تعیین فسفرخاک با استفاده از روش طیف سنجی

محمد رضا ملکی
استادیار گروه ماشینهای کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: mrmaleki@mail.uk.ac.ir

چکیده

فسفر یکی از عناصر مهم خاک است که برای رشد گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است. در مطالعه حاضر با استفاده از روش طیف سنجی مدلی برای تخمین فسفر خاک بدست آورده شده است. به این منظور، نمونه های خاک از مزارع مختلف در بلژیک، شمال فرانسه و جنوب هلند جمع آوری شد و سعی گردید تا دارای دامنه وسیعی از خاک با فسفر کم و زیاد را شامل شود. و نیز تلاش گردید تا نمونه ها شامل خاک با رطوبت، بافت و رنگ متفاوت باشند. نتایج نشان داد که مدل بدست آمده می تواند با دقتی قابل قبول برای پیش بینی فسفر در مدت زمان بسیار کوتاه بکار رود.

کلمات کلیدی: **فسفرخاک، طیف سنجی، مدل** PLS

مقدمه

خاک از لحاظ شیمیایی و کانی شناسی بسیار پیچیده تر از اجزای متشکله اش است. در علوم کشاورزی شناخت و آزمایش خاک برای تعیین سطوح عناصر آن ضرورت دارد. اغلب روش‌های آزمایشگاهی برای تعیین عناصر خاک پچیده، وقت گیر و هزینه بر هستند. یکی از عناصر خاک که برای کاشت هر نوع محصول بایستی مورد آزمایش قرار گیرد فسفر است. فسفر را می توان یکی از مهمترین عناصر برای تخمین آن در خاک دانسته و بدلیل نیاز ریشه به آن در مراحل ابتدایی رشد، تعیین مقدار آن در خاک نقشی حیاتی در بازده نهایی محصول خواهد داشت. فسفر را می توان از طریق آزمایش گیاه و یا خاک تخمین زده و بر اساس کمبود اقدام به کود دهی مزرعه نمود. صرف نظر از دقت محاسبه آن، در هر دو صورت مدت زمان قابل توجه‌ای برای برآورد آن لازم است. از طرف دیگر سطح فسفر خاک در تمام سطح مزرعه یکنواخت نیست. ران و همکاران (1998) نشان دادند که سطح فسفر خاک در یک مزرعه دارای تغییرات زیادی است و گاهی طی مسافت کوتاهی از مزرعه تغییر آن مشهود است. بولاند و ویلسون (1994) تغییرات فسفر خاک را تا CV=52 درصد گزارش نمودند. ملکی و همکاران (2008) گزارش نمودند که کود دهی بر اساس آزمایش فسفر برای کل مزرعه دارای اشکالات عمده ای است و گزارش کردند که آزمایش عناصر خاک با روش های متداول از دقت لازم برخوردار نیست. تعدادی دیگر نیز این موضوع را با روش‌های مختلف نشان دادند. مثلا برنک و همکاران(1999) از مرکز هر هکتار و در یک شعاع 5 متری حدود 10 نمونه برداشت کرده، خوب نمونه‌ها را مخلوط و سپس به دو قسمت تقسیم کردند نمونه برداری برای 50 هکتار در استان باواریا در جنوب آلمان انجام شد. آنها نمونه ها را به دو لابوراتوار خاکشناسی معتبر ارسال و با مقایسه نتایج گزارش نمودند که سطوح اندازه‌گیری شده فسفر بین دو لابوراتوار خاکشناسی تنها 0/57 ضریب همبستگی دارند. همچنین ملکی و همکاران (2007) با روشی مشابه از 30 هکتار مزرعه که سال قبل در آن ذرت کشت شده بود 90 نمونه برداشته، آنها را خوب مخلوط و سپس به 3 قسمت تقسیم کرده و به یک لابوراتوار خاکشناسی معتبر در بلژیک ارسال کردند. آزمایشگاه بدون اطلاع از تقسیم نمونه ها سطوح عناصر موجود در نمونه ها را تعیین و در نهایت مشخص گردید که توصیه کود برای 30 درصد داده ها در نمونه

ها یکسان نبود. بدین ترتیب همواره جایگزینی روش‌های متداول با روش‌های نوین مورد توجه دانشمندان بوده است. با وجود این بدلیل پیچیدگی خاک ابداع روشی برای تشخیص مقدار فسفر خاک دارای دشواری های خاص خود است. در مطالعه حاضر نشان داده می شود که چگونه با استفاده از روش طیف سنجی می‌توان مدلی برای پیش بینی فسفر قابل دسترس خاک ایجاد نمود تا بتوان در زمان بسیار کوتاه فسفر خاک را تعیین و از روش های وقت گیر و پر هزینه متداول پرهیز نمود.

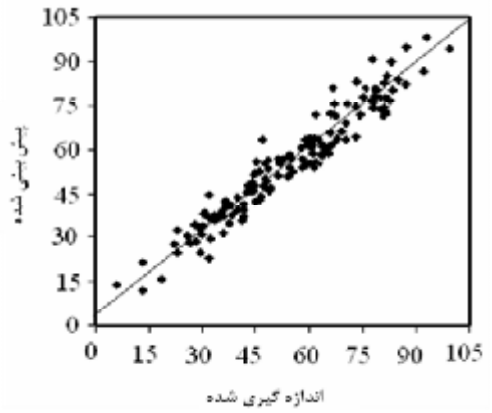
مواد و روشها

نمونه‌های خاک مورد نیاز برای انجام این تحقیق در بهار و تابستان 2008 از مزارع مختلف در بلژیک و شمال فرانسه و جنوب هلند جمع آوری شد. سعی بر آن شد که نمونه‌ها دامنه وسیعی از خاک با فسفر کم و زیاد را شامل شود. و نیز تلاش گردید تا نمونه ها شامل خاک با رطوبت، بافت و رنگ متفاوت باشند از هر مزرعه 25 نمونه خاک جمع آوری و پس از اختلاط کامل خاک حدود 500 گرم از آن برداشته و مابقی در آرشیو خاک لابوراتوار آب و خاک گروه حاصلخیزی خاک دانشگاه کاتولیک لوون نگه‌داری گردید. بعد از نمونه برداری، نمونه ها در یک اتاق سرد(1±)تا زمان اندازه گیری طیفی و تجزیه شیمیایی نگه داشته شدند. از کل نمونه ها دو گروه 544 و 90 نمونه ای بطور تصادفی انتخاب گردید. گروه اول برای مدل سازی و گروه دوم برای تعیین اعتبار مدل در نظر گرفته شد. هر نمونه خاک به دو قسمت تقسیم شد، گروه اول برای تعیین فسفر خاک و گروه دوم برای طیف سنجی در نظر گرفته شد. ملکی و همکاران (2006) با استفاده از روش طیف سنجی تخمین فسفر خاک را گزارش نمودند در آزمایش آنها روش اولسن برای اندازه گیری فسفر مورد استفاده قرار گرفت میزان فسفر خاک برای تحقیق حاضر در آزمایشگاه با استفاده از روش آمونیوم لاکتیت بدست آورده شد. همزمان با تعیین فسفر نمونه ها، اندازه گیری طیفی نمونه‌های خاک در آزمایشگاه نیز انجام شد. قبل از اندازه گیری، نمونه‌ها از ضایعاتی مثل مواد گیاهی و سنگ ها عاری شدند. طیف سنج مورد استفاده Zeiss Corona 45 آلمانی بودکه کوچک، سریع در اندازه گیری، بدون بخش های متحرک و بسیار سبک بود. طول موج کار دستگاه از 305 تا 1710 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 120 درجه‌ای طیف نوری آن اندازه گیری شد. سپس میانگین طیف ها در مقابل مقدار فسفر اندازه گیری شده در آزمایشگاه خاک قرار داده شد تا آرایه لازم برای مدل سازی فراهم شود. مدل سازی بوسیله نرم افزار The Unscrambler و با استفاده از آنالیز رگرسیون-های چند متغیره صورت گرفت. برای مدل سازی ابتدا قسمت سالم طیف ها انتخاب شد که این محدوده 358 تا 1670 نانو متر بود. طیف ها قبل از هر گونه مدل سازی می بایست تحت پردازش طیف ها قرار گیرند و گاهی لازم است که چند نوع پردازش برای آنها در نظر گرفته شود و پس از آن اقدام به مدل سازی نموده و نتایج آن با سایر روش های پردازش مقایسه می‌شود. درنهایت بهترین نتیجه بعنوان پردازش لازم برای مدل سازی انتخاب می شود. روش های متداول پردازش طیف های خاک توسط ملکی و همکاران (2006) بطور مفصل توضیح داده شده است.

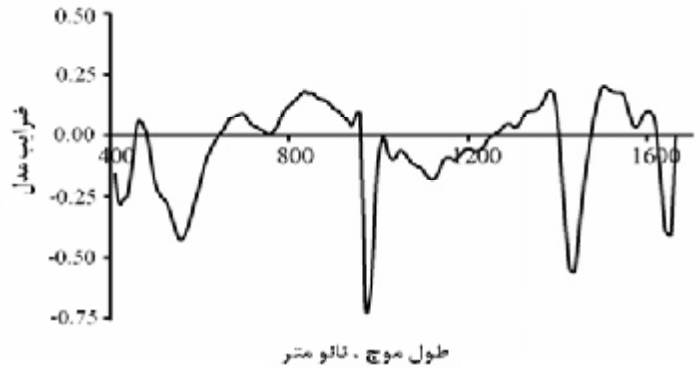
نتایج و بحث

فسفر نمونه ها در گروه مدل دارای حداقل 8، حداکثر 105و میانگین 41/51 میلی گرم بر یکصد گرم بود که دامنه مناسبی برای مدل سازی را فراهم نمود. فسفر نمونه ها در گروه تعیین اعتبار دارای حداقل 5 ، حداکثر 98 و میانگین 40/32 میلی گرم بر یکصد گرم بود. از آنجا که میزان رطوبت خاک روی میزان بازتابش خاک موثر است لذا مقدار رطوبت هر نمونه نیز مورد محاسبه قرار گرفت. در طیف سنجی، تأثیرات فاکتورهای فیزیکی مانند اندازه ذرات خاک سبب می شوند که بین خصوصیات شیمیایی و شکل طیف خاک تداخل ایجاد کنند. با استفاده از روش MSC (ملکی

و همکاران، 2007) اثر رطوبت و بافت خاک در مراحل مدل سازی حذف گردید. در نهایت بهترین مدل بدست آمده مدل با استفاده از روش PLS بود. PLS روشی است که در آن توان هر طول موج در پیش بینی مقدار فسفر آن نمونه با یک ضریب مشارکت داده می شود. مدل بدست آمده دارای ضریب تبیین 0/85 ، شیب 0/74، عرض از مبدأ 0/024 ، حداقل خطای پیش بینی 0/029 و شاخص حداقل باقیمانده انحرافات 2/94 بود. شاخص حداقل باقیمانده انحرافات می بایست در محدوده 4-3 باشد (مؤذن و همکاران، 2007). آنالیز مدل با استفاده از روش FCV انجام شد (ملکی و همکاران، 2006). در این روش همه نمونه ها در گروه مدل بجز یکی برای مدل سازی بکار می رود و مدل برای پیش بینی آن نمونه مورد استفاده قرار گرفته و مقدار انحراف پیش بینی از مقدار واقعی ثبت می شود. سپس نمونه به آرایه بازگردانده شده و یکی دیگر از نمونه از گروه حذف می شود و این کار برای تک تک نمونه ها بکار میرود چنانچه مدل بدست آمده دارای حداقل مربعات خطا باشد می تواند مورد استفاده قرار گیرد. پس از مدل سازی، مدل باید بر روی یک سری از داده های مستقل نیز آزمایش شود تا اعتبار آن مورد تایید قرار گیرد (شکل 1). پیش بینی فسفر خاک در نمونه ها گروه تعیین اعتبار مدل دارای ضریب تبیین 0/75 بود که نشان داد که مدل دارای قدرت لازم برای تعیین فسفر خاک بود. میزان توان لازم و یا مشارکت هر طول موج در پیش بینی میزان فسفر در شکل (2) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود دراطراف طول موج های500، 850، 950، 1450و 1650 نانومتر بیشترین مشارکت در پیش بینی میزان فسفر مشاهده می‌شود.



شکل 1- پیش بینی فسفر خاک با استفاده از مدل بدست آمده به وسیله روش طیف سنجی در نمونه های در نظر گرفته شده برای تعیین اعتبار مدل



شکل 2 – ضرایب مدل در طول موج های مختلف و میزان مشارکت آنها در تعیین رطوبت خاک

بازتابش طیف بوسیله ملکول های متشکله اکثر عناصر در اثر جذب پیوند های O-H, C-H و N-H است ولی این موضوع برای فسفر کاملا مشخص نیست. بوگراکی و لی (2004) نشان دادند که خاک با غلظت بیشتر فسفر دارای جذب بیشر طیف نور می شود. همچنین ملکی و همکاران (2006) 90 نمونه خاک را بر اساس مقدار فسفر آنها مرتب کردند و میانگین 30 نمونه حداقل، 30 نمونه متوسط و 30 نمونه حداکثر را با هم مقایسه و نشان دادند که مقدار بازتابش طیف آنها کاملا متفاوت بود. با روشی مشابه اما با این تفاوت که اثر رطوبت و بافت از تمام بازتابش طیف ها حذف گردید در مطالعه حاضر این موضوع مشاهده شد که نمونه های با فسفر کم از بازتابش بیشتری برخوردار بودند. تعیین فسفر خاک بوسیله روش طیف سنجی می تواند موفقیت آمیز بود و می توان آنرا جایگزین روش های متداول که بسیار وقت گیر و پر هزینه است نمود. اگرچه رفتار فسفر مانند سایر عناصر خاک در اثر طیف تابیده شده به آن کاملاً مشهود نیست ولی بکار گیری مدل PLS توانایی لازم در پیش بینی را فراهم می‌آورد.

قدردانی

مطالعه حاضر در دپارتمنت بایوسیستم، گروه مکاترونیک، و سنسورها دانشگاه کاتولیک لوون بلژیک بعنوان بخشی از پروژه فوق دکتری صورت گرفته که بدین وسیله قدردانی می‌شود.

منابع

Boland MDA and Wilson IA. 1994. Soil phosphorus testing: studies on spatial variation of Colwell soil test phosphate. Communication on Soil Science and Plant Analysis, 25, 2371–2384.

Bogrekci I and Lee WS. 2004. Spectral signatures of common phosphate in soils and their effect on absorbance spectra of soil samples with different phosphorus concentration. ASAE/CSAE Meeting Paper No. 04 3114. ASAE, St. Joseph, MI.

Joseph, MIBrenk C, Pasda G and Zrulla W,1999. Nutrient mapping of soils. A suitable basis for site-specific fertilization, pp. 49-59. In: Stafford J V (ed.). Precision Agriculture 1999. European Conference on Precision Agriculture. SCI., Shefield Acdemic Press.

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

Maleki MR, Mouazen AM, Ramon H and De Baerdemaeker J, 2007. Multiplicative scatter correction during خn-line measurement with near infrared spectroscopy. Biosystems Engineering, 96(3):427-433.

Maleki MR, Mouazen AM, De Ketelaere B, Ramon H and De Baerdemaeker J, 2008. On-the-go variable rate phosphorus fertilization based on a VIS-NIR soil sensor. Biosystems Engineering 99: 3 – 46.

Maleki MR, Van Holm L, Merckx R, Ramon H, De Baerdemaeker J and Mouazen AM, 2006. Phosphorus sensing for fresh soils using visible and near infrared spectroscopy. Biosystems Engineering. 95 (3): 425-436.

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

RaunWR, Soile JB, Johnson GV, Stone M L, Whitney RW, Lees HL, Sembiring H and Philips SB. 1998. Microvariability in soil test, plant nutrient and yield parameters in Bermudagras. Soil Science Society of America Journal, 62, 683–690.