

تعیین بافت و رطوبت خاک با استفاده از روش GPR و مقایسه نتایج حاصل با نتایج آزمایشگاهی، مطالعه موردی محوطه پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود

افسانه مصری^۱، ابوالقاسم کامکار روحانی^۲، علیرضا عرب‌امیری^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود

^۲دانشیار، دانشگاه شاهرود

^۳استادیار، دانشگاه شاهرود

afsanemesri@yahoo.com^۱

چکیده

در محوطه پردیس دانشکده کشاورزی شاهرود، برداشت‌های ژئوفیزیکی به روش رادار نفوذی به زمین (GPR) در طول خطوط پروفیل مختلف با هدف بررسی کارایی این روش در تشخیص کیفی بافت و رطوبت خاک زمین انجام شد. به طور کلی نتایج حاصل از این برداشت‌ها انطباق خوب و قابل قبولی با نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک گرفته شده از عمق‌های مختلف و نسبتاً کم در زیر سطح زمین داشت. عمق نسبتاً بالای نفوذ امواج رادار در قسمت مرکزی پروفیل شماره یک به مقدار رس و رطوبت کم در این قسمت نسبت داده شد که این نتیجه همخوانی خوبی با نتایج آزمایشگاهی داشت. همچنین عمق ناچیز نفوذ امواج رادار در ابتدا و انتهای پروفیل شماره سه حاکی از رسانندگی بالای منطقه به علت موادرسی متراکم و با رطوبت بالا تفسیر شد که این مطلب نیز توسط نتایج آزمایشگاهی تایید شد.

کلمات کلیدی: رادار نفوذی به زمین (GPR)، بافت خاک، رطوبت، نتایج آزمایشگاهی

مقدمه:

برای اینکه کشاورزی در یک محل خاص به صورت مؤثری به کار گرفته شود، بایستی حجم وسیعی از اطلاعات مربوط به نزدیک سطح جمع آوری شود. غالباً این اطلاعات خارج از محدوده بررسی‌های سنتی خاک و نمونه‌گیری‌های گسسته می‌باشد. روش رادار نفوذی به زمین (GPR) به عنوان یک روش غیر مخرب برای بررسی زیرسطحی چندی است که در حال تکامل است و به نظر می‌رسد می‌تواند تا حد زیادی به کشاورزی در شناسایی خاک و حفاظت از سیستم‌های کشت کمک کند. GPR یک روش مؤثر برای جمع‌آوری مداوم داده‌های نزدیک سطح به صورت غیرمخرب است و به نظر در آینده نزدیک چشم اندازهای روشنی از خاک مورد نیاز برای کشاورزی را ارائه می‌کند.

در روش GPR امواج الکترومغناطیسی به درون زمین منتشر شده، بخشی از این امواج با تغییر خصوصیات الکترومغناطیسی انعکاس پیدا می‌کنند و در گیرنده ثبت می‌شوند. عامل اصلی انعکاس امواج، تغییر سرعت انتشار به علت اختلاف گذردهی نسبی، هدایت الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی ساختارهای زیر سطحی باشد.

در برداشت‌های GPR تغییر در خواص الکترومغناطیسی رسوبات است که باعث انعکاس انرژی الکترومغناطیسی می‌شود. تغییر در خواص الکترومغناطیسی عمدتاً در نتیجه تغییرات در محتوای آب، که به نوبه خود توسط اندازه دانه‌ها و تخلخل کنترل می‌شود، رخ می‌دهد. قابل توجه اینکه امواج رادار به علت ماهیت خاص شان در هنگام برخورد با سطح آب متوقف شده و در محیط انتشار نمی‌یابند.

برداشت داده‌ها

عملیات برداشت در طول ۳ خط پروفیل موازی در محدوده‌ای به وسعت ۶×۴۸ متر در محوطه پردیس کشاورزی دانشگاه شاهرود واقع در منطقه بسطام برداشت شد (شکل ۱). این پروفیل‌ها در زمینی که برای چند سال شخم نخورده بود انتخاب شدند. فاصله‌ای در حدود ۲ متر بین این پروفیل‌های موازی در نظر گرفته شد. ۹ نمونه از عمق‌های متفاوت ۱۰، ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متری زیر سطح زمین در سه محل بر روی پروفیل‌ها برداشت شد. ۳ نمونه اول از محلی در ۲۱ متری مبدأ پروفیل اول و نمونه‌های بعدی به ترتیب از ۹.۵ و ۳۶.۵ متری مبدأ پروفیل سوم گرفته شدند.



شکل ۱: نقشه محوطه دانشکده پردیس بسطام و موقعیت مکان برداشت

به طور کلی سه روش برای تعیین سرعت سیر موج GPR در ساختارهای زیرسطحی که به منظور تولید مقاطع عمقی GPR از مقاطع زمانی آن لازم است، وجود دارد:

(۱) با استفاده از تحلیل سرعت موج GPR، که از تغییر فاصله بین فرستنده و گیرنده استفاده می‌شود.

(۲) تخمین سرعت موج GPR با شناسایی جنس لایه‌ها

(۳) استفاده از شکل هذلولی‌های پراش که در مقاطع GPR دیده می‌شوند.

در این مطالعه سرعت سیر امواج رادار را با توجه به جنس لایه‌ها با تقریب خوبی، ۰.۷۵ متربرنانوثانیه در نظر گرفته شد. داده‌های GPR توسط دستگاه Noggin Plus ساخت شرکت کانادایی Sensors & software برداشت شدند. دستگاه مذکور از آنتن پوششی ۲۵۰ مگاهرتز برای ارسال پالس‌های الکترومغناطیسی استفاده می‌کند. داده‌های GPR توسط نرم افزار Win_Ekko_Pro پردازش شده و خروجی آنها توسط نرم‌افزار Transform به نمایش درآمده است.

پردازش و تفسیر داده‌ها

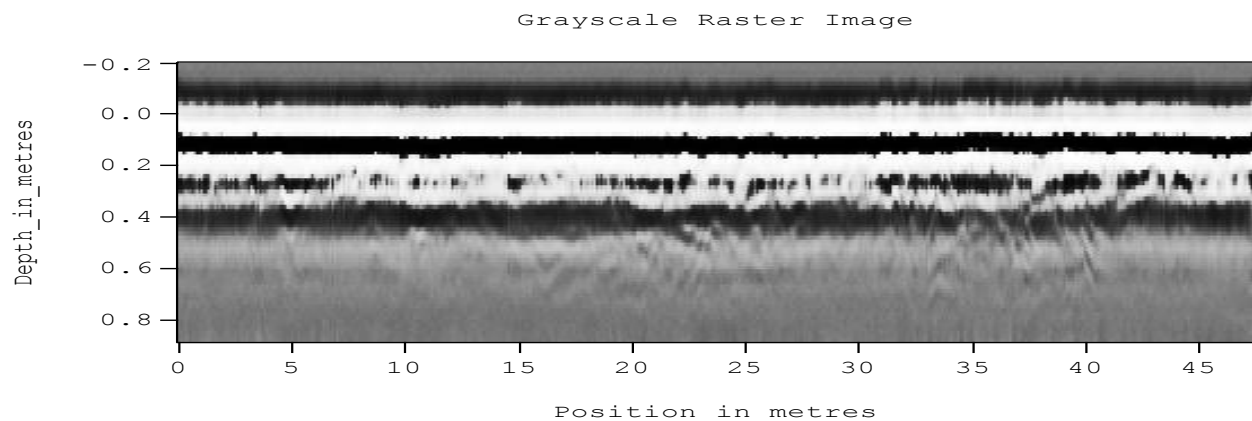
هدف از پردازش داده‌ها از بین بردن نویزهای موجود در داده‌ها و همچنین افزایش قدرت تفکیک اهداف زیر سطحی برای به دست آوردن اطلاعات دقیق از این اهداف می‌باشد. پردازش‌های زیر بر روی داده‌ها در این تحقیق اعمال شد.

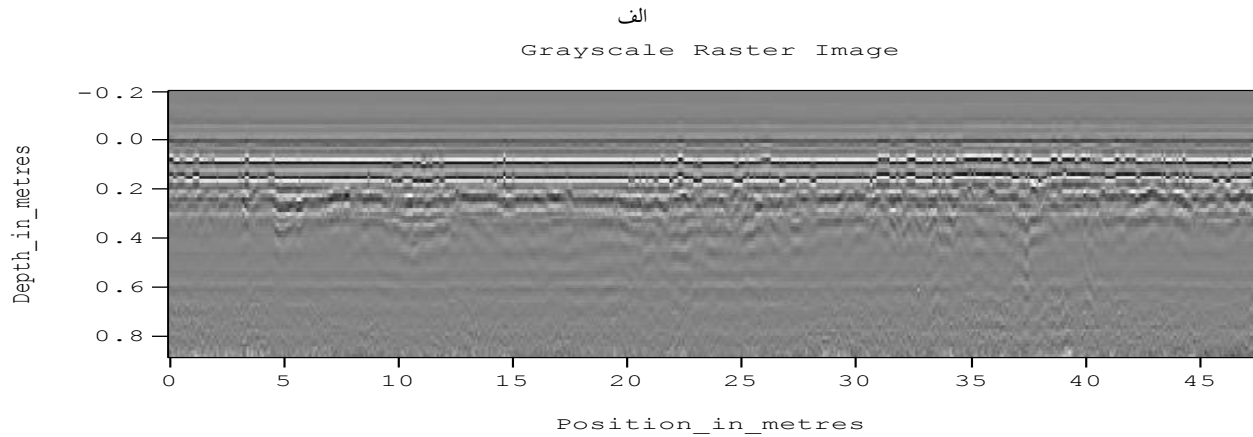
۱- پردازش DEWOW: که در این پردازش سیگنال‌های با فرکانس خیلی کم که ناشی از جریانات القایی ایجاد شده در زمین هستند با استفاده از فیلترهای بالاگذر از رویداده‌ها حذف می‌شوند.

۲- پردازش بهره گسترش نمایی SEC: هدف از این بهره جبران افت انرژی ناشی از گسترش موج در محیط و اتلاف نمایی انرژی از رسانایی است. همانطور که پالس‌های رادار نمایی تضعیف می‌شوند بهره SEC نیز نمایی است. این بهره با استفاده از اطلاعات مربوط به اتلاف سیگنال ناشی از پخش هندسی و اتلاف نمایی امواج GPR در محیط برداشت، سعی در بازسازی شکل سیگنال و پاسخ‌های بازتابی دارد.

۳- پردازش فیلتر بالاگذر (Highpass): با اعمال این فیلتر سیگنال‌های پایین‌تر از فرکانس معینی حذف می‌شوند.

با توجه به رسانایی بسیار بالای محیط به دلیل وجود درصد بالای رس، میرایی امواج رادار تشدید شده و این امر عمق نفوذ را به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. لذا اطلاعات قابل توجهی از اعماق بیش از ۵۰ سانتی‌متر با این برداشت‌ها حاصل نشد. برای رفع این مشکل بر رویداده‌ها بهره گسترش نمایی اعمال شد. پس از مراحل پردازش فوق برای هر پروفیل مقطعی بدست آمد که نمایش واضح-تری از زیر سطح ارائه داد. همان‌طور که از روی شکل ۲ ملاحظه می‌شود، رسانایی بالای محیط زیر سطحی، سبب کاهش شدید عمق نفوذ امواج رادار شده است.

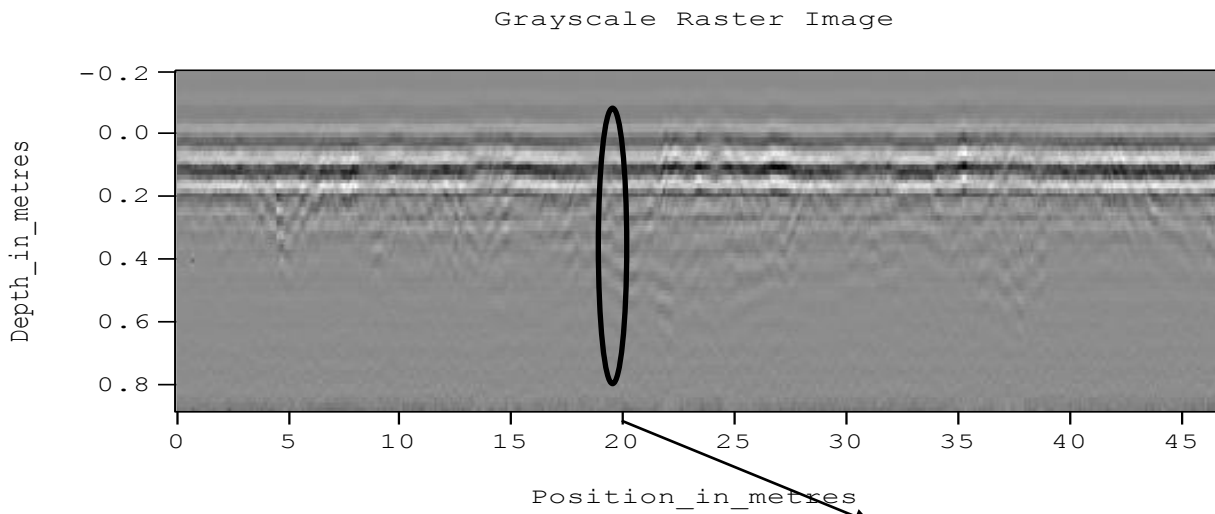




ب

شکل ۲: مقاطع عمقی GPR، الف) قبل از اعمال فیلتر و ب) بعد از اعمال فیلترهای SEC, Dewow و Highpass

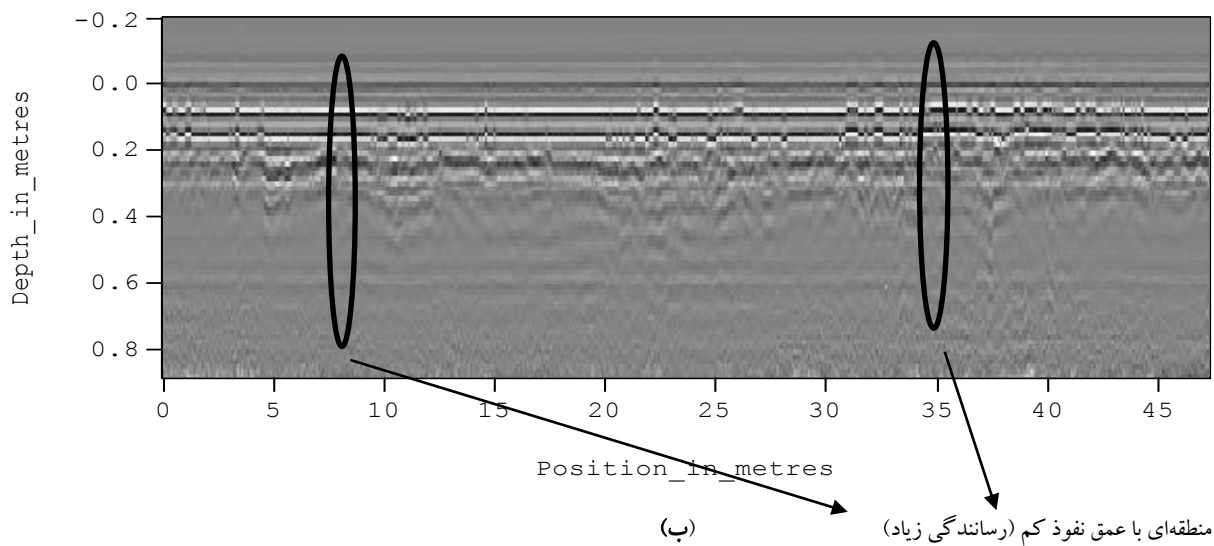
در مقاطع شکل ۳ دو پروفیل GPR به همراه نمایش محل اخذ نمونه‌های خاک و نتایج آزمایشگاهی حاصل از آنها آورده شده است. همان طور که از روی این شکل مشاهده می‌شود تطابق خوبی میان نتایج حاصل از آزمایشگاه و GPR به دست آمده است.



(الف)

منطقه‌ای با عمق نفوذ زیاد (رسانندگی کم)

Grayscale Raster Image



شکل ۳: مقاطع حاصل از روش GPR. الف) پروفیل شماره یک ب) پروفیل شماره سه

۹ نمونه خاک برداشت شده در آزمایشگاه با استفاده از روش هیدرومتری که یک روش تعیین بافت است مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج آزمایشگاهی حاصل از انجام آزمایش بر روی نمونه‌های خاک در جدول ۱ آورده شده است:

جدول ۱: نتایج آزمایشگاهی نمونه‌های خاک برداشت شده از عمق‌های مختلف در طول پروفیل‌های GPR.

نمونه اول از پروفیل ۳	میزان رس	میزان سیلت	میزان شن	درصد رطوبت وزنی
عمق ۱۰Cm	٪۴۴	٪۲۰	۳۶%	۶%
عمق ۳۰Cm	۴۳%	۲۰%	۳۷%	۵.۷۵ %
عمق ۵۰ Cm	۵۲%	۱۸%	۳۰%	۹%
نمونه دوم از پروفیل ۳	میزان رس	میزان سیلت	میزان شن	درصد رطوبت وزنی
عمق ۱۰Cm	۴۸%	۲۸%	۲۴%	۶%
عمق ۳۰Cm	۵۰%	۲۶%	۲۴%	۵%
عمق ۵۰ Cm	۶۶%	۱۸%	۱۴%	۴.۷۷%
نمونه سوم از پروفیل ۱	میزان رس	میزان سیلت	میزان شن	درصد رطوبت وزنی
عمق ۱۰Cm	۳۴%	۱۶%	۵۰%	۳%
عمق ۳۰Cm	۳۲%	۱۸%	۵۰%	۳%
عمق ۵۰ Cm	۴۹%	۲۰%	۳۱%	۴.۲۳ %

همان طور که از روی مقاطع عمقی GPR نشان داده شده در شکل ۳ مشاهده می‌شود در محدوده‌های مشخص شده در قسمت ۳-الف عمق نفوذ امواج GPR بالاست اما در شکل ۳-ب عمق نفوذ امواج GPR بسیار کم بوده است. علت کم شدن عمق نفوذ امواج GPR در شکل ۳-ب را می‌توان به حضور خاک با دانه‌بندی ریز رسی و بافت متراکم و حضور رطوبت بالا در این شکل نسبت داد که در نتیجه، این دو عامل سبب کاهش شدید عمق نفوذ امواج GPR شده است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه کارایی روش GPR در توصیف کیفی بافت خاک و رطوبت آن در محوطه پردیس دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داده که روش GPR در توصیف کیفی بافت خاک موفق عمل نموده است به این دلیل که نتایج GPR با نتایج آزمایشگاهی حاصل از آزمایش بر روی نمونه‌های خاک اخذ شده از منطقه مورد مطالعه تطابق قابل قبولی دارد. این تحقیق حاکی از آن است که در محل‌های با میزان رس و رطوبت کمتر، عمق نفوذ امواج GPR بیشتر است و همچنین در محل‌هایی هر که رسانندگی خاک بیشتر باشد - یعنی میزان رس و رطوبت آن بالا باشد - عمق نفوذ امواج GPR به شدت کاهش می‌یابد. در محوطه برداشت نیز به علت وجود مواد متراکم رسی و رطوبت بالای خاک، عمق نفوذ امواج GPR کم بوده است.

منابع

اشرف، ش. (۱۳۸۳). "خاک شناسی". جلد اول، انتشارات بنیان علوم تهران، ۱۹۷ ص.

Baker, G. Jordan, T. and Pardy, J. (2007). "An introduction to ground penetrating radar (GPR)" The Geological Society of America, special paper 432, pp. 181.

Van Dam, R. L. (2001). "cause of ground penetrating radar reflection in sediment" Ph.D. thesis, univ, Amsterdam.

Neal, A. (2004). "Ground Penetrating Radar and its use in sedimentology": principles, problems and progress: Earth-science reviews, 66, pp. 261-330.