VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

صمام استشعار الحمولة (ALB): أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

إذا انغلقت العجلات الخلفية عند الفرملة ونصف المقطورة فارغة، أو طالت مسافة التوقف وهي محملة، فصمام استشعار الحمولة لا يضبط الضغط بدقة. إليك التشخيص.

إذا كانت العجلات الخلفية تنغلق عند الضغط على الفرامل ونصف المقطورة فارغة، أو كانت مسافة توقف المركبة تطول وهي محملة، أو كان مصباح ABS لا يضيء إلا في حالات تحميل معينة، فإن صمام استشعار الحمولة ALB من أول القطع التي ينبغي التفكير فيها. تعرف هذه القطعة في الورش باسم «ALB» أو «صمام الحمولة»، أو كما ترد في المصادر الألمانية باسم **ALB-Regler** (اختصار لعبارة ألمانية معناها «منظم قوة الفرملة التلقائي المعتمد على الحمولة»)، وهي تعدل ضغط الفرامل المتجه إلى المحور الخلفي بما يتناسب مع حمولة المركبة في تلك اللحظة. ورغم صغر جسمها، فإن ضبطها الخاطئ أو كلال مكوناتها الداخلية ينعكس مباشرة على مسافة التوقف وعلى تقرير الفحص الفني. ونشرح في هذا الدليل بلغة الورشة ما يقوم به صمام ALB، وكيف تظهر أعطاله، وكيف يستبدل، وما نقاط الفحص التي يجب التحقق منها.

حول هذه الوثيقة: أعدها الفريق الفني في VADEN استنادًا إلى خبرة التصنيع والخدمة الميدانية في أنظمة فرامل المركبات التجارية الثقيلة. والقيم الواردة هنا *نطاقات مرجعية نموذجية*؛ أما ضغط الضبط الدقيق وزاوية الذراع وعزم الربط والتفاوتات المسموح بها لكل مركبة أو نصف مقطورة فهي القيم المدونة في أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة وعلى ملصق أو لوحة ALB المثبتة على المركبة، وهي القيم المعتمدة عند التطبيق. **آخر تحديث: سبتمبر 2026.**

تصمم أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة وفق لائحة ECE R13 (لائحة الفرامل الأممية/الأوروبية) ومعيار ISO 611.

ما هو صمام استشعار الحمولة (ALB)؟ وظيفته ومبدأ عمله

صمام استشعار الحمولة ALB هو صمام ميكانيكي هوائي لتنظيم قوة الفرملة في المركبات التجارية الثقيلة وأنصاف المقطورات، يخفض تلقائيًا ضغط الهواء المتجه إلى حجرات فرامل المحور الخلفي ويضبطه تناسبيًا بحسب الحمولة اللحظية الواقعة على المحور.

يستند منطقه إلى حقيقة فيزيائية بسيطة: لا يمكن أن تتجاوز قوة الفرملة الحمل الذي يضغط به الإطار على الطريق. فبينما يحمل المحور الخلفي لرأس قاطرة فارغ بضعة أطنان، قد يحمل المحور نفسه ثلاثة إلى أربعة أضعاف ذلك والمركبة محملة. وإذا أرسل الضغط القادم من صمام الفرامل بالقيمة نفسها في الحالتين، فإن العجلات الخلفية تنغلق والمركبة فارغة (فتنزلق المركبة جانبيًا، ويتكون موضع مسطح على الإطار، ويتدخل نظام ABS باستمرار)، بينما تكون الفرملة غير كافية والمركبة محملة. وهنا يأتي دور صمام ALB: إذ يقرأ مقدار انضغاط نظام التعليق ليستنتج «مقدار حمولة المركبة في هذه اللحظة»، ثم يحول ضغط الدخول إلى ضغط خروج متناسب مع هذه الحمولة.

يجرى القياس بإحدى طريقتين. ففي المركبات ذات التعليق الميكانيكي (النوابض الورقية) يثبت الصمام على الشاسيه، ويتصل الذراع الموجود في طرفه بالمحور أو بمشبك المحور عبر قضيب توصيل وعنصر مرن (حبل مطاطي أو عنصر التوائي). وكلما زادت حمولة المركبة اقترب الشاسيه من المحور، فتتغير زاوية الذراع، ويغير مقطع الكامة أو المنحنى داخل الصمام النسبة. أما في المركبات ذات التعليق الهوائي فالأمر أسهل: فضغط النابض الهوائي يتناسب طرديًا مع الحمولة أصلًا، ولذلك يأخذ الصمام خط تحكم مباشرة من النابض الهوائي للتعليق — ويسمى هذا النوع عادة ALB الهوائي أو صمام الحمولة المتحكم فيه بضغط النابض الهوائي.

ماذا يحدث داخل الصمام؟

يوجد في جسم الصمام مكبس موازنة بين الدخول (ضغط التحكم القادم من صمام الفرامل) والخروج (المتجه إلى حجرات الفرامل الخلفية أو صمام الترحيل). ويغير وضع الذراع نسبة المساحة الفعالة لهذا المكبس أو يزيح منحنى الكامة. ففي وضع الفراغ تنخفض نسبة الخروج إلى الدخول انخفاضًا واضحًا (تخفيض يقع عادة في نطاق 1:2 إلى 1:5 بحسب المركبة)، أما في وضع الحمولة الكاملة فتقترب النسبة من 1:1 — أي يصبح الصمام شبه شفاف ويمرر ضغط الدخول كاملًا. ولكل حالة تحميل بين هاتين الحالتين ينتج الصمام نسبة وسيطة تقابل زاوية الذراع. وتتضمن معظم التصاميم أيضًا ميزة أمان للطوارئ: فإذا انكسر ذراع الوصلة أو سقط القضيب، يستقر الصمام في وضع «الحمولة الكاملة»، أي أنه يمرر قوة الفرملة كاملة بدلًا من تقليلها. وهذا خيار مقصود؛ فانغلاق العجلات مبكرًا بعض الشيء والمركبة فارغة أهون من البقاء بلا فرامل.

موقعه في النظام والقطع المجاورة

لا يعمل صمام ALB بمفرده. ففي دائرة المحور الخلفي النموذجية يكون الترتيب كما يلي: صمام فرامل القدم - صمام استشعار الحمولة ALB - صمام الترحيل (أو معدل ABS مباشرة) - حجرات الفرامل. وفي أنصاف المقطورات يدخل في هذه السلسلة أيضًا صمام فرامل نصف المقطورة (صمام الطوارئ/الترحيل) ومعدل EBS إن وجد. ولذلك من الخطأ تحميل صمام ALB المسؤولية مباشرة عند شكوى «الفرامل الخلفية لا تمسك»؛ فقد يؤدي صمام الترحيل أو المعدل أو حجرة الفرامل أو خطوط الهواء إلى النتيجة نفسها.

- **جسم الصمام:** مصبوب عادة من الألمنيوم؛ وتحمل منافذ الدخول (1) والخروج (2) والتنفيس (3) أرقامها عليه.
- **ذراع التحكم (الرافعة):** الذراع الذي ينقل معلومة الحمولة إلى الصمام؛ وقد يحمل تدريجًا للضبط أو ثقبًا مرجعيًا للمعايرة.
- **قضيب التوصيل والعنصر المرن:** ينقلان حركة المحور إلى الذراع بعد تنعيمها؛ ويخمدان صدمات الطريق.
- **مكبس الموازنة / مقطع الكامة:** الآلية الداخلية التي تغير النسبة.
- **الغشاء وطقم الحشيات:** أكثر الأجزاء عرضة للتآكل والتقادم؛ وهي التي تؤمن منع التسرب.
- **منفذ التنفيس وغطاء الغبار:** يحافظان على مسار التصريف مفتوحًا ونظيفًا؛ وإذا انسد تأخر تحرر الفرامل.
- **لوحة الضبط / الملصق:** مصدر المعلومات الذي تدون عليه قيم الضغط في حالتي الفراغ والتحميل وزاوية الذراع، وهو أكثر مصدر يغفل عنه في الورش.

مقارنة الأنواع: أي ALB يناسب أي مركبة؟

الاستخدام / نوع التعليق	نوع ALB	مصدر إشارة الحمولة	التطبيق النموذجي
المحور الخلفي لشاحنة ذات نوابض ورقية	ALB ميكانيكي بذراع	ذراع + قضيب + عنصر مرن (المسافة بين المحور والشاسيه)	المحور الخلفي لرؤوس القاطرات والشاحنات التقليدية، ومركبات مواقع الإنشاء
رأس قاطرة / نصف مقطورة بتعليق هوائي	ALB هوائي (يتحكم فيه ضغط النابض الهوائي)	خط تحكم من النابض الهوائي للتعليق	رأس قاطرة للطرق السريعة، ونصف مقطورة ذات غطاء مشمع أو مبردة
نصف مقطورة (بنوابض ميكانيكية)	ALB ميكانيكي خاص بأنصاف المقطورات	قضيب توصيل المحور	نصف مقطورة قلابة أو منخفضة (لوبد) أو مسطحة
مقطورة / محاور ترادفية	ALB بذراع مع صمام ترحيل	ذراع، يتصل غالبًا بجسر المحاور المشترك	مقطورات زراعية وحرجية، وناقلات بمحاور ترادفية
تطبيق بضبط يدوي	صمام حمولة يدوي (بدرجات: فارغ/نصف حمولة/حمولة كاملة)	ذراع يحركه السائق أو المشغل	المقطورات من الأجيال القديمة وبعض رؤوس القاطرات العاملة مع معدات البناء الثقيلة
مركبة حديثة مزودة بنظام EBS	استشعار إلكتروني للحمولة (وظيفة ALB مدمجة في EBS)	حساس ضغط + برنامج ECU الخاص بنظام EBS	رأس قاطرة / نصف مقطورة حديثة بنظام EBS — قد لا يوجد ALB ميكانيكي منفصل

في جانب الأنظمة الهوائية للفرامل تنتشر في الميدان معماريات الأنظمة من نوع Knorr-Bremse وWABCO/ZF وBendix؛ أما أسماء OE في جانب المحرك والتبريد مثل Bosch وMahle وBehr وVoith فتتعلق بدائرة ALB بشكل غير مباشر (من حيث تدفق ضاغط الهواء وجودة الهواء). ولا تذكر هذه الأسماء في منتجات VADEN إلا في سياق التوافق *كبديل مكافئ أو من النوع المماثل*.

التحقق من رقم القطعة أمر لا بد منه. تبدو صمامات ALB من الخارج شبه متطابقة، لكن نسبها الداخلية وأسنان منافذها وهندسة أذرعها تختلف. وعند تركيب صمام بنسبة خاطئة تعمل المركبة، ولا يتسرب الهواء، ولا يضيء أي مصباح — لكن توازن الفرامل يكون مختلًا، ولن تكتشف ذلك إلا على جهاز اختبار الفرامل أو عند فرملة طارئة. لذا قبل الطلب أجر دائمًا مطابقة تبادلية باستخدام: (1) رقم شاسيه المركبة أو رقم VIN، و(2) رقم OE المدون على الصمام القديم، و(3) قيم الضغط

في حالتي الفراغ والتحميل المدونة على ملصق ALB في المركبة، و(4) نوع نظام التعليق. وإذا ساورك الشك فأرسل صورة ملصق القطعة القديمة إلى خط الدعم الفني لدى VADEN.

أعراض الأعطال والتشخيص

لا تظهر أعطال صمام ALB في الغالب بشكوى واضحة مثل «الفرامل لا تمسك»، بل بسلوك *يتغير بحسب حالة التحميل*. والسؤال الفاصل هو: هل تظهر المشكلة والمركبة فارغة، أم وهي محملة، أم في الحالتين؟ فالإجابة توجهك مباشرة إلى الصمام أو إلى موضع آخر.

الأعراض	السبب المحتمل	الفحص / التحقق
تنغلق العجلات الخلفية مبكرًا والمركبة فارغة، ويتدخل نظام ABS كثيرًا	بقي الصمام عالقًا في وضع «التحميل»؛ أو انكسر الذراع أو القضيب أو علق أو ضبط ضبطًا خاطئًا	تحقق يدويًا من حرية حركة الذراع؛ وقس الضغط عند منفذ الخروج بمقياس الضغط والمركبة فارغة، وقارنه بقيمة الفراغ المدونة على الملصق
ضعف الفرامل الخلفية والمركبة محملة، وطول مسافة التوقف	بقي الصمام عالقًا في وضع «الفراغ»؛ أو أصاب الكلال الآلية الداخلية، أو زاوية الذراع خاطئة	قس ضغطي الدخول والخروج في وقت واحد والمركبة محملة؛ والمتوقع أن تقترب النسبة من 1:1
عدم توازن الفرامل: تنحرف المركبة إلى أحد الجانبين عند الفرملة	خنق من جهة واحدة، أو تضيق في الخط، أو انحراف أحد صمامي ALB في التطبيقات المزدوجة، أو اختلاف الحجرات أو الفحمات	قياس القوة لكل محور على جهاز اختبار الفرامل ذي البكرات؛ وتسجيل الفرق بين اليسار واليمين في التقرير
تسرب هواء مستمر من جسم الصمام أو من عمود الذراع	تمزق الغشاء، أو تقادم الحلقات الدائرية (O-ring) أو الحشيات، أو شرخ في الجسم	اختبار الماء والصابون: في حالتي الضغط على الفرامل وتحريرها كلًا على حدة؛ والتسرب المستمر من منفذ التنفيس يشير إلى مشكلة في الإحكام الداخلي
عند تحرير الفرامل تتأخر حجرات الفرامل الخلفية في التفريغ، فتظل الفرامل «تحتك باستمرار»	انسداد منفذ التنفيس، أو فقدان غطاء الغبار، أو عدم عودة المكبس الداخلي، بل وحتى تجمد أو رطوبة	افحص منفذ التنفيس وغطاء الغبار بصريًا؛ وتحقق من مجفف الهواء ومن تصريف الخزانات؛ وإذا كان في النظام ماء فاشتبه في التجمد
الرفض في الفحص الفني (TÜVTÜRK أو الفحص الدوري) بسبب توزيع قوة الفرملة أو قوة المحور الخلفي	انزياح ضبط ALB، أو تركيب صمام بنسبة خاطئة، أو اختلال هندسة الذراع	خذ قيم القياس الواردة في التقرير؛ وقارنها بملصق ALB في المركبة ثم افحص الضبط
في المركبة ذات التعليق الهوائي لا يتغير سلوك الفرامل إطلاقًا عند تغير الحمولة	انقطاع خط التحكم القادم من النابض الهوائي أو انسحاقه، أو انسداد طرف الخط	افصل خط التحكم، وتحقق بمقياس الضغط من وصول ضغط النابض الهوائي للتعليق إلى الصمام
صوت خشخشة أو خلوص في وصلة الذراع، واهتزاز القضيب	كلال العنصر المرن، أو ظهور خلوص في المفصل أو الوصلة الكروية، أو انحناء القضيب	حرك الذراع يدويًا إلى الأعلى والأسفل والمركبة على الأرض؛ ولا يقبل أي خلوص محسوس

منطق التشخيص خطوة بخطوة

تحقق أولًا من ضغط النظام: هل الخزانات ممتلئة؟ وهل يبلغ ضاغط الهواء ضغط القطع؟ وهل يؤدي مجفف الهواء وظيفته؟ فكل قياس لصمام ALB يجرى مع ضغط نظام منخفض يعطي نتائج مضللة. ثم قس ضغط *الدخول* — وتأكد من وصول الضغط الصحيح إلى صمام ALB قبل أن تحمله المسؤولية. وبعد ذلك فقط انظر إلى نسبة الدخول إلى الخروج. فمعظم من يتجاوزون هذا الترتيب ينتهي بهم الأمر إلى استبدال صمام سليم.

القياس المزدوج بمقياسي ضغط: الطريقة الأدق

صل مقياسي ضغط (مانومتر) بدخول صمام ALB وخروجه في آن واحد (من نقطة الاختبار إن وجدت، وإلا فبوصلة على شكل T). اختبر المركبة فارغة أولًا، ثم محملة إن أمكن. اضغط على فرامل القدم تدريجيًا حتى يصل ضغط الدخول إلى قيمة الاختبار المدونة على الملصق (وهي عادة نقطة مرجعية في حدود 5–6 bar)، ثم اقرأ ضغط الخروج. ويجب أن يكون الخروج أقل بوضوح والمركبة فارغة، وقريبًا جدًا من الدخول وهي محملة. وإذا لم يكن هناك أي فرق بين الحالتين، أو كان الفرق في الاتجاه المعاكس، فالصمام إما معطل وإما غير مضبوط.

ما يجب استبعاده قبل اتهام الصمام

فحمات الفرامل المتآكلة، والكاليبر أو عمود الكامة العالق، وذراع الفرامل غير المضبوط (ذراع الضبط التلقائي في أنظمة كامة S)، وغشاء حجرة الفرامل الذي أصابه الكلال، وخرطوم الهواء المنسحق، وصمام الترحيل المعطل — كلها تحاكي عطل صمام ALB. وفي المركبات المزودة بنظام EBS خاصة، اقرأ ذاكرة الأعطال أولًا؛ فكثيرًا ما يعطيك النظام بيانات حساس الضغط مباشرة، دون أن تحتاج إلى لمس صمام ALB الميكانيكي أصلًا.

المعايير ومصادر للاستزادة

يخضع هذا الموضوع لقواعد تجهيز المركبات التجارية المزودة بالفرامل الهوائية. ففي الولايات المتحدة يحدد المعيار الفيدرالي للفرامل الهوائية FMVSS 121 (49 CFR 571.121) خزانات الهواء والحماية والتوقيت التي يجب أن يوفرها النظام المطابق، بينما تطبق أوروبا الحدود المكافئة الواردة في اللائحة رقم 13 الصادرة عن اللجنة الاقتصادية لأوروبا التابعة للأمم المتحدة (UNECE). وللاطلاع على التفاصيل، راجع المرجع المصور المنشور على موقع airbrakecompressor.com. وتحقق دائمًا من القيم الفعلية بالرجوع إلى التشريعات السارية وبيانات الخدمة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة.

في المملكة العربية السعودية تنظّم اللائحة الفنية لقطع غيار السيارات الصادرة عن الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة متطلبات قطع الغيار الجديدة المصنّعة داخل المملكة أو المستوردة، ويشمل تعريف المركبات فيها، بحسب تعديلها المنشور في جريدة أم القرى، الحافلات والشاحنات المستخدمة لنقل البضائع أو لجرّ المقطورات وأنصاف المقطورات. وفي الإمارات العربية المتحدة تخضع قطع الغيار الأساسية، ومنها الفرامل، لمتطلبات المطابقة ضمن المنظومة الإماراتية للرقابة على قطع غيار المركبات، وفي مصر تتحقق الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة من شهادات E-MARK لمكونات المركبات. ويبقى دليل الخدمة الحديث الصادر عن الشركة المصنّعة للمركبة هو المرجع المعتمد لأي قيمة أو إجراء فني.

خطوات الاستبدال / التركيب

السلامة ومعدات الوقاية الشخصية — لا تتجاوز هذه الخطوة. ينطوي العمل على نظام الهواء المضغوط على خطر إصابات جسيمة. يجب أن تكون المركبة على أرض مستوية، والمحرك متوقفًا، ومفتاح التشغيل في وضع الإيقاف، ومصدات العجلات موضوعة، وفرامل اليد مؤمنة ميكانيكيًا. **لا تفك أي خط قبل تفريغ طاقة فرامل النابض (الحجرة) وتصريف الهواء من النظام.** فالهواء المضغوط المتبقي في الدائرة يجعل الخرطوم يرتد كالسوط عند فتح الوصلة. وإذا كان سيجرى رفع للمركبة فلا بد من تأمينها بحوامل الأمان — ولا تعتمد على الرافعة وحدها. معدات الوقاية الشخصية: نظارات واقية، وقفازات عمل، وحذاء بمقدمة فولاذية، وواقيات للأذن عند الحاجة. وفي المركبة ذات التعليق الهوائي قد ينخفض الشاسيه فجأة أثناء تفريغ النوابض الهوائية — فلا تضع يديك أو قدميك بين المحور والشاسيه.

1. **التحضير والتحقق:** اجمع بيانات المركبة ونصف المقطورة (رقم VIN، ونوع المحور، ونوع التعليق)؛ وقارن رقم OE أو رقم البديل ونوع الذراع للصمام الجديد بالقطعة القديمة. والتقط صورة لملصق ALB الموجود على المركبة — فقد يضيع بعد الفك أو يصبح غير مقروء.

2 **سجل الضبط الحالي:** قبل الفك قس الزاوية الحالية للذراع وطول القضيب والموضع على تدريج الضبط إن وجد، ودونها أو صورها. فهذا أثمن مرجع للضبط الأولي بعد التركيب. ولا تكفي المطابقة التقريبية؛ بل سجل القيم بالمليمتر والدرجات.

3 **أمّن النظام وفرّغه:** ضع مصدات العجلات، وأطفئ مفتاح التشغيل، وفرغ خزانات الهواء وفق إجراء الشركة المصنعة. وحرر حجرات فرامل النابض ميكانيكيًا عند الحاجة (بمسمار التحرير). وتأكد من مقياس الضغط أن ضغط النظام وصل فعلًا إلى الصفر — ولا تقل «لا بد أنه فرغ».

4 **ضع علامات على الخطوط ثم فكها:** ضع ملصقات على خطوط الدخول (1) والخروج (2) والتنفيس (3) وخط التحكم القادم من التعليق إن وجد قبل فكها. فتبديل خطي الدخول والخروج يجعل الصمام يعمل بشكل معكوس ويبقي شكوى العطل كما هي. واسدد أطراف الخطوط المفكوكة كي لا يدخل الغبار والرطوبة إلى النظام.

5 **فك وصلة الذراع والصمام:** افصل قضيب التوصيل أو العنصر المرن عن طرف الذراع، ثم فك مسامير تثبيت الصمام على الشاسيه. وإذا كان القضيب أو المفاصل منحنية أو مشروخة أو فيها خلوص فجددها مع الصمام — فالقضيب الذي أصابه الكلال لا يحافظ على ضبط الصمام الجديد.

6 **نظف سطح التثبيت والخطوط:** أزل الصدأ والأوساخ عن سطح الحامل، وافحص أسنان المسامير. ونظف أطراف الخطوط والوصلات بالهواء المضغوط؛ وإذا وجدت فيها رطوبة أو زيتًا متراكمًا فأدرج مجفف الهواء وتصريف الخزانات ضمن العمل أيضًا. فالهواء الملوث أسرع أعداء الصمام الجديد.

7 **ركب الصمام الجديد في مكانه:** ضع الصمام في الاتجاه الصحيح (بحيث تطابق اتجاهات المنافذ واتجاه الذراع رسم الشركة المصنعة)، وركب المسامير باليد وضع الجسم في موضعه، ثم اربطها تدريجيًا بعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة. ولا تعرض الجسم لأي إجهاد؛ فجسم الألمنيوم يتشقق عند الإفراط في عزم الربط.

8 **صل الخطوط:** صل خطوط الدخول والخروج والتنفيس وخط التحكم إن وجد وفق الملصقات التي وضعتها. واستخدم في الوصلات الملولبة مادة منع التسرب المناسبة وفق تعليمات الشركة المصنعة؛ ولا تغلق منفذ التنفيس أو غطاء الغبار أبدًا، ولا تسدهما بمعجون منع التسرب.

9 **اضبط الذراع:** والمركبة *فارغة* وعلى ارتفاع القيادة الطبيعي (والنوابض الهوائية عند ضغطها الاسمي في التعليق الهوائي)، اضبط الذراع وفق المرجع الذي سجلته وزاوية الذراع أو طول القضيب الذي تحدده الشركة المصنعة. واضبطه بالقياس لا بالعين. وهذه أهم خطوة في الدليل: فالصمام الصحيح بضبط خاطئ خطير بقدر خطورة الصمام المعطل.

10 **ارفع ضغط النظام واختبر التسرب:** املأ النظام حتى ضغط القطع. واختبر بالماء والصابون جميع الوصلات وسطح التقاء أجزاء الجسم وعمود الذراع، في حالتي الضغط على الفرامل وتحريرها كلًا على حدة. ولا تترك موضعًا ظهرت فيه فقاعات بحجة أنه «سيستقر مع الوقت».

11 **التحقق من الضغط واختبار الطريق:** قس ضغطي الدخول والخروج بمقياس الضغط والمركبة فارغة، وقارنهما بالقيمة المدونة على الملصق؛ وكرر القياس والمركبة محملة إن أمكن. ثم أجر اختبار فرملة بسرعة منخفضة في منطقة آمنة، وتحقق من عدم انغلاق العجلات أو انحراف المركبة. وإن أمكن، استخرج تقريرًا بقوى المحاور على جهاز اختبار الفرامل ذي البكرات واحفظه في السجل.

نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

الخطأ الأكثر شيوعًا والأعلى كلفة: ضبط الذراع «بالنظر». فالعلاقة بين زاوية ذراع صمام ALB وضغط الخروج ليست خطية؛ وقد يؤدي انحراف ببضع درجات إلى تغيير ضغط المحور الخلفي تغييرًا كبيرًا والمركبة فارغة. أما منطق «كان القديم هنا فأعدته إلى الموضع نفسه» فينسخ الخطأ، لأن الصمام القديم كان أصلًا غير مضبوط. لذا اضبط دائمًا بالقياس ووفق القيمة المدونة على ملصق المركبة أو في دليل الخدمة.

تبديل خطي الدخول والخروج. المنافذ مرقمة (عادة 1 للدخول، و2 للخروج، و3 للتنفيس)، لكن خطين متشابهين بلا ملصقات قد يتبادلان موضعيهما بسهولة أثناء الفك. وصمام ALB الموصول بشكل معكوس لا يسرب الهواء ويبدو طبيعيًا للعين، لكن وظيفة استشعار الحمولة لا تعمل. فإذا استمرت الشكوى كما هي بعد الاستبدال فهذا أول موضع يجب فحصه.

- **استخدام قضيب أو عنصر مرن أصابه الكلال مع الصمام الجديد:** المفصل الذي ظهر فيه خلوص يؤدي إلى انزياح الضبط أثناء السير. لذا راجع طقم الوصلة أيضًا عند استبدال الصمام.
- **سد منفذ التنفيس:** إن التخلص من غطاء الغبار، أو طلاء المنفذ بالمعجون، أو عدم تنظيف تراكم الطين أو الصدأ، يطيل زمن تحرر الفرامل. وهذا يعني فحمات فرامل تحتك باستمرار وطبلة تتعرض للسخونة الزائدة.
- **الإفراط في عزم الربط:** منطق «سأشدها جيدًا كي لا تسرب» في الأجسام الألمنيومية والوصلات المصنوعة من النحاس الأصفر يؤدي إلى الشروخ وتلف الأسنان. فقيمة عزم الربط تحددها الشركة المصنعة، لا إحساس ذراعك.
- **مواصلة العمل بنظام هواء ملوث أو رطب:** إذا انتهى العمر الافتراضي لخرطوشة مجفف الهواء، فسيعطي الصمام الجديد العطل نفسه خلال وقت قصير. واستبدال القطع دون معالجة السبب الجذري حلقة مفرغة مكلفة.
- **إجراء الضبط والمركبة محملة:** ما لم ينص على خلاف ذلك، يجرى ضبط صمام ALB والمركبة فارغة وعلى ارتفاع القيادة الاسمي. فالضبط تحت الحمولة يترك نمط انغلاق خطيرًا للعجلات والمركبة فارغة.
- **تجاوز اختبار الفرامل بعد الاستبدال:** أمر غير مقبول من حيث التوثيق والسلامة. فأي عمل على صمام ALB قيل عنه «انتهى» دون إجراء قياس هو عمل لم يكتمل.
- **البحث عن ALB ميكانيكي في مركبة مزودة بنظام EBS:** في أنظمة EBS الحديثة تؤدى وظيفة استشعار الحمولة إلكترونيًا؛ لذا يجب هناك قراءة ذاكرة الأعطال وبيانات حساس الضغط بدلًا من فك صمام ميكانيكي.
- **تجاهل أعطال نظام التعليق:** إن ورقة النابض المكسورة أو النابض الهوائي المفرغ أو صمام التسوية غير المضبوط يعطي صمام ALB معلومة حمولة خاطئة من الأساس. فيعمل الصمام بشكل صحيح لكن النتيجة تكون خاطئة.

القيم الفنية ونقاط الفحص

يتضمن الجدول التالي قيمًا ذات طابع **نموذجي / مرجعي عام** في دوائر فرامل المركبات التجارية الثقيلة. ولا يمثل أي منها هدف ضبط لمركبة بعينها؛ فالمعتمد هو دليل خدمة الشركة المصنعة للمركبة وملصق ALB المثبت عليها.

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
ضغط تشغيل النظام (ضغط القطع)	نحو 8–12.5 bar (≈115–180 psi)	يختلف بحسب معمارية المركبة؛ تحقق قبل القياس من أن النظام عند ضغط القطع
ضغط الدخول الاختباري/المرجعي لصمام ALB	نقطة فحص في حدود 5–6 bar تقريبًا (≈70–90 psi)	تحدد نقطة الاختبار الدقيقة على ملصق المركبة
نسبة الخروج/الدخول في وضع الفراغ	خنق في نطاق 1:2 – 1:5 تقريبًا	بحسب المركبة وحمولة المحور؛ والمعتمد قيمة الفراغ المدونة على الملصق
نسبة الخروج/الدخول في وضع الحمولة الكاملة	≈1:1 (خروج قريب جدًا من الدخول)	يتوقع أن يتصرف الصمام «بشفافية» عند الحمولة الكاملة
تفاوت القياس (نطاق القبول النموذجي)	نحو ±0.2–0.3 bar حول قيمة الملصق	التفاوت خاص بكل شركة مصنعة؛ استخدم النطاق الوارد في الدليل
زاوية حركة الذراع (من الفراغ إلى الحمولة الكاملة)	نطاق يتراوح عادة بين بضع درجات و~25–30°	يعتمد كليًا على نوع الصمام وهندسة التركيب
نطاق درجة حرارة التشغيل	نحو −40 °C° ... +80 C	في درجات الحرارة المنخفضة قد تتجمد الرطوبة الموجودة في النظام فتقفل الصمام

المعامل	النطاق المرجعي النموذجي	ملاحظة
قبول التسرب الساكن	لا يقبل أي تسرب مستمر مرئي أو مسموع (لا فقاعات في اختبار الصابون)	يجرى اختبار انخفاض الضغط للنظام ككل بشكل منفصل وفق الدليل
جودة الهواء (الرطوبة/الزيت)	مجفف الهواء يعمل، ويجب ألا يخرج ماء من تصريف الخزانات	الماء في النظام هو أكثر الأسباب الخفية شيوعًا لأعطال صمام ALB

وتنطبق القاعدة نفسها على عزوم الربط: فالقيم التالية تشير إلى المرتبة التقريبية فقط، أما القيمة الدقيقة فتحددها الشركة المصنعة.

موضع الربط	المرتبة النموذجية لعزم الربط	تحذير
مسامير تثبيت جسم الصمام على الشاسيه/الحامل	نحو 20–45 Nm	اربطها تدريجيًا وبالتبادل القطري؛ ولا تعرض الجسم لأي إجهاد
وصلات خطوط الهواء (الأقطار الصغيرة)	نحو 10–25 Nm	الإفراط في عزم الربط يتلف الأسنان في النحاس الأصفر أو الألمنيوم
مسمار تثبيت الذراع/المشبك	نحو 8–20 Nm	اربطه دون الإخلال بالضبط؛ وأعد قياس الزاوية بعد الربط
صامولة مفصل قضيب التوصيل	نحو 15–35 Nm	إذا استخدمت صامولة ذاتية القفل فاستبدلها بأخرى جديدة

نصيحة ميدانية: عند القياس صل مقياسي ضغط بالدخول والخروج *في آن واحد*. فالقياس المتتابع بمقياس واحد يعطي نتائج مضللة، لأنك لن تستطيع الحفاظ على ضغط الدواسة متطابقًا تمامًا في المحاولتين. وسجل القياسات كتابيًا أيضًا في حالتي الفراغ والتحميل — ففي الصيانة التالية يوفر عليك هذان السطران ساعات من البحث عن العطل.

قائمة فحص سريعة في الميدان:

- هل يتحرك الذراع بحرية باليد، وهل يعود إلى موضعه بفعل نابض الإرجاع؟
- هل قضيب التوصيل مستقيم، وهل في المفصل خلوص، وهل تشقق العنصر المرن؟
- هل منفذ التنفيس مفتوح، وهل غطاء الغبار في مكانه؟
- هل ملصق ALB مقروء، وهل تتطابق القيم المدونة عليه مع القياس؟
- هل يوجد تسرب في الجسم والوصلات (في حالتي الضغط على الفرامل وتحريرها كلًّا على حدة)؟
- هل خط التحكم في التعليق الهوائي سليم وغير منسحق؟
- هل نظام التعليق (ورقة النابض/النابض الهوائي/صمام التسوية) سليم — وهل تصل المعلومة الصحيحة إلى صمام ALB؟
- هل يخرج ماء من تصريف الخزانات، وهل انتهى العمر الافتراضي لخرطوشة مجفف الهواء؟

الصيانة والعمر الافتراضي

صمام استشعار الحمولة ALB ليس قطعة استهلاكية «تستبدل» دوريًا؛ بل يمكنه العمل سنوات طويلة مع جودة هواء مناسبة وهندسة وصلات سليمة. وثلاثة عوامل تحدد عمره: الرطوبة والزيت في النظام، وسلامة الوصلة الميكانيكية، ودقة الضبط. ففي المركبة التي لا يصان مجفف هوائها يتقادم الغشاء والحلقات الدائرية (O-ring) داخل الصمام أسرع بكثير من المتوقع؛ وفي الشتاء قد تتجمد الرطوبة نفسها فتقفل الصمام تمامًا. أما في المركبات القلابة وأنصاف المقطورات المنخفضة (لوبد) ومركبات مواقع الإنشاء فالعدو الأول هو الاهتزاز والطين — إذ يصيب الكلال قضيب التوصيل والمفاصل قبل جسم الصمام بوقت طويل.

- **في كل صيانة دورية:** افحص الذراع والقضيب يدويًا بحثًا عن الخلوص والانحناء؛ ونظف منفذ التنفيس وغطاء الغبار.

- **جودة الهواء:** استبدل خرطوشة مجفف الهواء في الفترات التي تحددها الشركة المصنعة؛ وأدرج تصريف الخزانات في جدول الصيانة. فهذا وحده يطيل عمر صمام ALB بشكل ملحوظ.
- **فحص التسرب:** أجر مرة واحدة على الأقل سنويًا اختبار تسرب بالماء والصابون للجسم والوصلات وعمود الذراع.
- **التحقق من الضبط:** إذا أجري عمل على نظام التعليق (ورقة النابض، أو النابض الهوائي، أو المحور، أو صمام التسوية) أو تعرضت المركبة لصدمة من الأسفل، فتحقق مجددًا من ضبط صمام ALB دون تأخير.
- **الاستعداد للشتاء:** في المركبات العاملة في المناطق الباردة افحص الرطوبة قبل بداية الموسم؛ فالصمام المتجمد يتصرف كصمام معطل لكنه قد لا يحتاج إلى استبدال.
- **سجل اختبار الفرامل:** قبل الفحص الفني خذ قياسات على جهاز الاختبار ذي البكرات؛ واكتشف حالات عدم التوازن الناتجة عن صمام ALB قبل الذهاب إلى الفحص.
- **بالتزامن مع أعمال فحمات الفرامل والطبلة:** عند الإصلاح الشامل للفرامل أضف دائرة صمام ALB إلى قائمة الفحص — ففحمات الفرامل الجديدة لا تعوض عن صمام ALB غير مضبوط.
- **منطق الطقم عند الاستبدال:** عند تجديد الصمام راجع أيضًا قضيب التوصيل والعنصر المرن وطقم الحشيات؛ فالعمل المنجز نصفه يستدعي الفك مرة ثانية.

خلاصة القول: صمام ALB ليس قطعة تحتاج إلى صيانة بقدر ما هو قطعة *يجب الانتباه إلى ظروف عملها*. حافظ على جفاف الهواء، وعلى سلامة الوصلة، واضبطه بالقياس — فإذا تحققت هذه الثلاثة فلن يشغلك هذا الصمام لسنوات. أما إذا أهمل أحدها، فلن يدفع الصمام الثمن، بل الإطارات الخلفية ومسافة التوقف.

هذه الوثيقة لأغراض إعلامية فقط؛ وفي التطبيق العملي يُعتمد دليل الخدمة الحالي وتعليمات السلامة الصادرة عن الشركة المصنعة للمركبة. القيم الواردة مراجع عامة للأنظمة الشائعة في المركبات التجارية الثقيلة؛ وللقيم الخاصة بكل طراز يُرجى الرجوع إلى وثيقة الخدمة الأصلية (OE) المعنية. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com