VADEN®
ORIGINAL

دليل تقني

# صمام التفريغ السريع: أعراض الأعطال والاستبدال والصيانة

إذا لم يخرج هواء حجرة الفرامل فور رفع القدم عن الدواسة وظلت الشاحنة مكبوحة لثوانٍ، فالأرجح أن غشاءً متصلبًا يعجز عن فتح فتحة التصريف. اكتشف الآن.

**vadenoriginal.com** · **vaden.com.tr** · الإصدار: أكتوبر 2026 · مركبة تجارية ثقيلة (شاحنة · رأس قاطرة · حافلة)

كل فني يتعامل مع أنظمة الفرامل في المركبات التجارية الثقيلة يصادف في مرحلة ما مركبة «تتأخر فراملها في التحرر». يرفع السائق قدمه عن الفرامل، لكن حجرة الفرامل أو مكبس الفرامل يفرغ الهواء ببطء؛ فتواصل المركبة سيرها لفترة قصيرة والفرامل مطبقة، وتسخن فحمات الفرامل، وتحتك فرامل نصف المقطورة في الخلف. ولا يقف وراء معظم هذه الشكاوى صمام رئيسي باهظ الثمن، بل قطعة بحجم راحة اليد: صمام التفريغ السريع. يشرح هذا الدليل كيف تتعرف على هذا الصمام في الميدان، وكيف تشخص عطله وتميزه، وكيف تستبدله بالطريقة الصحيحة.

**حول هذا الدليل:** أعد الفريق الفني في VADEN المحتوى التالي استنادًا إلى الخبرة الميدانية في أنظمة الفرامل الهوائية للمركبات التجارية الثقيلة. ونطاقات الضغط وعزم الربط والمقاسات الواردة فيه قيم مرجعية نموذجية؛ وللحصول على القيم الدقيقة يجب الرجوع دائمًا إلى أحدث دليل خدمة صادر عن الشركة المصنعة للمركبة والمحور. آخر تحديث: سبتمبر 2026. وتصمم أنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة في إطار اللائحة ECE R13 (لائحة الفرامل الصادرة عن الأمم المتحدة/الاتحاد الأوروبي) ومعيار ISO 611.

## ما هو صمام التفريغ السريع (QRV)؟ وظيفته ومبدأ عمله

**صمام التفريغ السريع (Quick Release Valve — QRV) صمام هوائي يقصر زمن تحرر الفرامل، إذ يطرد الهواء المضغوط الموجود في حجرة الفرامل أو مكبسها عند تحرير الفرامل مباشرة إلى الجو عبر فتحة تصريف مجاورة لحجرة الفرامل، بدلًا من إعادته على امتداد خط التحكم إلى الصمام الرئيسي.**

مبدأ عمله بسيط لكنه فعال. ففي داخل الصمام غشاء مرن ومنفذ تصريف. وعندما يضغط السائق على دواسة الفرامل، يدخل الهواء المضغوط القادم من صمام الفرامل الرئيسي عبر منفذ الدخول (المنفذ 1)، فيدفع الغشاء إلى الأسفل ويغلق فتحة التصريف، ويتيح مرور الهواء إلى منافذ الخروج (المنفذ 2)، أي إلى حجرات الفرامل. وعندما يرفع السائق قدمه عن الدواسة ينخفض الضغط في خط الدخول؛ فيرفع الهواء الموجود في جهة حجرة الفرامل الغشاء إلى الأعلى ويخرج مباشرة من فتحة التصريف. وبذلك لا يضطر الهواء إلى العودة إلى الصمام الرئيسي عبر خراطيم يبلغ طولها عدة أمتار، فتتحرر الفرامل بسرعة أكبر بكثير.

### لماذا يعد موقعه في النظام بالغ الأهمية؟

في رؤوس القاطرات ذات الشاسيه الطويل وفي الحافلات يكون الخط الواصل بين صمام الفرامل الرئيسي وحجرات فرامل المحور الخلفي طويلًا جدًا. وقد يؤدي التأخر الناتج عن عودة الهواء على امتداد هذا الخط إلى تأخر تحرر الفرامل وانغلاق العجلات. ويختصر صمام QRV مسار التفريغ هذا إلى بضعة سنتيمترات، إذ يركب في أقرب موضع ممكن من حجرة الفرامل. وينطبق المنطق نفسه على التحرر المتزامن لحجرات فرامل المحور الأمامي وعلى التفريغ السريع لخطوط المقطورة ونصف المقطورة.

### المكونات الأساسية

- **الجسم:** يصنع عادةً من سبيكة ألومنيوم أو من بوليمر تقني، ويضم منافذ الدخول والخروج والتصريف.
- **الغشاء:** عنصر مرن أساسه مطاط النتريل (NBR)؛ وهو قلب الصمام، وأكثر أجزائه عرضة للكلال والتصلب.
- **غطاء التصريف / كاتم الصوت:** غطاء يمنع دخول الغبار والماء إلى فتحة التصريف، ويخفض في الوقت نفسه صوت تفريغ الهواء.
- **وصلات المنافذ:** فتحات ملولبة مثل M22 وM16، أو وصلات تركيب سريع بالدفع.

### مجالات الاستخدام النموذجية والمطابقة

تستخدم صمامات التفريغ السريع في الغالب في المركبات المزودة بأنظمة من نوع Knorr-Bremse وWabco (التابعة اليوم لـ ZF). والجدول التالي توجيه تقريبي يستند إلى الموقع النموذجي للصمام في النظام وإلى سعة تدفقه؛ أما التطبيق الدقيق فمرجعه كتالوج المركبة.

| الموقع / التطبيق | فئة المركبة النموذجية | الميزة الأبرز |
|---|---|---|
| خط حجرات فرامل المحور الأمامي | رأس قاطرة، شاحنة، حافلة | تحرر متزامن، تدفق متوسط |
| خط حجرات فرامل المحور الخلفي | رأس قاطرة بشاسيه طويل | تدفق عالٍ، تركيب قريب من حجرة الفرامل |
| تغذية المقطورة / نصف المقطورة | نصف مقطورة، مقطورة | تفريغ سريع، منفذ تصريف مزود بكاتم صوت |
| صمام مساعد / موازنة حجرات الفرامل | حافلة، هيكل علوي خاص | تدفق منخفض إلى متوسط، جسم مدمج |

**التحقق من رقم القطعة:** رغم أن صمامات QRV تبدو من الخارج متطابقة تقريبًا، فإن قطر المنفذ وفرق ضغط الفتح وسعة التدفق تختلف من طراز إلى آخر. والصمام ذو سعة التدفق غير المناسبة يؤدي إلى تحرر غير متوازن للفرامل وإلى انحراف المركبة إلى جانب واحد. لذا احرص على تسجيل رقم القطعة الأصلي OE للصمام الذي فككته، وعند اختيار البديل طابق مقاس المنفذ ونوع التوصيل (ملولب/تركيب بالدفع) مطابقة تامة.

## أعراض الأعطال والتشخيص

كثيرًا ما تبدو أعطال صمام QRV وكأنها «عطل في نظام الفرامل»، لكنها في الواقع أعطال موضعية. ويربط الجدول التالي بين الأعراض الأكثر شيوعًا في الميدان وأسبابها المحتملة وطرق التحقق منها.

| العرض | السبب المحتمل | الفحص / التحقق |
|---|---|---|
| الفرامل تتأخر في التحرر، والمركبة تبقى مكبوحة جزئيًا | الغشاء لا يستطيع فتح فتحة التصريف (ملتصق/متصلب) | استمع إلى خروج الهواء من منفذ التصريف عند تحرير الفرامل؛ فإن لم يخرج الهواء فالصمام مسدود |
| تسرب مستمر للهواء من فتحة التصريف | الغشاء ممزق أو سطح الارتكاز تالف | ضع رغوة الصابون على منفذ التصريف والفرامل مضغوطة؛ ظهور فقاعات مستمرة = تسرب |
| الفرامل تتأخر في التحرر في جانب واحد / المركبة تنحرف | صمام QRV مسدود في أحد جانبي المحور، وعدم توازن في التدفق | قارن زمن تفريغ حجرتي الفرامل اليسرى واليمنى |
| الفرامل تمسك ببطء وتتأخر في الاستجابة | منفذ الدخول أو كاتم الصوت مسدود، ومرور الهواء مقيد | قس ضغط الدخول بمقياس الضغط؛ وافحص فتحة المنفذ بعد فك الوصلة |
| اندفاع ماء/طين من منفذ التصريف، وتجمد | كاتم الصوت/غطاء التصريف تالف، وتسرب الماء إلى الداخل | فك غطاء التصريف وابحث عن رطوبة/صدأ على السطح الداخلي |
| استهلاك مستمر للهواء، وضاغط هواء الفرامل يعمل أكثر من اللازم | الغشاء لا ينغلق تمامًا، وهواء الدخول يتسرب من منفذ التصريف | المحرك متوقف والخزان ممتلئ؛ استمع إلى التسرب من منفذ التصريف والفرامل مضغوطة |
| إحساس إسفنجي في دواسة الفرامل | انحباس جزئي للهواء داخل صمام QRV أو تشوه الغشاء | اعزل الخط وتجاوز الصمام، ثم قارن الإحساس بالدواسة |

### البحث عن التسرب في المكان الصحيح

التسرب من فتحة التصريف لا يأتي دائمًا من الصمام نفسه. فخروج هواء خفيف من منفذ التصريف والفرامل غير مضغوطة يدل عادةً على تسرب من الغشاء، أما خروجه والفرامل مضغوطة فيشير إلى تلف سطح الارتكاز في جهة الدخول. والتمييز بين الحالتين يجنبك استبدال الصمام دون داعٍ.

### اختبار زمن التفريغ

يفرغ صمام QRV السليم الضغط الموجود في حجرة الفرامل فور تحرير الفرامل تقريبًا (في أقل من ثانية واحدة عادةً). وعند ورود شكوى من بقاء الفرامل مطبقة جزئيًا، ركب مقياس ضغط على مخرج حجرة الفرامل وراقب زمن انخفاض الضغط؛ فإذا لاحظت تأخرًا واضحًا فهذا يعني أن الغشاء داخل الصمام قد تصلب أو أن مسار التصريف مقيد.

### مصادر التباس أخرى في النظام

لا يكون صمام QRV دائمًا سبب بقاء الفرامل مطبقة. فاختلال الضبط، أو كلال النابض الداخلي لحجرة الفرامل، أو انحشار ذراع الضبط التلقائي، أو عدم رجوع فرامل الطبلة أو كاليبر الفرامل القرصية، كلها تعطي العرض نفسه. لذا تحقق عبر اختبار التصريف من أن الصمام يفرغ الهواء فعلًا قبل أن تنسب العطل إلى صمام QRV.

## المعايير ومراجع 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

**معدات الوقاية الشخصية والسلامة:** يجرى هذا العمل على نظام يعمل بالهواء المضغوط، لذا استخدم النظارات الواقية وقفازات العمل قبل البدء. فرغ خزان الهواء في المركبة، وأوقف المحرك، وأطفئ مفتاح التشغيل، وضع مصدات العجلات. فوصلة المنفذ التي تفك قبل تفريغ الضغط قد تقذف الخرطوم والوصلة بعنف. ويجب أن تكون فرامل اليد مفعلة ميكانيكيًا في حجرات الفرامل الزنبركية.

1. **اجعل النظام في وضع آمن:** اركن المركبة على أرض مستوية، وضع مصدات العجلات، وأوقف المحرك، ثم خفض الضغط في جميع خزانات الهواء إلى الصفر عبر صنبور التصريف.
2. **حدد موقع الصمام:** حدد صمام QRV المعطل؛ وهو عادةً صمام صغير ذو ثلاثة منافذ (دخول وخروج وتصريف) يكون الأقرب إلى حجرة الفرامل. والتقط صورة لموضعه.
3. **ضع علامات على الخطوط:** ضع ملصقات أو علامات على خرطومي الدخول والخروج قبل فكهما؛ فالتوصيل المعكوس يجعل الصمام عاجزًا عن العمل.
4. **فك الوصلات:** أرخ صواميل الوصلات بمفتاح مناسب. ومن الطبيعي أن يخرج قليل من الهواء لحظة الفك بسبب الضغط المتبقي.
5. **انزع الصمام القديم:** افصل الصمام عن حامل التثبيت. وافحص حالة حامل التثبيت والمسامير الملولبة، وتحقق من عدم وجود تآكل.
6. **نظف المنافذ والخراطيم:** إذا وجدت أوساخًا أو صدأً أو بقايا حشية قديمة على أطراف الخراطيم والوصلات فنظفها، لأنها قد تسبب تسربًا في النظام.

7. **جهز الصمام الجديد:** تأكد من أن قطر المنفذ ونوع التوصيل واتجاه التصريف في صمام QRV الجديد من VADEN مطابقة لما في الصمام القديم. وتأكد من أن فتحة التصريف موجهة إلى الأسفل أو الخارج حتى لا يتجمع الماء.

8. **استخدم مادة إحكام اللولب:** استعمل في الوصلات الملولبة شريط إحكام اللولب أو مادة إحكام سائلة من النوع الذي توصي به الشركة المصنعة، ولا تدعها تتسرب إلى داخل فتحة التصريف.

9. **ركب الصمام:** ثبت الصمام الجديد على حامل التثبيت، وصل خطي الدخول والخروج بالمنافذ الصحيحة وفق العلامات التي وضعتها. وشد الوصلات بعزم الربط الذي تحدده الشركة المصنعة؛ فالشد الزائد يشقق جسم الصمام.

10. **أعد الضغط واختبر النظام:** شغل المحرك واملأ النظام حتى الضغط الاسمي. ثم افحص التسرب بوضع رغوة الصابون على جميع الوصلات.

11. **اختبار الوظيفة:** اضغط على الفرامل وحررها عدة مرات؛ ويجب أن تسمع عند كل تحرير صوت تفريغ هواء واضحًا وقصيرًا من منفذ التصريف، وأن تتحرر الفرامل بسرعة وبشكل متوازن. ثم تأكد عبر تجربة قصيرة على الطريق من زوال مشكلة بقاء الفرامل مطبقة.

## نقاط يجب الانتباه إليها (الأخطاء الشائعة)

**لا تخلط بين منفذي الدخول والخروج:** صمام QRV صمام محدد الاتجاه. فإذا تبادل منفذ الدخول (هواء التحكم القادم من الصمام الرئيسي) ومنافذ الخروج (المتجهة إلى حجرات الفرامل) موقعيهما، فإما ألا يعمل الصمام إطلاقًا، وإما أن تبقى الفرامل محررة أو مطبقة باستمرار. لذا اتبع دائمًا أرقام المنافذ وعلامات الأسهم.

**لا تركب الصمام وفتحة التصريف متجهة إلى الأعلى:** يجب أن تتجه فتحة التصريف إلى الأسفل أو إلى الجانب. ففتحة التصريف المتجهة إلى الأعلى تدخلها مياه الأمطار والغسيل، وفي الشتاء تتجمد هذه المياه فتقفل الصمام تمامًا.

- لا تنزع كاتم الصوت/غطاء التصريف وتترك الصمام دونه؛ فالغبار والماء يتلفان الغشاء خلال وقت قصير.
- لا تشد الوصلات أكثر من اللازم؛ فالأجسام المصنوعة من البوليمر التقني والألومنيوم تتشقق وتسبب تسربات دقيقة.
- لا تكتف بفحص صمام واحد، بل افحص أيضًا الصمامات المماثلة على المحور نفسه؛ فإذا جدد جانب واحد فقط فقد يستمر عدم توازن تحرر الفرامل.
- لا تستخدم بديلًا ذا سعة تدفق غير مناسبة؛ فحالة «يركب لكنه لا يناسب» هي الخطأ الأكثر شيوعًا.
- قبل أن تقطع الغشاء القديم وتتخلص منه، سجل نوع العطل (هل هو ممزق أم متصلب)؛ فقد يكون ذلك نذيرًا بمشكلة في النظام ككل.

## القيم الفنية ونقاط الفحص

القيم التالية مراجع نموذجية وعامة لأنظمة الفرامل الهوائية في المركبات التجارية الثقيلة. وتختلف القيم الدقيقة بحسب دليل الخدمة الصادر عن الشركة المصنعة للمركبة والمحور والصمام، والمرجع في التطبيق العملي هو دليل الخدمة.

| المعامل | النطاق النموذجي (مرجع عام) | ملاحظة |
|---|---|---|
| ضغط تشغيل النظام | ~8–12.5 bar (116–181 psi) | يعتمد على ضغط القطع في منظم الضغط |
| فرق ضغط الفتح (التصريف) | ~0.1–0.5 bar | فرق الضغط الذي يفتح عنده الغشاء منفذ التصريف |
| زمن التفريغ (حجرة الفرامل) | أقل من ~1 ثانية | دون تأخر ملحوظ بالعين في الصمام السليم |
| درجة حرارة التشغيل | من ~ -40 °C إلى +80 °C | تعتمد على مادة الغشاء |
| قطر المنفذ (نموذجي) | M16 / M22 ملولب أو تركيب سريع بالدفع | يختلف حسب التطبيق |

| المعامل | النطاق النموذجي (مرجع عام) | ملاحظة |
|---|---|---|
| التسرب المسموح به | «صفر» عمليًا (دون فقاعات) | في حالتي ضغط الفرامل وتحريرها كلتيهما |

وتختلف عزوم ربط الوصلات أيضًا بحسب مادة جسم الصمام. والقيم التالية للاسترشاد فقط:

| الوصلة | عزم الربط النموذجي (مرجع عام) |
|---|---|
| مسمار التثبيت (M8) | ~18–25 Nm |
| وصلة المنفذ (M16) | ~25–35 Nm |
| وصلة المنفذ (M22) | ~35–45 Nm |

**نصيحة ميدانية:** حتى إن لم يتوفر لديك مفتاح عزم، اعمل وفق قاعدة «الشد باليد + ربع لفة»؛ ففي الأجسام المصنوعة من البوليمر التقني يعد عزم الربط الزائد السبب الأول للتسرب. وإذا ساورك الشك فشد بقدر أقل ثم تحقق باختبار التسرب، وزد الشد تدريجيًا عند الحاجة.

- يجب ألا يخرج هواء من منفذ التصريف والفرامل محررة (اختبار الفقاعات).
- يجب أن تنغلق فتحة التصريف والفرامل مضغوطة، وألا يحدث منها أي تسرب.
- يجب أن يسمع صوت تفريغ واضح وقصير عند تحرير الفرامل.
- يجب أن تكون أزمنة تحرر حجرتي الفرامل اليسرى واليمنى متقاربة.
- يجب أن يكون غطاء التصريف/كاتم الصوت في مكانه وسليمًا ومتجهًا إلى الأسفل.

## الصيانة والعمر الافتراضي

قد يبدو صمام التفريغ السريع قطعة «تركب وتنسى»، لكنه في الواقع جزء صامت من الصيانة المنتظمة لنظام الفرامل. والعامل الرئيسي الذي يحدد عمره هو جودة الهواء الذي يمر عبره: فالرطوبة والزيت يصلبان الغشاء مع مرور الوقت، وملح الطرق والغبار يسدان فتحة التصريف.

- افحص فتحة التصريف وكاتم الصوت بالنظر خلال الصيانات الدورية للفرامل، ونظفهما من الانسداد وآثار الماء.
- تأكد من أن مجفف الهواء وخرطوشته يعملان بشكل سليم؛ فالهواء الجاف هو العامل الأكثر إطالة لعمر صمام QRV.
- في الأعمال الكبيرة مثل الإصلاح الشامل للفرامل أو استبدال حجرة الفرامل، افحص الصمام أيضًا، وجدد الغشاء المتقادم في حينه حتى لا تضطر إلى فكه مرة أخرى لاحقًا.
- مع اقتراب فصل الشتاء، تحقق من أن فتحة التصريف متجهة إلى الأسفل ونظيفة تحسبًا لخطر التجمد.
- لا تؤجل معالجة الأعراض المبكرة مثل بقاء الفرامل مطبقة أو التأخر الطفيف في تحررها؛ فهذا الصمام الصغير يؤثر في عمر فحمات الفرامل والطبلة.

صمام QRV المركب بشكل صحيح والمغذى بهواء نظيف يعمل عادةً سنوات طويلة دون مشكلات. لكن لا ينبغي إغفال أن الغشاء عنصر مرن مستهلك؛ فاستبداله عند أول شك هو الخيار الأكثر اقتصادًا لسلامة القيادة ولبقية تجهيزات الفرامل على حد سواء.

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