معکوس‌سازی داده‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس جهت برآورد شوری خاک

روح الله تقی زاده مهرجردی
استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده

در این مقاله سعی شده است تا از روشی جدید جهت مدل‌سازی تغییرات شوری خاک با استفاده از داده‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس بهره گرفته شود. همچنین نتایج این روش که توسط نرم‌افزار EM4Soilبدست آمده است را با روش رگرسیون چند متغیره مورد مقایسه قرار گرفت. در این روش تصاویر هدایت الکتریکی ظاهری با معکوس‌سازی داده‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس قرائت شده در ارتفاع‌های مختلف ایجاد می‌شود. نتایج مقایسه دو مدل مذکور، از دقت بالاتر روش معکوس‌سازی به کار رفته در این تحقیق حکایت دارد. لازم به ذکر می‌باشد که رگرسیون چند متغیره برای هر عمق باید کالیبره شود.

واژگان کلیدی: معکوس‌سازی، شوری خاک، نقشه‌برداری رقومی خاک

مقدمه

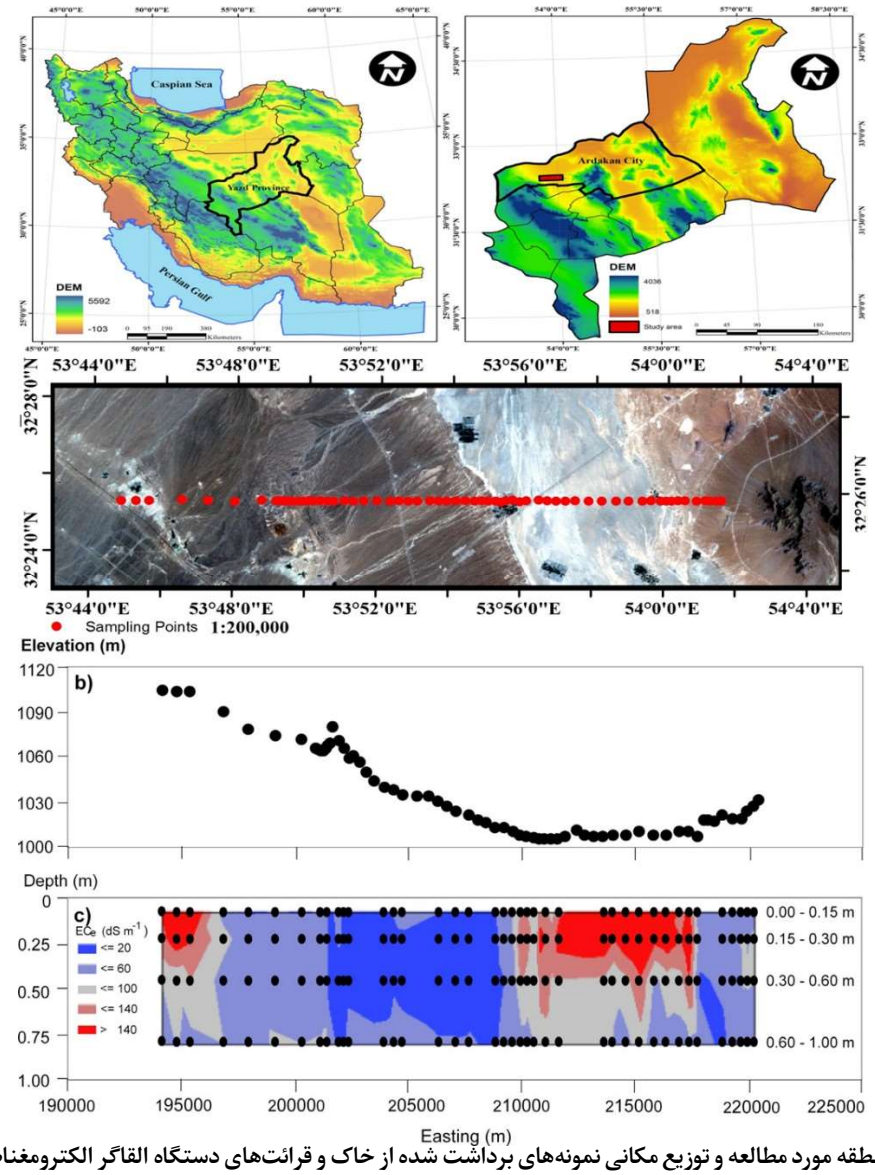
اقدامات انجام شده برای پایش و ارزیابی هدایت الکتریکی ظاهری خاک به طور فزاینده‌ای در سطح دنیا در حال گسترش است زیرا نه تنها هدایت الکتریکی ظاهری به عنوان نماینده برخی خصوصیات خاک مثل شوری، درصد رطوبت، عمق خاک و میزان رس آن محسوب می‌شود، بلکه اطلاعات بسیار مهمی راجع به اثرات و پیامدهای درازمدت فعالیت‌ها و عملیات درون‌مزرعه‌ای مثل آبیاری، مدیریت گیاه و همچنین خاک را در مقیاس مزرعه‌ای و منطقه‌ای ارائه می‌کند. یکی از روش‌هایی که در نقاط مختلف دنیا برای مدیریت شوری خاک به‌کار می‌رود، تکنیک‌های الکترومغناطیسی است که طیف گسترده‌ای از کاربران مثل محققین و دانش‌پژوهان تا کشاورزان پیشرو را شامل شده‌است. دستگاه القاگر الکترومغناطیس امکان پایش شوری خاک را بدون تماس مستقیم با آن و با صرف کمترین زمان و هزینه نسبت به سایر روش‌های صحرایی فراهم می‌آورد.

درسال‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت تبدیل اندازه‌گیری‌های هدایت الکتریکی ظاهری به قابلیت هدایت الکتریکی و در نهایت تهیه نقشه شوری در عمق‌های مختلف خاک شده است. در اسپانیا Amezketa and Lersundi(۲۰۰۸) از رابطه رگرسیونی جهت کالیبره کردن دستگاه و در نهایت تهیه نقشه کلاس‌های شوری خاک در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری در مقیاس مزرعه استفاده کردند. روش مشابهی توسط Aragüés et al.,(۲۰۱۱) برای پیش‌بینی شوری در منطقه ریشه گیاه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین Herrero and Hudnall(۲۰۱۳) جهت تهیه نقشه شوری در سطح خاک از روشی مشابه بهره گرفتند. اما نکته قابل توجه این است که در این تحقیقات مقدار شوری به طور میانگین در یک عمق خاک مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین برای هر عمق باید معادله رگرسیونی به طور جداگانه کالیبره شود.

بنابراین برای ساده‌تر شدن فرآیند کالیبراسیون، محققین سعی کرده‌اند تا از روش معکوس‌سازی استفاده کنند (Huang et al., ۲۰۱۴; Goff et al., ۲۰۱۴). در این روش هدایت الکتریکی واقعی معکوس‌سازی می‌شود تا فقط یک معادله رگرسیونی برای پیش‌بینی شوری خاک در هر عمق کافی باشد. در این مقاله سعی شده است تا از روشی ساده جهت برآورد شوری در عمق‌های مختلف خاک در منطقه اردکان استفاده شود. همچنین روش معکوس‌سازی با روش سنتی رگرسیون برای هر عمق مقایسه شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قسمتی از اراضی شمال اردکان در استان یزد انجام شده‌است. در طول ترانسکت با طول تقریبی ۲۶۰۰۰ متر داده‌برداری دستگاه القاگر در ارتفاع‌های مختلف انجام پذیرفت. ارتفاع منطقه مورد مطالعه از شرق به غرب کاهش می‌یابد. خاک‌های منطقه مورد مطالعه عمدتا در دو رده اریدی‌سول و انتی‌سول قرار می‌گیرد. خاک‌های مناطق مرتفع‌تر دارای بافت سبک دارند در مقابل خاک‌های مناطق با ارتفاع کمتر دارای درصد رس بیشتری می‌باشد. در ۴۴ محل قرائت شده توسط دستگاه القاگر الکترومغناطیس، نمونه‌برداری از خاک نیز جهت اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی در آزمایشگاه صورت گرفت. پس از اندازه‌گیری قابلیت هدایت اکتریکی با استفاده از معادله عمق خاک به چهار عمق استاندارد (۱۵-۰، ۳۰-۱۵، ۶۰-۳۰ و ۱۰۰-۶۰ سانتی‌متری) تبدیل گردید (شکل ۱).



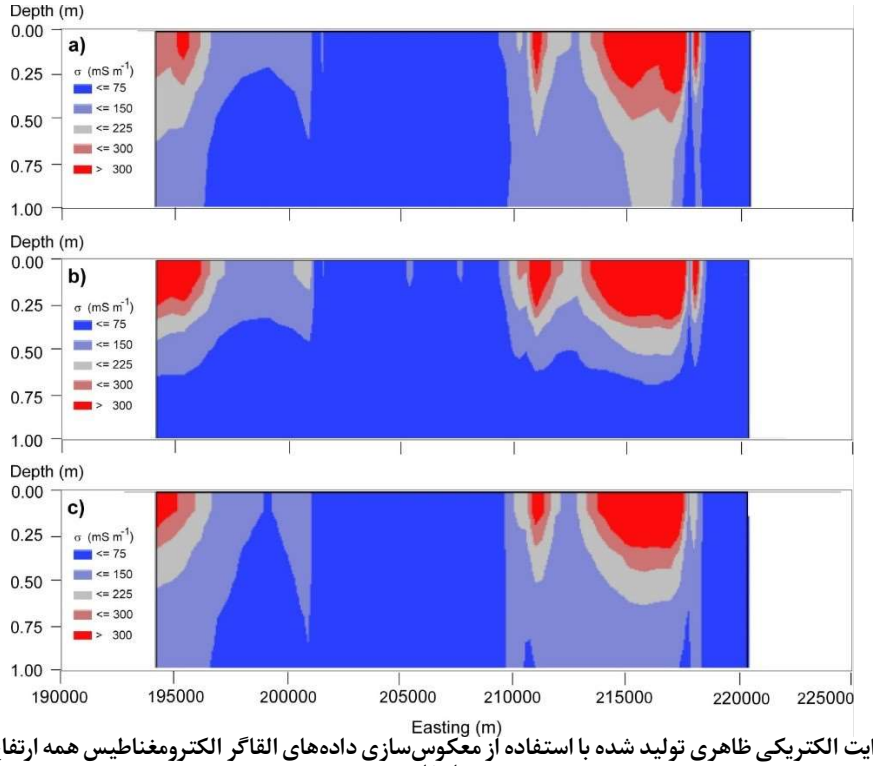
شکل ۱) منطقه مورد مطالعه و توزیع مکانی نمونه‌های برداشت شده از خاک و قرائت‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس

EM4Soil نرم افزاری است که جهت معکوس‌سازی داده‌های هدایت الکتریکی ظاهری استفاده می‌شود. الگوریتم به کار رفته به طور کامل توسط Monteiro Santos(۲۰۰۴) بحث شده است. هدف ایجاد لایه‌های هدایت الکتریکی ظاهری می‌باشد تا بتوان از آن‌ها در نهایت برای برآورد شوری خاک استفاده نمود. به طور خلاصه در ابتدا پارامترهای معکوس‌سازی با استفاده از داده‌های القاگر الکترومغناطیس در سطح زمین بهینه گردید. بهینه‌سازی با استفاده از معیارهای خطای رایج در تحقیقات مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد داده‌های القاگر الکترومغناطیس در ارتفاع‌های مختلف معکوس‌سازی گردید. در این مرحله از مقادیر بهینه شده در مرحله نخست استفاده گردید. در مرحله نهایی از تصاویر معکوس شده جهت برآورد شوری خاک استفاده شد.

نتایج و بحث

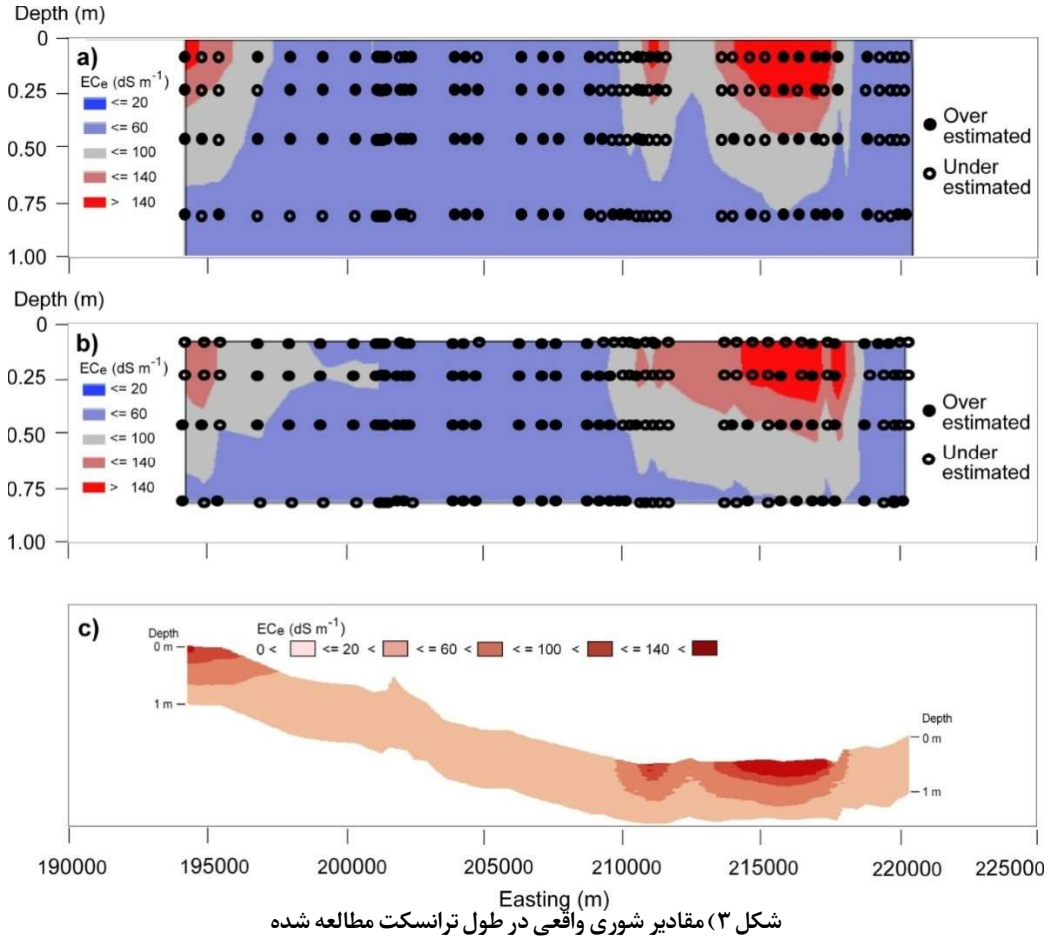
تغییرات ارتفاعی نشان می‌دهد که غرب منطقه دارای ارتفاع بیشتری می‌باشد در حالی‌که نقاط واقع در شرق منطقه ارتفاع کمتری را دارند. در مناطق با ارتفاع بیشتر شوری خاک در دو عمق اول تقریبا یکسان و مقدار آن کم می‌باشد. حداکثر مقادیر شوری (بیش از ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر) در نواحی با ارتفاع کمتر دیده می‌شود. همچنین تغییرات مقدار شوری نسبت به عمق کاهش می‌یابد.

تغییرات مکانی هدایت الکتریکی ظاهری نیز روند مشابهی مانند تغییرات شوری را نشان می‌دهد. همچنین آنالیز اولیه داده‌ها نشان داد که تغییرات هدایت الکتریکی ظاهری در ارتفاع‌های مختلف شبیه یکدیگر می‌باشد. اگرچه مقدار آن در ارتفاع‌های بالاتر (قرائت‌های انجام شده در ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری) کمتر می‌باشد. نتایج همبستگی هدایت الکتریکی ظاهری و قابلیت هدایت الکتریکی نشان داد که بیشترین همبستگی شوری سطحی خاک با داده‌های القاگر الکترومغناطیس در سطح زمین بدست آمد که با نتایج سایر محققین همخوانی دارد. برای بهینه کردن پارامترها جهت معکوس‌سازی حالت‌های مختلف در نظر گرفته شد. شکل (۲) بهترین مدل معکوس کننده را با استفاده از داده‌های القاگر در سطح زمین نشان می‌دهد. نتایج مشابهی با استفاده از سایر ارتفاع‌ها نیز بدست آمد.



شکل ۲) تصاویر هدایت الکتریکی ظاهری تولید شده با استفاده از معکوس‌سازی داده‌های القاگر الکترومغناطیس همه ارتفاع‌ها، سه ارتفاع و یک ارتفاع

برای کاربردی کردن نتایج مقادیر هدایت الکتریکی ظاهری معکوس شده را با استفاده از یک معادله رگرسیونی به مقادیر شوری تبدیل گردید (شکل ۳). همان‌طور که ملاحظه می‌شود تغییرات مکانی قابلیت هدایت الکتریکی شبیه هدایت الکتریکی ظاهری می‌باشد. همچنین مقادیر شوری در مناطق میانی حداکثر و در مناطق مرتفع‌تر دارای کمترین مقدار می‌باشد.



شکل ۳) مقادیر شوری واقعی در طول ترانسکت مطالعه شده

منابع

Amezketa, E., del Valle de Lersundi, J. ۲۰۰۸. Soil classification and salinity mapping for determining restoration potential of cropped riparian areas. Land Degrad. Dev. ۱۹: ۱۵۳-۱۶۴.

Aragüés, R., Urdanoz, V., etin, M., Kirda, C., Daghari, H., Ltifi, W., Lahlou, M., Douaik, A. ۲۰۱۱. Soil salinity related to physical soil characteristics and irrigation management in four Mediterranean irrigation districts. Agr. Water Manage. ۹۸: ۹۵۹-۹۶۶.

Goff, A., Huang, J., Wong, V.N.L., Monteiro Santos, F.A., Wege, R., Triantafilis, J. ۲۰۱۴. Electromagnetic Conductivity Imaging of Soil Salinity in an Estuarine-Alluvial Landscape. Soil Sci. Soc. Am. J. ۷۸: ۱۶۸۶-۱۶۹۳.

Herrero, J., Hudnall, W.H. ۲۰۱۳. Measurement of soil salinity using electromagnetic induction in a paddy with a densic pan and shallow water table. Paddy Water Environ. ۱-۱۲.

Huang, J., Davies, G.B., Bowd, D., Monteiro Santos, F.A., Triantafilis, J. ۲۰۱۴. Spatial prediction of the exchangeable sodium percentage at multiple depths using electromagnetic inversion modelling. Soil Use Manage. ۳۰: ۲۴۱-۲۵۰.

Monteiro Santos, F.A. ۲۰۰۴. ۱-D laterally constrained inversion of EM۳۴ profiling data. J. Appl. Geophys. ۵۶: ۱۲۳-۱۳۴.

Abstract

At present research we adopted a new method to model soil salinity using EM۳۸ data. This result obtained by EM۴Soil software was compared with regression. We generated electromagnetic conductivity images by inverting EM۳۸ ECa data collected at various heights. Results indicated that inversion had superior performances compared to regression. Added to this, multiple equations needed to be established to predict ECein each depth.