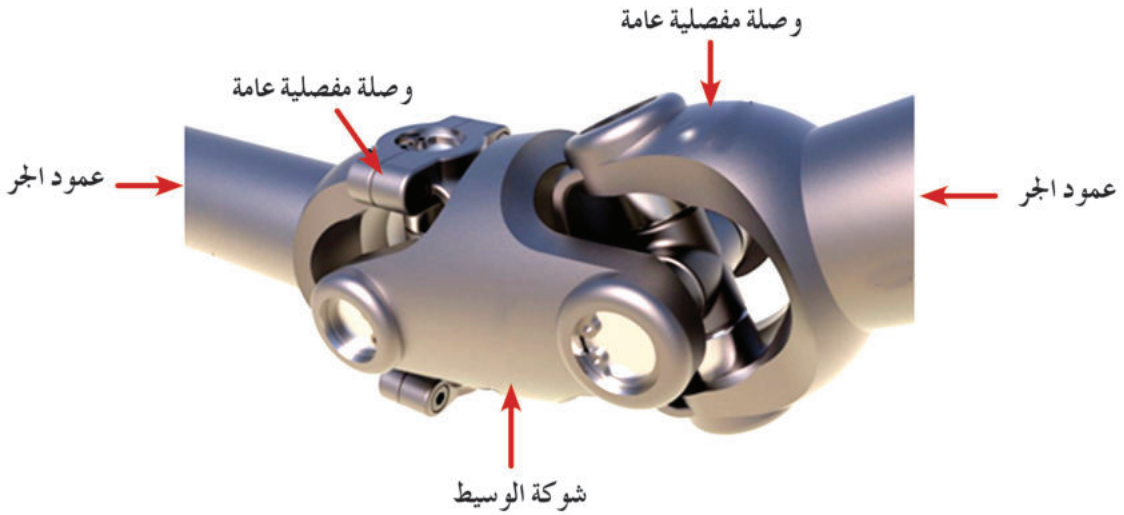
من أكثر الوصلات المعدنية انتشارًا، تُرَكَّبُ من شعبتين على شكل (Y) متعامدتين بالإضافة إلى عمود مستعرض يسمى (المصلب) تُجمّع أذرُعه الأربع في نهاية الشعبتين على محامل إبرية، توضع مانعات التسرب لتغطية المحامل الإبرية لحمايتها من الأوساخ والرطوبة؛ مما يوفر الكثير من أعمال الصيانة، كما في الشكل (3–47).



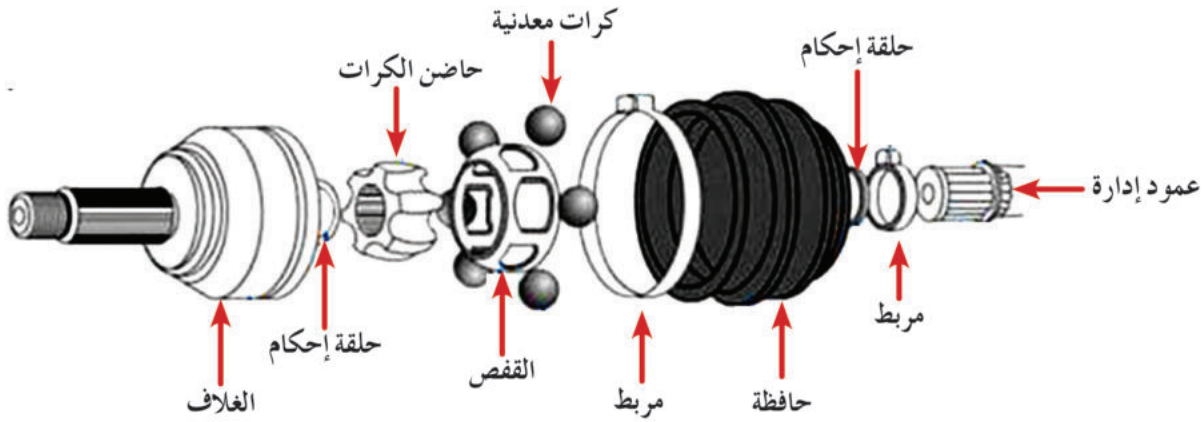
الشكل (3–47): الوصلة المفصلية العامة.

3 – الوصلات المفصلية ذات السرعة الثابتة

تتكون الوصلة المفصلية ذات السرعة الثابتة (المفصلية المزدوجة)، من وصلتين عامتين بينهما شوكة وسيطة كما في الشكل حيث تسمح مفاصل السرعة الثابتة (المعروفة أيضًا باسم الوصلات المتجانسة أو الوصلة المفصلية العامة) لعمود نقل الحركة بنقل طاقة الحركة من خلال زاوية متغيرة، في سرعة دوران ثابتة، دون زيادة ملحوظة في الاحتكاك، وهي تستخدم أساسًا في المركبات ذات الدفع بالعجلات الأمامية، وتستخدم في مركبات الدفع الخلفي الحديثة ذات التعليق الخلفي المستقل، تُرَكَّب عادة عند أطراف أعمدة المحور الخلفي بشكل متزايد على أعمدة الإدارة (الجر)، ويبين الشكل (3–48) وصلة مفصلية (ذات السرعة الثابتة) المستخدمة في أنظمة الدفع الخلفي وتُرَكَّب للوصل بين أعمدة الإدارة، والشكل (3–49) يبين الوصلة المفصلية الكروية ذات السرعة الثابتة المستخدمة في أنظمة الدفع الأمامي، وتُرَكَّب في نهاية عمود الإدارة (الأكسات).



الشكل (3–48): الوصلة ذات السرعة الثابتة المستخدمة في أنظمة الدفع الخلفي.



الشكل (3–49): الوصلة المفصلية الكروية المستخدمة في أنظمة الدفع الأمامي.

4 – الوصلات المنزلقة

تسمح الوصلة المنزلقة بالتغلب على فرق الطول لعمود الجر الناتج عن حركة المحور الخلفي إلى أعلى وإلى اسفل أثناء سير المركبة على الطرقات، كما في الشكل (3–50).

الشكل (3–50): الوصلات المنزلقة.

5 – حمالة عمود نقل الحركة

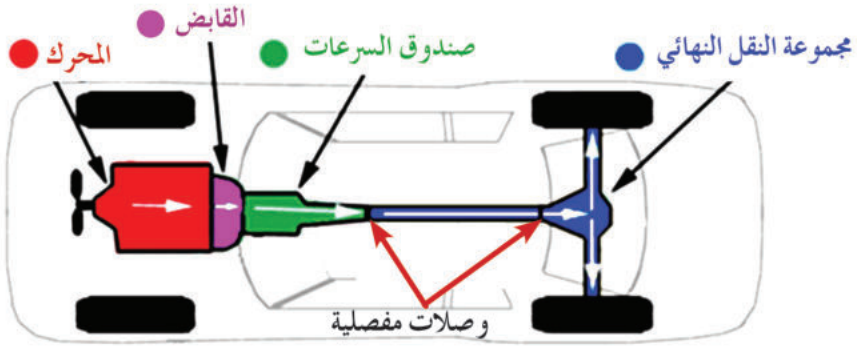
تتكون من إطار معدني أسطواني الشكل يحتوي على محمل كروي، يُرَكَّب بين الإطار والمحمل كتلة مطاطية تعمل على امتصاص الاهتزازات الناتجة عن الدوران، كما في الشكل (3–51)، وتستخدم في أعمدة النقل الطويلة وأعمدة الجر المكون من قطعتين، وتُثبَّت مع هيكل المركبة بوساطة براغي خاصة.

الشكل (3–51): حمالة عمود نقل الحركة.

أنظمة الدفع المستخدمة في المركبات

1 – نظام الدفع بالعجلات الخلفية

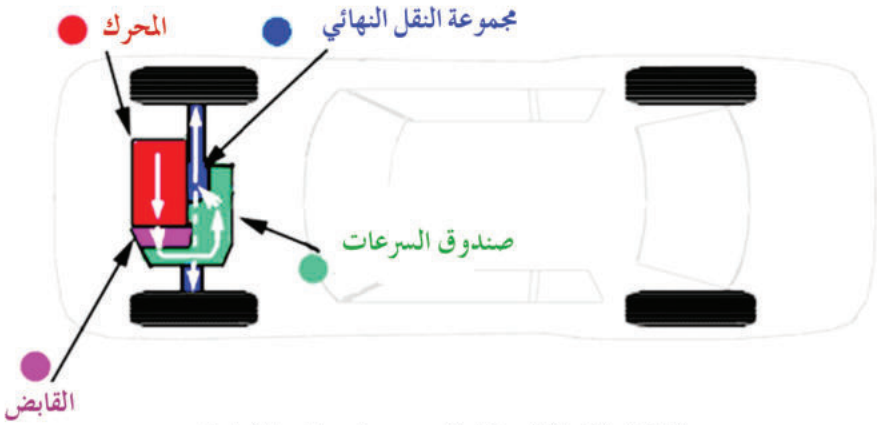
في نظام الدفع بالعجلات الخلفية يُركَّب المحرك في مقدمة المركبة، حيث تُنقل عزم الدوران من المحرك إلى صندوق السرعات بوساطة القابض، ثم تُنقل عزم الدوران من صندوق السرعات إلى مجموعة النقل النهائي بوساطة عمود الإدارة والوصلات المفصلية كما في الشكل (3–52)، ثم ينقل عزم الدوران من مجموعة المسننات إلى العجلات بوساطة محاور الدوران، يستخدم هذا النظام بكثرة في الشاحنات والحافلات الكبيرة والمتوسطة ومركبات نقل الركاب القديمة، بعض أنواع المركبات يُرَكَّب المحرك في الخلف والعجلات الخلفية هي القائدة.



الشكل (3–52): نظام الدفع بالعجلات الخلفية.

2 – نظام السحب بالعجلات الأمامية

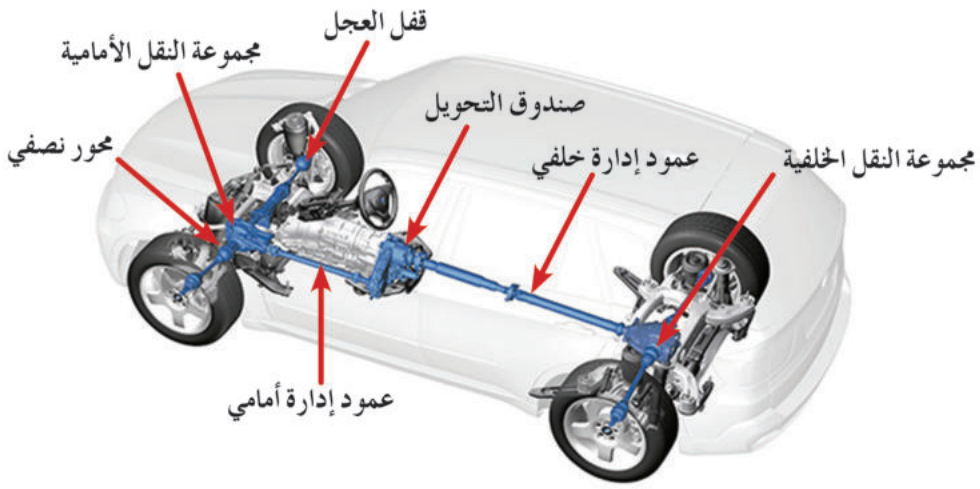
في نظام الدفع بالعجلات الأمامية، يُركَّب المحرك في مقدمة المركبة بشكل مستعرض أو بشكل طولي، مع محور المركبة الطولي، وفي بعض المركبات يُرَكَّب المحرك بشكل طولي، ويدمج صندوق السرعات مع مجموعة النقل النهائي كوحدة واحدة في هذا النظام كما في الشكل (3–53). وتُنقل الحركة إلى العجلات بوساطة محاور إدارة العجلات (الأكسات)، حيث تستخدم في هذا النظام الوصلات المفصلية الكروية ويمتاز هذا النظام بعدم الحاجة إلى عمود الإدارة والوصلات المفصلية وحمالة عمود الإدارة، مما يقلل من أعمال الصيانة والإصلاح لنظام نقل الحركة، ويستخدم هذا النظام بكثرة في مركبات نقل الركاب الحديثة.



الشكل (3–53): نظام السحب بالعجلات الأمامية.

3 – نظام الدفع بالعجلات الأربع

ينقل عزم الدوران من المحرك إلى مجموعة النقل النهائي الأمامية والخلفية معًا أو بشكل منفصل، حسب رغبة السائق عن طريق عتلة الاختيار، ويتكون النظام من صندوق السرعات الرئيس، وصندوق سرعات إضافي يُرَكَّب بجانب صندوق السرعات الرئيس، وعمود إدارة أمامي وعمود إدارة خلفي ومحاور الدوران الأمامية والخلفية، كما في لشكل (3–54). ويستخدم نظام الدفع الرباعي على الطرقات الوعرة، والطرقات غير المعبدة، وتوفر عتلة الاختيار ثلاثة خيارات لدفع المركبة: الدفع بالعجلات الأمامية فقط، الدفع بالعجلات الخلفية فقط، الدفع بالعجلات الأمامية والخلفية معًا.



الشكل (3–54): نظام الدفع بالعجلات الأربعة

وتقسم أنظمة الدفع الرباعي إلى قسمين (حسب طريقة التعشيق):

أ – **الدفع الرباعي دائم التعشيق**: يصمم هذا النوع بحيث يكون الدفع على العجلات الأربعة بشكل دائم، ولا يُعطي السائق حرية الاختيار في عملية التعشيق، ينقل عزم الدوران إلى العجلات الأربع بالتساوي، وعند حدوث انزلاق لإحدى العجلات عند المسير على الطرقات الزلقة نتيجة الأمطار والثلوج، تعمل وحدة التحكم الإلكتروني على إعادة توزيع عزم الدوران على العجلات؛ بحيث يُقلل عزم الدوران على العجلة المنزلقة للتخلص من الانزلاق الحاصل على العجلة.

ب– **نظام الدفع الرباعي غير دائم التعشيق**: صُمِّم هذا النظام بحيث يعطي السائق حرية الاختيار بين الدفع على العجلات الأمامية، أو الخلفية، أو الأمامية والخلفية معًا، بوساطة عتلة خاصة تُرَكَّب بجانب عتلة صندوق السرعات الرئيس في حجرة القيادة، تزود أنظمة الدفع بنظام مانع الانزلاق للعجلات، يُتحكم بعمله إلكترونيًّا.

– قارن بين أنواع أعمدة الجر؛ من حيث:
الاستخدامات والمميزات والعيوب، ونظِّمها في لوحة جدارية في مشغلك.

– أَعِدَّ عرضًا تقديميًا (Power Point) قارن فيه بين أنواع وصلات أعمدة الجر.
واعرضه أمام زملائك وتحت إشراف معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – بيّن أهمية أعمدة الجر المستخدمة في المركبات.

2 – عدِّد وظائف أعمدة الجر المستخدمة في المركبات.

3 – اذكر أنواع أعمدة الجر المستخدمة في المركبات.

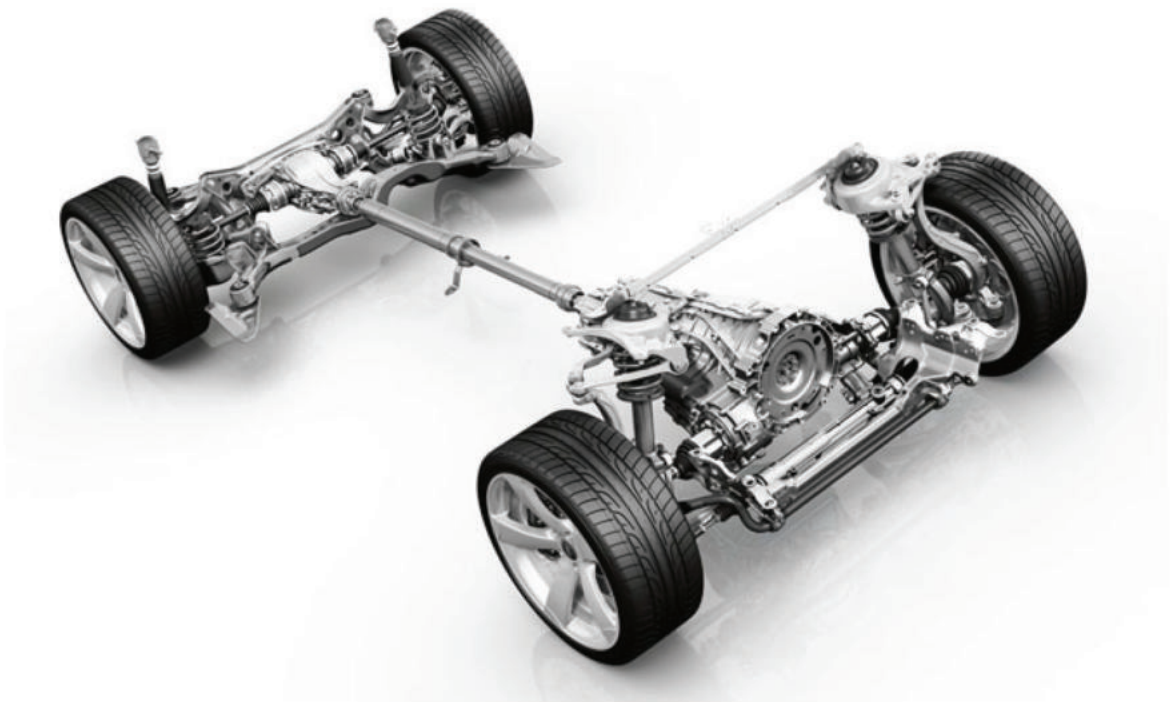
4 – اذكر أنواع الوصلات المفصلية المستخدمة في نقل الحركة في المركبات.

5 – اشرح طريقة عمل الوصلة المفصلية ذات السرعة الثابتة.

6 – اشرح وظيفة الوصلة المنزلقة المستخدمة في نقل الحركة.

7 – عدِّد أنواع أنظمة الدفع المستخدمة في المركبات.

8 – اذكر أجزاء أنظمة الدفع الرباعي.



التمارين العملية

التمرين السابع

تمييز أعمدة نقل الحركة ووصلاتها في المركبة.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تميز أعمدة نقل الحركة ووصلاتها في المركبة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– أعمدة جر متنوعة.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
– عاين أعمدة الجر المرقمة من (1–4)، وحدد النوع.	الشكل (1) الشكل (2) الشكل (3) الشكل (4)

التمارين العملية

التمرين الثامن

فَكّ عمود نقل الحركة من المركبة، ثم إعادة تركيبه.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ عمود نقل الحركة من المركبة، ثم تُعيد تركيبه.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة – رافعة كهروهيدرولية. – صندوق عُدد يدوية – ملابس العمل. – خوذة للراس. – نظارات واقية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 –ضع المركبة على الرافعة، ثم ارفع المركبة.	
2 – فُكَّ الوصلة المفصلية الأمامية لعمود الجر. كما في الشكل (1).	الشكل (1)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
3 – فُكَّ الوصلة المفصلية الخلفية لعمود الجر، كما في الشكل (2).	الشكل (2)
4 – فُكَّ حمالة عمود الجر كما في الشكل (3).	الشكل (3)
5 – انزع عمود الجر من مكانه كما في الشكل (4).	الشكل (4)
6 – أعد تركيب عمود الجر.	

التمارين العملية

التمرين التاسع

فَكّ أنواع مختلفة من وصلات أعمدة نقل الحركة، ثم إعادة تركيبها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ أنواع مختلفة من وصلات أعمدة نقل الحركة، ثم تعيد تركيبها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– طاولة العمل. – صندوق عُدد يدوية. – مادة مزيل الصدأ. – مواد تنظيف.	– عمود الجر مع الوصلات.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ثبِّت عمود الجر على الملزمة كما في الشكل(1).	 الشكل (1)
2 – فُكّ حلقات تثبيت المحمل كما في الشكل(2).	 الشكل (2)
3 – ثبِّت أحد أطراف الوصلة بربطها على الملزمة، ثم انزع حلقات التثبيت من مكانها.	
4 – استخدم المطرقة للطرق على طرف الوصلة الثاني كما في الشكل، أو استخدم مكبسًا خاصًّا لنزع المحمل من مكانه.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

5 – انزع المحامل من مكانها.

6 – ثبِّت طرف العمود المصلب على الملزمة ثم باستخدام المطرقة انزع المحامل من مكانها.

7 – انزع العمود المصلب من مكانه.

8 – افحص محورية عمود الجر باستخدام ساعة قياس الانحراف.

9 – ركِّب العمود المصلب على طرف الوصلة المثبِّت بعمود الجر، ثم ركب المحامل بعد تشحيم المحمل، كما في الشكل (3).

10 – ركِّب الطرف الثاني للوصلة على العمود المصلب، كما في الشكل (4).

11– ركِّب المحامل في مكانها بالضغط عليها بوساطة الملزمة، كما في الشكل (5).

12– ركِّب وصلة عمود الجر الأمامية في نهاية صندوق السرعات.

13 – ركِّب وصلة عمود الجر الثانية في مدخل مجموعة النقل.

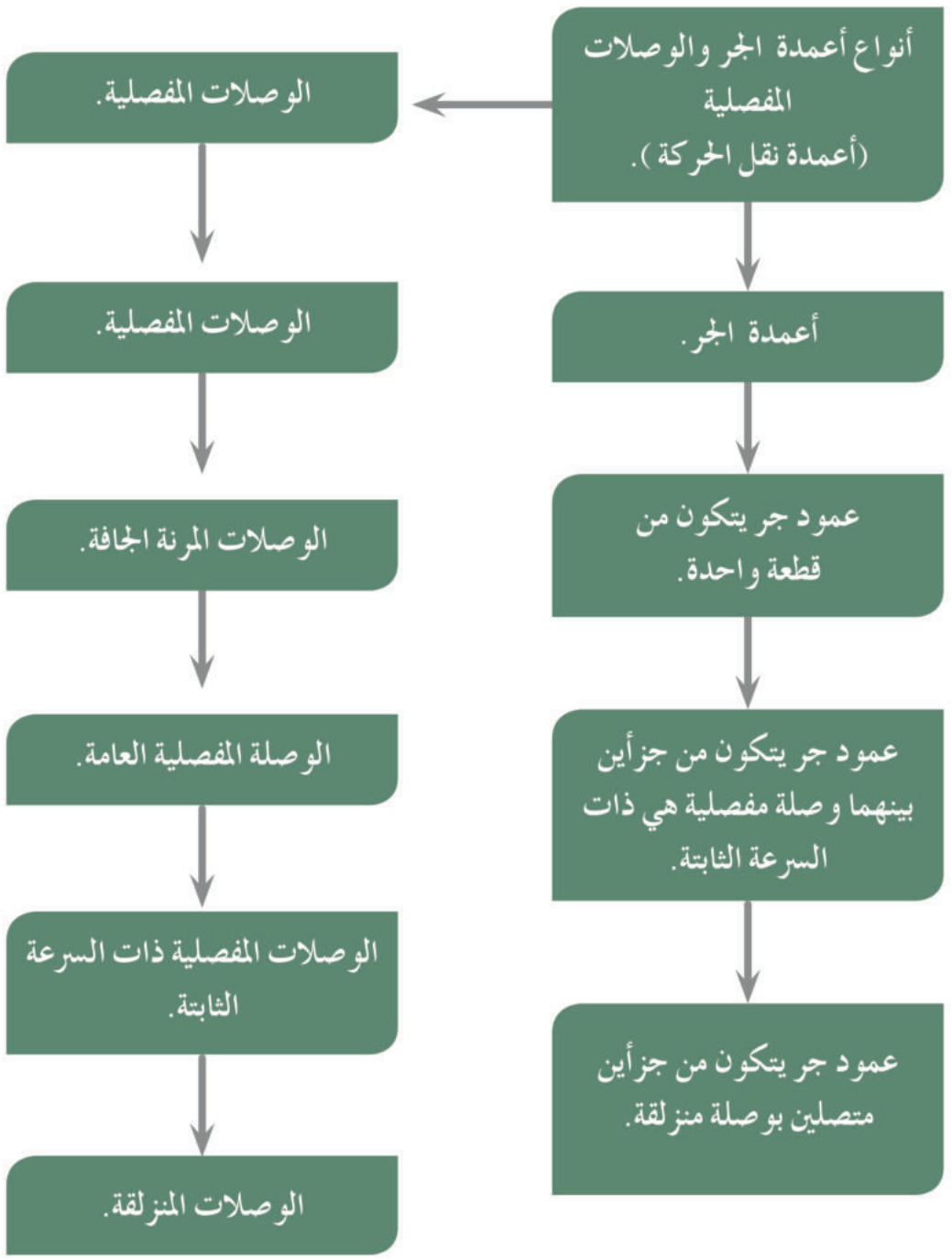
14 – ركب حمالة عمود الجر.

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الخريطة المفاهيمية



خامسًا: مجموعة وحدة النقل النهائي

النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرّف وظيفة وحدة النقل النهائي وتركيبها.
- يفحص الخلوص في مجموعة مسنن البنيون والمسنن التاجي باستخدام العدد الخاصة.
- يتعرّف أعطال وحدة النقل النهائي ويحدد أسبابها.
- يقرأ الرسوم التخطيطية المتعلقة بمجموعة النقل النهائي.
- يتعرّف المحاذير والإرشادات الخاصة بقواعد الأمان، وتعليمات الصحة المهنية.
- يفُكَّ أنواعًا من وحدة النقل النهائي عن المركبة، ثم يعيد تركيبها.
- يفُكَّ مجموعة النقل النهائي إلى أجزائها، ثم يحدد أعطالها.
- يقيس الخلوص في مجموعة مسنن البنيون والمسنن التاجي؛ حسب تعليمات الشركة الصانعة.
- يعيد تجميع أجزاء وحدة النقل النهائي.

القياس والتقويم

يُستخدم المثقاب الكهربائي بكثرة في الأعمال الصناعية الإنتاجية لعمل الثقوب بمختلف أقطارها، انظر للشكل (3–55)، ثم اذكر الغرض من تركيب بكرة متعددة الأقطار على عمود المحرك الكهربائي، وأخرى على عمود المثقاب، ما الأجزاء المكونة لآلة المثقاب؟

الشكل (3–55): انظر وتساءل.

استكشف

– ما الهدف من استخدام المسننات المخروطية المستقيمة والمسننات المخروطية المائلة، في نقل الحركة.

– ما أهمية اختلاف أقطار المسننات في مجموعة المسننات الناقلة للحركة وعزوم الدوران؟

الشكل (3–56): مسننات مخروطية مستقيمة ومسننات مخروطية مائلة.

لاحظ اختلاف نوع المسننات المستخدمة في مجموعات المسننات المخروطية، كما في الشكل (3–56)، ما الاختلاف بينهما علمًا بأنَّ المجموعتين تستخدمان للعمل نفسه؟

اقرأ.. وتعلم

يدور محرك الاحتراق الداخلي بسرعات منخفضة وسرعات متوسطة وسرعات عالية، ومن ناحية أخرى يدور عمود نقل الحركة في صندوق السرعات (عمود مدخل الحركة) بسرعة دوران المحرك نفسها، ومن خلال صندوق السرعات نحصل على تخفيض لسرعة المحرك وزيادة في عزوم دوران، وفي بعض الأحيان زيادة في السرعة وخفض عزوم الدوران، ينقل عزم الدوران إلى مجموعة النقل النهائي، وتُخَفَّضُ السرعة مرة أخرى ويزداد عزم الدوران بواسطة مسننات مجموعة النقل النهائي، ثم تنتقل عزوم الدوران إلى العجلات لجر المركبة.

وظائف مجموعة النقل النهائي

تستخدم أنواع متعددة من مجموعات النقل النهائي في المركبات، ويبقى الهدف من استخدامها واحدًا لجميع الأنواع باختلاف تركيبها ومكوناتها. ومن أهم وظائف مجموعة النقل النهائي:

1 – نقل عزم الدوران المستلم من عمود الجر(الإدارة)، بزاوية مقدارها (90) درجة.

2 – مضاعفة عزم الدوران المستلم من عمود الجر (الإدارة)، وتقليل السرعة.

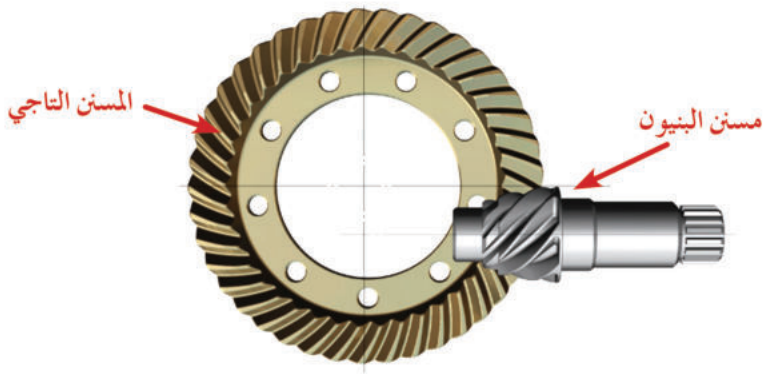
3 – السماح باختلاف سرعة دوران العجلات، أو انزلاق العجلتين الخلفيتين عند المسير في المنعطفات.

مجموعة النقل النهائي التفاضلي المفتوح (open differential):

تُعدّ مجموعة النقل النهائي من النوع التفاضلي المفتوح الأكثر استخدامًا في المركبات؛ إذ تسمح باختلاف سرعة دوران العجلتين الخلفيتين عند المسير في المنعطفات، ولكنها تفشل في عملها عند السرعات العالية، وتتسبب في انزلاق العجلات وتآكل الإطارات، وعدم الاتزان في القيادة على السرعات العالية.

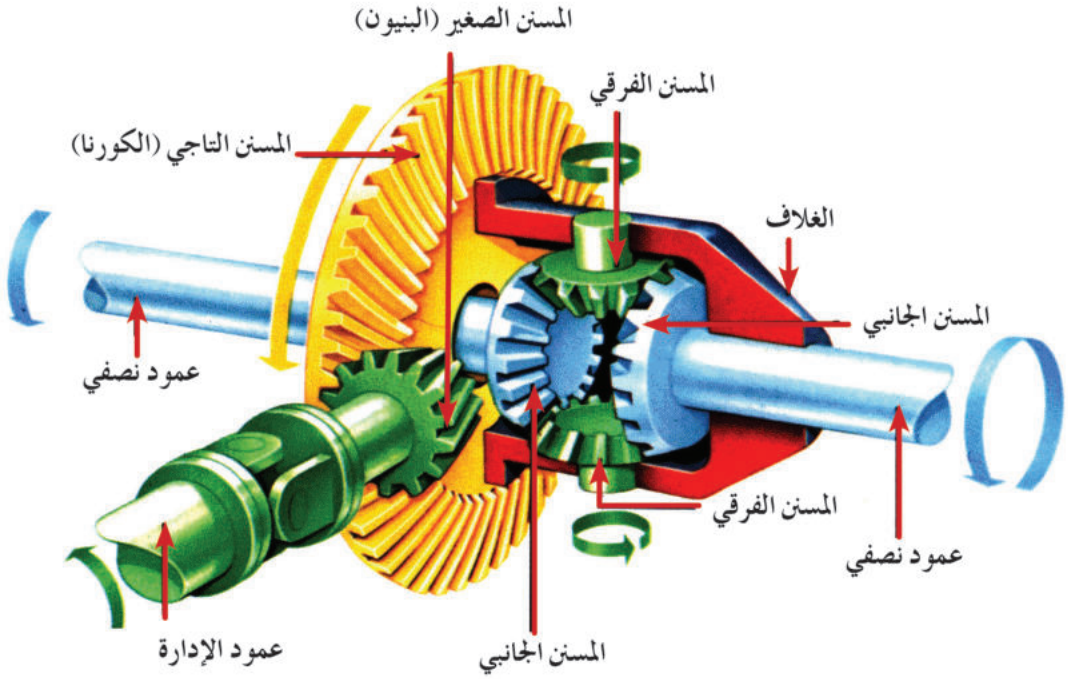
أجزاء مجموعة النقل النهائي التفاضلي المفتوح

تتكون مجموعة مسننات إدارة المحاور النهائية من: مسنن البنيون المتصل مع عمود الإدارة بوساطة وصلة خاصة، ومن المسنن التاجي ويعشق مسنن البنيون مع المسنن التاجي (الكورنا)، وهي مسننات مخروطية الشكل تستخدم لنقل الحركة بين عمودين محوراهما متعامدة، لتغيير اتجاه الحركة الدورانية بمقدار (90) درجة، أيضًا تعمل على تخفيض سرعة الدوران بنسب تخفيض مختلفة، وتستخدم المسننات المخروطية المستقيمة، أو المسننات المخروطية المائلة، كما في الشكل (3–57).



الشكل (3–57): أجزاء مجموعة النقل النهائي التفاضلي المفتوح.

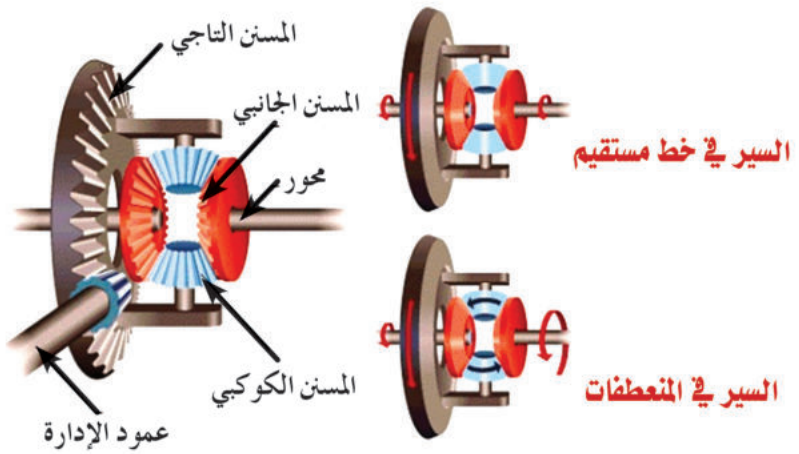
للحصول على عزم دوران كبير قادر على جر المركبة، يُرَكَّب على المسنن التاجي غلاف مجموعة المسننات الفرقية التي تعمل على معادلة سرعة الدوران للعجلات أثناء المسير في المنعطفات ومسننات أعمدة المحاور الجانبية التي تنقل الحركة إلى العجلات القائدة، كما في الشكل (3–58).



الشكل (3–58): مجموعة المسننات الفرقية.

طريقة عمل مجموعة المسننات الفرقية

عند دوران مسنن البنيون يدور معه المسنن التاجي ولكن بسرعة أقل حسب نسبة التخفيض بين المسننات ويتضاعف عزم الدوران، ويدور غلاف المسننات الفرقية بسرعة دوران المسنن التاجي نفسها، وتدور معه المسننات الفرقية، وفي هذه الحالة لا تدور المسننات الفرقية حول محورها لأنّ المقاومة على العجلتين متساوية، وتضغط المسننات الفرقية على المسننات الجانبية بنفس القوة فتدور المسننات الجانبية بالسرعة نفسها، وعند المسير في المنعطفات تزداد المقاومة الجانبية على العجل الداخلي وتدور المسننات الفرقية حول محورها وتنزلق على المسنن الجانبي الداخلي وتضغط على المسنن الجانبي الخارجي فيصبح المسنن الجانبي الخارجي تحت تأثير سرعة دوران المسنن الفرقي حول محوره وسرعة دوران المسننات مع الغلاف، وتنخفض سرعة الدوران للعجل الداخلي وتزداد سرعة دوران العجل الخارجي، ويُبين الشكل (3–59) طريقة عمل مجموعة المسننات الفرقية في حالتي السير في خط مستقيم والسير في المنعطفات.



الشكل (3–59): وضعية تعشيق مجموعة المسننات الفرقية.

أنظمة قفل العجلات

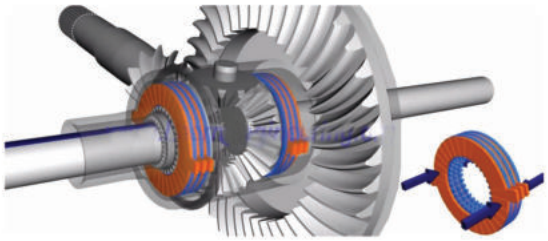
عند السير في خط مستقيم، توزع مجموعة المسننات النهائية عزم الدوران على العجلات بالتساوي، فتدور العجلات بالسرعة نفسها، وتسمح مجموعة مسننات النقل النهائي باختلاف توزيع عزم الدوران على العجلات عند السير داخل المنعطفات لمنع تآكل الإطارات وزحف المركبة غير المرغوب فيه والمحافظة على اتزان المركبة، وعند المسير على الطرق الزلقة بسبب الثلوج ومياه الأمطار والطرق الوعرة غير المعبدة، قد تدور إحدى العجلات الخلفية بسرعة أكبر من سرعة العجلة الأخرى بسبب اختلاف طبيعة الطريق، لذلك فإنَّ توزيع عزم الدوران يصبح غير متساوٍ بسبب الاختلاف في معامل الاحتكاك بين الإطارات وسطح الطريق للعجلات القائدة؛ مما يسبب صعوبة انطلاق المركبة، وللتغلب على هذه الظاهرة، استُخدمت أنظمة قفل العجلات.

أنواع أنظمة قفل العجلات

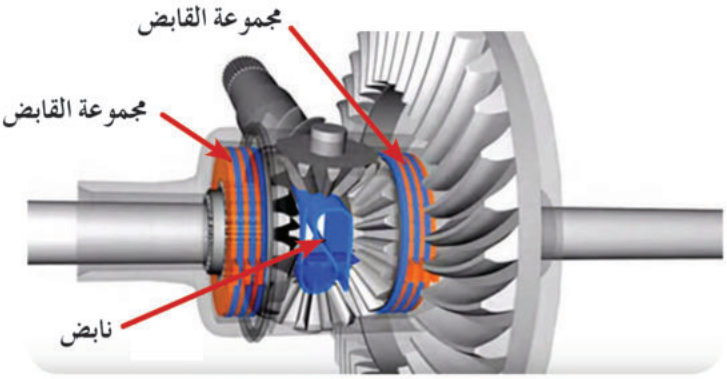
1 – نظام قفل العجلات الذاتي

يتكون نظام القفل الذاتي الاحتكاكي، من أقراص فولاذية تُرَكَّب داخل غلاف المسننات، لها نتوءات خارجية وهي مصنوعة لتناسب أخدود غلاف المسننات من الداخل، وتدور مع الغلاف، وتُرَكَّب مجموعة من أقراص الاحتكاك على أعمدة المسننات الجانبية، وتدور معها أيضا، وبما أن المسنن الجانبي والعمود يتصلان معًا بوساطة أخاديد طولية، لذلك توجد سماحية محددة لحركة المسننات على الأعمدة، إذا ضُغِط على أية مجموعة من مجموعات القابض بشكل جيد، بسبب القوة الطاردة المحورية الناتجة عن دوران المسننات الجانبية، فإن القوة الاحتكاكية بين الأقراص الفولاذية وأقراص الاحتكاك ستجعلها تتحرك بصفتها وحدة واحدة صلبة؛ نظرًا لأن الأقراص الفولاذية مثبَّتة بالغلاف وأقراص الاحتكاك مع التروس الجانبية، أو يجري تمرير الحركة من الغلاف مباشرة إلى المحور المقابل، كما في الشكل (3–60)، ويبين الشكل (3–61) أقراص الاحتكاك والأقراص الفولاذية.

وعندما تنخفض سرعة دوران العجلة فإنَّ القوة الطاردة الجانبية تقل بسبب انخفاض السرعة فتنفصل الأقراص عن بعضها، وتعمل مجموعة النقل النهائي بشكل طبيعي.



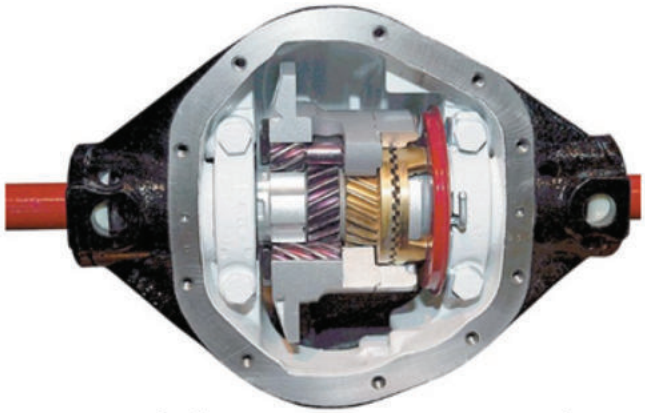
الشكل (3–61): أقراص الاحتكاك والأقراص الفولاذية.



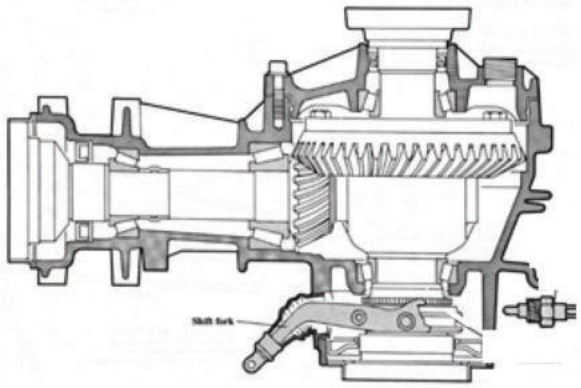
الشكل (3–60): نظام قفل العجلات الذاتي.

2 – نظام قفل العجلات الميكانيكي

في هذا النوع الميكانيكي ذي الجلب المسننة كما في الشكل (3–62) يُقفل العجلات يدويًّا بوساطة عتلة خاصة يتحكم بعملها السائق عند الحاجة، يتكون النظام من حلقة مخلبية مثبَّتة مع غلاف المسننات، وحلقة مخلبية أخرى مثبَّتة مع عمود إدارة العجل، وعند تحريك عتلة التعشيق يُقفل العجلات. يوجد نوع آخر منها يسمى القفل ذا جلبة التعشيق كما في الشكل (3–63).



الشكل (3–62): نظام قفل العجلات الميكانيكي.



الشكل (2–63): القفل ذو جلبة التعشيق.

ابحث في شبكة الإنترنت عن أنواع حديثة من أنظمة قفل العجلات، ثم اكتب تقريرًا عنها، واعرضه على معلمك.

القياس والتقويم

★★★★★

1 – بيّن أهمية مجموعة النقل النهائي المستخدمة في المركبات.

2 – اذكر وظيفة مسنن البنيون والمسنن التاجي في مجموعة مسننات النقل النهائي.

3 – اذكر وظيفة المسننات الفرقية في مجموعة مسننات النقل النهائي.

4 – عدِّد أهم أجزاء مجموعة النقل النهائي.

5 – اشرح طريقة عمل مجموعة المسننات الفرقية على المنعطفات.

6 – اشرح طريقة عمل قفل العجلات الذاتي ذي القوابض الاحتكاكية.

التمارين العملية

التمرين العاشر

معاينة مجموعة النقل النهائي المفتوح من حيث الأجزاء والمكونات .

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تعاين مجموعة النقل النهائي المفتوح من حيث الأجزاء والمكونات.

متطلبات تنفيذ التمرين

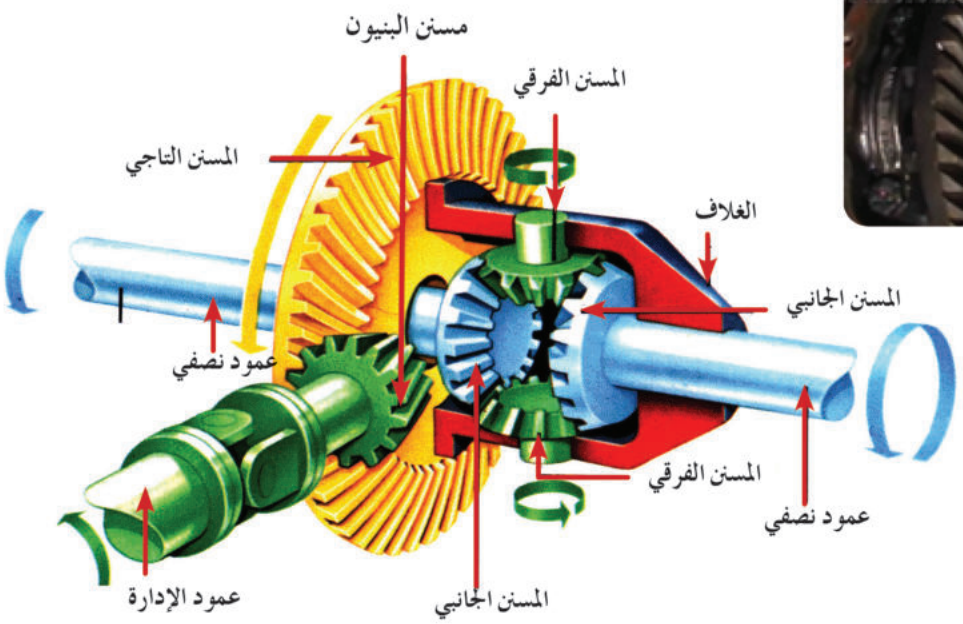
العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مجموعة النقل النهائية. – عدد يدوية منوعة.	

خطوات الأداء

– يُبين الشكل (2،1) مجموعة النقل النهائي المستخدمة في المركبات، تعرَّف أسماء مكونات هذه المجموعة وتركيبها.

الرسم التوضيحي

الشكل (1)



الشكل (2)

التمارين العملية
التمرين الحادي عشر

نزع وحدة النقل النهائي عن المركبة، ثم إعادة تركيبها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تنزع وحدة النقل النهائي عن المركبة، ثم تعيد تركيبها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة – رافعة كهروهيدرولية. – صندوق عُدد يدوية. – مفتاح براغي العجل. – مزيل الصدأ. – وعاء تفريغ الزيت.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ضع المركبة على الرافعة.	 الشكل (1)
2 – فرِّغ زيت مجموعة النقل.	
3 – انزع غطاء مجموع النقل كما في الشكل (1).	 الشكل (2)
4 – انزع حلقة تثبيت عمود إدارة العجلات من الداخل كما في الشكل (2). 5 – أنزل المركبة على الأرض.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي

6 – فُكَّ براغي العجلات جزئيًّا.

7 – ارفع العجلة عن الأرض؛ بوساطة رافعة هيدرولية.

8 – فُكَّ براغي العجلة ثم انزع العجلة من مكانها.

الشكل (3)

9 – فُكَّ درم العجل من مكانه.

10 – انزع عمود الإدارة من مكانه، كما في الشكل (3).

11 –فُكَّ براغي تثبيت مجموعة المسننات النهائية مع غلاف المجموعة، كما في الشكل (4).

12 –انزع المجموعة من مكانها، وضعها على طاولة العمل.

الشكل (4)

13 – فُكَّ براغي وصلة عمود الجر مع مجموعة النقل ثم انزع عمود الجر، كما في الشكل (5).

14 – فُكَّ صامولة مسنن البنيون، ثم انزع البنيون من مكانه.

15 – أعد تركيب المجموعة.

الشكل (5)

التمارين العملية
التمرين الثاني عشر

فَكّ مجموعة النقل النهائي إلى أجزائها، وتحديد أعطالها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ مجموعة النقل النهائي إلى أجزائها، وتحدد أعطالها.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مجموعة مسننات النقل. – صندوق عُدد يدوية. – ساعة شد البراغي. – مفتاح خاص لفَكّ صواميل المعايرة. – بريصة سحب المحامل (البيل).	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ضع مجموعة المسننات على طاولة العمل، ثم ثبِّت المجموعة على الملزمة، كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
2 – فُكَّ برغي تثبيت عمود البنيون مع الفلنجة، كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

خطوات الأداء

3 – فُكَّ براغي قفل عيار خلوص مسنن البنيون مع مسنن الكورنة، كما في الشكل (3).

4 – فُكَّ براغي أغطية المحامل الجانبية، كما في الشكل (4).

6 – انزع أغطية المحامل من مكانها، كما في الشكل (5).

7 – انزع مجموعة المسننات من مكانها.

8 – انزع فلنجة مسنن البنيون.

9 – انزع حافظة الزيت من مكانها.

10 – اسحب مسنن البنيون من مكانه.

11 – فُكَّ حامل المسننات الفرقية عن مسنن الكورنة، كما في الشكل (6).

12 – فُكَّ مسمار تثبيت المسننات الفرقية.

13 – انزع المسننات الفرقية والجانبية.

14 – نظِّف القطع بمادة بترولية والفرشاة.

15 – افحص المسننات من التآكل أو الكسر.

16 – افحص المحامل من التلف.

17 – افحص حافظات الزيت.

18 – أعد تركيب القطع؛ بعد إجراء الصيانة اللازمة.

الرسم التوضيحي

الشكل (3)

الشكل (4)

الشكل (5)

الشكل (6)

التمارين العملية

التمرين الثالث عشر

قياس الخلوص في مجموعة مسنن البنيون والمسنن التاجي، ثم ضبطه حسب تعليمات الشركة الصانعة.

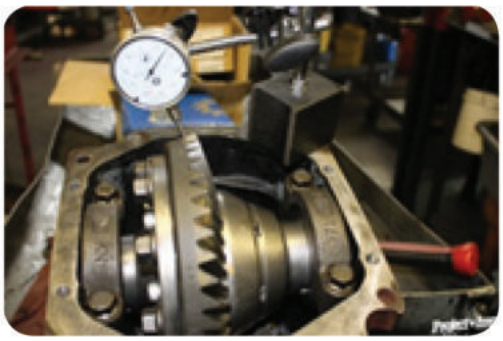
يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تقيس الخلوص في مجموعة مسنن البنيون والمسنن التاجي، وتضبطه؛ حسب تعليمات الشركة الصانعة.

متطلبات تنفيذ التمرين

العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مجموعة النقل النهائي. – مواد تنظيف نفطية وفرشاة. – ساعة قياس الانحراف. – مادة ملونه أو طلاء خاص. – صندوق عُدد يدوية.	

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – ثبِّت مجموعة مسننات النقل النهائي على الملزم، بحيث تمنع مسنن البنيون من الدوران كما في الشكل (1).	 الشكل (1)
2 – فُكَّ براغي قفل صواميل المعايرة الخلوص، كما في التمرين السابق.	
3 – فُكَّ براغي تثبيت أغطية محامل مجموعة المسننات الفرقية نصف دورة؛ بحيث تسهل إدارتها بسهولة، كما في التمرين السابق، كما في الشكل (2).	 الشكل (2)

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
4 – ركِّب ساعة القياس على مجموعة المسننات الفرقية كما في كما في الشكل (3).	 الشكل (3)
5 – ضع إبرة جهاز المعايرة على أحد أسنان المسنن التاجي، كما في الشكل (4).	
6 – حرِّك إبرة الجهاز إلى الصفر.	الشكل (4)
7 – حرِّك المسنن التاجي لقراءة الخلوص، كما في الشكل (5).	
8 – كرر العملية على أكثر من موضع؛ للتأكد من القياس كما في الشكل(4).	
9 – عايِر الخلوص بتحريك المسنن التاجي إلى اليمين أو إلى اليسار بوساطة صواميل المعايرة.	الشكل (5)

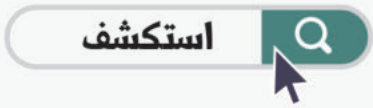
الخريطة المفاهيمية

سادسًا: محاور إدارة العجلات

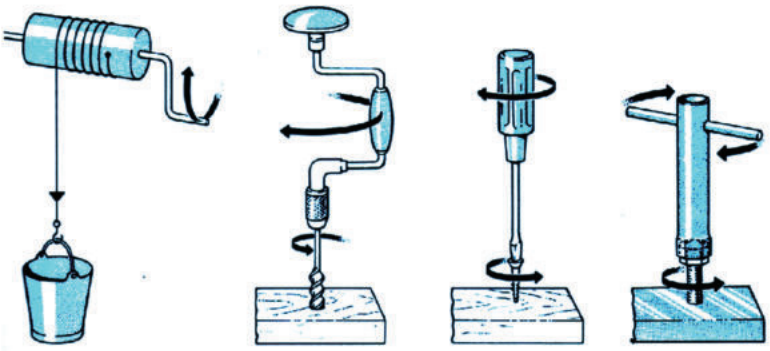
النتاجات

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يصف تركيب الأعمدة النصفية واستعمالاتها.
- ينزع محاور الإدارة (الأعمدة النصفية) الأمامية والخلفية، ويعيد تركيبها.
- يطبق قواعد الأمان والسلامة والصحة المهنية.
- يتعرّف أنواع أعمدة نقل الحركة النصفية.
- يصنف أعمدة الإدارة النصفية للدفع الخلفي؛ حسب طريقة الدعم والتثبيت، ويمايز بينها.



القياس والتقويم

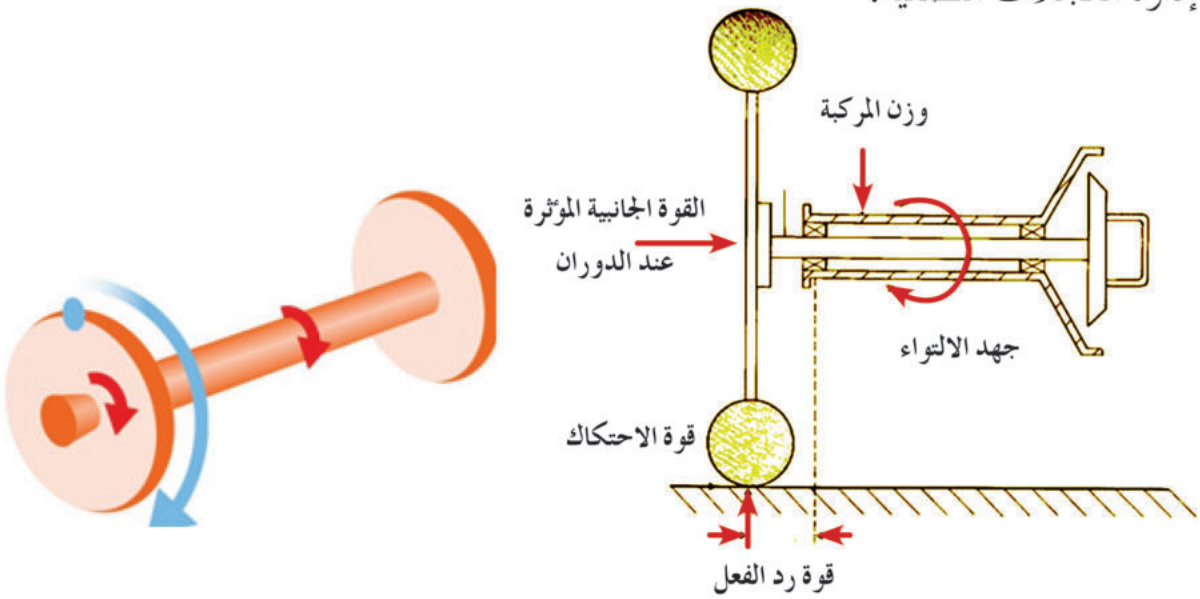


الشكل (3–64): بعض الأجهزة التي تستخدم مبدأ العجلة والمحور.

يبين الشكل (3–64) بعض أمثلة الأجهزة التي تستخدم مبدأ العجلة والمحور، يختلف التصميم باختلاف نوع العمل وفي جميع الحالات التأثير الواضح؛ بحيث نستخدم عزم الدوران لإنتاج عمل ما، وينقل عزم الدوران بوساطة محور.

استكشف

يبين الشكل (3–65) مجموعة الإجهادات المؤثرة في محاور إدارة العجلات النصفية (، إجهاد الالتواء، إجهاد القص، إجهاد الانحناء)، ما الطرائق المستخدمة في تخفيف الإجهادات على محاور إدارة العجلات النصفية؟



الشكل (3–65): مجموعة الإجهادات المؤثرة في محاور إدارة العجلات النصفية.

اقرأ.. وتعلم

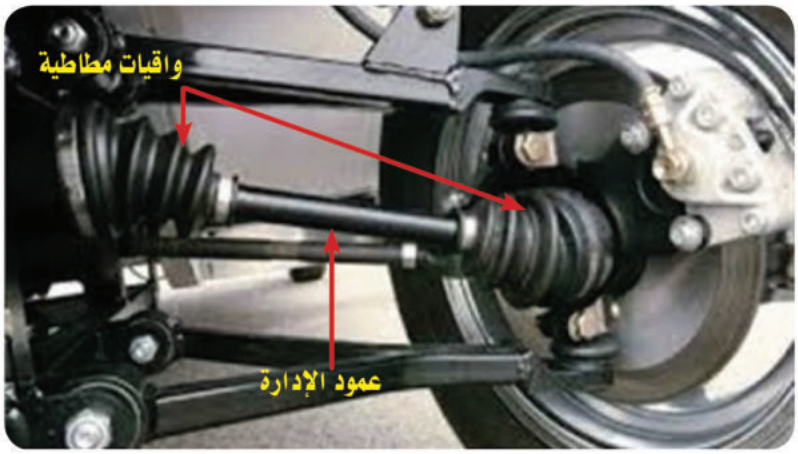
مرّ معك أن ناتج الحركة في مجموعة المسننات التفاضلية يظهر في الحركة الدورانية للمسننات الجانبية في تلك المجموعة وعددها اثنان (ايمن وايسر)، مركبة على أعمدة أو محاور داخل قشرة المحور الخلفي، ومعشقة معها بأسنان طولية تدعى الأعمدة النصفية، وترتبط المحاور عند أطرافها الأخرى بالعجلات بوساطة فلنجة وبراغي خاصة.

وظيفة محاور إدارة العجلات

إن وظيفة أعمدة إدارة العجلات نقل عزم الدوران من مجموعة مسننات النقل النهائي إلى العجلات القائدة، وتختلف محاور إدارة العجلات باختلاف طريقة دفع العجلات المستخدمة في المركبة.

أنواع أعمدة نقل الحركة

1 – أعمدة إدارة نصفية ذات وصلة مفصلية ثابتة السرعة



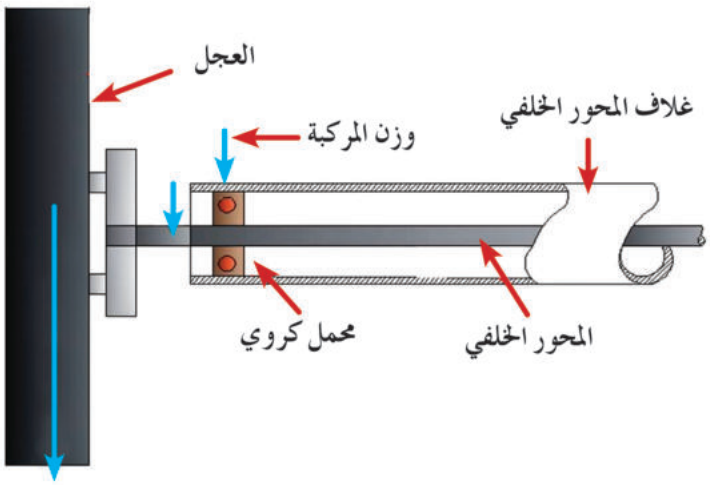
الشكل (3–66): أعمدة إدارة نصفية ذات وصلة مفصلية ثابتة السرعة.

يُرَكَّب على عمود إدارة العجل من الخارج وصلة مفصلية كروية ذات السرعة ثابتة، وعلى الطرف الآخر من الداخل، وصلة ذات حامل ثلاثي الأذرُع، تسمح بالحركة باتجاه محور عمود إدارة العجل؛ لمعالجة التغير في الطول الناتج عن حركة العجل إلى أعلى وإلى الأسفل، كما في الشكل (3–66)، وتستخدم في أنظمة التعليق الأمامية والخلفية المستقلة.

2 – **أعمدة إدارة نصفية للدفع الخلفي**

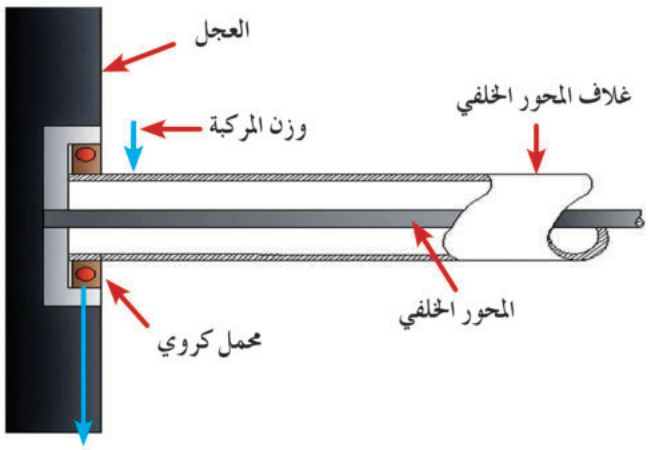
تستخدم في أنظمة التعليق غير المستقل، وتقسم حسب طريقة الدعم والتثبيت لها إلى ثلاثة أنواع:

أ – **محاور نصف طافية**: يبين الشكل (3–67) محاور أعمدة الدوران نصف طافية حيث ترتكز نهاية المحور النصفي الخلفي من جهة العجل على كرسي تحميل واحد يُرَكَّب بين غلاف المحور من الداخل، والمحور النصفي الخلفي، ويتحمل المحور النصفي جميع الأحمال الناتجة عن وزن المركبة وحركتها على الطرق والمنعطفات، ويقاوم حركة اللَّيِّ التيتحدث للمحور؛ نتيجة الدفع الجانبي أثناء دوران المركبة حول منعطف أو عند انزلاقها.



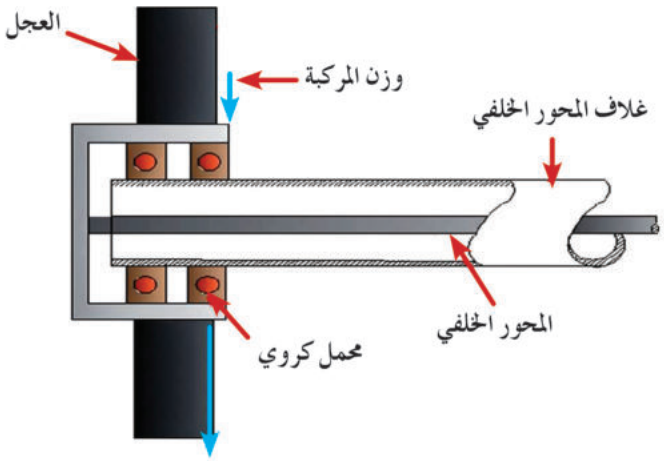
الشكل (3–67): محاور أعمدة الدوران نصف طافية.

ب– **محاور ثلاثة أرباع طافية**: يبين الشكل (3–68) محاور أعمدة الدوران ثلاثة أرباع طافية، حيث ترتكز نهاية المحور النصفي الخلفي من جهة العجل على كرسي تحميل واحد يُرَكَّب بين غلاف المحور من الخارج وبين فلنجة العجل، لا يحمل عمود المحور وزن المركبة، وإنما يحمله المحمل الموجود على غلاف المحور، ويتعرض هذا النوع من المحاور لأحمال الانحناء الناتجة من الدوران.



الشكل (3–68): محاور أعمدة الدوران ثلاثة أرباع طافية.

جـ- محاور طافية كليًّا: يبين الشكل (3–69) محاور طافية كليًّا حيث يرتكز الطرف الخارجي للمحور من جهة العجل على زوج من المحامل، تُرَكَّب بين غلاف المحور وفلنجة العجل، لا يتحمل المحور أية إجهادات ناجمة عن وزن المركبة أو القوى الناتجة من الدوران، ويتحمل الغلاف وزوج من المحامل هذه القوى، يعمل المحور على نقل العزم إلى العجلة فقط، ويُستخدم هذا النوع في الشاحنات الكبيرة والحافلات.



الشكل (3–69): محاور طافية كليًّا؛ حيث يرتكز الطرف الخارجي للمحور من جهة العجل على زوج من المحامل.

استخدم شبكة الإنترنت لمعرفة المزيد عن أنواع الإجهادات المؤثرة في الأعمدة، اكتب تقريرًا عنها وإعرضها على معلمك.

التمارين العملية

التمرين الرابع عشر

فَكّ محاور الإدارة الأمامية والإدارة الخلفية، ثم إعادة تركيبها.

يتوقع منك بعد الانتهاء من هذا التمرين أن:

- تفُكّ محاور الإدارة الأمامية والخلفية، وتعيد تركيبها.

متطلبات تنفيذ التمرين

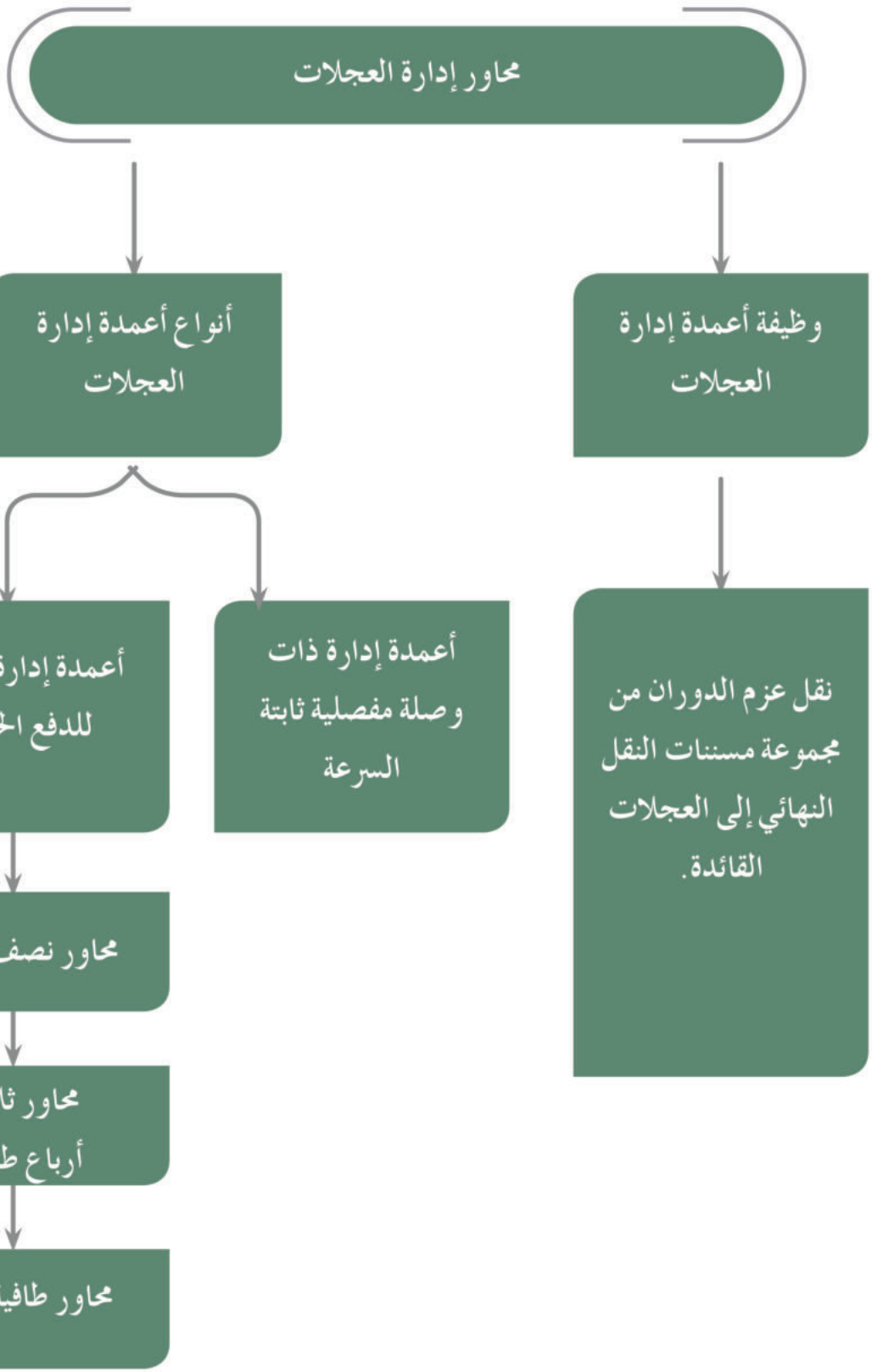
العُدد اليدوية والتجهيزات	المواد الأولية
– مركبة عاملة. – جك رفع هيدرولي. – مفتاح لفُكّ براغي العجلات. – حوامل معدنية. – صندوق عُدد يدوية.	– زيت – مواد تنظيف.

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
1 – أمِّن وقوف المركبة على الارض.	
2 – فُكَّ براغي العجلات جزئيًّا.	
3 – ارفع المركبة على الحوامل المعدنية.	
4 – فرِّغ زيت مجموعة النقل النهائي.	
5 – انزع غطاء مجموعة المسننات، كما في الشكل (1).	

الشكل (1).

خطوات الأداء	الرسم التوضيحي
6 – اسحب حلقة تثبيت طرف عمود إدارة العجل، كما في الشكل (2).	الشكل (2).
7 – فُكَّ فلنجة العجل، ثم اسحب عمود إدارة العجل، كما في الشكل (3).	الشكل (3).

الخريطة المفاهيمية



مسرد المصطلحات

Measurement	القياس
Cell	خلية المركم
Relay	مرحل
Temperature sensor	حساس قياس الحرارة
Current sensor	حساس قياس التيار
Electrical generator	المولد الكهربائي
Rotor	العضو المتحرك
Magnet	مغناطيس
Inter lock	تشابك / توصيل
Gearbox	صندوق السرعات
Battery	مركم
Inverter	محول
Sun gear	المسنن الشمسي
Engine timing	توقييت المحرك
Stroke	الشوط (المشوار)
Inlet valve	صمام الدخول
Outlet valve	صمام الخروج
Split unit	وحدة تقسيم
Drive shaft	عمود نقل الحركة
Wheels	العجلات
Brakes	الفرامل
Hybrid car	مركبة هجينة
High voltage battery	مركم الفولتية المرتفعة
Block	مجموعة من خلايا المركم
Condenser	مواسع / مكثف
Voltage sensor	حساس قياس الفولتية
Electrical motor	المحرك الكهربائي
Stator	العضو الثابت
Speed	سرعة
Coil	ملف
Engine	المحرك
High voltage	فولتية عالية
Low voltage	فولتية منخفضة
Cylinder head	رأس المحرك
Valves	صمامات / صبابات

Crankshaft	عمود المرفق
Camshaft	عمود الكامات
Connected rod	ذراع توصيل
Working Cycle	دورة تشعيل
Pressure	الضغط
Vacuum	الخلخلة
Swatch	مفتاح تشعيل
Solenoids	صمام كهرومغناطيسية
Speedometer	عداد السرعة
Hydraulic	هيدرولي
Seal	مانعة تسريب
Frication	الاحتكاك
Appropriate	مناسب
Antilock	مانع الإغلاق
Control unit	وحدة التحكم
Skipping	الانزلاق
Sensor	حساس
Wheel	العجل
Regenerative	استرداد
Capacitor	مواسعات
Force	قوة
Magnetic	مغناطيسي
Reverse	إلى الخلف
Forward	إلى الأمام
Efficient	فعال / كفاءة
Acceleration	تسارع
Inverter	العاكس
Power train	تسلسل توليد القوة
Induction system	نظام السحب
Information	معلومات
Electrical signal	إشارة كهربائية
By-pass	ممر جانبي
Maintenance	صيانة
Leakage	تسريب
Connection	وصلة

Information	معلومات
Air filtter	مصفي الهواء
Measurements	القياسات
Governor	منظم
Torque convertor	محول عزم
Planet gears	مسننات كوكبية
Ring gear	المسنن الحلقي
Turbine	العنفة
Master cylinder	المضخة الرئيسية
Wheel cylinder	مضخة العجل
Caliper	الماسك
Lining pads	بطانة الفرامل
Brake shoes	أحذية الفرامل
Return spring	زنبرك إرجاع
Adjuster	المعاير
Bleeding air	استنزاف الهواء
Heat energy	الطاقة الحرارية
Kinetic energy	طاقة الحركة
Power	الطاقة
Pedal	دواسة الفرامل
Drum	وعاء
Holder	حامل الماسك
Servo brake	الفرامل المساعدة /المؤازرة
Vacuum pressure	ضغط الخلخلة
Speed sensor	حساس السرعة
Brake Fluid	سائل الفرامل
Momentum	قوة دفع
Auxiliary air valve	صمام الهواء الجانبي
Throttle body	جسم صمام الخانق
Throttle valve	صمام الخانق
Air filter	منقي الهواء
pressure Vacuum	ضفط الخلخلة
Air chamber	غرفة الهواء
Seal ring	حافظة تسريب

Engine coolant temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة سائل التبريد
Throttle position sensor	حساس تحديد موقع صمام الخنق
Oxygen sensor	حساس الأكسجين
High voltage battery sensors	حساسات مركم الفولتية المرتفعة
Fuel temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة الوقود
Fuel rail pressure sensor	حساس قياس الضغط المطلق لمجمع الوقود
Fuel level sensor	حساس قياس مستوى الزيت في علبة عمود المرفق
Engine oil pressure sensor	حساس قياس ضغط زيت تزييت المحرك
Engine oil temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة زيت التزييت المحرك
Knock sensor	حساس الدق / الطرق
Crank shaft position sensor	حساس تحديد موقع عمود المرفق / الكرنك
Cam shaft position sensor	حساس تحديد موقع عمود الحدبات / الكامات
Exhaust gas recirculation valve	حساس إعادة تدوير الغازات العادمة
Vehical speed sensor	حساس قياس سرعة المركبة
Air fuel ratio sensor A/F	حساس قياس نسبة الهواء إلى الوقود
Steering wheel position sensor	حساس قياس زاوية عجلة القيادة
Temperature sensor	حساس قياس درجة الحرارة
Air temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرك
Air mass sensor	حساس قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك
Torque converter speed sensor	حساس قياس سرعة محول العزم
Transmission flued temperature sensor	حساس قياس درجة حرارة زيت صندوق السرعات

تم بحمد اللّٰه تعالى