بکارگیری روش طیف‌سنجی در تخمین pH خاک

سعید رضائی [۱*]، محمد رضا ملکی [۲]

۱– دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه جیرفت
saeid.rezaei@ujiroft.ac.ir
۲– استادیار گروه مهندسی بیوسیستم ، دانشگاه جیرفت

چکیده

pH یکی از خواص مهم خاک است که در حاصلخیزی خاک و قابلیت جذب عناصر خاک توسط گیاه نقش تعیین کننده‌ایی دارد. در مطالعه پیش‌رو با استفاده از روش طیف‌سنجی مدلی برای تخمین pH خاک بدست آورده شده است. به این منظور داده‌های این تحقیق در سال ۲۰۰۸ از منطقه فلامان بلژیک با استفاده از اسپکتروفتومتر Zeiss Corona 45 جمع آوری شده است و به وسیله‌ی مدل بدست آمده به روش PLS برای پیش‌بینی مقدار pH بدست‌آورده شده و تخمین pH مزرعه با نمونه‌های خاک که به‌صورت دستی جمع‌آوری و در آزمایشگاه pH آن تعیین شده، مقایسه شده است. نتایج نشان داد تخمین pH به روش طیف‌سنجی می‌تواند با دقتی قابل قبول در زمان بسیار کوتاه مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه های کلیدی: پهنه‌بندی، طیف‌سنجی، pH خاک.

مقدمه

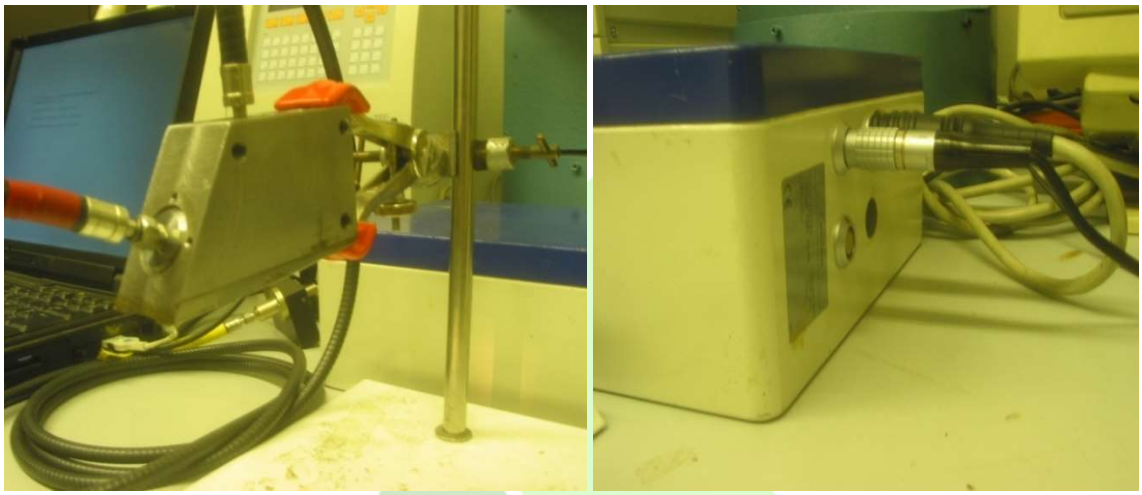
خاک دارای ترکیب شیمیایی بسیار پیچیده ایی است. در علوم کشاورزی شناخت و آزمایش خاک برای تعیین شاخصه ها و پارامترهای خاک که در ارتباط با رشد گیاه و باروری محصول است، اهمیت فراوانی دارد. اغلب روش‌های آزمایشگاهی برای تعیین پارامترهای خاک پیچیده، وقت‌گیر و هزینه‌بر است، همچنین این آزمایش‌ها را نمی‌توان در محل مزرعه به طور دقیق انجام دادکه این مسئله باعث بروز یک سری خطاهایی تاثیرگذار بر روی نتایج می‌شود. pH خاک شاخص اسیدی و بازی بودن خاک و همچنین بیانگر محیط شیمیایی خاک است و برای ریشه‌ی گیاهان و فعالیت‌های میکروبی دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. بنابرین pH خاک یکی از مهمترین عوامل موثر بر حاصلخیزی خاک است و نقش تعیین کننده‌ایی در قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه دارد. قدمت استفاده از طیف سنجی به سال ۱۹۴۰ بازمی‌گردد(Williams and Norris, 1987). روش طیف‌سنجی بیشتر از چهل سال پیش برای تجزیه و تحلیل محتوای

بافت خاک مورد استفاده قرار گرفت (Bowers and Hanks, 1965). باگذشت زمان قابلیت‌های مفید طیف‌سنجی گسترش قابل ملاحظه ایی داشتند، از جمله برای اندازه‌گیری بر روی خطوط و کنترل کیفیت در فرآیندهای مختلف کشاورزی و همچنین تخمین رطوبت خاک و تخمین فسفر و کربن خاک طراحی شده‌اند(Mouazen et al, 2005) . استفاده از روش طیف‌سنجی جهت مشاهده‌ی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از جمله pH خاک اجازه می‌دهد که تمامیت سیستم اولیه خاک حفظ شود و یک سیستم غیر مخرب جهت مشاهده‌ی خصوصیات خاک است، همچنین این توانایی را دارد که برای خصوصیات مختلف ترکیبات خاک به طور همزمان از یک طیف استفاده کرد(Viscarra Rossel et al, 2006). امروزه تحقیقات علمی به سمت استفاده از روش طیف‌سنجی به جای روش‌های شیمیایی مرسوم جهت تجزیه و تحلیل میزان pH خاک که ارتباط مستقیم با حاصلخیزی خاک دارد سوق پیدا کرده است، به علاوه روش طیف‌سنجی در خدمت کشاورزی دقیق است جایی که سرعت عمل و هزینه‌ی پایین مدنظر است(Ehsani et al, 2001). pH را می‌توان به دو روش تعیین کرد: ۱ـ از طریق روش‌های رنگ سنجی که البته روش دقیقی نیست و نمی‌تواند مقادیر کم تغییر pH را مشخص سازد. ۲ـ با استفاده از دستگاه pH مترکه بر اساس اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی حاصل از یون‌های هیدروژن است. استفاده از دو روش ذکر شده نمی‌تواند انتظارات امروز در دنیای کشاورزی را برآورده سازد، نتایج روش دوم قابل قبول‌تر است اما نمی‌توان آن‌را در محیط مزرعه انجام داد و باید در آزمایشگاه انجام شود که مشکلات آزمایشگاهی بر روی نتایج آن تاثیرگذار است. همچنین این روش وقت‌گیر و هزینه‌بر است و سرعت عمل در کار کشاورزی را پایین می‌آورد (Stangeland et al, 2003). هدف از انجام این مطالعه فراهم‌آوری اطلاعات لازم جهت تخمین pH خاک بوسیله روش طیف‌سنجی به منظور حصول به حجم بالاتری از داده‌های لازم جهت تولید نقشه pH خاک که در کشاورزی دقیق کاربرد دارد، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

داده‌های لازم در این مطالعه در سال ۲۰۰۸ از منطقه‌ی فلامان بلژیک با استفاده از اسپکتروفتومتر Zeiss Corona 45 جمع‌آوری شده است. طیف‌سنج مورد استفاده Zeiss Corona 45 که در شکل **۱** نشان داده شده است ساخت کشور آلمان بود که کوچک، سریع در اندازه‌گیری، بدون بخش‌های متحرک و بسیار سبک بود. طول موج کار دستگاه از ۳۰۵ تا ۱۷۱۰ نانومتر بود. روش کار بدین صورت بود که هر نمونه خاک در یک پتری دیش قرار داده شد و با یک کاردک سطح آن را به آرامی صاف کرده و در سه جهت ۱۲۰ درجه ای طیف نوری آن اندازه‌گیری شد.سپس میانگین طیف‌ها در مقابل pH اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه خاک قرار داده شد تا آرایه لازم برای مدل سازی فراهم شود. مدل سازی به وسیله ی نرم افزار The Unscrambler و با استفاده از آنالیز رگرسیون‌های چند متغیره صورت گرفت. برای مدل سازی ابتدا قسمت سالم طیف‌ها انتخاب شد که این محدوده ۳۵۸ تا ۱۶۷۰ نانومتر بود. طیف‌ها قبل از هرگونه مدل-سازی می‌بایست تحت پردازش قرار گیرند و گاهی لازم است چند نوع پردازش برای آنها در نظر گرفته شود و پس از آن اقدام به مدل-

سازی نموده ونتایج آن با سایر روش‌های پردازش مقایسه شود. در نهایت بهترین نتیجه بعنوان پردازش لازم برای مدل‌سازی انتخاب می‌شود. روش‌های متداول پردازش طیف‌های خاک توسط ملکی وهمکاران (۲۰۰۶) بطور مفصل توضیح داده شده است.



شکل ۱. دستگاه طیف‌سنج مورد استفاده برای تعیین pH خاک، مدل zeiss corona 45

دستگاه جمع آوری طیف از خاک که حسگر خاک[1] نام دارد شامل دو عدد فیبر نوری بود، که یکی برای تابش طیف نوری در محدوده‌ی ۳۰۵-۱۷۵۰ نانومتر و دیگری برای جمع‌آوری نور و ارسال آن به دستگاه ثبت کننده بود. هردو فیبر درون یک بلوک فلزی که در شکل **۲** نشان داده شده است تعبیه شد و به پشت یک زیرشکن بسته شد(Maleki et al, 2008)، سپس مدل بدست آمده توسط (Mouazen et al, 2007) برای پیش‌بینی pH خاک مورد استفاده قرار گرفت(مدل دارای R^2= ۰/۷۱ ، شیب ۰/۷۴ و عرض از مبداء ۱/۸۳ و RMSEP= ۰/۲۱۵ است). حدود ۸۰ نمونه خاک از یک مزرعه ۰/۷ هکتاری جمع‌اوری و بوسیله‌ی روش ۰/۰۲M-KCL در محلول خاک به نسبت ۱:۲/۵ بدست آمد، سپس داده‌های بدست‌آمده با مقدار pH تخمین زده شده به‌وسیله‌ی مدل مقایسه شد. برای مقایسه ی دو روش نمونه برداری دستی و طیف سنجی، داده‌ها بوسیله‌ی نرم‌افزار Surfer بصورت پهنه در شکل **۳** ترسیم شد تا مقایسه‌ی بصری تخمین pH خاک بوسیله‌ی هر دو روش براحتی انجام گیرد.

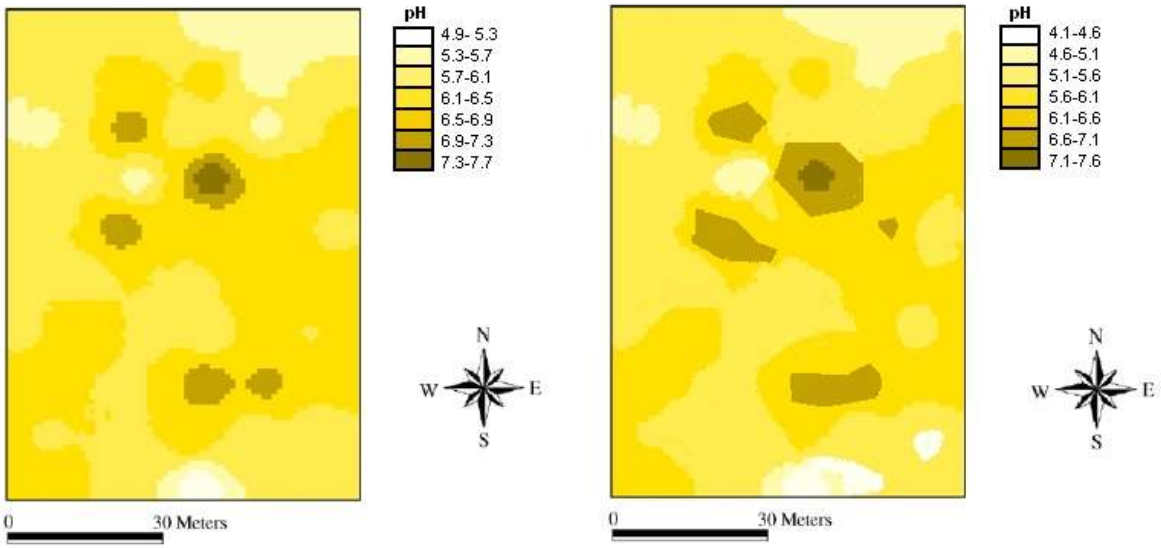
[1] Soil Sensor

شکل ۲. حسگر نرخ متغیر pH خاک مورد استفاده در مطالعه، (b) حسگر خاک و ساب‌سویلر.

نتایج و بحث

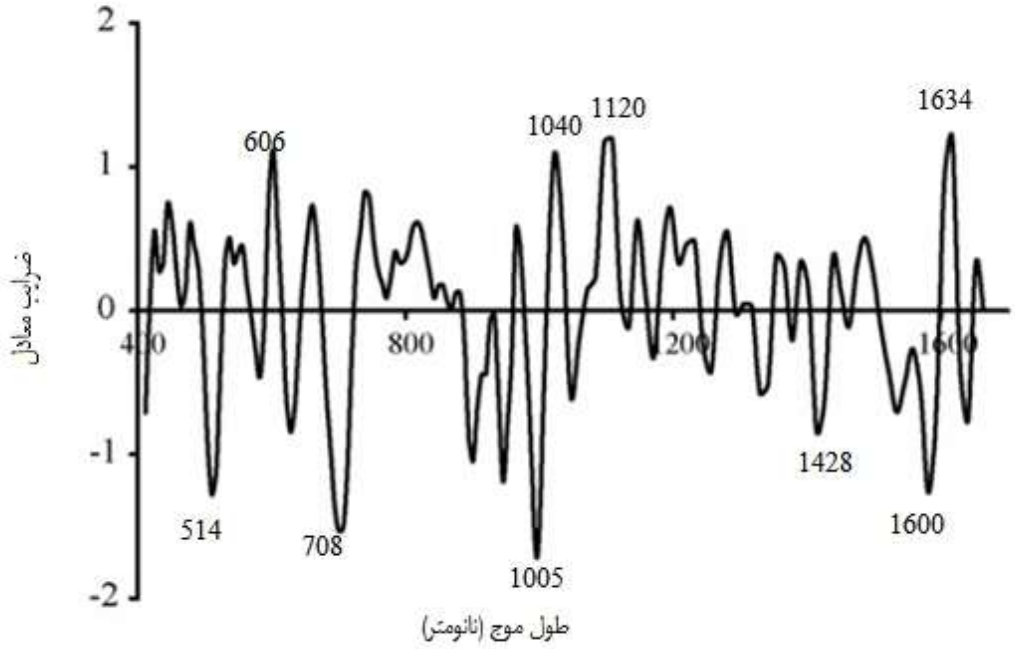
حداقل، حداکثر و میانگین pH خاک در داده های بدست آمده بر حسب درصد با روش نمونه برداری دستی ۴/۱، ۷/۶ و ۶/۹۲۱ با مقدار SD= ۰/۴۶۱ بود در حالیکه این مقادیر در روش طیف سنجی بترتیب ۴/۹، ۷/۷ و ۶/۸۳۲ با مقدار SD= ۰/۵۱۷ بود. مقدار R^2 بین داده‌های آنالیز شده با روش شیمیایی و نمونه برداری دستی ۰/۷۱ است که اطمینان لازم در تخمین pH خاک را داراست. (Maleki et al, 2007). همانطور که از(جدول ۱) پیداست تشابه زیادی بین دو پهنه وجود دارد. در پهنه ی ترسیم شده در روش دستی مشخص است بیشترین سطح مزرعه یعنی ۴۹ درصد، در محدوده یpH ۵/۱ تا ۵/۶ است و بیشترین سطح مزرعه برای روش طیف سنجی ۴۵درصد است که در بازه ی pH ۶/۱ تا ۶/۵ قرار دارد. ۳۵ درصد از پهنه ی روش دستی در محدوده ی ۵/۶ تا ۶/۱ می باشد و ۴۲ درصد از سطح پهنه‌ی روش طیف سنجی در بازه‌ی ۵/۷ تا ۶/۱ قرار دارد.همچنین همانطور که مشاهده می‌شود در محدوده‌ی ۴/۹ تا ۵/۳ در روش طیف سنجی pH در سطح مزرعه کمتر از ۱ درصد و مقدارش ۰/۷ درصد است و برای روش دستی ۱/۵درصد از سطح

مزرعه در بازه‌ی ۴/۱ تا ۴/۶ می‌باشد. مجموعاً از ۳۵درصد سطح پهنه با روش دستی pH متوسط در بازه‌ی۵/۶ تا ۶/۱ قرار دارد و مجموعاً ۴۵درصد سطح پهنه با روش طیف سنجی دارای pH متوسط با بازه‌ی ۵/۶ تا ۶/۱ است.



شکل ۳. پهنه‌های داده‌های خروجی از اسپکتروفتومتر. روش دستی (سمت راست) ، روش طیف‌سنجی (سمت چپ)

شکل **۴** تاثیر مقادیر ضرایب مدل بدست آمده را روی پیش بینی مقدار pH خاک نشان می دهد همانطور که ملاحظه می شود نمی توان طول موج مشخصی را برای اندازه گیری pH گزارش نمود و در حقیقت مجموعه ای از طول موج ها در پیش بینی pH موثر هستند. با توجه به شکل می توان طول موج های ۵۱۴ ، ۶۰۶ ، ۷۰۸ ، ۱۰۰۵ ، ۱۰۴۰ ، ۱۱۲۴ ، ۱۴۲۸ ، ۱۶۰۰ و ۱۶۳۴ را که در پیش بینی مقدار pH خاک تاثیر دارند معرفی کرد.



شکل ۴. ضرایب مدل در طول موج های مختلف و میزان مشارکت آنها در تعیین pH خاک

نتیجه‌گیری

برای ایجاد پهنه‌ی pH از دو روش نمونه‌برداری دستی و روش تخمین pH بوسیله‌ی جمع‌آوری طیف‌های خاک استفاده شد، نتایج نشان دادکه این روش می‌تواند جایگزین مناسبی برای تخمین pH خاک باشد و در کشاورزی دقیق می‌توان از آن استفاده کرد.

جدول ۱. مقایسه‌ی سطوح مختلف pH در دو روش نمونه‌برداری دستی و روش تخمین pH با استفاده از روش طیف‌سنجی

روش دستی		روش طیف سنجی	
درصد سطح پهنه	محدوده ی pH	درصد سطح پهنه	محدوده ی pH
1.5	4.1 - 4.6	0.7	4.9 - 5.3
7	4.6 - 5.1	8.4	5.3 - 5.7
49	5.1 - 5.6	42	5.7 - 6.1
35	5.6 - 6.1	45	6.1 - 6.5
0	6.1 - 6.6	0	6.5 - 6.9
7	6.6 - 7.1	3.5	6.9 - 7.3
0.5	7.1 - 7.6	0.4	7.3 - 7.7

منابع

1- Bowers, S., R. Hanks. 1965. Reflection of radiant energy from soils. Soil Science 100: 130-138.

2- Ehsani, M., S. Upadhyaya, W. Fawcett, L. Protsailo, and D. Slaughter. 2001. Feasibility of detecting soil nitrate content using a mid-infrared technique. Transactions of the ASAE 44: 1931-1940.

3- Maleki, MR., AM. Mouazen, H. Ramon, and J. De Baerdemaeker. 2007. Optimisation of soil VIS–NIR sensor-based variable rate application system of soil phosphorus. Soil and Tillage Research 94: 239-250.

4- Maleki, MR., H. Ramon, J. De Baerdemaeker, and AM. Mouazen. 2008. A study on the time response of a soil sensor-based variable rate granular fertiliser applicator. Biosystems Engineering 100: 160-166.

5- Mouazen, A., MR. Maleki, J. De Baerdemaeker, and H. Ramon. 2007. On-line measurement of some selected soil properties using a VIS–N sensor. Soil and Tillage Research 93: 13-27.

6- Mouazen, AM., J. De Baerdemaeker, and H. Ramon. 2005. Towards development of on-line soil moisture content sensor using a fibre-type NIR spectrophotometer. Soil and Tillage Research 80: 171-183.

7- Stangeland, D., M. Montross, T. Stombaugh, and S. Shearer. 2003. Use of Nearinfrared Reflectance for Soil pH and Buffer pH Measurement. ASABE Paper.

8- Viscarra Rossel, R., D. Walvoort, A. McBratney, LJ. Janik, and J. Skjemstad. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma 131: 59-75.

9- Williams, P., and K. Norris. 1987. Near-infrared technology in the agricultural and food industries: American Association of Cereal Chemists, Inc.

Estimation of soil pH using spectroscopy

Saeid Rezaei[1*] Mohammad Reza Maleki[2]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Jiroft University of Jiroft
Saeid.rezaei@ujiroft.ac.ir
2- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Jiroft University of Jiroft

Abstract

Soil pH play important rule in soil fertility and soil nutrient uptake by the crop. In present study, a PLS model was developed using spectroscopy method to estimate soil pH. The soil data were collected in Flanders of Belgium in 2008 and used for model calibration as well as model evaluation. Soil sample were analyzed in traditional approach and soil pH was estimated using the model and finally compared with samples in which soil pH was determined using traditional approach. Results showed very promising outcome and this method can be a convenient alternative for soil pH estimation.

Keywords: Map, spectroscopy, pH