سيطرة المساحة على العالم الخفي تحت الارض

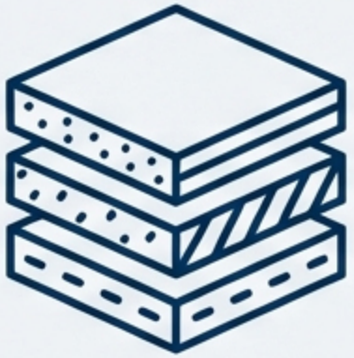
GROUND PENETRATING RADAR GUIDEBOOK

WWW.ARABICGIS.COM

لم تعد الأرض صندوقًا أسود: الـ GPR يحول الغموض الجوفي إلى كتاب مفتوح.

يُعد رادار اختراق الأرض (GPR) طريقة جيوفيزيائية غير إتلافية تستخدم موجات الراديو عالية التردد لتصوير ما تحت السطح. تكمن قوته الحقيقية عند دمجه مع تقنيات المساحة الحديثة مثل GNSS و GIS و BIM، مما يتيح رسم خرائط ثلاثية الأبعاد بدقة بدقة غير مسبوقة ويحول الغموض الجوفي إلى "**كتاب مفتوح**".

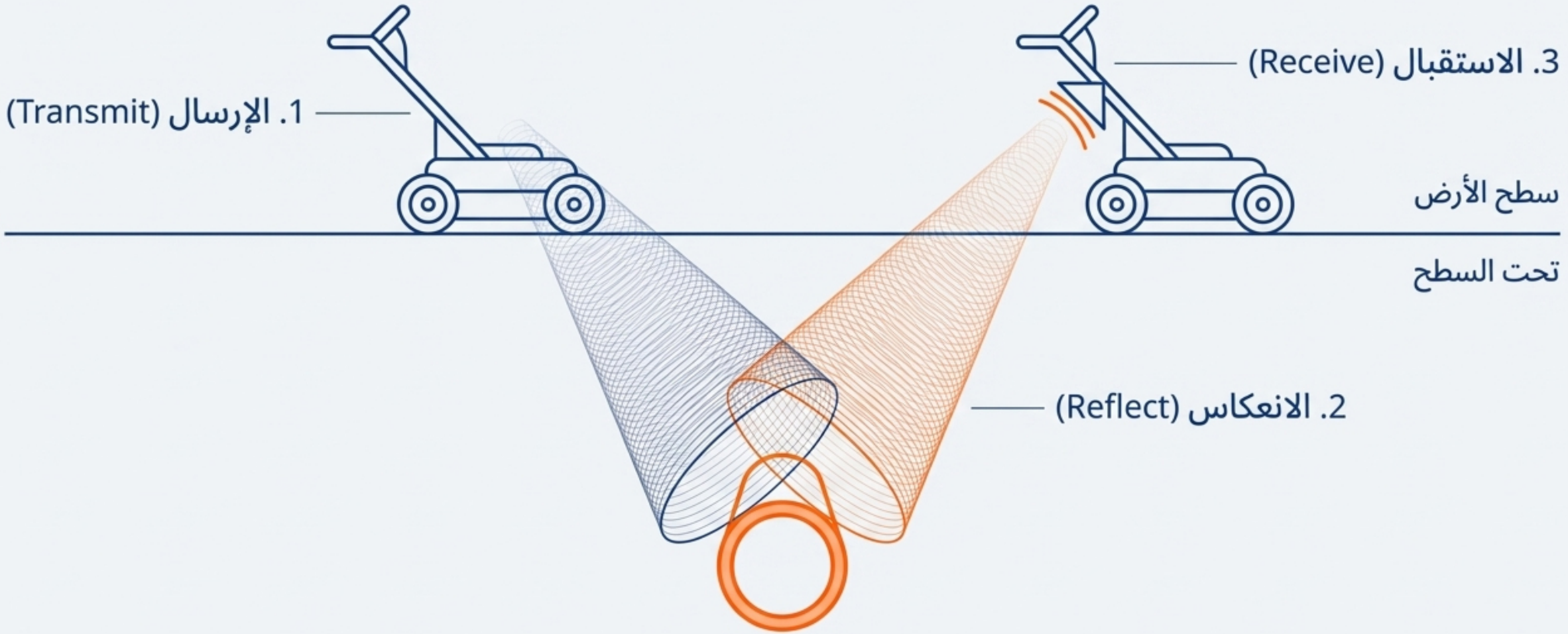
الآثار



الجيولوجيا

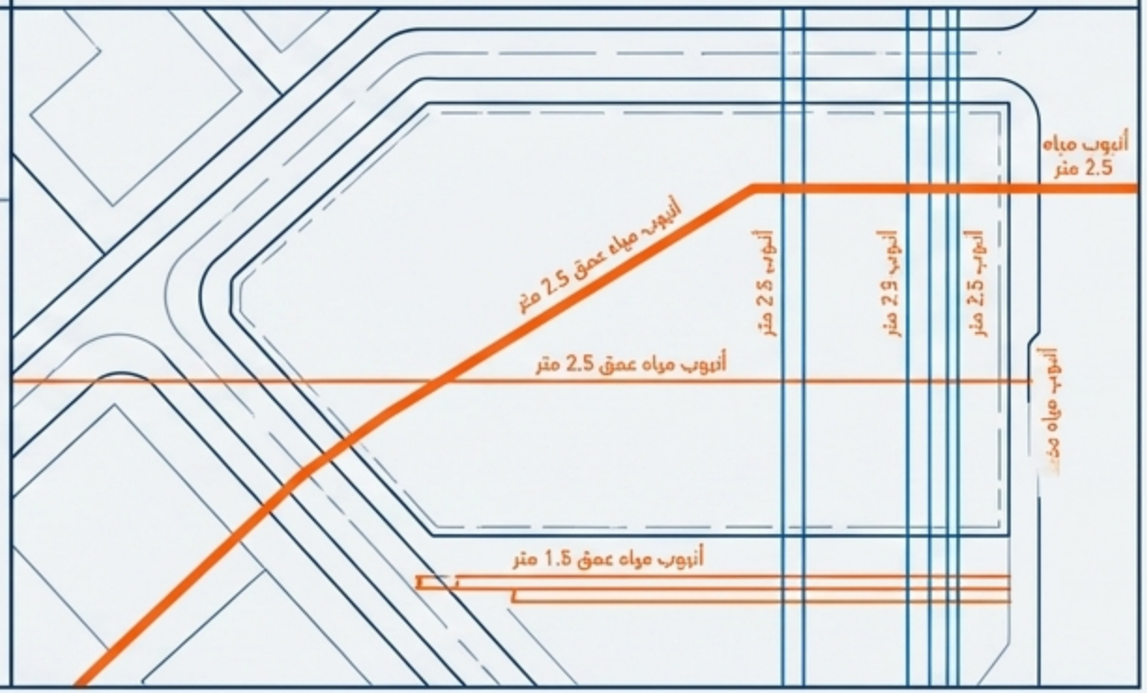
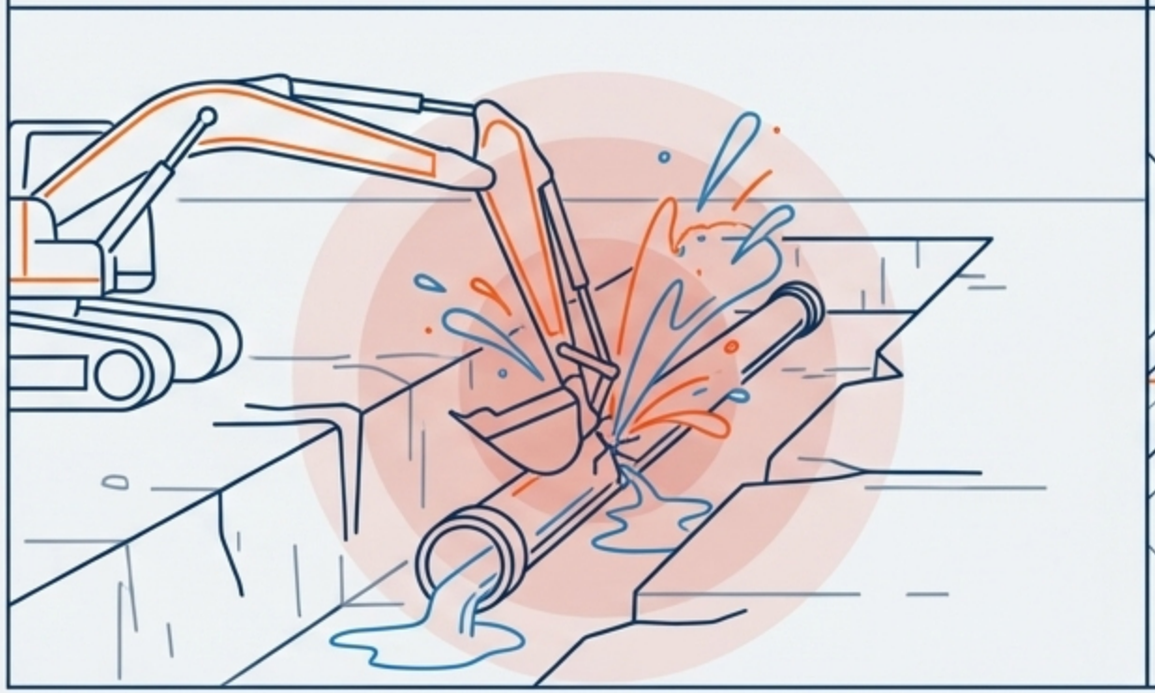
الهندسة المدنية

كيف يبصر الـ GPR؟ نبضة، انعكاس، تحليل.



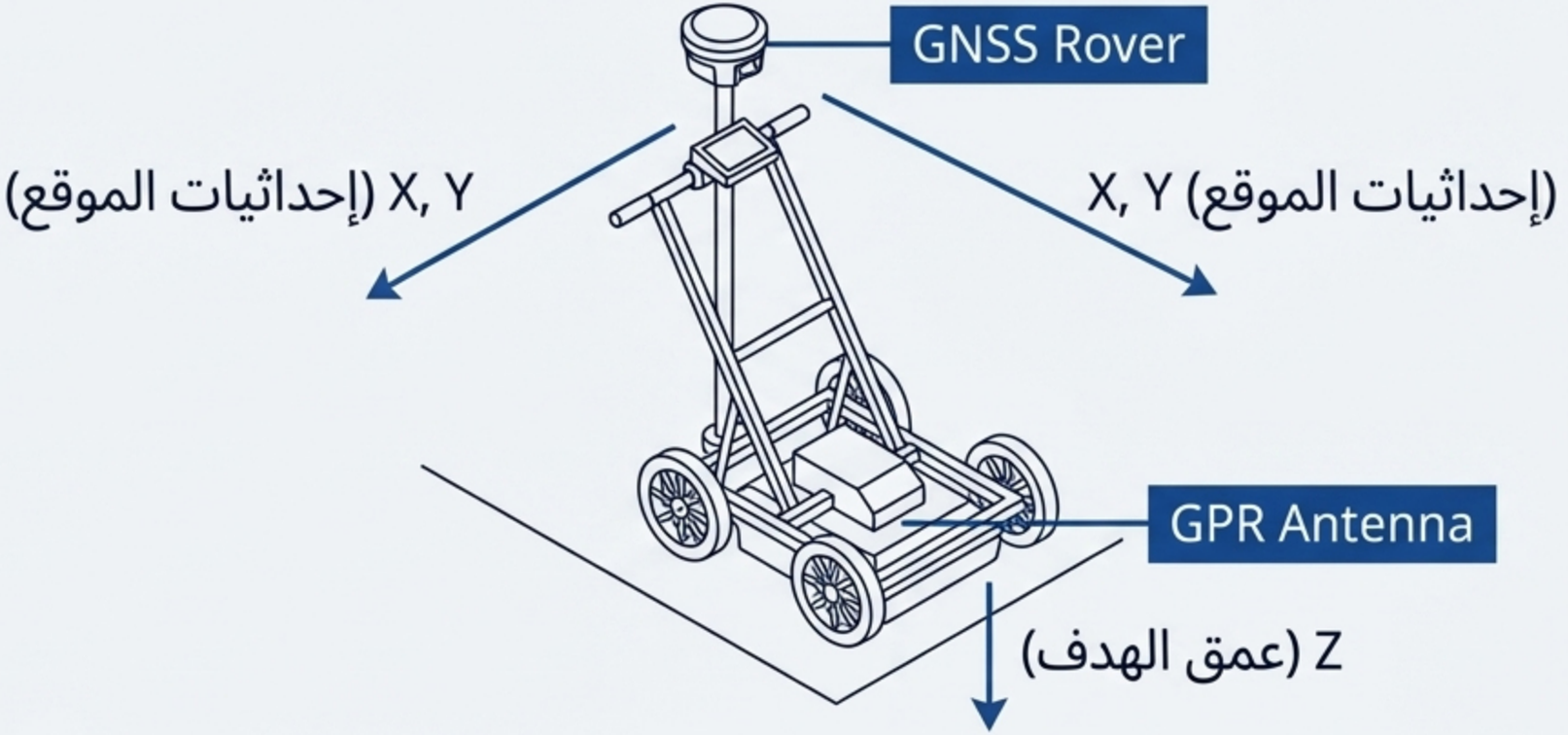
تأمين البنية التحتية قبل الحفر الأول.

يُعد تحديد مواقع المرافق الاستخدام الأكثر أهمية، حيث يقي من المخاطر الكارثية والتكاليف الباهظة الناتجة عن ضرب خطوط الغاز أو كابلات الألياف الضوئية أو أنابيب المياه.

الحل	المشكلة
	

دمج القوتين: إحداثيات الموقع (X, Y) من GNSS وعمق الهدف (Z) من GPR.

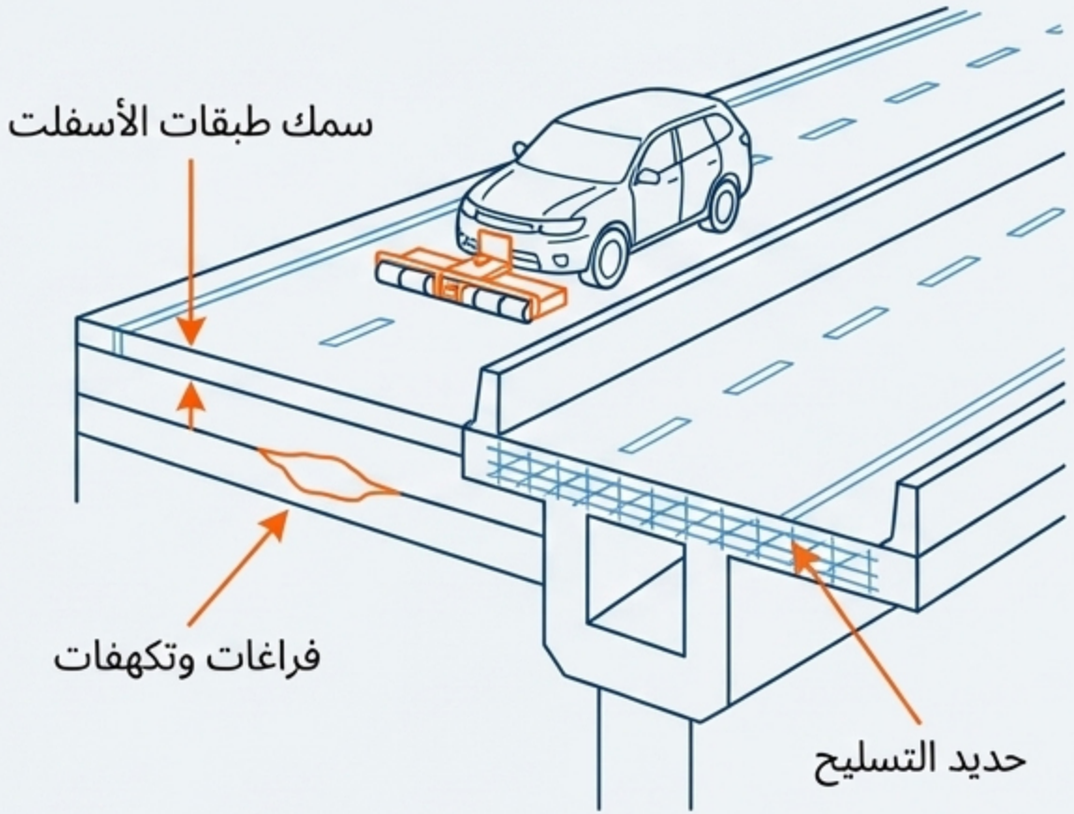
يعمل النظامان معًا في الوقت الفعلي. يوفر GNSS الإحداثيات الأفقية الدقيقة، بينما يوفر GPR العمق الرأسي، مما ينتج عنه موقع ثلاثي الأبعاد لكل هدف يتم اكتشافه.



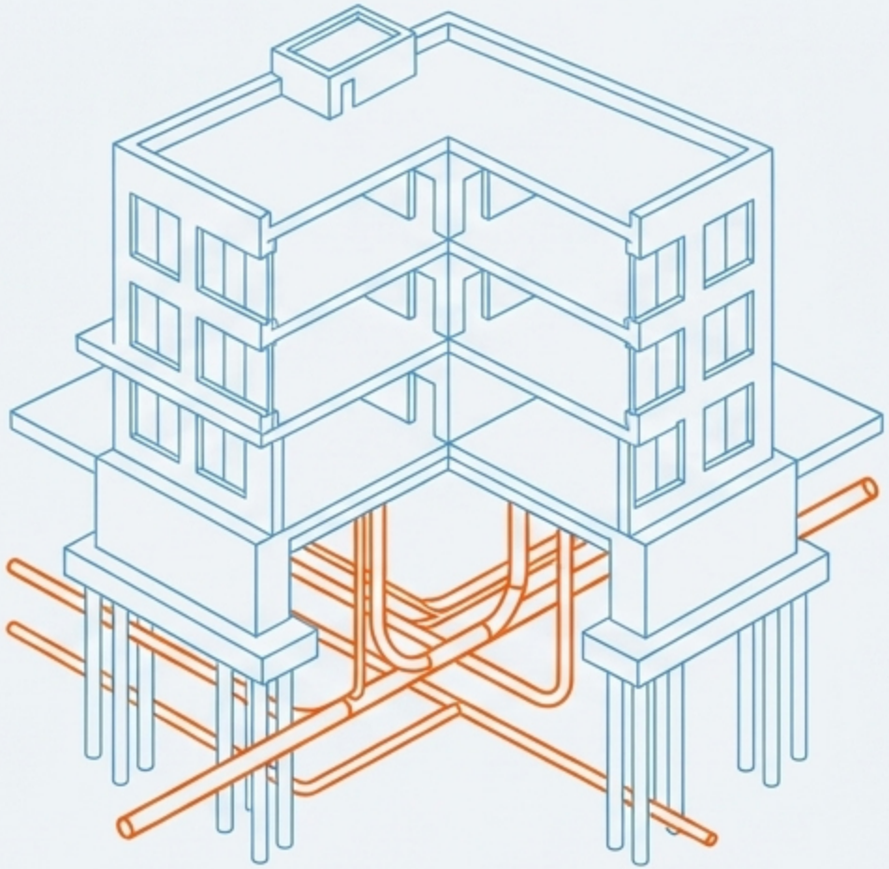
النتيجة: نقطة ثلاثية الأبعاد دقيقة (X, Y, Z)

من رسم الخرائط إلى بناء التوائم الرقمية وتقييم سلامة البنية التحتية.

مسح الطرق والجسور



التوائم الرقمية ونمذجة معلومات البناء (BIM)

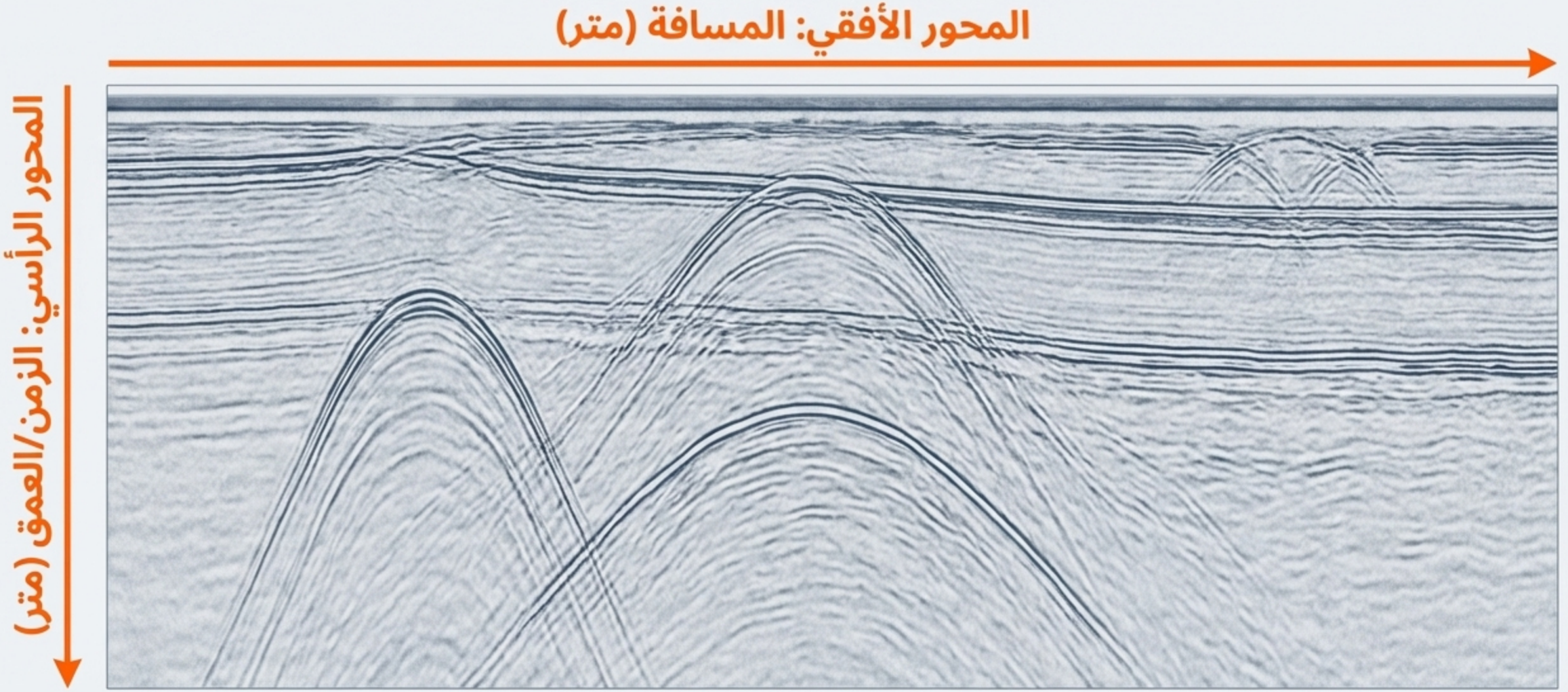


أداة قوية، وليست عصا سحرية: فهم حدود وإمكانيات الـ GPR.

التحديات / المحددات	المميزات
ⓘ **نوع التربة:** يقل أداؤه في التربة الطينية الرطبة أو المالحة.	✓ **غير إتلافي:** لا يتطلب حفرًا أو تكسيرًا.
ⓘ **تفسير البيانات:** يتطلب خبرة عالية لقراءة المخططات الرادارية (Radargrams).	✓ **سريع:** يمكن مسح مساحات واسعة في وقت قصير.
ⓘ **العمق:** كلما زاد تردد الهوائي، قل عمق الاختراق.	✓ **دقيق:** يعطي قياسات عمق دقيقة جدًا.

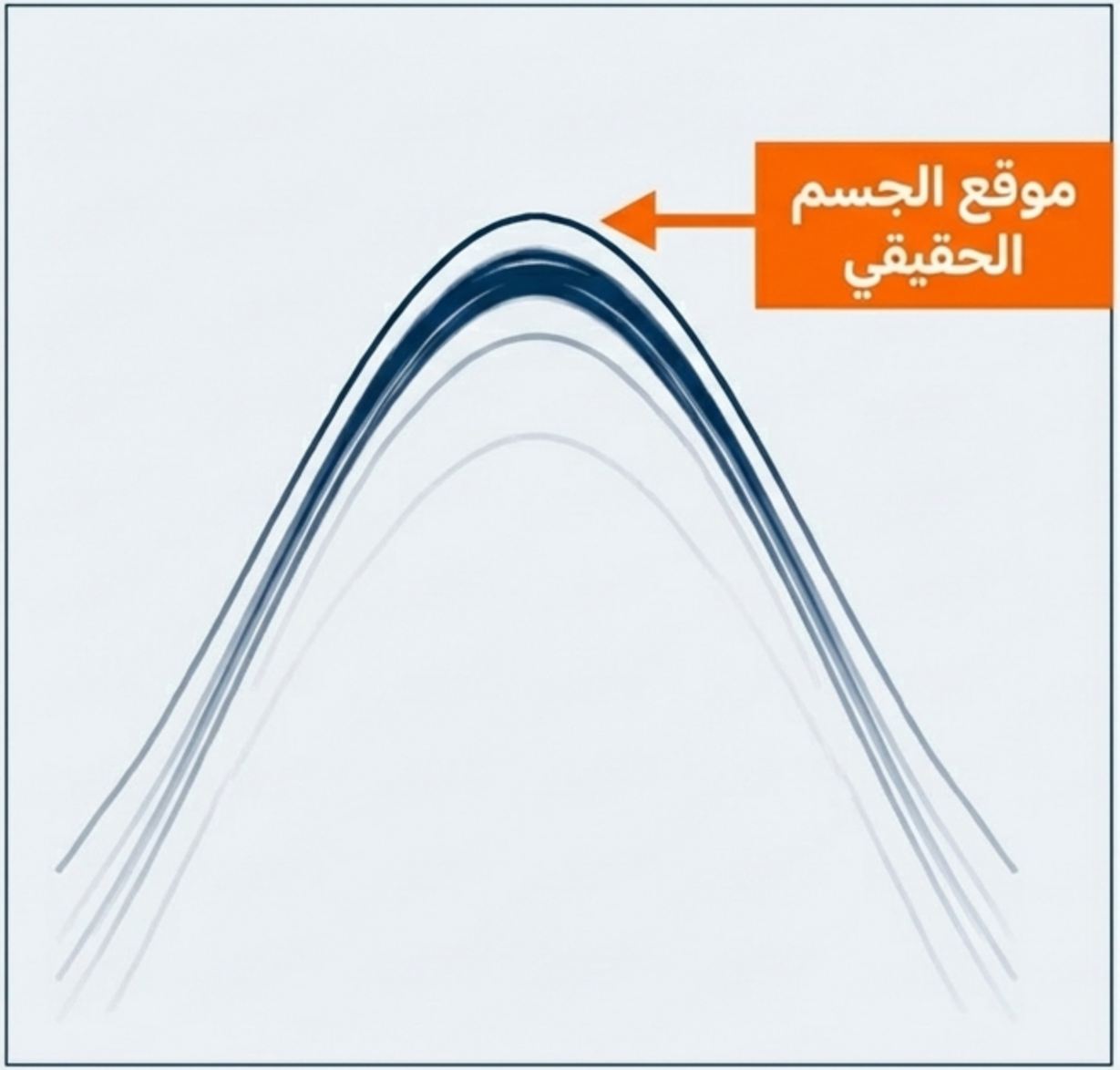
فك شفرة المخطط الراداري: تعلم "لغة" الانعكاسات.

المخطط الراداري ليس صورة فوتوغرافية، بل هو تمثيل بياني لزمن وقوة الإشارة المنعكسة.

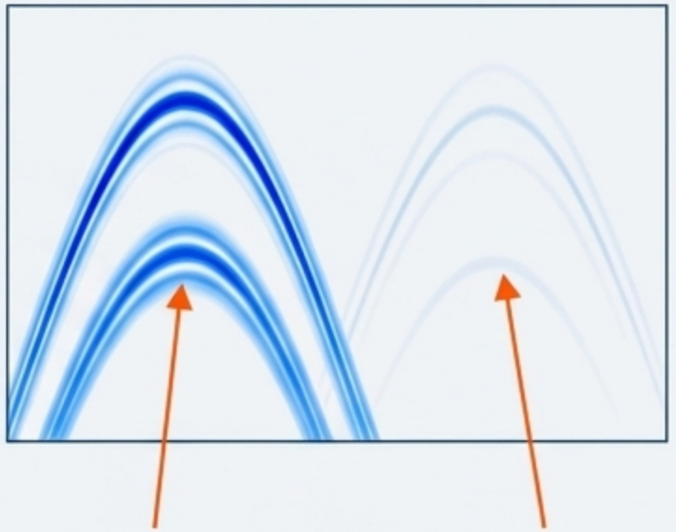
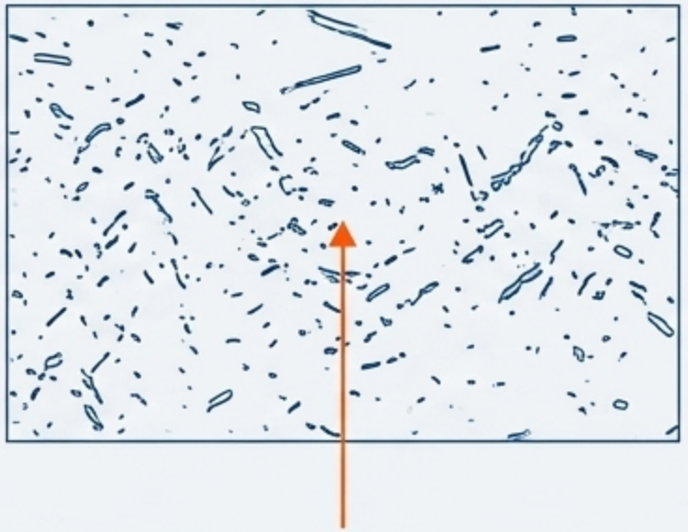
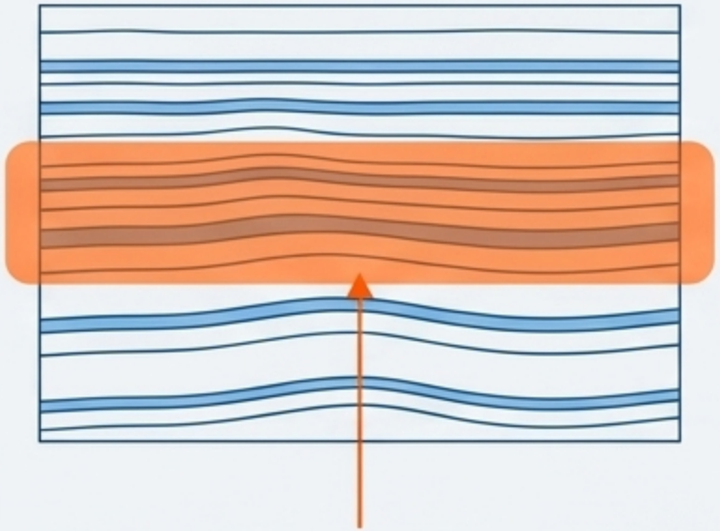


الشكل الهرمي (Hyperbola): العلامة العلامة الأهم لوجود هدف مدفون.

هذا الشكل القوسي هو البصمة الكلاسيكية لهدف نقطي مثل أنبوب أو كابل. يتكون الشكل لأن الهوائي "يرى" الجسم قبل وأثناء وبعد المرور فوقه مباشرة.



قراءة ما بين الأشكال: من طبقات التربة إلى التمييز بين المواد.

تمييز المواد (قوة الإشارة)	التشويش (Noise)	الخطوط الأفقية (Layers)
		

من البيانات الخام إلى الخرائط ثلاثية الأبعاد: برامج المعالجة والتحليل.

تُستخدم برامج متخصصة لتنقية بيانات GPR الخام وتحليلها وتحديد الأهداف وتحويلها إلى مخرجات قابلة للتسليم.

برامج الشركات المصنعة

- **RADAN** (GSSI): يتميز بميزة "Assisted Target Picking" لتحديد الأهداف.

RADAN LOGO

- **EKKO Project (Sensors & Software):** واجهة سهلة وتقارير احترافية.

EKKO PROJECT LOGO

برامج المعالجة المتقدمة

- **GPR-SLICE:** المعيار الذهبي الذهبي لإنشاء الخرائط ثلاثية الأبعاد (Time Slices).

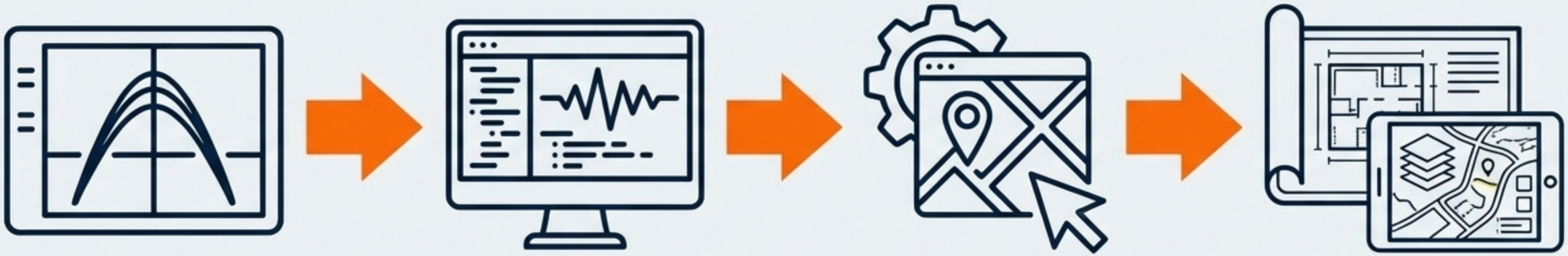
GPR-SLICE LOGO

- **REFLEXW:** دقيق علميًا، ممتاز البيانات من لتنقية البيانات من التشويش (Filtering).

REFLEXW LOGO

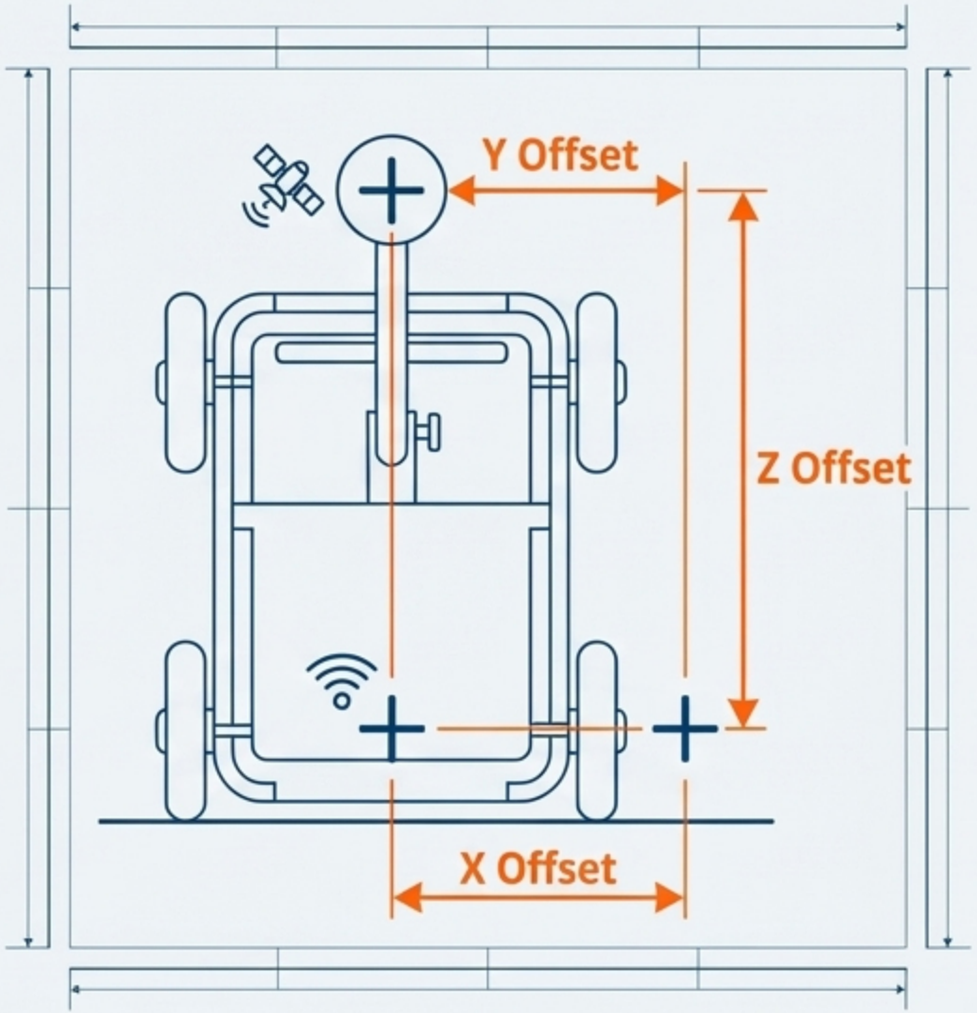
الوجهة النهائية: دمج بيانات الـ GPR في AutoCAD و ArcGIS.

بعد معالجة البيانات وتحديد الأهداف، يتم تصدير إحداثياتها **ثلاثية الأبعاد** (كنقاط أو خطوط) ودمجها في برامج CAD أو GIS لإنشاء **الخريطة النهائية** التي يتخذ العميل قراراته بناءً عليها.



بروتوكول الإزاحة الهندسية: خطوات الدمج الدقيق بين **GPR** و **GNSS** في الموقع.

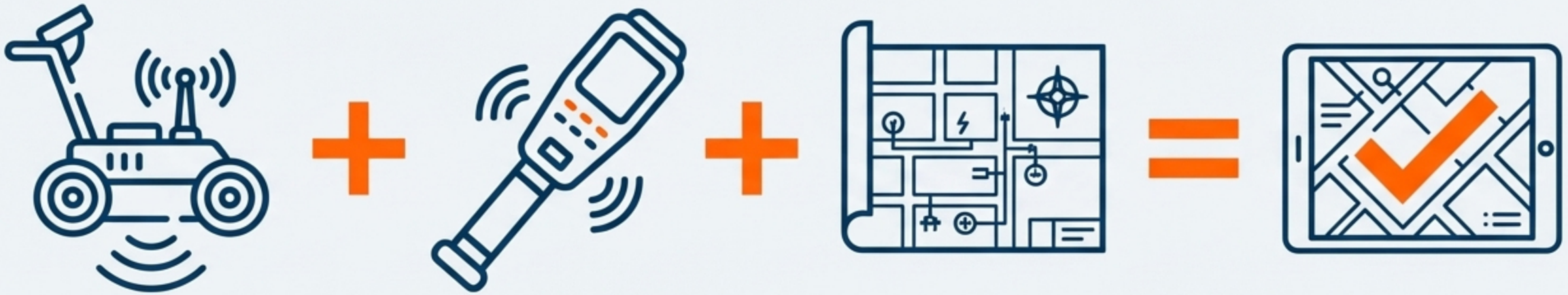
1. ****التثبيت المادي*:** تثبيت هوائي GNSS بشكل آمن على عربة الـ GPR.
2. ****قياس الإزاحة الهندسية*:** القياس الدقيق للمسافات الأفقية (X, Y) والرأسية (Z) بين مركز هوائي GPR ومركز هوائي GNSS.
3. ****إدخال الإزاحة في البرنامج*:** إدخال هذه القياسات في إعدادات برنامج الـ GPR.
4. ****التحقق من الدقة*:** التأكد من أن نظام GNSS يعمل في وضع "RTK Fixed" لتحقيق دقة السنتيمتر.



المستقبل الآن: دمج الـ GPR مع الطائرات بدون طيار (Drones) والذكاء الاصطناعي.

تفتح التقنيات الناشئة مثل GPR المحمول جوًّا والبرامج المدعومة بالذكاء الاصطناعي آفاقًا جديدة للمسح واسع النطاق والتحليل الآلي، مما يقربنا من تحقيق "الشفافية الأرضية" الكاملة.

المعادلة الذهبية لخريطة خالية من الأخطاء.



GPR (للرؤية) + Cable Locator (للكابلات الحية) + مخططات البلدية (للاستدلال) = خريطة دقيقة وموثوقة.