استفاده از داده‌های هدایت الکتریکی خاک به‌منظور ناحیه‌بندی زمین زراعی جهت انجام عملیات کشاورزی دقیق با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی

یوسف عباسپور گیلانده و احمد خلیلیان

به ترتیب استادیار دانشگاه محقق اردبیلی و استاد دانشگاه کلمسون آمریکا.

مقدمه

انرژی بسیار بالایی به‌منظور از بین بردن سخت لایهٔ خاک موردنیاز می‌باشد که از بین بردن این لایه با استفاده از سیستم خاک‌ورزی دقیق (خاک‌ورزی در عمق متغیّر بر اساس نیاز یک ناحیه خاصّ و در عمق متغیّر) می‌تواند صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای را در مصرف سوخت و انرژی در مدیریّت فشردگی خاک ایجاد نماید.

هدایت الکتریکی خاک توانایی انتقال یک جریان الکتریکی در داخل خاک را بیان می‌کند و برحسب میلی‌سیمنس بر متر (mS/m) بیان می‌شود. تعدادی از محقّقان از داده‌های هدایت الکتریکی خاک در تعیین خصوصیّات فیزیکی و شیمیایی خاک، تشخیص لایه‌های متفاوت خاک، بدست آوردن محتوی رطوبتی خاک و تخمین عملکرد محصول استفاده کرده‌اند. سودوث و همکاران (۱۹۹۸) مطالعه‌ای را به‌منظور تعیین عمق استقرار لایهٔ رسی در داخل خاک انجام دادند[۴]. کیچن و همکاران (۱۹۹۹) ارتباط بین هدایت الکتریکی و عملکرد محصول را در خاک‌هایی که دارای لایه رسی بودند مورد مطالعه قرار داد. آنها در این تحقیق رابطهٔ معنی‌داری بین عملکرد محصول و هدایت الکتریکی خاک در چهار مزرعه با لایهٔ رسی در عمقهای متفاوت بدست آوردند[۲]. نمدال و گرو (۲۰۰۱) از داده‌های هدایت الکتریکی خاک به‌منظور تشخیص نواحی مختلف به منظور مدیریّت خاک در کشاورزی دقیق استفاده کردند. آنها نقشه‌های هدایت الکتریکی خاک را به عنوان ابزاری قوی برای تشخیص نواحی مختلف مزرعه با بافت متفاوت و نواحی مختلف مدیریّت خاک در کشاورزی دقیق تشخیص دادند [۳].

هدف از این تحقیق پیش‌بینی درصد رس و شن خاک (بافت خاک) بر اساس داده‌های هدایت الکتریکی خاک و رطوبت خاک با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی (ANN) می‌باشد. در بسیاری از موارد که اطّلاعات کافی از روابط بین پارامترهای ورودی به مدل در دسترس نمی‌باشد، شبکه عصبی مصنوعی به‌عنوان یک ابزار قوی در مدل کردن سیستم خاک عمل خواهد کرد.

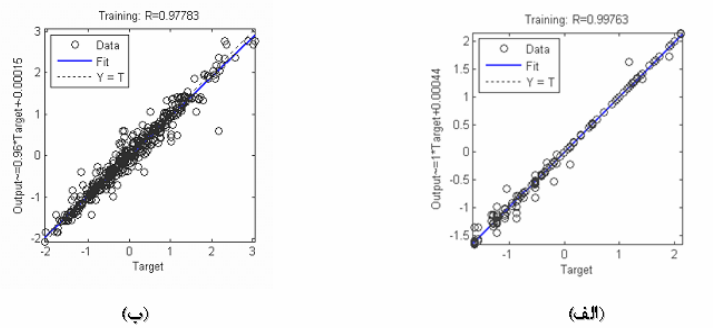
مواد و روشها

آزمایشهای مزرعه‌ای در چهار نوع خاک لومی رسی، لومی شنی، شنی لومی و شنی انجام گردید. به‌منظور تعیین بافت خاک و اندازه‌گیری درصد ذرات اصلی تشکیل دهندهٔ خاک (درصد شن، رس و سیلت)، نمونه خاک از هر پلات آزمایشی به عمق ۳۰cm برداشت شد. سپس بافت خاک، درصد ذرّات اصلی خاک و همچنین محتوی رطوبتی خاک اندازه‌گیری گردید. همچنین به‌منظور بدست آوردن مقادیر هدایت الکتریکی خاک (EC) در مزارع آزمایشی از یک دستگاه وریس مدل ۳۱۰۰ و دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک دستی ساخت شرکت ELE استفاده گردید. داده‌های شاخص مخروطی خاک با استفاده از یک دستگاه نفوذسنج مخروطی تراکتوری و همچنین با استفاده از یک نفوذسنج مخروطی دستی دیجیتال (ELE International/ Soiltest Inc) بدست آمد. تعداد نمونه‌های خاک مورد بررسی قرار گرفته در این تحقیق بالای ۹۰۰ عدد بود که برای هر نمونه بطوریکه قبلاً نیز اشاره گردید درصد شن، درصد رس، درصد سیلت، مقدار هدایت الکتریکی، مقدار شاخص مخروطی و همچنین مقدار رطوبت خاک اندازه‌گیری گردید.

شبکه‌های طرّاحی شده در این تحقیق که به‌منظور پیش‌بینی درصد رس و شن خاک براساس EC خاک و همچنین پیش‌بینی شاخص مخروطی خاک بر اساس داده‌های هدایت الکتریکی مورد استفاده قرار گرفتند، از نوع شبکه چند لایهٔ پس انتشار برگشتی بودند که به‌منظور آموزش شبکه از الگوریتم لونبرگ - مارکوات استفاده گردید.

نتایج و بحث

شکل ۱ نمودارهای نقطه‌ای بدست آمده برای داده‌های مورد استفاده در مرحله آموزش شبکه با بهترین عملکرد را به منظور بررسی همبستگی بین داده‌های هدایت الکتریکی و بافت خاک و همچنین بررسی همبستگی بین داده‌های هدایت الکتریکی و شاخص مخروطی خاک نشان می‌دهد. نمودار ارائه شده همبستگی خوبی را بین داده‌های واقعی و داده‌های پیش‌بینی شده توسط شبکهٔ عصبی مصنوعی را نشان می‌دهد. شبکه‌ای که دارای کمترین خطای MSE و بالاترین دقّت آموزش می‌باشد، به عنوان بهترین شبکه در هر دو پیش‌بینی مذکور در نظر گرفته شد.



شکل ۱: نتایج آموزش شبکهٔ عصبی مصنوعی به منظور (الف) بررسی همبستگی بین داده‌های هدایت الکتریکی و بافت خاک (ب) بررسی همبستگی بین داده‌های هدایت الکتریکی و شاخص مخروطی خاک

شکل ۱ نشان می‌دهد که داده‌های مقادیر هدایت الکتریکی خاک و رطوبت خاک به‌منظور پیش‌بینی بافت خاک (درصد رس و شن) بسیار موفّق می‌باشد. علاوه بر این یک همبستگی بسیار قوی بین داده‌های هدایت الکتریکی و داده‌های فشردگی خاک (شاخص مخروطی) وجود دارد. در تحقیق دیگری از محقق همبستگی بسیار قوی بین مقادیر هدایت الکتریکی خاک، شاخص مخروطی خاک و نیروی کششی عملیات خاک‌ورزی مشاهده شد [۱]. این مطلب بیانگر این است که نیروی کششی به‌طور چشمگیری با بافت خاک تغییر می‌کند و بدین لحاظ به درصد شن و رس خاک وابسته می‌باشد. از طرف دیگر برای کاربردهای عملی در مدیریّت کشاورزی دقیق، استفاده از داده‌های هدایت الکتریکی خاک به‌منظور مشخص کردن مناطق با مقاومت کششی بالا و یا پایین می‌تواند بسیار مفید باشد. به عبارت دیگر با استفاده از مقادیر هدایت الکتریکی خاک می‌توان مناطقی از زمین زراعی را که دچار فشردگی شده‌اند و نیاز به نیروی کششی بالا دارند، مشخص نمود.

منابع

Abbaspour-Gilandeh, Y., R. Alimardani, A. Khalilian, A.R. Keyhani, S.H. Sadati. 2006. Energy requrement of site- specific and conventional tillage as affected by tractor speed and soil parameters. International Journal of Agriculture and Biology. Vol 8, No. 4: 499-503.

Kitchen, N.R., K.A. Sudduth, and S.T. Drummond. 1999. Soil electrical conductivity as a crop productivity measure for claypan soils. Journal Production Agriculture. 12: 607-617.

Nehmdahl, H. & Greve, M.H., 2001. Using soil electrical conductivity measurements for delineating management zones on highly variable soils in Denmark. Proceedings of the 3rd European conference on precision agriculture, June 18-20. Montpellier, France. Vol. 1: 461-466.

Sudduth, K.S., N.R. Kitchen, and S.T. Drummond.1998. Soil conductivity sensing on claypan soils: comparison of electromagnetic induction and direct methods. P. 979-990. Proc. 4th Intl. Conf. On Precision Agriculture, St. Paul, MN. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.