شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

برآورد کیفی بافت خاک با استفاده از روش رادار نفوذی به زمین

سمیرا مصری[۱*]، شجاع قربانی دشتکی[۲]، حسین شیرانی[۳]، ابوالقاسم کامکار روحانی[۴]، حمیدرضا متقیان[۵]، حسینعلی بهرامی[۶]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهرکرد

[۲]استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۳]استادگروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رفسنجان

[۴]دانشیار دانشکده مهندسی معدن، ژئوفیزیک و نفت ، دانشگاه صنعتی شاهرود

[۵]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۶]استاد گروه علوم و منهدسی خاک دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

رادار نفوذی به زمین یکی از روش‌های ژئوفیزیکی است که امروزه به‌عنوان یک روش زودیافت در تعیین خصوصیات خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. بافت خاک به عنوان خصوصیت فیزیکی و پایای خاک است که اهمیت زیادی در کشاورزی، ذخیره آب و عناصر غذایی برای گیاه دارد. پژوهش حاضر به منظور تعیین بافت خاک با استفاده از رادار نفوذی به زمین انجام پذیرفت. بدین منظور از GPR مدل Akula9000 با آنتن ۷۰۰ مگاهرتز در دو کاربری مرتع و کشاورزی استفاده شد. 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 دو 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: بافت خاک، رادار نفوذی به زمین، روش ژئوفیزیکی

مقدمه

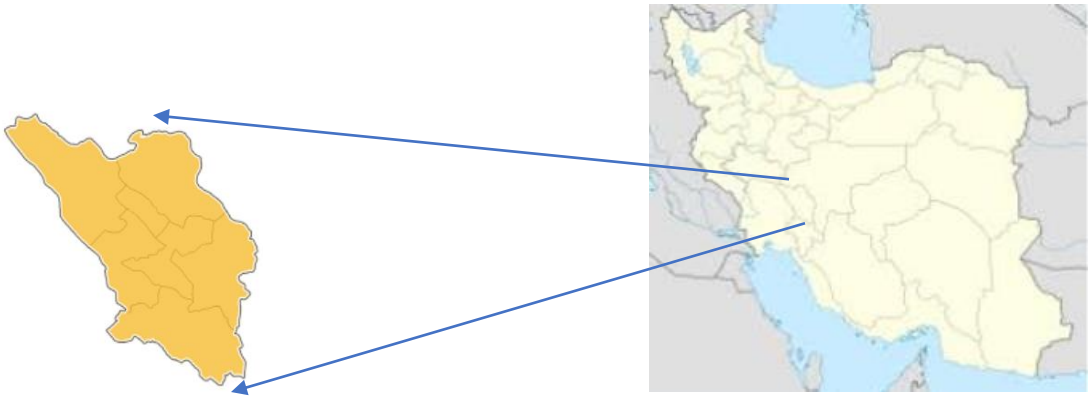
بافت خاک از خواص فیزیکی و پایای خاک می‌باشد. اندازه نسبی ذرات خاک را اصطلاحاً بافت خاک گویند که حاکی از ریزی و درشتی خاک می‌باشد. به عبارت دیگر مقدار نسبی شن و سیلت و رس که ذرات کوچکتر از سنگریزه می‌باشد (قطرشان از ۲ میلی‌متر کوچکتر است) بافت خاک را تشکیل می‌دهد درشت و سبک به خاک شنی و ریز و سنگین به خاک رسی اطلاق می‌شود. (شرفا، ۱۳۸۱). روش‌های متفاوتی برای تعیین بافت خاک وجود دارد که شامل روش‌های صحرایی، هیدرومتری، پیپت و رادار نفوذی به زمین می‌باشد. در این میان روش رادار نفوذی به زمین به عنوان یک روش غیر مخرب برای بررسی زیرسطحی چندی است که در حال تکامل است و به نظر می‌رسد می-تواند تا حد زیادی به کشاورزی در شناسایی خاک و حفاظت از سیستم‌های کشت کمک کند. رادار نفوذی به زمین یک روش موثر برای جمع-آوری مداوم داده‌های نزدیک به سطح به صورت غیرمخرب است و به نظر در آینده نزدیک چشم‌اندازهای روشنی از خاک مورد نیاز برای کشاورزی را ارائه می‌کند. در روش رادار نفوذی به زمین 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 زیرسطحی باشد. در برداشت‌های رادار نفوذی به زمین تغییر در خواص الکترومغناطیسی رسوبات است که باعث انعکاس انرژی الکترومغناطیسی می‌شود. تغییر در خواص الکترومغناطیسی عمدتا در نتیجه تغییرات در محتوای آب، که به نوبه خود توسط اندازه دانه‌ها و تخلخل کنترل می‌شود، رخ می‌دهد. قابل توجه به اینکه امواج رادار به علت ماهیت

* ایمیل نویسنده مسئول: dorsa_mesry@yahoo.com

خاص‌شان در هنگام برخورد با سطح آب متوقف شده و در محیط انتشار نمی‌یابند. تحقیق حاضر به منظور تعیین بافت خاک با استفاده از رادار نفوذی به زمین و مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی انجام پذیرفت (Neal، ۲۰۰۴).

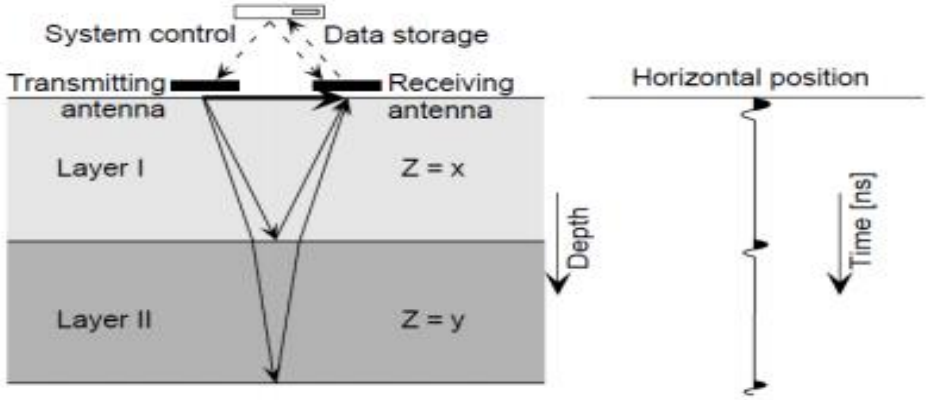
مواد و روش

نمونه‌ها در شهرکرد در دو کاربری مرتع با بافت سطحی clay loam و کشاورزی با بافت سطحی sandy clay loam برداشت شدند. به تعداد ۴ نمونه از عمق‌های ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متری برای تعیین بافت عمقی جمع‌آوری شدند. آزمایشات انجام شده در آزمایشگاه شامل بافت خاک به روش هیدرومتری (بایکس، ۱۹۶۲)، اندازه‌گیری رطوبت خاک جمع‌آوری نمونه و سپس خشک کردن در آون ۱۰۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت تعیین شد.



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

در رادار نفوذی به زمین GPR با ارسال رادار به زمین به تعیین خصوصیات خاک می‌پردازد. یک سیستم رادار از یک مولد سیگنال، آنتن فرستنده و گیرنده تشکیل شده است. فرستنده موجی با فرکانس ۱۰ مگاهرتز تا ۵/۱ گیگا هرتز تولید و به داخل زمین ارسال می‌کند. امواج هنگامی که به یک شئ و یا سطح که دارای خواص الکتریکی متفاوتی است برخورد می‌کنند، بر اثر تغییر امپدانس الکترومغناطیسی در آن قسمت، بخشی از امواج به سطح منعکس می‌شوند (Brubaker و همکاران،۱۹۹۲).



شکل ۲. مسیر انتشار امواج الکترومغناطیسی برای بررسی یک ساختار دو لایه در زیر سطح با GPR (Van Dam، ۲۰۰۱)

به طور کلی سه روش برای تعیین سرعت سیر موج GPR در ساختارهای زیر سطحی 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 می‌شود.

داده‌ها توسط GPR مدل Akula9000 و با آنتن ۷۰۰ مگاهرتز برای ارسال پالس‌های الکترومغناطیسی استفاده شد. تفسیر و پردازش داده‌ها نیز با نرم‌افزار Reflexw انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

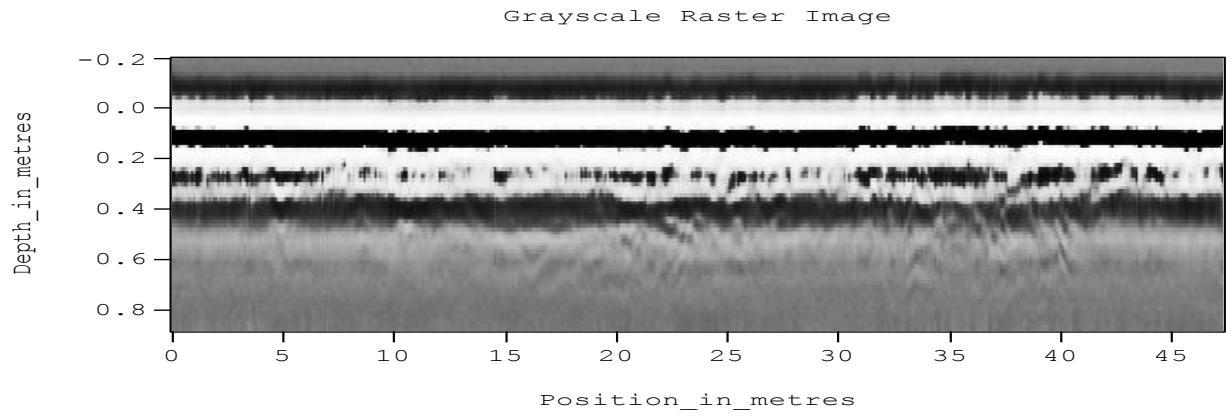
به منظور بررسی نتایج حاصل از GPR ابتدا لازم است وضوح تصاویر با اعمال پردازش و از بین بردن نویزها افزایش یابد. پردازش-های انجام شده بر روی تصاویر شامل:

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 رویدادها حذف می‌شوند.

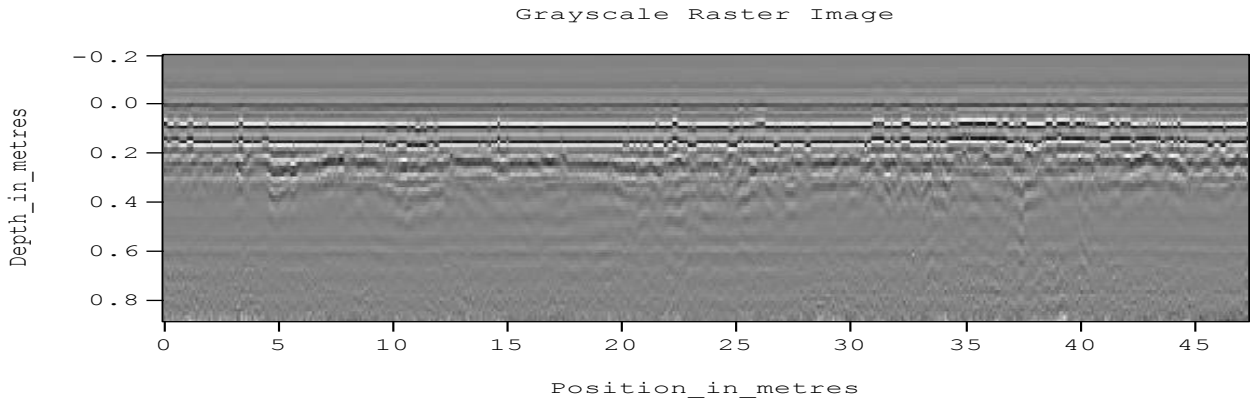
پردازش بهره گسترش نمایی SEC : هدف از این بهره جبران افت انرژی ناشی از گسترش موج در محیط و اتلاف نمایی انرژی از رسانایی است. این بهره با استفاده از اطلاعات مربوط به اتلاف سیگنال ناشی از پخش هندسی و اتلاف نمایی امواج GPR در محیط برداشت، سعی در بازسازی شکل سیگنال و پاسخ‌های بازتابی دارد.

پردازش فیلتر بالاگذر (Highpass): با اعمال این فیلتر سیگنال‌های پایین تر 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 برداشت حاصل نشد. برای رفع این مشکل بر رویدادها بهره گسترش نمایی اعمال شد. پس از مراحل پردازش فوق برای هر پروفیل مقطعی به‌دست آمد که نمایش واضح‌تری از زیرسطح ارائه داد. همان طور که از روی شکل ۳ ملاحظه می شود، رسانایی بالای محیط زیرسطحی، سبب کاهش شدید عمق نفوذ امواج رادار شده است.

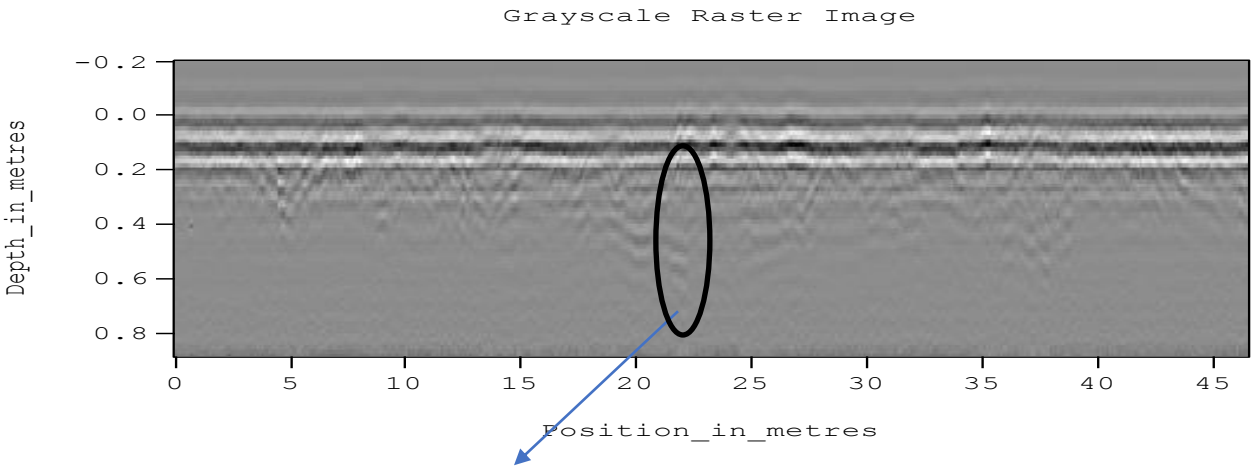


شکل ۳. مقاطع عمقی GPR، قبل از اعمال فیلتر



شکل ۳: مقاطع عمقی GPR، بعد از اعمال فیلترهای Dewow، SEC و Highpass

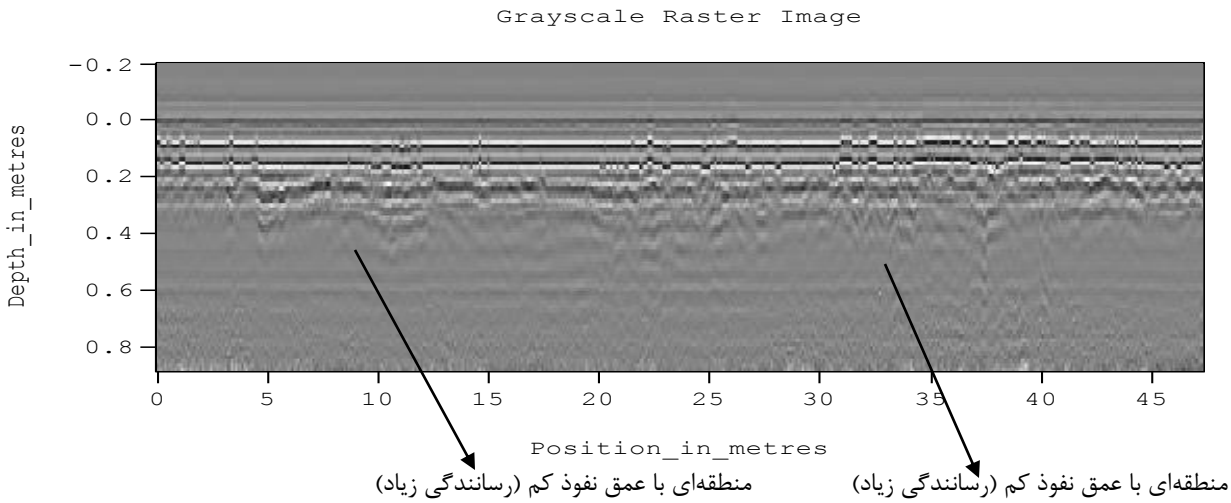
در مقاطع شکل‌های ۴و ۵ دو پروفیل GPR به همراه محل اخذ نمونه‌های خاک و نتایج آزمایشگاهی حاصل از آنها در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۱ و شکل ۴ مشاهده می‌شود عمق نفوذ رادار به دلیل رطوبت پایین‌تر و میزان رس به دست آمده از نتایج آزمایشگاهی نسبت به شکل ۵ بیشتر است.



شکل ۴. مقاطع حاصل از روش GPR. الف)پروفیل شماره یک

جدول ۱. درصد اجزای بافت خاک در پروفیل ۱ در اعماق مختلف

نمونه از پروفیل ۱	میزان رس	میزان سیلت	میزان شن	بافت خاک	درصد رطوبت وزنی
عمق ۰-۱۰سانتی‌متری	۲۴	۳۰	۴۶	Sandy clay loam	۴
عمق ۳۰ سانتی‌متری	۲۰	۳۸	۴۲	loam	۶



شکل ۵. مقاطع حاصل از روش GPR. پروفیل شماره دو

جدول ۲. درصد اجزای بافت خاک در پروفیل ۲ در اعماق مختلف

نمونه از پروفیل ۲	میزان رس	میزان سیلت	میزان شن	بافت خاک	درصد رطوبت وزنی
عمق ۰-۱۰سانتی‌متری	۳۸	۳۸	۲۴	Clay loam	۱۳
عمق ۳۰ سانتی‌متری	۳۹	۳۷	۲۴	Clay loam	۱۶

نتیجه‌گیری

در این مطالعه کارایی روش GPR در توصیف کیفی بافت خاک مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به مفروضات رادار نفوذی به زمین در خاک‌هایی با میزان رطوبت و رس بالا به علت رسانندگی زیاد خاک عمق نفوذ رادار کاهش می‌یابد در صورتیکه در خاک‌های سبک و رطوبت پایین عمق نفوذ رادار زیادتر است. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که روش GPR در توصیف کیفی بافت خاک موفق عمل نموده است به این دلیل که نتایج آزمایشگاهی حاصل از آزمایش بر روی نمونه‌های خاک اخذ شده از منطقه مورد مطالعه با اساس نفوذ رادار نفوذی به زمین تطابق قابل قبولی داشت. این تحقیق حاکی از آن است که در محل‌هایی با بافت درشت‌تر خاک و میزان رس و رطوبت کمتر، عمق نفوذ امواج رادار بیشتر است و هم‌چنین در محل‌هایی که میزان رس و رطوبت آن بالا است رسانندگی خاک بیشتر و عمق نفوذ امواج GPR به شدت کاهش می‌یابد.

منابع

شرفا، م. ۱۳۸۳. "خاک شناسی". جلد اول، انتشارات بنیان علوم تهران، ۱۹۷ ص.

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

Bouyoucos G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. 54: 464-465.

Brubaker S.C. Holzhey C.S. and Brasher B.R. 1992. Estimating the water- dispersible clay content of soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1226-1232.

Neal A. 2004. Ground Penitrating Radar and its use in sedimentology: prenciples, problems and progress:Earth-science reviews, 66, pp.261-330.

Van Dam R. L. 2001.cause of ground penitrating radar reflection in sediment Ph.D. thesis, univ, Amesterdam.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Soil texture qualitative analysis by ground penetration radar

Mesri*[1], S., Ghorbani Dashtaki[2], Sh., Shirani,[3]H. Kamkarrohani,[4] A, Motaghian, H.[5] Bahrami, H., A. [6]

[1] P.hD. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

[2] Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

[3]Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

[4]Associate Prof., Miner engeenier- Geophysic Department, Faculty of Agriculture University of Shahroud, Iran

[5]Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

[6]Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tarbiat modares, Iran

Abstract

Nowadays ground penetration radar is one of the geophysical rapid methods used for identifying soil characteristics. Soil texture is considered to be a stable physical property of the soil which has an important role in agriculture, especially in storing water and nutrition elements in the plants. This research has been conducted to determine the soil texture using the ground penetration radar. It has been done using GPR, Akula9000 model, with 700MHz antenna on two surface texture: clay loam and sandy clay loam. The results of these observations were accordant with the laboratory results of soil samples taken from different depths that were relatively low below ground level. The relatively high depth of penetration of radar waves in the central part of profile number 1 was attributed to the amount of clay and low humidity in this section which resulted in good agreement with laboratory results. Also, the insignificant depth of radar wave penetration at the beginning and the end of profile number 2 was attributed to the high conductivity of the region due to dense, high humidity materials, which was confirmed by laboratory results.

Keywords: Soil texture**,** Ground penetration radar, Geophysical method

* Corresponding author, Email: dorsa_mesry@yahoo.com