أنظمة تعليق السيارات (١)

أ.د./ نجيب الصادق لوام

تتحمل الإطارات والعجلات والمحاور وأنظمة التعليق (suspension systems) مجتمعة وزن السيارة، بينما تمكِّن أنظمة التعليق العجلات من الحركة إلى الأسفل وإلى الأعلى تبعاً لتغير سطح الطريق، وتساعد على وقاية جسم السيارة والأجزاء الآلية من صدمات النتوءات والحفر، وتوفر تحكماً أفضل بالتوجيه، وتزيد في راحة الركاب.

تتألف معظم أنظمة التعليق في السيارات من نوابض وتجهيزات تسمى ممتصات الصدمات. يتصل بكل عجلة من عجلات السيارة نابض وممتص للصدمات، فعندما يصطدم إطار السيارة بنتوء فإن العجلة تندفع إلى الأعلى فينضغط النابض وممتص الصدمات، وعندما يستوي الطريق يرتد النابض وممتص الصدمات فيدفعان العجلة إلى الاسفل.

تهدف أنظمة التعليق الخاصة بالسيارات إلى تأمين الراحة والسلامة للركاب أثناء السير. ويتم هذا فنيا عن طريق القيام بالمهام التالية :

١- رفع هيكل السيارة ومقاومة الأحمال.

٢- الضغط على العجلات حتى تبقى ملازمة لسطح الطريق أثناء السير السريع (تفاديا للانزلاق خاصة عند المنعطفات الخطيرة).

٣-عزل هيكل السيارة عن التأثيرات الأرضية واهتزازات العجلات لتوفير الاستقرار والراحة للركاب.

٤- دفع العجلات الخلفية إلى إتباع خط سير العجلات الأمامية.

تتعلق المهمتان ١ و٢ بأمن السير والسلامة، ولا يمكن تحقيقهما إلاّ باستخدام نظام تعليق صلب (Hard)، بينما تتعلق المهمتان ٣ و٤ بتوفير الراحة للركاب، ويتطلب تحقيقيهما نظام مرن (soft/flexible).

شكّلْ التضارب في المتطلبات (صلب/مرن أو soft/hard) صعوبة كبرى في تصميم نظم التعليق في السيارات، ويعرف فنياً بمعادلة السلامة مقابل الراحة (Comfort/Safety equation) الخاصة بالسيارات. علماً بأنّ حدة هذه المسألة تزيد كلما كان جسم السيارة قصيراً، فقد شغل حل هذه المعادلة جل إهتمام الشركات المصنعة للسيارات على مدى قرن من الزمن، مما أدى إلى التوصل إلى عدد من الأنظمة يمكن تصنيفها إلى مجموعتين رئيسيتين، هما مجموعة النظم السلبية (Passive Systems)، ومجموعة النظم النشطة (Active Systems). يتناول هذا العدد النظم السلبية.

تتكون مجموعة النظم السلبية أساساً من عناصر لها عوامل فيزيائية ثابتة ومحددة – تماماً – أثناء الإنتاج في المصانع، لملاءمة أنماط السير المعتادة.

و يمكن تقسيم النظم السلبية إلى مجموعتين، هما:

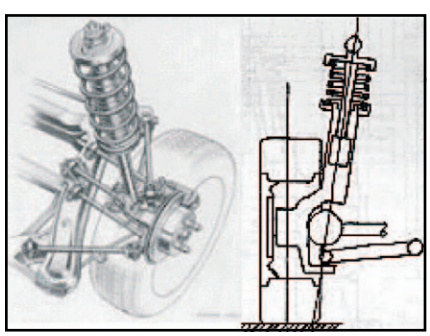
النظم التقليدية

تتكون النظم التقليدية (Classical Systems) من عناصر محددة بشكل هندسي وعوامل فيزيائية ثابتة، لكي تناسب نمط سير معين، كالسير على الطرق السريعة والدروب الصعبة غير المعبدة والمنعطفات الخطيرة والتوقفات المفاجئة إلى غير ذلك، وفي هذا النوع من نظم التعليق يكون محكوماً على السيارات المزودة به – معظم السيارات المسوقة حالياً – مواجهة جميع حالات السير التي تعترضها بنفس الكيفية، لأنه لا يمكن التغيير فيه خارج المصنع. وقد ظهرت هذه النظم مع السيارات الأولى – في بداية القرن المنصرم – بأشكال مختلفة حسب الحاجة وحجم السيارات، ويعد موديل **مكفرسن (McPherson)**، شكل (١) الموجود فوق كل عجلة أكثرها انتشاراً في وقتنا الحاضر. يتكون هذا النظام أساسا من عنصرين أساسيين، هما:

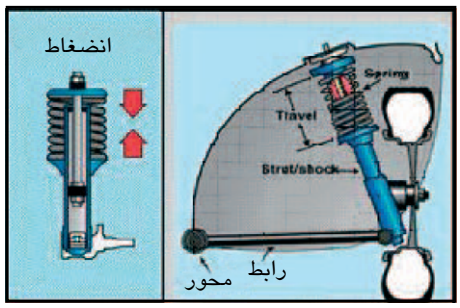
– **النابض (Spring)**، ويعمل على امتصاص الطاقة الناتجة عن تلقى الصدمة.

– **المخمد (Damper)**، ويعمل على تبديد هذه الطاقة، شكل (٢).

الجدير بالذكر أن النظم التقليدية



● شكل (١) موديل مكفرسن للتعليق .



● شكل(٢) عنصري نظام التعليق النابض والمخمد.

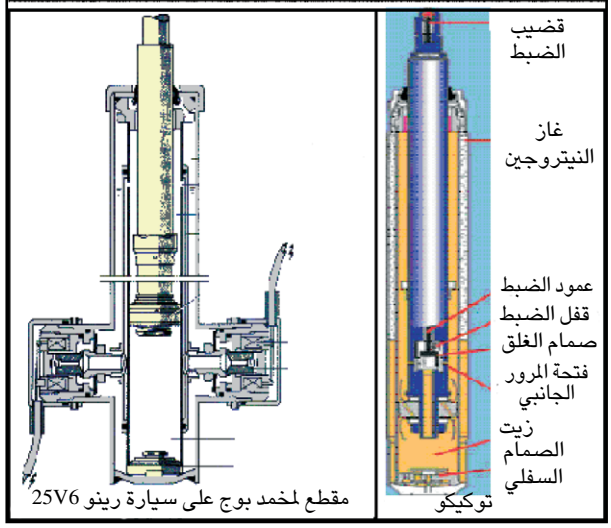
● شكل(٣) أنواع حديثة من ممتصات الصدمات .

استفادت كثيراً خلال العشرية الأخيرة من التطورات الهائلة التي حصلت لتقنية المواد، بحيث يتم حالياً إنتاج نوع حديث من هذه النظم ذات جودة عالية بتكلفة إقتصادية معقولة، شكل (٣).

النظم القابلة للتعديل

ظهرت النظم القابلة للتعديل (اليدوي) (Adjustable systems) أثناء الحرب العالمية الثانية لفسح المجال لتخصيص بعض السيارات أو نظم تعليقها لتلائم استخدامات معينة. وخلافاً للنظم التقليدية التي لا تقبل التعديل في شكلها الهندسي أو في عناصرها بعد خروجها من المصنع، فإنها تسمح بالتغيير في شكلها الهندسي أو في عناصرها يدويا حسب الحاجة، ووفق متطلبات أنماط السير المطلوبة. فمثلا، يمكن جعلها صلبة تماما – مثل سيارات السباق – أو مرنة تماما – مثل سيارات الإسعاف والترفيه – أو على

دايلمر بنز



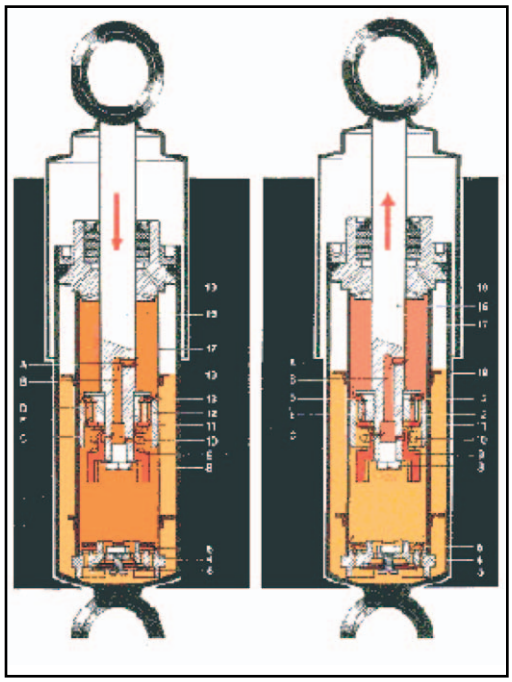
● شكل (٤) بعض النظم التي تسمح بالتعليق الممتاز لمستويات متعددة .

حالات بينية معينة.

تعد النظم القابلة للتغيير مكلفة نسبيا، ولا يتم إنتاجها عادة إلاّ حسب الحاجة، حيث يتركز الطلب عليها مثلا في سيارات السباق، أو بعض السيارات السياحية الفاخرة، والسيارات العسكرية المتخصصة لنقل الجيوش أو حمل الرؤوس النووية وغيرها.

تم تطوير نظم التعليق القابلة للتعديل كثيراً خلال السنوات العشر الأخيرة، وقد استفادت هذه النظم من التطورات الحديثة في تقنية المواد مثلها مثل النظم التقليدية، مما جعلها اليوم متوفرة نسبيا لدى بعض الشركات، وبأسعار مقبولة نسبيا، وبدرجات متعددة من مستويات الضبط.

توفر حاليا بعض الشركات المعروفة – مثل: دايلمر بنز (Daimler Benz)، و بوج (Boge)، وتوكيكو (Tokico) – نظم تسمح بالتعليق الممتاز جدا حسب خمسة مستويات أو أكثر من متطلبات ظروف السير المختلفة، شكل (٤). كما وفرت شركة كوني (Koni) منذ عدة سنوات وحدات ذات إخماد قابل للتعديل الميكانيكي، عن طريق التعديل اليدوي في قطر الفتحات الممررة للزيت داخل المخمد، شكل (٥).



● شكل(٥) أنظمة تعليق قابلة للتعديل اليدوي .