

تركيب هوائي الراديو ثنائي الاتجاه: الموصلات والتأريض وفحص VSWR

قد يؤدي جهاز راديو جيد وكابل مناسب أداءً سيئاً إذا رُكِّب الهوائي بشكل رديء. فمعظم أعطال منظومات الراديو ثنائي الاتجاه في الميدان، مثل ارتفاع VSWR والصوت المتقطع والمدى الذي يسوء بعد المطر، تعود إلى حفة من تفاصيل التركيب: الموصل، وكيفية عزله، وكيفية تأريض الصاري، وهل قاس أحد VSWR قبل مغادرة الموقع.

يستعرض هذا الدليل هذه التفاصيل بالترتيب الذي تواجهه به في العمل الفعلي. ويفترض أن خط التغذية محدد الحجم بشكل صحيح؛ وإن لم يكن كذلك فابدأ بدليلنا عن [الكابل المحوري لمحطات الراديو ثنائي الاتجاه](#).

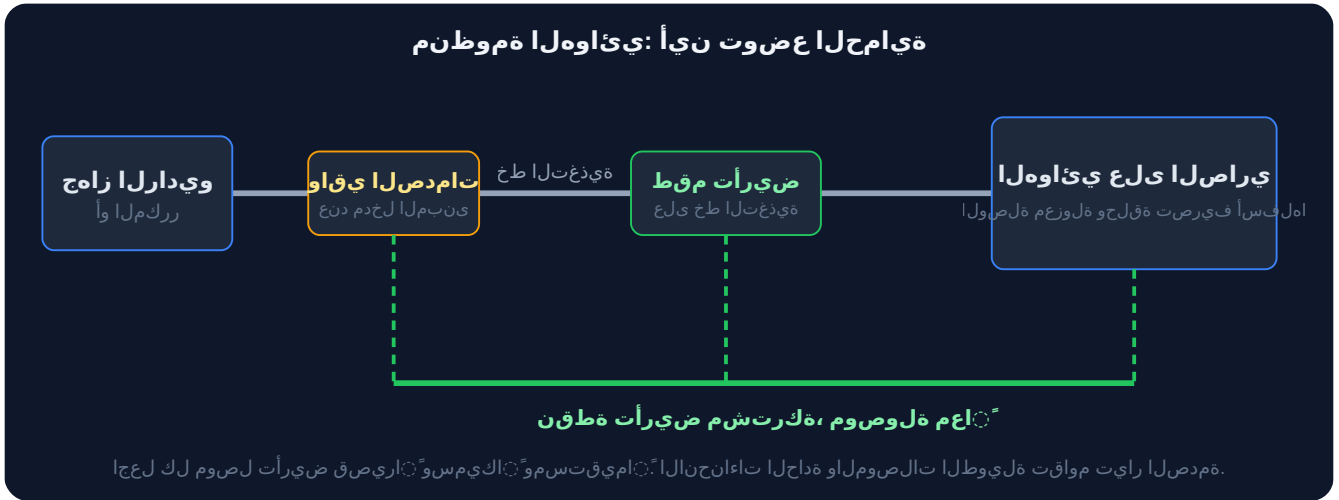
ضع الهوائي أولاً

- **رُكِّبه عمودياً.** تستخدم أجهزة الراديو المحمولة والمتنقلة الاستقطاب العمودي، لذا يفقد الهوائي المائل أو الأفقي جزءاً من الإشارة.
- **اجعله عالياً ومفتوحاً.** تشوّه الهياكل المعدنية والهوائيات القريبة نمط الإشعاع وقد تُفقد الهوائي ضبطه.
- **طابق الهوائي مع النطاق.** لن يتوافق هوائي VHF مع منظومة UHF مهما أحسن تركيبه. تحقق من مدى التردد المذكور للهوائي مقابل قنواتك.

اختر الموصل المناسب

الموصل	الاستخدام المعتاد	الحدود
N	القياسي لمحطات UHF والمكررات	يُحكّم عزله جيداً بالشريط؛ ويحتاج إلى الجسم المناسب للكابل
DIN 7/16	المكررات عالية القدرة ومواقع الأبراج المشتركة	أكبر حجماً وأعلى كلفة؛ أفضل عزل ضد الطقس بين الثلاثة
UHF (PL-259)	منظومات HF و VHF	ليس ثابت المعاوقة، لذا تجنّب عند ترددات UHF
BNC	أسلاك الاختبار والوصلات القصيرة منخفضة القدرة	غير مخصص للوصلات الخارجية الدائمة

اشتر دائماً الموصل المخصص للكابل بعينه، فجسم موصل LMR-400 لا يماثل جسم موصل LMR-600. [تصفح تشكيلة موصلات التردد الراديوي.](#)



الشكل 1 — توزيع الحماية. كل أجهزة الحماية موصولة بنقطة التأريض نفسها وليس بأرضيات منفصلة.

اعزل كل وصلة خارجية ضد الماء

الرطوبة في الموصل أو الكابل هي السبب الأشيع لتدهور منظومة اجتازت الاختبار في يومها الأول خلال الأشهر اللاحقة. اعزل كل وصلة خارجية بالطريقة نفسها:

1. نظّف الموصل وجفّفه، ثم شدّه بإحكام بالأداة المناسبة. لا تفرط في الشد.
2. لفّ بشريطاً ذاتي الالتحام حول الوصلة، مع شدّه وتراكب كل لفّة بنحو نصف عرضه. ابدأ من تحت الوصلة واصلد إلى ما بعدها.
3. غطّه بشريط فينيل يقاوم الأشعة فوق البنفسجية للحماية الميكانيكية ومقاومة الشمس.
4. اصنع حلقة تصريف في الكابل أسفل الوصلة، ليسيل الماء عن الحلقة بدلاً من أن ينزل إلى داخل الموصل.
5. ثبّت الكابل بمشابك أو أربطة كل متر تقريباً في المسارات الرأسية، ولا تتجاوز نصف قطر الانحناء عند أي زاوية.

اعزل الجزء الخارجي من الوصلة وليس الداخلي. قد يؤدي حشو الموصل بالشحم أو المادة العازلة إلى الإخلال بمعاوقته وحبس الرطوبة بدلاً من منعها.

التأريض والحماية من الصواعق

- **صِل الصاري بأرضية الموقع** بموصل قصير وسميك. فالموصل الطويل ذو الانحناءات الحادة يملك معاوقة عالية للصدمة السريعة، وهو بالضبط الوقت الذي تحتاج فيه إلى معاوقة منخفضة.

• **رَكْب طقم تأريض للكابل المحوري** حيث يغادر خط التغذية الصاري أو البرج وحيث يدخل المبنى، موصولاً بالأرضية نفسها.

• **رَكْب واقٍ صدمات** عند مدخل المبنى، مؤرّضاً إلى النقطة نفسها التي تُورّض إليها بقية الحماية.

• **استخدم نقطة تأريض مشتركة واحدة.** فقد تدفع الأرضيات المنفصلة ذات الجهود المختلفة تيار الصدمة عبر المعدات.

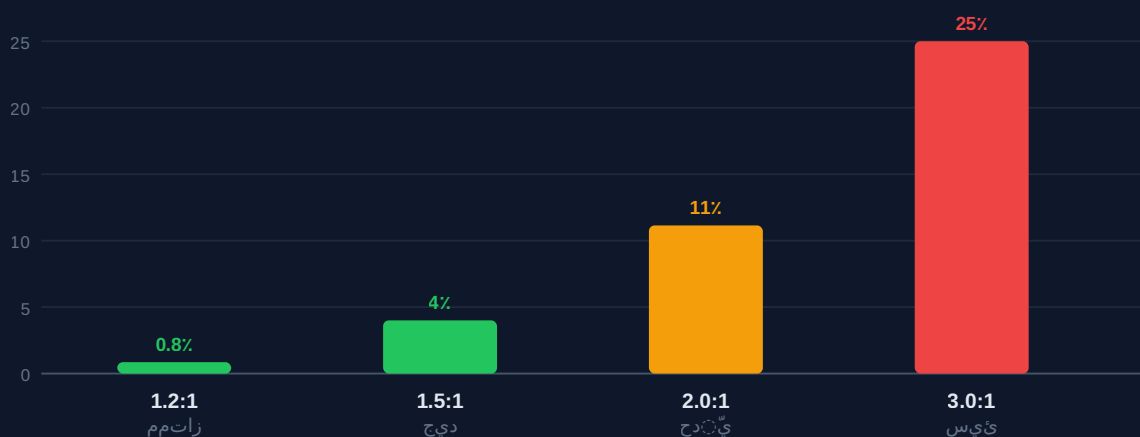
لا يضيف الواقي الجيد سوى جزء من الديسيبيل من الفقد، وهو صغير مقارنة بالضرر الذي قد تسببه صدمة واحدة لجهاز راديو أو مكرر.

افحص VSWR قبل مغادرة الموقع

يخبرك VSWR (نسبة الموجة الواقفة للجهد) بمدى توافق منظومة الهوائي مع الجهاز. التوافق المثالي هو 1:1. قس بمحلّ هوائيات أو بمقياس قدرة مضمّن عند تردد التشغيل، ويفضّل مسح مدى القنوات كله. يبيّن الجدول معنى القراءات:

VSWR	فقد الارتداد	القدرة المنعكسة	ماذا يعني
1.2:1	20.8 ديسيبيل	0.8%	ممتاز
1.5:1	14.0 ديسيبيل	4%	جيد؛ هدف قبول شائع الاستخدام
2.0:1	9.5 ديسيبيل	11%	حدّي؛ ابحث عن السبب
3.0:1	6.0 ديسيبيل	25%	سيئ؛ أصلحه قبل التشغيل

(%) يئاوول نمّ ةدئاع ةسكع نم لا ةردق لا



الشكل 2 — ترتفع القدرة المنعكسة بسرعة بعد أن يتجاوز VSWR القيمة 2:1. عند 3:1 يُرسَل ربع القدرة عائداً نحو الجهاز.

قد يبدو VSWR المرتفع كعطل في القدرة. تخفّض أجهزة راديو كثيرة قدرة خرجها تلقائياً عندما يرتفع VSWR لحماية المضخّم، فانخفاض القدرة غير المفهّم سبب لفحص منظومة الهوائي أولاً.

قراءة الأعراض

ما تراه	السبب المرجّح
VSWR مرتفع على النطاق كله	دائرة مفتوحة أو قصيرة، أو موصل تالف، أو ماء في الكابل، أو هوائي خاطئ أو مكسور
أدنى VSWR عند تردد خاطئ	هوائي مصمّم لنطاق مختلف أو غير مضبوط على قنواتك
يتغير VSWR عند تحريك الكابل أو مع الرياح	موصل متقطع الاتصال، أو كابل تضرر بسبب الانحناء الزائد
جيد في الجو الجاف وأساء بعد المطر	تسرّب الماء عند موصل أو داخل الكابل
VSWR يبدو ممتازاً لكن المدى ضعيف	قد يُخفي الكابل عالي الفقد عدم التوافق؛ افحص فقد الكابل أيضاً

الأسئلة الشائعة

ما قيمة VSWR المقبولة لهوائي الراديو ثنائي الاتجاه؟

أقل من 1.5:1 تُعدّ جيدة عموماً وهي هدف قبول شائع. وحتى 2:1 قد تعمل المنظومة، لكن نحو 11% من القدرة تنعكس، فابحث عن السبب. وفوق 2:1 يجب إصلاح المنظومة قبل وضعها في الخدمة.

هل أقيس VSWR عند الجهاز أم عند الهوائي؟

الأفضل الاثنان معاً. القياس عند طرف الهوائي من خط التغذية يخبرك عن الهوائي نفسه. والقياس عند الجهاز يبيّن ما يراه الجهاز فعلاً، لكن فقد الكابل يُضعف الإشارة المنعكسة في طريق عودتها، فقد يجعل الكابل الطويل أو عالي الفقد هوائياً سيئاً يبدو أفضل مما هو عليه.

هل أحتاج إلى تأريض هوائي على سطح مبنى؟

نعم. أي هوائي وصاري مكشوفين قد يلتقطان صدمة ناتجة عن صاعقة. صيل الصاري وأطقم التأريض وواقى الصدمات بنقطة تأريض مشتركة، والتزم بالمتطلبات الكهربائية المحلية. وفي حالة البرج أو الموقع عالي الخطورة، استعن بفني تركيب مؤهل.

لماذا لا أستخدم موصل UHF مع جهاز راديو UHF؟

الاسم مضلل. فموصل (PL-259) UHF يعود إلى أيام VHF الأولى وهو غير ثابت المعاوقة، لذلك يتوافق بشكل سيئ عند ترددات UHF. استخدم N، أو DIN 7/16 للمواقع عالية القدرة.

الموصلات والكابلات وأجهزة الراديو ثنائية الاتجاه

توزد برافو ساتكوم كابلات Times Microwave LMR والموصلات الراديوية المناسبة وأجهزة راديو ثنائية الاتجاه من موتورولا وICOM وكنوود لتريكات محطات القاعدة والمكررات.

[تصفح موصلات التردد الراديوي](#) · [أجهزة محطات القاعدة](#)